

〈0806 ver.〉

# APEX 모델 사용 매뉴얼

(Agricultural Policy/Environmental eXtender)



# ☐ ☐ 목 차 ☐ ☐

<b>제1장 서론</b> .....	<b>1</b>
1.1 Master File (APEXFILE.DAT) .....	7
APEX File Name Links .....	7
<b>제2장 입력 파일 (Input Files)</b> .....	<b>11</b>
2.1 APEX Run File (APEXRUN.DAT) .....	13
2.2 The APEX Control File (APEXCONT.DAT) .....	15
2.3 The APEX Site File (FILENAME.SIT) .....	32
2.4 The APEX Site List (SITE****.DAT) .....	35
2.5 The Subarea File (FILENAME.SUB) .....	36
2.6 The APEX Subarea List File (SUBA****.DAT) .....	58
2.7 The Soil Files (FILENAME.SOL) .....	59
2.8 The APEX Soil List File (SOIL****.DAT) .....	70
2.9 The Operation Schedule Files (FILENAME.OPS) .....	71
2.10 The APEX Operation Schedule List File (OPSC****.DAT) .....	80
2.11 Daily Weather Files (FILENAME.DLY) .....	81
2.12 The Daily Weather List Files (WDLST****.DAT) .....	84
2.13 The Monthly Weather Files (FILENAME.WP1) .....	85
2.14 The APEX Monthly Weather Data List (WPM1****.DAT) .....	88
2.15 The Wind Data File (FILENAME.WND) .....	89
2.16 The Tillage File (TILL****.DAT) .....	92
2.17 The Crop File (CROP****.DAT) .....	98
2.18 The Fertilizer File (FERT****.DAT) .....	114
2.19 The Pesticide File (PEST****.DAT) .....	116
2.20 The APEX Multi-Run File (MLRN****.DAT) .....	118

2.21	The APEX Parm File (PARM****.DAT) .....	120
	S-곡선매개변수 정의 .....	121
	매개변수 정의 .....	124
2.22	The Print File (PRNT****.DAT) .....	132
2.23	The Herd File (HERD****.DAT) .....	140
2.24	The Point Source List File (PSO****.DAT) .....	144
2.25	The Point Source File (FILENAME.PSO) .....	145
2.26	The Within-Storm Rainfall List File (RFDT****.DAT) .....	147
2.27	The Within-Storm Rainfall File (FILENAME.HLY) .....	148
2.28	The APEX Dimension File (APEXDIM.DAT) .....	149
 <b>제3장 출력 데이터 변수 (Output Data Variables) .....</b>		<b>151</b>
3.1	하위영역 요약 파일 (*.SUS) .....	153
3.2	유역 요약 파일 (*.WSS ) .....	155
3.3	살충제 하위영역 요약 파일 (*.SPS) .....	157
3.4	농장 계획파일에 대한 특수 유역 요약 파일 (*.SWN) .....	157
3.5	토양 유기 탄소 및 질소 파일 요약 (*.SCX) .....	158
3.6	NRCS STAR Tool을 위한 하위영역 및 유역 요약 (*.STR) .....	159
3.7	GIS 특수 하위영역 파일 (*.SAO) .....	161
3.8	GIS 특수 하도구간 파일 (*.RCH) .....	163
3.9	연간 하위영역 파일 (*.ASA) .....	165
3.10	연간 유역 출구 파일 (*.AWS) .....	166
3.11	연간 하위영역 작물 생산량 파일 (*.ACY) .....	167
3.12	특수 가축분뇨 관리 요약 파일 (*.MAN) .....	168
3.13	연간 토양 유기 탄소 및 질소 파일 (*.ACN) .....	170
3.14	유역 SWAT 출력 (*.SWT) .....	171
3.15	연간 CEAP 파일 (*.AWP) .....	171
3.16	연간 살충제 파일 (*.APS) .....	173

3.17	연간 비용 파일 (*.ACO) .....	174
3.18	완충대 특수 파일 (APEXBUF.OUT) .....	174
3.19	월간 하위영역 파일 (*.MSA) .....	175
3.20	월간 유역 파일 (*.MWS) .....	178
3.21	월간 SWAT 출력 (*.MSW) .....	178
3.22	일일 하위영역 살충제 파일 (*.DPS) .....	179
3.23	일일 하위영역 파일 (*.SAD) .....	180
3.24	일일 저수지 파일 (*.DRS) .....	181
3.25	일일 유역 출력 파일 (*.DWS) .....	182
3.26	일일 방목 파일 (*.DGS) .....	183
3.27	일일 가축분뇨 시용 파일 (*.DUX) .....	183
3.28	일일 분진 분포 (*.DDD) .....	184
3.29	일일 토양 유기 탄소 및 질소 파일 (*.DCN) .....	184
3.30	유거수 사상 범람 추적 파일 (*.EFR) .....	185
3.31	유거수 사상 수문 곡선 파일 (*.EHY) .....	185
3.32	일일 유역 살충제 파일 (*.DPW) .....	188
3.33	일일 하위영역 수문학 파일 (*.DHY) .....	188
3.34	일일 유역 양분물질 및 퇴적물 농도 (*.DMR) .....	189
 <b>제4장 APEX 출력 분석기(APEX Output Analyzer) .....</b>		<b>191</b>
4.1	실패한 구동 .....	193
4.2	Run 실패를 초래할 수도 아닐 수도 있는 문제점 .....	193
4.3	0에 가까운 작물 수확량을 초래하는 문제점 .....	193
4.4	일반적인 문제점 .....	194
4.5	완료된 Run(*.OUT) 파일을 점검 .....	194
	예비조사 .....	194
	유거수 관련 문제-확인사항 .....	194
4.6	APEX****.out (The Detailed Simulator Output File) .....	198

<b>제5장 검증(Validation)</b> .....	<b>199</b>
5.1 작물 수확량 검증 .....	201
5.2 유거수와 토사검증을 위한 모델 조정 .....	204
방법 1: 일반인 사용자 .....	204
방법 2: 전문 사용자 .....	206
<b>참고자료 (부록)</b> .....	<b>211</b>
부록 A : Watershed Definitions .....	213
부록 B : Subarea Definitions .....	215
부록 C : Watershed Name Definitions .....	221
부록 D : Watershed Subarea Defications .....	222
부록 E : Adding Subarea(s) .....	225
부록 F : Manning's N Surface Roughness (UPN) .....	228
부록 G : Routing Reach & Channel Manning's N (RCHN & CHN) .....	229
부록 H : APEX publications .....	230
부록 I : APEX Balances Variable definitions .....	236

# 제 1 장 서 론





## 제 1 장 서론

APEX 모델은 지속 가능한 농업 생산 효율 및 환경 관리를 위해 농장 또는 소규모 유역을 관리하는 도구이다. 이 모델은 일 단위로 구동되며 농장 또는 소규모 유역에서 장기 모의(1~4,000년)를 할 수 있다. 유역은 토양, 토지 사용, 지형 등이 동질한 하위영역(<4,000개)으로 구분될 수 있다. 추적(routing) 요소는 한 하위영역에서 다른 하위영역으로 수로 및 범람원을 거쳐 유역의 출구에 이르는 흐름을 모의하며 퇴적물, 양분물질 및 살충제 등의 이동을 모의할 수 있다. 뿐만 아니라 표면 유거수, 침전물의 퇴적 및 분해, 양분물질 및 살충제 이동, 저류에 따른 필지 간의 상호작용을 평가하는 기능을 가진다. 계단식 경작지(terrace), 초생 수로(grass waterway), 등고선 경작(strip-cropping), 완충대(buffer strip) 또는 식생 여과대(vegetated filter strip), 윤작(crop rotation), 작물 경쟁(plant competition), 작물 소각(plant burning), 다수의 가축 방목 패턴, 비료, 관개, 석회 시용(liming), 고랑 제방(furrow diking), 배수 시스템 및 가축분뇨 관리, 집수조(lagoon) 등을 포함 또는 포함하지 않은 가축 축사 및 목장 등을 모의하거나 평가할 수 있다.

APEX0806 모델은 다음과 같은 개선 사항을 포함한다.

- 농경지 및 방목장 농장주들에 의한 탄력적인 가축의 방목 스케줄
- 방목장으로부터 바람에 의해 비산되는 먼지의 분포
- 방목장 및 방목 초지로부터의 가축분뇨 침식
- 뿌리 생장으로 인한 토양 내 추가적인 관내 및 균열 유동
- 개선된 여과대 사양
- 확장된 집수조 펌프 및 가축분뇨 제거 기능
- 향상된 소각 작업
- RUSLE2의 토양 유실 모의
- Century 모델과 유사한 탄소 저장고 및 변환 방정식
- 향상된 지하수면 모니터링

## 데이터 구조 (Data Structure)

APEX 데이터 구조의 기본 틀은 3개의 파일인 APEXFILE.DAT, APEXCONT.DAT 및 APEXRUN.DAT로 구성되어 있다. APEXFILE은 모델 구동에 사용되는 파일명을 리스트화한 것으로 각각의 구동에 어떠한 데이터를 사용할지 결정하는데 있어 참고자료가 된다. APEXCONT는 구동을 관리하는데 필요한 데이터, 예를 들면 구동 길이, 옵션 선택, 초기값 등을 포함한다. APEXRUN은 장소, 날씨 변수 및 하위영역 파일 등을 규정하는 실행 이름 및 숫자 리스트를 말한다. 그림 1.1은 파일 및 데이터 흐름을 간략하게 보여준다.

주 : 앞으로 ‘파일이름.\*’으로 표시된 부분은 사용자가 적절한 \* 확장자를 이용해 해당 파일의 이름을 정할 수 있다는 것을 의미한다. 이러한 파일의 이름은 APEXFILE.DAT 리스트에 반드시 포함되어야 한다.

## 상수 데이터 (Constant Data)

APEXCONT.DAT 파일은 모의 연수, 모의 기간, 출력물 인쇄 사양, 날씨 생성기 기능 등과 같이 전체 모의에 걸쳐 일정한 값을 가지는 변수들을 포함한다. 이 파일은 이름을 변경할 수 없다.

## 장소 (Sites)

농경지, 농장 또는 유역 등과 같이 다양한 형태의 장소를 포함한다. *filename.sit* 파일에는 각 장소에 대한 설명이 포함되며, SITECOM.DAT(또는 사용자가 선택한 이름)에는 해당 장소 및 파일명을 표시한다.

## 날씨 (Weather)

기상 관측대 정보는 번호를 매겨 WPMIMO.DAT 에서 확인할 수 있으며, 해당 관측소의 바람 데이터 역시 번호를 매겨 WINDMO.DAT 에서 확인할 수 있다. WPMIMO.DAT (또는 사용자가 선택한 이름) 및 WINDMO.DAT (또는 사용자가 선택한 이름)는 기상 관측대 및 해당 파일명을 표시하기 위해 사용된다. *filename.wp1* 파일은 각 기상 관측대 통계 정보를 제공하며, *filename.wnd* 파일은 각 기상 관측소의 바람 데이터 통계 정보를 나타낸다.

## 하위영역 (Subarea)

APEX 모의에 사용되는 장소는 완충대 혹은 여과대를 포함하든 포함하지 않든 다양한 종류의 하위영역을 포함한다. *filename.sub* 파일은 기후, 토양, 토지 이용 및 지형적으로 동질한 수문학적 토지사용 단위(HLU) 또는 하위영역에 대한 정보를 포함한다. 이 하위영역은 단일 또는 여러 개의 유역 혹은 농장으로부터 유출되는 유출수의 이동경로에 따라 서로 연결되기도 한다(추후 설명). 각 *filename.sub*에서 사용자는 *SOILCOM.DAT*의 토양 리스트 및 *OPSCCOM.DAT*의 작업 스케줄에 포함된 리스트에서 주요 토양 및 작업 스케줄을 지정해야 한다. *SUBACOM.DAT*(또는 사용자가 선택한 이름)는 해당 하위영역과 관련한 파일명이 표시된다.

## 토양 (Soils)

농경지 또는 유역 분석을 위해 다양한 유형의 토양을 포함한다. *filename.sol* 파일은 각 토양에 대한 정보를 제공하기 위해 사용되며, *SOILCOM.DAT*(또는 사용자가 선택한 이름) 파일은 해당 토양 및 관련 파일명을 표시한다.

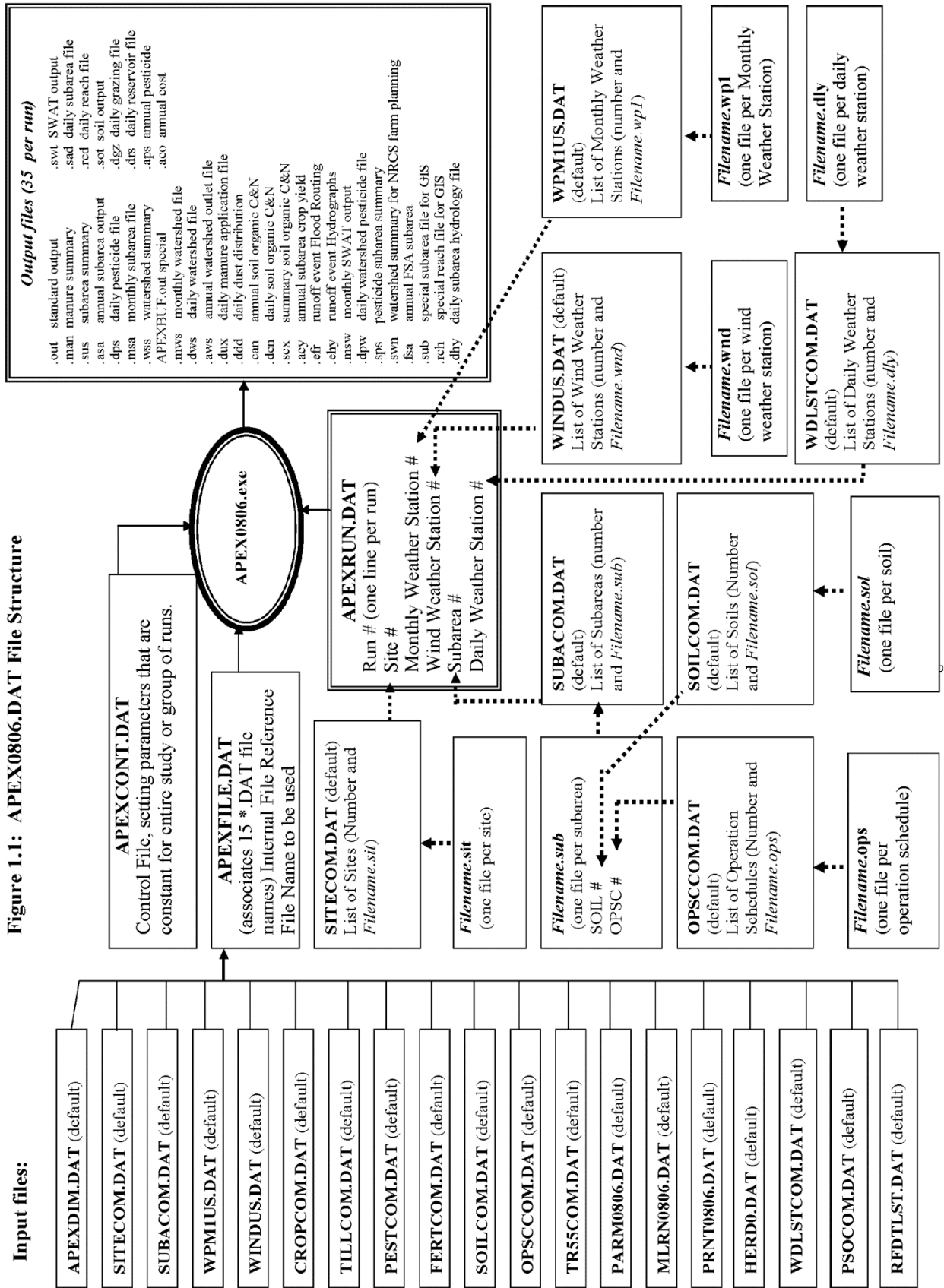
## 운영 스케줄 (Operation Schedules)

각 하위영역, 유역 내 필드, 또는 현장 연구(farm study)에는 독특한 토지사용형태 및 운영 스케줄, 예를 들면 작물, 경운 작업 등을 포함한 윤작, 연못 또는 저수지, 집수조를 가지거나 가지지 않는 농장 건물 등을 포함한다. 운영 스케줄은 파일 *filename.ops*에서 확인할 수 있다. 각 운영 스케줄은 *OPSCCOM.DAT*(또는 사용자가 지정한 파일)내 번호로 표시되어야 한다.

## 모델 실행 (Execution of Runs)

모든 파일이 적절하게 설정되고 나면 DOS 명령 프롬프트 창을 열고 프로그램 파일이 복사되어 있는 디렉터리로 이동한다. 이후 명령어 “APEX0806.exe”를 입력하여 FORTRAN 프로그램의 편집 버전인 APEX0806을 실행하면 된다.

[그림 1.1]: APEX0806.DAT 파일 구조



## 1.1 Master File (APEXFILE.DAT)

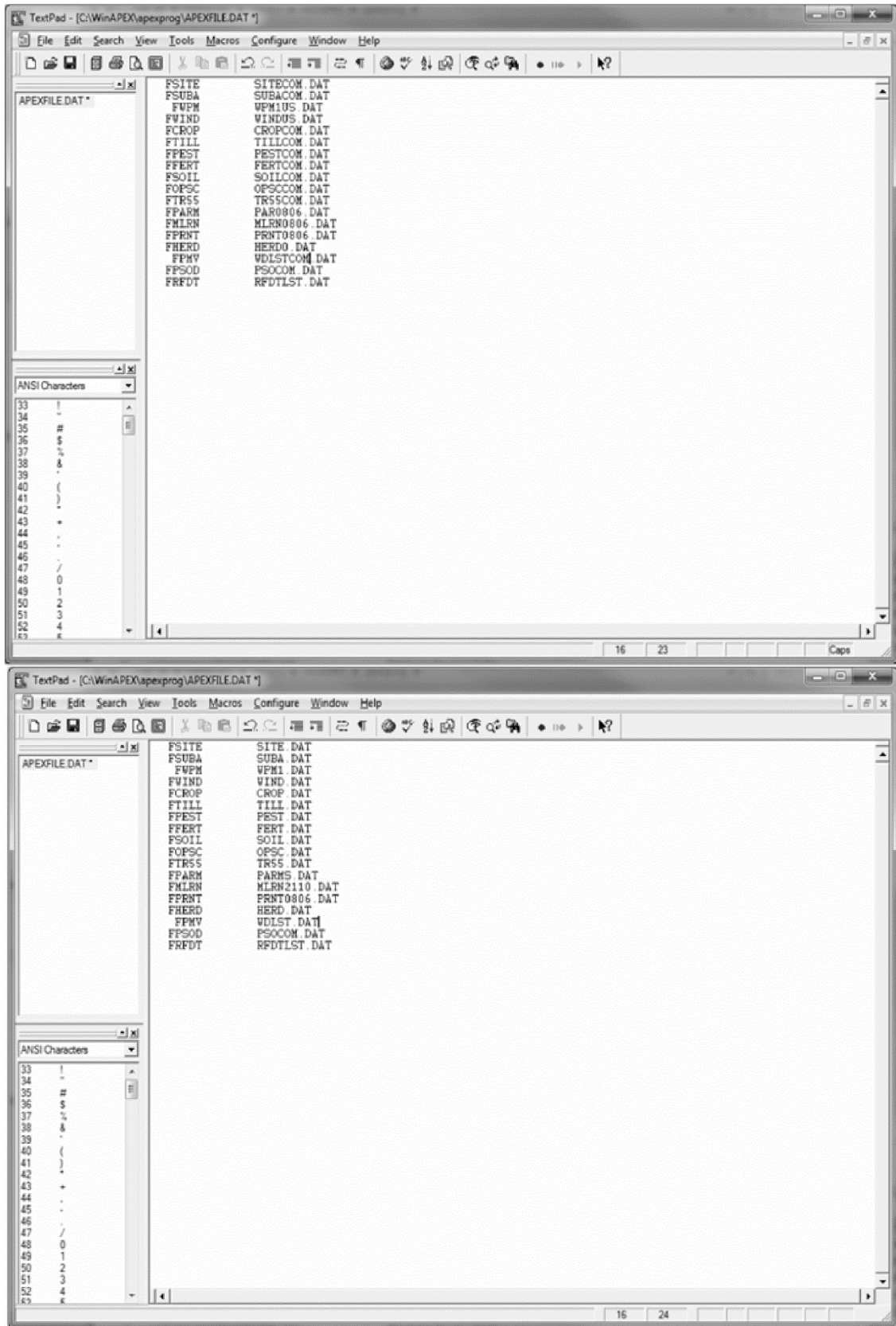
### APEX FILE NAME LINKS

표 1.1은 APEXFILE.DAT 파일 내 언급된 APEX 구동과 관련된 파일명과 각 파일에 대한 설명을 나타낸다. 표 1.2는 APEX 파일 이름과 설명을 나타낸다.

[표 1.1]: APEXFILE.DAT에 표시된 파일리스트 리스트

초기 파일명(*.DAT)	내 용
SITECOM	모델 구동을 위해 선택한 장소파일의 리스트. 각각의 장소 파일에 대한 입력 데이터는 <i>filename.sit</i> 파일에 포함
SUBACOM	모델 구동을 위해 선택한 하위영역의 리스트. 각각의 하위영역 파일에 대한 입력 데이터는 <i>filename.sub</i> 파일에 포함
WPM1US	월별 기상관측소 리스트로 번호순으로 정렬되어 있음. 이 파일은 해당 기상 관측소에 대한 위도, 경도, 상태 및 위치 정보를 제공
WINDUS	바람 관측소 리스트로 번호순으로 정렬되어 있음. 본 파일은 해당 바람 관측소에 대한 위도, 경도, 상태 및 위치 정보를 제공
CROPCOM	작물 매개변수 파일. 이 파일은 작물 성장 시뮬레이션을 위해 APEX가 요구하는 작물 및 관련 작물 매개변수의 리스트를 포함
TILLCOM	필드작업(장비) 리스트 및 관련 농경지 입력 데이터
PESTCOM	살충제 및 관련 입력 데이터 리스트
FERTCOM	비료 및 관련 입력 데이터 리스트
SOILCOM	모델 구동을 위한 토양 파일 리스트. 각각의 토양 파일과 관련한 입력 데이터는 <i>filename.sol</i> 파일에 포함
OPSCCOM	모델 구동을 위한 운영 스케줄 리스트. 각 운영 파일에 대한 입력 데이터는 <i>filename.ops</i> 파일에 포함
TR55COM	TR55 유출량 예측 관련 데이터
PARM0806	방정식 관련 매개변수 및 계수
MLRN0806	입력 값을 재설정하지 않고도 연속적인 기상 시드(seed) 및 물에 의한 침식을 선택할 수 있는 옵션을 포함하여 동일한 장소에서 멀티 구동(multiple runs) 가능
PRNT0806	APEX0806.out 파일 및 기타 요약 파일 섹션에서 일부 출력 변수만을 프린팅하기 위한 통제 데이터를 포함
HERD0	가축 및 방목 시뮬레이션을 위한 매개변수를 포함
WDLSTCOM	모델 구동을 위해 기상 관측소를 번호 순으로 정렬하며, 각각의 기상 관측소의 고도와 위도 값을 포함
PSOCOM	점 오염원(point source) 파일 리스트
RFDTCOM	일 단위보다 짧은 간격(시간당 15분당 등)으로 진행되는 기상 관측소의 리스트

[그림 1.2]: APEXFILE.DAT 파일 화면 예



[표 1.2]: APEX 파일명 및 관련 내용

초기 파일명	내 용
APEXRUN.DAT	장소, 기상 관측소, 바람 관측소와 하위영역 파일을 찾기 위한 구동 이름 및 번호로 구성된 데이터의 열
APEXCONT.DAT	통제 파일-모의 기간, 선택 옵션, 초기값 등을 지정한다. 이 입력 데이터는 APEXRUN.dat에 포함되며 구동과 구동 사이에서는 바뀌지 않음
filename.SIT	각 장소에 대한 정보를 제공하는 입력 데이터. 포함된 데이터는 해당 장소와 관련된 모든 하위영역에서 변경되지 않음
filename.WP1	기상 관측소에 대한 월별 기상 통계 입력자료
filename.WND	기상 관측소에 대한 월별 바람 통계 입력자료
filename.SUB	각 하위영역에 대한 입력자료
filename.SOL	각 토양에 대한 입력자료
filename.OPS	모든 운영 스케줄에 대한 입력자료
filename.DLY	해당 기상 관측소에 대한 일일 기상 입력자료
APEXDIM.DAT	다양한 배열에 대한 크기 변수. 이는 사용자가 원하는 대로 배열을 설정하고 주어진 데이터를 가지고 본 모델이 가장 효율적으로 운영될 수 있도록 함
filename.DLY CROP.DAT	100개 이상의 작물 성장 특성과 관련한 데이터
TILL.DAT	농기계 등 경작 장비의 특징과 관련한 입력자료
PEST.DAT	다양한 살충제의 특징과 관련한 입력자료
FERT.DAT	다양한 비료의 특징과 관련한 입력자료





## 제 2 장 입력 파일



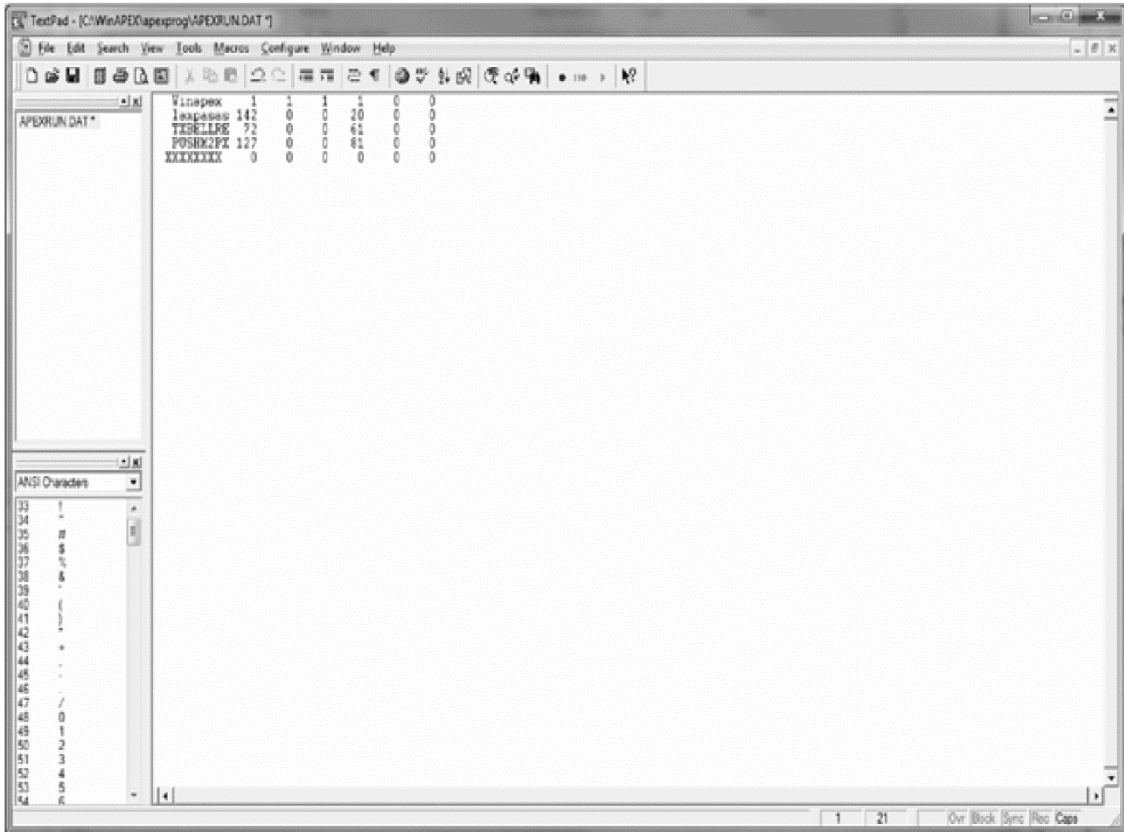
## 제 2 장 입력파일 (Input Files)

### 2.1 APEX RUN FILE (APEXRUN.DAT)

APEX 모델을 실행할 때 APEXRUN.DAT 파일 내 각 열(row)은 각각의 실행 배열을 결정한다(구동별 하나의 열). 그림 2.1은 APEXRUN.DAT 파일의 구조를 보여준다. 다수의 구동을 설정할 수 있지만, 동시에 실행되어야 하는 것은 아니다. APEX 모델의 실행을 중지하려면 마지막 실행 후에 “XXXXXXXX 0 0 0 0 0” 라인을 넣으면 된다. 각 라인은 새로운 실행으로 구성된다.

형식 : 6개 필드(fields), 자유 형식, 그림 2.1 참조		
필드	변수	내용
1	ASTN	실행명(run name) 또는 번호(각 구동에 대한 고유 ID를 제공하여 출력 파일을 다시 기록하지 않음)
2	ISIT	장소번호; SITECOM.dat 파일의 리스트에 포함된 장소 중 하나여야 한다.
3	IWPN	월별 기상 관측소 번호. WPM1US.dat 파일에 포함된 관측소 중 하나여야 한다. 공백일 경우 APEX는 ISIT에서 확인된 가장 근접한 위도 및 경도를 가진 관측소를 선택하기 위해 ISIT의 위도 및 경도 정보를 이용한다.
4	IWND	기상 관측소 번호. WINDUS.dat 파일에 제시된 관측소 중 하나여야 한다. 공백일 경우 APEX는 관측소를 선택하기 위해 ISIT의 위도 및 경도 정보를 이용한다.
5	ISUB	하위영역 번호. SUBACOM.dat 파일에 등록된 하위영역 데이터 파일 중 하나여야 한다.
6	ISOL	0: 일반적인 구동에 해당 >0: .SOT 파일을 사용하는 구동에 해당
7	IRFT	.RFDTLST.DAT의 Within-Storm 강우 관측소 번호

[그림 2.1]: 다양한 구동을 보여주는 APEXRUN.DAT 파일 화면



## 2.2 The APEX CONTROL FILE (APEXCONT.DAT)

APEXCONT.DAT 파일은 APEXRUN.DAT에 정의된 모든 구동과 관련하여 일정한 값을 유지하는 다양한 데이터 변수를 포함한다. APEXCONT.DAT는 다음과 같은 데이터 요소를 포함한다.

필드	변수	내용
<b>LINE 1:</b> 형식 : 20개 필드(fields), 필드 당 4개의 열 (정수)		
1	NBYR	<b>시뮬레이션 기간 년 수 (열 1-4)</b> 해당 년 수는 1에서 100년까지 어떠한 숫자도 될 수 있다. 그러나 많은 문제를 해결하는 데 주로 사용되는 빈도분포(frequency distribution)의 적절 범위는 20~30년이다. (범위: 1~100)
2	IYR	<b>시뮬레이션 기간 년 수 (열 5-8)</b> 시작 년도가 과거 날씨 자료의 시작 년도보다 앞서는 경우 모든 날씨가 생성된다. 본 모델이 날씨를 생성하기 시작하면 이는 시뮬레이션이 종료될 때까지 지속된다. 예를 들어 과거 날씨 자료가 1960년 1월 1일에 시작하고 시뮬레이션은 1956년에 시작한 경우에 모든 날씨가 1956년 1월 1일에 생성되어 시뮬레이션이 종료될 때까지 지속된다. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 시뮬레이션 기간이 과거 날씨 파일 내에 포함된 한 시점에 시작되었지만 날씨 데이터가 시뮬레이션 기간 전부를 포괄하지는 않을 경우 날씨는 과거 날씨 자료가 종료된 시점에서 시뮬레이션 기간이 종료되는 시간까지 생성된다. 예를 들어 과거 날씨 자료가 1960년 1월 1일에 시작되고 2000년 12월 31일까지 지속되고, 시뮬레이션 기간은 1996년 1월 1일에서 2005년 12월 31일 경우 2001년 1월 1일에 시작되어 시뮬레이션 종료 시점(2005년 12월 31일)까지의 날씨가 생성된다. (범위: 1~2040)</li> </ul>
3	IMO	<b>시뮬레이션 시작 달 (열 9-12)</b> 대부분 장기간 모의는 1월 1일에 시작한다. 1월 1일 이후에 시작하는 것은 데이터가 작물 생장기에만 기록된 경우 시스템을 시뮬레이션 하는데 유리할 수 있다. (범위: 1~12)

필드	변수	내용
4	IDA	<p><b>시뮬레이션 시작 일 (열 13-16)</b>  대부분 장기간 모의는 1월 1일에 시작한다. 1월 1일 이후에 시작하는 것은 데이터가 작물 생장기에만 기록된 경우 시스템을 시뮬레이션 하는데 유리할 수 있다.  (범위: 1~31)</p>
5	IPD	<p><b>결과값 유형을 설정하기 위한 출력코드 (열 17-20)</b>  출력 코드(IPD)는 사용자가 토양 조건을 설명하는 표를 인쇄 또는 인쇄하지 않아도 일일, 월별, 또는 연간 결과값을 구체적으로 지정할 수 있도록 한다. 연간 결과값은 결과 용량을 최소화할 뿐만 아니라 장기 모의의 경우 유용하다. 월간 결과값은 사용자가 생장기의 모델 성능을 평가하거나 유거수, 침식 및 기타 과정의 계절성을 연간 결과값보다 더욱 자세히 분석할 수 있게 한다. 월간 결과값은 보통 단기(1~10년) 모의(시뮬레이션)에 해당되며 특히 모델 검증에 유용하다. 일단위 결과값 역시 모델 검증에 유용하며 상세한 실험 데이터와의 비교하는데 유용하다. 원하는 유형의 출력을 위해서는 IPD를 아래와 같이 0~9까지의 값으로 설정할 수 있다. (범위: 0~9)</p> <p>N0- 연간 유역 출력  N1- 연간 인쇄물  N2- 연간 토양 테이블 포함  N3- 월간  N4- 월간 토양 테이블 포함  N5- 월간 수확기 토양 테이블 포함  N6- 간격 일수(n일)  N7- 토양 표, n일 간격에만 해당  N8- n일 간격, 강우 일에만 해당  N9- 생장기 중 n일 간격  N년 간격 N=0, N=0 프린트 작업을 제외 N=1과 동일</p>
6	NGN	<p><b>날씨 변수 관련 입력 코드 (열 21-24)</b>  APEX는 사용자가 지정한 외부 파일에서 한 개 이상의 일일 기상 변수를 읽을 수 있도록 허용한다. 기상 입력 코드(NGN)는 어떠한 변수를 판독할 것인지 구체적으로 명시한다. 다른 모든 변수는 APEX의 확률적 날씨 데이터 발생기에 의해 생성될 것이다.  (범위: -1~2345)</p>

필드	변수	내용
6	NGN, cont.	<p>NGN이 0으로 설정되어 있지 않을 경우 강수량은 APEX 입력 데이터 세트 마지막에 지정된 외부 파일로부터 판독된다. 강수량 이외에 기타 일간 날씨 변수에 대한 어떠한 조합도 판독 가능하다. 정수 1에서 5까지가 다음과 같이 특정 날씨 입력 자료를 확인하기 위해 사용된다.</p> <p>[1] 강수량 [2] 최대 및 최저 온도 [3] 태양 복사 에너지 [4] 평균 풍속 에너지 [5] 평균 상대 습도</p> <p>어떠한 일일 날씨 변수가 입력되더라도 강수량을 반드시 입력해야 한다. 따라서 비가 유일한 입력 변수가 아닌 이상 ID=1임을 구체적으로 명시할 필요는 없다. NGN 값의 예시는 다음과 같다</p> <p>NGN=[0] 모든 날씨 변수를 생성(공간적으로 분포) NGN=[-1] 모든 날씨 변수를 생성(모든 하위영역에 동일한 값) NGN=[1] 강수량 판독. 기타 변수를 생성 NGN=[2] 최대/최저 온도 및 강수량 판독. 기타 변수 생성 NGN=[3] 태양 복사 및 강수량 판독. 기타 변수 생성 NGN=[4] 풍속 및 강수량 판독. 기타 변수 생성 NGN=[5] 상대 습도 및 강수량 판독. 기타 변수 생성 NGN=[23] 최대/최저 온도, 태양 복사 및 강수량 판독           풍속 및 상대 습도 생성 NGN=[2345] 모든 날씨 변수를 판독</p> <p>주: years&gt;0 조건에서 MLRN****.DAT가 활성화될 경우, 모델에 의해 생성되지 않고 직접 측정된 날씨를 이용해 모델을 구동하기 위해서는 NGN은 반드시 0이 되어야 한다.</p> <p>주: 선택된 매개변수를 위한 날씨 데이터가 없을 경우 자동으로 생성된다. 본 모델은 선택된 매개변수에 대한 이용 가능한 모든 데이터를 사용하며 일부 매개변수가 소실되었을 경우 이를 생성한다.</p>

필드	변수	내용
7	IGN	<p><b>시뮬레이션 시작 전 임의의 수 발생 프로그램의 순환 횟수 (열 25-28)</b></p> <p>APEX의 다른 구성요소의 투입을 위해 일련의 일일 날씨 데이터를 통계적으로 생성할 때, 임의의 수 발생 프로그램이 사용된다. 사용자는 장기적인 통계 특성을 변경하지 않고도 IGN을 이용하여 생성된 날씨 데이터의 순서를 변경할 수 있다. (범위: 0~100)</p> <p>임의의 수 초기값을 사용하려면 IGN을 0으로 설정해야 한다. 이는 IGN의 초기값이다.</p> <p>어떤 경우 사용자는 구동과 구동 사이에 날씨 순서를 다르게 하고 싶어 할 수도 있다. 이때는 IGN을 본 모델이 실행될 때마다 IGN을 다른 수로 설정하여 구동하면 된다.</p> <p>이 코드는 기본 임의의 수 집합을 새로운 집합으로 교체하는 임의의 수 발생 프로그램을 활성화 시킨다. 설정된 IGN 값은 시뮬레이션이 시작하기 전 임의의 수 발생 프로그램의 순환 횟수를 결정한다. 임의의 수 발생기가 생성한 시드(seed)는 초기값 대신 날씨 발생기에 의해 사용된다. 본 모델에서 판독된 과거 날씨 자료는 이 변수의 영향을 받지 않는다. 그러나 과거 날씨 자료에 손실된 데이터가 있을 경우 날씨 발생기는 손실된 데이터를 대체할 다른 데이터를 생성하는데 사용된다. 새롭게 생성된 데이터는 이 변수의 영향을 받는다.</p> <p>만약 IGN 및 월별 날씨 통계가 변하지 않을 경우 연속적인 시뮬레이션은 동일한 날씨 순서를 가지게 된다.</p>
8	IGSD	<p><b>일일 날씨 발생기가 일일 날씨 생성을 중단하는 경우 (열 29-32)</b></p> <p>이 변수는 실시간 시뮬레이션을 위해 사용되는데 IGSD가 음의 정수일 경우 이는 입력된 날씨 데이터의 전체 및 부분에 해당하는 총 년수를 나타낸다.</p> <p>일반적으로 측정된 날씨 데이터 중에서 1년이 채 안 되는 기간(예: 1월 1일부터 파종일 까지)이 사용되기 때문에 IGSD는 -1이다. 1년 미만의 기간 동안에 해당하는 입력된 날씨 정보를 사용하여 20개의 대체 수확 가능치를 예측하기 위해서는 NBYR를 20으로 GSD를 -1로 설정한다. (범위: -n~366)</p>



필드	변수	내용
8	IGSD cont.	<p>IGSD는 수확량을 예측하기 위해 사용되는데 동일한 날씨 데이터 세트를 여러 번 사용할 수 있다. 예를 들어, IGSD가 -3으로 설정되어 있을 경우 이는 본 모델이 3년간 입력된 날씨 데이터를 재사용하고 다시 처음으로 되돌아가 NBYR에 도달할 때까지 이를 수차례 다시 사용하도록 하는 것이다.</p> <p>0 일반적인 날씨 모델 운영  N 주어진 년도의 n일 까지 중복되는 날씨  -n n년 이후 처음으로 되돌아감  366 2년간의 시뮬레이션을 통해 평균 수확량에 대한 대략적인 예상치를 제공</p>
9	LPYR	<p><b>윤년 고려 (열 33-36) (범위: 0~1)</b></p> <p>0 윤년을 고려한다.  1 윤년을 고려하지 않는다. 본 모델이 365일만 고려하고 2월 29일을 고려하지 않도록 하여 365일간의 날씨만을 생성하도록 하는 것이다.</p>
10	IET	<p><b>잠재 증발산량 추정식 코드 (열 37-40)</b></p> <p>지난 50년 동안 농업 과학자들은 캐노피(canopy)가 토양 표면을 완전하게 덮고 있는 작물 또는 수분 공급이 원활한 잔디에서 이루어지는 증발, 즉 잠재 증발산량(PET)을 예측하기 위해 많은 경험식을 개발해 왔다. APEX는 사용자가 PET를 예측하기 위해 어떠한 공식을 사용할 것인지 선택할 수 있게 한다. (범위: 0~5)</p> <p>0 *(초기값) Penman-Monteith(일반적으로 바람이 부는 조건)</p> <p>1 *Penman-Monteith(일반적으로 바람이 부는 조건): Penman 공식에 로그형태의 난류 확산 기능 및 캐노피 저항을 추가한다.</p> <p>2 *Penman: 필수 날씨 입력 정보에 상대 습도, 풍속 및 바람 측정 고도를 추가한다.</p> <p>3 Priestley-Taylor: 입력 자료로 온도뿐 아니라 태양 복사량도 입력 값으로 요구한다.</p>

필드	변수	내용
10	IET cont.	<p>4 Hargreaves - 주요 수역의 근접성과 같은 인자들을 이용하여 모델을 예측할 수 있는 두 개의 매개변수를 가진다.</p> <p>5 Baier-Robertson</p> <p>*고도(ELEV), 월간 평균풍속(WVL)을 입력값으로 요구하며 상대 습도도 요구한다. 상대 습도가 공백으로 남아 있을 경우 EPIC이 상대 습도를 예측한다. 또한 이슬점도 사용 가능하다.</p>
11	ISCN	<p><b>확률적 유출곡선지수(CN) 예측기 코드 (열 41-44)</b></p> <p>지표 유출량을 예측하는 데 있어 APEX의 마지막 단계는 불확실성을 고려하는 것이다. 유출수 저류매개변수(runoff retention parameter) 또는 CN은 토지 이용, 관리, 수문학적 토양군, 토지 경사도, 선행토양 함수조건 및 분포 등에 좌우된다. 또한 이는 동결토일 경우 조정된다. 그러나 본 모델은 유출값에 영향을 줄 수 있는 많은 자연적인 과정 및 관리 인자에 대한 설명을 제시하지 못한다.</p> <p>APEX는 사용자가 CN을 예측하기 위해 결정론적인 또는 통계적인 방법을 선택할 수 있다. 결정론적인 방법을 선택할 경우, CN은 선행토양 함수조건(및 동결토)에 따라 매일 조정된다. 통계학적 방법을 선택할 경우에 고정값(deterministic value)은 삼각 분포를 사용하여 매일 통계적으로 변하게 된다. 본 분포의 최대값은 평균치에서 +/-5 곡선지수이다. (범위: 0~1)</p> <p>0 확률적 곡선지수 예측기(초기값) &gt;0 고정식 곡선지수 예측기(고정형)</p>
12	ITYP	<p><b>침투율 예측 코드 (열 45-48)</b></p> <p>유형 1과 IA는 습한 겨울과 건조한 여름을 가진 태평양 해안 지역을 대표한다. 유형 III는 열대성 폭풍으로 인해 24시간의 상당한 강우량을 갖게 되는 멕시코만과 대서양 지역을 대표한다. 1개 이상의 유형에 해당하는 주에 대해 조금 더 자세한 분포 경계 자료가 필요할 경우에 SCS State Conservation Engineer(SCS, 1986)로 연락하면 된다. (범위: -1~4)</p>

필드	변수	내용
12	ITYP cont.	<p>0 논리적으로 개선된 확률적 침투율 예측  -1 논리적으로 개선된 고정된 침투율 예측  &gt;0 SCS TR55 침투율 예측  1 → Type 1 강우 유형  2 → Type 1A 강우 유형  3 → Type 2 강우 유형  4 → Type 3 강우 유형</p>
13	ISTA	<p><b>잔적 토양 코드 (열 49-52)</b>  이 코드는 EPIC이 토양 침식을 예측하는데 필요한 코드로 쉽게 변화하는 유효 양분과 수분이외에는 토양 단면(soil profile)의 특성을 바꾸지는 않는다. 이 옵션이 1로 설정되었을 경우 이 옵션을 통해 동일한 토양에 대한 수년간의 날씨뿐만 아니라 다른 날씨 조건하에서도 침식을 예측할 수 있다. (범위: 0~1)</p> <p>0 토양 단면의 일반 침식  1 잔적 토양 단면</p>
14	IHUS	<p><b>자동 열 단위 스케줄링 (열 53-56)</b>  잠재적 열 단위 기준(PHU) (범위: 0~1)  0 일반 조건  1 자동 열 단위 스케줄(작물이 성숙기에 도달하기 위해 필요한 생육 온도 단위 수는 파종기에 반드시 입력해야 할 값이다.)</p> <p>주: 이 방법은 다음의 경우에 효과가 있다. 해당 구동의 첫 해에 모든 작업은 파종기에 입력된 총 열 단위 수 및 각 작업에 할당된 날짜에 기반한 열 단위 비율(heat unit fraction)을 할당받게 된다. 열 단위 계산은 월별 날씨 통계에 기반한다. 다음 해 모든 작업은 할당된 열 단위 스케줄에 따라 발생하게 된다. 이는 연(year) 단위로 날씨(온도)에 맞춰 작업을 조정하는데 사용될 수 있다.</p> <p>파종기에서 수확기까지 진행되는 작업은 파종기에 설정된 열 단위에 기반한다. 파종 이전에 발생하는 작업은 연간 총 열 단위에 기반하는데 이는 본 모델을 통해 계산된다.</p>

필드	변수	내용
15	NVCN	<p><b>동일한 CN-CN2 값 (열 57-60) (범위: 0~4)</b></p> <p>0 토양 깊이별 수분 함량을 고려한 가변형 일일 CN 비선형 CN/SW  1 토양 깊이별 수분 함량을 고려하지 않은 가변형 일일 CN 비선형 CN/SW  2 토양 깊이별 수분 함량을 고려하지 않은 가변형 일일 CN 선형 CN/SW  3 모든 호우 유형에 사용되는 고정형 CN-CN2  4 가변형 일일 CN SMI (토양수분 지수)</p>
16	INFL	<p><b>유출량(Q) 예측 방법 (열 61-64) (범위: 0~4)</b></p> <p>0 Q의 CN 예측치  1 Q의 Green &amp; Ampt 예측치, 강우지수 분포, 시뮬레이션을 통한 침투 강우율  2 Q의 G&amp;A, 강우지수 분포, 침투 강우 입력  3 Q의 G&amp;A, 강우의 균일한 분포, 침투 RF input  4 G&amp;A Q, 시간 간격 DTHY의 강우 투입 값</p>
17	MASP	<p><b>살충제 질량 및 농도 출력값 (열 65-68) (범위: 0~1)</b></p> <p>0 .OUT 파일 내 살충제 질량만 출력  &gt;0 살충제 및 영양물질의 질량 및 농도 출력</p>
18	IERT	<p><b>농축비 방법 (열 69-72)</b>  유출을 통해 얼마나 많은 유기물이 소실되는지 설정한다.  (범위: 0~1)</p> <p>0 EPIC 모델의 농축비 방식  1 GLEAMS 모델의 농축비 방식</p>
19	LBP	<p><b>수용성 인 유출 예측 방정식 (열 73-76) (범위: 0~1)</b></p> <p>0 GLEAMS 모델 내 살충제 공식을 활용한 수용성 인 유출 예측  1 Langmuir 방정식</p>
20	NUPC	<p><b>질소 및 인의 작물 흡수 농도 코드 (열 77-80) (범위: 0~1)</b></p> <p>0 Smith 곡선  1 S 곡선</p>

필드	변수	내용
LINE 2: 형식 : 20개 필드(fields), 필드 당 4개의 열 (정수)		
1	MNUL	<p><b>가축분뇨 사용 코드 (열 1-4) (범위: 0~3)</b></p> <p>0 최소한의 이동성 인 (labile phosphate) 농도값을 하위영역으로 자동 적용</p> <p>1 1월 1일 이동성 인 농도를 기준으로 연간 적용의 변수 한계값</p> <p>2 1월 1일 이동성 P 농도를 기준으로 연간 적용에 대한 변동 N비율의 한계값</p> <p>3 1과 동일하지만 이동성 P 농도가 200 ppm에 도달하기 전까지 한 하위영역에 적용하는 경우를 제외하고 1과 동일함. 그 후 다른 하위영역이 사용된다.</p>
2	LPD	<p><b>집수조(lagoon) 펌핑 (열 5-8) (범위: 0~365)</b></p> <p>0 추가 펌핑을 하지 않는 경우</p> <p>&gt;0 대부분 겨울 혹은 집중 강우기간 전 일반 펌핑 시작 점(trigger)과 상관없이 연간 집수조 펌핑을 하는 일수</p>
3	MSCP	<p><b>고형 가축분뇨 제거(scraping) (열 9-12) (범위: 0~365)</b></p> <p>0 방목장에서 여분의 가축분뇨를 제거하지 않는 경우</p> <p>&gt;0 방목장에서 고형 가축분뇨 제거작업의 간격(일 단위)</p>
4	ISLF	<p><b>경사장/경사도 인자 (열 13-16) (범위: 0~1)</b></p> <p>0 RUSLE 모델의 경사장/경사도 인자</p> <p>&gt;0 MUSLE 모델의 경사장/경사도 인자</p>
5	NAQ	<p><b>대기 질 분석 (열 17-20) (범위: 0~1)</b></p> <p>0 대기 질 분석 없음</p> <p>1 대기 질 분석</p>
6	IHY	<p><b>홍수 추적 (열 21-24) (범위: 0~4)</b></p> <p>0 홍수 추적 없음</p> <p>1 VSC 홍수 추적</p> <p>2 SVS 홍수 추적</p> <p>3 Muskingum-Cunge VC</p> <p>4 Muskingum-Cunge 4 점 VC</p>
7	ICO2	<p><b>대기 중 CO<sub>2</sub> (열 25-28) (범위: 0~2)</b></p> <p>0 대기 중 CO<sub>2</sub> 고정량</p> <p>1 대기 중 CO<sub>2</sub> 변동량 기준 연도=1905; 기준 농도= 280 ppm</p> <p>2 대기 중 CO<sub>2</sub> 변동량, 일일 날씨 파일을 통해 입력</p>

필드	변수	내용
8	ISW	<b>포장 용수량/위조점 예측 (열 29-32)</b> (범위: 0~5) 0 Rawls 방법을 이용하여 추정된 포장 용수량/위조점 (변동형) 1 Rawls 방법을 이용하여 입력된 포장 용수량/위조점 (변동형) 2 Rawls 방법을 이용하여 예측된 포장 용수량/위조점 (고정형) 3 입력된 포장 용수량/위조점 (고정형) 4 근처 포장의 포장 용수량/위조점 (변동형) 5 근처 포장의 포장 용수량/위조점 (고정형)
9	IGMX	<b>해당 장소에서 발생 시드(seed)가 초기화된 횟수 (열 33-36)</b> (범위: 1~100)
10	IDIR	<b>데이터 디렉터리(Directory)</b> (열 37-40) (범위: 0~1) 0 작업 디렉터리에서 데이터 판독 1 작업 디렉터리가 아닌 다른 디렉터리에서 판독
11	IMW	<b>자동 제초 작업 간 최소 간격 (열 41-44)</b> 작업 스케줄에 자동 제초 기능을 사용할 때 제초 작업 간에 설정된 최소한의 시간 길이(일 단위)를 의미한다. 작물 높이가 작업에서 사용된 제초 기계에 설정된 깎이 높이보다 크다는 것을 감안할 때 작업은 최소 간격으로 진행된다. (범위: 0~365)
12	IOX	<b>O<sub>2</sub> 깊이 함수 (열 45-48)</b> (범위: 0~1) 0 초기 EPIC 산소/깊이 함수 >0 Armen Kemanian Carbon/Clay 함수
13	IDNT	<b>하위 탈질소 프로그램 (열 49-52)</b> (범위: 0~1) 0 하위 초기 EPIC 탈질소 프로그램 >0 하위 Armen Kemanian 탈질소 프로그램
14	IAZM	<b>위도 자료 (열 53-56)</b> (범위: 0~1) 0 입력된 하위영역의 위도값을 사용 >0 토지 경사 방위에 따라 이에 상응하는 위도를 계산
15	IPAT	<b>자동 P 스위치(switch)</b> (열 57-60) (범위: 0~1) 0 자동 P 스위치 끄 >0 자동 P 스위치 켜
16	IHRF	<b>방목 모드 (열 61-64)</b> (범위: 0~2) 0 Level 0 (수동형) 방목모드(가축군 파일 필요없음) 1 Level 1 (복합형) 방목모드(가축군 파일 필요없음) 2 Level 2 (자동형) 방목모드(가축군 파일 필요)

필드	변수	내용
17	IWTB	지하수위를 움직이는 누적 강우량 및 잠재증발산량에 대한 선행 시기의 기간 (열 65-68)
18	NSTP	1년의 실제 일수 (열 69-72) (범위: 0~365)
19	ISAP	1 하위영역에 대한 .OUT을 월별단위로 출력하기 위해 하위영역 번호(NBSA)를 입력 (열 73-76) (범위: 1~1000)
LINE 3: 형식 : 10개 필드(fields), 필드 당 8개의 열 (소수점 이하 두 자리 수까지 포함) (부동형)		
필드	변수	내용
1	RFN	<b>강우 내 평균 질소 농도 (열 1-8)</b> 지역마다 강우의 평균 질소 농도는 약간 다를 수 있다. 그러나 강우 내 질소가 질소 수지에 기여하는 정도는 상대적으로 적으며, 일반적으로 리터당 0.8 ppm 또는 mg의 농도로 양호한 수준이다. 각 지역에 대한 정보를 이용 가능한 경우 사용자는 적절하게 이 값을 설정할 수 있다. (범위: 0.5~1.5)
2	CO2	<b>대기 중 이산화탄소 농도 (열 9-16)</b> 대기 중 이산화탄소의 양(ppm). 현재 기본설정은 380 ppm으로 되어 있다. (범위: 0~1000)
3	CQN	<b>관개용수 내 NO<sub>3</sub>-N의 농도, ppm (열 17-24)</b> (범위: 0~1000)
4	PSTX	<b>병해충 피해 계수 인자(scaling factor) (열 25-32)</b> (범위: 0~10) 이 인자는 병해충(곤충 및 질병만 해당)의 성장을 개체군 성장 측면에서 조정한다. 범위는 0(병해충 성장 없음. 병해충 피해 기능 차단)에서 10(최대 병해충 성장)까지이다. 초기화 조건에서 이 매개변수는 1.00으로 설정되고 최소한의 병해충 성장값 만을 생산하며 수확량에는 영향을 미치지 않는다. 이 매개변수는 Parm 9 및 10와 함께 작용한다. 병해충 피해 정도는 적당함(0.05~0.1)에서 매우 심각함 (1.0~10.0) 수준까지 조절 가능하다.
5	YWI	<b>최대 월간 30분 이상 유효강우가 발생한 년 수 (열 33-40)</b> 미 상무부에서 입수 가능(WI가 입력되지 않았을 경우 0이다.) (범위: 0~20)

필드	변수	내용
6	BTA	주어진 강우일 값으로 습윤-건조 확률값을 결정하는 인자 (COEF 0-1) (열 41-48) 월별 평균 습윤 일수에 대한 정보를 구할 수 있을 때 습윤-건조 확률을 예측하기 위해 사용된다. 일반적으로 습윤 일수는 강우 확률보다 훨씬 구하기 쉽다. BTA 관련 값이 0.75이 경우 만족스러운 강우 확률 예측치를 얻을 수 있다. 일일 강우량이 입력되었을 경우 0으로 남겨둘 수 있다. 또한 강우가 생성되고 강우 확률이 입력되었을 경우 0으로 남겨둘 수 있다. (범위: 0~1)
7	EXPK	강우량 지수분포를 수정하는데 사용되는 매개변수 (열 49-56) 표준 편차 및 왜곡도 계수 값을 구할 수 없을 경우 이 수정된 지수 분포값이 강우량을 생성하는데 이용된다. 많은 지역의 경우 EXPK 값으로 1.3을 사용하면 만족스러운 결과를 얻을 수 있다. 이 값을 모르거나 일일 강수량에 대한 표준편차 및 왜곡도 계수를 입력할 경우 0.0으로 남겨두어도 된다. (범위: 0~2)
8	QG	수로 유량 (열 57-64) 2년 주기 24시간 강우량을 모를 경우 하도구간 수로의 기하학적 특성(mm/h)을 예측한다. (범위: 1~100). (수로 하단 폭/깊이(BWD)별 수로의 기하학적 특성이 입력되었을 경우 0이다)
9	QCF	유역 면적-유속 방정식 지수 (열 65-72) (범위: 0.4~0.6)
10	CHSO	유역내 평균 발 경사(m/m) (열 73-80) (범위: 0.001~ 0.7)
LINE 4: 형식 : 10개 필드(fields), 필드 당 8개의 열 (소수점 두 자리 수까지 포함) (부동형)		
필드	변수	내용
1	BWD	수로 하단 폭/깊이(m/m), 수로 유량(시간유출량, QG)>0 (열 1-8) (범위: 1~20)
2	FCW	범람원 폭/수로 폭(m/m) (열 9-16) (범위: 2~50)
3	FPSC	범람원 포화수리전도도(mm/h) (열 17-24) (범위: 0.0001~ 10)
4	GWSO	최대 지하수 저수 깊이(mm) (열 25-32) (범위: 5~200)
5	RFTO	지하수 체류 시간(일수) (열 33-40) (범위: 0~365)



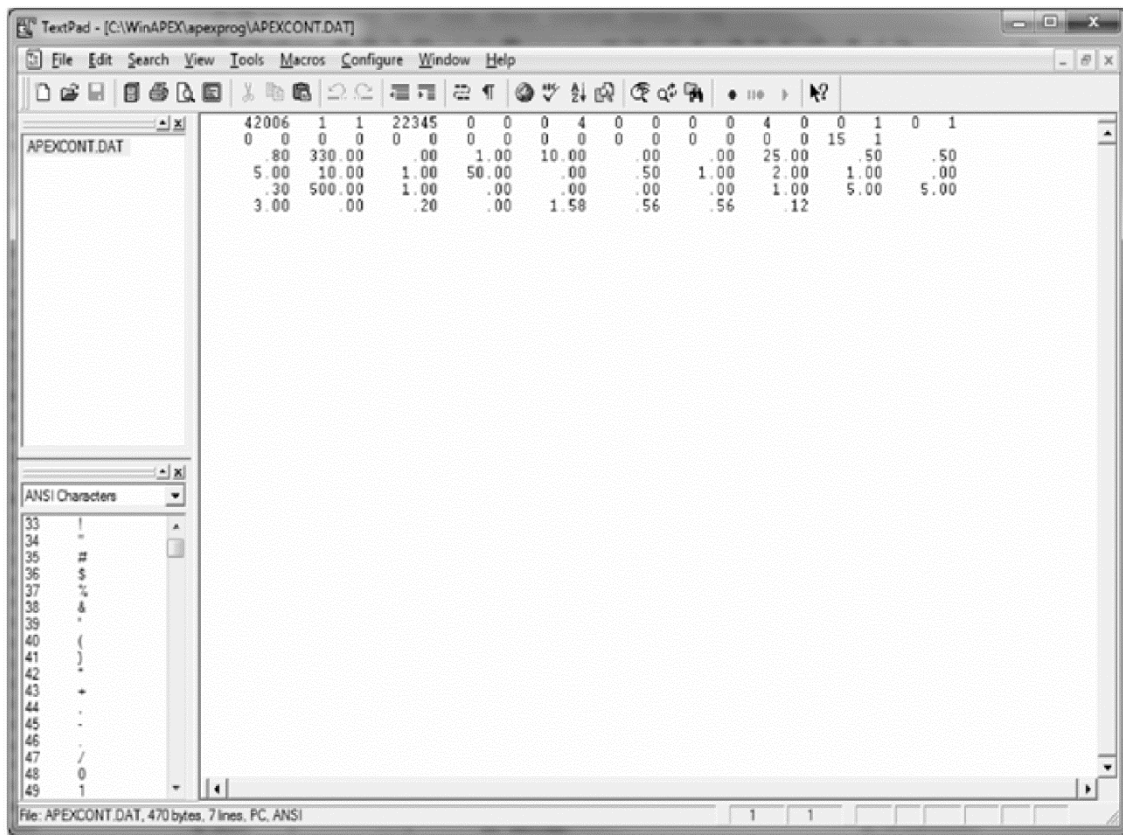
필드	변수	내용
6	RFPO	복귀류/(복귀류+깊은 침투) (열 41-48) (범위: 0~1)
7	SATO	포화전도도 조정인자 (열 49-56) (Green & Ampt와 함께 사용) (범위: 0.01~10)
8	FL	<p><b>필드 길이(km) (풍식을 고려할 경우) (열 57-64)</b>  일반 풍식 계산값을 이용 가능할 경우(풍식 조정 인자, ACW=1) 필드 크기 및 방향을 구체적으로 명시해야 한다. 이 변수는 바람에 노출된 필드의 길이를 말한다. 나무가 없을 경우 FL는 필드 길이이다. 나무가 있을 경우 FL&lt;필드 길이이다. 특정 장소에서 풍식값을 예측할 경우 FL, FW 및 ANG는 쉽게 측정 가능하다.</p> <p>그러나 대규모 의사 결정을 수반한 장기적인 시뮬레이션의 경우 종종 가상의 장소가 사용된다. 이러한 경우 FL, FW 및 ANG값은 해당 지역의 일반적인 필드 구성을 나타내기 위해 선택된다. 반드시 필드 크기와 배수 구역을 일치시키려고 할 필요는 없다. FL은 고랑 관개로 인한 침식(water erosion)을 예측하기 위해 사용된다는 점을 제외하면 필드 크기는 오직 풍식을 예측에만 사용된다.</p> <p>그래서 시뮬레이션 장소는 1.0×0.5 km 정도의 필드에 속한 작은 영역(1 ha)이 될 수도 있다. 유의할 점은 FL&gt;0.3 km 조건에서 시뮬레이션을 거친 풍식값은 크게 변하지 않는다는 것이다.</p> <p>그러므로 FL 및 FW의 예측은 10 ha보다 더 큰 영역을 포함한 지역에는 별로 중요하지 않다. 그러나 10 ha 이상의 필드가 등고선 재배 지역일 경우 FW 예측값은 더욱 중요하다. 등고선 재배의 효과를 평가하기 위해서 FW는 등고선 재배 지역의 평균 폭으로서 예측된다.</p>
9	FW	<p><b>필드 폭(km) (풍식을 고려할 경우) (열 65-72)</b>  자세한 정보는 가변 FL를 참조. FW는 모를 경우 0.0으로 남겨둘 수 있으며 이에 대한 예측하지가 구해진다.  (범위: 0.001~12)</p>
10	ANG	<p><b>북쪽에서부터 필드 길이의 시계방향 각도 (풍식을 고려할 경우) (열 73-80)</b>  자세한 정보는 가변 FL를 참조. 값을 모를 경우 ANG는 0.0으로 남겨둘 수 있으며 이에 대한 예측치가 구해진다.  (범위: 0~360)</p>

필드	변수	내용
LINE 5: 형식 : 10개 필드(fields), 필드 당 8개의 열 (최대 소수점 두자리 수까지 포함) (부동형)		
필드	변수	내용
1	UXP	<p><b>풍속에 대한 수정된 지수 분포의 power parameter (풍식을 고려할 경우) (열 1-8)</b>  수정된 지수 풍속 분포도의 power parameter로 그 범위는 약 0.3~0.7이다. [.50] 값은 보통 일일 풍속에 대한 만족스러운 예측치를 제공한다. UXP값을 알 수 없는 경우 0.0으로 남겨 둘 수 있으며 이에 대한 예측치가 구해진다. (범위: 0~1)</p>
2	DIAM	<p><b>토양 입자 직경(풍식을 고려할 경우) (열 9-16)</b>  값을 알 경우 마이크로 단위로 입력한다. 일반적으로 이 값의 범위는 300에서 500 <math>\mu\text{m}</math>이다. 모를 경우에는 공백으로 남겨둘 수 있다. (범위: 100~500)</p>
3	ACW	<p><b>풍식 조정 인자 (열 17-24)</b>  풍식 조정 인자는 침식을 차단하거나 가속화하기 위해 PEC 값과 함께 사용된다. 수식과 함께 풍식은 ACW=0로 설정하여 차단할 수 있다. 일반적인 풍식값을 원할 경우 ACW=1로 설정한다. 또한 토양 단면에 대한 풍식의 영향력을 예측하기 위한 단축키로서 ACW를 높은 수준 ACW=10.00으로 증가시킬 수 있다. ACW는 풍식과 관련 있기 때문에 1,000년간 시뮬레이션의 경우 ACW=10를 사용하는 100년간 시뮬레이션을 통해 근사치를 구할 수 있다.</p> <p>ACW=0 풍식 없음  ACW=1 정상 시뮬레이션  ACW&gt;1 풍식을 가속화 (시간을 압축)</p>
4	GZLO	<p><b>방목 한계치 (열 25-32)</b>  이는 방목을 위해 존재해야 하는 최소한의 작물량(t/ha)을 나타낸다. 이 한계치에 도달해야 방목이 시작된다. 또한 남아있는 작물이 한계치에 이를 때 방목은 멈추게 된다. (범위: 0.001~5.0)</p> <p>선택사항: 0보다 클 경우, 소유주의 표에 제시된 모든 가축군의 최소 방목 한계치를 치환한다.</p>

필드	변수	내용
5	RTNO	<p><b>시뮬레이션 시작 전 경작 년수 (열 33-40)</b>  이 매개변수는 질소 및 탄소를 수동적이고 느린 부식토 저장소(humus pool)로 분할하는데 영향을 미친다. 시뮬레이션을 시작하기 전에 경작 년수는 무기화가 가능한 유기 N 저장소의 비율을 예측하는데 사용될 수 있다. 무기화는 최근에 잔디가 있었던 토양에서 더 빠르게 진행된다.  또한 해당 필드가 경작 상태로 있었던 년수가 증가하면 할수록 수동 저장소내의 탄소와 질소의 양이 증가하게 된다. 이는 탄소와 질소를 이용할 수 있게 되는데 오랜 시간이 걸린다는 것을 의미한다. (범위: 0~1000)</p>
6	BXCT	<p><b>동-서 방향 강수량 변화의 선형계수(PI/PO/KM) (열 41-48) (범위: 0~1)</b>  PI = 유역 동쪽 지역에 대한 평균 연간 강수량  PO = 유역 서쪽 지역에 대한 평균 연간 강수량</p>
7	BYCT	<p><b>남-북 방향 강수량 변화의 선형계수(PI/PO/KM) (열 49-56) (범위: 0~1)</b>  PI = 유역 남쪽 지역에 대한 평균 연간 강수량  PO = 유역 북쪽 지역에 대한 평균 연간 강수량</p>
8	DTHY	<p><b>홍수 추적을 위한 시간 간격(시 단위) (열 57-64) (범위: 0.5~12)</b></p>
9	QTH	<p><b>추적 임계값(mm) QVOL&gt;QTH일 때 사용된 VSC 추적값 (열 65-72) (범위: 0~200000)</b>  VSC = 가변 저류 계수  QVOL = 일일 유출량  QTH = 추적 임계 값</p>
10	STND	<p><b>하도구간 저류가 STND보다 클 때 사용되는 VSC 추적 (열 73-80) (범위: 0~200000)</b>  VSC = 가변 저류 계수  STND = 일일 하도구간 내 저류량</p>

LINE 6: 형식 : 10개 필드(fields), 필드 당 8개의 열 (최대 소수점 두자리 수까지 포함) (부동형)		
필드	변수	내용
1	DRV	<p><b>물에 의한 침식 공식 (열 1-8)</b> (범위: 0~7)</p> <p>0 MUST : Modified MUSLE의 이론적 기반 방정식</p> <p>1 AOF : Onstad-Foster</p> <p>2 USLE : Universal Soil Loss Equation</p> <p>3 MUSS : 소규모 유역 MUSLE</p> <p>4 MUSLE : Modified USLE</p> <p>5 MUSI : 입력 매개 변수 포함한 Modified MUSLE (BUS(1) 참조)</p> <p>6 RUSLE : Revised Universal Soil Loss Equation</p> <p>7 RUSLE2 : Modified RUSLE (RUSLE 수정 버전)</p>
2	PCO0	<p><b>연못의 영향을 받는 하위영역의 비율 (열 9-16)</b> (범위: 0~1)</p> <p>연못의 정확한 위치는 알려지지 않는다.</p>
3	RCC0	<p><b>USLE 작물 관리 수로 인자 (열 17-24)</b></p> <p>반드시 입력해야 한다. 하위영역 파일 내 RCHC이 설정되어 있다면 이 값은 무시할 수 있다. 피복이 없는 수로 상태에서 RCHC 값은 0.1~0.6이어야 하며, 수로가 매우 양호한 토지 피복 상태를 보일 때 이 값은 0.0001이 되어야 한다. (범위: 0.0001~0.6)</p>
4	CSLT BUS(1-4)	<p><b>관개용수 내 염분 농도 (열 25-32) (ppm)</b></p> <p><b>MUSI 침식 공식의 1-4 매개변수 예측치</b></p> <p>이 매개변수는 다른 MUSLE 공식이 제공하는 것보다 특정 지리적 영역에 더 적절한 계수를 가지고 있을 경우에 해당되는 것이다. 이는 입력값을 MUSLE 공식으로 입력할 수 있게 한다. 해당 식은 다음과 같다.</p> $YSD(6)=BUS(1)\times QVOL^{BUS(2)}\times QRB^{BUS(3)}\times WSA^{BUS(4)}\times KCPLS$
5	BUS(1)	상기 공식에 따른 MUSI 입력값 (열 33-40) (범위: 0~10)
6	BUS(2)	상기 공식에 따른 MUSI 입력값 (열 41-48) (범위: 0~0.9)
7	BUS(3)	상기 공식에 따른 MUSI 입력값 (열 49-56) (범위: 0~0.9)
8	BUS(4)	상기 공식에 따른 MUSI 입력값 (열 57-64) (범위: 0~1.2)

[그림 2.2]: APEXCONT.DAT 파일 스크린 예시



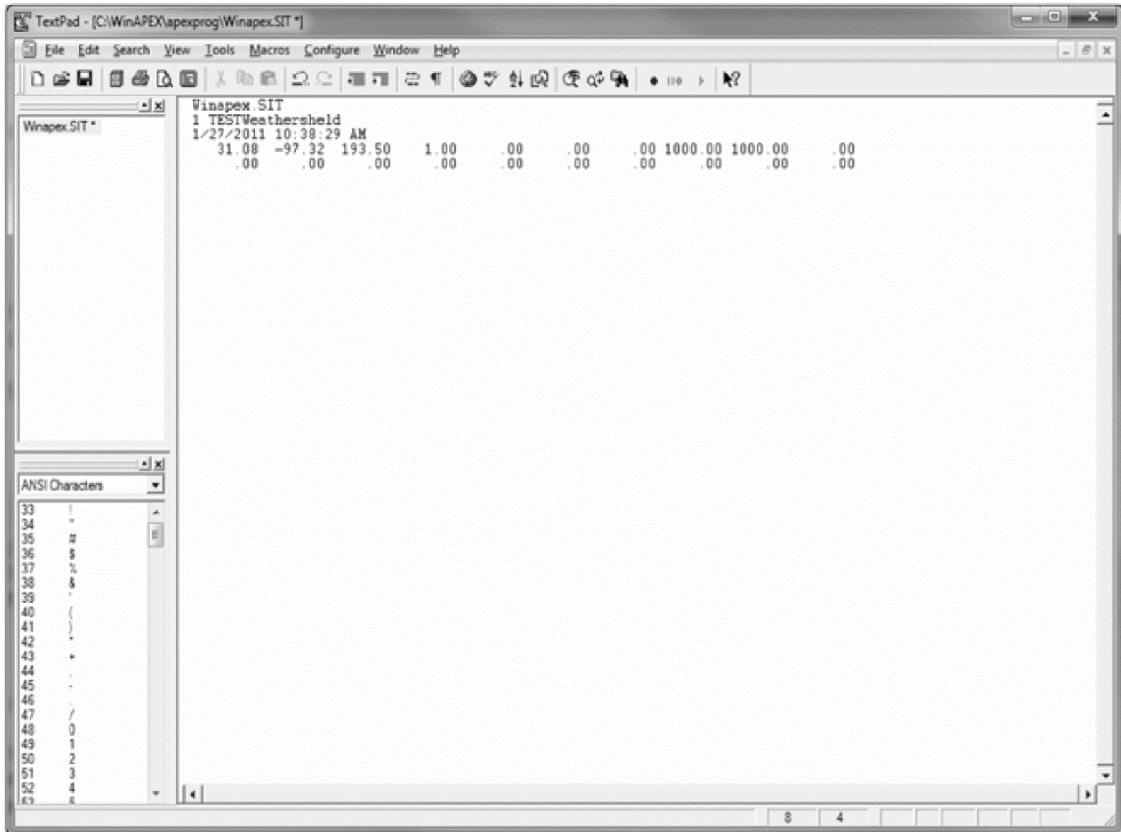
## 2.3 The APEX SITE FILES (*FILENAME.SIT*)

APEX을 이용하여 모의할 수 있는 장소는 농경지, 농장 또는 유역 등이 포함되는데, 관련한 모든 정보는 SITECOM.DAT(또는 사용자가 선택한 이름)내 포함된다. 각 장소에 대한 설명과 저장 기능은 *filename.SIT*을 통해 이루어지며 다음과 같은 데이터 요소를 포함한다.

LINE 1-3: 각각의 장소에 대한 설명은 3개의 타이틀로 이루어진다.		
LINE 4: 형식 : 10개 필드(fields), 필드 당 8개의 열 (최대 소수점 두자리 수까지 포함) (부동형)		
필드	변수	내용
1	YLAT	<b>십진도수로 표시된 유역 위도 (열 1-8)</b> 농경지 또는 유역 위도(YLAT)는 낮의 길이를 예측하기 위해 사용된다. 이는 사용자가 반드시 입력해야 하는 값이다. 단위는 도이며 남반구에서 위도는 음의 각이고 북반구에서는 양의 각이다. (범위: -90~90)
2	XLOG	<b>십진도수로 표시된 유역 경도 (열 9-16)</b> (범위: -180~180)
3	ELEV	<b>유역 평균 고도 (열 17-24)</b> 잠재 증발산량을 예측하기 위해 Penman 또는 Penman-Monteith법이 사용될 경우에는 평균 유역 고도를 입력해야 한다. (범위: -200~8000)
4	APM	<b>침투 유출률 - 강우 에너지 조절 인자 (열 25-32)</b> 침투 유출률, 강우 에너지 조절 인자는 물에 의한 침식을 예측하는 데 있어 사용되는 에너지 인자를 미세하게 조정할 수 있다. 일반적으로 APM 값 1은 양호한 결과를 제공하며 0은 알려져 있지 않다. (범위: 0~1)
5	CO2X	<b>대기 중 CO<sub>2</sub> 농도(ppm) (열 33-40)</b> APEXCONT.DAT에서 CO <sub>2</sub> 입력값은 0이 아닌 값이다. (범위: 0~1000)

필드	변수	내용
6	CQNX	관개용수의 NO <sub>3</sub> 농도(ppm) (열 41-48) 0이 아닌 값이 APEXCONT.DAT내 CQN 입력값보다 우선한다. (범위: 0~1000)
7	RFNX	강우의 평균 질소 농도(ppm) (열 49-56) (범위: 0.5~1.5)
8	UPR	흡수율을 제공하기 위한 가축분뇨 사용률(kg/ha/yr). (열 57-64) (범위: 0~1000)
9	UNR	N 흡수율을 제공하기 위한 가축분뇨 사용률 (kg/ha/yr). (열 65-72) (범위: 0~1000)
10	FIRO	자동 관개량을 조절하기 위한 인자 (열 73-80) 자동 관개량 값을 조절하기 위해 사용. FIRG(하위 파일) × FC(포장 용수량)
<p><b>LINE 5:</b> 형식 : 10개 필드(fields), 필드 당 8개의 열 (최대 소수점 두자리 수까지 포함) (부동형)</p>		
1-8		공백으로 남겨둘 것
9	BCHL	SWAT 유역 수로 길이(km) (열 65-72)
10	BCHS	SWAT 유역 수로 경사(m/m) (열 73-80)
<p><b>LINE 6:</b> 형식 : 20개 알파벳 문자</p>		
		공백으로 남겨둘 것
<p><b>LINE 7:</b> 형식 : 0개 필드(fields), 필드 당 4개의 열 (정수)</p> <p>날씨 매개변수 번호(이는 WPM1US.DAT 또는 유사한 다른 기상 관측소 리스트에서 가져온 것). 형식은 20개의 필드를 허용하지만 오직 10개의 필드만이 판독된다.</p>		
<p><b>LINE 8:</b> 형식 : 0개 필드(fields), 필드 당 8개의 열 (최대 소수점 두자리 수까지 포함) (부동형)</p> <p>상기 선택된 기상 관측소 번호가 나타내는 유역 영역(WSA)의 비율(IWPM). 공간적 날씨 생성용 (범위: 0~1)</p>		

[그림 2.3]: \*.SIT 파일 스크린 예시

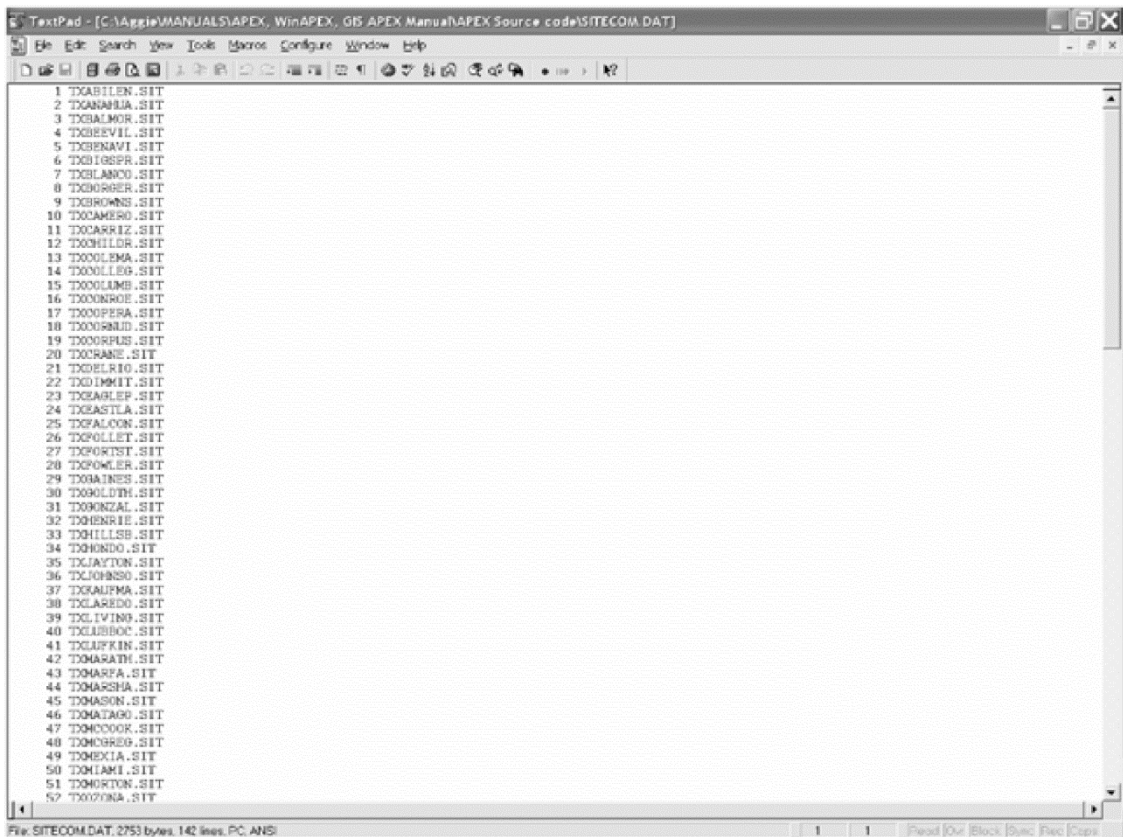




## 2.4 The APEX SITE LIST (*SITE\*\*\*\*.DAT*)

APEX 장소 리스트는 2.3에서 설명된 형식에 따라 사전에 생성된 모든 장소들의 리스트이며, 모델 구동에 이용된다. 장소 리스트는 APEXRUN.DAT file에서 숫자로 표시되며 형식은 자유롭다. 그림 2.4는 SITECOM.DAT의 예로 장소 리스트의 파일 이름은 사용자가 정할 수 있으며 APEXFILE.DAT 파일 내에 확인할 수 있어야 한다.

[그림 2.4]: SITECOM.DAT 파일 스크린 예시

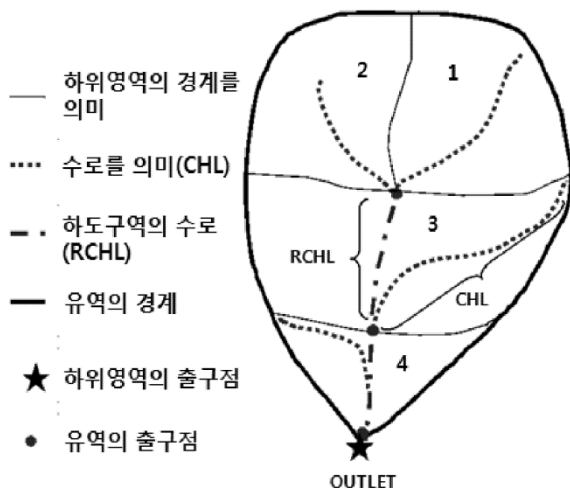


```
1 TOABILEN.SIT
2 TOABARIA.SIT
3 TOABALMOR.SIT
4 TOABEEVIL.SIT
5 TOABENAMI.SIT
6 TOABIGSFR.SIT
7 TOABLANCO.SIT
8 TOABROGER.SIT
9 TOABROWNS.SIT
10 TOACAMERO.SIT
11 TOACARRIZ.SIT
12 TOACHILDR.SIT
13 TOACOLEMA.SIT
14 TOACOLLEG.SIT
15 TOACOLUMB.SIT
16 TOACORROE.SIT
17 TOACOPERLA.SIT
18 TOACORRALD.SIT
19 TOACORRUS.SIT
20 TOACRANE.SIT
21 TOACELRIO.SIT
22 TOACIMMIT.SIT
23 TOACALSEP.SIT
24 TOACASTILA.SIT
25 TOACALDON.SIT
26 TOACOLLET.SIT
27 TOACORTIST.SIT
28 TOACOWLER.SIT
29 TOACAINES.SIT
30 TOACOLDTH.SIT
31 TOACORZAL.SIT
32 TOACENRIE.SIT
33 TOACHILLSB.SIT
34 TOAHONDO.SIT
35 TOAJAYTON.SIT
36 TOAJOHNSO.SIT
37 TOAKALPMA.SIT
38 TOALAREDO.SIT
39 TOALWINS.SIT
40 TOALUSBOC.SIT
41 TOALUFFKIN.SIT
42 TOAMARATH.SIT
43 TOAMARFA.SIT
44 TOAMARSHA.SIT
45 TOAMASON.SIT
46 TOAMATAGO.SIT
47 TOAMCOOK.SIT
48 TOAMOREG.SIT
49 TOAMEXIA.SIT
50 TOAMIAMI.SIT
51 TOAMORTON.SIT
52 TOAYONA.SIT
```

## 2.5 The SUBAREA FILE (*FILENAME.SUB*)

농장 또는 유역 연구는 여러 개의 농경지, 하위영역 또는 소위 말하는 동질한 수문학적 토지 사용 단위(HLU)와 관련되어 있다. 각 하위영역은 기후, 토양, 토지 사용(농작업 스케줄) 및 지형적으로 동질하다. 따라서 유역 또는 농경지의 이질성은 하위영역의 수로 결정된다. 각 하위영역은 가장 멀리 떨어진 하위영역에서 유역의 출구 쪽으로 이어지는 유역 내 물의 추적 방향에 따라 서로 연결되어 있다. 하위영역에 대한 내용은 *filename.sub* 에서 찾을 수 있다. 모든 *filename.sub* 파일은 SUBACOM.DAT(또는 사용자가 선택한 이름) 내에 리스트화 되며, 해당 하위영역 및 파일명은 번호로 표시된다. 그림 2.5는 4개의 하위영역을 포함한 단순한 유역을 나타낸 것으로 이는 사용자가 추적 메커니즘이 APEX내에 어떻게 설정되는지 이해하는데 도움이 될 것이다.

[그림 2.5]: 유역 그림 및 APEX에서 추적 메커니즘을 사용하기 위한 법칙



### 추적 규칙:

1. CHL = RCHL  
 가장 먼 상류지역을 규명  
 CHL: 하위영역 출구에서 하위영역의 최대 먼거리까지의 거리  
 RCHL: 추적 하도구간의 유동이 하위영역에 이르기까지의 거리. 가장 먼 지역의 경우에는 물이 하위영역을 통과하여 추적 하도구간은 물이 하위영역의 한쪽 끝에서 이동하여 하위영역을 완전히 통과하여 하위영역의 반대쪽 끝인 출구로 이동할 때로 정의된다.
2. CHL > RCHL  
 하류 하위영역을 규정(하위영역이 0.의 좁은 협곡일 경우 폭은 RCHL-CHL)
3. -WSA  
 음의 유역면적(WSA)은 저장된 정보가 추가되도록 한다(여기서 2는 3을 통과하여 추적되기 전에 1에 더해진다).

APEX에는 오직 3가지 변수(CHL, RCHL, 및 WSA) 만이 존재하는데 이는 모든 유역의 추적 메커니즘을 결정하는데 있어 구체적으로 지정해야 할 것들이다. 유역 내에서 가장 먼 거리를 찾아내려면 수로 길이(CHL) 및 추적 하도구간의 수로 기간(RCHL)도 동일해야 한다(CHL = RCHL).

CHL > RCHL이면 이것이 하류 하위영역임을 알 수 있다. 음의 유역 영역(-WSA)은 하류 하위영역에 들어가기 전에 하위영역에 대한 정보가 다른 하위영역에 추가되었음을 나타낸다. 그림 2.5의 추적 메커니즘의 예는 다음과 같다.

	WSA (ha)	CHL (km)	RCHL (km)
하위영역 1 (극단 영역)	50	1.25	1.25
하위영역 2 (극단 영역)	-45	1.16	1.16
하위영역 3 (하류 영역)	70	1.45	0.85
하위영역 4 (하류 영역)	30	0.95	0.55

*filename.sub* 은 다음의 데이터 요소를 포함한다.

필드	변수	내용
LINE 1		
1	SNUM	하위영역 ID 숫자 (열 1-8; INTEGER)
2	TITLE	하위영역 설명 (열 9-28; ALPHA)
LINE 2: 형식 : 자유형식, 그림 2.6 참조		
1	INPS	토양 리스트에서 가져온 하위영역 ID (SOIL0806.DAT)
2	IOPS	농작업 스케줄 리스트에서 가져온 작업 일정 (OPSC0806.DAT) 주: 1. 경작지가 건조지일 경우 관개 자동 시작점(IBIR)은 반드시 0이어야 한다. 2. 소유주가 가축을 소유하고 있고, 하위영역이 가축 사육장일 경우 휴경(단일 작물)은 사용할 수 있다. 3. 가축 축사에 집수조이 있을 경우 관개 유형은 집수조 관개(Irrigation Auto Trigger, BIR)이어야 한다.
3	IOW	소유자 ID 번호 반드시 입력해야 한다.

필드	변수	내용
4	II	<p><b>가축사육지</b>  0 가축사육지가 아닌 경우  가축사육지의 가축군 번호</p> <p>만약 목초지에 방목 중인 가축군이 있을 경우 0으로 설정하도록 한다. 그렇지 않는 경우에는 이 영역에서 길러지는 가축군을 선택하도록 한다(축사). (범위: 0~10)  주: II=0일 경우, 집수조의 영향을 받는 하위영역의 비율(DALG)은 0이 되어야 한다.</p>
5	IAPL	<p><b>가축분뇨 적용 영역</b>  0 비 가축분뇨 적용 영역  고체형 가축분뇨 적용을 표시하기 위해 가축분뇨가 발생한 축사에 대해 양의 하위영역 ID를 사용하고 액체형 가축분뇨 적용을 표시하기 위해 가축분뇨가 발생한 비육장의 음의 하위영역 ID를 사용한다.  (범위: -10000~10000)</p>
6		<b>사용 안함</b>
7	NVCN	<p><b>CN-CN2 코드 (범위: 0~4)</b>  0 토양 깊이별 수분 함량을 고려한 가변형 일일 CN 비선형 CN/SW  1 토양 깊이별 수분 함량을 고려하지 않는 가변형 일일 CN 비선형 CN/SW  2 토양 깊이별 수분 함량을 고려하지 않는 가변형 일일 CN 선형 CN/SW  3 모든 호우 유형에 사용되는 고정형 CN-CN2  4 가변형 일일 CN SMI (토양수분 지수)</p>
8	IWTH	<p><b>입력된 일일 날씨 관측소 번호</b>  control 표 내 가변성 NGN이 0보다 클 때에만 사용될 수 있다.</p> <p>주: 이 방법을 사용하기 위해서는 .dly값을 가지고 있어야 한다.</p>
9	IPTS	<b>점 오염원 수</b>
10	ISAO	<p><b>유출수 유출 방법 (범위: 0~10000)</b>  • 0 : 일반 저수지의 주 수로를 통한 유출  • 매립 파이프형 출구의 유출수를 받는 하위영역의 ID</p>

필드	변수	내용
11	LUNS	<p><b>토지 이용 번호</b>  이 번호는 NRCS 토지 사용-수문학적 토양군 표에서 가져온 것이다. 이 번호는 Operation(OPSC****.DAT) 파일에 설정된 LUN을 치환한다. LUN이 개별 경작 작업을 위해 설정되었을 경우 LUNS과 LUN간의 차이는 지정된 토지 사용 번호를 가진 작업에서 제외하거나 더해지게 된다. 예를 들어 LUNS는 29이고 LUN은 25이면, 각각의 경작 작업에 설정된 토지 이용 번호는 4만큼 증가하게 된다. (범위: 1~35)</p> <p>NRCS 토지 사용-수문학적 토양군 표를 보려면 2.6 섹션, OPSC****.DAT 파일 아래 LUN을 참조할 것.</p>
12	IMW	<p><b>자동 제초 작업 간 최소 간격</b>  이는 자동 제초 기능이 작업 스케줄에 사용되었을 경우 제초 작업에 설정된 최소 시간 간격을 의미한다. 작물은 작업에 사용된 제초 기계에 설정된 절단 높이보다 작물 높이가 크다는 것을 고려해 볼 때, 이러한 간격으로 작물이 베어지게 된다. IMW 변수가 통제 표에 설정되어 있을 경우 이 값은 control 표의 값보다 우선하게 된다. 이 변수가 효과가 있으려면 자동 제초 기계가 작업 스케줄에 있어야 한다. (범위: 0~365)</p>
<p><b>LINE 3: 형식 : 자유형식, 그림 2.6 참조</b></p>		
<p>초기 조건</p>		
1	SNO	<p><b>시뮬레이션 시작 시 적설 내 수분 함량</b>  시뮬레이션 시작 시 사용자는 지상에 쌓인 눈의 수분 함량을 지정하게 된다. 의사 결정에 사용된 장기적인 시뮬레이션의 경우, SNO 값은 보통 잘 알려져 있지 않는데 대부분의 경우 이 예상치는 그다지 중요하지 않다. SNO의 측정치를 시뮬레이션 시작 당시 이용 가능할 경우 이를 사용하도록 한다. 눈 속의 수분 함량 단위는 mm이다 (미국 단위: inch) (범위: 0~1000)</p>
2	STDO	<p><b>고사 작물의 잔류물</b>  STD 변수를 통해 초기와 현재 고사 작물의 잔류량(t/ha)을 입력할 수 있다 STD 값을 모를 경우 0으로 남겨 둘 수도 있다. 그러나, 첫 번째 해 작물이 성장하기 전에는 고사 작물의 잔류물이 존재할 수 없다. 첫 번째 작물 순환이 끝나야만 작물 잔류물이 존재한다. (범위: 0~000)</p>

필드	변수	내용
3	YCT	<p><b>하위영역 중심의 Y 좌표(위도)</b>  분진 분포 및 대기의 질을 고려해야 할 때 이 값을 입력해야 한다. 또한 공간적 날씨 생성(Spatially Generated Weather option) 기능을 사용할 경우에도 이 값을 입력해야 한다. 공간적으로 생성된 날씨(Spatially Generated Weather)는 control 표의 가변성 NGN에 0을 입력하여 설정할 수 있다.  주: 남반구는 마이너스로 표시 (범위: -90~90)</p>
4	XCT	<p><b>하위영역 중심의 X 좌표(경도)</b>  분진 분포 및 대기의 질을 고려해야 할 때 이 값을 입력해야 한다. 또한 Spatially Generated Weather 방법을 사용할 경우에도 이 값을 입력해야 한다. Spatially Generated Weather는 control 표의 가변성 NGN에 0을 입력하여 설정할 수 있다.  주: 서반구는 마이너스로 표시 (범위: -180~180)</p>
5	AZM	<p><b>토지 경사의 방위각 배향(북쪽에서 시계 방향 각도)</b></p>
6	FL	<p><b>필드 길이(km) (풍식 고려 시)</b>  정상적인 풍식 계산을 이용할 경우(풍식 조정 인자, ACW=1) 필드 규모 및 방향을 반드시 지정해야 한다. 이 변수는 바람에 노출된 필드의 길이를 의미한다. 나무가 없을 때 FL은 필드 길이이다. 나무가 있을 경우 FL은 필드 길이보다 작다.  특정 장소에 풍식을 시뮬레이션 할 때 FL, FW 및 ANG는 쉽게 측정 가능하다. 그러나 때때로 대규모 의사 결정을 수반하는 장기 시뮬레이션에는 가상 장소가 사용되기도 한다. 이러한 경우에는 FL, FW 및 ANG 값은 해당 영역의 일반적인 필드 구성을 나타내기 위해 반드시 선택되어야 한다. 반드시 필드 규모와 배수 영역을 일치 시킬 필요는 없다. FL이 고랑 관개에서의 수식을 예측하기 위해 사용되는 점을 제외하고는 필드 규모는 풍식을 예측하기 위해서만 사용된다. 따라서 시뮬레이션 장소는 1.0×0.5 km의 필드 내 작은 영역(1 ha)가 될 수도 있다.  시뮬레이션 된 풍식 변화는 0.3 km보다 작은 FL에서는 그다지 크지 않다. 따라서 FL 및 FW 예측치는 10 ha 이상의 영역을 포함한 필드일 경우 그다지 중요하지 않다. 10 ha 이상의 필드가 대상 필드일 경우 FW 예측치는 더욱 중요해진다. 대상 경작의 효과를 평가하기 위해서 FW는 대상 필드의 평균 폭으로 예측된다. FL은 모를 경우 0.0으로 남아 있으며 예측 가능하다.  (범위: 0.001~12)</p>

필드	변수	내용
7	FW	<b>필드 폭(풍식 고려 시), (km)</b> 자세한 정보는 가변 FL을 참조. FW값은 모를 경우 0.0으로 남겨 둘 수 있으며 예측될 수 있다. (범위: 0.001~12)
8	ANGL	<b>북쪽에서부터 필드 길이의 시계방향 각도(풍식 고려)</b> 자세한 정보는 가변 FL을 참조. ANGL은 모를 경우 0.0으로 남겨둘 수 있으며 이 예측값이 구해진다. (범위: 0~360)
<b>LINE 4: 형식 : 자유형식, 그림 2.6 참조</b>		
유역 특성		
필드	변수	내용
1	WSA	<b>유역 면적</b> 단위는 ha이다. 이 면적이 두 번째 경계 지역이고 유동이 첫 번째 경계 지역으로 합류하지만, 첫 번째 경계 지역을 통과하지 않을 경우 (-) 기호는 두 번째 경계 영역 WSA 앞에 추가되어 이를 음의 수로 만든다. 이는 본 프로그램이 물의 흐름과 관련 있을 때 두 번째 영역 WSA를 첫 번째 경계 영역으로 추가하도록 만든다.
2	CHL	<b>유역 출구에서 가장 먼 지점까지의 거리(수로 길이)</b> 수로 길이는 채널을 따라 출구에서 유역의 가장 먼 지점까지의 거리를 말한다. 작은 영역(대략 1 ha)일 경우 명확히 규정된 수로가 없을 수도 있다. 이러한 경우 해당 거리는 유동이 집중적으로 일어나는 경로를 따라 측정되거나 유역의 길이-폭 비율을 통해 예측할 수 있다. 20 ha 이하의 영역일 경우 수로 길이 측정값은 그다지 중요하지 않다. 이러한 경우 0을 입력하도록 한다. 단위는 km(미터법)나 miles(영어권)로 표기된다. 가장 먼 하위영역일 경우 추적용 하도구간의 수로 길이는 출구와의 거리와 반드시 같아야 한다. 하류 하위영역일 경우 추적용 하도구간의 수로 길이는 출구에서의 거리와 동일할 수 없다. 모를 경우에는 0을 입력하도록 한다.
3	CHD	<b>수로 깊이</b> 수로 깊이(m). 모를 경우에는 0을 입력한다.

필드	변수	내용																								
4	CHS	<p><b>주요 수로 경사</b>  평균 수로 경사는 유역 출구와 가장 먼 지점 사이의 고도차를 CHL로 나눈 값으로 계산된다. 소규모 영역일 경우 CHL과 CHS는 유역 도달 시간을 예측하는 데만 사용되기 때문에 이 값은 별로 중요하지 않다. 도달 시간 중 가장 많은 비율은 소규모 유역 내에서 수로 유동보다는 육로와 관련이 있다. 경사도는 단위 거리당 낙하거리(m/m)로 표시된다. 모를 경우에는 0을 입력한다.</p>																								
5	CHN	<p><b>수로에 대한 Manning's N 계수</b>  유거수를 필드 가장자리로 전달하는 수로가 굽이져 있거나 장애물을 포함할 때 유속은 감소하고 퇴적물이 쌓일 가능성이 크다. 수로 조도 인자(roughness factor)는 Manning의 “n” 값으로 언급된다. 아래 표는 다양한 조건의 추로 유동에 대한 Manning 값을 제시한 것이다(Chow 1959). Chow는 Manning의 조도계수에 대한 매우 광범위한 리스트를 제시한다. 이 값은 Chow의 책에 수록된 것 중 극히 일부일 뿐이다. 이 값을 모를 경우에는 0을 입력한다.</p> <p><b>표 2.1: 다양한 조건의 수로 유동에 대한 Manning “n” 값</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>수로 특성</th> <th>선택값</th> <th>범위</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A. 굴착 또는 준설</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1. 균일, 직선, 흙수로</td> <td>0.0250</td> <td>0.016~0.033</td> </tr> <tr> <td>2. 굴곡, 완만, 흙수로</td> <td>0.0350</td> <td>0.023~0.050</td> </tr> <tr> <td>3. 유지보수 무, 잡초 및 검불</td> <td>0.0750</td> <td>0.040~0.140</td> </tr> <tr> <td>B. 자연 하천</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1. 적은 나무, 돌 또는 덩불</td> <td>0.0500</td> <td>0.025~0.065</td> </tr> <tr> <td>2. 울창한 삼림 또는 덩불</td> <td>0.1000</td> <td>0.050~0.150</td> </tr> </tbody> </table>	수로 특성	선택값	범위	A. 굴착 또는 준설			1. 균일, 직선, 흙수로	0.0250	0.016~0.033	2. 굴곡, 완만, 흙수로	0.0350	0.023~0.050	3. 유지보수 무, 잡초 및 검불	0.0750	0.040~0.140	B. 자연 하천			1. 적은 나무, 돌 또는 덩불	0.0500	0.025~0.065	2. 울창한 삼림 또는 덩불	0.1000	0.050~0.150
수로 특성	선택값	범위																								
A. 굴착 또는 준설																										
1. 균일, 직선, 흙수로	0.0250	0.016~0.033																								
2. 굴곡, 완만, 흙수로	0.0350	0.023~0.050																								
3. 유지보수 무, 잡초 및 검불	0.0750	0.040~0.140																								
B. 자연 하천																										
1. 적은 나무, 돌 또는 덩불	0.0500	0.025~0.065																								
2. 울창한 삼림 또는 덩불	0.1000	0.050~0.150																								
6	SLP	<p><b>평균 발 경사</b>  단위(m/m). 반드시 입력해야 한다.  평균 유역 경사는 필드 측정 또는 Grid-Contour 방식을 사용하여 예측 가능하다(Williams와 Berndt, 1977).</p>																								
7	SPLG	<p><b>평균 발 경사장</b>  단위(m). 반드시 입력해야 한다.  유역 경사 길이는 Wischmeier와 Smith가 설명한대로 필드 측정 또는 Contour-Extreme Point 방식을 사용한 지형도를 통해 예측할 수 있다(Williams와 Berndt, 1977).</p>																								



필드	변수	내용																																										
7	SPLG cont.	<p>이는 면상류(sheet flow)가 지표 유거수의 주요 유동 과정일 때의 거리이다. 경사 거리는 유동이 집중되기 시작하는 지점까지 측정되어야 한다. 집중 강우는 잘 발달된 작은 하천이 존재하고 휴경지에 호우가 내릴 경우 쉽게 관찰 가능하다. 이러한 상황에서 경사거리는 하위영역의 분수령에서 작은 하천의 근원까지의 거리를 말한다. 또한 이 값은 지형도를 통해 결정할 수 있다.</p> <p>단구는 언덕 경사를 수평 단구 간격과 동일한 부분으로 구분한다. 이러한 단구 형성 과정에서 경사 거리는 단구의 간격이다. 하단부가 넓은 단구의 경우에 수평 단구 간격은 용선의 중심부에서 수로 중심부까지의 거리이다. 수평 단구 간격은 배면 경사가 가파른 단구의 경우 용선 아래 경작이 시작되는 지점에서 아래 단구의 전면 아랫부분까지의 거리이다.</p> <p>경사장은 과대 평가되는 매개변수이다. 대략적으로 90 미터(300 피트)는 매우 긴 경사장이다.</p>																																										
8	UPN	<p><b>발 관련 Manning n 계수</b> 표면 조도 계수는 Manning의 “n” 값이다. 이 표는 다양한 조건의 발 유동에 대한 Manning ‘n’ 값의 다양한 값과 범위를 포함한다 (Engman 1983).</p> <p><b>표 2.2: 다양한 조건의 지표 유동에 대한 Manning “n” 계수값 및 범위</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>지표 특성</th> <th>선택값</th> <th>범위</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>휴경지, 잔사 없음</td> <td>0.0100</td> <td>0.008~0.012</td> </tr> <tr> <td>전통 농경지, 잔사 없음</td> <td>0.0900</td> <td>0.060~0.120</td> </tr> <tr> <td>전통 농경지, 잔사</td> <td>0.1900</td> <td>0.160~0.220</td> </tr> <tr> <td>쟁기, 잔사 없음</td> <td>0.0900</td> <td>0.060~0.120</td> </tr> <tr> <td>쟁기, 잔사</td> <td>0.1300</td> <td>0.100~0.160</td> </tr> <tr> <td>가을 쟁기, 잔사</td> <td>0.400</td> <td>0.300~0.500</td> </tr> <tr> <td>빙력토 없음, 잔사 없음</td> <td>0.0700</td> <td>0.040~0.100</td> </tr> <tr> <td>빙력토 없음, 잔사 있음(0.5~1.0 t/ha)</td> <td>0.1200</td> <td>0.070~0.170</td> </tr> <tr> <td>빙력토 없음, 잔사 있음(2.0~9.0 t/ha)</td> <td>0.3000</td> <td>0.170~0.470</td> </tr> <tr> <td>방목장(20% 식생)</td> <td>0.6000</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>단초 초원</td> <td>0.1500</td> <td>0.100~0.200</td> </tr> <tr> <td>조밀한 잔디</td> <td>0.2400</td> <td>0.170~0.300</td> </tr> <tr> <td>버뮤다글래스(Burmudagrass)</td> <td>0.4100</td> <td>0.300~0.480</td> </tr> </tbody> </table> <p>* 모를 경우에는 0을 입력한다.</p>	지표 특성	선택값	범위	휴경지, 잔사 없음	0.0100	0.008~0.012	전통 농경지, 잔사 없음	0.0900	0.060~0.120	전통 농경지, 잔사	0.1900	0.160~0.220	쟁기, 잔사 없음	0.0900	0.060~0.120	쟁기, 잔사	0.1300	0.100~0.160	가을 쟁기, 잔사	0.400	0.300~0.500	빙력토 없음, 잔사 없음	0.0700	0.040~0.100	빙력토 없음, 잔사 있음(0.5~1.0 t/ha)	0.1200	0.070~0.170	빙력토 없음, 잔사 있음(2.0~9.0 t/ha)	0.3000	0.170~0.470	방목장(20% 식생)	0.6000	-	단초 초원	0.1500	0.100~0.200	조밀한 잔디	0.2400	0.170~0.300	버뮤다글래스(Burmudagrass)	0.4100	0.300~0.480
지표 특성	선택값	범위																																										
휴경지, 잔사 없음	0.0100	0.008~0.012																																										
전통 농경지, 잔사 없음	0.0900	0.060~0.120																																										
전통 농경지, 잔사	0.1900	0.160~0.220																																										
쟁기, 잔사 없음	0.0900	0.060~0.120																																										
쟁기, 잔사	0.1300	0.100~0.160																																										
가을 쟁기, 잔사	0.400	0.300~0.500																																										
빙력토 없음, 잔사 없음	0.0700	0.040~0.100																																										
빙력토 없음, 잔사 있음(0.5~1.0 t/ha)	0.1200	0.070~0.170																																										
빙력토 없음, 잔사 있음(2.0~9.0 t/ha)	0.3000	0.170~0.470																																										
방목장(20% 식생)	0.6000	-																																										
단초 초원	0.1500	0.100~0.200																																										
조밀한 잔디	0.2400	0.170~0.300																																										
버뮤다글래스(Burmudagrass)	0.4100	0.300~0.480																																										

필드	변수	내용
9	FFPQ	<b>범람원 유동 비율</b> 파티션(partition)이 여과대 및 완충대를 통과한다. 이는 여과대를 거쳐 하위영역에서 여과대로 진입하는 유동의 일부이다. 이 값은 여과대 하위영역과 관련하여 입력한다. (범위: 0~1)
10	URBF	<b>도시 지역으로 간주되는 하위영역의 비율</b> 이는 도시 지역으로 간주되는 하위영역의 일부를 말한다. 이 하위영역 부분은 불침투성 토지이용형태를 이용하여 시뮬레이션 되고 이 하위영역과 관련한 모든 출력값은 이 부분에 기반하여 가중치가 주어지게 된다. (범위: 0~1)
LINE 5: 형식 : 자유형식, 그림 2.6 참조		
<b>하위영역을 통과하는 추적용 하도구간의 수로 기하학</b>		
1	RCHL	<b>추적용 하도구간의 수로 길이</b> 수로를 시작으로 하위영역을 통과하고 벗어나는 지점까지의 길이(거리/km). 가장 먼 하위영역일 경우 추적용 하도구간의 길이는 출구에서 가장 먼 거리와 반드시 같아야 한다(CHL). 하류 쪽 하위영역일 경우 추적용 하도구간 길이는 출구에서 가장 먼 거리가 될 수 없다.
2	RCHD	<b>추적용 하도구간의 수로 깊이</b> 추적용 하도구간의 수로 깊이(m). 모를 경우에는 0을 입력한다.
3	RCBW	<b>추적용 하도구간 수로의 바닥 폭</b> 추적용 하도구간 수로의 바닥 폭(m). 모를 경우에는 0을 입력한다.
4	RCHS	<b>추적용 하도구간 수로의 상부 폭</b> 추적용 하도구간 수로 상부 폭(m). 모를 경우에는 0을 입력한다.
5	RCHN	<b>추적용 하도구간의 수로 경사</b> 추적용 하도구간 수로의 경사(m/m). 모를 경우에는 0을 입력한다.
6	RCHN	<b>추적용 하도구간의 Manning's N 계수</b> 아래 표는 다양한 조건의 수로 유동에 대한 Manning 'n' 계수 값을 포함한다(Chow 1959). Chow는 Manning의 조도계수에 대한 매우 광범위한 리스트를 제시한다. 제시된 값은 Chow의 책에 수록된 것 중 일부에 지나지 않는다.

필드	변수	내용																								
6	RCHN cont.	<p><b>표 2.3: 다양한 조건의 수로 유동에 대한 Manning “n” 계수값(Chow, 1959)</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>수로 특성</th> <th>선택값</th> <th>범위</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">A. 굴착 또는 준설</td> </tr> <tr> <td>1. 균일, 직선, 흙수로</td> <td>0.0250</td> <td>0.016~0.033</td> </tr> <tr> <td>2. 굴곡, 완만, 흙수로</td> <td>0.0350</td> <td>0.023~0.050</td> </tr> <tr> <td>3. 유지보수 없음, 잡초 및 검불</td> <td>0.0750</td> <td>0.040~0.140</td> </tr> <tr> <td colspan="3">B. 자연 하천</td> </tr> <tr> <td>1. 적은 나무, 돌 또는 덩불</td> <td>0.0500</td> <td>0.025~0.065</td> </tr> <tr> <td>2. 울창한 삼림 또는 덩불</td> <td>0.1000</td> <td>0.050~0.150</td> </tr> </tbody> </table>	수로 특성	선택값	범위	A. 굴착 또는 준설			1. 균일, 직선, 흙수로	0.0250	0.016~0.033	2. 굴곡, 완만, 흙수로	0.0350	0.023~0.050	3. 유지보수 없음, 잡초 및 검불	0.0750	0.040~0.140	B. 자연 하천			1. 적은 나무, 돌 또는 덩불	0.0500	0.025~0.065	2. 울창한 삼림 또는 덩불	0.1000	0.050~0.150
수로 특성	선택값	범위																								
A. 굴착 또는 준설																										
1. 균일, 직선, 흙수로	0.0250	0.016~0.033																								
2. 굴곡, 완만, 흙수로	0.0350	0.023~0.050																								
3. 유지보수 없음, 잡초 및 검불	0.0750	0.040~0.140																								
B. 자연 하천																										
1. 적은 나무, 돌 또는 덩불	0.0500	0.025~0.065																								
2. 울창한 삼림 또는 덩불	0.1000	0.050~0.150																								
7	RCHC	<p><b>USLE 작물 관리 수로(C) 인자</b>          설정되어 있을 경우 RCHC는 Control 파일의 RCC0 값보다 우선하게 된다. 토지 피복이 안 되어 있는 수로의 경우 RCHC는 0.1~0.6이며, 수로가 매우 양호한 토지 피복 상태를 보이는 경우 0.0001의 값을 갖게 된다.          (범위: 0.0001~0.6)</p>																								
8	RCHK	<p><b>USLE 수로 침식(K) 인자</b>          반드시 입력해야 한다. 바위이면 RCHK는 0.0001이어야 한다. 황토(실트/진흙) 조건은 0.30이 되어야 한다.          (범위: 0.0001~0.5)</p>																								
9	RFPW	<p><b>하도구간 범람원 폭</b>          (배수지역(WSA)×10000)/(범람원 길이(RFPL)×1000).          단위(m). 모를 경우에는 0을 입력한다.</p>																								
10	RFPL	<p><b>범람원 길이</b>          완충대/범람원 길이(km). 모를 경우에는 0을 입력한다.</p>																								
<p><b>LINE 6: 형식 : 자유형식, 그림 2.6 참조</b></p>																										
<p><b>저류지 데이터</b></p>																										
1	RSEE	비상 방수로 고도 (m)																								
2	RSAE	비상 방수로 고도의 총 저류지 표면적(RSEE) (ha)																								
3	RSVE	비상 방수로 고도의 저류지 집수지역의 유출량 (mm)																								
4	RSEP	주 방수로 고도 (m)																								
5	RSAP	주 방수로 고도의 총 저류지 표면적(RSEP) (ha)																								
6	RSVP	주 방수로 고도의 용량 (mm)																								

필드	변수	내용
7	RSV	초기 저류지 용량 (mm)
8	RSRR	평균 주 방수로 방류율 (일 단위). 비상용 방수로에서 주 수로 용적까지 내려가는데 걸리는 일 수
9	RSYS	저류지 내 초기 퇴적물 농도 (ppm)
10	RSYN	저류지 내 정상 퇴적물 농도 (ppm)
LINE 7: 형식 : 자유형식, 그림 2.6 참조		
저류지 데이터		
1	RSHC	저류지 하부 수리 전도도 (mm/h)
2	RSDP	퇴적물 농도가 정상 수준으로 회복되는데 소요되는 시간 유출 발생 후 저류지의 퇴적물이 정상 수준으로 회복되는데 걸리는 시간(일 단위) (범위: 0~365)
3	RSBD	저류지 내 퇴적물의 용적 비중 ( $t/m^3$ )
4	PCOF	연못의 영향을 받는 하위영역의 비율 연못을 통과하는 하위영역의 일부. 이는 이 하위영역에서 비롯되는 수문 특성에만 영향을 미친다. 다른 하위영역에서 시작된 유입은 이 하위영역내의 연못으로 이어지지 않는다. (범위: 0~1)
5	BCOF	완충대의 영향을 받는 하위영역 비율 완충대의 영향을 받는 하위영역 부분이다. 이는 해당 하위영역에서 비롯된 수문학적 특성에만 영향을 미친다. 다른 하위영역에서 발생한 유입은 이 하위영역의 완충대로 이어지지 않는다. 이 변수는 완충대의 정확한 위치가 알려지지 않았을 때 사용되어야 한다. 정확한 위치가 알려져 있을 경우 완충대는 또 다른 하위영역으로 취급되어야 한다. (범위: 0~1) 가정: 1.모든 완충대는 초생 피복을 포함한다.
6	BFFL	완충대 유동 길이 (m) 유동이 완충대를 통과해 이동해야 하는 거리. 여러 완충대가 해당 하위영역 내에 연속적으로 존재할 때 이 유동거리는 누적된다. 이 변수는 BCOF이 0보다 클 때 설정되어야 한다.

필드	변수	내용
LINE 8: 형식 : 10개 필드(fields), 필드 당 4개의 열 (정수)		
관리(management) 정보		
1	NIRR	<p><b>관개 코드의 고정(Rigidity)</b> (범위: 0~1)</p> <p>0 가변성 적용. 최소량, 포장 용수량을 고려한 1회 관개량(FC-SW) 및 1회 최대 관개량(ARMX)을 적용한다.</p> <p>1 고정성 적용. 투입량 또는 ARMX를 적용. 관개 코드는 관개 전략을 구체적으로 명시하기 위해 사용된다. 수동 및 자동의 두 가지 관개 모드가 존재한다. 다음 설명은 본 모델 적용이 탄력적인지, 그리고 수동 및 자동 관개의 조합을 어떻게 다루는지를 보여준다.</p> <p>1) 고정형 수동 관개가 사용될 경우 관개는 운영 스케줄에 사용자가 규정한 양과 일자에 맞게 적용된다. 자동 관개일 경우 각 적용 시마다 적용되는 양은 각 하위 영역에 맞게 설정된 1회 최대 관개량(ARMX)이며, 관개는 관개 시점(BIR)에 도달하였을 때 적용된다. 모든 경우에 대해 토양으로 침투하기 이전에 발생하는 유거를 통해 EFI는 제거된다. 관개량이 토양 수분을 포장 용수량의 수준으로 높이기 위해 필요한 양보다 많이 공급된 경우 본 모델은 이 부분(EFI)을 흘려넘치게 하여 토양 단면을 포장 용수량까지 채우고, 남은 수분은 토양으로 스며들 것이다. 그러나 이러한 방법은 양분의 용탈을 유발할 수 있다. 용해성 양분은 토양을 통해 용탈되거나 유거수와 함께 유출된다.</p> <p>2) 가변형 수동관개 방식을 사용할 경우 스케줄에 지정된 날짜에 물을 준다. 물의 양은 지정량(specified volume), 최대 1회 관개량, 근권의 수분함량을 포장용수량까지 늘리기 위해 필요한 양(<math>(\text{포장용수량} - \text{관개전 수분 저장량}) / (1 - \text{EFI})</math>) 중 최소량으로 결정한다. 어떠한 방법을 사용한 것과 관계없이 EFI는 항상 고려사항이다. 자동관개 방식을 사용할 경우 각각의 하위영역에 대해 관개 개시점(BIR)에 근거하며 연간 최대 관개량(VIMX)과 관개 간격(IRI)에 맞춰 최소 관개율(ARMN)과 최대 관개율(ARMX)에 따라 적용한다. 모든 경우에 EFI는 토양에 침투되기 전에 유거수에 의해 제거되며 (<math>(\text{field capacity} - \text{storage}) / (1 - \text{EFI})</math>)과 같이 계산된다.</p>

필드	변수	내용
1	NIRR cont.	<p><b>관개 코드 (범위: 0~5)</b>  0 건조지대  1 스프링클러 관개  2 고랑/담수 관개  3 관비(비료를 추가한 관개 방법)  4 집수조(lagoon)을 통한 관개  5 점적 관개</p> <p>관개 코드는 관개가 사용되었는지 여부와 관개 유형을 나타내는데 사용된다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>고랑/담수 관개가 구체적으로 명시되어 있을 경우</li> <li>관비가 명시되어 있을 경우 IDFT는 비료 유형을 확인하고 FNP는 각 관개별 사용되는 비료량을 나타낸다.</li> <li>집수조가 지정되어 있을 경우 FNP는 유출수 m<sup>3</sup>당 토양의 농도(단위: ton)를 나타내고, 양분의 비율은 Fert0806.DAT 내에 적절한 양분과 함께 비료를 생성하고 이를 IDFT와 함께 선택하면 얻을 수 있다.</li> </ul> <p><b>주: NIRR와 IRR는 하나의 숫자로 입력된다. 예를 들어 고정형 점적 관개 시스템은 15로 입력된다.</b></p>
2	IRI	<p><b>자동 관개시 최단 주기</b>  토양 수분이 BIR에 도달했는지의 여부와 무관하게 선행 관개 후 최소 일 수가 지나기 전까지는 추가 관개는 일어나지 않는다. IRR=0일 경우 IRI를 0으로 설정한다. 또한 IRI는 수동 관개에 영향을 미친다. 수동 관개가 IRI에 설정된 것보다 적은 일일 간격으로 사용될 경우 수동관개는 IRI에 설정된 작동간격에 따라 사용될 것이다. (범위: 0~365)</p>
3	IFA	<p><b>자동 옵션을 위한 최소 비료 사용 간격</b>  자동 시비 간격일수를 설정하는 것이다. BFT가 이미 충족되었는지 여부와 상관없이 시비 과정은 최소한의 일수가 충족되기 전까지는 발생하지 않는다. (범위: 0~365)</p>
4	LM	<p><b>석회 시용(Liming) 코드 (범위: 0~1)</b>  APEX를 통해 사용자는 토양 pH를 증가시키고/또는 토양의 알루미늄 포화를 감소시키기 위한 농업용 석회 사용을 시뮬레이션 할 수 있다. 많은 토양과 APEX 적용에서 이러한 기능은 필요하지 않다. 그러므로 LM을 1로 설정해 이 기능을 꺼놓을 수도 있다.</p>

필드	변수	내용
4	LM cont.	<p>비석회질 토양과 질소 비료 또는 질소 고정 콩과 작물 중 하나를 수반한 장기 시뮬레이션은 토양의 산성화 및 작물 성장 저하를 예방하기 위해 석회 시용을 필요로 한다.</p> <p>0 토양 산성화를 예방하기 위해 필요한 만큼 자동으로 적용된 석회 1 석회 비적용</p>
5	IFD	<p><b>고랑 제방 코드</b> 고랑 제방(또는 tied ridges)은 농기계를 통해 고랑에 만들어지는 작은 댐을 말한다. 유출을 저감시키고 강우 및/또는 스프링클러 관수의 침투를 촉진하기 위해 고안되었다. APEX는 고랑 제방의 건설, 기능 및 파괴 등을 시뮬레이션 한다. 고랑 제방 코드 IFD는 제방이 시뮬레이션 되었는지 여부를 결정하기 위해 사용된다. (범위: 0~1)</p> <p>0 고랑 제방 시스템, 시뮬레이션 안 됨 1 시뮬레이션 되는 고랑 제방 시스템</p>
6	IDR	<p><b>배수 코드</b> 인공적인 배수 시스템(타일, 천공 파이프, 도랑 배수 등)이 필드로부터 과잉의 수분을 제거하기 위해 설치된다. (범위: 0~2500)</p> <p>0 배수 없음 &gt;0 배수 시스템까지의 깊이를 입력(mm)</p>
7	IDF1	<p><b>집수조를 통한 관비</b> 집수조를 통한 관개시 수반하는 비료 공급이나 관비시 비료 식별 번호 관비 또는 집수조를 통한 자동 시비 과정일 경우 0을 입력한다. 집수조를 이용한 관비 방식을 적용하려면 제시된(FERT0806.DAT) 리스트에서 비료 번호를 삽입한다. 번호가 설정되어 있지 않은 경우 모델은 비료 번호 69를 사용한다. 선택된 비료 번호는 사용되고 있는 비료 리스트에 포함된 정확한 번호와 일치하도록 이러한 기능을 지금 당장 이용할 계획이 없더라도 이 번호를 설정하는 것이 바람직하다.</p> <p>주: 1. Control 파일 내 MNUL는 반드시 설정해야 한다. 집수조가 존재하지 않거나 기능이 꺼져있을 경우 이 기능은 비료 번호가 설정된다 해도 시행되지 않는다.</p>

필드	변수	내용
8	IDF2	<p><b>축사 야적장으로부터의 자동 고품 가축분뇨 사용</b>  가축 배설물 야적장으로부터 고품 가축분뇨를 사용한 자동 시비 과정에 대한 비료 식별 번호</p> <p>고품 가축분뇨를 사용한 자동 시비 과정이 없을 경우 0을 입력한다. 축사 야적장에서 나온 고품 가축분뇨를 자동으로 적용하려면 제시된 리스트(FERT0806.DAT)에서 비료 번호를 삽입하도록 한다. 설정된 번호가 없을 경우 본 모델은 비료 번호 68를 사용한다. 이러한 기능을 지금 당장 사용할 계획이 없더라도 선택된 비료 번호가 시판 중인 비료 리스트상의 정확한 번호와 일치하도록 번호를 설정하는 것이 바람직하다.</p> <p>주:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 하위영역 파일 내 FNP2는 반드시 설정해야 한다.</li> <li>2. Control 파일 내 MNUL는 반드시 설정해야 한다.</li> </ol>
9	IDF3	<p><b>자동 시판 인 비료 사용</b>  제공된 리스트(FERT0806.DAT)의 비료 번호를 입력한다. 입력된 번호가 없을 경우 모델은 Elemental P를 초기값으로 사용한다. 설정된 번호가 없을 경우 본 모델은 비료 번호 53을 초기값으로 사용한다. 이러한 기능을 지금 당장 사용할 계획이 없더라도 선택된 비료 번호가 사용 중인 비료 리스트상의 정확한 번호와 일치하도록 번호를 설정하는 것이 바람직하다.</p>
10	IDF4	<p><b>자동 시판 질소 비료 사용</b>  제공된 리스트(FERT0806.DAT)에서 비료 번호를 입력한다. 입력된 것이 없을 경우 모델은 Elemental N을 초기값으로 사용한다. 설정된 번호가 없을 경우 모델은 비료 번호 52을 초기값으로 사용한다. 이러한 기능을 지금 당장 사용할 계획이 없더라도 선택된 비료 번호가 사용 중인 비료 리스트상의 정확한 번호와 일치하도록 번호를 설정하는 것이 바람직하다.</p> <p>주:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 하위영역 파일의 BFT, FNP4 및 IFA는 반드시 설정되어야 한다.</li> </ol>



필드	변수	내용
11	IDF5	<p><b>자동 고품 가축분뇨 사용</b>  (외부에서 유래한) 고품 가축분뇨를 자동으로 적용하기 위해서 제공된 리스트(FERT0806.DAT)에서 비료 번호를 입력한다. 설정된 번호가 없을 경우에 본 모델은 비료 번호 68을 초기값으로 사용한다. 이러한 기능을 지금 당장 사용할 계획이 없더라도 선택된 비료 번호가 사용중인 비료 리스트상의 정확한 번호와 일치하도록 번호를 설정하는 것이 바람직하다.</p> <p>주:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>하위영역 파일의 FNP5와 IFA는 반드시 설정되어야 한다.</li> <li>Control 표의 MNUL는 반드시 설정되어야 한다.</li> </ol>

LINE 9: 형식 : 자유형식, 그림 2.6 참조

필드	변수	내용
1	BIR	<p><b>자동 관개를 작동시키는 수분 스트레스 인자</b>  자동 관개를 작동시키기 위해서는 수분 스트레스 인자를 다음과 같이 설정한다.</p> <p>0 수동 관개  0-1.0 작물의 수분 스트레스 인자. (1-BIR)은 관개없이 수분 스트레스가 허용되는 최대 토양 수분  1.0 수분 스트레스를 허용하지 않음  &lt;0.0 근권 내 작물 유효 수분의 부족분(단위는 mm이며 반드시 음수)  &gt;1.0 표토 200 mm 부분의 토양 수분 장력(단위는 kPa이며 절대값)  -1000 수동 관개만 할 정도로 높은 수분 부족 상태를 설정. 자동 관개는 끄는 것이 효율적</p> <p>주:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>BIR이 한 개 이상의 작물이 윤작중인 작물 시스템과 함께 설정되어 사용될 때, BIR는 윤작 중인 모든 작물에 적용된다. 작물의 수분 스트레스(0-1)가 아닌 다른 요인에 기반한 BIR을 사용할 때는 토양 수분 결핍 또는 토양 수분 장력이 BIR에 다다를 경우 생장 시기가 아닐 때 관개가 사용된다는 점을 유의해야 한다. 이는 생장기에 관개에 이용 가능한 수분의 양을 감소시킬 것이다.</li> </ol>

필드	변수	내용
2	EFI	<b>관개수에 대한 유거수 비율</b> 관개수에 대한 유출수 비율은 유거수로 소실되는 각 관개의 일부분을 규정한다. 유출수에 의해 소실되는 용해성 양분 소실이 해당된다. 경사의 변화가 유출수량에 변동적으로 영향을 미치지 않는다. 따라서 경사 변화에 따라 EFI를 설정하여야 한다. IRR이 0일 경우(건조지) 0으로 설정한다. (범위: 0~1)
3	VIMX	<b>최대 연간 관개량</b> 이는 각 해에 허용된 최대 관개량을 의미한다. 여러 작물이 한 해에 생장하고 있을 경우 첫 번째 작물이 필요한 수분이 필요한 만큼 공급되고 나머지 수분은 다음 작물이 필요한 만큼 사용된다. VIMX에 의해 할당된 모든 수분이 첫 번째 작물에 모두 사용되었을 경우에 두 번째 작물에는 관개가 적용되지 않는다. 또한 이는 수동 관개에도 적용된다. 적용된 관개량이 VIMX와 동일할 경우 자동 또는 수동 방식 여부와 상관없이 추가 관개는 적용되지 않는다.
4	ARMN	<b>최소 1회 관개량</b> 이는 각 자동 관개 시에 허용되는 최소 관개량을 말한다(mm).
5	ARMX	<b>최대 1회 사용량</b> 이는 각각의 자동 관개 시에 허용되는 최대 관개량(mm)으로 엄격한 자동 관개를 선택할 경우 적용되는 양을 말한다.
6	BFT	<b>자동 시비 과정을 작동시킬 N 스트레스 인자</b> 자동 시비 시작 기능은 관개에서 BIR가 하는 것과 비슷한 기능을 수행한다. 작물의 질소 스트레스 수준이 BFT에 도달하면 질소 비료는 자동으로 적용된다. 만약 이 값이 0보다 크면 IDFT는 비료 숫자가 되어야 한다. 0.00 수동 비료 0-1 허용된 N 스트레스 비율. (1-BFT)는 작물 허용 질소 스트레스의 비율과 동일하다. 1.00 N 스트레스 없음. 필요할 경우 자동 시비 과정 >1 BFT가 1보다 크다면 자동 비료가 작동했을 때 BFT는 토양 내 ppm(g/t) N이다.
7	FNP4	<b>자동 비료 시용률 (N)</b> 자동 시판비료 시용(N 스트레스를 낮추기 위해 필요한 만큼 적용된 비료량)의 가변률; 자동 시판비료 시용의 고정률(N 스트레스에 도달할 때마다 적용되는 비료 설정량). 이 매개변수의 단위는 kg/ha이다.  주: 1. BFT는 반드시 설정되어야 한다. 2. 이 변수가 작동하려면 IDF4는 0일 될 수 없다.

필드	변수	내용
8	FMX	<p><b>사용된 연간 N 비료</b>  해마다 사용 가능한 질소 비료의 최대량(kg/ha). 1년에 1개 이상의 작물이 성장하고 있을 때 질소는 규정된 대로 첫 번째 작물에 사용될 것이다. 질소 비료는 최대 연간 값까지 연속적인 작물에 적용된다. 연속 값이 축적된 이후에는 더 이상 비료가 적용되지 않는다. 이 변수는 작물 당 설정이 가능한 영농 스케줄에서 무시될 수 있다. 작물 당 최대 연간 사용량을 설정하기 위한 자세한 정보는 섹션 2.6을 참조하도록 한다.</p> <p>주:  이 변수가 하위영역 파일 또는 영농 스케줄 중 하나에 설정되어 있고 수동 시비 작업이 적용될 경우에는 본 모델은 이 최대값을 수동 시비 과정에 명시된 양과 관계없이 이 최대값만을 적용하게 된다.</p>
9	DRT	<p><b>배수 시스템이 작물의 스트레스를 없애는데 걸리는 시간 (일 단위)</b>  인공 배수 시스템은 매우 효율적이거나 신속하게 지하수위를 감소시키거나 수위가 통기 스트레스를 충분히 제거하는데 수 일이 걸릴 수 있다. DRT는 배수 시스템이 스트레스를 제거하는데 걸리는 시간을 의미한다. 이러한 경우 시간은 일 단위로 측정된다. 배수를 고려하지 않을 경우 0을 입력한다. (범위: 0~365)</p>
10	FDSF	<p><b>제방 고랑의 안전 인자</b>  저류에 이용 가능한 고랑 제방 용적의 일부분으로 FDSF는 물이 제방을 넘치기 전에 제방에 저장 가능한 물의 양을 말한다. 이 변수는 제방 고랑 용적의 불확실성을 설명하는데 사용된다. 이 용적은 줄의 높이, 줄 간격(줄 폭), 고랑 길이, 고랑 높이를 통해 계산된다. 이러한 값이 불확실할 경우 FDSF를 낮은 숫자로 설정하는 것이 바람직한다. 이는 고랑 설계의 확실성이 그다지 높지 않음을 나타낸다. 이는 제방이 훨씬 빨리 넘치게 만들고 이는 유거수 및 침식에 영향을 미친다. 제방 설계의 확실성이 클 경우 FDSF는 0.9 이상의 숫자로 설정 가능하며 이는 유출 및 침식 뿐만 아니라 제방 범람을 감소시킨다. (범위: 0~1)</p>

필드	변수	내용																								
LINE 10: 형식 : 자유형식, 그림 2.6 참조																										
1	PEC	<p><b>침식 제어 실행 인자</b>  침식-제어-실행 인자의 범위는 보전수단(conservation practice)의 효과에 따라 대개 0.1~0.9이다. 경사가 없는 필드의 경우 초기값은 1.0이다. 그러나 수식을 완전하게 제거하기 위해서 PEC는 0.0으로 설정될 수 있다. 이것이 완료되었을 때 매년 말에 초기 상태로 다시 재설정되기 때문에 토양 단면은 상대적으로 정적인 상태를 유지한다. 이 기능은 주어진 토양 단면에 매우 유용하다. (PEC=10.)인 다른 측면에서 침식률은 장기적인 시뮬레이션 효율을 향상시키기 위해 10배 증가한다. 이는 최대 1,000년간 토양 특성에 대한 물에 의한 침식의 영향력을 예측하는데 많은 시간을 절약해 준다. 확실히 1,000년이라는 기간은 PEC=10을 사용하는 100년 단위 시뮬레이션을 통해 근사치를 낼 수 있다. (범위: 0~10)</p> <p><b>표 2.4: Contouring에 대한 P값 및 경사 길이 한계치</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>농경지 경사 (%)</th> <th>P 값</th> <th>최대 길이 (feet)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 ~ 2</td> <td>0.60</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>3 ~ 4</td> <td>0.50</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>6 ~ 8</td> <td>0.50</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>9 ~ 12</td> <td>0.60</td> <td>230</td> </tr> <tr> <td>13 ~ 16</td> <td>0.70</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>17 ~ 20</td> <td>0.80</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>21 ~ 25</td> <td>0.90</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table> <p>적절한 PEC 값의 설정은 침식량 예측 결과를 향상시킬 수 있다.</p> <p>주:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 작물 파종 이후 잔사 피복이 50%를 정기적으로 초과할 때, 최대 길이는 25% 증가할 수 있다.</li> </ol>	농경지 경사 (%)	P 값	최대 길이 (feet)	1 ~ 2	0.60	400	3 ~ 4	0.50	300	6 ~ 8	0.50	200	9 ~ 12	0.60	230	13 ~ 16	0.70	80	17 ~ 20	0.80	60	21 ~ 25	0.90	50
농경지 경사 (%)	P 값	최대 길이 (feet)																								
1 ~ 2	0.60	400																								
3 ~ 4	0.50	300																								
6 ~ 8	0.50	200																								
9 ~ 12	0.60	230																								
13 ~ 16	0.70	80																								
17 ~ 20	0.80	60																								
21 ~ 25	0.90	50																								
2	DALG	<p><b>집수조의 영향을 받는 하위영역 부분</b>  IRR=4일 때만 필요하다. (범위: 0~1)</p>																								
3	VLGN	<p><b>집수조 용적비</b>  최대 집수조 용적에 대한 정상적인 집수조 용적 비율. (정상 집수조 용적/최대 집수조 용적)(비율). (범위: 0~1).  IRR=4 때만 필요하다.</p>																								

필드	변수	내용
3	VLGN cont.	주: 1. 집수조가 통제하는 하위영역의 비율이 0이면 VLGN는 반드시 0이어야 한다.
4	COWW	<b>세척수(wash water)의 집수조 투입량</b> IRR=4 이고 소유자가 최소 한 마리 이상의 가축을 가지고 있을 때만 필요하다(평균값은 0.15이다). (범위: 0~1)  주: 1. 집수조의 영향을 받는 하위영역의 비율(DALG)이 0 일 때 COWW는 반드시 0(m <sup>3</sup> /동물 단위/일)이어야 한다.
5	DDLG	<b>집수조 조류가 최대값에서 정상값으로 감소하는 시간</b> IRR=4 때만 필요하다. (범위: 0~365)  주: 1. 집수조의 영향을 받는 하위영역의 비율(DALG)이 0 일 때 DDLG는 반드시 0이 되어야 한다. (일 단위)
6	SOLQ	<b>축사 하위영역에서 생산된 총 가축분뇨에 대한 액체 가축분뇨의 비율</b> 액체 상태로 집수조로 들어가는 생산된 총 가축분뇨의 비율. IRR=4일 때만 필요하다. (범위: 0~1)  주: 1. 집수조의 영향을 받는 하위 역의 비율(DALG)이 0 일 때 SOLQ는 반드시 0이 되어야 한다.
7	SFLG	<b>집수조 설계 관련 안전 인자</b> 이 숫자는 소수점으로 표현된다. IRR=4일 경우에만 필요하다. VLG가 집수조의 용적과 같고 VLG0이 초기 집수조의 용적일 경우 VLG=VLG0/(1-SFLG)이다. (범위: 0~1)
8	FNP2	<b>축사에 비축되는 자동 고체 가축분뇨 적용률</b> 축사가 IAPL에 할당되고 IDF2>0일 경우 고체 폐기물 영역에서 사용된다. (kg/ha 단위)
9	FNP5	<b>자동 가축분뇨 시용량</b> IDF5>0일 경우에만 활성화된다. 이 기능은 가축분뇨가 kg/ha 단위로 필요한 만큼 살포된다. 시용된 가축분뇨는 외부 공급원에서 올 수도 있다. (volume 단위)
10	FIRG	<b>자동 관개 용량 조절 인자</b> 이 조절 인자는 토양 단면이 포장 용수량 비율까지 채워질 수 있도록 허용한다. FIRG는 set>1로 설정되어 관개의 과다 사용을 허용한다.

필드	변수	내용
LINE 11: 형식 : 자유형식, 그림 2.6 참조		
1	NY(1)	<p><b>해당 작물의 방목 대상 가축 (열 1-4)</b>  해당 하위영역에서 사용되는 가축 무리가 없을 경우 없음(0)을 선택하거나 이 영역에서 먹이 공급 대상인 가축 무리 번호(장소 파일의 NCOW)를 선택하도록 한다. 가축 무리가 선택되었을 경우에 목초에서 방목 하한치(control table의 GZLM 또는 하위영역 파일의 XTP)를 설정한다. (범위: 0~10)</p> <p>주:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. NY는 해당 작물의 방목 대상 가축을 대상으로 순서대로 설정되어야 한다.</li> <li>2. 운영 예산은 방목이 시작되기 위해서 해당 작물에 대한 '방목 시작' 작업을 반드시 포함해야 한다. 소유주가 가축이 없을 경우(Owner 표), NY 및 XTP 필드는 설정할 수 없다.</li> <li>3. Min Fraction of Day(FFED)가 1로 설정되어 있을 경우(HERB 파일) 해당 가축 무리는 선택 리스트에 나타나지 않는다.</li> </ol>
:	:	:
10	NY(10)	<p><b>해당 작물의 방목 대상 가축 (열 37-40)</b>  이 하위영역에서 가축이 사용되지 않을 경우 없음(0)을 선택하거나 먹이 공급 대상 가축의 번호를 선택한다(장소 파일의 NCOW). 가축 무리가 선택되면 목초지의 방목 하한치(GZLM)를 선택하도록 한다(범위: 0~10).</p>
LINE 12: 형식 : 자유형식, 그림 2.6 참조		
1	XTP(1)	<p><b>각 가축 무리의 방목 허용치 (열 1-8)</b>  이는 가축 방목을 위해 반드시 존재해야 하는 작물 최소량(t/ha)을 말한다. 가축이 이 허용치 이하까지 풀을 뜯어 먹었을 경우 방목은 중단되고 가축은 보조 사료를 먹게 된다. XTP가 하위영역 파일에 설정되어 있지 않은 경우 control table의 방목 허용치(GZLM)가 사용된다.</p>
:	:	:
10	XTP(10)	<p><b>각 가축 무리의 방목 허용치 (열 73-80)</b>  가축 방목을 위해 반드시 존재해야 하는 작물 최소량(t/ha)을 말한다. 가축이 이 허용치 이하까지 풀을 뜯어 먹었을 경우 방목은 중단되고 가축은 보조 사료를 먹게 된다.</p>

구역 내 각 하위영역에 대해 라인 1에서 12까지는 반복된다.

[그림 2.6]: Subarea(\*.SUB) 파일 스크린 예시

The screenshot shows a text editor window titled 'TextPad - [C:\WinAPEK\apexprog\WINAPEK\SUB]'. The main content is a data file with headers and numerical values. The headers include '1/27/2011 1:38:34 PM A2', 'Salinas05262010', and '200'. The data is organized into columns, with some values being zero and others representing specific measurements or calculations. The editor interface includes a menu bar (File, Edit, Search, View, Tools, Macros, Configure, Window, Help) and a toolbar with various icons. A vertical pane on the left shows 'ANSI Characters' and a list of characters from 33 to 50.

Line	Header	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4	Col 5	Col 6	Col 7	Col 8	Col 9	Col 10	Col 11	Col 12
2	1	0	0	17.96	-55.25	0.00	0.010	63.246	0.170	0.000	0.000	0.000	0.000
3	200	1	0	0	0	0	0.000	0.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	1	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	11	1	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	1	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
18	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
22	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
23	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
25	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
26	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
27	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
28	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
29	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
31	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
32	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
33	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
34	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
35	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
36	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
37	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
38	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
39	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
41	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
42	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
43	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
44	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
45	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
46	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
47	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
48	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
49	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

## 2.6 The APEX SUBAREA LIST FILE (*SUBA\*\*\*\*.DAT*)

APEX Subarea 파일은 섹션 2.5에서 설명된 양식에 따라 기존에 생성된 모든 하위영역 파일의 리스트를 제시하며 구동에 사용된다. 하위 리스트는 APEXRUN.DAT 파일에 모든 하위영역 파일이 번호로 매겨져 있다. 이 파일은 자유 형식으로 되어 있으며 SUBACOM.DAT file의 예시는 그림 2.7에 나타나 있다. Subarea 리스트 파일은 사용자가 정할 수 있지만 APEXFILE.DAT file 내에서 확인되어야 한다.

[그림 2.7]: SUBACOM.DAT 파일 스크린 예시

```
1 TORELL02.SUB
2 GAISER.SUB
3 CHINAO.SUB
4 TORELLVB.SUB
5 TXAN0101.SUB
6 TXAN0102.SUB
7 TXAN0103.SUB
8 TXAN0104.SUB
9 JOAO.SUB
10 JOAO1.SUB
11 ZIYANO.SUB
12 ZIYANO1.SUB
13 ZIYANO2.SUB
14 WAT7.SUB
15 ANSAT79.SUB
16 ZFO.SUB
17 WAT2NO.SUB
18 WAT2NO1.SUB
19 WIMADISO.SUB
20 TORELLEX.SUB
21 PLAYA1.SUB
22 ANSAI.SUB
23 LUBACUF1.SUB
24 LUBACUF2.SUB
25 PLAYA.SUB
26 IA050219.SUB
27 TOSEMN.SUB
28 TOX106.SUB
29 FEEDYARD.SUB
30 FEEDYAR1.SUB
31 TORELL.SUB
32 HYNOTEST.SUB
33 ABBRETON.SUB
34 ABBRETTM.SUB
35 FREDERIC.SUB
36 ROCK11.SUB
37 AML_CROP.SUB
38 NUBREMER.SUB
39 TORELLCF.SUB
40 TORELLFS.SUB
41 00020000.SUB
42 OW_1A.SUB
43 CLARIND1.SUB
44 SA1.SUB
45 TORIESVB.SUB
46 TREYNOR2.SUB
47 KLDAL2.SUB
51 TXAL.T01.SUB
52 TXAL.T02.SUB
53 TXAL.T03.SUB
54 TXAL.T04.SUB
55 TXAL.T05.SUB
```



## 2.7 The SOIL FILES (*FILENAME.SOL*)

각 토양에 대한 데이터는 별개의 토양 파일인 *filename.sol*로 유지된다. *SOIL0806.DAT*(또는 사용자가 선택한 이름)에서 리스트화된 농경지는 해당 하위영역 파일 내 변수 INPS와 일치해야 한다. 토양 리스트는 “UTIL SOILLIST” 명령어를 통해 편집 가능하다.

*filename.sol*은 다음과 같은 데이터 요소를 포함한다.

<b>LINE 1:</b> 형식 : 20개의 영문자 <b>토양 유형에 대한 일반적인 설명</b>		
<b>LINE 2:</b> 형식 : 10개 필드(fields), 필드 당 8개의 열 (소수 둘째 자리까지 포함) (부동형)		
필드	변수	내용
1	SALB	<b>토양 알베도(albedo).</b> (열 1-8) (범위: 0~1) 토양이 반사하는 태양 복사와 입사량의 비율로 대개 소수로 표시된다. 알베도 값은 토양이 포장 용수량에 근접할 때의 값이어야 한다.
2	HSG	<b>수문학적 토양군 (1=A, 2=B, 3=C, 4=D).</b> (열 9-16) (범위: 1~4) 미국 자연자원 보전국(NRCS)은 토양을 침투 특성에 따라 4가지 수문학적 그룹으로 분류한다. NRCS Soil Survey Staff(1996)는 수문학적 그룹을 유사한 호우 및 피복 조건에서 유사한 유출 가능성을 보이는 토양 집단으로 규정한다. 유출 가능성에 영향을 주는 토양 특성은 긴 습윤 과정을 거치고 동결되지 않을 상태에서 피복되지 않은 토양의 최소 침투율에 영향을 주는 것들이다. 이러한 특성들은 계절적으로 높은 지하수면, 포화 수리 전도도, 매우 느린 침투층까지의 깊이이다. 다른 등급에 대한 설명은 다음과 같다.  A 완전한 습윤 상태에 있을 때 높은 침투 비율을 보이며 깊고 배수 상태가 양호한 상태를 가진 주로 모래 또는 자갈로 구성된 토양이다(낮은 유출 가능성). B 완전히 습윤 되었을 때 중간 정도의 침투율을 보이며 중간 정도의 깊고 양호한 배수 상태를 보이며 중간 정도의 미세한 수준에서 조립질의 토성을 가지는 토양이다. 이 토양은 중간 정도의 수분 전달율을 가진다.

필드	변수	내용																																												
2	HSG cont.	<p>C 완전히 습윤 되었을 때 느린 침투율을 가진 토양으로 주로 수분이 아래쪽으로 이동하는 것을 방해하는 층이 있으며 토성은 세립질에 가깝거나 세립질이며 침투율은 느리다. 이 토양은 느린 수분 전달률을 가진다(높은 유출 가능성).</p> <p>D 완전히 습윤 되었을 때 매우 느린 침투율을 보이는 토양으로 주로 높은 팽창 가능성을 보이는 식질 토양이다. 높은 영구 지하수면을 포함한 토양, 표면 부근에 점토 반층 또는 점토층을 가진 토양, 거의 불투수성인 재료 위의 토심이 얇은 토양이다. 이 토양은 매우 느린 수분 전달율을 보인다.</p> <p>표 2.5는 USDA Soil Survey에서 토양은 수문학적 그룹으로 분류하는데 사용된 지침을 간략하게 보여준다.</p> <p><b>표 2.5: Hydrologic Group Rating Criteria</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Criteria*</th> <th colspan="4">Hydrologic Soil Groups</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>최종 고정 침투율(mm/hr)</td> <td>7.6-11.4</td> <td>3.8-7.6</td> <td>1.3-3.8</td> <td>0-1.3</td> </tr> <tr> <td>평균 투수: 표층(mm/hr)</td> <td>&gt;254.0</td> <td>84.0-254.0</td> <td>8.4-84.0</td> <td>&lt;8.4</td> </tr> <tr> <td>평균 투수: 표층 1.0m 깊이의 가장 제약하는 층(mm/hr)</td> <td>&gt;254.0</td> <td>84.0-254.0</td> <td>8.4-84.0</td> <td>&lt;8.4</td> </tr> <tr> <td>수축-팽창 잠재성: 가장 제약하는 층**</td> <td>Low</td> <td>Low</td> <td>Moderate</td> <td>High, Very high</td> </tr> <tr> <td>모암 또는 cemented pan 까지의 깊이(mm)</td> <td>&gt;1016</td> <td>&gt;508</td> <td>&gt;508</td> <td>&lt;508</td> </tr> <tr> <td>이중 수문학 그룹</td> <td>A/D</td> <td>B/D</td> <td>C/D</td> <td></td> </tr> <tr> <td>지하수면까지의 평균 깊이(m)</td> <td>&lt;0.61</td> <td>&lt;0.61</td> <td>&lt;0.61</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>* 본 평가기준은 가이드라인일 뿐이다. 이는 최고 침투성은 최상위 50 cm 내에서 발생한다는 이론에 기반한 것이다. 최고 침투성이 깊이 50~100 cm 사이에서 발생할 경우 수문학적 토양 그룹은 한 그룹씩 증가한다. 예를 들어, C에서 B로 증가하는 것이다. 최소 침투성이 깊이 100 cm 이하에서 발생할 경우 앞서 말한 법칙대로 수문학적 토양 그룹은 100 cm 이상의 침투성에 기반하게 된다.</p> <p>** 토양 단면에 할당된 수축-팽창 잠재성은 다음과 같은 지침에 따른다.</p> <p>하: 표면에서 최소 50 cm 두께의 표면에서 100 cm 이내에 진흙 층위를 포함하지 않는 모래, 사양토, 양토 또는 미사질 양토 층위를 포함한 모든 토양.</p> <p>중: 지표면에서 50 cm 이내에 점토/양질토 층위를 포함하는 모든 토양 또는 표면 아래 50에서 100 cm로부터의 점토질 층위를 포함한 토양.</p> <p>상: 표면으로부터 50 cm 이내에 점토질 층위를 가진 모든 토양. 고령토 점토가 지배적인 경우, 수축-팽창 잠재성을 한 단계 낮추도록 한다.</p>	Criteria*	Hydrologic Soil Groups				A	B	C	D	최종 고정 침투율(mm/hr)	7.6-11.4	3.8-7.6	1.3-3.8	0-1.3	평균 투수: 표층(mm/hr)	>254.0	84.0-254.0	8.4-84.0	<8.4	평균 투수: 표층 1.0m 깊이의 가장 제약하는 층(mm/hr)	>254.0	84.0-254.0	8.4-84.0	<8.4	수축-팽창 잠재성: 가장 제약하는 층**	Low	Low	Moderate	High, Very high	모암 또는 cemented pan 까지의 깊이(mm)	>1016	>508	>508	<508	이중 수문학 그룹	A/D	B/D	C/D		지하수면까지의 평균 깊이(m)	<0.61	<0.61	<0.61	
Criteria*	Hydrologic Soil Groups																																													
	A	B	C	D																																										
최종 고정 침투율(mm/hr)	7.6-11.4	3.8-7.6	1.3-3.8	0-1.3																																										
평균 투수: 표층(mm/hr)	>254.0	84.0-254.0	8.4-84.0	<8.4																																										
평균 투수: 표층 1.0m 깊이의 가장 제약하는 층(mm/hr)	>254.0	84.0-254.0	8.4-84.0	<8.4																																										
수축-팽창 잠재성: 가장 제약하는 층**	Low	Low	Moderate	High, Very high																																										
모암 또는 cemented pan 까지의 깊이(mm)	>1016	>508	>508	<508																																										
이중 수문학 그룹	A/D	B/D	C/D																																											
지하수면까지의 평균 깊이(m)	<0.61	<0.61	<0.61																																											

필드	변수	내용
3	FFC	초기 토양 수분 함량 (열 17-24) (범위: 0~1) 포장 용수량에 대한 비율로 초기 토양 수분의 함량. 모를 경우에는 0을 설정한다.
4	WTMN	지하수위까지의 최소 깊이 (열 25-32) (범위: 0~100) 지하수위가 최고 높은 수준일 때 토양 표면에서 지하수위까지의 깊이(m)를 말한다. 그림 2.11(a)를 참조  주: 1. 이 깊이가 6 ft(1.8 m) 이상일 경우 본 모델의 결과에 미치는 영향은 최소화이다. 깊이가 0으로 설정된 상태에서 본 모델은 모든 영향력을 제거할 정도로 깊은 깊이를 설정하게 된다. 모를 경우에는 0으로 설정한다. 2. 지하수위내 변동은 강우 및 ET 간의 함수이다. 30일간의 선행 강우량에서 30일간의 선행 PET를 제한값과 30일간의 선행 PET의 비율이 0 이하이면, 지하수위는 하강한다. 이 비율이 0보다 더 클 경우에 지하수위는 상승한다.
5	WTMX	지하수위까지의 최대 깊이 (열 33-40) (범위: 0~100) 이는 지하수위가 가장 낮은 단계에 있을 때, 토양 표면에서 지하수위까지의 깊이(m)이다. 모를 경우에는 0으로 설정한다. 그림 2.11(c)를 참조
6	WTBL	지하수위까지의 초기 깊이 (열 41-48) (범위: 0~100) 본 모델이 시뮬레이션을 시작했을 때 현재의 토양 표면에서부터 지하수위까지의 깊이(m)이다. 시뮬레이션 전체 기간 동안 지하수위는 위아래로 변하게 된다. 그림 2.11(b)를 참조  주: 1. 이 깊이는 반드시 지하수면까지의 최소 깊이와 같거나 그 이하이어야 하고(WTMN), 지하수면까지의 최대 깊이보다 크거나 같아야 한다(WTMX).  해당 필드가 토양 표면 근처에 지하수면을 포함하고 있을 때 마지막 세 매개변수는 매우 중요하다. 초기 설정은 지하수면이 작물 성장에 영향을 미치지 않을 정도 깊게 있다고 가정하지만 지하수면이 토양 표면에서 몇 피트 내에 있을 때 여분의 물이 공급될 수 있고, 이는 보통 본 모델에서 설명되지 않는다.

필드	변수	내용
그림 2.11: 지하수위까지의 깊이 예시		
		<p><b>그림(a)</b> 지하수면 최소 깊이</p> <p><b>그림(b)</b> 지하수면 초기 깊이</p> <p><b>그림(c)</b> 지하수면 최대 깊이</p>
필드	변수	내용
7	GWST	지하수 저류량 (열 49-56) (범위: 0~200) 이는 시뮬레이션 초기에 이용 가능한 지하수 저류량 (mm)이다. 모를 경우에는 0으로 설정한다.
8	GWMX	최대 지하수 저류량 (열 57-64) (범위: 10~500) 최대 지하수 저류량(mm)이다. 모를 경우에는 0으로 설정한다.
9	RFTT	지하수 체류 시간(일 단위) (열 65-72) (범위: 1~365) 모를 경우 0을 설정한다.
10	RFPK	복귀류/(복귀류+깊은 삼투) (열 73-80) (범위: 0.01~0.99) 모를 경우에는 공백으로 둔다.
<b>LINE 3:</b> 형식 : 8개 필드(fields), 필드 당 8개의 열 (소수 둘째 자리까지 포함) (부동형)		
1	TSLA	분할에 따른 최대 토양층의 수 (열 1-8) (범위: 3~10) 초기 토양 단면을 분할한 후 본 모델이 시뮬레이션하게 될 최대 토양층 수를 설정한다. 초기 토양층을 더 얇은 층으로 분할하여 수분, 양분 및 뿌리가 한 층에서 다음 층으로 더욱 정확하게 움직일 수 있게 한다. 작물의 뿌리가 한 층으로 침투할 때에 본 모델은 이들이 해당 층의 양분 및 수분 저장고에 완전하게 접근할 수 있다고 가정한다. 해당 층이 두꺼우면 실제로 이용 가능한 것 보다 더 큰 양분 및 수분 저장고에 작물이 접근할 수 있도록 한다.

필드	변수	내용
1	TSLA cont.	최대 토양층 수(TSLA)의 범위는 3~10까지 이다. TSLA 이하 층이 입력되었을 경우 본 모델은 적당한 번호를 얻기 위해 토양층을 분할하게 된다. 토양층은 토양 표면에서부터 아래쪽으로 반으로 분할된다. 초기 본 모델은 ZTK보다 두께가 큰 층을 분할한다. 이 값을 0으로 설정하면 초기에 분할이 일어나지 않게 된다. 자세한 정보는 ZQT, ZF 및 ZTK를 참조하도록 한다.
2	XIDS	<b>토양 풍화 코드 (열 9-16) (범위: 0~4)</b> 토양 풍화 인자는 인 흡착 비율을 예측하는데 필요한 정보를 제공하기 위해 사용된다. 풍화 정보를 이용할 수 없을 경우나 토양이 CaCO <sub>3</sub> 을 포함하고 있을 경우에는 XIDS는 0으로 남겨둔다. 0 풍화 정보가 없는 석회질 및 비석회질 토양 1 비CaCO <sub>3</sub> 약간의 풍화 2 비CaCO <sub>3</sub> 적당한 수준의 풍화 3 비CaCO <sub>3</sub> 높은 수준의 풍화 4 입력된 인 흡착 비율(PSP) 또는 활성+안정한 광물 P (kg/ha)
3	RTN1	<b>시뮬레이션 시작 시 경작년수 (열 17-24) (범위: 0~300)</b> 본 매개변수는 질소 및 탄소를 수동적이고 또는 분해가 느린 부식토 저장고로 분할하는데 영향을 미친다. 시뮬레이션을 시작하기 전 경작년수는 광물화가 가능한 유기 N 저장고 분할을 예측하는데 사용된다. 광물화는 최근 잔디밭이었던 토양에서 더욱 빨리 일어난다. 또한 해당 필드의 경작년수를 증가시키면 수동형 저장고 내 C 및 N의 양도 증가하게 된다. 이는 탄소 및 질소를 이용할 수 있게 될 때까지 더 많은 시간이 걸릴 것이라는 것을 의미한다.
4	XIDK	<b>토양 Grouping (열 25-32) (범위: 1~3)</b> 1 카올리나이트군; 카올린 광물(1:1형) 비팽창형 점토 광물 2 혼합 토양군. 3 스멕타이트계(smectitic) 토양군; 몬모릴로나이트 등으로 2:1형 팽창형 점토광물
5	ZQT	<b>최대층의 최소 두께 (열 33-40) (범위: 0.01~0.25)</b> 본 모델은 ZQT(분할 시 사용자가 지정한 최소 두께, m)보다 더 큰 두께를 가진 첫 번째 층을 분할한다. 토양층이 침식되고 시스템에서 상실되면 토양층의 수가 TSLLA와 동일해질 때까지 토양층 분할은 계속된다.

필드	변수	내용
5	ZQT cont.	이러한 분할 과정은 시뮬레이션이 이루어지는 기간 동안 토양층 근처에서 더 얇은 층을 생산하게 된다. 대부분의 활동(경작, 뿌리 성장, 미생물 활동, 강우/유출수 상호작용 등)은 토양 표면 근처에서 발생하는 경향이 있기 때문에 얇은 층을 사용하는 것이 바람직하다. 가장 두꺼운 토양층이 ZQT에 도달했을 때, 더 이상 분할이 일어나지 않는다. 대신에 토양층의 수는 2개의 층만이 남을 때까지 감소하게 된다. 이때, 시뮬레이션은 정지하게 되며 사용자가 지정한 최소 토양-단면 두께(ZF)에 도달했을 때 역시 시뮬레이션은 중단된다. ZQT와 ZF가 입력되지 않았을 경우에 본 모델은 이들을 0.1 m로 설정한다. 자세한 정보는 TSLA, ZF 및 ZTK를 참조
6	ZF	<b>최소 토양 단면 두께 (열 41-48)</b> (범위: 0.05~0.25) 이는 허용된 토양 단면의 최소 두께이다. 토양 단면이 이 두께까지 침식되었을 경우에는 시뮬레이션이 중단된다. ZF가 입력되지 않았을 경우에 본 모델은 이를 0.1 m로 설정한다. 자세한 정보는 TSLA, ZQT 및 ZTK를 참조
7	ZTK	<b>시뮬레이션 시작 층의 최소 토양층 두께 (열 49-56)</b> (범위: 0.05~0.25) 본 모델은 ZTK(m)보다 두께가 큰 첫 번째 층을 분할한다. 이러한 층이 존재하지 않을 경우에는 가장 두께가 큰 층이 분할되게 된다. 이는 아무리 심도가 낮은 곳이라도 지나치게 두꺼운 층이 존재하지 않도록 하기 위한 것으로 한 번만 시행된다. 자세한 정보는 TSLA, ZQT 및 ZF를 참조
8	FBM	<b>바이오매스 저장고 내 유기 C 비율 (열 57-64)</b> (범위: 0.03~0.05)
9	FHP	<b>수동 저장고 내 유기 C의 비율 (열 65-72)</b> (범위: 0.3~0.7)
10	XCC	<b>.SOT를 통해 자동으로 쓰인 코드(사용자가 입력하지 않음)</b> (열 73-80)
<b>LINE 4부터는 토양층 하나당 한 개의 데이터 열 (최대 10개 토양층)</b> 형식 : 10개 필드(fields), 필드 당 8개의 열을 포함 (부동형)		
LINE 4	Z	<b>토양층 바닥까지의 깊이</b> (범위: 0.01~10) 토양 표면에서 토양층 바닥까지의 깊이(m)

필드	변수	내용
LINE 5	BD	<p><b>습윤 용적 밀도(t/m<sup>3</sup>)</b> (범위: 0.5~2.5)  고체 입자의 질량과 토양의 총 용적간의 비율을 토양의 용적밀도라고 한다. <math>\rho_b=MS/VT</math>. 습윤 용적밀도 측정에 있어 토양 질량은 오븐 건조 중량이며 토양의 총 용적은 토양이 포장 용수량 근처에 있을 때 결정된다. 용적밀도는 1.1~1.9 Mg/m<sup>3</sup> 사이가 되어야 한다.  (참고) 유기물이 많은 토양은 1.1 Mg/m<sup>3</sup> 이하임</p>
LINE 6	UW	<p><b>위조점에서의 토양 수분 함량</b> (범위: 0.01~0.5)  1500 KPa 또는 -15 bar에서의 토양 수분 함량(m/m). 모를 경우에는 0으로 설정한다.</p>
LINE 7	FC	<p><b>포장 용수량에서의 토양 수분 함량</b> (범위: 0.1~0.6)  33 KPa 또는 -1/3 bar에서의 토양 수분 함량(m/m). 모를 경우에는 0으로 설정한다.</p>
LINE 8	SAN	<p><b>모래 함량</b> (범위: 1~99)  토양 내 모래 함량. 입자크기가 2.0~0.05 mm 사이에 있는 모래 입자의 비율</p>
LINE 9	SIL	<p><b>실트 함량</b> (범위: 1~99)  토양 내 실트의 함량. 입자크기가 0.05~0.002 mm 사이인 토양 입자의 비율</p>
LINE 10	WN	<p><b>초기 유기 N 농도</b> (범위: 100~5000)  사용자는 시뮬레이션 시작 시 모든 토양층에 부식질 성분 내 포함된 유기 질소(건조 중량 기준)의 농도를 규정할 수 있다. 사용자가 초기 질소 농도를 설정하지 않았을 경우에 APEX는 유기 질소 수준을 초기화하게 된다(g N/Mg or ppm). 모를 경우에는 0으로 설정한다.</p>
LINE 11	PH	<p><b>토양 pH</b> (범위: 3~9)  토양과 함께 평형상태에 있는 수용액의 pH. 이는 보통 증류수, 0.01 M CaCl<sub>2</sub> 또는 1 M KCl와 같은 특정 수용액에 명시된 토양 수용액 비율에 따라 유리, quinhydrone 또는 기타 적합한 전극 등을 사용하여 결정된다.</p>
LINE 12	SMB	<p><b>염기의 합</b> (범위: 0~150)  양이온 교환 집합체내 염기의 합(Ca<sup>++</sup>, K<sup>+</sup>, 등) (cmol/kg). 모를 경우에는 0으로 설정한다.</p>
LINE 13	WOC	<p><b>유기탄소 농도(%)</b> (범위: 0.1~10)</p>

필드	변수	내용
LINE 14	CAC	<b>토양의 탄산칼슘(CaCO<sub>3</sub>) 함량(%)</b> (범위: 0~99) CaCO <sub>3</sub> 복합체는 방해석과 aragonite 형태로 초목회, 뼈와 패각 등에서 발견할 수 있다. CaCO <sub>3</sub> 는 석회질 토양에서 발견되며 토양의 pH를 증가시키기 위한 중화제로 사용되기도 한다. 모를 경우에는 여백으로 둔다.
LINE 15	CEC	<b>양이온 교환용량</b> (범위: 0~150) 토양의 양이온 교환능은 주어진 조건하에서 단위 토양별 음전하를 중화시키기 위해 필요한 양이온을 수량화한 것이다(cmol/kg). 모를 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 16	ROK	<b>자갈 함량</b> (범위: 0~99) 2 mm 이상의 입경을 가진 sample의 비율. 예를 들면 2 mm의 체를 통과하지 못하는 sample의 비율이다. 소수점으로 표시된다.
LINE 17	CNDS	<b>초기 수용성 N 농도</b> (범위: 0.01~500) 사용자는 시뮬레이션 시작 시 모든 토양층의 수용성 질소의 농도(건조 중량 기반)를 규정할 수 있다(g/Mg). 모를 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 18	SSF	<b>초기 수용성 P 농도</b> (범위: 0.01~500) 사용자는 시뮬레이션 시작 시 모든 토양층의 수용성 P 농도(건조 중량 기반)를 규정할 수 있다(g/Mg). 모를 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 19	RSD	<b>작물 잔사</b> (범위: 0~20) 이전 작물의 토양 내/위에 남아있는 바이오매스의 양(t/ha), 모를 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 20	BDD	<b>건조 용적밀도 (오븐 건조)</b> (범위: 0~2.0) 오븐 건조 후 토양의 밀도(t/m <sup>3</sup> ). 모를 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 21	PSP	<b>인 흡착 비율</b> (범위: 0~0.9) 토양 입자 표면에 흡착된 인의 비율. 모를 경우에는 0으로 설정한다. 본 모델은 이 비율을 계산하게 되는데 이 값을 입력하기 위해서는 토양 풍화 코드 XIDS를 4.0으로 설정해야 한다.
LINE 22	SATC	<b>포화 수리전도도</b> (범위: 0.00001~100) 수분이 포화상태에서 토양층을 통과하는 비율. 포화 수리전도도는 토양 수분 유속(유속 밀도)을 수문 경사도(hydraulic gradient)와 결부 시켜 해당 토양에 대한 수분의 이동 용이성을 측정한다. 포화 수리전도도를 모를 경우에는 0으로 둔다. 토양 매트릭스의 수분 유동에 대한 저항성에 상응한다(mm/h).



필드	변수	내용
LINE 23	HCL	수평 수리 전도도 (범위: 0.00001~10) (mm/h). 모를 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 24	WPO	초기 유기 P 농도 (범위: 50~1000) 사용자는 시뮬레이션 시작 시 모든 토양층에서 부식질 물질에 포함된 유기 인 농도(건조 중량 기준)를 지정할 수 있다(g/t). 모를 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 25	EXCK	교환성 나트륨 농도 (범위: 0~200) 염 용액으로 쉽게 대체 가능한 토양 입자의 표면에 존재하는 나트륨의 양(g/t)
LINE 26	ECND	전기전도도 (범위: 0~50) 수분 또는 토양 추출물에 대한 전기 전도도. 보통 수용액의 용해성 염 함량을 예측하기 위해 사용된다(mmho/cm).
LINE 27	STFR	질산염 침출과 상호작용하는 저류량의 비율 (범위: 0.05~1) 모를 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 28	ST	초기 토양 수분 저류량 (범위: 0.001~1) 시뮬레이션 시작 시 초기에 이용 가능한 포장 용수량의 비율
LINE 29	CPRV	수직 균열 또는 관내 유동에 분할된 유동 비율 (범위: 0~0.5) 모를 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 30	CPRH	인 수평 균열 또는 관내 유동에 할당된 유동 비율 (범위: 0~0.5) 모를 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 31	WLS	구조적 낙엽지 (범위: 0~10000) 작물 잔사 및 뿌리에서 발생한 모든 리그닌을 포함하는 두 개의 낙엽지 요소 중 하나. 구조적 낙엽지 요소는 고정 C/N 비율을 가진다(kg/ha). 모를 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 32	WLM	대사성 낙엽지 (범위: 0~10000) 쉽게 분해가능하고 수용성인 유기물로 구성된 2가지 낙엽지 유형 중 하나(kg/ha). 모를 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 33	WLSL	구조적 낙엽지의 리그닌 함량 (범위: 0~10000) 리그닌은 셀룰로스 섬유를 결합하고 작물의 세포벽을 단단하게 하는 복합 고분자이다. 매우 높은 분해 저항력을 가진다(kg/ha). 모를 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 34	WLSC	대조적 낙엽지의 탄소 함량 (범위: 0~10000) 탄소는 작물 내 건물의 원소 조성에 거의 절반을 차지하고 있으며 모든 유기물의 일반적인 구성 요소이다. 또한 이는 CO <sub>2</sub> 형식으로 대기에 존재한다(kg/ha). 모를 경우에는 0으로 설정한다.

필드	변수	내용
LINE 35	WLMC	<b>대사성 낙엽지의 탄소 함량</b> (범위: 0~10000) 자세한 설명은 WLSC와 WLM를 참조한다(kg/ha), 모를 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 36	WLSLC	<b>구조적 낙엽지 리그닌의 탄소 함량</b> (범위: 0~10000) 자세한 설명은 WLSC, WLSL 및 WLS를 참조한다(kg/ha). 모를 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 37	WLSLNC	<b>구조적 낙엽지 리그닌의 질소 함량</b> (범위: 0~10000) 구조적 낙엽지의 리그닌 비율 내 질소의 양. 자세한 설명은 WLSL와 WLS를 참조한다(kg/ha). 모를 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 38	WBMC	<b>바이오매스의 탄소 함량</b> (범위: 0~10000) 살아있는 작물의 탄소 함량(kg/ha). 모를 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 39	WHSC	<b>느린 부식토의 탄소 함량</b> (범위: 0~10000) 느린 부식토는 미생물 및 수동적 부엽토 요소의 중간에 해당하는 비율로 분해하는 토양의 유기 물질에 대한 개념적 요소이다(kg/ha). 모를 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 40	WHPC	<b>수동 부엽토의 탄소 함량</b> (범위: 0~10000) 수동적 부엽토는 오래되거나 안정한 토양 유기물로 구성된 개념적 요소이다(kg/ha). 모를 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 41	WLSN	<b>구조적 낙엽지의 질소 함량</b> (범위: 0~10000) 자세한 설명은 WLS를 참조한다(kg/ha). 모를 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 42	WLMN	<b>대사성 낙엽지의 질소 함량</b> (범위: 0~10000) 자세한 설명은 WLM을 참조한다(kg/ha). 모를 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 43	WBMN	<b>바이오매스의 질소 함량</b> (범위: 0~10000) 살아있는 작물의 질소 함량(kg/ha). 모를 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 44	WHSN	<b>대느린 부식토의 질소 함량</b> (범위: 0-10000) 자세한 설명은 WHSC를 참조한다(kg/ha). 모를 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 45	WHPN	<b>구수동 부식토의 질소 함량</b> (범위: 0~10000) 자세한 설명은 WHPC를 참조한다(kg/ha). 모를 경우에는 0으로 설정한다.

[그림 2.12]: 토양(\*.SOL) 파일 스크린 예시

TextPad - [C:\cpm0320V2\EPIC\Epic.sol]

File Edit Search View Tools Macros Configure Window Help

ALTOGA (LgC) (SIC) Runnumber 1

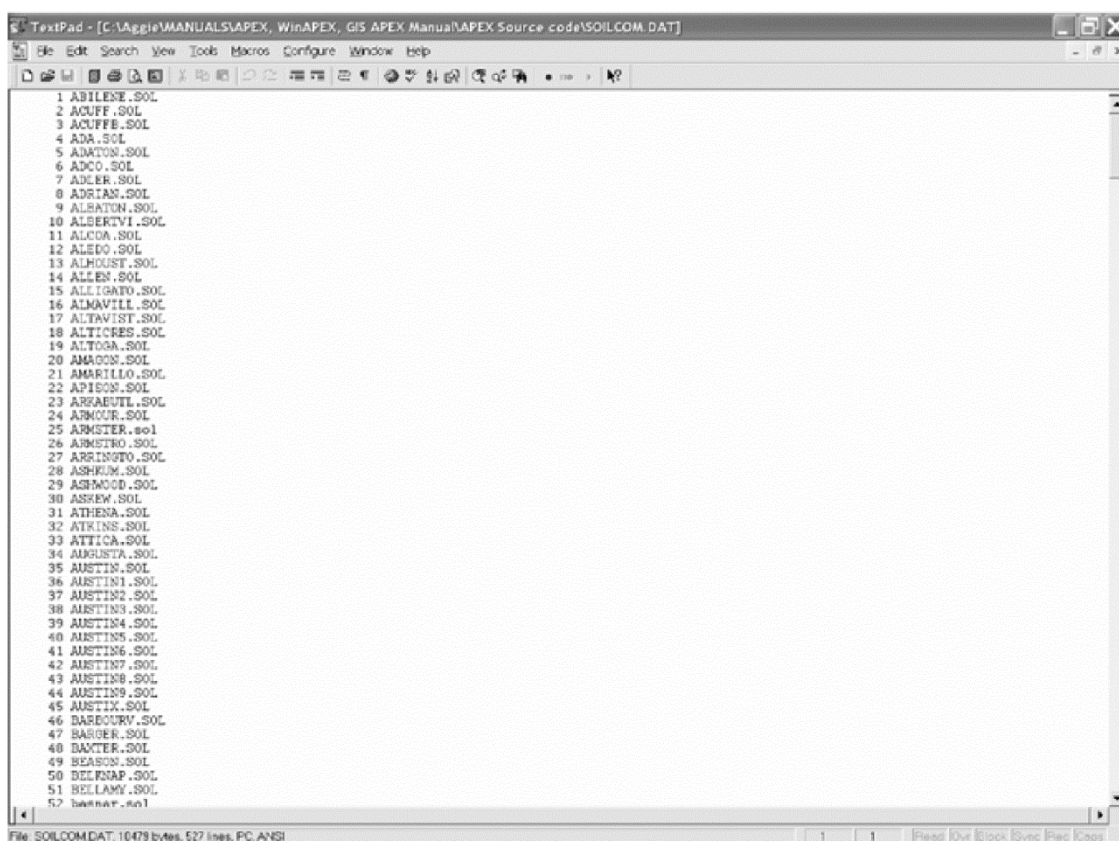
.15	3.	.80	50.00	100.00	75.00	25.00	50.00	.00	.00
10.00	0.	162.	2.	.10	.10	.15	.04	.89	1.00
.01	.06	.14	.23	.34	.46	.57	.69	.98	1.45
1.19	1.18	1.22	1.32	1.41	1.42	1.40	1.40	1.20	1.20
.17	.17	.17	.18	.19	.19	.17	.17	.16	.11
.37	.37	.36	.36	.37	.37	.35	.35	.33	.28
14.82	14.82	14.82	12.49	8.60	8.60	12.30	12.30	10.40	22.20
61.89	61.89	61.89	53.23	60.10	60.10	59.40	59.40	64.20	61.30
1664.00	2006.00	1598.00	990.00	615.00	550.00	407.00	406.00	216.00	108.00
7.07	7.07	7.07	7.07	7.20	7.20	7.30	7.30	7.30	7.40
15.95	15.95	15.95	15.95	24.00	24.00	23.10	23.10	21.80	19.00
1.82	1.99	1.59	.98	.61	.55	.41	.40	.21	.11
.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
17.50	17.50	17.50	20.90	27.50	27.50	25.20	25.20	22.90	19.60
.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
37.03	32.33	57.58	42.32	20.00	15.50	14.77	15.12	64.68	322.03
42.33	25.32	26.70	22.45	16.33	14.83	10.14	5.99	7.88	7.33
.18	.33	.11	.06	.04	.03	.03	.09	.30	.27
1.19	1.18	1.22	1.32	1.41	1.42	1.40	1.40	1.20	1.20
.50	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.50
8.52	8.52	8.52	6.44	5.63	5.63	6.65	6.65	7.66	10.47
.09	.09	.09	.06	.06	.06	.07	.07	.08	.10
20.00	19.67	17.40	16.39	10.23	10.42	19.96	19.59	19.46	10.60
575.50	170.01	105.75	71.91	40.55	31.62	29.46	20.99	36.82	98.46
.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.06
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
-.44	.50	-.92	-.99	1.00	.14	.01	.01	.02	.02
112.00	260.00	92.00	50.00	34.00	25.00	23.00	65.00	195.00	160.00
63.00	66.00	21.00	10.00	7.00	6.00	9.00	28.00	108.00	109.00
3.00	6.00	2.00	1.00	.00	.00	.00	1.00	4.00	3.00
47.00	113.00	39.00	21.00	14.00	10.00	9.00	27.00	82.00	68.00
26.00	27.00	8.00	4.00	3.00	2.00	4.00	12.00	45.00	46.00
1.00	3.00	1.00	.00	.00	.00	.00	.00	2.00	1.00
46.00	110.00	38.00	21.00	14.00	10.00	9.00	26.00	80.00	67.00
51.00	299.00	208.00	113.00	79.00	54.00	46.00	93.00	260.00	179.00
576.00	2622.00	2127.00	968.00	668.00	480.00	528.00	835.00	1166.00	834.00
1427.00	9283.00	13112.00	10473.00	8696.00	8675.00	5650.00	5765.00	5656.00	4823.00
.31	.75	.26	.14	.09	.07	.06	.16	.55	.45
1.69	1.74	.54	.20	.11	.10	.16	.51	1.87	1.91
9.83	75.93	57.44	32.45	23.79	16.31	13.11	28.10	77.63	46.65
36.00	209.00	171.00	77.00	54.00	39.00	45.00	76.00	105.00	76.00
146.00	969.00	1331.00	1057.00	877.00	875.00	568.00	577.00	567.00	483.00

15 | 81 | Feed Out Break Sync Rec Copy

## 2.8 The APEX SOIL LIST FILE (SOIL\*\*\*\*.DAT)

APEX 토양 리스트는 섹션 2.7에서 설명한 형식에 따라 기존에 생성된 모든 토양 파일의 리스트며 모델 구동에 이용된다. Soil 리스트는 APEX Subarea 파일 내 모든 토양 파일의 번호로 표시된다. 이 파일은 자유 형식을 따른다. SOILCOM.DAT 파일의 예는 그림 2.13에 나타나 있다. Soil 리스트 파일의 이름은 사용자가 지정할 수 있지만 APEXFILE.DAT 파일 내에서 확인되어야 한다.

[그림 2.13]: SOILCOM.DAT 파일 스크린 예시



```
TextPad - [C:\Aggie\MANUALS\APEX, WinAPEX, GIS APEX Manual\APEX Source code\SOILCOM.DAT]
File Edit Search View Tools Macros Configure Window Help
1 ABILENE.SOL
2 ACUFF.SOL
3 ACUFFB.SOL
4 ADA.SOL
5 ADATON.SOL
6 ADCO.SOL
7 ADEER.SOL
8 ADRIAN.SOL
9 ALBATO.SOL
10 ALBERTVI.SOL
11 ALCOA.SOL
12 ALEDO.SOL
13 ALHOUT.SOL
14 ALLEN.SOL
15 ALLIGATO.SOL
16 ALMAVILL.SOL
17 ALTAVIST.SOL
18 ALTICRES.SOL
19 ALTOGA.SOL
20 AMACON.SOL
21 AMARILLO.SOL
22 APIESON.SOL
23 ARKAUTL.SOL
24 ARMOUR.SOL
25 ARMSTER.SOL
26 ARMSTRO.SOL
27 ARRINGTO.SOL
28 ASHEUM.SOL
29 ASHMOG.SOL
30 ASHEW.SOL
31 ATHENA.SOL
32 ATKINS.SOL
33 ATTICA.SOL
34 AUGUSTA.SOL
35 AUSTIN.SOL
36 AUSTIN1.SOL
37 AUSTIN2.SOL
38 AUSTIN3.SOL
39 AUSTIN4.SOL
40 AUSTIN5.SOL
41 AUSTIN6.SOL
42 AUSTIN7.SOL
43 AUSTIN8.SOL
44 AUSTIN9.SOL
45 AUSTIX.SOL
46 BARBOURV.SOL
47 BARGER.SOL
48 BAXTER.SOL
49 BEASON.SOL
50 BELKNAP.SOL
51 BELLEME.SOL
52 BETHAN.SOL
```

File: SOILCOM.DAT: 10479 bytes, 527 lines, PC ANSI

## 2.9 The OPERATION SCHEDULE FILES (*FILENAME.OPS*)

일반적으로 *filename.ops* 필드 작업 파일은 다음과 같은 구성으로 이루어진다. (opv1에서 opv7 변수까지는 문맥(예; 작업 행의 유형)에 따라 다른 의미와 변수를 가질 수 있다). *filename.ops* 파일은 OPSC0806.DAT(또는 사용자가 지정한 이름) 내에 리스트화 되어야 한다.

필드	변수	내용
LINE 1: 내용 형식; 20개의 영문자		
LINE 2: 형식 : 20개 필드(fields), 필드 당 4개의 열 (부동형)		
1	LUN	NRCS 토지 사용-수문학적 토양군 표 상의 토지 사용 번호 (열 1-4) (범위: 1~35) 아래 표에서 토지 사용자 번호(Land User Number)라는 이름의 열을 참조한다. 수문학적 토양군과 함께 이 번호는 곡선 지수를 결정하는데 사용된다.

[표 2.6]: 수문학적 토양 피복별 유출 곡선 번호

토지이용	작물 피복/관리	수문학적 상태	수문학적 토양군				토지사용 번호
			A	B	C	D	
휴경	경사 경작	-	77	86	91	94	1
줄뿌림 작물	경사 경작	저조	72	81	88	91	2
	" "	양호	67	78	85	89	3
	등고선	저조	70	79	84	88	4
	" "	양호	65	75	82	86	5
	등고선 & 테라스	저조	66	74	80	82	6
	" "	양호	62	71	78	81	7
소립종	경사 경작	저조	65	76	84	88	8
	" "	양호	63	75	83	87	9
	등고선	저조	63	74	82	85	10
	" "	양호	61	73	81	84	11
	등고선 & 테라스	저조	61	72	79	82	12
	" "	양호	59	70	78	81	13

토지이용	작물 피복/관리	수문학적 상태	수문학적 토양군				토지사용 번호
			A	B	C	D	
콩과작물	경사 경작	저조	66	77	85	89	14
또는	" "	양호	58	72	81	85	15
윤작초지	등고선	저조	64	75	83	85	16
	" "	양호	55	69	78	83	17
	등고선 & 테라스	저조	63	73	80	83	18
	" "	양호	51	67	76	80	19
목초지 또는 방목지							
<50% 토지 피복 또는 높은 방목		저조	68	79	86	89	20
50~75% 토지 피복 & 적당한 방목		양호	49	69	79	84	21
>75% 토지 피복 & 약간의 방목		좋음	39	61	74	80	22
상기 특성 및 등고선 경작		저조	47	67	81	88	23
" "		양호	25	59	75	83	24
" "		좋음	6	35	70	79	25
초지(연속되는 잔디, 방목 없음, 건초를 위한 제초 작업)		좋음	30	58	71	78	26
산림(나무)							
관목 및 덩불(높은 방목 수준) & 정기적인 화염		저조	45	66	77	83	27
화염 없으며 일부 낙엽지를 통한 토양 피복에 의해 방목		양호	36	60	73	79	28
방목 없으며 낙엽지 및 덩불에 의한 토양 피복		좋음	25	55	70	77	29
농장		-	59	74	82	86	30
도로(dirt) <sup>2</sup>		-	72	82	87	89	31
(단단한 표면) <sup>2</sup>		-	74	84	90	92	32
사탕수수			39	61	74	80	33
버뮤다 잔디			49	69	79	84	34
불투수성( 도시)		-	98	98	98	98	35
1 근접 파종 또는 표면 살포 2 통행권 포함		* 출처: National Engineering Handbook (U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service, 1972)					

필드	변수	내용
<p>다음 6개의 변수는 선택사항이다. 그러나 초기 운영 숫자가 TILL.DAT 파일과 정확하게 일치하지 않아 예기치 못한 시뮬레이션 결과를 초래할 수 있기 때문에 이를 설정하는 것이 바람직하다.</p>		
2	IAUI	<p><b>자동 관개 번호 (열 5-8) (범위: 1~∞)</b>  자동 관개가 사용될 경우에 이 작업(TILLCOM.DAT에서 확인)은 관개용수를 적용하는데 사용한다. 지정된 번호가 없을 경우의 초기값은 작업번호 500이다.</p>
3	IAUF	<p><b>자동 시판 비료 번호 (열 9-12) (범위: 1~∞)</b>  자동 시판 비료가 사용될 경우에 이 작업(TILLCOM.DAT 파일에서 확인)은 시판용 무기질 비료를 사용하는데 사용한다. 지정된 값이 없을 경우의 초기값은 작업번호 261이다.</p>
4	IAMF	<p><b>동물 번호별 자동 가축분뇨 퇴적 (열 13-16) (범위: 1~∞)</b>  동물들이 자동으로 가축분뇨를 농경지 또는 축사에 퇴적할 경우에 이 작업(TILLCOM.DAT 파일에서 확인)은 가축분뇨를 적용하는데 사용한다. 지정된 값이 없을 경우 초기값은 작업번호 268이다.</p>
5	ISPF	<p><b>자동 고품 가축분뇨 사용 번호 (열 17-20) (범위: 1~∞)</b>  자동 고품 가축분뇨가 사용될 경우에 이 작업(TILLCOM.DAT 파일에서 확인)은 비축 또는 다른 위치에서 오는 고품 가축분뇨를 적용하기 위해 사용된다. 지정된 값이 없을 경우 초기값은 작업번호 266이다.</p>
6	ILQF	<p><b>자동 액체 가축분뇨 사용 번호 (열 21-24) (범위: 1~∞)</b>  자동 액체 가축분뇨가 사용될 경우에 이 작업(TILLCOM.DAT 파일에서 확인)은 집수조에서 나오는 액체 가축분뇨를 적용하기 위해 사용될 것이다. 지정된 값이 없을 경우의 초기값은 작업번호 265이다.</p>
7	IAUL	<p><b>자동 석회 사용 번호 (열 25-28) (범위: 1~∞)</b>  자동 석회 사용시에 이 작업(TILLCOM.DAT 파일에서 확인)은 석회를 자동으로 적용하는데 사용한다. 지정된 값이 없을 경우 초기값은 작업번호 267이다.</p>

필드	변수	내용
<b>LINES</b> 형식: 각 3개의 열을 포함한 3개의 필드(정수), 각 5개의 열을 포함한 4개의 필드(정수), 각 8개의 열을 포함한 7개의 필드. 소수점 포함 (부동형) (operation당 1라인):		
1	JX (1)	<b>작업 년도 (열 1-3)</b> (범위: 1~100) 작업이 이루어진 해당 년도 1 = 작업이 경작한 첫 번째 해에 이루어질 경우 2 = 작업이 경작한 두 번째 해에 이루어질 경우 (Nth year)
2	JX (2)	<b>작업 달 (열 4-6)</b> (범위: 1~12) 작업이 이루어진 해당 월(1-12월)
3	JX (3)	<b>작업 일 (열 7-9)</b> (범위: 1~31) 작업이 이루어진 해당 일
4	JX (4)	<b>농경지 ID 번호 (열 10-14)</b> (범위: 1~∞) 각 농경지 작업 또는 기구에 주어진 ID 번호를 의미 (TILL0806.DAT)
5	JX (5)	<b>트랙터 ID (열 15-19)</b> (범위: 1~∞) TILL0806.DAT 파일 내 각 트랙터에 주어진 ID 번호
6	JX (6)	<b>작물 ID 번호 (열 20-24)</b> (범위: 1~∞) CROP0806.DAT 리스트에 제시된 각 작물에 주어진 작물 ID 번호
<b>다음 변수는 관련된 작업 유형에 따라 다른 데이터 값을 가질 수 있다.</b>		
7	JX (7)	<b>1 XMTU:</b> 파종기부터 생장기까지의 시간(년) (파종기의 나무 작물만 해당). 이는 나무가 성숙기에 도달하는데 걸리는 시간을 의미한다(나무의 전체 수명) (열 25-29) (범위: 5~300) <b>2 LYR:</b> JX(4)가 나무의 수확 작업에 해당할 경우 (완전한 성숙기까지의 비율), 파종기에서 수확까지 걸리는 시간(년) (열 25-29) (범위: 5~100) <b>3 PEST0806.DAT의 살충제 ID 번호</b> (살충제 적용에만 해당) (열 25-29) (범위: 1~∞) <b>4 FERT0806.DAT의 비료 ID 번호</b> (비료 적용에만 해당) (열 25-29) (범위: 1~∞)



필드	변수	내용
8	OPV1	<p><b>파종을 위한 잠재적인 열 단위 (PHU)</b>  작물이 출현해서 생리적 성숙에 도달하기 까지 걸리는 생장온도 일수 또는 열 단위 총수로 이는 생장 곡선을 결정하는데 사용된다. 모를 경우에는 0으로 설정한다.  <b>(열 30-37) (범위: 1~5000)</b></p> <p>나무의 경우 PHU를 입력하지 않는다. 나무의 경우 XMTU에서 계산된다. 나무가 아닌 작물인 경우 PHU는 해마다 축적되고 연말에 0으로 재셋팅 된다. 나무는 PHU가 매년 계속해서 축적되는 특수한 경우에 속한다. 낙엽수의 경우 나무의 성숙도를 시뮬레이션 하기 위해 PHU를 매년 축적하는 것뿐 아니라 낙엽을 시뮬레이션 하기 위해 (나무가 아닌 작물과 유사하게) PHU가 매년 계산되는 특수한 경우이다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 <b>단위 면적당 방목율.</b> 방목 시작 작업 시에 이 변수는 ha당 가축의 수로 방목율을 설정하는데 사용된다. 이 기능을 사용할 경우 사용자는 가축의 구매/판매를 시뮬레이션 하여 언제라도 가축 무리내 가축의 수를 변경할 수 있다. <b>(열 30-37) (범위: 0~200)</b></li> <li>2 <b>관개량(mm).</b> <b>(열 30-37) (범위: 1~5000)</b></li> <li>3 <b>비료 시용율(kg/ha).</b> 변동율은 0으로 설정한다. <b>(열 30-37) (범위: 0~500)</b></li> <li>4 <b>살충제 시용율(kg/ha).</b> <b>(열 30-37) (범위: 0~500)</b></li> <li>5 <b>석회 시용율(t/ha).</b> <b>(열 30-37)</b></li> </ol>
9	OPV2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 <b>조건 2 SCS 유출곡선 번호 또는 토지이용 번호(선택).</b> 기존에 설정된 토지이용 번호는 작업을 통해 토지 상태가 변했을 경우에 덮어쓸 수 있다. <b>(열 38-45) (범위: 1~35)</b></li> <li>2 <b>Pest 적용시 병해충 통제 인자(통제된 병해충비율).</b> 이 인자는 살충제를 사용하여 병해충 개체를 통제하는데 사용되며 곤충과 질병에만 해당된다. 잡초는 간작(intercropping)을 통해서만 처리된다. <b>(열 38-45) (범위: 0~1)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 이 인자가 0.99로 설정되었을 경우 병해충의 99%가 제거된다. 각 처리 작업 이후에 개체수는 Control 파일(PSTX), Crop 파일(PST) 및 Parm 파일(parm 9과 10)에 설정된 여러 매개 변수에 따라 재성장하기 시작한다.</li> </ul> </li> </ol>

필드	변수	내용
9	OPV2 cont.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현재 본 모델은 병충해가 최소한의 피해만 초래하며 수확량을 감소시키지 않도록 설정되어 있다.</li> <li>• 병충해의 성장은 온도 및 습도에 달려있다. 따뜻하고 습한 조건은 병충해의 성장을 촉진하는 반면, 건조하고 시원한 조건은 병충해의 성장을 저해한다.</li> </ul>
10	OPV3	<p><b>자동 관개 시작 값 (열 46-53) (범위: -1000~1000)</b>  이는 하위영역 파일에서 제시된 것과 동일한 관개 작동 기능이다. 하위영역 값은 작업 스케줄의 작동 값을 설정하여 덮어쓸 수 있다. OPV3=0으로 남겨둘 경우 하위영역 파일에 설정된 관개 시작 값은 변경되지 않는다.  자동 관개를 위해 설정되는 수분 스트레스 인자는 다음과 같다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>0 수동 관개 또는 모델은 하위영역 파일에 설정된 BIR를 사용한다.</li> <li>0-1.0 작물의 수분 스트레스 인자. (1-BIR) 허용된 작물의 수분 스트레스 인자의 비율과 같다.</li> <li>1.0 수분 스트레스를 허용 하지 않는다.</li> <li>&lt; 0.0 뿌리층에서 작물이 이용 가능한 수분의 결핍 상태(mm 단위로 반드시 음수이어야 한다.)</li> <li>&gt; 1.0 표토 200 mm 상에서의 토양 수분 장력 (kPa 단위의 정수)</li> <li>-1000 수동 관개만 발생할 정도로 높은 수분 결핍 상태를 설정. 자동 관개 기능이 효과적으로 꺼지게 한다.</li> </ul> <p><b>주</b>  작물의 수분 스트레스(0-1)가 다른 요인에 때문에 BIR를 사용할 때, 토양 수분 결핍 또는 토양 수분 장력이 BIR에 도달 할 때, 관개가 생장시기가 아닐 때 적용될 수 있음을 주의해야 한다. 이는 생장기에 관개에 사용 가능한 수분의 양을 감소시킬 것이다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 시작 값이 작업 스케줄 내에 설정되었으면 해당 작업 스케줄이 변경될 때까지 효력을 유지한다. 스케줄이 다른 스케줄과 번갈아 사용될 경우에 시작값은 다른 스케줄에서도 설정된 값을 유지한다. 작업 스케줄 내 관개 시작 값이 설정되면 스케줄이 끝날 무렵 관개 시작 값을 -1000로 설정하여 작업 스케줄이 다른 비-자동 관개형 작물과 함께 번갈아 사용될 경우 두 번째 작물이 해당 관개 시작 값에 영향을 받지 않도록 하는 것이 바람직하다.</li> </ol>

필드	변수	내용
11	OPV4	<p><b>관개용수량에 대한 유거수량 (열 54-61) (범위: 0~1)</b>  작업 스케줄의 유거수 비율(EFI)을 설정하는 것은 하위영역 파일 내에 설정된 EFI보다 우선시된다. 관개에 대한 유거수 비율은 각 관개 작업별 유거수에 소실되는 비율이다. 유거수를 통한 용해성 양분 소실이 이에 해당된다. 역학적으로 토양 경사의 변화는 이 수치에 영향을 미치지 않는다. 반드시 EFI는 이에 따라 설정되어야 한다.  (범위: 0~1)</p>
12	OPV5	<p><b>1 작물 개체군 (열 62-69) (범위: 0~500)</b>  (plants/m<sup>2</sup>&lt;1일 경우; plants/m<sup>2</sup> 또는 plants/ha, 예; 나무) (식수 작업에만 해당). APEX는 분얼(tillering)은 시뮬레이션 하지 않는다. 밀이나 사탕수수처럼 파종된 종자나 싹에 비해서 높은 수의 분얼을 생산하는 작물의 경우 작물 개체군은 분얼수로 만들어지는 최종 수확량에 근거하여 예측되어야 한다.</p> <p><b>2 자동 관개량 조절 인자 (열 62-69) (FIRG*F).</b>  자세한 정보는 Subarea 파일 내 FIRG를 참조</p>
13	OPV6	<p><b>작물에 사용된 연간 최대 N 비료 (열 70-77) (범위: 0~1000)</b>  (0은 FMX를 변화시키지 않음; &gt;0은 새로운 FMX를 설정) (파종에만 해당). 하위영역 파일에는 한 해 재배된 작물의 수와 관계없이 매년 적용될 수 있는 비료량의 한계치를 설정하는 FMX가 설정되었다. 자세한 설명은 섹션 2.4의 FMX를 참조한다. 또한 연간 최대 질소 비료량은 작업 스케줄에서 설정 가능하며 작물별로 설정하여 각 작물이 이용 가능한 질소 비료량이 구체적으로 제시되도록 할 수 있다. 이는 비료를 자동으로 적용할 때 매우 중요하다.</p> <p><b>주</b></p> <p>1 이 변수가 하위영역 파일 또는 작업 스케줄 중 하나에 설정되었을 경우 본 모델은 수동 비옥화 작업에 제시된 양에 관계없이 이 최대값만을 적용할 것이다.</p>

필드	변수	내용												
14	OPV7	<p><b>생장 시기의 일부 작업 시간 (열 78-85) (범위: 0~1.5)</b>  이는 열 단위 스케줄링으로 언급된다. 열 단위 스케줄링은 특정 생장 시기에 작업 일정을 잡는데 사용될 수 있다. 예를 들어 관개 일정은 0.25, 0.5 및 0.75에서 정해지는데 이는 변화하는 작물 생장 단계를 나타낸다. 이후 관개는 파종 단계에 설정된 잠재적인 열 단위의 25%, 50% 및 75%에서 적용된다.</p> <p>열 단위 스케줄링을 이용한 작업을 설정할 때 작업이 시작될 수 있는 가장 빠른 월과 일을 (JX(2) &amp; JX(3)) 입력하는 것이 가장 좋은데, 이는 작업이 진행하려면 열단위 수 뿐만 아니라 예정된 작업 일자도 맞아야 하기 때문이다. 이는 수확 작업일 경우 더욱 그러하다. 실제 수확이 일어날 것으로 예상되는 시기보다 10~14일 전으로 수확 일자를 설정하는 것을 권장한다. 열 단위에 도달하기 전에 작업 일에 도달하도록 권장하는 방법이다. 날짜가 너무 늦게 설정되고 작업 일에 도달하기 전에 열 단위에 도달했을 경우 작물은 예상보다 더욱 길게 자라고 이는 수확량에 영향을 미칠 수 있다.</p> <p>APEX 내에서 다음 과정은 다음과 같이 진행된다. 첫째, 프로그램은 작업 일자에 도달했는지 확인한다. 그 후, 열 단위에 도달했는지 확인한다. 자세한 정보는 아래 표를 참조한다.</p> <p><b>표 2.7: 작업일/열 단위에 기반한 작업 발생</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1. 일자</th> <th>2. 열단위</th> <th>활 동</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>작업일 도달</td> <td>열 단위 미 도달</td> <td>열 단위에 도달할 때까지 작업이 일어나지 않는다.</td> </tr> <tr> <td>작업일 미 도달</td> <td>열 단위 도달</td> <td>작업일에 도달하는 순간 작업이 시작된다. 주: 지나친 GDU는 축적되어 작업이 예상된 생장 주기보다 더 늦게 시작되도록 할 수 있다.</td> </tr> <tr> <td>작업일 도달</td> <td>열 단위 도달</td> <td>작업이 바로 시작된다.</td> </tr> </tbody> </table> <p>또한 열 단위 스케줄링은 매년 날씨(온도)에 따라 작업을 조정하는데 사용될 수 있다.</p>	1. 일자	2. 열단위	활 동	작업일 도달	열 단위 미 도달	열 단위에 도달할 때까지 작업이 일어나지 않는다.	작업일 미 도달	열 단위 도달	작업일에 도달하는 순간 작업이 시작된다. 주: 지나친 GDU는 축적되어 작업이 예상된 생장 주기보다 더 늦게 시작되도록 할 수 있다.	작업일 도달	열 단위 도달	작업이 바로 시작된다.
1. 일자	2. 열단위	활 동												
작업일 도달	열 단위 미 도달	열 단위에 도달할 때까지 작업이 일어나지 않는다.												
작업일 미 도달	열 단위 도달	작업일에 도달하는 순간 작업이 시작된다. 주: 지나친 GDU는 축적되어 작업이 예상된 생장 주기보다 더 늦게 시작되도록 할 수 있다.												
작업일 도달	열 단위 도달	작업이 바로 시작된다.												

필드	변수	내용
14	OPV7 cont.	<p>열 단위 일정이 결정되지 않았을 경우(0으로 설정)에 작업은 작업 스케줄에 예정된 작업 일에 시작될 것이다. 이는 작물이 성장하는 매년 동일한 일자에 시작될 것이다.</p> <p>파종기에서 수확기까지 발생하는 열 단위 스케줄링 작업은 파종기에 설정된 열 단위를 따른다. 파종기 이전에 발생하는 작업은 본 모델에서 계산되는 총 연간 열 단위를 따른다.</p> <p>일부 곡물의 경우 농경지 내 건조 기간이 허용된다. 이는 파종기에 설정된 총 열 단위의 비율로 표현된다. 대부분의 경우 건조 기간은 총 열 단위의 10~15%이다. 건조 기간이 필요할 경우 수확 작업을 1.10, 1.15 또는 다른 적절한 비율로 설정한다.</p> <p>사료 작물을 수확할 경우에 사료 작물은 작물이 완전한 성숙기에 도달하기 전에 수확된다. 이러한 경우에는 0.55 또는 다른 적절한 비율로 설정한다.</p>

[그림 2.14]: Operation (\*.OPS) 파일 스크린 예시

```

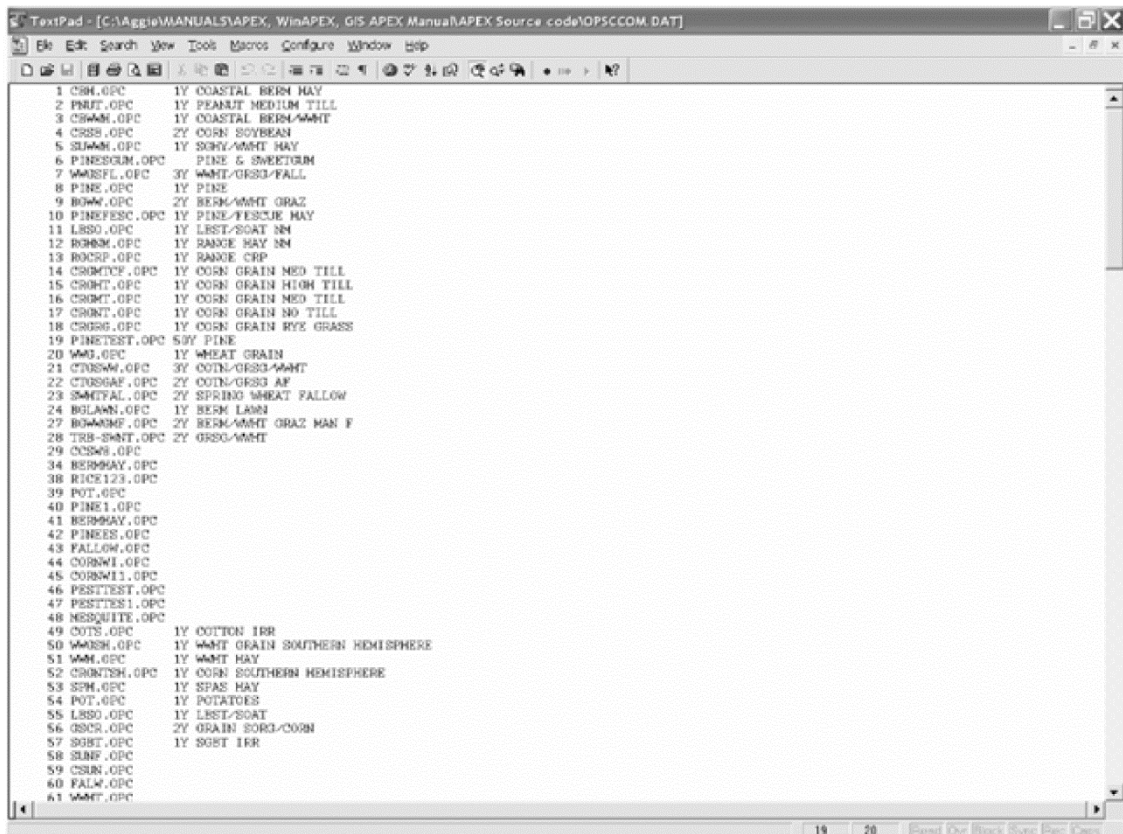
Om sory Geozic HS-Cin Pickor Stevor 07
3 502 241 268 266 265 267
1 2 7 502 0 120 0 160.02 .00 .00 .0 .0000 .00 .000
1 315 661 21 120 0 1889.00 3.00 .00 .0 24.7100 .00 .000
1 417 502 0 120 0 147.32 .00 .00 .0 .0000 .00 .000
1 5 9 502 0 120 0 127.76 .00 .00 .0 .0000 .00 .000
1 7 1 292 0 120 0 .00 .00 .00 .0 .0000 .00 1.150
1 7 2 451 0 120 0 .00 .00 .00 .0 .0000 .00 .000
1 8 4 262 18 117 52 24.03 .00 .00 .0 .0000 .00 .000
1 915 336 21 117 0 .00 .00 .00 .0 .0000 .00 .000
110 4 262 0 117 53 35.29 .00 .00 .0 .0000 .00 .000
11124 151 0 117 0 .00 .00 .00 .0 .0000 .00 .000
2 114 269 0 117 55 369.67 .00 .00 .0 .0000 .00 .000
2 3 3 661 21 117 0 1889.00 3.00 .00 .0 27.1810 .00 .000
2 417 502 0 117 0 210.82 .00 .00 .0 .0000 .00 .000
2 510 502 0 117 0 127.00 .00 .00 .0 .0000 .00 .000
2 513 269 0 117 52 46.21 .00 .00 .0 .0000 .00 .000
2 513 269 0 117 53 4.03 .00 .00 .0 .0000 .00 .000
2 612 502 0 117 0 152.40 .00 .00 .0 .0000 .00 .000
2 8 1 292 0 117 0 .00 .00 .00 .0 .0000 .00 1.150
2 8 2 451 0 117 0 .00 .00 .00 .0 .0000 .00 .000

```

## 2.10 The APEX OPERATION SCHEDULE LIST FILE (OPSC\*\*\*\*.DAT)

APEX Operation Schedule 리스트는 섹션 2.9에서 설명한 형식에 따라 미리 형성된 모든 작업 스케줄 파일의 리스트를 제시하며 구동에 사용된다. Operation Schedule 리스트는 APEX Subarea 파일 내에 숫자로 표시되며 작업 스케줄 유형(작물 및 년 수)에 대한 간략한 설명과 함께 모든 작업 스케줄 파일에 번호로 구성된다. 본 파일은 자유형식이다. OPSCCOM.DAT 파일의 예는 그림 2.15에 나타나 있다. Operation Schedule 리스트 파일 이름은 사용자가 지정할 수 있지만 반드시 APEXFILE.DAT 파일에서 확인 가능해야 한다.

[그림 2.15]: OPSCCOM.DAT 파일 스크린 예시



```
1 CSRH.OPC 1Y COASTAL BERM HAY
2 PNUT.OPC 1Y PEANUT MEDIUM TILL
3 CSRWH.OPC 1Y COASTAL BERM-WHNT
4 CRSS.OPC 2Y CORN SOYBEAN
5 SHWH.OPC 1Y SPRING-WHNT HAY
6 PINEBGM.OPC 1Y PINE & SWEETGUM
7 WHSFL.OPC 3Y WHNT-CRSG-FALL
8 PINE.OPC 1Y PINE
9 BOWH.OPC 2Y BERM-WHNT GRAZ
10 PINEFESC.OPC 1Y PINE-FESCUE HAY
11 LRSD.OPC 1Y LBST-SOAT NM
12 RORSH.OPC 1Y RANKE HAY NM
13 RORSD.OPC 1Y RANKE CRP
14 CRBMTCP.OPC 1Y CORN GRAIN MED TILL
15 CRBMT.OPC 1Y CORN GRAIN HIGH TILL
16 CRBMT.OPC 1Y CORN GRAIN MED TILL
17 CRBMT.OPC 1Y CORN GRAIN NO TILL
18 CRBGG.OPC 1Y CORN GRAIN RYE GRASS
19 PINESTEST.OPC 5Y PINE
20 WHI.OPC 1Y WHEAT GRAIN
21 CTRSHW.OPC 3Y COTN-CRSG-WHNT
22 CTRSHAF.OPC 2Y COTN-CRSG AF
23 SHWTFAL.OPC 2Y SPRING WHEAT FALLOW
24 BGLAWN.OPC 1Y BERM LAWN
27 BOWWHF.OPC 2Y BERM-WHNT GRAZ MAN F
28 TRB-SHNT.OPC 2Y CRSG-WHNT
29 CSRH.OPC
34 BERRHAY.OPC
38 RICE123.OPC
39 POT.OPC
40 PINE1.OPC
41 BERRHAY.OPC
42 PINEES.OPC
43 FALLOW.OPC
44 CORBWI.OPC
45 CORBWI1.OPC
46 PESTTEST.OPC
47 PESTTEST1.OPC
48 MESQUITE.OPC
49 COTS.OPC 1Y COTTON IRR
50 WHSH.OPC 1Y WHNT GRAIN SOUTHERN HEMISPHERE
51 WHH.OPC 1Y WHNT HAY
52 CRBNTSH.OPC 1Y CORN SOUTHERN HEMISPHERE
53 SHM.OPC 1Y SPAS HAY
54 POT.OPC 1Y POTATOES
55 LRSD.OPC 1Y LBST-SOAT
56 CRSC.OPC 2Y GRAIN SOYG-CORN
57 SGBT.OPC 1Y SGBT IRR
58 SLHF.OPC
59 CSUN.OPC
60 FALM.OPC
61 WHH.OPC
```

## 2.11 DAILY WEATHER FILES (*FILENAME.DLY*)

날씨 일자료에 대한 과거 데이터는 두 가지 방식으로 사용 가능하다. 첫째로, 과거 날씨 일자료의 길이가 시뮬레이션 기간과 동일 할 경우에 APEX 시뮬레이션에 직접 사용 가능하다. 둘째로, 일반적으로 과거 날씨 일자료는 주로 월간 기상 자료를 생성하는데 사용되고 이는 APEX 날씨 입력 데이터를 생성하는데 사용된다.

형식: 2개의 공백, 4개의 열로 구성된 3개의 필드(정수), 6개의 열로 구성된 6개의 필드, 소수점 포함 (부동형)	
변 수	내 용
YEAR	연도는 반드시 4자리 숫자이어야 하며 필수 데이터이다. (열 3-6)
MONTH	월은 필수 입력 데이터이다. (열 7-10)
DAY	일은 필수 입력 데이터이다. (열 11-14)
SRAD	태양 복사는 반드시 MJ/m <sup>2</sup> 단위이어야 하나 필수 데이터는 아니다. 모를 경우에는 공백으로 남겨둔다. (열 15-20)
TMAX	최대 온도로 반드시 °C 단위를 사용해야 하나 필수 입력 데이터는 아니다. (열 21-26)
TMIN	최저 온도는 반드시 °C 단위를 사용해야 하나 필수 입력 데이터는 아니다. (열 27-32)
PRCP	강수량은 mm 단위를 사용해야 하며 필수 입력 데이터이다. (열 33-38)
RH	상대습도는 비율로 표시되며 필수 입력 데이터는 아니다. 데이터가 없을 경우에는 공백으로 남겨둔다. (열 39-44)
WSPD	풍속 단위는 m/s이며 필수 입력 데이터는 아니다. 데이터가 없을 경우에는 공백으로 남겨 둔다. (열 45-50)

WPM1MO.DAT 파일을 생성하기 위해서는 다음 단계를 이행해야 한다. 최대 온도, 최저 온도 또는 강수량 관련한 일자료가 없을 경우에 해당 필드에 9999.0을 입력한다. APEX는 시뮬레이션에서 측정된 날씨 자료를 사용할 경우 소실된 기록을 자동으로 생성하게 된다.

주: 일자료 데이터 중 소실된 기록이 있을 경우에 소실된 기록과 관련하여 9999를 입력하기 전에 월별 통계 자료(.WP1)를 생성하는 것이 중요하다. 월별 파일이 생성되기 전에 소실된 기록에 9999를 입력했을 경우에는 이 월별 파일을 만들기 위해 사용된 프로그램(WXPM.EXE)은 계산값에 9999를 포함하게 되고 이는 월별 통계 자료의 정확성에 문제를 가져오게 된다.

### 날씨 일자료 입력 파일 양식

날씨 일자료에 대한 과거 자료를 구축하는 가장 쉬운 방법은 엑셀 스프레드시트에 해당 데이터를 입력하고 이를 탭으로 구분된 \*.txt 파일로 저장하는 것이다. APEX 날씨 프로그램(WXPM3020.exe)은 이 \*.txt file 파일을 날씨 파일(.wp1)을 생성할 때 사용한다.

### APEX 날씨 프로그램 구동

과거 날씨 일자료의 입력 자료를 날씨 프로그램 디렉터리 아래에 둔다. 날씨 생성 프로그램(WXPM3020.exe)을 시행하기 전에 WXPMPRUN.DAT 파일을 설정해야 한다. 이는 단 하나의 날씨 데이터 세트를 생성할 필요가 있을 때 WXPMPRUN.DAT 파일의 첫 줄에 나와 있는 실제 날씨 일자료 파일 이름(\*.dly)을 넣으면 완료된다. WXPM3020.exe을 통해 여러 날씨 데이터 세트를 생성할 필요가 있을 때 각각의 실제 날씨 일자료 데이터 세트 이름을 WXPMPRUN.DAT 내 포함해야 한다. 이렇듯 WXPM3020.exe는 WXPMPRUN.DAT 리스트에 포함된 모든 날씨 일자료 파일을 판독하여 모든 월별 날씨 파일을 생성하게 된다. WXPMPRUN.DAT가 설정되면 실제 일간 날씨 및 날씨 발생 프로그램이 함께 저장되어 있는 적절한 드라이버 경로 프롬프트 아래에 WXPM3020을 입력하여 날씨 생성 프로그램을 실행할 수 있다. 그 후 Enter키를 누르면 날씨 프로그램이 완료될 때까지 작동되기 시작한다. 완료되면 \*.DLY 실제 일일 날씨 파일), \*.OUT, 및 \*.INP 파일이 생성된다. APEX 시뮬레이션을 위해 \*.INP 파일만 필요할 경우에는 일관성을 유지하기 위해 \*.INP 파일은 \*.WP1로 이름을 바꾸어야 한다. \*.WP1 파일은 날씨 리스트 파일(WPM10806.DAT)에 포함되게 되는데 \*.WP1 파일의 내용은 다음 섹션의 WPM1MO.DAT 부분을 참조한다.



[그림 2.16]: Daily 날씨 파일 스크린 예시

1960	1	1	7.	6.11	-3.33	0.00	0.73	2.99
1960	1	2	6.	6.11	-6.11	0.00	0.46	6.50
1960	1	3	4.	15.00	3.33	19.81	0.99	5.73
1960	1	4	5.	7.78	-1.11	0.00	0.70	5.66
1960	1	5	8.	5.56	-1.67	0.00	0.64	4.98
1960	1	6	6.	5.00	0.00	0.00	0.69	5.51
1960	1	7	6.	3.33	1.11	2.03	0.99	6.28
1960	1	8	7.	9.44	0.00	0.00	0.68	4.44
1960	1	9	7.	8.33	-1.11	0.00	0.73	5.80
1960	1	10	7.	5.56	-2.22	0.00	0.53	5.92
1960	1	11	6.	4.44	0.56	0.00	0.65	2.30
1960	1	12	6.	1.67	-6.11	0.00	0.67	4.09
1960	1	13	2.	7.22	-1.11	12.70	0.99	2.88
1960	1	14	9.	8.33	-0.56	0.00	0.60	5.10
1960	1	15	5.	10.00	2.22	12.19	0.97	5.02
1960	1	16	6.	8.89	0.00	0.00	0.47	4.01
1960	1	17	7.	5.00	-3.33	0.00	0.81	6.19
1960	1	18	0.	5.56	0.56	1.02	0.99	4.43
1960	1	19	8.	6.67	0.56	0.00	0.81	4.73
1960	1	20	9.	2.78	-1.11	0.00	0.55	1.63
1960	1	21	8.	1.67	-4.44	0.00	0.54	6.91
1960	1	22	10.	0.56	-6.11	0.00	0.49	6.55
1960	1	23	10.	3.33	-2.22	0.00	0.78	6.17
1960	1	24	8.	3.89	-5.00	0.00	0.64	3.83
1960	1	25	11.	4.44	-7.22	0.00	0.36	4.42
1960	1	26	7.	10.56	-3.89	0.00	0.42	3.05
1960	1	27	10.	15.00	-2.78	0.00	0.73	4.48
1960	1	28	5.	12.78	5.00	7.67	0.99	3.44
1960	1	29	9.	8.33	2.78	0.00	0.68	4.57
1960	1	30	10.	7.78	-1.11	0.00	0.55	3.24
1960	1	31	7.	7.78	0.00	0.00	0.73	5.45
1960	2	1	10.	5.00	1.67	0.00	0.70	4.03
1960	2	2	9.	4.44	-2.78	0.00	0.49	5.00
1960	2	3	12.	4.44	-7.22	0.00	0.49	5.07
1960	2	4	13.	10.00	-3.89	0.00	0.75	7.66
1960	2	5	10.	8.89	-3.33	0.00	0.57	4.38
1960	2	6	3.	15.56	5.56	13.97	0.99	4.45
1960	2	7	10.	13.89	2.78	0.00	0.48	5.84
1960	2	8	10.	6.11	-2.78	0.00	0.54	3.03
1960	2	9	10.	15.56	1.11	0.00	0.63	7.46
1960	2	10	9.	20.00	5.00	0.00	0.62	3.57
1960	2	11	6.	18.89	9.44	19.05	0.94	1.24
1960	2	12	12.	13.89	0.56	0.00	0.72	5.09
1960	2	13	9.	4.44	-3.33	2.79	0.99	6.45
1960	2	14	7.	1.11	-5.00	10.41	0.99	5.92
1960	2	15	11.	2.22	-6.11	0.00	0.66	7.56
1960	2	16	13.	6.67	-7.78	0.00	0.61	2.01
1960	2	17	9.	11.11	-1.67	0.00	0.69	4.90
1960	2	18	4.	10.00	-2.78	4.32	0.91	3.09
1960	2	19	6.	8.33	0.56	29.21	0.96	3.06
1960	2	20	13.	5.00	-2.22	0.00	0.61	3.45
1960	2	21	14.	3.89	-3.89	0.00	0.37	4.88

## 2.12 THE DAILY WEATHER LIST FILES (WDLST\*\*\*\*.DAT)

이는 해당 고도, 위도 및 기상 관측소 위치명을 포함한 일자료 날씨 관측소의 리스트이다. 본 모델은 어떠한 기상 관측소(\*.DLY)가 날씨 일자료와 관련하여 사용될 것인가를 결정하기 위해 이 파일을 참조한다. APEXCONT.DAT 파일 내 NGN이 1, 2, 3, 4, 5 또는 이러한 숫자의 조합과 동일할 경우에 날씨 일자료가 사용된다. 일자료 날씨 관측소가 APEXRUN.DAT 파일에 포함되지 않을 경우 본 프로그램은 하위영역 중심부의 위도 및 경도를 결정하기 위해 하위영역 파일 내 XCT와 YCT를 이용하여 이에 가장 근접한 WDLSTCOM.DAT 내의 날씨 관측소를 찾는다. XCT와 YCT가 SUBAREA 파일에 나타나 있지 않은 경우 본 프로그램은 SITE 파일 내 YLAT와 XLOG를 유역의 위도 및 경도를 결정하기 위해 가장 근접한 위도 및 경도 정보를 가지고 WDLSTCOM.DAT 파일의 날씨 관측소를 찾기 위해 사용한다. 날씨 리스트 파일은 자유 형식에 따른다.

[그림 2.17]: WDLSTCOM.DAT 파일에서 확인된 날씨 관측소 리스트 예시

ID	Station Name	Lat	Lon	State
1	IX0429.DLY	30.32	-97.76	TX
2	IX0491.DLY	32.45	-97.44	TX
3	IX0923.DLY	33.64	-96.17	TX
4	IX0904.DLY	33.55	-97.05	TX
5	IX1049.DLY	30.16	-96.40	TX
6	IX1063.DLY	33.21	-97.77	TX
7	IX1139.DLY	31.68	-98.96	TX
8	IX1349.DLY	30.05	-96.97	TX
9	IX1803.DLY	32.33	-97.46	TX
10	IX1889.DLY	30.59	-96.36	TX
11	IX2019.DLY	32.11	-96.47	TX
12	IX2404.DLY	33.20	-97.11	TX
13	IX2598.DLY	32.10	-98.33	TX
14	IX2715.DLY	32.40	-98.02	TX
15	IX3183.DLY	29.68	-97.11	TX
16	IX3415.DLY	33.64	-97.14	TX
17	IX3420.DLY	33.85	-97.06	TX
18	IX3405.DLY	31.36	-97.72	TX
19	IX3649.DLY	33.10	-98.36	TX
20	IX3734.DLY	33.17	-96.10	TX
21	IX4093.DLY	33.81	-98.20	TX
22	IX4137.DLY	31.95	-98.03	TX
23	IX4182.DLY	32.02	-97.11	TX
24	IX4517.DLY	33.23	-98.15	TX
25	IX4705.DLY	32.56	-96.27	TX
26	IX5094.DLY	33.03	-96.48	TX
27	IX5429.DLY	29.67	-97.66	TX
28	IX5766.DLY	33.17	-96.62	TX
29	IX5869.DLY	31.68	-96.48	TX
30	IX5958.DLY	32.78	-98.06	TX
31	IX6276.DLY	29.73	-98.12	TX
32	IX6636.DLY	33.37	-98.77	TX
33	IX6794.DLY	33.67	-95.57	TX
34	IX7633.DLY	32.06	-98.97	TX
35	IX7903.DLY	29.67	-97.92	TX
36	IX8274.DLY	33.70	-96.63	TX
37	IX8415.DLY	30.02	-97.15	TX
38	IX8661.DLY	30.57	-97.41	TX
39	IX8910.DLY	31.08	-97.32	TX
40	IX9014.DLY	33.18	-99.19	TX
41	IX9016.DLY	33.29	-99.10	TX
42	IX9419.DLY	31.61	-97.23	TX
43	IX9522.DLY	32.42	-96.85	TX
44	IX9532.DLY	32.75	-97.77	TX
45	IX9715.DLY	31.05	-97.39	TX
46	IX0246.DLY	30.76	-97.86	TX
47	IXE188.DLY	32.23	-101.50	TX
48	WRE00104.DLY	30.92	-76.15	MD
49	CRESTON.DLY	47.00	-80.00	
50	F410440.DLY	32.13	-96.07	
51	R1E3889.WTH	31.	-97.	TX
52	IX9588.DLY	32.	-97.	TX
53	IXTEMPLE.DLY	31.08	-97.32	TX
54	OC020050.WTH	37.95	-97.	
55	PCFTIME.DLY	31.08	-97.32	TX
56	PCFTEDX.DLY	31.08	-97.32	TX
57	PCFTED1.DLY	31.08	-97.32	TX
58	ELRAY02.DLY	40.	-95.	
59	IXTEMP90.DLY	31.08	-97.32	TX
60	R1E8406.DLY	31.	-97.	
100	W1208821.DLY	43.10	-89.21	WI
101	VACRANOE.DLY	38.22	-78.12	VA

## 2.13 THE MONTHLY WEATHER FILES (*FILENAME.WP1*)

단일 날씨 관측소의 월별 날씨 통계는 파일이름 .wp1에서 관리된다. 이 파일은 WPM1MO.DAT(또는 사용자가 선택한 이름)의 리스트에 포함되어야 한다. 본 모델은 어떠한 날씨 관측소(\*.wp1)를 월별 날씨에 사용할 것인지를 결정하기 위해 WPM1MO.DAT 파일을 참고한다. APEXCONT.DAT 파일 내 NGN이 0 또는 -1일 경우에 이는 모든 날씨 자료를 생성하는데 월별 날씨를 사용할 수 있다는 것을 의미한다. 또한 월별 날씨는 날씨 일자료 데이터를 이용할 수 없을 때 날씨를 생성하는데 사용된다. 월별 날씨 관측소가 APEXRUN.DAT 파일에 제시되어 있지 않을 경우에 해당 프로그램은 하위영역 중심부의 위도 및 경도를 결정하기 위해 WPM1MO.DAT 파일 내 가장 근접한 위도와 고도를 찾아낸다. XCT와 YCT가 SUBAREA 파일에 나타나 있지 않을 경우에 본 프로그램은 SITE 파일의 YLAT와 XLOG를 유역의 위도와 경도를 결정하기 위해 WPM1MO.DAT 내 가장 근접한 위도와 경도를 가지는 날씨 관측소를 찾아 사용한다.

LINE 1:	TITLE	설명부. 형식: 20개의 알파벳 문자
LINE 2:	TITLE	설명부. 형식: 20개의 알파벳 문자
LINE 3-15 형식: 6개의 열로 구성된 12개의 필드(정수), 소수점 이하 2자리 포함 (부동형)		
FILENAME.WP1 파일 (라인 3에서 15 각각은 12개의 필드를 가지고 있고, 1월에서 12개월 까지 각 월별 하나씩 해당된다)		
LINE 3:	OBMX	월별 평균 최대 대기 온도(°C)
LINE 4:	OBMN	월별 평균 최소 대기 온도(°C)
LINE 5:	SDTMX	SDTMX 일일 최대 온도의 월별 평균 기준 편차(°C)
LINE 6:	SDTMN	SDTMN 일일 최저 온도의 월별 평균 기준 편차(°C)
LINE 7:	RMO	평균 월별 강수량(mm)
LINE 8:	RST2	<b>일일 강수량에 대한 월별 평균 편차(mm)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 일일 강수량이 입력되었을 경우 0으로 남겨둘 수 있다.</li> <li>• 모를 경우에는 0으로 설정한다. (0 입력)</li> </ul>

LINE 9:	RST3	<b>일일 강수량에 대한 월별 왜도 계수</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 일일 강수량이 입력되었을 경우 0으로 남겨둘 수 있다.</li> <li>• 모를 경우에는 0으로 설정한다. (0 입력)</li> </ul>
LINE 10:	PRW1	<b>건조일 이후 습윤일이 이어질 월별 확률</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 값을 알 수 없고 월별 평균 비 오는 날의 수를 아는 경우 (WVL) 0으로 남겨둘 수 있다.</li> <li>• 일일 강수량이 입력되었을 경우 0으로 남겨둘 수 있다.</li> </ul>
LINE 11:	PRW2	<b>습윤일 이후 습윤일이 이어질 월별 확률</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 값을 알 수 없고 월별 평균 비 오는 날의 수(WVL)를 아는 경우 0으로 남겨둘 수 있다.</li> <li>• 일일 강수량이 입력되었을 경우 0으로 남겨둘 수 있다.</li> </ul>
LINE 12:	UAVM	<b>월별 평균 비 오는 날의 수(일)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 강우가 발생하고 습윤/건조 확률값을 알 경우 0으로 남겨둘 수 있다.</li> </ul>
LINE 13:	WI	<b>월별 최대 30분 강수량(mm)</b> 3가지 선택이 가능하다: <ul style="list-style-type: none"> <li>• YWI 내 기간 동안 월별 최대 30분 강수량 (mm)</li> <li>• 알파 (평균 30분 강우/평균 호우량)</li> <li>• 모를 경우에는 여백 또는 0으로 설정한다.</li> </ul>
LINE 14:	OBSL	<b>평균 월별 태양 복사(MJ/M**2 또는 LY(Langley))</b> 일일 날씨 파일을 이용하고자 할 경우 3가지 선택이 가능하다: <ul style="list-style-type: none"> <li>• MJ/M**2를 입력하는 것은 MJ/m<sup>2</sup>를 판독한다는 것이다.</li> <li>• LY를 입력하는 것은 LY를 판독한다는 것이다.</li> <li>• 모를 경우에는 0으로 설정한다.</li> </ul>
LINE 15:	RH	<b>월별 평균 상대 습도(소수점), (3 선택)</b> 3 가지 선택이 가능하다: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 평균 월별 상대 습도 (소수점, 예; 0.75)</li> <li>• 월별 평균 이슬점 온도 (°C)</li> <li>• 모를 경우에는 0으로 설정한다.</li> </ul> 주: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 영어로 숫자에 'E'를 사용한 변환은 섭씨(°C)로 입력된 이슬점 온도 숫자를 변환한다.</li> <li>2. 증발 가능성을 예측하기 위해 PENMAN 공식을 사용하지 않았을 경우 0으로 설정한다. 변수 IET를 참조.</li> </ol>
LINE 16:	UAV0	<b>월별 평균 풍속(m/s)</b>

[그림 2.18]: Weather(\*.WP1) 파일 스크린 예시

```

TextPad - [C:\Aggie\MANUALS\APEX, WinAPEX, GIS APEX Manual\APEX Source code\TXCAMERO.WP1]
File Edit Search View Tools Macros Configure Window Help
10 TX CAMERON
LATIT * 30.85 LONG * 96.98 ELEV * 118.9 TFS .SH * 86.9 TFS S.H * 187.5
5.95 18.36 22.63 26.71 30.07 33.59 35.93 36.39 33.08 28.19 21.87 17.13
3.28 5.11 8.83 13.38 17.64 21.19 22.73 22.49 18.69 14.02 8.42 4.40
7.38 6.71 5.98 4.26 3.36 2.76 2.62 2.76 3.92 4.08 5.01 6.38
6.46 5.87 5.76 4.96 3.56 2.47 1.49 1.85 3.54 5.16 5.98 5.90
61.20 55.10 60.70 94.20105.30 62.60 36.90 40.80 80.40 74.30 68.90 71.70
12.20 11.70 11.70 18.80 18.50 15.50 15.70 15.00 21.10 20.10 15.00 14.70
1.89 0.61 0.69 2.30 1.37 1.29 3.63 2.30 4.20 2.30 0.99 2.27
0.16 0.17 0.16 0.17 0.17 0.11 0.09 0.09 0.13 0.12 0.13 0.14
0.44 0.40 0.35 0.40 0.42 0.44 0.34 0.36 0.44 0.37 0.44 0.51
6.89 6.40 6.12 6.52 7.03 4.93 3.72 3.82 5.55 4.96 5.65 6.89
15.00 23.40 16.50 29.50 48.30 31.80 47.50 32.30 33.00 38.60 14.50 13.20
11.23 13.85 17.67 19.59 23.17 26.51 26.03 24.60 20.78 16.72 12.66 10.51
3.36 5.11 6.78 12.43 17.56 20.37 20.92 20.14 18.01 13.23 7.33 4.58
4.51 4.55 4.84 4.89 4.34 4.22 3.94 3.63 3.36 3.63 4.16 4.21
For Help, press F1
3 2 Read On Block Sync Rec Copy

```

## 2.14 THE APEX MONTHLY WEATHER DATA LIST (WPM1\*\*\*\*.DAT)

APEX Monthly Weather Data 리스트는 섹션 2.11에서 설명한 양식에 따라 미리 생성된 월별 날씨 관측소 파일의 리스트로 구동에 사용될 수 있다. Monthly Weather Data 리스트는 APEXRUN.DAT 파일에서 번호로 표시되며, 날씨 관측소 위치에 대한 간략한 설명, 위도 및 경도와 함께 월별 날씨 파일 내 번호로 표시되어 있다. 이 파일은 자유 형식을 따르며 그림 2.19는 WPM1US.DAT의 예이다. Monthly Weather 리스트 파일 이름은 사용자가 지정할 수 있으나 APEXFILE.DAT 파일에서 찾을 수 있어야 한다.

[그림 2.19]: WPM1US.DAT 파일 스크린 예시

```

1 ALBANYHE.WF1 33.45 -87.95 AL BASHHEAD LOCK
2 ALBIRMIN.WF1 33.57 -86.75 AL BIRMINGHAM WB AF
3 ALBRANTL.WF1 31.58 -86.27 AL BRANTLEY
4 ALFRISCO.WF1 31.43 -87.40 AL FRISCO CITY
5 ALGREENS.WF1 32.70 -87.60 AL GREENSBORO
6 ALHFLIN.WF1 33.65 -85.60 AL HFLIN
7 ALHNTSV.WF1 34.65 -86.77 AL HUNTSVILLE WSO AP
8 ALMOBILE.WF1 30.68 -88.25 AL MOBILE WB AIRPORT
9 ALMONTGO.WF1 32.30 -86.40 AL MONTGOMERY WB AF
10 ALMUSCLE.WF1 34.73 -87.60 AL MUSCLE SHOALS CAA
11 ALOPELIK.WF1 32.63 -85.38 AL OPELIKA
12 ALOZARK.WF1 31.47 -85.65 AL OZARK
13 ALROBERT.WF1 30.55 -87.60 AL ROBERTSDALE 7 E
14 ALVALLEY.WF1 34.57 -85.60 AL VALLEY HEAD
15 ARBENTON.WF1 34.55 -92.62 AR BENTON
16 ARCLARKS.WF1 35.47 -93.47 AR CLARKSVILLE
17 ARCORWIN.WF1 36.40 -90.58 AR CORNING
18 ARDUMAS.WF1 33.88 -91.50 AR DUMAS 1
19 ARDUREKA.WF1 36.40 -93.75 AR EUREKA SPRINGS
20 ARFORDYC.WF1 33.70 -92.37 AR FORDYCE
21 ARFORTSM.WF1 35.33 -94.37 AR FORT SMITH WB AF
22 ARHOPE.WF1 33.72 -93.55 AR HOPE
23 ARJONESB.WF1 35.83 -90.70 AR JONESBORO
24 ARMANMOT.WF1 36.48 -91.53 AR MAMMOTH SPRING
25 ARMOBRIL.WF1 35.13 -92.73 AR MORRILTON
26 ARMOUNTI.WF1 34.55 -93.63 AR MOUNT IDA 1
27 ARMOUNTA.WF1 36.33 -92.38 AR MOUNTAIN HMC OF ENG
28 ARNEWFOR.WF1 35.60 -91.28 AR NEWPORT
29 ARSILKOM.WF1 36.18 -94.55 AR SILOAM SPRINGS
30 ARSTUTTG.WF1 34.47 -91.42 AR STUTTGART SESE
31 AZAGUILA.WF1 33.95 -113.18 AZ AGUILA
32 AZAJJO.WF1 32.37 -112.87 AZ AJO
33 AZBETATA.WF1 36.68 -110.53 AZ BETATARIN
34 AZBLACKR.WF1 33.48 -109.77 AZ BLACK RIVER PUMPS
35 AZBOWIE.WF1 32.33 -109.48 AZ BOWIE
36 AZCANELO.WF1 31.55 -110.52 AZ CANELO DS
37 AZDOUGLA.WF1 31.45 -109.60 AZ DOUGLAS B D AF
38 AZELOY.WF1 32.75 -111.55 AZ ELOY
39 AZHEBER.WF1 34.38 -110.58 AZ HEBER
40 AZJACOB.L.WF1 36.72 -112.22 AZ JACOB LAKE
41 AZKEAMSC.WF1 35.82 -110.20 AZ KEAMS CANYON
42 AZKLAGET.WF1 35.55 -109.70 AZ KLAGETON 12 WWV
43 AZROFAMO.WF1 33.27 -113.67 AZ ROFA MOUNTAINS
44 AZLEESTE.WF1 36.87 -111.56 AZ LEES FERRY
45 AZLITCHE.WF1 33.50 -112.37 AZ LITCHFIELD PARK
46 AZLUFACH.WF1 36.42 -109.23 AZ LUFKENSJAI
47 AZMONTES.WF1 32.57 -111.83 AZ MONTEZUMA CASTLE NM
48 AZORACLE.WF1 32.57 -110.72 AZ ORACLE 4 SE
49 AZPRESCO.WF1 34.55 -112.47 AZ PRESCOTT
50 AZSAINTIJ.WF1 34.50 -109.37 AZ SAINT JOHNS
51 AZSANCAR.WF1 33.17 -110.52 AZ SAN CARLOS RESERVOIR
52 AZSARAF.WF1 31.48 -111.55 AZ SARAF
  
```

## 2.15 THE WIND DATA FILE (*FILENAME.WND*)

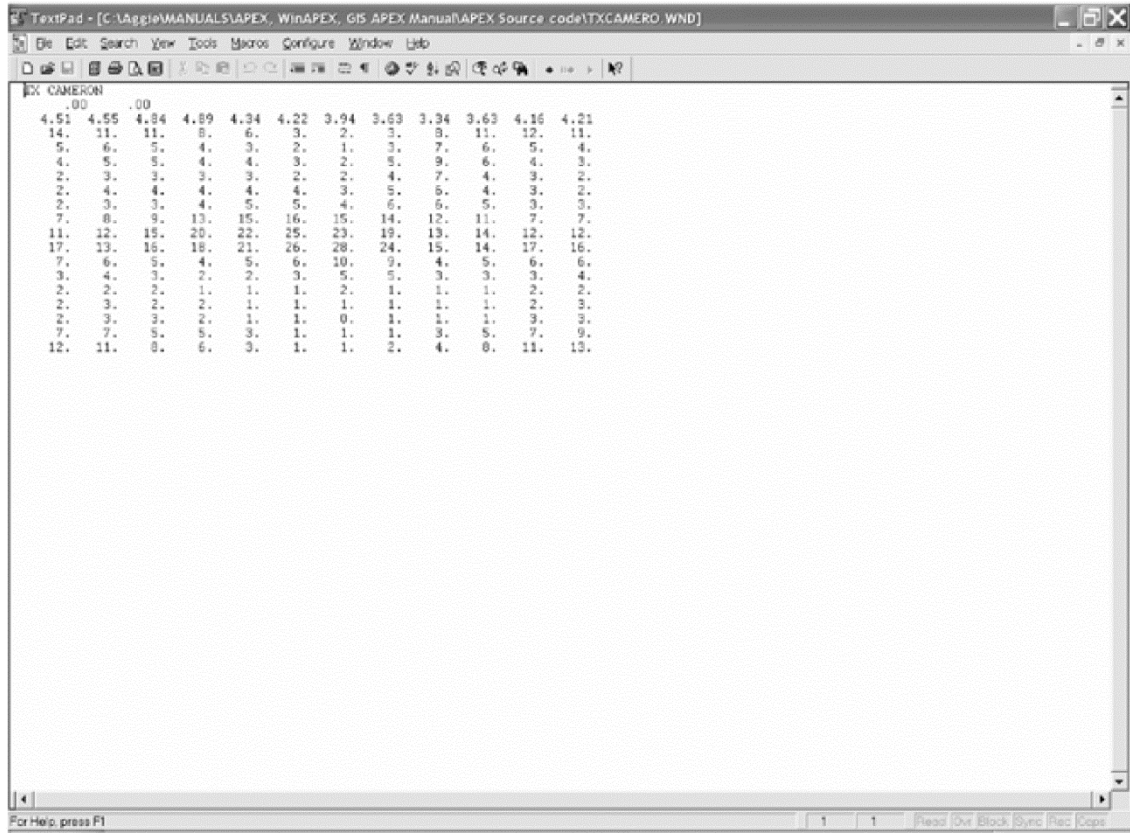
단일 바람 관측소의 월별 바람 통계자료는 filename.wnd에서 관리된다. 이 파일은 WINDMO.DAT (또는 사용자가 선택한 이름) 리스트에 포함되어야 한다. APEX는 16개의 풍향을 고려하는데 이는 사용자가 축사의 분진 분포와 대기의 질 뿐만 아니라 풍식 관련 문제를 분석하고자 할 때 매우 중요한 인자이다.

LINE 1:	TITLE	설명부. 형식: 20개의 알파벳 문자
LINE 2:	TITLE	설명부. 형식: 20개의 알파벳 문자
LINE 3-15 형식: 6개의 열로 구성된 12개의 필드(정수), 최대 소수점 이하 2자리 포함 (부동형)		
FILENAME.WND 파일 (라인 3에서 19 각각은 12개의 필드를 가지고 있고, 1월에서 12개월 까지 각 월별 하나씩 해당된다)		
LINE 3:	UAVM	<p>평균 월별 풍속(m/s), 필수</p> <p>풍속은 10 m 높이에서 측정된다. 2 m 높이 풍속을 10 m 높이로 변환하려면 2 m 높이 풍속에 1.3을 곱한다.</p> <p>UAVM는 풍속을 시뮬레이션 할 때 필요하다 (ACW&gt;0, ACW를 참조). 또한 이는 Penman 또는 Penman-Monteith 공식을 ET 확률로 계산할 때 사용할 경우에도 필요하다 (IET를 참조).</p>
LINE 4:	DIR1	<p>북풍의 월별 %</p> <p>예측된 풍식 값이 없을 경우에는 0으로 설정한다.</p>
LINE 5:	DIR2	<p>북북동풍의 월별 %</p> <p>예측된 풍식 값이 없을 경우에는 0으로 설정한다.</p>
LINE 6:	DIR3	<p>북동풍의 월별 %</p> <p>예측된 풍식 값이 없을 경우에는 0으로 설정한다.</p>
LINE 7:	DIR4	<p>동북동 풍의 월별 %</p> <p>예측된 풍식 값이 없을 경우에는 0으로 설정한다.</p>
LINE 8:	DIR5	<p>동풍의 월별 %</p> <p>예측된 풍식 값이 없을 경우에는 0으로 설정한다.</p>

LINE 9:	DIR6	<b>북동남동풍의 월별 %</b> 예측된 풍속 값이 없을 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 10:	DIR7	<b>북남동풍의 월별 %</b> 예측된 풍속 값이 없을 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 11:	DIR8	<b>북남남동 풍의 월별 %</b> 예측된 풍속 값이 없을 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 12:	DIR9	<b>동남풍의 월별 %</b> 예측된 풍속 값이 없을 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 13:	DIR10	<b>동남남서풍의 월별 %</b> 예측된 풍속 값이 없을 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 14:	DIR11	<b>동풍남서풍의 월별 %</b> 예측된 풍속 값이 없을 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 15:	DIR12	<b>동서남서풍의 월별 %</b> 예측된 풍속 값이 없을 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 16:	DIR13	<b>동서풍의 월별 %</b> 예측된 풍속 값이 없을 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 17:	DIR14	<b>동서북서풍의 월별 %</b> 예측된 풍속 값이 없을 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 18:	DIR15	<b>동북서풍의 월별 %</b> 예측된 풍속 값이 없을 경우에는 0으로 설정한다.
LINE 19:	DIR16	<b>동북북서풍의 월별 %</b> 예측된 풍속 값이 없을 경우에는 0으로 설정한다.



[그림 2.20]: Wind(\*.WND) 파일 스크린 예시



## 2.16 THE TILLAGE FILE (TILL\*\*\*\*.DAT)

TILL0806.DAT의 경운 작업은 농업용 토지 이용에서 가장 보편적인 토양 관리 활동이다. 각 경운작업을 설명하기 위해서 사용 중인 28개의 매개 변수가 존재하며 이러한 매개변수는 모두 TILL0806.DAT 파일 내 한 줄로 리스트화 되어 있다. TILL0806.DAT의 앞 두 줄은 설명을 제공하며 8개의 영문자로 이루어진 열로 구성되어 있다.

필드	변수	내용
LINES 3-N	형식:	1개의 공백 열, 4개의 열(정수)로 이루어진 1개의 필드, 1개의 공백 열, 8개의 영문자로 이루어진 1개의 필드, 1개의 공백 열, 4개의 영문자로 이루어진 1개의 필드, 8개의 열로 이루어진 27개의 필드. 소수점 3자리까지 포함 (부동형)
1	TNUM	<b>장비 번호 (열 2-5)</b> (범위: 1~∞) 참조용. 작업은 해당 파일 내 순차적 위치를 통해 평가될 수 있다. 예를 들어 작업 번호 9는 이 변수의 설정과는 관계없이 9번째 작업에 접근하게 된다.
2	TIL	<b>농경지/장비 작업 이름 (열 7-14)</b> 해당 작업의 서술적 이름
3	PCD	<b>동력 코드 (열 16-19)</b> (범위: 1~5) 1. POWE: 자체 동력 기관을 가진 이 기계는 일반적으로 트랙터와 같이 다른 기계 또는 장비를 견인하는데 사용된다. 2. SELF: 자체 동력 기관을 가지고 있지만 콤바인처럼 자체 작업에 사용된다. 3. NON: 이 기계(또는 장비)는 자체 동력 기관을 가지고 있지 않으며 동력기관이 있는 다른 기계를 통해 견인해야 한다. 4. IRRI: 관수 장비 5. CUST: 맞춤형 장비
4	PRIC	<b>구매 가격(\$)</b> (열 20-27) (범위: 0~999999) <b>예외:</b> 고객 맞춤 작업= cost (\$/ha) 장비를 구매하는 실제 소용된 금액. 구매 금액을 예측하기 위해서는, 초기 표시 가격에서 10%를 제한한다.
5	XLP	<b>초기 정가(\$)</b> (열 28-35) (범위: 0~999999) 제품 가격. 달러 가치는 인플레이션을 반영한다. 초기 정가를 예측하려면 구매 가격에서 10%를 더한다.

필드	변수	내용
6	HRV	연간 사용(h) (열 36-43) (범위: 0~8760) 일년 중 장비가 사용된 시간
7	HRL	장비 수명(h) (열 44-51) (범위: 0~999999) 장비가 사용될 수 있는 시간의 양
8	PWR	동력 단위(KW) (열 52-59) (범위: 0~900) 이는 장비의 마력 또는 킬로와트 수이다. 킬로와트×1.341 = 마력
9	WDT	통과 폭(m) (열 60-67) (범위: 0~50) 장비가 농경지를 가로질러 움직일 때 차지하는 폭을 말한다.
10	SPD	운전 속도(km/h) (열 68-75) (범위: 0~200) 장비가 작동하는 속도
11	RC1	수리비 계수 1 (열 76-83) (범위: 0~1) 해당 값은 American Society of Agricultural Engineers Standards Engineering Practices Data 안내서를 참조할 것
12	RC2	수리비 계수 2 (열 84-91) (범위: 0~5) 해당 값은 American Society of Agricultural Engineers Standards Engineering Practices Data 안내서를 참조할 것
13	XLB	윤활제 인자 (열 92-99) (범위: 0~1) 해당 값은 American Society of Agricultural Engineers Standards Engineering Practices Data 안내서를 참조할 것
14	FCM	연료 소비 승수 (열 100-107) (범위: 0~1) 해당 값은 American Society of Agricultural Engineers Standards Engineering Practices Data 안내서를 참조할 것
15	RFV1	기타 농장 값 매개변수 1 (열 108-115) (범위: 0~2) 해당 값은 American Society of Agricultural Engineers Standards Engineering Practices Data 안내서를 참조할 것
16	RFV2	타 농장 값 매개변수 2 (열 116-123) (범위: 0~2) 해당 값은 American Society of Agricultural Engineers Standards Engineering Practices Data 안내서를 참조할 것
17	EFM	기계 효율 (열 124-131) (범위: 0~1) 중복되는 동선으로 인한 효율 손실 비율. 예를 들어 기계 통행로가 필드를 가로질러 있을 경우에 이 농기구는 지난 통행로의 10%를 차지하고 기계 효율은 0.90이 된다. 관개 시스템의 경우에 이러한 기계 효율은 시스템의 효율에 해당된다.

필드	변수	내용
17	EFM cont.	이러한 스프링클러 관개 시스템과 마찬가지로 토양 표면에 도달하기 전에 수분이 증발하는 결과 뿐만 아니라 손실은 파이프, 수로 내 누출, 기타 장비 부족 등을 수반한다.
18	RTI	<b>연평균 실질 이자율(\$/\$) (열 132-139)</b> (범위: 0.001~0.15) 명목 이자율(현 이자율)과 인플레이션 비율간의 차이
19	EMX	<b>혼합 효율 (열 140-147)</b> (범위: 0~1) 작업의 혼합 효율(EMX)은 농기구의 쟁기 깊이 내에서 균일하게 혼합되는 토양 표면의 물질들(작물 잔사, 살충제 및 양분)의 비율이다. 잔사 및 양분의 남은 비율은 초기 위치에 남아 있다 (토양 표면 또는 층).
20	RR	<b>경작 작업에 의해 생성된 임의의 표면 거칠기(mm) (열 148-155)</b> (범위: 0~100) 이는 토양 집합체로 인한 토양 표면 조도의 특징을 결정한다. 임의 거칠기는 표면 조도에 대한 경작의 영향력을 설명하고 사용된 경작 기구에 따라 경작 이후 표면 조도를 예측하는데 사용된다(Potter, K.N. 1990. Soil properties effect on random roughness decay by rainfall. Transactions of the ASAE 33 (6) 1889-1892.).
21	TLD	<b>농경지 깊이(mm) (열 156-1 63)</b> (범위: -2000~500) 1. (+) 양의 깊이 값은 표면 아래를 의미 2. (-) 음의 값은 지상 베기 높이(cutting height)를 의미 3. 또한 방목 높이 하한치로 사용 (mm)
22	RHT	<b>이랑 높이(mm) (열 164-171)</b> (범위: 0~1000) 농기구가 생성하는 모양이고 이는 풍식에 영향을 준다.
23	RIN	<b>이랑 간격(m) (열 172-179)</b> (범위: 0~200) 농기구가 생성하는 이랑 간의 거리. 작물의 이랑 간격을 설정하려면, 이랑 간격이 TILL0806.DAT 내에 파종 기계에 따라 적절하게 설정되어야 한다.
24	DKH	<b>고랑 제방 높이(m) (제방을 사용하지 않을 경우 공백으로 둔다) (열 180-18 7)</b> (범위: 0~1000) 이는 고랑 제방이 저류할 수 있는 수분의 양에 영향을 준다.
25	DKI	<b>고랑 제방 간의 거리(m) (제방을 사용하지 않을 경우 공백으로 둔다) (열 188-195)</b> (범위: 0~200)

필드	변수	내용
26	IHC	<p><b>작업 코드: (열 196-203) (범위: 0~26)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>0 쟁기질, 경작, 기타</li> <li>1 작물을 죽임</li> <li>2 작물을 죽이지 않고 수확</li> <li>3 시뮬레이션 도중 작물을 죽이지 않고 1회 수확</li> <li>4 트랙터</li> <li>5 이랑을 이용한 관개</li> <li>6 종자를 파종 기계를 이용한 관개</li> <li>7 살충제 적용</li> <li>8 관개</li> <li>9 시비</li> <li>10 담기 및 묶기(목화)</li> <li>11 조면(ginning)</li> <li>12 운반(Hauling)</li> <li>13 건조</li> <li>14 화염(Burn)</li> <li>15 물웅덩이(Puddle)</li> <li>16 물웅덩이 파괴</li> <li>17 고랑 제방을 구축</li> <li>18 고랑 제방을 파괴</li> <li>19 방목 시작</li> <li>20 방목 중지</li> <li>21 우리에서 가축분뇨를 모으기</li> <li>22 자동 제초</li> <li>23 플라스틱 커버</li> <li>24 플라스틱 커버 제거</li> <li>25 배수 시스템 유동 중지</li> <li>26 배수 유동 재개</li> <li>27 석회 시용</li> </ul>
27	HE	<p><b>수확 효율(0-1) 또는 살충제 사용 효율 (열 204-211) (범위: 0~1)</b></p> <p>수확 작업((IHC=2.0). 이는 농경지에서 제거된 작물 수확량과 총 작물 수확량의 비율을 말한다.</p> <p>이러한 일반적인 기능 뿐만 아니라 수확 효율은 방목 (HE, 대략 0.1)을 시뮬레이션하거나, 녹비 작물 경작 (HE=0.0)을 시뮬레이션 하는데 사용되기도 한다.</p> <p>이는 살충제 사용 효율로 나뭇잎과 토양 표면에 쌓이는 살충제의 비율을 의미하기도 한다. 나머지는 소실된다.</p>

필드	변수	내용
28	ORHI	<p><b>경제적 또는 수확 가능한 수확량과 작물의 총 바이오매스 간의 비율 (열 212-219) (범위: 0~1)</b>  이 값은 사료 또는 근채 작물을 선택할 경우 CROP0806.DAT내에 설정된 수확 지수보다 우선한다.</p> <p>0&lt;ORHI&lt;1일 경우에 시뮬레이션된 수확 지수(HI)보다 우선한다. ORHI&gt;1일 경우에 방목율(kg/ha/d)과 같다.</p> <p>작물이 성장할 때 이러한 값은 수분 스트레스와 관련하여 조정할 수 있다. 건초와 같은 일부 작물의 경우 수확 지수는 수분 스트레스에 영향을 받지 않는다. 따라서 ORHI는 일정한 수확 지수를 가질 수 있다. ORHI의 다른 중요한 특징은 동일한 작물에 대해 두 개의 다른 수확 유형을 제공하는 것이다. 예를 들어 종자가 작물에서 제거되고 나서 밀짚을 짚 더미로 뭉치는 작업이 진행될 것이다. 수분-스트레스에 따라 조정된 HI는 종자 수확에 적절하지만 짚 더미를 만드는 작업에는 아마도 부적절하다. 따라서 두 개의 수확기가 필요하다. 두 번째 수확기는 첫 번째 수확에서 사용된 조정된 HI를 무시하고 대략 0.9로 설정한다.</p> <p>1보다 큰 값은 방목을 통해 하루에 제거되는 바이오매스의 양(kg/ha)이다. 예를 들어 동물 1마리/월의 경우 24 kg/일에 해당한다 (소비량 12 kg/일이 소비되고 또한 같은 양이 동물에게 밟혀 뭉개지게 된다).</p>
29	FRCP	<b>단단해진 땅의 비율 (열 220-227) (범위: 0~1)</b> (타이어 폭/농경지 폭)
30	FPOP	<b>작업으로 인해 감소되는 작물 개체군 비율 (열 228-235) (범위: 0~1)</b> 이 작업은 실제로 심은 작물 개체군을 감소시키기 위한 솟음 작업에 사용될 수 있다. 또한 이는 수확 이후 (예: 사탕수수) 또는 경운작업 이후에 작물 개체군을 감소시키기 위해 사용될 수 있다. 이는 파종률을 수정하는 과정이다. FPOP>0인 작업이 발생할 때마다 현재 작물 개체군은 이에 따라 감소하게 된다.
31	TCEM	<b>탄소 배출 (열 236-243) (범위: 0~9999)</b> 장비 사용으로 배출되는 탄소의 양 (kg/ha)
32	STIR	<b>작업과 관련한 STIR 값 (열 244-251) (범위: 0~200)</b> STIR는 토양 경작 강도 등급이다.



## 2.17 THE CROP FILE (CROP\*\*\*\*.DAT)

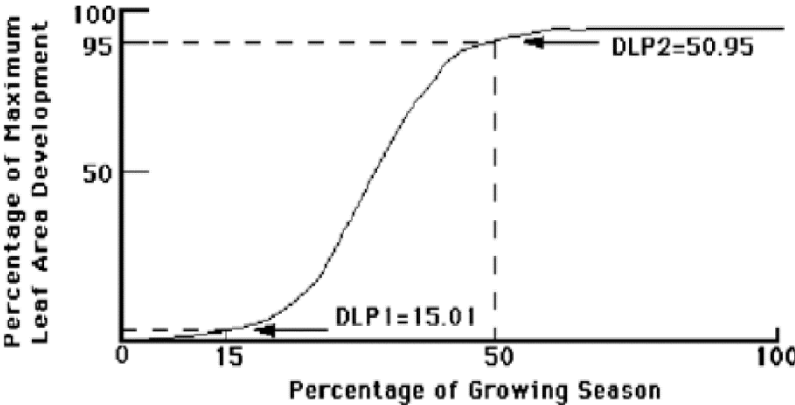
각 작물은 56개의 매개변수로 특징지어지는데, 이 모든 변수는 CROP0806.DAT 내 1 줄로 모두 표시된다. 작물 매개변수는 본 모델의 설계자와 상의 없이 또는 작물 성장과 발달에 대한 충분한 지식 없이는 절대로 변경할 수 없다. CROP0806.DAT의 앞에서 2줄은 서술부이고 12개의 영문자로 구성되어 있다.

필드	변수	내용
LINES 3-N	형식: 1개의 공백 열, 4개의 열(정수)로 구성된 1개의 필드, 1개의 공백열, 4개의 영문자로 구성된 1개의 필드, 8개의 열로 구성된 56개의 필드. 소수점 포함 (부동형)	
1	CNUM	<b>작물 번호 (열 2-5)</b> 참조용. 작물은 본 파일내의 순차적인 위치를 통해 접근할 수 있다. 예를 들어 작물 번호 9는 이 변수의 설정과 상관없이 9번째 작물에 접근하게 된다.
2	CPNM	<b>작물 이름 (열 7-10)</b> 작물을 대변하는 4글자로 된 이름
3	WA	<b>바이오매스-에너지 비율 (CO<sub>2</sub>=330ppm) (열 11-18)</b> 이는 차단된 광합성 활성 복사에너지 단위 당 잠재적인 (스트레스 없는) 성장률을 말한다(뿌리 포함). 이 매개변수는 가장 나중에 조정해야 할 인자이다. 조정은 연구 결과에 따라 이루어져야 한다. 이 매개변수는 성장률, 시즌 중 스트레스의 발생, 이에 따른 수확량에 지대한 변화를 초래할 수 있다. 가뭄, 양분 또는 온도 스트레스가 없는 데이터에 근거하나 이 매개변수를 조정하기 위해서는 주의가 필요하다.
4	HI	<b>수확 지수 (열 19-26)</b> 작물의 경제적 또는 수확 가능량 대 총 바이오매스의 비. 이 작물 매개변수는 잠재력을 달성하기 위해 작물 스트레스가 최소화된 조건의 실험 데이터에 근거한다. HI는 스트레스가 없는 조건에서 달성 가능한 최대 수확 지수이다. 개화 직전에서 성숙기에 도달할 때까지 수분 스트레스가 발생할 때 APEX는 HI를 조정한다. 이 HI는 곡물 및 목화 작물에만 해당된다. 사료 및 근채 작물은 ORHI (Override Harvest Index)가 해당 작물을 수확하기 위해 사용 중인 수확 장비에 따라 TILL0806.DAT 내에 설정되어야 한다.



필드	변수	내용
5	TOP	<b>작물 생장을 위한 최적 온도 (열 27-34)</b> 작물이 생리학적으로 열에 의한 피해를 입지 않고 자랄 수 있는 최적의 온도. TB와 TG는 한 종안에 포함된 품종일 경우 매우 안정적이다. 해당 종에 대해 이러한 값이 결정되고 나면 절대 변경될 수 없다. 변종(varietal) 또는 성숙 형의 차이는 다른 열 단위의 합계에 의해 설명된다.
6	TBS	<b>작물 생장을 위한 최저 온도 (열 35-42)</b> 작물이 생리학적으로 냉기에 의한 피해를 입지 않고 자랄 수 있는 최적의(기본) 온도. TB와 TG는 한 종안에 포함된 품종일 경우 매우 안정적이다. 해당 종에 대한 이러한 값이 결정되고 나면 절대 변경할 수 없다. 변종(varietal) 또는 성숙 형의 차이는 다른 열 단위의 합계에 의해 설명된다.
7	DMLA	<b>최대 엽면적 지수 (열 43-50)</b> 엽면적 지수는 작물 잎 표면적(한쪽 면만 해당)과 작물이 덮고 있는 땅의 면적간의 비율을 말한다. 이 매개변수는 작물이 가질 수 있는 최대 엽면적 지수를 의미한다. CROP0806.DAT 데이터 세트 내 이 매개변수는 작물이 수분 스트레스를 겪지 않을 것이라고 예상되는 최대 재식 밀도에 기반한다. DMLA는 가뭄에 취약한 지역일 경우 이러한 지역에서의 재식 밀도(planting density)는 관개가 사용되지 않는 이상 매우 작기 때문에 내부적으로 조정된다.
8	DLAI	<b>총 생장기간 중 엽면적이 감소하는 기간의 비율 (열 51-58)</b> 생장하는 계절에 엽면적 지수가 잎의 노화로 인해 감소하기 시작할 때의 시점(성숙에 필요한 열단위 비율로 표현). 이 생장하는 계절 열단위 비율은 파종기 및 작물 성숙기간에 축적되는 총 열단위로 나뉜다. 엽면적이 정상적으로 증가하는 일자를 알 수 있을 경우에 APEX에서 사용할 수 있는 방법 중 하나는 축적된 열 단위의 비율을 예측하는 것이다. 멀티 구동(multi-run) 시뮬레이션은 366에 해당하는 IGSD와 함께 설정된다. 1년 단위 멀티 구동으로 이어지는 1년간의 시뮬레이션은 멀티 구동 시뮬레이션을 생성하고 이는 월별 평균 열 단위와 성숙기까지의 총 열 단위를 가지게 된다. 수확 작업은 작물 성숙일로 설정되어야 한다. 최대 엽면적으로 예측된 열 단위는 엽면적 지수가 감소하기 시작할 때의 생장기의 비율을 예측하기 위해 성숙단계의 열 단위로 나누어질 수 있다.

필드	변수	내용
9	DLAPI	<p><b>최적 엽면적 발달 곡선의 첫 번째 점 (열 59-66)</b>  이는 최적(스트레스가 없는) 엽면적 발달 곡선상의 첫 번째 2점을 말한다. 소수점 앞의 숫자는 생육기의 %를 말한다. 소수점 뒤의 숫자는 최대 잠재 LAI의 비율을 말한다. 예를 들어 15.01는 15%의 생육기에 1%의 LAI가 발달되었음을 의미한다. 엽면적의 발달에서 2점에 있는 최대 엽면적의 %에 대한 연구 결과 및 관찰 자료는 DLAI에서 설명한 것과 같은 APEX 시뮬레이션과 연계하여 사용될 수 있다. 1년간의 멀티 구동 시뮬레이션의 결과는 파종기에서 성숙기까지의 누적 열 단위를 월 단위로 수립할 것이다. 그 후 최대 LAI를 예측한 두 날짜 각각에 해당하는 예측된 누적 열 단위를 APEX 구동 시작 시 작물 매개변수 세트 하단에 나타난 평균 연간 열 단위로 나누어 누적 열 단위의 비율을 계산한다. 첫 번째 월별 예상치에 대한 열 단위 비율은 DLAP1의 소수점 앞에 있는 숫자이며 예측된 최대 LAI의 비율은 소수점 뒤의 숫자이다.</p>
10	DLAPI2	<p><b>최적 엽면적 발달 곡선의 두 번째 점 (열 67-74)</b>  이는 최적(스트레스가 없는) 엽면적 발달 곡선상의 2번째 2점을 말한다. 소수점 앞의 숫자는 생육기의 %를 말한다. 소수점 뒤의 숫자는 최대 잠재 LAI의 비율을 말한다. 예를 들어 50.95는 50%의 생육기에 95%의 LAI가 발달했음을 의미한다. 엽면적 발달상 2점에서의 최대 엽면적의 %에 대한 연구 결과 또는 관찰 자료는 DLAI에서 설명한 것과 같이 APEX 시뮬레이션과 연계하여 사용될 수 있다. 1년간의 멀티 구동 시뮬레이션의 결과는 파종기에서 성숙기까지의 누적 열 단위를 월 단위로 수립할 것이다. 그 후 최대 LAI를 예측한 두 날짜 각각에 해당하는 예측된 누적 열 단위를 APEX 구동 시작 시 작물 매개변수 세트 하단에 나타난 평균 연간 열 단위로 나누어 누적 열 단위의 비율을 계산한다. 두 번째 날에 대한 월별 예상치에 대한 열 단위 비율은 DLAP2의 소수점 앞에 있는 숫자이며, 예측된 최대 LAI의 비율은 소수점 뒤의 숫자이다.</p> <p>다음 그래프는 DLPI=15.01 및 DLP2=50.95일 때 작물의 엽면적 발달 단계를 보여준다.</p>

필드	변수	내용
10	DLAPI2 cont.	<p>그림 2.22: DLAP1 및 DLAP2에 근거한 엽면적 발달</p> 
11	RLAD	<p><b>엽면적 지수 감소율 매개변수 (열 75-82)</b></p> <p>대부분 곡물의 경우 엽면적은 작물이 생리학적 성숙기에 도달할 때 잎사귀의 노화로 인해 감소하게 된다. 대부분 잎의 노화는 오래된 잎(아래쪽)의 황변으로 시작해 옥수수, 밀 및 대두와 같은 작물에서는 모든 잎이 노화되고 작물이 죽을 때까지 점차 위쪽으로 진행된다. 많은 곡물에서 엽면적 지수는 등숙이 시작될 후에 시간에 따라 직선적으로 감소한다. 노화하는 잎의 양분과 당질은 종종 곡물로 이동한다. EPIC에서 (앞서 말한) 작물 매개변수 DLAI는 엽면적이 감소하기 시작할 때 생육기내의 시점을 통제한다. 작물 매개변수 RLAD는 감소율을 통제한다. RLAD가 1.0으로 설정되었을 경우 감소율은 직선 모양을 이룬다. RLAD&lt;1.0일 경우에 감소율은 초기에는 완만하지만 모든 잎이 성숙기에 도달해 죽을 때까지 증가한다. RLAD&gt;1.0일 경우에 노화율은 초기에는 매우 높지만, 성숙기에 다가갈수록 점차 완만해진다. 어떠한 경우에도 APEX는 생육기 비율이 DLAI와 같을 때 엽면적은 감소하기 시작하고 엽면적 지수는 성숙기에 이르러 0에 이른다 고 가정한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0은 직선 모양</li> <li>2. &gt;1은 감소를 촉진</li> <li>3. &lt; 1은 감소율을 지연</li> <li>4. 값의 범위 0~10</li> </ol> <p>아래 그래프는 어떻게 DLAI와 RLAD가 엽면적 감소를 통제하기 위해 상호 작용하는지를 보여준다.</p>

필드	변수	내용
11	RLAD cont.	<p>그림 2.23: DLAI 및 RLAD 에 따른 엽면적 발달</p>
12	RMBD	<p><b>바이오매스-에너지 비율 감소율 매개변수 (열 83-90)</b>  생장기(cropping season) 후반부에 대한 바이오매스 에너지 비율 감소율 매개변수. 이 작물 매개변수는 앞서 소개한 RLAD처럼 기능하며 0에서 10에 이르는 값을 가진다. 이는 종자와 같은 고 에너지 제품의 생산 및/또는 잎에서 종자로의 N 전류(translocation)로 인해 차단된 광합성 활성 복사에너지의 바이오매스 전환 효율을 감소시킨다. 대부분의 작물의 경우에 이 비율은 셀룰로오스와 같은 구조적 탄수화물 주요 성장 제품일 경우에 작물 성장단계 중에 상대적으로 일정하게 유지된다. 그러나 곡물이 종자를 형성하기 시작할 때 차단된 태양복사 에너지의 바이오매스 전환은 감소하기 시작한다. 다시 말해서 흡수된 태양 복사에너지 단위 별로 더 적은 건조물질이 생성되게 된다. 또한 잎이 황화되고 노화되기 시작할 때에 전환 효율은 더욱 감소하게 된다. APEX는 작물이 성숙기에 도달할 때(생육기의 비율이 DLAI보다 클 때) 작물 매개변수 RMBD를 차단된 태양 복사에너지의 바이오매스 전환율을 감소시키기 위해 사용한다. 계산상으로 RMBD는 RLAD가 엽면적 지수를 감소시키는 것처럼 WA를 감소시킨다(상기 그래프 참조). 예를 들어 RMBD=1.0이면 작물이 DLAI에서 생리학적 성숙기로 성숙할 때 WA의 선형 감소가 나타난다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1.0: 선형 감소</li> <li>2. &lt;1.0: 감소율은 초기에는 완만하다 모든 잎이 성숙기에 이르러 죽었을 때 증가한다.</li> <li>3. &gt;1.0: 감소율은 초기에는 높다가 성장기에 이르러 점차 감소한다.</li> <li>4. 값의 범위는 0~10이다.</li> </ol>

필드	변수	내용
13	ALT	<b>알루미늄 내성 지수 (열 91-98)</b> 작물의 알루미늄 포화 내성 지수. 1~5까지의 값을 가지며 1은 민감, 5는 내성을 의미한다.
14	GSI	<b>최대 기공 전도성 (열 99-106)</b> 작물 매개변수 GSI는 높은 태양 복사 에너지 및 낮은 증기압차(vapor pressure deficit) 조건에서 최대 기공 전도성( $ms^{-1}$ )을 의미한다. Korner 등(1979)은 246개의 종과 품종에 대한 최대 기공 전도값을 보고했다. Korner, C. H., J. A. Scheel, and H. Bauer, 1979, Maximum leaf diffusive conductance in vascular plants, <i>Photosynthetica</i> ,13(1): 45-82.
15	CAF	<b>임계 통기 인자 (열 107-114)</b> 열악한 통기로 인해 작물 생장이 방해 받는 토양 공극 비율. 이는 대부분의 경우 0.85로 설정되며 쌀은 1.0의 값을 갖는 대표적인 예외에 속한다.
16	SDW	<b>파종율 (열 115-122)</b> 일반적인 재식 비율(kg/ha). 유의할 점은 이 비율이 작물 개체수를 변화시키지는 않는다는 것이다. 이 값은 종자 비용 및 초기 작물 바이오매스에만 영향을 준다.
17	HMX	<b>최대 작물 높이 (열 123-130)</b> 작물이 도달할 최대 가능 높이(m)
18	RDMX	<b>최대 뿌리 깊이 (열 131-138)</b> 뿌리가 침투할 수 있는 최대 깊이(m). 이는 토양 수분 침투에 영향을 준다.
19	WAC2	<b>CO<sub>2</sub> 농도/이에 따른 WA 값(Split 변수) (열 139-146)</b> APEX에서 태양 복사 활용 효율은 대기의 CO <sub>2</sub> 농도에 민감하다. WAC2는 작물 매개변수 WA에 대한 CO <sub>2</sub> 농도의 영향력을 설명하기 위해 사용되는 “S” 곡선 변수이다. 소수점 왼쪽의 숫자는 주변보다 높은 CO <sub>2</sub> 농도 값(예를 들어 450 또는 660 $\mu l/l$ ) 이다. 소수점 오른쪽의 값은 이에 해당하는 WA값이다. 이 증가된 WA값은 CO <sub>2</sub> 수준이 증가했을 때 단기적인 작물 성장에 대한 실험 데이터로부터 예측할 수 있다. 증가된 CO <sub>2</sub> 에서 작물 성장 및 대략 330 $\mu l l^{-1}$ CO <sub>2</sub> 에서의 작물 성장 간의 비율을 계산한다. 소수점 오른쪽상의 값을 얻기 위해서 330 $\mu l l^{-1}$ 에서의 WA값을 상기 비율에 곱한다. 일반적인 비율 값은 C4 광합성 경로를 가진 작물일 경우 1.1~1.2로 crop0806에서는 1.15가 사용되고 C3 작물일 경우 1.3~1.4로 crop0806에서 1.35가 사용된다. Kimball, B.A., 1983, Carbon dioxide and agricultural yield: an assemblage and analysis of 770 prior observations. Water Conservation Laboratory Report 14. USDA/ARS. Phoenix, Arizona.

필드	변수	내용
20	CNY	<b>수확량 중 N 비율 (열 147-154)</b> 수확량 중 일반적인 N 비율( $g\ g^{-1}$ ). 작물 수확 과정 중 작물에서 제거된 질소의 양. 이는 전체 작물과 비교해 수확량 내에 존재하는 질소 비율을 말한다. 이는 Morrison's Feeds and Feeding 및 작물 양분에 대한 기타 자료를 참고해 예측한 값이다. Morrison의 자료에서 N 비율은 건조 물질의 비율을 총 수확량으로 나누어 건조 중량에 맞게 조정된 것이다.
21	CPY	<b>수확량 내 P 비율 (열 155-162)</b> 작물 수확 작업 중 작물에서 제거되는 인의 양. 이는 전체 작물과 비교하여 수확량 내에 존재하는 인 비율을 의미한다. 수확량 내 존재하는 일반적인 P 비율( $g\ g^{-1}$ ). 앞서 설명한 CNY처럼 동일한 절차를 통해 예측된다.
22	CKY	<b>수확량 내 Na 비율 (열 163-170)</b> 현재 나트륨 기능은 사용할 수 없으므로 CKY는 본 모델에서는 고려되지 않는다.
23	WSYF	<b>수확 지수 하한치 (열 171-178)</b> 수분 스트레스로 인해 예상되는 수확 지수 하한치. 0에서 HI 값 사이의 비율을 의미한다. 몇몇 작물은 수확 지수에 약간의 증가를 보인다. 예를 들어 스트레스를 받은 당료 작물의 경우 당도가 더 높은 편이다.
24	PST	<b>병충해(곤충 및 질병) 인자 (열 179-186)</b> 피해를 입은 후 남아있는 수확량의 비율로 일반적으로 0.60으로 설정된다. APEX는 수분, 온도 및 잔사의 함수 조절 과정을 가진다. 이것이 현재로써는 합리적인 예상치이나 후속 버전은 더욱 자세한 절차를 포함할 수도 있다. 사용자가 해충의 피해가 큰 것으로 알려진 지역에 대한 매개변수를 조정하기를 원할 수도 있다.
25	COSD	<b>종자 비용(<math>\\$ kg^{-1}</math>) (열 187-194)</b> 경제 분석용으로만 사용되는 종자 비용
26	PRYG	<b>곡물 가격(<math>\\$ t^{-1}</math>) (열 195-202)</b> 경제 분석용으로만 사용되는 곡물 가격
27	PRYF	<b>건초 수량 가격(<math>\\$ t^{-1}</math>) (열 203-210)</b> 경제 분석용으로만 사용되는 건초(forage) 수량 가격

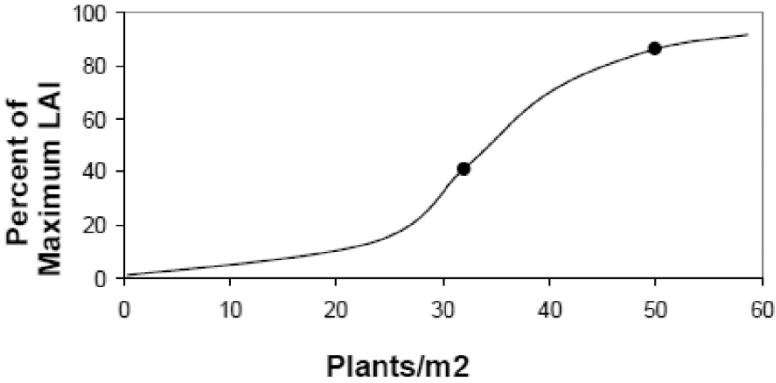
필드	변수	내용
28	WCY	<b>수확물 내 수분의 비율 (열 211-218)</b> 수확 시기에 수확물에 존재하는 수분의 양으로 소수점으로 표시. 대부분의 곡물에 대한 수확량은 표준 곡물 수분 함량 수준에서 보고된다. 그러나 일부 적용 분야에서는 곡물 건조 중량이 적절하다(WCY=0). APEX 수확량 출력 값은 모두 건조 중량으로 표시된다(WCY=0).
29	BN1	<b>질소 흡수 매개변수(출현시 작물의 N 비율) (열 219-226)</b> 출현시 작물 바이오매스 내의 정상적인 N 비율. 이 매개변수는 해당 작물 또는 유사 작물에 대한 조사 자료에 게시된 연구 결과에 근거한 것이다.
30	BN2	<b>질소 흡수 매개변수(0.5 성숙기 작물의 N 비율) (열 227-234)</b> 중간기에 작물 바이오매스 내에 존재하는 일반적인 N 비율. BN1과 동일
31	BN3	<b>질소 흡수 매개변수(성숙기 작물의 N 비율) (열 235-242)</b> 성숙기에 작물 바이오매스에 존재하는 일반적인 N 비율. BN1과 동일
32	BP1	<b>인 흡수 매개변수(출현시 작물의 P 비율) (열 243-250)</b> 출현시 작물 바이오매스에 존재하는 일반적인 P 비율. BN1과 동일
33	BP2	<b>인 흡수 매개변수(0.5 성숙기의 작물의 P 비율) (열 251-258)</b> 중간기에 작물 바이오매스 내에 존재하는 일반적인 P 비율. BN1과 동일
34	BP3	<b>인 흡수 매개변수(성숙기 작물의 P 비율) (열 259-266)</b> 성숙기에 작물 바이오매스에 존재하는 일반적인 P 비율. BN1과 동일
35	BK1	<b>나트륨 흡수 매개변수(출현시 작물의 K 비율) (열 267-274)</b> 현재 나트륨 기능은 이용할 수 없으므로 본 모델은 BK1을 고려하지 않는다.
36	BK2	<b>나트륨 섭취 매개변수(0.5 성숙기 작물의 K 비율) (열 275-282)</b> 현재 나트륨 기능은 이용할 수 없으므로 본 모델은 BK2를 고려하지 않는다.
37	BK3	<b>나트륨 섭취 매개변수(성숙기 작물의 K 비율) (열 283-290)</b> 현재 나트륨 기능은 이용할 수 없으므로 본 모델은 BK3을 고려하지 않는다.
38	BW1	<b>입식 생물의 풍식 인자 (열 291-298)</b> 입식 생 바이오매스에 대한 풍식 인자. 해당 작물 또는 유사 작물에 대한 Manhattan 풍식 공식에 기반

필드	변수	내용
39	BW2	죽은 입식 잔사에 대한 풍식 인자. (열 299-306) 죽은 입식 작물 잔사에 대한 풍식 인자 - BW1와 동일
40	BW3	수평 잔사에 대한 풍식 인자 (열 307-314) 수평 잔사에 대한 풍식 인자 - BW1와 동일
41	IDC	<p><b>작물 분류 번호 (열 315-322)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 호온성 한해살이 콩과 작물</li> <li>2 한지형 한해살이 콩과 작물</li> <li>3 다년생 콩과 작물</li> <li>4 호온성 1년생</li> <li>5 한지형 1년생</li> <li>6 다년생</li> <li>7 상록수</li> <li>8 낙엽수</li> <li>9 목화</li> <li>10 콩과 나무 작물</li> <li>11 Unpalatable</li> </ol> <p>주: 다른 작물 매개변수 또한 (TB, TG, FRST1, FRST2) 호온성 및 한지성 기후 작물 간에 차이가 있다.</p>
42	FRST1	<p><b>동해(frost damage) 곡선상의 첫 번째 점 (열 323-330)</b> 동해 곡선상에 나타난 첫 번째 점. 소수점 앞의 숫자는 최저 온도(°C)이며 소수점 뒤의 숫자는 제시된 최저 온도가 발생한 각 끝에 소실된 바이오매스의 비율이다.</p> <p>주: 10.20는 20%의 바이오매스가 온도가 -10°C에 이를 때마다 소실된다는 것을 의미한다. 0°C 이상에서는 동해가 발생하지 않는 것으로 간주되기 때문에 APEX는 온도에 마이너스 기온을 추가하였다. 이 두 개의 매개변수는 연구 결과 및 관찰 내용 모두에 근거해야 한다. 농경지 적용을 위한 정확한 데이터는 전 지역에 대한 미기후 변화에 달려있다. 현재의 매개변수는 상당히 괜찮은 예측치를 제공하나 동해 정도를 과장되기 보다는 축소할 가능성이 크다.</p>
43	FRST2	<p><b>동해 곡선 상의 두 번째 점 (열 331-338)</b> 동해 곡선 상에 나타난 점 중 두 번째 점. 소수점 앞의 숫자는 최저 온도(°C)이며 소수점 뒤의 숫자는 제시된 최저 온도가 발생한 각 끝에 소실된 바이오매스의 비율이다.</p>



필드	변수	내용
43	FRST2 cont.	주: 10.20는 20%의 바이오매스가 온도가 -10°C에 이를 때마다 소실된다는 것을 의미한다. 0°C 이상에서는 동해가 발생하지 않는 것으로 간주되기 때문에 APEX는 온도에 마이너스 기온을 추가하였다. 이 두 개의 매개변수는 연구 결과 및 관찰 내용 모두에 근거해야 한다. 농경지 적용을 위한 정확한 데이터는 전 지역에 대한 미기후 변화에 달려있다. 현재의 매개변수는 상당히 괜찮은 예측치를 제공하나 동해 정도가 과장되기 보다는 축소될 가능성이 큰 편이다.
44	WAVP	<b>증기압 차 및 WA와 관련된 매개변수. (열 339-346)</b> APEX에서 태양 복사 에너지 사용효율(RUE)은 증기압 차(VPD)에 민감하다. VPD가 증가할 때 RUE는 감소한다. 작물 매개변수 WAVP는 VPD의 증가에 따른 RUE 감소를 가리킨다. WAVP 값은 종에 따라 다르나 대부분의 작물에 대한 근차치로 6~8의 값을 권장한다.
45	VPTH	<b>임계 VPD (KPA) (열 347-354)</b> APEX에서 잎 전도계수는 VPD(시간당 계산)가 임계치 VPTH(보통 0.5~1.0 kPa)를 초과하기 전까지는 VPD에 민감하게 반응하지 않는다.
46	VPD2	<b>VPD 값 (KPA) (열 355-362)</b> APEX에서 잎 전도계수는 VPD가 VPTH 이상으로 증가할 때 연속적으로 감소한다. VPD2는 소수점 왼쪽의 숫자가 VPTH 값 이상의 특정 VPD 값을 나타내고(예: 4.0), 소수점 오른쪽 숫자가 VPD 값(예: 0.7)에 상응하는 최대 잎 전도계수의 비율이 되는 이중 매개변수이다.
47	RWPC1	<b>출현기 뿌리 무게 비율 (열 363-370)</b> 이는 지상 및 뿌리 쪽의 바이오매스를 분리하는 분할 매개변수 중 하나이다. RWPC1는 출현기의 분할 매개변수이며 RWPC2는 성숙기의 분할 매개변수이다. 이 두 개의 점 사이에는 누적 열 단위와 관련한 분할 매개변수의 직선 보간(linear interpolation)이 존재한다.
48	RWPC2	<b>성숙기 대 근중 비 (열 371-378)</b> 이는 지상 및 뿌리 쪽의 바이오매스를 분리하는 분할 매개변수 중 하나이다. RWPC1는 출현기의 분할 매개변수이며 RWPC2는 성숙기의 분할 매개변수이다. 이 두 개의 점 사이에는 누적 열 단위와 관련한 분할 매개변수의 직선 보간(linear interpolation)이 존재한다.
49	GMHU	<b>발아에 필요한 열단위 (열 379-386)</b> 이는 파종일에서 토양층 2의 온도가 TG를 넘는 일까지의 발아를 지연시킨다. 열 단위는 연간 단위로 축적된다.

필드	변수	내용
50	PPLP1	<p><b>작물 및 잔디의 작물 개체군 - 곡선 위 첫 번째 점 (열 387-394)</b>  개체군 곡선 상에 나타난 2개의 점 중 첫 번째 점. 작물 당 1 m<sup>2</sup> 이상을 요하는 나무 또는 작물을 제외한 작물, 잔디 등에 대한 작물 개체군. 소수점 왼쪽의 숫자는 작물의 수이며 오른쪽의 숫자는 해당 개체군의 최대 엽면적 비율이다. 작물 개체군은 m<sup>2</sup>당 작물의 수로 표시된다. 작물이 나무일 경우 개체군은 ha당 작물로 표시되며 두 번째 작물 개체군 점은 SMR1 위치에 첫 번째 점은 SMR2 위치에 놓이게 된다. 첫 번째 점이 더 높은 개체군이어야 한다.</p> <p>» PLANTS/m<sup>2</sup>를 입력하면 PPLP1(SMR1)&lt;PPLP2(SMR2)  » PLANTS/ha를 입력하면 PPLP1(SMR1)&gt;PPLP2(SMR2)</p>
51	PPLP2	<p><b>작물 및 잔디의 작물 개체군 - 곡선 위 첫 번째 (열 395-402)</b>  개체군 곡선상에 나타난 2개의 점 중 두 번째 점. 소수점 왼쪽의 숫자는 작물의 번호이고 오른쪽의 숫자는 해당 개체군의 최대 엽면적 비율이다. 작물 개체군은 m<sup>2</sup>당 작물의 수로 표시된다.</p> <p>작물이 나무일 경우 개체군은 ha당 작물로 표시되며 두 번째 작물 개체군 점은 SMR1 위치에, 첫 번째 점은 SMR2 위치에 놓이게 된다. 첫 번째 점이 더 높은 개체군이어야 한다.</p> <p>» PLANTS/m<sup>2</sup>를 입력하면 PPLP1(SMR1)&lt;PPLP2(SMR2)  » PLANTS/ha를 입력하면 PPLP1(SMR1 )&gt;PPLP2(SMR2)</p> <p>예를 들어 옥수수는 PPLP1=30.43와 PPLP2=50.71이다. 이는 m<sup>2</sup>당 30개의 작물 수준에서 최대 엽면적의 43%를 달성할 수 있으며, 이는 개체군 곡선상에 나타난 첫 번째 점이다. PPLP2는 m<sup>2</sup>당 50개의 작물 수준에서 최대 엽면적의 71%를 달성할 수 있음을 의미한다. 이는 옥수수 생산에 대한 개체수 곡선 상에 두 번째 점이다. PPLP1은 PPLP2보다 작기 때문에 나무가 아닌 작물의 개체군 밀도를 보여준다. 그러나 소나무의 경우 PPLP1=1000.95와 PPLP2=100.10이다. 소수점 양 옆의 숫자에 대한 설명은 옥수수와 동일하지만 여기서 PPLP1은 PPLP2보다 크기 때문에 나무 작물에 대한 개체군 밀도를 가리킨다.</p>

필드	변수	내용						
51	PPLP2 cont.	<p>그림 2.24: 작물 개체군 곡선 그림</p>  <table border="1"> <caption>Data points from Figure 2.24</caption> <thead> <tr> <th>Plants/m<sup>2</sup></th> <th>Percent of Maximum LAI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>85</td> </tr> </tbody> </table>	Plants/m <sup>2</sup>	Percent of Maximum LAI	30	40	50	85
Plants/m <sup>2</sup>	Percent of Maximum LAI							
30	40							
50	85							
52	STX1	<p><b>수확량에 대한 염도의 영향 (열 403-410)</b>  이는 염도 증가에 따른 수확량 감소를 나타낸다. 현재 염도 기능은 사용할 수 없으므로 본 모델에서는 STX1를 시뮬레이션에 고려하지 않는다((t/ha)/(mmho/cm)).</p>						
53	STX2	<p><b>임계 염도 값 (열 411-418)</b>  염도의 증가가 수확량의 감소를 초래하는 임계 값. 현재 염도 기능은 이용할 수 없으므로 본 모델에서는 STX2를 시뮬레이션에 포함하지 않는다(mmho/cm).</p>						
54	BLG1	<b>0.5 성숙기에 작물 내 리그닌 비율 (열 419-426)</b>						
55	BLG2	<b>완전 성숙기에 작물 내 리그닌 비율 (열 427-434)</b>						
56	WUB	<p><b>바이오매스로의 수분 사용 전환(t/mm) (열 435-442)</b>  적용된 단위 수분 당 생산되는 바이오매스의 양 (관개+강우)</p>						
57	FTO	<p><b>목화 생산량(turnout) 비율 (열 443-450)</b>  수확된 총 작물 재료(린트+종자+폐기물; 잎사귀 및 줄기 입자) 중 존재하는 린트 비율. 이 값은 훔어 내리는(strip) 방식보다 따는(pick) 방식으로 수확된 목화일수록 높은 경향을 보이는데, 이는 수확될 때 린트 및 종자와 함께 수확되는 폐기물이 적기 때문이다. 이러한 피킹 방식의 목화는 일반적으로 0.38의 값을 가지며 스트립 방식의 목면화는 0.27의 값을 보인다.</p> <p>생산량 비율=(린트 중량/(종자중량+린트 중량+폐기물 중량))</p> <p>낙엽수일 경우, FTO는 낙엽이 질 때 소실되는 바이오매스의 양을 나타낸다. 일반적으로 낙엽수의 경우 FTO는 0.05로 설정된다.</p>						

필드	변수	내용
58	FLT	<b>목화의 린트 비율 (열 451-458)</b> 총 실면(종자+린트)내에 존재하는 린트 비율. 이 변수는 폐기물이 총 수확 중량에 포함되지 않는다는 점에서 FTO와 차이가 있다. 린트 비율은 생산 비율보다 더 클 수 없다. 린트 비율=(린트 중량/(종자 중량+린트 중량))
59	CCEM	<b>탄소 방출량 (열 459-466)</b> 탄소 방출량은 현재 APEX에 포함되지 않는다.
60	IPDU	<b>미 사용 (열 466-473)</b>
61	TRE1	<b>미 사용 (열 474-481)</b>
62	TRE2	<b>미 사용 (열 482-489)</b>
63	LAYR	<b>미 사용 (열 490-497)</b>
64	WDRM	<b>미 사용 (열 498-505)</b>
65	EXTC	<b>광 감쇄 계수 (열 506-513)</b> EXTC 값이 설정되지 않았을 경우 초기값은 0.65이다.
66	GPAL	<b>미 사용 (열 514-521)</b>
67	FNAME	<b>작물의 전체 이름</b>





[표 2.8]: CROP0806.DAT에 수록된 작물 이름 및 번호

작물 번호	작물 이름	작물 번호	작물 이름	작물 번호	작물 이름	
1	SOYB	대두	47 BROS	부드러운 참새귀리풀	93 VELV	어저귀류
2	CORN	옥수수	48 CWPS	무지개콩	94 GRFX	강아지풀
3	GRSG	수수	49 BERM	우산 잔디	95 CEAR	치트 그래스
4	COTS	스크립형 목화	50 POTA	감자	96 LBST	작은 과란줄기 풀
5	COTP	피킹형 목화	51 ASPR	아스파라거스	97 GRMA	그라마 그래스
6	PNUT	땅콩	52 BROC	브로콜리	98 BUFF	버팔로 그래스
7	SUNF	해바라기	53 CABG	양배추	99 SGUM	고무 나무
8	CSUN	캐나다 해바라기	54 CAUF	콜리플라워	100 CASS	카사바
9	FALW	휴경지	55 CELR	셀러리	101 COWP	무지개콩
10	WWHT	추파소맥	56 LETT	상추	102 CHKP	병아리콩
11	SWHT	춘파소맥	57 OLET	잔주름 상추	103 BAHG	바이아 그래스
12	CSWH	캐나다 춘파소맥	58 SPIN	시금치	104 BUWH	메밀
13	DWHT	듀럼 밀	59 CRRT	당근	105 PRMI	기장
14	BARL	보리	60 ONIO	양과	106 SEBK	산자나무
15	CBAR	캐나다 보리	61 SGBT	사탕무	107 POAN	새포아풀(포아)
16	OATS	귀리	62 GRBN	녹두	108 GRAP	포도
17	COAT	캐나다 귀리	63 LIMA	리마 콩	109 PTOM	가공용 토마토
18	RICE	쌀	64 PEAS	광저기	110 BRSH	CRP West Brush
19	RYE	호밀	65 CUCM	오이	111 LESP	씨리류
20	WPEA	추파 완두	66 EGGP	가지	112 ORCH	새발풀
21	LENW	편두	67 CANT	칸달루프	113 LOVE	참새그령
22	LENT	편두	68 HMEL	멜론	114 ASH	물푸레나무
23	CANA	카놀라(아르헨티나)	69 WMEL	수박	115 OAK	떡갈나무
24	CANP	카놀라(폴란드)	70 PEPR	후추	116 SHBG	서먼 블루 그래스
25	FLAX	아마	71 STRW	딸기	117 KNAF	양마
26	FPEA	경협종 완두	72 TOMA	토마토	118 INDI	인디안 그래스
27	MUNG	녹두	73 SPOT	고구마	119 COFF	커피
28	SESB	참깨	74 SCRN	사탕옥수수	120 MISC	역새
29	CSIL	옥수수 사일리지	75 TOBC	담배	121 PAVE	포장 지역
30	SGHY	수수 건초	76 SUGC	사탕수수	122 ORCD	과수원
31	ALFA	자주개자리	77 FESC	페스큐 그래스	123 PAST	목초지
32	CLVA	클로버(엘사이크)	78 PMIL	수크령	124 AGRL	농경 - 일반
33	CLVR	클로버(적색)	79 PINE	소나무	125 AGRR	농경 - 경사 경작
34	CLVS	클로버(스위트)	80 MESQ	모기 나무	126 RRGB	덤불 범위
35	TIMO	티모시건초	81 APPL	사과 나무	127 FRSD	삼림 - 낙엽수
36	RNGE	목초	82 POPL	포플러 나무	128 FRSE	삼림 - 상록수
37	SPAS	봄 목초	83 BLOG	아카시아 나무	129 WETL	습지 - 일반
38	WPAS	겨울 목초	84 SWCH	수수속풀	130 WETN	습지 - 조림 미형성
39	RYEA	한해살이 호밀	85 DRYB	건두류	131 SWRN	남동쪽 지역
40	RYER	다년생 호밀	86 FABN	참두	132 HAY	건초
41	RYEG	보리풀	87 SOGR	옆귀리 그라마풀	133 FRST	삼림 - 혼합
42	WWGR	서부 보리풀	88 BBGR	큰 과란줄기 풀	134 WETF	습지 - 조림 형성
43	NWGR	북부 보리풀	89 EGGR	동부 그라마풀	135 AGRC	농업 - 폐쇄
44	SWGR	가는 보리풀	90 JHGR	존스그래스	136 OLIV	올리브 나무
45	CWGR	까락 있는 보리풀	91 GTFX	뚝새풀	137 CITR	감귤 나무
46	BROM	참새귀리풀	92 COCB	우영		

## 2.18 THE FERTILIZER FILE (FERT\*\*\*\*.DAT)

비료관련 파일인 FERTCOM.DAT는 영농에 사용되는 가장 보편적인 비료 및 기타 양분을 포함하며 각 열을 각 물질에 대한 정보를 포함한다.

필드	변수	내용
LINES 1-N	형식: 1개의 공백 열, 4개의 열로 구성된 1개의 필드(정수), 1개의 공백 열, 8개의 영문자로 이루어진 1개의 필드, 8개의 열로 이루어진 10개의 필드. 소수점 3자리 수까지 포함 (부동형)	
1	I	비료 ID 번호 (열 2-5)
2	FTNM	비료 이름 (열 7-14) N-P-K 분석 또는 분뇨 유형을 포함하는 서술적 이름
3	FN	광물 N 비율 (열 15-22) 광물 형태로 비료 내에 존재하는 질소 비율
4	FP	광물 P 비율 (열 23-30) 광물 형태로 비료 내에 존재하는 인 비율
5	FK	광물 K 비율 (열 31-38) 광물 형태로 비료 내에 존재하는 칼륨 비율
6	FNO	유기 N 비율 (열 39-46) 가축분뇨와 같은 유기 비료에 적용된다. 이 숫자는 반드시 제품에 대한 분석 시험을 통해 얻은 것이어야 한다. 이 값은 소수점 형태로 보고된다.
7	FPO	유기 P 비율 (열 47-54) 가축분뇨와 같은 유기 비료에 적용된다. 이 숫자는 반드시 제품에 대한 분석 시험을 통해 얻은 것이어야 한다. 이 값은 소수점 형태로 보고된다.
8	FNH3	암모니아 N 비율 (열 55-62) 암모니아(NH <sub>3</sub> ) 형태로 존재하는 비료 내 질소 비율
9	FOC	유기 C 비율 (열 63-70) 유기 탄소 = 유기물/1.72
10	FSLT	염분 비율 (열 71-78) 비료 내 염분의 양
11	FCST	비료 비용(\$/kg) (열 79-86) 경제 분석용



[그림 2.26]: Fertilizer 파일 스크린 예시

1	B-FRESH	0.0140	0.0080	0.0000	0.0260	0.0040	0.9900	0.3000	0.0013	0.0122
2	B-EDLT-S	0.0010	0.0030	0.0000	0.0080	0.0020	0.5000	0.3000	0.0084	0.0122
3	B-EDLT-P	0.0300	0.0040	0.0000	0.0200	0.0020	0.9900	0.3000	0.0013	0.0085
4	B-EDLT-C	0.0020	0.0040	0.0000	0.0130	0.0020	0.9900	0.3000	0.0013	0.0122
5	D-FRESH	0.0120	0.0040	0.0000	0.0210	0.0020	0.9900	0.3000	0.0013	0.0122
6	D-1-LAGE	0.6800	0.1700	0.0000	0.0700	0.0000	0.9000	0.3000	0.0013	0.0122
7	D-1-LAGE	0.7000	0.1500	0.0000	0.0800	0.0700	0.9000	0.3000	0.0013	0.0122
8	D-20-LON	0.0490	0.0010	0.0000	0.0450	0.2210	0.9720	0.3000	0.0013	0.0122
9	D-LO-LON	0.5660	0.0896	0.0000	0.1020	0.2420	0.9670	0.3000	0.0000	0.0122
10	goat-fsh	0.0190	0.0100	0.0000	0.0380	0.0050	0.9900	0.3000	0.0000	0.0122
11	hog-fresh	0.0210	0.0160	0.0000	0.0400	0.0070	0.9900	0.3000	0.0000	0.0122
12	horse-fs	0.0130	0.0060	0.0000	0.0230	0.0030	0.9900	0.3000	0.0000	0.0122
13	P-DFIT-E	0.0100	0.0100	0.0000	0.0100	0.0070	0.9900	0.3000	0.0000	0.0000
14	P-DFIT-L	0.0100	0.0100	0.0000	0.0100	0.0070	0.9900	0.3000	0.0000	0.0122
15	P-FRSH-E	0.0060	0.0100	0.0000	0.0540	0.0070	0.9900	0.3000	0.0000	0.0122
16	P-FRSH-D	0.0030	0.0050	0.0000	0.0270	0.0020	0.9900	0.3000	0.0000	0.0122
17	P-FRSH-O	0.0030	0.0100	0.0000	0.0270	0.0060	0.9900	0.3000	0.0000	0.0122
18	P-FRSH-L	0.0050	0.0100	0.0000	0.0450	0.0070	0.9900	0.3000	0.0000	0.0122
19	P-FRSH-P	0.0030	0.0100	0.0000	0.0270	0.0050	0.9900	0.3000	0.0000	0.0122
20	P-FRSH-T	0.0060	0.0100	0.0000	0.0540	0.0070	0.9900	0.3000	0.0000	0.0122
21	P-LIQ-E	0.0040	0.0100	0.0000	0.0400	0.0070	0.9900	0.3000	0.0000	0.0122
22	P-LIQ-L	0.0040	0.0100	0.0000	0.0400	0.0070	0.9900	0.3000	0.0000	0.0122
23	P-MFIT-E	0.0200	0.0100	0.0000	0.0200	0.0070	0.9900	0.3000	0.0000	0.0122
24	P-MFIT-L	0.0200	0.0100	0.0000	0.0200	0.0070	0.9900	0.3000	0.0000	0.0122
25	sheep-fs	0.0180	0.0070	0.0000	0.0350	0.0030	0.9900	0.3000	0.0000	0.0122
26	veal-fsh	0.0140	0.0080	0.0000	0.0260	0.0040	0.9900	0.3000	0.0013	0.0122
27	10-20-10	0.1000	0.0073	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2229
28	10-21-00	0.1000	0.0916	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2041
29	10-34-00	0.1000	0.1500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2912
30	11-46-00	0.1100	0.2007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3246
31	14-46-00	0.1400	0.2007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3977
32	16-00-00	0.1600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2610
33	16-20-00	0.1600	0.0880	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2755
34	16-20-00	0.1600	0.0880	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2755
35	18-18-00	0.1800	0.0786	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1768
36	18-46-00	0.1800	0.2000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2733
37	19-00-00	0.1900	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0962
38	20-00-00	0.2000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3001
39	20-00-00	0.2000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2047
40	20-00-00	0.2000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1560
41	20-10-10	0.2000	0.0436	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2225
42	21-00-00	0.2100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2537
43	22-00-00	0.2200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1545
44	23-00-00	0.2300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1725
45	24-00-00	0.2400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1537
46	28-00-00	0.2800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3623
47	28-00-00	0.2800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1661
48	28-00-00	0.2800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1505
49	28-10-10	0.2800	0.1000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2689
50	28-14-00	0.2800	0.0611	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2602
51	30-00-00	0.3000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2395
52	Fresh-H	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2365

## 2.19 THE PESTICIDE FILE (PEST\*\*\*\*.DAT)

살충제 파일인 PESTCOM.DAT는 영농 관리에 사용되는 가장 보편적인 살충제와 관련한 정보를 포함한다.

필드	변수	내용
LINES 1-N	형식: 5개의 열로 이루어진 1개의 필드(정수), 1개의 공백열, 16개의 영문자로 이루어진 1개의 필드, 16개의 열로 지수로 이루어진 6개의 필드. 소수점 6자리까지 포함 (부동형)	
1	J1	살충제 ID 번호 (열 1-5)
2	PSTN	살충제 이름 (열 7-22) 해당 살충제의 일반 또는 브랜드 명
3	PSOL	살충제 용해성(ppm) (열 23-34) 물에 용해될 수 있는 살충제 제품의 양 (ppm)
4	PHLS	토양 내 살충제 반감기(일) (열 35-42) 토양의 살충제 제품 농도가 반으로 감소하기까지 걸리는 시간 (단위:일)
5	PHLF	작물체 잎 내 살충제 반감기(일) (열 43-50) 작물의 잎 부분에 존재하는 살충제 제품의 농도가 반으로 감소하기까지 걸리는 시간. 분해는 미생물 활동과 햇빛을 통해 발생한다. (단위:일)
6	PWOF	살충제 씻김 비율 (열 51-58) 나뭇잎에 적용된 살충제 제품이 토양으로 씻겨 내려가는 비율 (단위:%)
7	PKOC	살충제의 유기 C 흡수 계수 (열 59-68) 토양에 부착된 살충제 제품의 양을 용액 내 살충제 제품의 양으로 나눈 값으로 토양 속의 유기 탄소 %를 표준으로 한다.
8	PCST	살충제 비용(\$/kg) (열 69-76) 경제 분석용

[그림 2.27]: Pesticide 파일 스크린 예시

The screenshot shows a Notepad window titled 'Notepad - [C:\WinAPP\pmp\pestid]' containing a list of pesticides and their associated numerical values. The data is as follows:

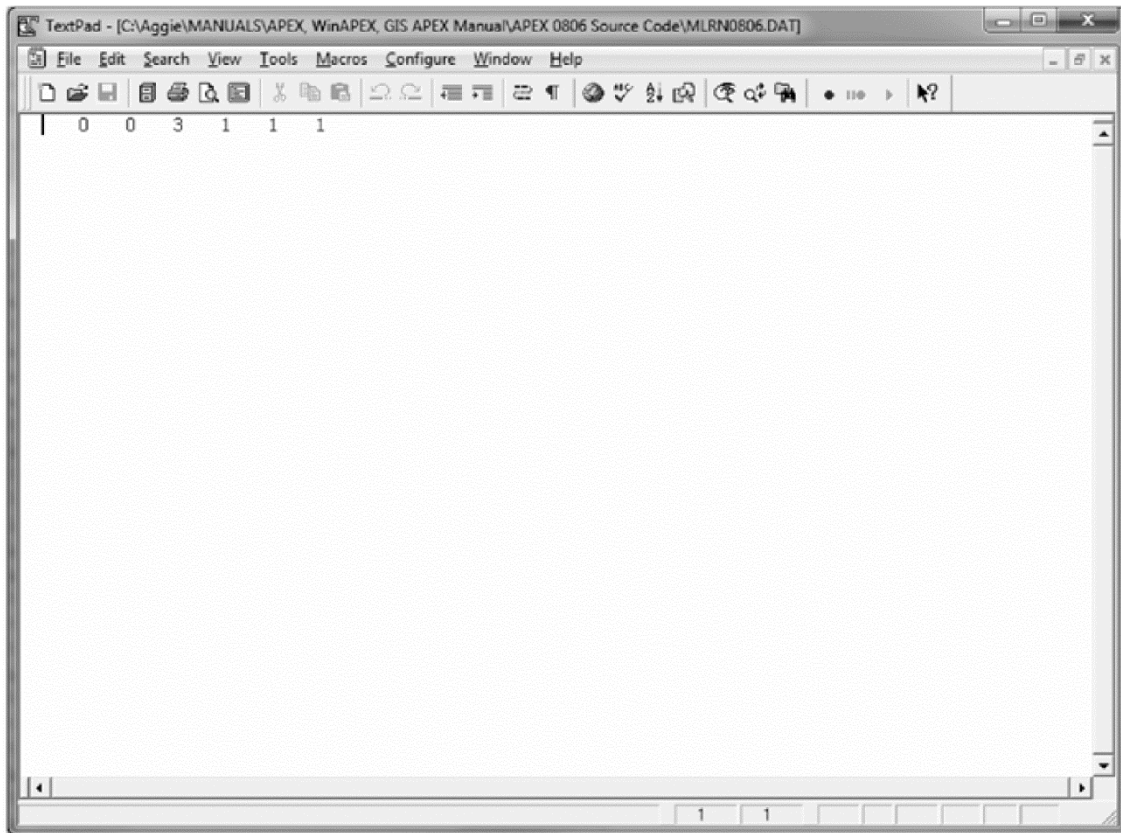
Pesticide Name	Value 1	Value 2	Value 3	Value 4	Value 5	Value 6
1 2, 4-D 4L	0.231800E+05	0.550000E+01	0.900000E+01	0.480000E+00	0.480000E+02	0.886000E-01
2 2, 4, 5-T Acid	0.190000E+03	0.330000E+02	0.900000E+01	0.450000E+00	0.800000E+02	0.150000E-02
3 AATREX 4L	0.330000E+02	0.146000E+03	0.500000E+01	0.450000E+00	0.147000E+03	0.700000E-01
4 Abate	0.090000E+00	0.300000E+02	0.500000E+01	0.650000E+00	0.107000E+04	0.120000E-02
5 Acaraben	0.130000E+02	0.230000E+02	0.100000E-02	0.500000E-01	0.281000E+04	0.370000E-02
6 Accelerate	0.100000E+06	0.230000E+01	0.700000E+01	0.900000E+00	0.950000E+02	0.800000E-02
7 ACCLAIM	0.100000E+01	0.100000E+01	0.500000E+01	0.200000E+00	0.949000E+04	0.671000E+03
8 ACTELLIC	0.990000E+01	0.240000E+02	0.990000E+02	0.900000E+00	0.234020E+05	0.135000E+03
9 Alansp-L	0.231000E+06	0.245000E+03	0.700000E+01	0.950000E+00	0.221200E+04	0.700000E-01
10 Alar	0.190000E+06	0.790000E+00	0.400000E+01	0.950000E+00	0.900000E+01	0.800000E-01
11 Aldrin	0.090000E+00	0.355000E+03	0.200000E+01	0.500000E-01	0.175000E+05	0.490000E-02
12 Aliette WDG	0.120000E+06	0.100000E+00	0.100000E-00	0.950000E+00	0.166000E+03	0.695000E-01
13 Ally	0.279000E+04	0.280000E+02	0.250000E+02	0.800000E+00	0.620000E+02	0.558700E-02
14 AMRO	0.090000E+00	0.190000E+02	0.990000E+02	0.900000E+00	0.730000E+06	0.270000E-02
15 AMIBEN 100	0.790000E+03	0.140000E+02	0.700000E+01	0.950000E+00	0.210000E+02	0.280000E-02
16 AMID-THIN	0.190000E+03	0.100000E+02	0.500000E+01	0.600000E+00	0.100000E+03	0.343610E+03
17 AMITROL-T	0.360000E+06	0.100000E+01	0.500000E+01	0.950000E+00	0.930000E+02	0.270000E-02
18 Ammo	0.090000E+00	0.360000E+02	0.500000E+01	0.400000E+00	0.610000E+05	0.259540E+03
19 Antor	0.105000E+03	0.900000E+01	0.100000E-02	0.400000E+00	0.100000E+03	0.200000E-02
20 A-Resol	0.440000E+03	0.150000E+02	0.300000E+02	0.500000E+00	0.330000E+02	0.101000E+04
21 ARSENAL 2EC	0.590000E+06	0.990000E+02	0.300000E+02	0.800000E+00	0.100000E+03	0.392690E-03
22 Arsonate	0.140000E+07	0.180000E+03	0.100000E+02	0.100000E+01	0.700000E+04	0.300000E-01
23 ASANA XL	0.090000E+00	0.198000E+03	0.600000E+01	0.400000E+00	0.527300E+04	0.782400E-02
24 ASSET 2.5 Oel	0.857000E+03	0.450000E+02	0.180000E-02	0.650000E+00	0.350000E+02	0.590000E-02
25 ASSET Oel	0.857000E+03	0.450000E+02	0.180000E-02	0.650000E+00	0.350000E+02	0.480000E-02
26 ASSURE	0.090000E+00	0.690000E+02	0.150000E-02	0.200000E+00	0.540000E+03	0.398530E+03
27 Awlox	0.590000E+06	0.100000E+02	0.300000E+01	0.950000E+00	0.138000E+03	0.270000E-02
28 AVENGE	0.817000E+06	0.870000E+02	0.300000E+01	0.950000E+00	0.550000E+05	0.430000E-02
29 Azodrin	0.190000E+07	0.390000E+02	0.200000E-01	0.950000E+00	0.100000E+01	0.290000E-02
30 BALAN EC	0.090000E+00	0.510000E+02	0.100000E-02	0.200000E+00	0.824000E+04	0.870000E+02
31 BANOL	0.100000E+07	0.120000E+02	0.150000E-02	0.950000E+00	0.309000E+03	0.960000E-02
32 BANVEL	0.360000E+06	0.190000E+02	0.900000E+01	0.650000E+00	0.130000E+02	0.599200E-02
33 BASAGRAN	0.230000E+07	0.270000E+02	0.200000E+01	0.600000E+00	0.350000E+02	0.528000E-02
34 Bosta	0.137000E+07	0.790000E+01	0.400000E+01	0.950000E+00	0.430000E+03	0.165000E+03
35 BAYGON EC	0.190000E+04	0.145000E+03	0.990000E-02	0.900000E+00	0.290000E+02	0.106000E-03
36 BAYLETON 1X	0.720000E+02	0.600000E+01	0.800000E+01	0.300000E+00	0.319000E+03	0.629000E-02
37 Baytax	0.490000E+01	0.340000E+02	0.200000E+01	0.850000E+00	0.139000E+04	0.244000E+03
38 BAYTHROID II	0.290000E+03	0.630000E+02	0.500000E+01	0.400000E+00	0.310000E+05	0.200000E-01
39 BOUT 2700 1/2 EC	0.200000E+01	0.200000E+02	0.400000E+01	0.700000E+00	0.191000E+04	0.130000E+07

## 2.20 THE APEX MULTI-RUN FILE (MLRN\*\*\*\*.DAT)

APEX는 본 모델을 재구동 할 필요 없이 바람과 물에 의한 침식에 대해 연속적인 날씨 시드(weather seeds)를 분석할 수 있다. 이는 APEX의 Multi 구동 옵션을 통해 쉽게 가능하다. 이 시뮬레이션은 NVYR 값이 0가 될 때까지 계속된다.

형식: 필드(field)당 4개의 열을 포함하는 최대 20개의 필드 (정수)		
필드	변수	내용
1	NX(1)	두 번째 년수에서 시뮬레이션 마지막 년수까지 (열 1-4)
2	NX(2)	일반/잔적 토양 침식 (열 5-8) 0 토양 단면의 일반 침식 1 잔적된 토양 단면의 침식의 보전 관리 인자
3	NX(3)	출력값 형태 (열 9-12) 0 연간 유역 출력 1 연간 출력 2 토양 테이블을 포함한 연간 출력 3 월간 출력물 4 토양 테이블을 포함한 월간 출력물 5 수확기 때 토양 테이블을 포함한 월간 출력물 6 N 일 간격 7 토양 테이블만 출력, N 일 간격 8 생장기 동안 토양 테이블만 출력, N 일 간격 9 생장기 동안 N 일 간격
4	NX(4)	기상 입력 변수에 대한 ID 번호 (열 13-16) 1 강수량 2 온도 3 태양복사에너지 4 풍속 5 상대 습도  만약 어떠한 변수라도 입력되었을 경우에 강수량은 반드시 포함되어야 한다. 따라서 강수량이 유일하게 입력된 변수가 아닌 이상 N2=1라고 굳이 명시할 필요는 없다.
5	NX(5)	.SAO 파일 사용 (열 17-20) .SAO는 하위영역 출력 파일이다.
6	NX(6)	.RCH 파일 사용 (열 21-24) .RCH는 Reach Watershed (경계구역) 출력 파일이다.
7	NX(7)	.SW1 파일 사용 (열 25-28)

[그림 2.28]: Multi run 파일 스크린 예시



## 2.21 THE APEX PARM FILE (PARM\*\*\*\*.DAT)

PARMCOM.DAT 파일은 많은 공식과 관련된 계수들을 관리하고 있는 파일이기 때문에 APEX에서 매우 중요하다. 따라서 공식 계수를 본 모델의 설계자와 상의 없이 변경해서는 안 된다.

이 파일은 APEX0806에서 사용된 S 곡선 및 기타 매개변수들을 포함한다.

### S 곡선 매개변수

S 곡선은 APEX의 많은 과정을 묘사하기 위해 사용된다. y축은 0에서 10까지의 눈금이 있어 시뮬레이션 중인 작업에 대한 x축 변수 내 범위의 영향력을 나타낸다. 이 S 곡선은 본 파일에 포함된 두 개의 지점으로 충분히 설명될 수 있다. 본 파일에 포함된 2개의 숫자와 함께 2개의 점에 대한 x와 y 좌표를 나타내는 것이 편리하다. 이 숫자는 APEX에 의해 분리된다(x 값은 소수점 왼쪽에, y 값은 소수점 오른쪽에 자리한다). 이 2개의 점은 SCRП라고 불리는 배열에 포함된다. 예를 들어 설명하자면, PARM0806.DAT 파일(90.05,99.95)의 첫 번째 줄에 있는 2개의 SCRП 값에 있어서, SCRП(1,1)=90.05, SCRП(1,2)=99.95. 분할시  $x_1=90$ ,  $y_1=0.05$ ,  $x_2=99$ , 및  $y_2=0.95$ 가 된다. APEX는 이러한 2개의 표시점을 해당 곡선이 0에서 시작해 2개의 주어진 점을 지나고 x가 두 번째 점을 넘어 상승할 때 y가 1.0에 이르도록 하는 2개의 매개변수에 대한 지수 방정식을 푼다(아래의 식 참조).

$$Y = x/[x+\exp(b_1-b_2*x)]$$

여기서 b1와 b2는 APEX가 결정한 매개변수이다.

## S 곡선 매개변수 정의

<p><b>LINES 1-30</b> 2개의 필드(열 1-8 및 열 9-16)로 구성되어 있으며, 각 라인은 한 쌍의 S 곡선을 가지고 있다.</p> <p>형식: 2개의 필드, 각 필드는 8개의 열을 포함. 소수점 3째자리까지 포함 (부동형)</p>		
SCRP1(1)	SCRP2(1)	<p><b>바위 또는 조립질 토양 파편으로 인한 뿌리 성장 제약.</b> 소수점 왼쪽의 숫자는 조립질 파편의 %이고, 오른쪽 숫자는 뿌리 성장 제약 비율이다.</p> <p>X = % 조립질 파편</p>
SCRP1(2)	SCRP2(2)	<p><b>토양 증발-깊이.</b> 토양 깊이의 기능인 토양 증발. 소수점 왼쪽의 숫자는 토양 깊이(mm), 오른쪽 숫자는 토양 표면 및 특정 깊이 사이의 비율을 의미한다.</p> <p>X = soil depth(mm)</p>
SCRP1(3)	SCRP2(3)	<p><b>잠재적 수확 지수.</b> 소수점 왼쪽의 숫자는 성장기의 %, 오른쪽 숫자는 수확 지수를 의미한다(작물 성숙기와의 함수 관계를 통해 잠재적인 수확 지수 발달을 촉진한다).</p> <p>X = 성장기의 %</p>
SCRP1(4)	SCRP2(4)	<p><b>유거수 곡선 번호.</b> 이는 일반적인 S 곡선 절차에 포함되지 않는다. 소수점 왼쪽의 숫자는 토양의 수분 함량, 오른쪽 숫자는 곡선 번호이다. CN2 및 CN3를 일치시키기 위해 SCRП(25,n)에서 취한 토양 수분 비율</p> <p>항상 0.0, 0.0으로 되어 있다. SCRП(4)는 SCRП(25)에 따라 계산된다.</p>
SCRP1(5)	SCRP2(5)	<p><b>토양 피복 인자.</b> 토양 온도를 시뮬레이션 하는데 사용된 토양 피복 인자를 예측. 소수점 왼쪽의 숫자는 죽거나 살아있는 지상 작물 물질을 의미하고 오른쪽 숫자는 토양 피복 인자(소수)를 나타낸다.</p> <p>X = 총 지상 작물 물질(죽거나 살아있음).</p>
SCRP1(6)	SCRP2(6)	<p><b>토양 침식성 강우.</b> 소수점 왼쪽의 숫자는 토양 재질 및 깊이(mm)에 따라 조정된 강우-유거수이며, 오른쪽 숫자는 강우로 초래된 토양 침하 비율이다.</p> <p>X = 토양 재질 및 깊이에 따라 조정된 강우량 (mm)</p>
SCRP1(7)	SCRP2(7)	<p><b>통기 스트레스-뿌리 성장.</b></p> <p>소수점 왼쪽의 숫자는 통기 임계값과 포화값 사이의 토양의 수분 저류 용적이며, 오른쪽 숫자는 통기 스트레스가 초래한 뿌리 성장 감소율이다. 해당 작물에 대한 토양 수분 함량 및 임계 통기 인자와의 함수 관계를 이용해 뿌리 성장 통기 스트레스를 결정한다.</p> <p>X = 토양 수분-임계 통기 인자</p>
SCRP1(8)	SCRP2(8)	<p><b>N 또는 P 결핍 스트레스-작물의 N 또는 P 함량 기준.</b> 소수점 왼쪽의 숫자는 작물의 N 또는 P 함량 비율간의 차이 비율이다(실제 잠재적 N 또는 P 함량 비율). 오른쪽의 숫자는 N 또는 P 스트레스 인자이다(N 또는 P 비율 = 0.5일 때, 0.0이다. N 또는 P 비율 = 1일 때 1.0이다.) N 또는 P 결핍에 의해 초래된 작물 스트레스를 결정.</p> <p>X = 작물 내에 존재하는 최적 N 또는 P 함량의 %</p>

SCRP1(9)	SCRP2(9)	<p><b>병충해 피해-온도, 수분, 피복.</b> 소수점 왼쪽의 숫자는 토양 피복상태 및 30일 선행 강수량에서 유거수를 제외한 값에 맞게 조정된 평균 일일 최저 온도이다. 오른쪽의 숫자는 병충해로 인한 작물 수확량 감소율로 1.0과 최소 병충해 인자(PST 작물 매개변수)간의 차이율로 표시된다. 병충해 피해 인자를 30일 강수량 및 지상 작물 물질을 고려하여 온도의 함수로서 계산한다. 병충해 성장을 통제하기 위해 사용되는 여러 매개변수 중 하나이다. 또한 매개변수 9와 10, 통제 파일 내 PSTX 및 작물 파일의 PST 매개변수를 참조할 것.</p> <p>X = 강수량에 따라 조정된 일간 최저 온도의 합계</p>
SCRP1(10)	SCRP2(10)	<p><b>수확 인자-작물 수분 사용.</b> 소수점 왼쪽의 숫자는 성장기 동안의 실제 및 잠재적 작물 수분 사용량에 대한 %이다. 오른쪽의 숫자는 실제 및 잠재적 수확 지수의 비율을 나타낸다. 수분 스트레스의 수확 지수에 대한 영향력을 작물 수분 사용량의 함수로서 계산하도록 한다.</p> <p>X = 임계 기간 동안의 작물의 수분 사용량</p>
SCRP1(11)	SCRP2(11)	<p><b>작물의 P 사용-토양의 P 농도.</b> 소수점 왼쪽의 숫자는 토양의 불안정 P 농도(ppm)이고, 오른쪽의 숫자는 이용 가능한 P의 양(kg/ha)이다. 토양의 P 농도와함의 함수 관계를 이용해 작물의 P 사용량을 통제한다.</p> <p>X = 토양의 불안정 P 농도</p>
SCRP1(12)	SCRP2(12)	<p><b>N 휘발성, 토양 내 NH<sub>3</sub> 깊이의 함수.</b> 소수점 왼쪽의 숫자는 토양층 중심부의 깊이(mm)이며 오른쪽의 숫자는 N 휘발량(kg/ha)이다. 토양 깊이와의 상관관계에 따라 n 휘발과정을 통제한다.</p> <p>X = 토양층 중심부의 깊이(mm)</p>
SCRP1(13)	SCRP2(13)	<p>지상 작물 물질과의 함수 관계를 통해 <b>풍식 식생 인자</b>를 계산한다.</p> <p>X = 상응하는 식생 값(C1BIOM+C2*STD+C3*RSD). C1, C2 및 C3이 계수일 경우에 BIOM는 지상 바이오매스이며 STD는 입식 죽은 작물 잔사이고 RSD는 수평형 잔사이다. 소수점 왼쪽의 숫자는 상응하는 식생값(T/ha)이며 오른쪽의 숫자는 풍식 식생 인자(비율)이다.</p>
SCRP1(14)	SCRP2(14)	<p><b>미생물 과정을 통제하는데 사용된 토양 온도 인자</b>를 계산한다.</p> <p>X = 토양 온도(°C). 소수점 왼쪽의 숫자는 토양 온도이며 오른쪽 숫자는 인자(비율)이다.</p> <p>X = 토양 온도(°C)</p>
SCRP1(15)	SCRP2(15)	<p><b>수식 C 인자 내 작물 개체군.</b> 소수점 왼쪽의 숫자는 m<sup>2</sup>당 작물 개체군 또는 나무의 경우 ha당 작물 개체군을 나타내고, 오른쪽 숫자는 수식 피복 인자(비율) 또는 침식 통제 비율이다. USLE C-인자에 대한 작물 개체군의 영향력을 예측한다.</p> <p>X = 작물 개체군(plt/m<sup>2</sup>)</p>
SCRP1(16)	SCRP2(16)	<p><b>해빙 인자.</b> 마지막 강설일로부터 현재까지의 시간과의 함수 관계를 이용해 해빙량을 증가시킨다. 소수점 왼쪽의 숫자는 마지막 강설 이후 지나간 시간(일)을 의미하고, 오른쪽 숫자는 시간의 함수로서 해빙 속도를 의미한다.</p> <p>X= 마지막 강설일로부터 현재까지의 시간</p>



SCRP1(17)	SCRP2(17)	<p>토양 수분 함량에 따른 <b>작물의 수분 스트레스 인자 요소</b>. 소수점 오른쪽의 숫자는 뿌리층의 토양 수분함량과 작물이 이용 가능한 저류 용적의 비율이며, 오른쪽 숫자는 수분 스트레스로 인한 작물 스트레스 비율이다. <math>PARM\ 38=1</math>이면 작물의 수분 스트레스는 ET와 엄격한 함수관계에 있다.</p> <p><math>X =</math> 뿌리층 토양 수분 함량과 작물이 이용 가능한 수분 저류 용적간의 비율</p>
SCRP1(18)	SCRP2(18)	<p><b>CN2를 고지대 경사도와의 함수 관계를 통해 조정</b>. 소수점 왼쪽의 숫자는 고지대 경사(%)이며, 오른쪽은 지수 번호가 조정된 비율이다.</p> <p><math>X=</math> 고지대 경사 (%)</p>
SCRP1(19)	SCRP2(19)	<p>낙엽지의 수분 함량에 따라 축사 먼지 방출량을 통제. 소수점 왼쪽의 숫자는 낙엽지 내 수분/낙엽지 중량이고 오른쪽 숫자는 먼지 방출 통제 비율이다.</p> <p><math>X =</math> 낙엽지 수분/낙엽지 중량</p>
SCRP1(20)	SCRP2(20)	<p><b>토양의 산소 함량</b>을 토양층 깊이와의 함수 관계를 이용하여 시뮬레이션 한다. 미생물의 잔사 부패 과정에서 사용. 소수점 왼쪽의 숫자는 각 토양 층 중심부까지의 깊이이며 오른쪽 숫자는 산소 함량에 대한 조정치이다. 이 매개변수는 PARM(53)와 연계하여 작용한다. <math>(1-PARM(53)) \times SCR20</math>.</p> <p><math>X =</math> 각 토양층 중심부까지의 깊이(m)</p>
SCRP1(21)	SCRP2(21)	<p><b>공간적 강우 발생기 내의 거리 인자</b>. 소수점 왼쪽의 숫자는 호우 중심부에서 하위영역 중심부까지의 거리(km)이며 오른쪽 숫자는 거리 X를 고려한 호우 중심부의 강우량 비율이다.</p> <p><math>X =</math> 호우 중심부에서 하위영역 중심부까지의 거리(km)</p>
SCRP1(22)	SCRP2(22)	<p><b>작물의 수분 스트레스 - 토양 수분 장력</b>. 토양의 수분 장력과의 함수 관계를 이용하여 토양의 수분 스트레스를 통제한다.</p> <p><math>X =</math> 중량 측정 + 삼투 장력</p>
SCRP1(23)	SCRP2(23)	<p><b>엽면적과의 함수 관계를 고려하여 작물의 지상 피복량을 예측한다</b>. 소수점 왼쪽의 숫자는 엽면적, 오른쪽 숫자는 지상 피복율을 의미한다.</p> <p><math>X =</math> 생장 중인 모든 작물의 LAI</p>
SCRP1(24)	SCRP2(24)	<p><b>입식 생 바이오매스와의 함수 관계를 이용하여 작물의 지상 피복량을 예측한다</b>. 소수점 왼쪽의 숫자는 입식 생 바이오매스(t/ha)를 의미하며, 오른쪽의 숫자는 지상 피복율을 의미한다.</p> <p><math>X =</math> 입식 생 바이오매스(t/ha)</p>
SCRP1(25)	SCRP2(25)	<p><b>탄소 및 점토 함량과의 함수 관계를 이용하여 O<sub>2</sub> 함량을 시뮬레이션 한다</b>. 이 S 곡선 번호는 미생물의 잔사 분해과정에 사용된다.</p> <p><math>X = F(\text{탄소/점토})</math></p>
SCRP1(26)	SCRP2(26)	사용 안 함
SCRP1(27)	SCRP2(27)	사용 안 함
SCRP1(28)	SCRP2(28)	사용 안 함

SCR1(29)	SCR2(29)	사용 안 함
SCR1(30)	SCR2(30)	<p>일반적인 S 곡선 절차는 해당되지 않음. CN2 및 CN3와 일치하는 토양 수분 함량을 설정한다.</p> <p>X1 = 포장 용수량의 %로서 토양의 수분 함량-위조점 X2 = 포화도의 %로서 토양의 수분 함량-포장 용수량</p> <p>이 매개변수는 다른 매개변수와는 달리 동일한 X 및 Y 양식을 따르지 않는다. 이 경우에 Y는 항상 0이다.</p> <p>예시: X1=45.00. 이는 CN2이 포장 용수량 및 위조점 간 용적의 45%이면 <math>(0.45*(FC-WP)+WP)</math>임을 나타낸다. X2=10.00. 이는 CN3이 포화도 및 포장 용수량 간 용적의 10%이면 <math>(0.45*(FC-WP)+WP)</math>임을 나타낸다.</p>

### 매개변수 정의

LINES 31-39 10개의 필드. 각 필드는 8개의 열로 구성되며 소수점 두 자리 수까지 포함한다 (부동형)		
필드	PARAM(n)	정의, 단위 및/또는 범위
라인 31		
1	1	Penman-Monteith PET 공식에서 작물의 캐노피 저항을 조정하기 위해 사용되는 작물 캐노피-PET (범위 1-2) 인자 (열 1-8)
2	2	뿌리 성장-토양 강도 (범위 1-2). 일반적으로 $1.15 < PARAM(2) < 1.2$ . 뿌리 성장에 대한 토양 강도의 제약성을 최소화하기 위해서 1.5로 설정한다. $PARAM(2) > 2$ 로 설정하면 모든 뿌리 성장 스트레스를 제거하게 된다. (열 9-16)
3	3	수분 스트레스-수확 지수(범위 0~1) 수분 스트레스가 수확 지수를 감소시키기 시작하는 생장기 비율을 설정한다. (열 17-24)
4	4	수분 저류 N 침출 (범위 0~1). 질소 침출이 발생할 때 침투수와 상호작용하는 토양 다공성 비율. (열 25-32)
5	5	토양 수분 하한치 (범위 0~1). 위조점의 수분 함량의 비율로 표현되는 토양 깊이 0.5 m의 수분 함량 하한치. (열 33-40)
6	6	겨울 휴면기(h) (범위 0~1) 동계 작물의 겨울 휴면기를 초래한다. 낮의 길이가 연간 최소 낮 길이+PARAM(6) 보다 짧으면 생장이 일어나지 않는다. (열 41-48)
7	7	1에서의 N 고정 (범위 0~1) 고정은 토양 수분, 질소 함량 또는 작물 성장 단계의 제약을 받는다. 0에서 고정은 작물의 질소 섭취 요구량을 만족한다. 앞서 말한 두 개의 시나리오를 함께 사용하려면 $0 < PARAM(7) < 1$ 로 설정한다. 겨울 휴면상태 (열 49-56)

8	8	수용성 인 유출 인자( $0.1\text{m}^3/\text{t}$ ) (범위 10~20). 퇴적물 내 P 농도를 수분 내 P 농도로 나눈 값 (열 57-64)
9	9	병충해 피해 수분 한계치(mm) (범위 25~150) 30일 이전 강우량-유출량. 병충해 성장을 통제하기 위해 사용되는 여러 매개변수 중 하나. 통제 파일 내 PSTX, parm 10을 참조. 작물 파일 내 PST 및 SCRP(9)을 참조할 것
10	10	병충해 피복 한계치(t/ha) (범위 1~10) 작물 잔사+지상 바이오매스. 이것은 병충해가 성장하는데 필요한 피복량을 말한다. 변수 10을 큰 수(50)로 설정하면 이러한 높은 피복 수준에 도달하는 것이 불가능하기 때문에 병충해의 성장이 거의 일어나지 않게 된다. 병충해 성장을 통제하기 위해 사용되는 여러 매개변수 중 하나. 통제 파일 내 PSTX, 변수 9 및 SCRP(9)를 참조할 것. (열 73-80)
<b>라인 32</b>		
1	11	종자 발아에 필요한 수분(mm) (범위 10~30) 저장된 토양 수분-경운 깊이의 위조점 저류량(작토 깊이=변수 43). 작토층의 수분량이 PARM 11과 같거나 크지 않을 경우 발아는 일어나지 않는다. 이 변수를 (-100)와 같은 음수로 설정하면 이 변수의 기능을 끌 수 있고 종자는 토양내 수분량과 관계없이 발아하게 된다. (열 1-8)
2	12	토양 증발 계수 (범위 1.5~2.5) 토양 상부 0.2 m 부터 시작되는 토양 증발 속도를 통제한다. (열 9-16)
3	13	풍식 계수 (범위 0~3) 느슨한 물질들이 침식이 될 때 토양의 풍식 인자를 조절한다. (열 17-24)
4	14	질산 침출율 (범위 0.1~1) 표면 유거수 내 질산 농도와 침투수 내 질산 농도의 비율 (열 25-32)
5	15	유거수 CN 잔사 조정 인자 (범위 0.0~0.3) $\text{RSD}<1.0$ t/ha일 때 유거수를 증가시키고 $\text{RSD}>1.0$ t/ha일 경우 감소시킨다. (열 33-40)
6	16	CN 유지 변수를 확대 (범위 1.0~1.5) 값이 1.0 보다 작으면 CN 유지량을 확대하고 유거수를 감소시킨다. (열 41-48)
7	17	토양 증발-작물 피복 인자 (범위 0.00~0.5) 토양 증발을 통제하는데 있어 LAI와 관계 있는 작물 피복 효과를 감소시킨다. (열 49-56)
8	18	퇴적물 추적 지수 (범위 1~1.5) 잠재적인 퇴적물 농도를 예측하기 위한 물의 속도 지수 (열 57-64)
9	19	퇴적물 추적 계수( $\text{t}/\text{m}^3$ ) (범위 0.01-0.05) 유동 속도가 1일 때 잠재적인 퇴적물 농도(m/s) (열 65-72)
10	20	유거수 곡선 변호 초기 추출 (범위 0.05-0.4) (열 73-80)
<b>라인 33</b>		
1	21	수용성 탄소 흡착 계수( $0.1 \text{ m}^3/\text{t}$ ) (범위 10~20) 퇴적물 내 탄소 함량을 수분 내의 탄소 함량으로 나눈 값 (열 1-8)
2	22	동결토에 대한 NRCS 유출 CN 유지 매개변수를 감소 (범위 0.05~0.5) 동결토에 대한 S의 비율(유지 매개변수) (열 9-16)

3	23	Hargreaves PET 방정식 계수 (범위 0.0023~0.0032) 초기값=0.0023, 현재 값= 0.0032 (열 17-24)
4	24	살충제 침출 비율 (범위 0.1~1) 표면 유거수 내 살충제 농도와 침투수 내 살충제 농도간의 비율 (열 25-32)
5	25	곡선 지수에 대한 강우 강도를 설명하기 위해 사용되는 지수 계수 (범위 0.0~2.0) 이 계수를 0으로 설정하면 아무런 효과가 없다. SCN = SCN*EXP(PARM(25)*(0.2-AL5)) (열 33-40)
6	26	봄철 생장 개시 시 성숙 비율 (범위 0~1) 추계 작물이 최저 온도 달을 지날 때 열 단위 지수를 0보다 큰 값으로 설정할 수 있게 한다. (열 41-48)
7	27	질화 및 휘발 과정에 대한 CEC의 영향 (범위 0~1) 질화/휘발 과정에 대한 CEC 보정 계수 하한치를 설정한다. 0에서 CEC는 질화/휘발 과정을 방지한다. 1일 경우에 CEC는 질화/휘발 과정에 영향을 미치지 않는다. (열 49-56)
8	28	질소 고정 상한치 (범위 0.1~20) 이 값은 콩과 작물에 의한 질소 고정의 1일 상한치를 설정한다. (kg/ha/day) (열 57-64)
9	29	생물학적 혼합 효율 (범위 0.1~0.5) 지령이 등에 의한 표층토의 혼합과정을 시뮬레이션 한다. PARM(31)는 이러한 작용에 대한 깊이를 설정한다. (열 65-72)
10	30	용해성 인 유출 지수 (범위 1~1.5) 용해성 인-유출 공식에 대한 비선형적 효과를 제공한다. (열 73-80)
<b>라인 34</b>		
1	31	생물학적 혼합에 대한 최대 깊이(m) (범위 0.1~0.3) (열 1-8)
2	32	유기 P 손실 지수 (범위 1~1.2) 유기 인 손실 공식에 대한 비선형적 효과를 제공한다. (열 9-16)
3	33	MUST EQ 계수 (범위 2.0~3.0) 초기 값=2.5 (열 17-24)
4	34	Hargreaves PET 방정식 지수 (범위 0.5~0.6) 초기값=0.5. PET를 증가시키기 위해 0.6로 수정. (열 25-32)
5	35	탈질 토양-수분 임계치 (범위 0.9~1.1) 탈질 작용을 작동시키기 위한 포장 용수량 수준의 토양 수분 저류 비율 (열 33-40)
6	36	1일 탈질을 상한치 (범위 0.0001~0.5) 탈질 과정이 적용되는 토양 층 내의 최대 NO <sub>3</sub> 비율 (열 41-48)
7	37	SWAT 출력을 위한 delivery 비율 지수 (범위 0.1~0.6) APEC 소규모 유역 퇴적물을 SWAT 입력에 대한 8자리의 유역 퇴적물로 전환. 일반적으로 0.5-하한치는 SWAT 침천물을 증가시킨다. (열 49-56)
8	38	수분 스트레스 가중 계수 (범위 0~1) 0일 때 작물의 수분 스트레스는 토양 수분 함량과 엄격한 함수 관계에 있으며 1일 때 작물의 수분 스트레스는 잠재적인 ET로 나눈 실제 ET값과 함수관계에 있다. 0<PARM(38)<1일 때는 2가지 방법을 모두 고려한다. SCRIP 17을 참조 (열 57-64)

9	39	써레질 포화 전도도(Puddling Saturated Conductivity)(mm/h) (범위 0.00001~0.1) 두 번째 토양층의 포화 전도도를 낮은 값으로 설정하여 논에서의 써레질 과정을 시뮬레이션 한다. (열 65-72)
10	40	지하수 저류 임계치 (범위 0.001~1) 복귀류를 시작시키는 지하수 저수지의 비율 (열 73-80)
라인 35		
1	41	작물 뿌리 온도 스트레스 지수 (범위 0.1~2) 토층 온도와 작물의 최적 및 기본 온도의 평균치간의 비율 지수 (열 1-8)
2	42	SCS 곡선 지수 계수 (범위 0.3~2.5) SCS 곡선 지수 유지 매개변수를 추정하는데 있어 PET의 영향력을 조절한다. (열 9-16)
3	43	작토층 깊이(m) 용해성 인의 농도 또는 중량, 유기 탄소 및 토양 수분 함량을 추적하는데 사용한다. (열 17-24)
4	44	곡선 지수 유지 매개변수 S에 대한 상한치 (범위 1.0~2.0) $SUL=PARM(44)*S1$ . CN가 CN1보다 아래로 가도록 한다. (열 25-32)
5	45	퇴적물 추적 도달 시간 계수 (범위 0.5~10) 도달 시간 및 평균 입자 크기와의 함수 관계를 통해 유입 퇴적물 농도를 유동 농도로 이동시킨다. (열 33-40)
6	46	RUSLE C-인자 계수 (범위 0.5~1.5) 잔사 내 지수적 잔사 함수 계수 (열 41-48)
7	47	RUSLE C-인자 계수 (범위 0.5~1.5) 바이오매스 인자의 지수적 작물 높이 함수 계수 (열 49-56)
8	48	기후 스트레스 조절 인자 (범위 50~80) (평균 연간 강수량/평균 연간 온도)/PARM 48)). 매개변수 48을 0.0로 설정하면 기후 인자는 1이 되고 이는 작물 수확량에 아무런 영향을 미치지 않는다. (열 57-64)
9	49	작물 캐노피에 의한 최대 강우 차단율(mm) (범위 0.0~15.0) (열 65-72)
10	50	강우 차단 계수 (범위 0.05~0.3) (열 73-80)
라인 36		
1	51	낙엽지(잔사)내 저장된 수분계수 (범위 0.1~0.9) 낙엽지 중량의 비율 (열 1-8)
2	52	잔사 붕괴물에 경작 작업의 효과를 나타내는 공식의 지수 계수 (범위 5.0~15.0) (열 9-16)
3	53	토양 깊이와 함께 미생물의 활동을 변경하는데 사용되는 산소 방정식의 계수 (범위 0.8-0.95) SCRП 20를 참조 (열 17-24)
4	54	추적용 N 농축비 계수 (범위 0.3~0.9) GLEAMS 방정식 $ERTO =$ $\min(3.5, PARM(54)/CIN^{PARM(55)})$ (열 25-32) ERTO-농축비 CIN-유입수 내 퇴적물 농도

5	55	추적용 N 농축비 지수 (범위 0.1~0.3) GLEAMS 방정식에 사용한다. (열 33-40)
6	56	화염 작업으로 파괴되는 비율 (범위 0.5~1.0) (열 41-48)
7	57	추적용 P 농축비 계수 (범위 0.05~2.0) GLEAMS 방정식 $ERTP = PARM(57)/(CY \cdot PARM(58))$ (열 49-56) ERTP-P 농축비 CY-퇴적물 농도
8	58	추적용 P 농축비 지수 (범위 0.3~0.9) GLEAMS 방정식에 사용한다. (열 57-64)
9	59	증발 계수에 의한 P 상승 이동 (범위 1~20) (열 65-72)
10	60	윤작 전에 목초지가 방목되는 최대 일 수 (범위 1~365) (열 73-80)
라인 37		
1	61	토양수 상향 이동 한계치 (범위 0.05~0.95) 수분을 낮은 곳에서 바로 위로 이동시키는데 사용되는 수분 장력 비율을 제한한다. $X1=XX \cdot \min(PARM(61), (T1-T2)/T1)$ (열 1-8)
2	62	가축분뇨 침식 방정식 계수 (범위 0.1~0.5) 큰 값은 가축분뇨 침식을 증가시킨다. (열 9-16)
3	63	SWAT모델 적용용 N 농축비 (범위 0.8~1.2) SWAT으로 전달하기 위해 제공되는 8자리 퇴적물량을 적용하기 위한 농축비 (열 17-24)
4	64	분진 분포 계수 (범위 0.5~1.5) 순풍 이동 시간에 영향을 미친다. (열 25-32)
5	65	RUSLE 2 수송능력 매개변수 (범위 0.001~0.1) 입자 크기 및 유동 속도와의 함수관계를 이용해 퇴적물을 조절한다. (열 33-40)
6	66	RUSLE 2 임계 수송능력 계수 (범위 1.0~10.0) (FLOW RATE * SLOPE STEEPNESS)의 임계값을 조정한다. (열 41-48)
7	67	분진 분포 분산 지수 (범위 5.0-15.0) 풍향 및 순풍 하위영역의 중심부 사이 각도의 영향력을 수정한다. (열 49-56)
8	68	가축분뇨 침식 지수 (범위 0.1~1.0) 토양 표면의 가축분뇨 중량에 따라 방정식을 수정한다. (열 57-64)
9	69	표토층 내 미생물 활동을 조절하는 계수 (범위 0.1~1) (열 65-72)
10	70	미생물 감소 계수 (범위 0.5~1.5) 토양 수분-온도-산소 방정식을 조정한다. (열 73-80)
라인 38		
1	71	가축분뇨 침식 계수 (범위 1.0~1.5) 지상 작물 물질에 기초해 공식 예상치를 수정한다. (죽어나 살아있는) 작물 물질은 가축분뇨 침식을 감소시킨다. (열 1-8)
2	72	휘산/질산화 분배 계수 (범위 0.05~0.5) 휘발에 할당되는 과정의 일부 (열 9-16)

3	73	수문 곡선 개발 매개변수 (범위 0.1~0.9) 이동 시간과 유출간의 관계를 예측하기 위해 사용되는 저류량 고갈 추적 지수 (열 17-24)
4	74	질소의 유동을 지하수에서 분할 (범위 0.0~20.0) Parm 74= NCH/NCV. RSSFN= RSSF*NCH; DPKN= DPRK*NCV. NCH= 수평 질소 농도; NCV= 수직 질소 농도; RSSFN= 복귀류 내 하위영역의 용해성 N 수득률; RSSF= 하위영역 복귀류; DPKN= 깊은 침출물 내 용해성 N; DPRK= 깊은 침출물 (열 25-32)
5	75	SWAT모델 제공용 P 농축비 (범위 0.05~1.5) SWAT에 제공되는 8 자리수 퇴적물량으로 적용을 위한 농축비. (열 33-40)
6	76	죽은 입식 잔사물의 전환 계수 (범위 0.0001~0.1) 죽은 입식 잔사물의 수평형 잔사로의 전환을 관리한다. (열 41-48)
7	77	병해충 살포를 지연시키는 유거수량(mm) (범위 0.0~25.0) 살충제는 유출량이 PARM(77)보다 큰 날에는 적용되지 않는다. (열 49-56)
8	78	경작을 지연시키는 토양수 값 (범위 0~1) PDSW/FCSW>PARM(78)일 때 경작이 지연된다. PDSW=경운 깊이 토양의 수분 함량; FCSW=포장 용수량 수준의 토양 수분 함량 (열 57-64)
9	79	자동 풀각기 하한치(t/ha) (범위 0.2~3.0) 이 매개변수는 본 모델이 자동 풀각기 기능을 시행하기 위해 반드시 존재해야 하는 지상 작물 물질을 설정하여 자동 풀각기 기능을 방지한다. 지상 작물 물질이 PARM(79)에 설정된 값보다 낮거나 동일할 경우 본 모델은 작물 물질의 양이 PARM(79)보다 많아 질 때까지 자동 풀각기 기능을 허용하지 않는다. (열 65-72)
10	80	질산-취산 상한치 (범위 0.0~0.5) 존재하는 NH <sub>3</sub> 의 비율 (열 73-80)
<b>라인 39</b>		
1	81	기술 계수 (범위 0.0~0.01) 수확 지수로의 선형 조정-기준 연도=2000 (열 1-8)
2	82	사용 안 함 (열 9-16)
3	83	배수 시스템의 측면 수리 전도도를 예측 (범위 0.1~10.0) 배수 HCL는 배수 시간 및 저류량을 고려한 Parm 83*수직 SC 및 APEX 예측치의 최대값이다. HCL= 최대 (Parm 83*SATC, (PO-S15)/24*DRT (열 17-24) HCL-측면 수리 전도도 SATC-포화 전도도 PO-다공성 S15-위조점 DRT-배수를 통해 작물 스트레스를 감소시키는데 걸리는 시간
4	84	불안정 및 활성 저장고 간의 P 유동을 통제하는 계수 (범위 0.0001~0.001) RMN= PARM(84)*WPML-WPMA*RTO (열 25-32) RMN-N 광물화 비율 WPML-토양층 내 불안정 P 함량 WPMA-활성 광물 P 저장고의 중량 RTO-비율: PSP/1-PSP PSP-인 흡착 비

5	85	활성 및 안정한 저장고 간의 P 유동을 통제하는 계수 (범위 0.0001~0.001) $ROC=PARM(85)*BK*4.0*WPMA-WPMS$ (열 33-40) ROC-안정한 P 광물화 저장고의 비율 BK-활성 및 광물성 저장고간 유동을 관리하는 고정 비율 WPMS-안정한 P 저장고 중량
6	86	증발 계수별 질소 및 염분의 상승 이동 (범위 0.001~0.0) (열 41-48) 증발에 의한 질소 및 염분의 상승 이동을 관리한다. PARM(86)을 증가시키면 상승 운동도 증가된다.
7	87	지하수면 후퇴 계수 (범위 0.001~1.0) 값이 작으면 지하수면의 후퇴도 느리게 진행이 된다. (열 49-56)
8	88	일일 지하수면의 움직임을 제한 (범위 0.001~1.0) WTBL 및 WTMN 또는 WTMX간의 차이율 (열 57-64)
9	89	지하수면 후퇴 지수 (범위 0.1~0.9) 연중 일수의 지수 (열 65-72)
10	90	하위영역 유동 인자 (범위 1.0~100.0) 전통적인 값은 2.0이다. 큰 숫자는 SSF 및 ORF에 더 많은 유동을 할당한다. (열 73-80)
<b>라인 40</b>		
1	91	홍수 증발 한계치 (범위 0.001~1) 홍수시 홍수로 인한 물의 증발을 제한할 수 있게 한다. 수로 및 범람원에서의 증발을 통제한다. 값이 작으면 수로 및 범람원 증발을 감소시킨다. (열 1-8)
2	92	직접 연결로 인한 유출량 조정 (NVCN=0) (범위 0.1~2.0) 유출량과 반비례 관계에 있다. CN 지수 방식의 PARM(42)와 같이 사용된다 (NVCN=4). PARM(92)=1일 경우 (중립); >1(유출량 감소); <1(유출량 증가). 일반적인 설정은 1.0이다. (열 9-16)
3	93	물에 의한 침식(수식)의 임계치(t/ha) (범위 0~10) 이 매개변수는 본 모델이 설정된 임계치보다 더 큰 수식 사상(event) 수를 계산할 수 있도록 임계치를 설정한다. (열 17-24)
4	94	바람에 의한 침식(풍식) 임계치(t/ha) (범위 0~10) 이 매개변수는 본 모델이 설정된 임계치보다 더 큰 풍식 사상(event) 수를 계산할 수 있도록 임계치를 설정한다. (열 25-32)
<b>라인 41</b>		
<b>비용 매개변수</b>		
1	COIR	관개용수 비용(\$/mm) (열 1-8)
2	COL	석회 비용(\$/tonne) (열 9-16)
3	FULP	연료 비용(\$/liter) (열 17-24)
4	WAGE	인건비(\$/hour) (열 25-32)



[그림 2.28]: Multi run 파일 스크린 예시

The screenshot shows a TextPad window with a multi-run file. The file is divided into three sections, each indicated by a bracket on the left side of the image:

- S 곡선 매개변수**: This section contains 20 lines of two-column data. The values range from 1.30 to 100.01 in the first column and 8.95 to 1000.9 in the second column.
- 기타 매개변수**: This section contains 10 lines of ten-column data. The values are distributed across the columns, with some values like 15.0, 20., and 20. appearing in the later columns.
- 비용 매개변수**: This section contains 4 lines of four-column data. The values are .044, 31., .51, and .57 in the first column, and .50, 1., .5, and 0. in the second column.

The TextPad window title is "TextPad - [C:\Users\estegich\AppData\Local\Microsoft\Windows\Temporary Internet Files\Content.Outlook\LL7G8N2N\pam0806.DAT]". The status bar at the bottom shows "42 1".

## 2.22 THE PRINT FILE (PRNT\*\*\*\*.DAT)

PRNTCOM.DAT는 “UTIL PRNT” 명령을 통해 수정할 수 있다. 사용자는 리스트나 UTIL내 F1키를 눌러서 출력 변수를 선택할 수 있다. 시뮬레이션 된 출력 및 요약 파일은 무수히 많으며 일부 출력 변수는 여러 파일에서 반복된다. (아래 KFL을 참조)

LINES 1-11 형식: 20개의 필드. 각 필드는 4개의 열로 구성 (정수)		
LINES 1-5:	KA	<p><b>출력 변수 ID 번호 (누적 및 평균값).</b> 아래 표 2.9에서 최대 60개까지의 항목을 선택한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 오른쪽 정렬</li> <li>• 변수 사이에 4칸의 공백을 둠</li> <li>• 라인당 20개 변수 또는 항목</li> <li>• 숫자로 선택</li> <li>• 표준 출력값은 공백으로 남김</li> <li>• 모든 누적 변수를 제외하려면 -1을 입력</li> </ul>
LINES 6:	JC	<p><b>출력 변수 ID 번호 (농도 변수)</b> 이하 표에서 최대 4개까지의 변수를 선택한다. 예:</p> <p>18 QN     유거수 내 NO<sub>3</sub> 손실 19 SSFN   하위영역 유동 내 NO<sub>3</sub> 20 PRKN   NO<sub>3</sub> 침출 29 QP     유거수 내 P 손실</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 오른쪽 정렬</li> <li>• 변수 사이에 4칸의 공백을 둠</li> <li>• 숫자로 선택</li> <li>• 표준 출력값은 공백으로 남김</li> <li>• 모든 누적 변수를 제외하려면 -1을 입력</li> </ul>

LINES 7:	KS	<p><b>출력 변수 ID (월별 상태 변수)</b>  이 리스트에서 최대 17개까지의 변수를 선택한다. (입력 번호):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 ZNMA 뿌리층에 NH<sub>3</sub> 형태로 존재하는 광물 N (kg/ha)</li> <li>2 ZNMN 뿌리층에 NO<sub>3</sub> 형태로 존재하는 광물 N (kg/ha)</li> <li>3 ZQP 뿌리층의 용해성 P (kg/ha)</li> <li>4 UNM 작물의 N 섭취 (kg/ha)</li> <li>5 UPM 작물의 P 섭취 (kg/ha)</li> <li>6 RZSW 뿌리 층 내 토양 수분 함량 (mm)</li> <li>7 WTBL 지하 수면 깊이 (m)</li> <li>8 GWST 지하수 저류량 (mm)</li> <li>9 STDO 오래된 작물의 죽은 입식 잔사 초기량 (t/ha)</li> <li>10 RSD 토양 표면 및 표면 아래의 작물 잔사 (t/ha)</li> <li>11 RSVQ 저수지 저류 (mm)</li> <li>12 RSVY 저수지 내 포함된 퇴적물 (t/ha)</li> <li>13 RSSA 저수지 표면적 (sq. ha)</li> <li>14 SWLT 표면 낙엽지의 수분 함량 (mm)</li> <li>15 SNO 눈의 수분 함량 (mm)</li> <li>16 RSDM 토양 표면에 존재하는 가축분뇨 (t/ha)</li> <li>17 GWSN 지하수에 포함된 질소 (kg/ha)</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 오른쪽 정렬</li> <li>• 변수 사이에 4칸의 공백을 둠</li> <li>• 숫자로 선택</li> <li>• 표준 출력값은 공백으로 남김</li> <li>• 모든 누적 변수를 제외하려면 -1을 입력</li> </ul>
LINES 8-9:	KD	<p><b>출력 변수 ID (일일 출력 변수)</b>  아래 표 2.9에서 변수를 선택한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 표준 출력값은 공백으로 남김</li> <li>• 최대 40개까지의 변수</li> <li>• 오른쪽 정렬</li> <li>• 변수 사이에 4칸의 공백을 둠</li> <li>• 행당 개 변수 또는 항목</li> <li>• 번호로 선택</li> </ul>
LINES 10-11:	KY	<p><b>평균 출력 변수 ID (누적 및 평균값)</b>  아래 표준 표(표 2.9)에서 변수를 선택한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 상기 KA 리스트에서 선택</li> <li>• 표준 출력값은 공백으로 남김</li> <li>• 모든 누적 변수를 제외하려면 -1을 입력</li> <li>• 최대 40개까지의 변수</li> <li>• 오른쪽 정렬</li> <li>• 변수 사이에 4칸의 공백을 둠</li> <li>• 행당 20개 변수 또는 항목</li> </ul>

[표 2.9]: 사용자가 선택할 수 있는 출력 변수 리스트

변수 번호	변수 이름	변 수 내 용	단 위
1	TMX	최대 온도	°C
2	TMN	최저 온도	°C
3	SRAD	태양 복사 에너지	MJ/m <sup>2</sup>
4	PRCP	강수량	mm
5	SNOF	강설량	mm
6	SNOM	융설	mm
7	WSPD	풍속	m/s
8	RHUM	상대습도	
9	VPD	증기압차	kPa
10	PET	증발 가능량	mm
11	ET	증발산	mm
12	EP	증산작용	mm
13	Q	연간 표면 유거수	mm
14	CN	SCS 유출 곡선지수	
15	SSF	측면 하위영역 유동	m
16	PRK	뿌리층 이하 삼출	mm
17	QDR	배수 시스템에서의 유동	mm
18	IRGA	적용된 관개 용수	mm
19	QIN	지하수면에서 뿌리층까지의 유입류	mm
20	TLGE	집수조 증발	mm
21	TLGW	집수조로 향하는 세척수	mm
22	TLGQ	집수조로 향하는 유거수	mm
23	TLGF	집수조 넘침	mm
24	EI	강우 에너지 인자	
25	C	평균 수식/작물 관리 인자	
26	USLE	USLE를 사용하는 수식으로 인한 토양 손실	t/ha
27	MUSL	MUSLE를 이용한 수식으로 인한 토양 손실값	t/ha
28	AOF	Onstad-Foster를 통한 수식으로 인한 토양 손실	t/ha
29	MUSS	토양 침식-수분	t/ha
30	MUST	수정 버전 MUSLE를 이용한 수식으로 인한 토양 손실값	t/ha
31	RUS2	RUSLE2를 이용한 수식으로 인한 토양 손실값	t/ha
32	WK1	풍식 토양 풍식 인자	
33	RHTT	고랑 높이	mm
34	RRUF	무작위 토양 조도	
35	RGRF	풍식 이랑 조도 인자	
37	YN	하위영역 또는 하도구역에서 퇴적물을 통해 이동된 질소	kg/ha
38	QN	유거수 내 질소	kg/ha
39	SSFN	하위영역 또는 하도구역에서 이동한 토양내 수분의 수평 이동을 통해 소실된 광물 질소량	kg/ha

변수 번호	변수 이름	변 수 내 용	단 위
40	PRKN	침투수 내 광물 N 손실	kg/ha
41	GMN	광물화된 질소	kg/ha
42	DN	탈질소로 인한 N 손실	kg/ha
43	NFIX	콩 작물에 의한 N 고정	kg/ha
44	NMN	안정한 유기물에서 광물화된 질소	kg/ha
45	NITR	질산화	kg/ha
46	AVOL	질소 휘산	kg/ha
47	QDRN	배수 유거수 내 용해성 N	kg/ha
48	YP	퇴적물을 통한 P 손실	kg/ha
49	QP	유거수 내 인	kg/ha
50	MNP	광물화된 인	kg/ha
51	PRKP	침투수 내 인 손실	kg/ha
52	ER	농축비	
53	FNO	유기 질소 비료 (가축 분비물)	kg/ha
54	FNMN	질산 N 비료	kg/ha
55	FNMA	암모늄 N 비료	kg/ha
56	FPO	가축분뇨의 유기 인 (실제 P)	kg/ha
57	FPL	적용된 광물 P 비료	kg/ha
58	LIME	적용된 석회석 (CaCO <sub>3</sub> 평형)	t/ha
59	TMP	두 번째 토양층의 온도	°C
60	SW10	상단 10 mm에서 토양 수분/위조점 비율	
61	LGMI	집수조로의 가축분뇨 투입	kg/ha
62	LGMO	집수조에서의 가축분뇨 배출	kg/ha
63	EPP	작물 증발 가능량	mm
64	RSQI	저수지 유입류	mm
65	RSQO	저수지 유출류	mm
66	RSEV	저수지 용적	mm
67	RSLK	저수지 유출 (지하수로 이동)	mm
68	RSYI	저수지 퇴적물 유입	tonne
69	RSYO	저수지 퇴적물 유출	tonne
70	RSYD	저수지 퇴사	tonne
71	DPRK	깊은 침투	mm
72	RSSF	하위영역 복귀류	mm
73	RSDC	작물 잔사 내 포함된 탄소	kg/ha
74	RSPC	CO <sub>2</sub> 호흡	kg/ha
75	PRKC	뿌리층에서 침출된 탄소	kg/ha
76	QC	유거수 내 탄소	kg/ha
77	YC	퇴적물 동반 탄소 손실	kg/ha
78	RSDA	형식에 상관없이 추가된 잔사물	t/ha
79	QFP	범람원으로서의 유동양	mm
80	RSFN	복귀류 내 하위영역의 용해성 질소량	kg/ha
81	MAP	하위영역에 적용된 가축분뇨	kg/ha

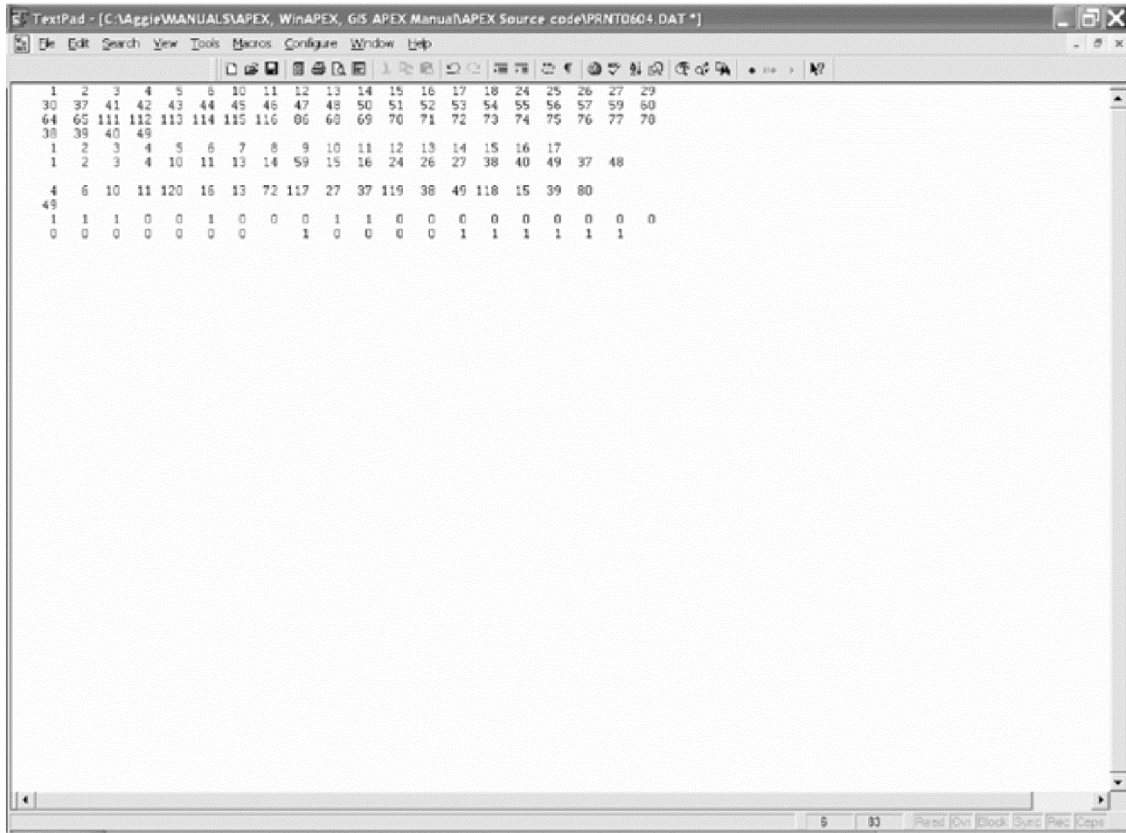
변수 번호	변수 이름	변 수 내 용	단 위
82	BUNL	N 화염 손실	kg/ha
83	QRF	빠른 복귀류	mm
84	QRFN	빠른 복귀류 내 수용성 N	kg/ha
85	RFIC	강우 차단	mm
86	RSBK	저수지 배수	mm
87	CPVH	수평형 관내 유동	mm
88	YMNU	가축분뇨 침식	kg/ha
89	SNOU	스크래핑용 가축분뇨 내 N	kg/ha
90	SPOU	스크래핑용 가축분뇨 내 P	kg/ha
91	DNMO	유역 출구의 미네랄 N 증착	kg/ha
92	DPMO	유역 출구의 미네랄 증착	kg/ha
93	DEMUR	먼지 배출량	kg/ha
94	P10D	입도 10 마이크론 미만의 먼지 배출	kg/ha
95	SSFI	상기 하위영역으로부터의 표면 아래 유동	m
96	DPKN	지하수 밖의 깊은 N 침투	kg/ha
97	CPVV	수직 관내 유동	mm
98	FPF	범람원 침투	mm/h
99	FOC	비료 내 유기 탄소 비율	
100	RFV	강수량	mm
101	SCOU	축사에서 모아진 가축분뇨 내 탄소	kg/ha
102	DEPC	추적용 하도구간 내 쌓인 탄소	kg/ha
103	DECR	잔사물 붕괴	t/ha
104	PSOQ	점 오염원 유동 용적	mm
105	PSON	점 오염원 용해성 질소 적재	kg/ha
106	PSOP	점 오염원 용해성 인 적재	kg/ha
107	RUSL	RUSLE를 통해 예측된 토양 수식	t/ha
108	QPU	가축분뇨의 가용성 P 하도구간 유출	kg/ha
109	FALF	낙엽	kg/ha
110	IRDL	관개 분배 손실	mm
111	QRP	저수지 방출속도	mm/day
112	YRP	저수지에서의 토사 유출	t/ha/day
113	YNRP	저수지 유거수 내 미립자 N	kg/ha
114	YPRP	저수지 유거수 내 미립자 P	kg/ha
115	QNRP	연못에서의 가용성 N 유출	kg/ha
116	QPRP	연못에서의 가용성 P 유출	kg/ha
117	WYLD	물량	mm
118	YPM	총 미네랄 P 손실	kg/ha
119	YPO	총 유기 P 손실	kg/ha
120	SW	총 토양 단면내 수분	mm
121	PSOY	점 오염원 퇴적물 살충제 부하	t/day
122	PQPS	점 오염원 용해성 살충제 부하	g/day
123	PYPS	점 오염원의 흡수된 살충제 부하	g/day

변수 번호	변수 이름	변 수 내 용	단 위
124	MUSI	MUSLE을 이용해 예측된 수식	t/ha
125	QI	저수지로의 유입	m <sup>3</sup>
126	QARS	저수지로부터의 유출	m <sup>3</sup>
127	RFRA	저수지 표면에 떨어지는 강우량	m <sup>3</sup>
128	DN2	아질소 가스의 손실	kg/ha
129	SLTI	관개수 내 염분	kg/ha
130	SLTQ	유거수 내 염분	kg/ha
131	SLTS	측면 지표 아래 유동 내 염분	kg/ha
132	SLTF	비료 내 염분	kg/ha
133	SLTV	뿌리층 밖에서 침투된 염분	kg/ha
134	YNWN	풍식 내 N 손실	kg/ha
135	YPWN	풍식 내 P 손실	kg/ha
136	YCWN	풍식 내 C 손실	kg/ha
137	PSO3	점 오염원의 질산 기여도	kg/ha
138	PSSP	점 오염원 용해성 P 기여도	kg/ha
139	YWKS	Manhattan Kansas 모델을 사용한 풍식	t/ha
140	CBUR	작물 잔사 또는 삼림 화염으로 인한 탄소 손실	kg/ha
141	GRZD	방목 기간	days
142	QRFP	빠른 복귀류 내 P 손실	kg/ha
143	QDRP	배수 시스템을 통한 P 손실	kg/ha
144	YTHS	수식에 대한 상기 임계치의 일수 (Parm 93에 설정)	days
145	YWTH	풍식에 대한 상기 임계치의 일수 (Parm 94에 설정)	days

LINES 12-14:	KFL	<p><b>출력표 선택</b></p> <p>0을 입력하면 출력값이 없으며 KFL&gt;0일 경우 선택한 파일에 대한 출력값을 갖는다. 43개의 출력 파일이 존재하며 이 라인은 20개의 변수 필드 및 4개 열의 폭을 가진다. 따라서 원하는 파일에 대해 적절한 변수 공간에 1을 입력, 오른쪽 정렬을 입력한다. 예를 들면 다음과 같다.</p> <p style="text-align: center;">1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1</p> <p>다음의 파일 리스트에 #1, 9, 16, 20을 출력한다. 파일 이름은 runname.*인데 여기서 runname는 run 번호(ASTN)를 의미하고 파일 이름 ext.를 사용한다.</p> <table border="0"> <tr><td>1</td><td>OUT</td><td>표준 출력 파일</td></tr> <tr><td>2</td><td>MAN</td><td>특수 가축분뇨 관리 요약 파일</td></tr> <tr><td>3</td><td>SUS</td><td>하위영역 요약 파일</td></tr> <tr><td>4</td><td>ASA</td><td>연간 하위영역 파일</td></tr> <tr><td>5</td><td>SWT</td><td>SWAT으로 유역 출력</td></tr> <tr><td>6</td><td>DPS</td><td>일일 하위영역 살충제 파일</td></tr> <tr><td>7</td><td>MSA</td><td>월별 하위영역 파일</td></tr> <tr><td>8</td><td>AWP</td><td>연간 CEAP 파일</td></tr> <tr><td>9</td><td>DHY</td><td>일간 하위영역 수문학 파일</td></tr> <tr><td>10</td><td>WSS</td><td>유역 요약 파일</td></tr> <tr><td>11</td><td>SAD</td><td>일간 하위영역 파일</td></tr> <tr><td>12</td><td>HYC</td><td>유역 출구 내 연속 수문 곡선 (DTHY)</td></tr> <tr><td>13</td><td>DRS</td><td>일일 저수지 파일</td></tr> <tr><td>14</td><td>APEXBUF.OUT</td><td>완충대 관련 특수 파일</td></tr> <tr><td>15</td><td>MWS</td><td>월간 유역 파일</td></tr> <tr><td>16</td><td>DWS</td><td>일일 유역 출구 파일</td></tr> <tr><td>17</td><td>AWS</td><td>연간 유역 출구 파일</td></tr> <tr><td>18</td><td>DGZ</td><td>일일 방목</td></tr> <tr><td>19</td><td>DUX</td><td>일일 가축분뇨 시용</td></tr> <tr><td>20</td><td>DDD</td><td>일일 분진 분포</td></tr> <tr><td>21</td><td>ACN</td><td>연간 토양 유기 C&amp;N 표</td></tr> <tr><td>22</td><td>DCN</td><td>일일 토양 유기 C&amp;N 표</td></tr> <tr><td>23</td><td>SCX</td><td>요약형 토양 유기C&amp;N 표</td></tr> <tr><td>24</td><td>ACY</td><td>연간 하위영역 작물 수확량</td></tr> <tr><td>25</td><td>EFR</td><td>유출 사상 홍수 추적</td></tr> <tr><td>26</td><td>EHY</td><td>유출 사상 수문학 곡선</td></tr> <tr><td>27</td><td>APS</td><td>연간 하위영역/유역 살충제</td></tr> <tr><td>28</td><td>MSW</td><td>SWAT으로 월별 출력</td></tr> <tr><td>29</td><td>DPW</td><td>일일 유역 살충제 파일</td></tr> <tr><td>30</td><td>SPS</td><td>살충제 하위영역 요약</td></tr> <tr><td>31</td><td>ACO</td><td>연간 비용</td></tr> <tr><td>32</td><td>SWN</td><td>NRCS 농장 관리를 위한 특수 유역 요약</td></tr> <tr><td>34</td><td>SAO</td><td>GIS 관련 특수 하위영역 파일</td></tr> <tr><td>35</td><td>RCH</td><td>GIS 관련 특수 하도구간 파일</td></tr> <tr><td>36</td><td>ERX</td><td>오류 파일</td></tr> <tr><td>37</td><td>DMR</td><td>일일 유역 양분&amp;퇴적물 CONC NRCS MRBI</td></tr> <tr><td>38</td><td>STR</td><td>NRCS STAR tool을 위한 하위영역&amp;유역 요약</td></tr> </table>	1	OUT	표준 출력 파일	2	MAN	특수 가축분뇨 관리 요약 파일	3	SUS	하위영역 요약 파일	4	ASA	연간 하위영역 파일	5	SWT	SWAT으로 유역 출력	6	DPS	일일 하위영역 살충제 파일	7	MSA	월별 하위영역 파일	8	AWP	연간 CEAP 파일	9	DHY	일간 하위영역 수문학 파일	10	WSS	유역 요약 파일	11	SAD	일간 하위영역 파일	12	HYC	유역 출구 내 연속 수문 곡선 (DTHY)	13	DRS	일일 저수지 파일	14	APEXBUF.OUT	완충대 관련 특수 파일	15	MWS	월간 유역 파일	16	DWS	일일 유역 출구 파일	17	AWS	연간 유역 출구 파일	18	DGZ	일일 방목	19	DUX	일일 가축분뇨 시용	20	DDD	일일 분진 분포	21	ACN	연간 토양 유기 C&N 표	22	DCN	일일 토양 유기 C&N 표	23	SCX	요약형 토양 유기C&N 표	24	ACY	연간 하위영역 작물 수확량	25	EFR	유출 사상 홍수 추적	26	EHY	유출 사상 수문학 곡선	27	APS	연간 하위영역/유역 살충제	28	MSW	SWAT으로 월별 출력	29	DPW	일일 유역 살충제 파일	30	SPS	살충제 하위영역 요약	31	ACO	연간 비용	32	SWN	NRCS 농장 관리를 위한 특수 유역 요약	34	SAO	GIS 관련 특수 하위영역 파일	35	RCH	GIS 관련 특수 하도구간 파일	36	ERX	오류 파일	37	DMR	일일 유역 양분&퇴적물 CONC NRCS MRBI	38	STR	NRCS STAR tool을 위한 하위영역&유역 요약
1	OUT	표준 출력 파일																																																																																																															
2	MAN	특수 가축분뇨 관리 요약 파일																																																																																																															
3	SUS	하위영역 요약 파일																																																																																																															
4	ASA	연간 하위영역 파일																																																																																																															
5	SWT	SWAT으로 유역 출력																																																																																																															
6	DPS	일일 하위영역 살충제 파일																																																																																																															
7	MSA	월별 하위영역 파일																																																																																																															
8	AWP	연간 CEAP 파일																																																																																																															
9	DHY	일간 하위영역 수문학 파일																																																																																																															
10	WSS	유역 요약 파일																																																																																																															
11	SAD	일간 하위영역 파일																																																																																																															
12	HYC	유역 출구 내 연속 수문 곡선 (DTHY)																																																																																																															
13	DRS	일일 저수지 파일																																																																																																															
14	APEXBUF.OUT	완충대 관련 특수 파일																																																																																																															
15	MWS	월간 유역 파일																																																																																																															
16	DWS	일일 유역 출구 파일																																																																																																															
17	AWS	연간 유역 출구 파일																																																																																																															
18	DGZ	일일 방목																																																																																																															
19	DUX	일일 가축분뇨 시용																																																																																																															
20	DDD	일일 분진 분포																																																																																																															
21	ACN	연간 토양 유기 C&N 표																																																																																																															
22	DCN	일일 토양 유기 C&N 표																																																																																																															
23	SCX	요약형 토양 유기C&N 표																																																																																																															
24	ACY	연간 하위영역 작물 수확량																																																																																																															
25	EFR	유출 사상 홍수 추적																																																																																																															
26	EHY	유출 사상 수문학 곡선																																																																																																															
27	APS	연간 하위영역/유역 살충제																																																																																																															
28	MSW	SWAT으로 월별 출력																																																																																																															
29	DPW	일일 유역 살충제 파일																																																																																																															
30	SPS	살충제 하위영역 요약																																																																																																															
31	ACO	연간 비용																																																																																																															
32	SWN	NRCS 농장 관리를 위한 특수 유역 요약																																																																																																															
34	SAO	GIS 관련 특수 하위영역 파일																																																																																																															
35	RCH	GIS 관련 특수 하도구간 파일																																																																																																															
36	ERX	오류 파일																																																																																																															
37	DMR	일일 유역 양분&퇴적물 CONC NRCS MRBI																																																																																																															
38	STR	NRCS STAR tool을 위한 하위영역&유역 요약																																																																																																															



[그림 2.30]: Print 파일 스크린 예시



## 2.23 THE HERD FILE (HERD\*\*\*\*.DAT)

각 가축 무리는 특정 소유주에 따라 확인된다. 각 소유주는 최대 10개의 가축 무리를 가질 수 있다. HERD0806.DAT 내에서 각 라인은 특정 가축 무리의 특징을 나타낸다. 또한 가축 무리 파일의 끝에 사용자는 특정 가축 무리에 대한 매개 데이터를 확인할 수 있는 선택권이 주어진다. 가축무리의 동물이 거래된 것이 없으면 이 정보는 여백으로 남겨진다.

다음 변수는 본 모델에 필수로 요구되는 요소들이다. 방목이 시뮬레이션 되지 않을 경우에 HERD0806.DAT 파일 상단에 공백 라인 또는 0 라인을 입력하도록 한다. 본 모델은 각 라인을 판독하고 소유자가 0이 아닌지 확인한다. 공백 또는 0 라인의 경우에 판독을 중단한다. 이는 사용자가 가축 무리 파일을 설정할 수 있게 하지만, 사용자가 방목을 포함시키지 않고 작물만 시뮬레이션 하도록 결정했을 경우에 HERD0806.DAT에 소유주 및 가축과 관련하여 이미 입력된 모든 데이터를 손상시키는 일 없이 이를 수행할 수 있다. 또 다른 방법은 HERD0806.DAT 파일 대신에 HERD0.DAT 파일을 사용하는 것이다. HERD0.DAT 파일은 0 라인만을 포함한다.

형식: 필드당 4개의 열을 포함하는 최대 20개의 필드 (정수)		
필드	변수	내용
1	IDON	소유주 식별 번호 (열 1-4)
2	NCOW	가축군 중 소의 수 (열 5-12) 소유주 N이 소유한 가축군 N내에 존재하는 소의 수(동물 단위)
3	IDMU	FERTCOM.DAT의 가축분뇨 ID 번호 (열 13-20) 이 번호는 소유주 N이 소유한 N 가축군에 의해 토양 표면에 쌓이게 되는 가축분뇨의 타입을 나타낸다.
4	FFED	가축군이 축사에 머무르는 시간 비율(24시간) (열 21-28) 이는 소유주 N이 소유한 N 가축군이 목초지에서 풀을 뜯지 않고 비육장에 머무는 시간 비율을 말한다.

필드	변수	내용
5	GZRT	<b>동물 단위당 1일 방목을 (열 29-36)</b> 동물이 하루에 뜯어먹을 수 있는 사료 작물의 양을 의미한다. 한 가축군이 하루에 소비하는 양으로 kg 단위로 표시한다. 1일 간격으로 전체 가축군이 방목으로 소비하는 양을 결정하기 위해 이 숫자에 NCOW을 곱한다.
6	DUMP	<b>동물 단위당 가축분뇨 생산량 (열 37-44)</b> 매일 해당 가축군 중 각 동물이 생산하는 가축분뇨의 양을 의미한다. kg/hd/d로 표시한다.
7	VURN	<b>동물 단위당 1일 소변 생산량 (열 45-52)</b> 매일 해당 가축군 각각의 동물이 생산하는 소변의 양을 만난다. 일 단위로 두당 리터로 표현된다.

다음 변수는 선택사항이다. 동물을 사고 팔았다면 다음 변수를 가축 무리 리스트의 HERD0806.DAT 파일에 반드시 추가되어야 한다. 어떠한 가축군에 속하는 동물이라도 다음 데이터에 적절한 일자와 함께 복수의 라인을 추가하는 간단한 작업을 통해 수 차례 사고 파는 것이 가능하다.

가축군 데이터(상기 변수) 및 이하 데이터 사이에 반드시 공백 라인이 추가되어야 한다. 이는 본 모델에 가축군 특성 데이터 입력이 끝났음을 나타내는 것이고, 이 공백 라인 아래의 값은 매매 관련 데이터를 나타낸다.

형식: 최대 20개의 필드. 각 필드는 4개의 열을 포함한다. (정수)

필드	변수	내용
1	IOW	<b>소유주 번호 (열 1-4)</b> 소유주 식별 번호
2	IHD	<b>가축군 번호 (열 5-8)</b> 이 번호는 가축군을 식별하는 번호이다. 상기 가축군 리스트에서 소유주 N 소유로 등록된 첫 번째 가축군은 가축군 1로 10번째로 등록된 가축군은 가축군 10으로 식별된다. (범위: 1-10)

필드	변수	내용
3	I1	매매 발생 연도 (열 9-12) 가축의 매매가 발생한 연도
4	I2	매매 발생 달 (열 13-16) 가축의 매매가 발생한 달
5	I3	매매 발생일 (열 17-20) 가축의 매매가 발생한 일
6	I4	매매 후 가축군 내 가축 수 (열 21-24) 본 모델은 이 숫자를 해당 가축군에 따라 설정된 NCOW 값과 비교하고 가축의 매매가 발생했는지 여부를 판단한다. $I4 > NCOW$ 일 경우 가축이 팔린 것이다. $I4 < COW$ 일 경우 가축을 구매한 것이다. 그 후 NCOW는 14를 값으로 취한다. 특정 가축군에 속하는 가축이 1년에 여러 차례 매매가 이루어졌을 때 해당 가축의 매매가 일어날 때마다 NCOW는 이러한 변화를 반영하기 위해 증가 또는 감소한다.

[그림 2.31]: HERD0806 파일 스크린 예시

```

61 13.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
61 10.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
61 2.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
64 18.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
64 11.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
64 94.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
64 5.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
64 3.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
64 12.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
64 38.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
64 19.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
64 18.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
64 11.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
74 5.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
74 89.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
74 13.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
77 12.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
77 12.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
77 21.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
88 5.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
88 28.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
88 7.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
88 3.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
88 27.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
88 6.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
88 26.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
88 82.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
88 40.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
95 15.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
95 46.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
95 25.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
95 15.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
95 1.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
95 4.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
95 68.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
96 23.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
97 10.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00

64 9 1990 3 12 100
64 9 1990 9 29 50
95 1 1995 4 15 200

```

[그림 2.32]: 방목 시뮬레이션을 불가능하게 하는 “Zero” 라인을 포함한 HERD0806 파일 스크린 예시

```

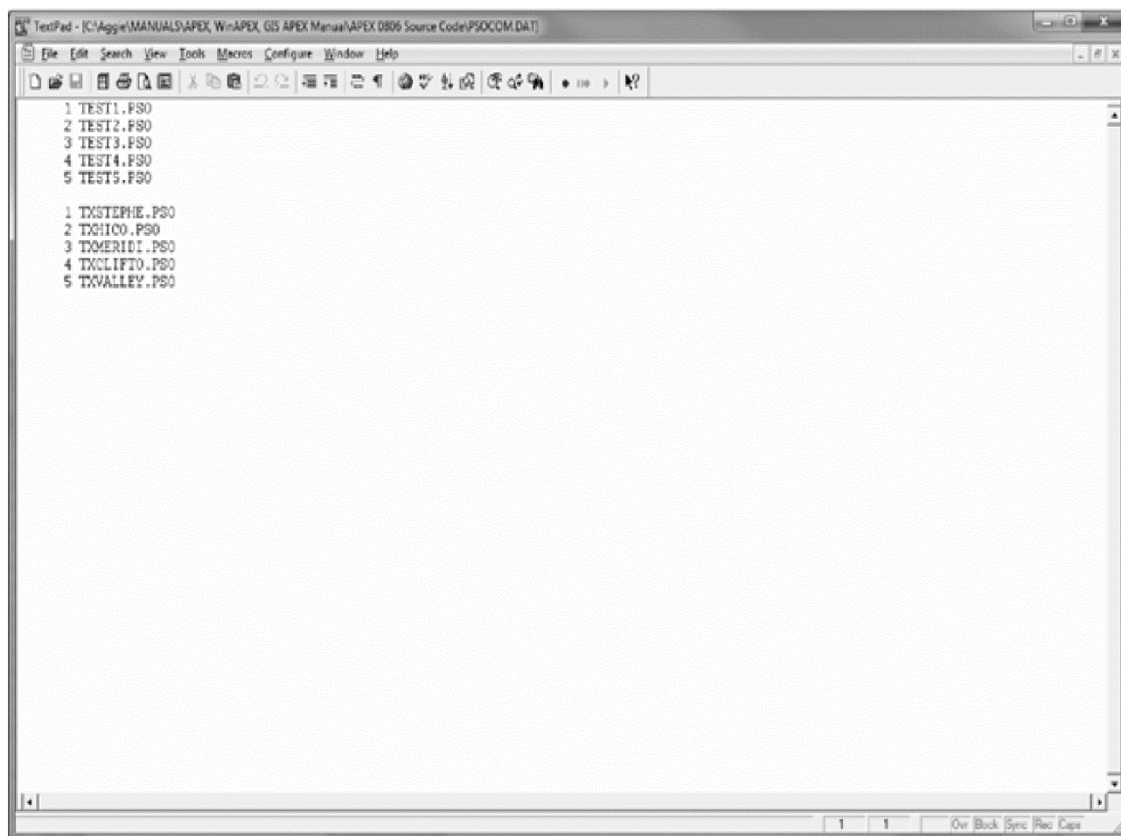
TextPad - [C:\Documents and Settings\esteglich\Local Settings\Temporary Internet Files\OLK150\HERD0806 (2).DAT *]
File Edit Search View Tools Macros Configure Window Help
0 0. 0. 0.00 20.00 9.00 40.00
61 13.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
61 10.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
61 2.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
64 18.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
64 11.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
64 94.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
64 5.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
64 3.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
64 12.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
64 38.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
64 19.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
64 18.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
64 11.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
74 5.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
74 89.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
74 13.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
77 12.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
77 12.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
77 21.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
88 5.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
88 28.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
88 7.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
88 3.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
88 27.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
88 6.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
88 26.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
88 82.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
88 40.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
95 15.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
95 46.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
95 25.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
95 15.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
95 1.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
95 4.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
95 68.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
96 23.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00
97 10.00 69.00 0.00 20.00 9.00 40.00

64 9 1990 3 12 100
64 9 1990 9 29 50
95 1 1995 4 15 200
    
```

## 2.24 THE POINT SOURCE LIST FILE (PSO\*\*\*\*.DAT)

점 오염원 리스트 파일은 이용 가능한 모든 점 오염원 종류들로 구성되어 있다. 점 오염원 리스트는 APEX Subarea 파일 내 숫자로 표시된다. 이 파일은 자유 형식을 따르며 PSOCOM.DAT 파일에 대한 예는 그림 2.33과 같다. 점 오염원 리스트 파일은 사용자가 정할 수 있으나, APEXFILE.DAT 파일 내에서 식별 가능해야 한다.

[그림 2.33]: PSOCOM.DAT 파일 스크린 예시



## 2.25 THE POINT SOURCE FILE (FILENAME.PSO)

유역이 농경지와 상관없이 하천으로 오염물질을 부하하는 경우 이를 점 오염원이라고 한다. 가장 일반적인 형태의 점 오염원은 오수 처리 시설이다. 점 오염원으로부터 발생하는 부하를 설명하기 위해서 APEX는 사용자가 하위영역 출구의 주 수로망에 이러한 점 오염원에 대한 1일 부하 데이터를 추가할 수 있게 한다. 그 다음 이러한 부하는 육지 지역에서 발생하는 부하와 함께 수로 망을 통해 추적된다. 이러한 점 오염원 파일은 자유 형식에 따른다.

변 수	내 용
DAY	연간 일수
YEAR	년도
FLOCNST	일일 수분 부하(m <sup>3</sup> /day)
SEDCNST	일일 퇴적물 부하(t/day)
ORGNCNST	일일 유기 N 부하(kg/day)
ORGPCNST	일일 유기 P 부하(kg/day)
NO3CNST	일일 질산 N 부하(kg/day)
NH3CNST	일일 암모늄 N 부하(kg/day)
NO2CNST	일일 아질산염 N 부하 (kg/day)
MINPCNST	일일 미네랄 (용해성) P 부하(kg/day)
CBODCNST	일일 BOD 부하(kg/day)
DISOXCNST	일일 용존 산소 (kg/day)
CHLACNST	일일 엽록소 부하(kg/day)
SOLPSTCNST	일일 수용성 살충제 부하(g/day)
SRBPSTCNST	일일 살충제 흡착 부하(g/day)
BACTPCNST	지속성 세균의 일일 부하(# bacteria/day). SWAT만 해당-APEX에서는 사용 안 함
BACTLPCNST	지속성이 약한 세균의 일일 부하(# bacteria/day). SWAT만 해당-APEX에서는 사용 안 함
CMTL1CNST	보존성 금속 번호 1의 일일 부하(kg/day) SWAT만 해당-APEX에서는 사용 안 함
CMTL2CNST	보존성 금속 번호 2의 일일 부하(kg/day) SWAT만 해당-APEX에서는 사용 안 함
CMTL3CNST	보존성 금속 번호 3의 일일 부하(kg/day) SWAT만 해당-APEX에서는 사용 안 함
KSPN	PESTCOM.DAT의 살충제 번호

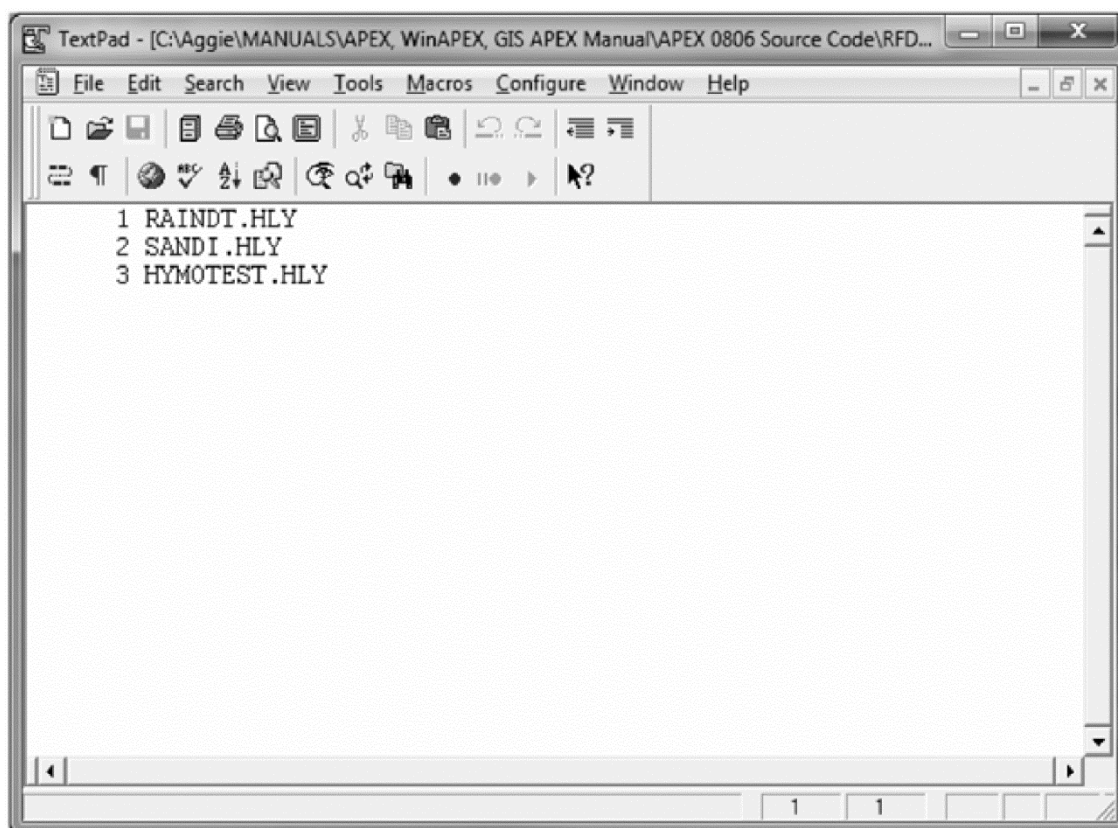




## 2.26 THE WITHINSTORM RAINFALL LIST FILE (RFDT\*\*\*\*.DAT)

이는 Within-Storm(일 단위보다 빈번한) 강우 리스트이다. 본 모델은 Within-Storm 강우 데이터를 판독하기 위해 어떠한 강우 관측소(\*.HLY)를 사용할 것인지 결정하기 위해 이 파일을 사용한다. 본 리스트는 식별 번호 및 Within-Storm 강우 파일 이름으로 구성되어 있다.

[그림 2.34]: RFDTCOM.DAT 파일 스크린 예시



## 2.27 THE WITHIN-STORM RAINFALL FILE (FILENAME.HLY)

Green & Ampt 침투 산정방식을 사용할 경우 Within-Storm 강우 데이터 (sub-daily)가 필요하다. 홍수 추적과 관련하여 통제 표 내 IHY는 1로 설정되어야 한다. 홍수 추적에 대한 시간 간격을 나타내기 위해 DTHY는 반드시 통제 표 안에 설정되어야 한다.

형식: 3개의 필드에 4개의 열을 포함한다. (정수) 소숫점을 포함한 2개의 필드에 10개의 열을 포함한다.

필드	변수	내용
1	IYZ	년 (열 1-4)
2	MOZ	월 (열 5-8)
3	IDZ	월 (열 9-12)
4	THZ	시간 간격(시간 비율) (열 10-19)
5	RFDT	강우량(mm) (열 20-29)

[그림 2.35]: FILENAME.HLY 파일 스크린 예시

```

1960 1 1 0. 0.000
1960 1 1 1. 1.32
1960 1 1 2. 17.5
1960 1 1 3. 101.5
1960 1 1 4. 181.6
1960 1 1 5. 197.0
1960 1 1 6. 200.0
    
```

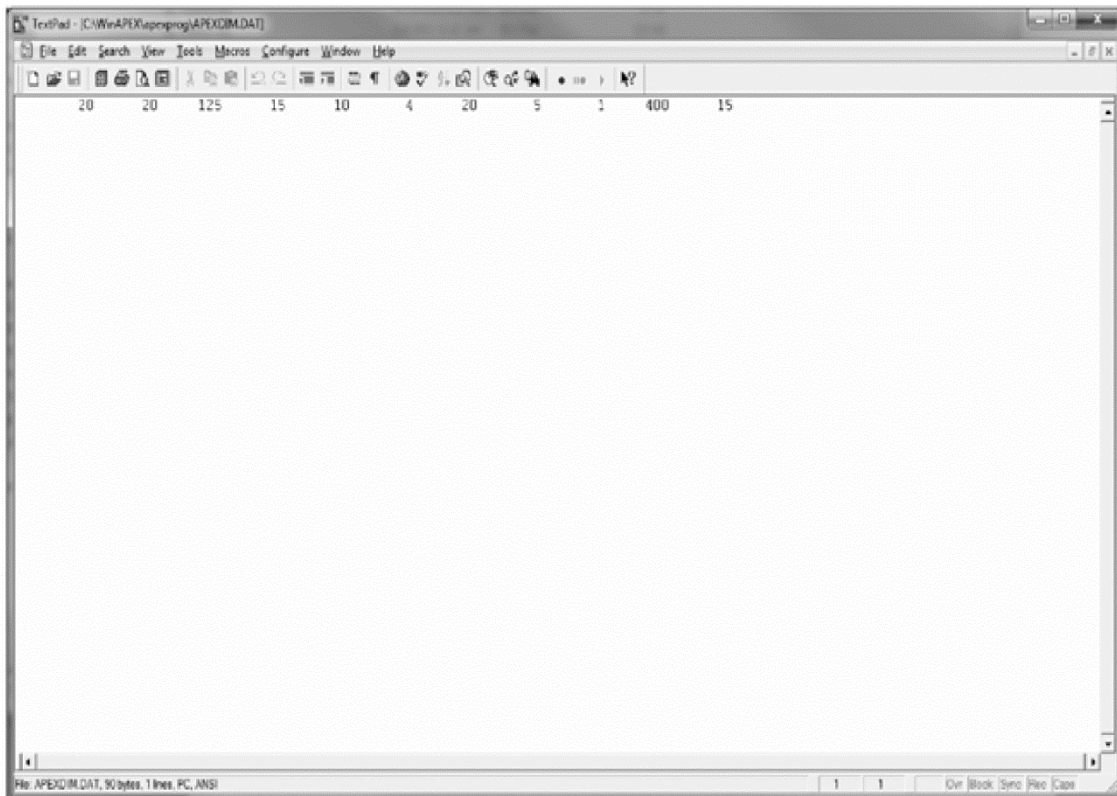
## 2.28 THE APEX DIMENSION FILE (APEXDIM.DAT)

APEX 규격 파일은 본 모델 작업의 효율을 높이기 위한 다양한 배열에 대한 한계치를 설정한다. 사용자는 시나리오에 따라 이 값을 증가하거나 감소시킬 수 있다.

형식: 8개의 열로 구성된 10개의 필드 (정수)

필드	변수	내용
1	MPS	살충제 최대 번호 (열 1-8)
2	MRO	최대 운작 수 (열 9-16)
3	MNT	최대 경운 작업 번호 (열 17-24)
4	MNC	사용된 최대 작물 수 (열 25-32)
5	MHD	최대 가축군 수 (열 33-40)
6	MBS	최대 매매거래 수 (열 41-48)
7	MFT	최대 비료 수 (열 49-56)
8	MPO	최대 점 오염 수 (열 65-72)
9	MHP	최대 수문학 곡선 점 수 (열 73-80)
10	MHX	호우 수문학 곡선의 기저에 해당하는 최대 일 수 (열 81-88)

[그림 2.35]: APEXDIM.DAT 파일 스크린 예시





## 제 3 장 출력 데이터 변수



## 제 3 장 출력 데이터 변수 (Output Data Variables)

### 3.1 \*.SUS - 하위영역 요약 파일

SA#	컴퓨터가 할당한 하위영역 번호
ID#	사용자가 입력한 하위영역 ID 번호
WSA	하위영역 또는 하도구간 출구 (ha)
CN2	습윤 상태 2의 SCS 유출 곡선 지수
YW0	WEG에 기반한 풍식 예상치(Manhattan-Kansas 풍식 포맷) (t/ha)
OCPD	작토 깊이 내 유기 탄소 (kg/ha)
FSFN	표면에 시용된 N 비료의 비율 (kg/ha)
FSFP	표면에 시용된 P 비료의 비율 (kg/ha)
PRB	최대 침투 유출율 (mm/h)
PRAV	평균 침투 유출율 (mm/h)
TCMN	최소 집중 시간 (h)
CYAV	평균 퇴적물 농도 (ppm)
CYMX	최대 퇴적물 농도 (ppm)
PRCP	강수량 (mm)
SNOF	강설 (mm)
SNOM	융설 (mm)
IRGA	사용된 관개용수 (mm)
PET	하위영역 또는 소유역의 증발산 예측량 (mm)
ET	증발산 (mm)
SW	토양 수분 함량 (mm). 시뮬레이션 종료시 토양 단면 내 수분량
PRK	뿌리층 아래 침투 (mm)
DPRK	깊은 침투 (mm)
Q	연간 표면 유거수 (mm)
SSF	측면 저류 (mm)
RSSF	복귀 저류 (mm)
WYLD	물량 (mm). 토양 표면을 떠나 하천 유량에 합류되는 순 물량
CN	SCS 유출 곡선 지수
TMX	최대 온도 (°C)

TMN	최저 온도 (°C)
TMP	두 번째 토양층 내 온도 (°C)
SRAD	태양 복사 (MJ/m <sup>2</sup> )
MUSL	MUSLE을 사용한 물에 의한 토양 침식 (t/ha)
RUS2	RUSLE2로 예측한 물에 의한 토양 침식 (t/ha)
FNO	시용된 유기 N 비료(동물성 폐기물) (kg/ha)
FNMN	시용된 질산성 질소 비료 (kg/ha)
FNMA	시용된 암모니아태 질소 비료 (kg/ha)
FPO	시용된 유기 P 비료 (kg/ha)
FPL	시용된 미네랄 P 비료 (kg/ha)
NFIX	콩 작물로 고착된 N (kg/ha)
DN	탈질화로 인해 유실된 N (kg/ha)
YN	하위영역 또는 하도구역에서 퇴적물이 수송한 N (kg/ha)
YPO	하위영역에서 퇴적물이 수송한 유기 P (kg/ha)
QN	표면 유거수 내 포함된 하위영역의 수용성 N의 양 (kg/ha)
QP	수용성 P의 양 (kg/ha)
YPM	총 미네랄 P 손실 (kg/ha)
SSFN	하위영역 또는 하도구간의 측면 저류 내 미네랄 N 손실 또는 부하 (kg/ha)
RSFN	복귀류 내 하위영역 용해성 N의 양 (kg/ha)
MUSL	MUSLE 식을 사용한 물에 의한 토양 침식 (t/ha)



### 3.2 \*.WSS - 유역 요약 파일

<b>PART 1</b>	<b>토양 이용 요약</b>
CROP	작물 코드
AREA	작물 전용 면적 (ha)
FRACTION	작물 전용 면적의 비율
YLD	작물 수확량 (t/ha)

<b>PART 2</b>	<b>하위영역 유출수/총 유역 유출수의 평균 연간 합계</b>
PRCP	강수량 (mm)
QSS	모든 하위영역의 구역별 표면 유거수 가중치 (mm)
QSW	유역 유출 - 표면 유거수 구성요소 (mm)
QTS	모든 하위 역으로 유동의 총합 (mm)
QTW	유역 유출 (mm)
YS	모든 하위영역의 퇴적물량의 합계 (t/ha)
YW	유역 퇴적물량 (t/ha)
YNS	모든 하위영역에서 퇴적물을 통해 이동한 N의 합계 (kg/ha)
YNW	유역 내 퇴적물을 통해 이동된 N의 양 (kg/ha)
YPS	모든 하위영역에서 퇴적물을 통해 이동된 P의 합계 (kg/ha)
YPW	유역 내 퇴적물을 통해 이동된 P의 양 (kg/ha)
QNS	모든 하위영역의 수용성 N의 양 (kg/ha)
QNW	유역 내 수용성 N의 양 (kg/ha)
QPS	모든 하위영역의 수용성 P 양의 합계 (kg/ha)
QPW	유역 내 수용성 P의 양 (kg/ha)
YMUS	모든 하위영역의 가축분뇨 양의 합계 (t/ha)
YMUW	유역 내 가축분뇨의 양 (t/ha)
QPUS	하위영역의 가축분뇨 내 수용성 P의 합계 (kg/ha)
QPUW	유역의 가축분뇨 내 수용성 P의 양 (kg/ha)
YCS	퇴적물을 통해 이동된 C (하위영역 합계) (kg/ha)
YCW	퇴적물을 통해 이동한 C (하위영역 출구) (kg/ha)

PART 3	하위영역 요약
CMD	추적(routing) 명령 이름
OUT ID#	추적 명령 번호
SA#	컴퓨터가 할당한 하위영역 번호
ID#	사용자가 입력한 하위영역 ID 번호
WSA	하위 또는 하도구간 출구 면적 (ha)
Q	하위영역 또는 하도구간 출구의 표면 유거수 (mm)
SSF	한 하위영역에서 다른 하위영역까지의 저류 (mm)
QRF	빠른 복귀류 (mm)
QDR	배수 시스템의 유동 (mm)
RTF	지하수 저수지의 복귀류 (mm)
Y	하위영역 또는 하도구간 출구의 퇴적물의 양 (t/ha)
DEP	하도구간 내 퇴적물 퇴적 (t/ha)
DEG	하도구간 내 퇴적물 저하 (t/ha)
YMNU	하위 구간 또는 하도구간 출구의 가축분뇨의 양 (t/ha)
YC	퇴적물과 C 손실 (t/ha)
YN	하위영역 또는 하도구간에서 퇴적물을 통해 이동된 N (kg/ha)
QN	하위영역 또는 하도구간의 수용성 N (kg/ha)
YP	하위구간 또는 하도구간에서 퇴적물을 통해 이동된 P (kg/ha)
QP	하위구간 또는 하도구간의 수용성 P (kg/ha)
SSFN	하위구간 또는 하도구간의 수용성 N (kg/ha)
QRFN	빠른 복귀류 내 수용성 N (kg/ha)
QDRN	A 배수 시스템의 수용성 N (kg/ha)
RTFN	복귀류 내 수용성 N (kg/ha)

### 3.3 \*.SPS - 살충제 하위영역 요약 파일

본 파일은 최대 10개의 살충제에 대한 데이터를 포함할 수 있다.

SA#	하위영역 번호
ID	하위영역 ID
PDRN	배수 내 살충제 (g/ha)
PRSF	저류 내 살충제 (g/ha)
PDPK	깊은 침투 내 살충제 (g/ha)
PSIN	다른 하위영역에서의 살충제 유입 (g/ha)

### 3.4 \*.SWN - 농장 계획 파일에 대한 특수 유역 요약 파일

QS	표면 유거수 (mm)
Y	퇴적물의 양 (t/ha)
QN	표면 유거수 내 수용성 N (kg/ha)
SSQN	저류 내 수용성 N (kg/ha)
YN	하위영역 또는 하도구간에서 퇴적물을 통해 이동된 N의 연간 평균량 (kg/ha)
DWOC	시뮬레이션 중 유기 C의 양 변화 (t/ha)

### 3.5 \*.SCX - 토양 유기 탄소 및 질소 파일 요약

각 토양층에 대한 A열(토양 단면은 10개 층으로 나누어지나 이 층들은 원래의 층 번호를 통해 식별된다); 이 파일은 total across layers를 포함한다 (별다른 언급이 없는 한 C와 N의 단위는 kg/ha 이다).

Z	토양 깊이 (m)
SWF	토양 수분 인자
TEMP	토양 온도 (°C)
SWTF	복합 토양 수분 및 온도 인자
TLEF	경운 인자
SPDM	N 수요/공급
RSDC	잔사 내 C 투입
RSPC	잔사의 C 호흡
RNMN	순 N 미네랄
DNO3	N 미네랄 N내 변화
HSCO	초기 저속 부식토 C 저장소
HSCF	최종 저속 부식토 C 저장소
HPCF	최종 수동 부식토
LSCO	초기 구조적 낙엽지 C 저장소
LSCF	최종 구조적 낙엽지 C 저장소
LMCO	초기 대사성 낙엽지 C 저장소
LMCF	최종 대사성 낙엽지 C 저장소
BMCO	초기 바이오매스 C 저장소
BMCF	최종 바이오매스 C 저장소
WOCO	초기 총 C 저장소
WOCF	최종 총 C 저장소
DWOC	총 C 저장소 내 변화
HSNO	초기 저속 부식토 N 저장소
HSNF	최종 저속 부식토 N 저장소
HPNO	초기 수동 부식토 N 저장소
HPNF	최종 수동 부식토 N 저장소

LSNO	초기 구조적 낙엽지 N 저장소
LSNF	최종 구조적 낙엽지 N 저장소
LMNO	초기 대사성 낙엽지 N 저장소
LMNF	최종 대사성 낙엽지 N 저장소
BMNO	초기 바이오매스 N 저장소
BMNF	최종 바이오매스 N 저장소
WONO	초기 총 N 저장소
WONF	최종 총 N 저장소
DWON	총 N 저장소 내 변화
C/NO	초기 C/N 비율
C/NF	최종 C/N 비율

### 3.6 \*.STR - NRCS STAR TOOL을 위한 하위영역 및 유역 요약

SA#	컴퓨터가 할당한 하위영역 번호
SAID	사용자가 입력한 하위영역 ID
RF	강우 (mm)
Q	표면 유거수 (mm)
WYGLD	수분량 (mm)
RUS2	RUSLE2 방법을 사용한 수분에 의한 토양 침식 (t/ha)
Y	퇴적물의 양 (t/ha)
YWND	바람에 의한 토양 침식 (t/ha)
YLDG	곡물량 (t/ha)
YLDF	사료량 (t/ha)
WS	수분 스트레스(가뭄) (d)
NS	N 스트레스 (d)
PS	P 스트레스 (d)
TS	저온 스트레스 (d)
AS	통기 스트레스 (d)
SS	염분 스트레스 (d)

FN	(kg/ha)
FP	(kg/ha)
IRGA	사용된 관개 (mm)
STIR	토양 경운 강도
FULUI	연료 사용 (l/ha)
DWOC	시뮬레이션 중 유기물 내의 변화 (t/ha)
QN	표면 유거수 내 수용성 N (kg/ha)
SSFN	저류 내 수용성 N (kg/ha)
QRFN	빠른 복귀류 내 수용성 N (kg/ha)
QDRN	배수 시스템 내 수용성 N (kg/ha)
RTFN	복귀류 내 수용성 N (kg/ha)
DPKN	지하수에서 나온 N의 깊은 침투 (kg/ha)
YN	퇴적물을 통해 이동한 N (kg/ha)
YNWN	풍식 내 N 손실 (kg/ha)
NVOL	N 휘발 (kg/ha)
DNIT	탈질소 (kg/ha)
NFIX	콩과 작물로 고착된 N (kg/ha)
QP	표면 유거수 내 수용성 P (kg/ha)
SSFP	저류 내 수용성 P (kg/ha)
QDRP	배수 시스템 내 수용성 P (kg/ha)
PRKP	침투수 내 P 유실 (kg/ha)
YPWN	풍식 내 P 유실 (kg/ha)
QPST	표면 유거수 내 살충제 (g/ha)
LPST	용탈 살충제 (g/ha)
YPST	퇴적물 내 살충제 (g/ha)

### 3.7 \*.SAO - GIS 특수 하위영역 파일

SAID	하위영역 ID
GIS	GIS 코드
TIME	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 일일 시간 단계: 올리우스력 날짜</li> <li>• 월별 시간 단계: 달 (1-12)</li> <li>• 년별 시간 단계: 4-자리 년도</li> <li>• 평균 연간 요약선: 년도수, 총 평균치</li> </ul> <p>주: 시간 단계는 Control Table내 IPD에서 결정된다.          IPD = 0-2일 경우 년별 시간 단계          IPD = 3-5일 경우 월별 시간 단계          IPD = 6-9일 경우 일일 시간 단계</p>
WSA	하위영역 또는 하위 구역 면적 (ha)
PRCP	강수 (mm)
SNOF	강설량 (mm)
SNOM	용설량 (mm)
IRGA	사용된 관개 (mm)
PET	하위영역 또는 하위 구역의 증발산 예상량 (mm)
ET	증발산 (mm)
SW	수분 함량 (mm). 시뮬레이션 종료 시 토양 단면 내 수분량
PRK	시뮬레이션 기간 동안 뿌리층으로 스며든 수분 (mm). 수분이 뿌리층 하부를 떠나 얇은 대수층에 도달하는 시간 사이에 지체가 있을 수 있다. 오랜 시간 동안 이 변수는 지하 침투와 같아야 한다.
DPRK	깊은 침투 (mm)
QSUR	표면 유거수 (mm)
SSF	측면 저류 (mm)
RSSF	복귀 저류 (mm)
WYLD	수분량 (mm). 하위영역을 떠나 하천 유량에 합류되는 순 수분량
CN	SCS 유거수 곡선 지수
TMX	최대 온도 (°C)
TMN	최저 온도 (°C)
TMP	두 번째 토양층 온도 (°C)
SRAD	태양 복사 (MJ/m <sup>2</sup> )
MUSL	MUSLE을 사용한 수분 침식으로 인한 토양 유실 (t/ha)

RUS2	RUSLE2를 통해 예측한 물에 의한 토양 침식 (t/ha)
FNO	사용된 유기 N 비료(가축 폐기물) (kg/ha)
FNMN	사용된 질산성 비료 (kg/ha)
FNMA	사용된 암모니아태 질소 비료 (kg/ha)
FPO	사용된 유기 P 비료 (kg/ha)
FPL	사용된 미네랄 P 비료 (kg/ha)
NFIX	콩과 작물로 고착된 NS (kg/ha)
DN	탈질소에 의한 질소 손실 (kg/ha)
YN	하위영역 또는 하도구간에서 퇴적물을 통해 이동한 N (kg/ha)
YPO	하위영역에서 퇴적물을 통해 이동된 유기 P (kg/ha)
QN	표면 유거수 내 포함된 하위영역의 수용성 N의 양 (kg/ha)
QP	표면 유거수 내 포함된 하위영역의 수용성 P의 양 (kg/ha)
YPM	총 미네랄 P 손실 (kg/ha)
SSFN	하위영역 또는 하도구간의 측면 저류 내 미네랄 N 손실 (kg/ha)
RSFN	복귀류 내 하위영역의 수용성 N의 양 (kg/ha)
WOC	총 유기성 C (t/ha)
PCTI200UM	하위영역으로 물과 함께 이동된 입자(<200 마이크론) (kg/ha)
PCTI10UM	하위영역으로 물과 함께 이동된 입자(<10 마이크론) (kg/ha)
PCTI2UM	하위영역으로 물과 함께 이동된 입자(<2 마이크론) (kg/ha)
PCTO200UM	하위영역으로 물과 함께 이동된 입자(<200 마이크론) (kg/ha)
PCTO10UM	하위영역으로 물과 함께 이동된 입자(<10 마이크론) (kg/ha)
PCTO2UM	하위영역으로 물과 함께 이동된 입자(<2 마이크론) (kg/ha)

다음 변수는 최대 작물 5개까지 표시될 수 있다.

YLDG	곡물량 (t/ha)
YLDF	사료량 (t/ha)
HUI	열 단위 지수
LAI	엽면적 지수 ( $m^2/m^2$ )
RD	뿌리 깊이 (m)
RW	뿌리 무게 (t/ha)
BIOM	작물 바이오매스 - 뿌리 및 지상 작물 물질 포함 (t/ha)



STL	입식 생 작물 바이오매스 (t/ha)
CPHT	작물 높이 (m)
STD	입식 죽은 작물 잔사 (t/ha)
STDL	입식 죽은 리그닌(t/ha)
WS	가뭄 스트레스 (d)
NS	N 스트레스 (d)
PS	P 스트레스 (d)
TS	온도 스트레스 (d)
AS	통기 스트레스 (d)
SALT	염분 스트레스 (d)
REG	작물 성장 조절제 (최소 스트레스 인자)
CPNM	작물 이름

### 3.8 \*.RCH - GIS 특수 하도구간 파일

RCID	하도구간 ID
GIS	GIS 코드
TIME	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 일일 시간 단계: 올리우스력 날짜</li> <li>• 월별 시간 단계: 월 (1-12)</li> <li>• 년별 시간 단계: 4-자리 년도</li> <li>• 평균 연간 요약 라인: 년도 수, 총 평균값 계산</li> </ul> <p>주: 시간 단계는 Control Table의 IPD로 결정된다.  IPD = 0-2이면 연간 시간 단계  IPD = 3-5이면 월별 시간 단계  IPD = 6-9이면 일별 시간 단계</p>
WSA	하위영역 또는 하도구간 출구 면적 (ha)
QI	하도구간으로의 평균 유량(표면 유거수) ( $m^3/s$ )
QO	하도구간 밖으로의 평균 유량(표면 유거수) ( $m^3/s$ )
WYLI	유입수량 ( $m^3/s$ )
WYLO	유거수량 ( $m^3/s$ )
ET	증발산 ( $m^3/s$ )

FPF	하상 또는 범람원으로 침투를 통한 하도구간에서의 물 유실 ( $m^3/s$ )
YI	하도구간으로 물과 함께 이동된 퇴적물 (total tons)
YO	하도구간 밖으로 물과 함께 이동된 퇴적물 (total tons)
CY	하도구간 내 퇴적물 농도 (ppm)
YONI	하도구간으로 물과 함께 이동된 유기 N (total kg)
YONO	하도구간 밖으로 물과 함께 이동된 유기 N (total kg)
YOPI	하도구간으로 물과 함께 이동된 유기 P (total kg)
YOPO	하도구간 밖으로 물과 함께 이동된 유기 P (total kg)
NO3I	하도구간으로 물과 함께 이동된 N (total kg)
NO3O	하도구간 밖으로 물과 함께 이동된 N (total kg)
NH4I	하도구간으로 물과 함께 이동된 암모늄 (total kg)
NH4O	하도구간 밖으로 물과 함께 이동된 암모늄 (total kg)
NO2I	하도구간으로 물과 함께 이동된 질산염 (total kg)
NO2O	하도구간밖으로 물과 함께 이동된 질산염 (total kg)
QPI	하도구간으로 물과 함께 이동된 미네랄 P (total kg)
QPO	하도구간밖으로 물과 함께 이동된 미네랄 P (total kg)
ALGI	하도구간으로 물과 함께 이동된 조류 바이오매스 (total kg)
ALGO	하도구간 밖으로 물과 함께 이동된 조류 바이오매스 (total kg)
BODI	하도구간으로 이동된 물질의 생화학적 산소 요구량 (total kg)
BODO	하도구간으로 이동된 물질의 생화학적 산소 요구량 (total kg)
DO2I	하도구간으로 이동된 용존 산소량 (total kg)
DO2O	하도구간 밖으로 이동된 용존 산소량 (total kg)
QPSI	하도구간으로 이동된 수용성 살충제 (total g)
QPSO	하도구간 밖으로 물과 함께 이동된 수용성 살충제 (total g)
YPSI	하도구간으로 물과 함께 이동된 퇴적물로 흡수된 살충제 (total g)
YPSO	하도구간 밖으로 물과 함께 이동한 퇴적물로 흡수된 살충제 (total g)
RPST	반응에 의한 물에서의 살충제 유실 (total g)
VPST	휘발에 의한 물에서의 살충제 유실 (total g)
DPST	물에서 개울까지의 살충제 이동 또는 침강에 의한 범람원 퇴적물 (total g)

### 3.9 \*.ASA - 연간 하위영역 파일

SA#	컴퓨터가 할당한 하위영역 번호
ID#	사용자가 입력한 하위영역 ID
YR	연도 일자
YR#	연도 수 (1-NBYR)
PRCP	강수 (mm)
SNOF	강설 (mm)
SNOM	용설량 (mm)
IRGA	사용된 관개수 (mm)
PET	잠재적인 증발산 (mm)
ET	증발산 (mm)
SW	토양수분 함량 (mm)
PRK	뿌리 층 밑에 침투 (mm)
DPRK	깊은 침투 (mm)
Q	연간 표면 유거수 (mm)
SSF	측면 저류 (mm)
RSSF	복귀 저류 (mm)
WYLD	물량 (mm). 하위영역을 떠나 하천 유량에 합류되는 순 물량
CN	SCS 유거수 곡선 지수
TMX	최대 온도 (°C)
TMN	최저 온도 (°C)
TMP	두 번째 토양층 온도(°C)
SRAD	태양 복사 (MJ/m <sup>2</sup> )
MUSL	MUSLE을 사용한 수분 침식으로 인한 토양 유실 (t/ha)
RUS2	RUSLE2를 통해 예측한 수분에 의한 토양 침식 (t/ha)
FNO	시용된 유기 N 비료(가축 폐기물) (kg/ha)
FNMN	시용된 질산성 비료 (kg/ha)
FNMA	시용된 암모니아태 질소 비료 (kg/ha)
FPO	시용된 유기 P 비료 (kg/ha)
FPL	시용된 미네랄 P 비료 (kg/ha)
NFIX	콩과 작물로 고착된 N 고정 (kg/ha)
DN	탈질소에 의한 질소 손실 (kg/ha)

YN	하위영역 또는 하도구간에서 퇴적물을 통해 이동한 N (kg/ha)
YPO	하위영역에서 퇴적물을 통해 이동된 유기 P (kg/ha)
QN	수용성 N의 양 (kg/ha)
QP	수용성 P의 양 (kg/ha)
YPM	총 미네랄 P 유실 (kg/ha)
SSFN	하위영역 또는 하도구간의 측면 저류 내 미네랄 N 유실 (kg/ha)
RSFN	복귀류 내 하위영역의 수용성 N의 양 (kg/ha)

### 3.10 \*.AWS - 연간 유역 출구 파일

YP	연도 일자
PRCP	강수 (mm)
QSS	모든 하위 구간의 표면 유거수 합계 (mm)
QSW	유역 유출 - 표면 유거수 구성요소 (mm)
QTS	모든 하위영역에서 총 유량의 합계 (mm)
QTW	유역 유출 (mm)
YS	모든 하위영역의 퇴적물 양의 합계 (t/ha)
YW	유역 퇴적물의 양 (t/ha)
YNS	모든 하위영역에서 퇴적물을 통해 이동된 N의 합계 (kg/ha)
YNW	유역의 퇴적물을 통해 이동된 N의 양 (kg/ha)
YPS	모든 하위영역에서 퇴적물을 통해 이동된 P의 합계 (kg/ha)
YPW	유역의 퇴적물을 통해 이동된 P의 양 (kg/ha)
QNS	모든 하위영역에서의 수용성 N 양의 합계 (kg/ha)
QNW	유역 수용성 N의 양 (kg/ha)
QPS	모든 하위영역에서의 수용성 P 양의 합계 (kg/ha)
QPW	유역 수용성 P의 양 (kg/ha)
YMUS	모든 하위영역에서의 가축분뇨 양의 합계 (t/ha)
YMUW	유역의 가축분뇨의 양 (t/ha)
QPUS	하위영역의 가축분뇨 내 수용성 P 합계 (kg/ha)
QPUW	유역의 가축분뇨 내 수용성 P의 양 (kg/ha)
YCS	퇴적물을 통해 이동된 탄소 (하위영역 합계) (kg/ha)
YCW	퇴적물을 통해 이동된 탄소 (유역 출구) (kg/ha)

### 3.11 \*.ACY - 연간 하위영역 작물 생산량 파일

SA#	컴퓨터가 할당한 하위영역 번호
ID#	사용자가 입력한 하위영역 ID
YR	연도
YR#	구동 연도 수
CPNM	작물 이름
YLDG	곡물, 섬유질 등 작물의 양 (t/ha)
YLDF	사료작물의 양 (t/ha)
BIOM	작물 바이오매스 (t/ha)
WS	가뭄 스트레스 (d)
NS	N 스트레스 (d)
PS	P 스트레스 (d)
TS	온도 스트레스 (d)
AS	초과 수분 스트레스 (d)
SS	염분 스트레스 (d)
ZNMN	뿌리층 내에 질산염 형태로 존재하는 미네랄 N (kg/ha)
ZQP	뿌리층 내 수용성 P (kg/ha)
AP15	작토 깊이 수용성 P 농도 (g/ha)
ZOC	뿌리층 내 유기 탄소 (t/ha)
OCPD	작토 깊이 내 유기 탄소 (kg/ha)
RSDP	현재 작물 잔사 (t/ha)
ARSD	추가된 작물 잔사 (t/ha)
IRGA	추가된 작물 잔사 (t/ha)
FN	총 연간 N 비료 비율 (kg/ha)
FP	총 연간 P 비료 비율 (kg/ha)
FNMN	시용된 질산성 비료 (kg/ha)
FNMA	시용된 암모니아태 질소 비료 (kg/ha)
FNO	시용된 유기 N 비료(가축 폐기물) (kg/ha)
FPL	시용된 미네랄 P 비료 (kg/ha)
FPO	시용된 유기 P 비료 (kg/ha)

### 3.12 \*.MAN - 특수 가축분뇨 관리 요약 파일

PART 1	평균 연간 값
SA#	컴퓨터가 할당한 하위영역 번호
ID#	사용자가 입력한 하위영역 ID
OWN#	하위영역 소유주 번호
CROP	작물 이름
YLD1	곡물, 섬유질 등 작물의 양 (t/ha)
YLD2	사료작물의 양 (t/ha)
YLN	작물과 함께 수확된 N (kg/ha)
YLP	작물과 함께 수확된 P (kg/ha)
COW	하위영역에 거주하는 소의 수 (head)
WSA	하위영역 면적 (ha)
Q	하위영역의 표면 유거수 (mm)
Y	하위영역의 퇴적물의 양 (t/ha)
QP	하위영역의 수용성 P의 양 (kg/ha)
YP	하위영역의 퇴적물을 통해 이동된 P의 양 (kg/ha)
QN	하위영역의 표면 유거수 내에 포함된 수용성 N의 양 (kg/ha)
SSFN	저류 내 하위영역의 수용성 N의 양 (kg/ha)
RSFN	복귀류 내 하위영역의 수용성 N의 양 (kg/ha)
PRKN	토양 단면에서 용출된 수용성 N (kg/ha)
YN	하위영역의 퇴적물을 통해 이동된 N의 양 (kg/ha)
FP	하위영역에 시용된 P 비료의 양 (kg/ha)
FN	하위영역에 시용된 N 비료의 양 (kg/ha)
MAP	하위영역에 시용된 가축분뇨의 양 (kg/ha)
AP0	초기 경작층 (매개변수(43) 수용성 P 농도) (g/t)
APF	최종 경작층 (매개변수(43) 수용성 P 농도) (g/t)
CSP	표면 내 수용성 P의 평균 농도 (g/m <sup>3</sup> )

<b>PART 2</b>	
OWN ID	소유주 ID 번호
AREA	소유주가 소유한 면적 (ha)
MAP	사용된 가축분뇨의 양 (t/ha/yr)

<b>PART 3</b>	<b>가축분뇨 잔량 (MANURE BALANCE)</b>
BALANCE	가축분뇨 잔량 (t)
PER	잔량 내 오류 퍼센트
DF	잔량 내 오류
TMPD	가축이 총 생산한 가축분뇨의 양 (t/ha)
TWMB	집수조의 초기 가축분뇨 함량 (t/ha)
TWMF	집수조의 최종 가축분뇨 함량 (t/ha)
TSMU	구동 종료시 저장된 고형 가축분뇨의 양 (t/ha)
RSDM	토양 내 및 표면 위에 존재하는 최종 가축분뇨의 양 (t/ha)
YMNU	총 가축분뇨의 침식량 (t)
MNMU	미네랄로 변환 가축분뇨의 양 (t)

<b>PART 4</b>	<b>가축분뇨 사용 잔량</b>
PER	잔량 내 오류 퍼센트
DF	잔량 내 오류
TWMP	총 생산된 가축분뇨의 양 (t/ha)
TMAP	하위영역에 사용된 총 가축분뇨의 양 (t)
TWMB	집수조의 초기 가축분뇨 함량 (t/ha)
TWMF	집수조의 최종 가축분뇨 함량 (t/ha)
TSMU	구동 종료시 저장된 고형 가축분뇨의 양 (t/ha)
YMFA	축사에서 유실된 가축분뇨의 양 (t/ha)
LGOF	집수조 범람으로 유실된 가축분뇨의 양 (t/ha)
MNFA	축사에서 광물화된 가축분뇨의 양 (t/ha)
RSFA	축사에 존재하는 최종 가축분뇨의 양 (t/ha)
LIQ MAN APPL	사용된 총 액체형 가축분뇨의 양 (t)
COMM FERT APPL N	사용된 총 상업용 N 비료의 양 (t)
COMM FERT APPL P	사용된 총 상업용 P 비료의 양 (t)

### 3.13 \*.ACN - 연간 토양 유기 탄소 및 질소 파일

각 토양층에 대한 열(토양 단면은 10개 층으로 구분되지만 이 층들은 원래의 층 번호를 통해 식별된다); 이 파일은 total across layers를 포함한다. (특별한 언급이 없는 한 단위는 kg/ha 이다)

DEPTH	토양층 깊이 (m)
BD 33KPA	포장 용수량에서의 용적밀도 (t/m <sup>3</sup> )
SAND (%)	토양 내 모래 비율 (%)
SILT (%)	토양 내 실트 비율 (%)
CLAY (%)	토양 내 진흙 비율 (%)
ROCK (%)	토양 내 암편 비율 (%)
WLS	구조적 낙엽지의 중량 (kg/ha)
WLM	대사성 낙엽지의 중량 (kg/ha)
WLSL	구조적 낙엽지 내 리그닌 중량 (kg/ha)
WLSC	구조적 낙엽지 C 저장소의 중량 (kg/ha)
WLMC	구조적 낙엽지 C 저장소의 중량 (kg/ha)
WLSLC	구조적 낙엽지 내 리그닌의 C 함량 (kg/ha)
WLSLNC	구조적 낙엽지 내 리그닌의 비 C 함량 (kg/ha)
WBMC	바이오매스 C 저장소 (kg/ha)
WHSC	저속 부식토 C 저장소 (kg/ha)
WHPC	수동 부식토 C 저장소 (kg/ha)
WOC	총 C 저장소 (kg/ha)
WLSN	구조적 낙엽지 N (kg/ha)
WLMN	구조적 낙엽지 N (kg/ha)
WBMN	바이오매스 N 저장소 (kg/ha)
WHSN	저속 낙엽지 N 저장소 (kg/ha)
WHPN	수동 부식토 N 저장소 (kg/ha)
WON	총 N 저장소 (kg/ha)
ECND	전기 전도도 (mmho/cm)
WSLT	(kg/ha)



### 3.14 \*.SWT - 유역 SWAT 출력

JDA	율리우스력 날짜
YR	연도
WYLD	물량 (MM). 하위영역을 떠나 하천 유량에 합류되는 순 물량
Y	퇴적물의 양 (t/ha)
YN	하위영역 또는 하도구간에서 퇴적물을 통해 이동한 N (kg/ha)
YP	하위영역 또는 하도 구역에서 퇴적물을 통해 이동된 P (kg/ha)
QN	표면 유거수에 포함된 수용성 N의 양 (kg/ha)
QP	하위영역 또는 하도구간에서의 수용성 P의 양 (kg/ha)
QPST	표면 유거수 내 살충제 (g/ha)
YPST	퇴적물 내 살충제 (g/ha)

### 3.15 \*.AWP - 연간 CEAP 파일

YR	연도
PRCP	강수 (mm)
ET	증발산 (mm)
Q	연간 표면 유거수 (mm)
SSF	측면 저류 (mm)
RSSF	복귀 저류 (mm)
QRF	빠른 복귀류 (mm)
QDR	배수 시스템에서의 유동 (mm)
PRK	뿌리층 밑에 침투 (mm)
IRGA	사용된 관개수 (mm)
WY	물량 (mm)
Y	하위영역 또는 하도구간 출구에서의 퇴적물의 양 (t/ha)
YWND	풍식을 통한 퇴적물 유실 (t/ha)
QN	유거수 내 수용성 N (kg/ha)
SSFN	저류 내 수용성 N (kg/ha)
QRFN	빠른 복귀류 내 수용성 N (kg/ha)

RSFN	복귀류 내 수용성 N (kg/ha)
YN	퇴적물을 통해 이동한 N (kg/ha)
YNWN	풍식에 의해 이용된 유기성 N (kg/ha)
QDRN	배수 시스템에서의 수용성 N (kg/ha)
PRKN	침출물 내 미네랄 N 유실 (kg/ha)
DN	탈질소를 통한 N 유실 (kg/ha)
AVOL	N 휘발 (kg/ha)
NFIX	콩과 작물로 고착된 N (kg/ha)
FNO	사용된 유기 N 비료(가축 폐기물) (kg/ha)
FNMN	총 사용된 질산 N 비료 (kg/ha)
FNMA	사용된 암모늄 N 비료 (kg/ha)
QP	하위영역의 수용성 P 수득율 (kg/ha)
YP	하위영역의 퇴적물을 통해 이동된 P의 양 (kg/ha)
YPWN	풍식 내 P 유실 (kg/ha)
PRKP	침투 내 P 유실 (kg/ha)
FPO	가축분뇨 내 유기 P(실제 P) (kg/ha)
FPL	사용된 미네랄 P 비료 (kg/ha)
QC	유거수 내 C (kg/ha)
YC	퇴적물을 통한 C 유실 (kg/ha)
YCWN	풍식으로 인한 C 유실 (kg/ha)
RFN	강우 내 N (kg/ha)
YLN	작물과 함께 수확된 N (kg/ha)
YLP	작물과 함께 수확된 P (kg/ha)
BTN	초기 총 N의 양 (kg/ha)
BTP	초기 총 P의 양 (kg/ha)
FTN	최종 총 N의 양 (kg/ha)
FTP	최종 총 P의 양 (kg/ha)
BTC	초기 총 탄소량 (kg/ha)
FTC	최종 총 탄소량 (kg/ha)
BPDP	경작층 내 초기 P의 양 (kg/ha)
FPDP	경작층 내 최종 P의 양 (kg/ha)
BSLT	토양 내 초기 염분량 (kg/ha)
FSLT	토양 내 최종 염분량 (kg/ha)
BTC1	하위영역 1 내 초기 총 탄소량 (kg/ha)
FTC1	FINAL 하위영역 1 내 최종 총 탄소량 (kg/ha)
RUS2A1	RUSLE2 공식을 사용한 수식으로 인해 하위영역 1의 토양 유실 (t/ha)
YTHS	매개변수 93에 설정된 것처럼 수식이 임계치보다 높았던 일 수 (d)
YWTH	매개변수 94에 설정된 것처럼 수식이 풍식 임계치보다 높았던 일 수 (d)

### 3.16 \*.APS - 연간 살충제 파일

이 파일은 최대 10개의 살충제에 대한 데이터를 포함할 수 있다.

SA#	하위영역 번호
SAID	하위영역 번호
YR	연도
YR#	구동 연도 수
Q	연간 표면 유거수 (mm)
SSF	측면 저류 (mm)
PRK	뿌리층 밑에 침투 (mm)
QDRN	배수 토관 유동 (mm)
Y	하위영역 또는 하도구간 출구에서의 퇴적물의 양 (t/ha)
YOC	퇴적물과 함께 유실된 유기 탄소 (kg/ha)
PSTN	살충제 이름
PAPL	사용된 살충제 (g/ha)
PSRO	유거수 내 살충제 (g/ha)
PLCH	침출된 살충제 (g/ha)
PSSF	저류 내 살충제 (g/ha)
PSED	퇴적물 내 살충제 (g/ha)
PDGF	앞에서 생분해된 살충제 (g/ha)
PDGS	토양에서 생분해된 살충제 ((g/ha)
PDRN	배수 시스템 내 살충제 (g/ha)
PRSF	유거수 내 4일 동안의 살충제 농도 (ppm)

### 3.17 \*.ACO - 연간 비용 파일

SA#	하위영역 번호
ID	하위영역 ID
Y	연도
M	월
D	일
OP	작업 이름 또는 설명
CROP	작물 번호 (CROP.DAT를 참조)
MT#	FERT 또는 PEST 파일의 재료 번호
HC	IHC 코드 (TILL.DAT 참조)
EQ	작업 또는 장비 코드(TILL.DAT 참조)
TR	트랙터 (TILL.DAT 참조)
COTL	총 비용 (\$/ha)
COOP	작업 비용 (\$/ha)
MTCO	재료비 (\$/ha)
MASS	사용량 (kg/ha)
FUEL	연료 사용 (l/ha)

### 3.18 APEXBUF.OUT - 완충대 특수 파일

WSA	유역 면적 (ha)
CHL	수로 길이 (km)
CHS	수로 경사 (m/m)
FPL	(km)
Q	완충대에서의 표면 유거수 (mm)
Y	완충대에서의 퇴적물의 양 (t/ha)
YN	퇴적물을 통해 이동한 N (kg/ha)
YP	퇴적물을 통해 이동한 P (kg/ha)
QN	표면 유거수 내 수용성 N (kg/ha)
QP	표면 유거수 내 수용성 P (kg/ha)

### 3.19 \*.MSA - 월간 하위영역 파일

본 파일은 다양한 변수에 대한 월별 데이터를 포함하고 있다.

SA#	하위영역 번호
ID	하위영역 ID
YR	연도
YR#	연도 번호 (1-NBYR)
TMX	최대 온도 (°C)
TMN	최저 온도 (°C)
SRAD	태양 복사 (MJ/m <sup>2</sup> )
PRCP	강수 (mm)
SNOF	강설 (mm)
SNOM	용설량 (mm)
VPD	증기압 부족 (kPa)
PET	잠재적인 증발산 (mm)
ET	증발산 (mm)
EP	증산 (mm)
Q	표면 유거수 (mm)
CN	NRCS 유거수 곡선 지수
SSF	측면 저류 (mm)
PRK	뿌리층 밑에 침투 (mm)
IRGA	사용된 관개수 (mm)
EI	강우 에너지 인자
C	작물 관리 인자
USLE	USLE를 사용한 수식으로 인한 토양 유실 (t/ha)
MUSL	MUSLE을 사용한 수식으로 인한 토양 유실 (t/ha)
MUSS	토양 침식-수분 (t/ha)
MUST	수정된 MUSLE을 사용한 수식으로 인한 토양 유실 (t/ha)
RUS2	RUSLE2을 사용한 수식으로 인한 토양 유실 (t/ha)
YWND	풍식을 통한 퇴적물 유실 (t/ha)
YN	하위영역 또는 하도구간에서 퇴적물을 통해 이동한 N (kg/ha)
GMN	광물화된 N (kg/ha)

DN	탈질소에 의한 N 유실 (kg/ha)
NFIX	콩과 작물로 고착된 N (kg/ha)
NMN	안정적인 유기물에서 광물화된 N (kg/ha)
NITR	질산화 작용 (kg/ha)
AVOL	N 휘발 (kg/ha)
QDRN	배수 시스템에서의 수용성 N (kg/ha)
YP	퇴적물과 함께 유실된 P (kg/ha)
MNP	광물화된 P (kg/ha)
PRKP	침투물 내 P 유실 (kg/ha)
ER	농축 비율
FNO	유기 N 비료(가축 폐기물) (kg/ha)
FNMN	질산 N 비료 (kg/ha)
FNMA	염화 N 비료 (kg/ha)
FPO	가축분뇨 내 유기 P(실제 P) (kg/ha)
FPL	사용된 미네랄 P 비료 (kg/ha)
TMP	두 번째 토양층 온도 (°C)
SW10	토양 표면 10 mm내 토양수분 함량
RSQI	저수지 유입 (mm)
RSQO	저수지 유출 (mm)
RSEV	저수지 용적 ( )
RSLK	지하수로 가는 저수지 누출 (mm)
DPRK	깊은 침투 (mm)
RSSF	복귀 저류 (mm)
RSDC	작물 잔사에 포함된 탄소 (kg/ha)
RSPC	CO <sub>2</sub> 호흡 (kg/ha)
PRKC	뿌리층에서 용출된 C (kg/ha)
QC	유거수 내 C (kg/ha)
YC	퇴적물과 함께 유실된 C의 양 (kg/ha)
RSDA	수확시 추가된 작물 잔사 (kg/ha)
MAP	하위영역에 적용된 가축분뇨 (kg/ha)
QRF	빠른 복귀류 (mm)
QRFN	빠른 복귀류 내 수용성 N (kg/ha)

RFIC	강우 차단 (mm)
RSBK	저수지 배수 (mm)
YMNU	가축분뇨 유실 (kg/ha)
DEMR	분진 방출율
P10D	분진 방출, <10 마이크론 입자 크기 (kg/ha)
DPKN	지하수에서 나온 N의 깊은 침투 (kg/ha)
FPF	범람원 침투 (mm)
FOC	가축분뇨 내 유기 탄소 비율
DEPC	추적 구간 내 퇴적된 탄소 (kg/ha)
DECR	잔사 부패 (t/ha)
PSOQ	점 오염원 유동 용적 (mm)
PSON	점 오염원 수용성 N 부하 (kg/ha)
PSOP	점 오염원 수용성 P 부하 (kg/ha)
RUSL	RUSLE를 통해 예측된 물에 의한 토양 침식 (t/ha)
QPU	가축분뇨의 수용성 P 하도구간 유출류
IRDL	관개 분배 손실
WYLD	물량 (mm). 하위영역을 떠나 하천 유량에 합류되는 순 물량
QI	하도구간으로 평균 유량(표면 유거수) ( $m^3/s$ )
QARS	저수지 유출 ( $m^3$ )
RFRA	저수지 표면에 떨어지는 강우량 ( $m^3$ )
DN2	이질소 가스 손실 (kg/ha)
YNWN	풍식으로 인한 퇴적물 내 N
ZNMA	뿌리층 내 암모늄 형태로 존재하는 미네랄 N (kg/ha)
ZNMN	뿌리층 내 질산염 형태로 존재하는 미네랄 N (kg/ha)
ZPML	뿌리층 내 불안정한 형태로 존재하는 미네랄 P (kg/ha)
UNM	작물의 N 흡수량 (kg/ha)
UPM	작물의 P 흡수량 (kg/ha)
RZSW	뿌리층 내 토양수분 (mm)
WTBL	초기 지하수면 높이 (m)
GWST	지하수 저장 (mm)
STDO	입식 죽은 작물 잔사 (t/ha)
RSD	토양 표면상의 작물 잔사 (t/ha)
RSVQ	저수지 저장 (mm)
RSVY	저수지 내에 포함된 퇴적물 (t/ha)
RSSA	저수지 표면 면적 (sq. ha)
SWLT	표면 낙엽지의 수분 함량 (mm)
SNO	눈의 수분 함량 (mm)
RSDM	토양 표면에 존재하는 가축분뇨 (t/ha)
GWSN	지하수에 포함된 N (kg/ha)

### 3.20 \*.MWS - 월간 유역 파일

본 파일은 다양한 변수에 대한 월별 및 연도별 데이터를 포함하고 있다.

QSW	유역 유출수 - 표면 유거수 구성요소 (mm)
QTW	유역 유출 (mm)
YW	풍속으로 인한 토양 손실 (t/ha)
YNW	유역의 퇴적물을 통해 이동한 N의 양 (kg/ha)
YPW	유역의 퇴적물을 통해 이동한 P의 양 (kg/ha)
QNW	유역의 수용성 N의 양 (kg/ha)
QPW	유역의 수용성 P의 양 (kg/ha)
YMUW	하위영역 또는 하도구간 출구에서의 가축분뇨의 양 (t/ha)
QPUW	유역의 가축분뇨 내 수용성 P의 양 (kg/ha)
YCW	퇴적물을 통해 이동된 탄소(유역 출구) (kg/ha)

### 3.21 \*.MSW - 월간 SWAT 출력

AREA	유역 면적 (ha)
YEAR	연도
MONTH	월
WYLD	물량 (MM). 하위영역을 떠나 하천 유량에 합류되는 순 물량
Y	하위영역 또는 하도구간 출구에서의 퇴적물의 양 (t/ha)
YN	하위영역 또는 하도구간에서 퇴적물을 통해 이동한 N (kg/ha)
YP	하위영역 또는 하도구간에서 퇴적물을 통해 이동된 P (kg/ha)
QN	하위영역 또는 하도구간에서 표면 유거수 내 포함된 수용성 N의 양 (kg/ha)
QP	하위영역 또는 하도구간에서 표면 유거수 내 포함된 수용성 P의 양 (kg/ha)
QPST	유거수 내 살충제 (g/ha)
YPST	퇴적물 내 살충제 (g/ha)



### 3.22 \*.DPS - 일일 하위영역 살충제 파일

SA#	하위영역 번호
SA IID	하위영역 ID
Y	연도
M	월
D	일
RFV	강수 (mm)
Q	표면 유거수 (mm)
SSF	총 저류 (mm)
YSD	퇴적물의 양 (t/ha)
PSTN	살충제 이름
PAPL	사용된 살충제 (g/ha)
PSRO	유거수 내 살충제 (g/ha)
PLCH	뿌리층의 침투수 내 살충제 (g/ha)
PSSF	저류 내 살충제 (g/ha)
PSED	퇴적물을 통해 이동된 살충제 (g/ha)
PDGF	낙엽의 살충제 저감 (g/ha)
PDGS	토양의 살충제 저감 (g/ha)
PFOL	앞에 생분해된 살충제 (월말) (g/ha)
PSOL	토양 내 생분해된 살충제 (월말) (g/ha)
PDRN	배수 시스템 내 살충제 (g/ha)
PRSF	저류 내 살충제 (g/ha)
PDPK	깊은 침투로 유실된 살충제 (g/ha)

### 3.23 \*.SAD - 일일 하위영역 파일

SA#	하위영역 번호
ID	하위영역 ID
Y	연도
M	월
D	일
CPNM	작물 이름
HUI	열 단위 지수
LAI	엽면적 지수
RD	발근 깊이 (m)
RW	근중 (t/ha)
BIOM	작물 바이오매스 - 뿌리 및 지상 작물 물질 포함 (t/ha)
STL	입식 생 작물 바이오매스 (t/ha)
CPHT	작물 높이 (m)
STD	입식 죽은 작물 잔사 (t/ha)
STDL	입식 죽은 리그닌 (t/ha)
WS	수분 스트레스(가뭄) (d)
NS	N 스트레스 (d)
PS	P 스트레스 (d)
TS	저온 스트레스 (d)
AS	통기 스트레스 (d)
SALT	염분 스트레스 (d)
REG	작물 성장 조절제 (최소 스트레스 인자)
TMX	최대 온도 (°C)
TMN	최저 온도 (°C)
SRAD	태양 복사 (MJ/m <sup>2</sup> )
PRCP	강수 (mm)
RHUM	상대 습도
VPD	증기압 부족 (kPa)
PET	잠재적인 증발산 (mm)
ET	증발산 (mm)
EP	증산 (mm)

ZNMA	뿌리층 내 암모늄 형태로 존재하는 미네랄 N (kg/ha)
ZNMN	뿌리층 내 질산염 형태로 존재하는 미네랄 N (kg/ha)
ZPML	뿌리층 내 불안정한 형태로 존재하는 미네랄 P (kg/ha)
UMN	작물의 N 흡수량 (kg/ha)
UPM	작물의 P 흡수량 (kg/ha)
RZSW	뿌리층 토양수 (mm)
WTBL	초기 지하수면 높이 (m)
GWST	지하수 저장 (mm)
STDO	오래된 작물에서 나온 초기 입식 죽은 작물 잔사 (t/ha)
RSD	토양 표면상의 작물 잔사 (t/ha)
RSVQ	저수지 저장 (mm)
RSVY	저수지 내에 포함된 퇴적물 (t/ha)
SWLT	표면 낙엽지의 수분 함량 (mm)
SNO	눈 수분 함량 (mm)
RSDM	토양 표면에 존재하는 가축분뇨 (t/ha)
GWSN	지하수에 포함된 N (kg/ha)

### 3.24 \*.DRS - 일일 저수지 파일

SA#	하위영역 번호
ID	하위영역 ID
Y	연도
M	월
D	일
PRCP	강수 (m <sup>3</sup> )
QI	유입 수문 곡선율 (m <sup>3</sup> )
EV	증발 (m <sup>3</sup> )
SP	침윤 (m <sup>3</sup> )
QO	유출 수문 곡선율 (m <sup>3</sup> )
RSV	초기 저수지 용적 (m <sup>3</sup> )

RSVP	주 배수로 고도에서의 용적 (m <sup>3</sup> )
RSVE	응급 배수로 고도에서의 용적 (m <sup>3</sup> )
YI	퇴적물 유입류 (t/ha)
YO	퇴적물 유출류 (t/ha)
DEP	하도구간 내 퇴적물 퇴적 (t/ha)
RSSA	저수지 표면 면적 (ha)

### 3.25 \*.DWS - 일일 유역 출력 파일

Y	연도
M	월
D	일
RFV	강수 (mm)
TMX	최대 온도 (°C)
TMN	최저 온도 (°C)
SRAD	태양 복사 (MJ/m <sup>2</sup> )
PRCP	강수 (mm)
RHUM	상대 습도
VPD	증기압 부족 (kPa)
PET	잠재적인 증발산 (mm)
ET	증발산 (mm)
EP	증산 (mm)

### 3.26 \*.DGS - 일일 방목 파일

SA#	하위영역 번호
ID	하위영역 ID
Y	연도
M	월
D	일
Y#	구동 연도 수
ON#	소유주 번호
HD#	가축군 번호
OPER	작업
CROP	작물 재배 시스템 이름
YLD	작물 수확량 (kg/ha)
YSD	퇴적물의 양 (kg/ha)
AGPM	지상 작물 물질 (t/ha)
STL	입식 생 작물 바이오매스 (t/ha)
STD	입식 죽은 작물 잔사 (t/ha)
CNLV	입식 생 작물 내 N 농도 (g/g)
CNDD	입식 죽은 작물 내 N 농도 (g/g)

### 3.27 \*.DUX - 일일 가축분뇨 시용 파일

SA#	하위영역 번호
ID	하위영역 ID
Y	연도
M	월
D	일
Y#	구동 연도 수
ON#	소유주 번호
HD#	가축군 번호
FERT	비료 유형

AP RATE	비료 시용률 (kg/ha)
MN	시용된 미네랄 N (kg/ha)
NH3	시용된 암모니아 질소 (kg/ha)
ON	시용된 유기 질소 (kg/ha)
MP	시용된 미네랄 P (kg/ha)
OP	시용된 유기 P (kg/ha)

### 3.28 \*.DDD - 일일 분진 분포

ORDER#	분진 분포량이 가장 많은 곳에서 가장 적은 하위영역 순
SA#	하위영역 번호
ID	하위영역 ID
DP10	분진 퇴적물, <10 마이크론 입자 (kg/ha)
FRACT	하위영역에 퇴적된 분진 비율
ACCUM	분진 방출률 총합, 1에 가까워야 함

### 3.29 \*.DCN - 일일 토양 유기 탄소 및 질소 파일

각 토양층에 대한 열(토양 단면은 10개의 층으로 구분되나 원래의 층 번호를 통해 식별된다). 이 파일은 total across layers를 포함한다 (별다른 언급이 없을 경우 C 및 N 단위는 kg/ha이다).

YEAR	연도
MONTH	월
DAY	일
SA#	하위영역 번호
ID	하위영역 ID
DEPTH	토양 깊이 (m)
SW	토양수분 함량 (m/m)

TEMP	토양 온도 (°C)
RSD	토양 표면상의 작물 잔사 (t/ha)
CO2 LOSS	호흡으로 인해 대기로 소실되는 CO <sub>2</sub> (kg/ha)
NET MN	낙엽지, 부엽토 및 바이오매스에서 순 N 광물화의 양 (kg/ha)
FOP	신선한 유기 P의 양 (kg/ha)
TOTAL	토양 단면층 전체에 대한 총합 (각 적절한 변수에 대한)

### 3.30 \*.EFR - 유거수 사상 범람 추적 파일

CMD	명령
IDO	유출 ID
ID	하위영역 ID
Y	연도
M	월
D	일
QP	침투 유속 (m <sup>3</sup> /s)
TP	침투 도달 시간 (hr)
Q	유거수 용적 (mm)
SMQ	초과 강우량 (mm)
SMH	수문 곡선 내 유거수 용적 합계 (mm)

### 3.31 \*.EHY - 유거수 사상 수문 곡선 파일

SA	하위영역 번호
ID	하위영역 ID
CMD	명령
IDO	유출 ID
Y	연도

M	월
D	일
T	시작 (hr)
WSAH	유역 면적 (ha)
SCN	CN 보유 매개변수 (mm)
QVOL	유거수 용적 (mm)
HYD	수문 곡선 저장 (mm)
TC	도달률 (hr)
XKDT	감쇠 상수/침투 도달 시간 (hr)
RF	강우 (mm)
QV	유거수 (mm)
DQ	유거수 내 변화 ( $m^3/s$ )
ST	저장 ( $m^3/s$ )
QHYP	유출율 ( $m^3/s$ )
HYDVOL	총 유거수 용적 (mm)
HYDST	총 저장량 (mm)
PEAKRATE	총 침투율 ( $m^3/s$ )
TP	총 도달시간 (hr)
WSAS	유역 면적 (ha)
HYDV	유거수 (mm)
YI	유입 퇴적물 (t/ha)
STY	저류지 퇴적물 (t/ha)
QHYS	유출 속도 ( $m^3/s$ )
CY	퇴적물 농도 (ppm)
YHY	유출 퇴적물 속도 (t/s)
YITOTAL	총 유입 퇴적물 (t/ha)
YIS	전날 저장되었던 퇴적물 유입 (t/ha)
YO	퇴적물 유출 (t/ha)
YOS	하루가 끝날 때 썸 저장된 퇴적물 유출량 (t/ha)
IDN1	유입 ID 추적
WSAA	유역 면적 (ha)
WSA(IDN1)	유입 면적 추적 (ha)



HYDVOLR	유입 유거수 용적 추적 (mm)
HYDSTRR	유입류 총 저수량 추적 (mm)
QCAP	수로 유량 추적 ( $m^3/s$ )
IT	수렴 용액으로의 반복수 추적
RFR	강우 추적 (mm)
QI	하도구간 유입 수문 곡선율을 추적 ( $m^3/s$ )
V	유동 속도를 추적 (m/s)
TT	이동 시간을 추적 (hr)
C	가변 저장 계수를 추적
QIST	QI PLUS STR를 추적
STR	저장소를 추적 ( $m^3/s$ )
QOR	유출 수문곡선 비율 $QI1 + QI2$ ( $m^3/s$ ) 추적
HYDVOLTOTR	유거수 용적을 추적 (mm)
HYDSTTOTR	유거수 총 저류량 추적 (mm)
PEAKRATERT	총 첨두율 추적 ( $m^3/s$ )
TPR	총 도달시간 추적 (hr)
AVE IT	추적 공식에 대한 완전한 해답을 위해 필요한 평균 반복수 추적
IDN1A	HYD 유입 ID 추가
IDN2	HYD 추적 하도구간 ID 추가
QI1	HYD SA1 유입을 추가 ( $m^3/s$ )
QI2	HYD SA2 유입을 추가 ( $m^3/s$ )
QO	HYD 유출 수문 곡선율 $QI1 + QI2$ ( $m^3/s$ ) 추가
WSA(IDN1)A	HYD 유입 하도구간 면적 추가 (ha)
WSA(IDN2)	HYD 하도구간 면적 추가 (ha)
WSA(IDO)	HYD 유출 면적 추가 (ha)
ADD VOLA	HYD 유거수 용적 추가 (mm)
PEAK RATE A	HYD 총 첨두율 추가 ( $m^3/s$ )
TPRA	HYD 총 도달을 추가 (hr)

### 3.32 \*.DPW - 일일 유역 살충제 파일

본 파일은 최대 10개의 살충제에 대한 데이터를 포함할 수 있다.

SA	하위영역 번호
ID	하위영역 ID
Y	연도
M	월
D	일
RFV	강수 (mm)
Q	연간 표면 유거수 (mm)
SSF	측면 저류 (mm)
YSD	퇴적물의 양 (t/ha)
PSTN	살충제 이름
PSRO	유거수 내 살충제 (g/ha)
PSSF	저류 내 살충제 (g/ha)
PSED	퇴적물 내 살충제 (g/ha)

### 3.33 \*.DHY - 일일 하위영역 수문학 파일

ISA	하위영역 ID
NBSA	하위영역 번호
Y	연도
M	월
D	일
CN	SCS 유거수 곡선 지수
SCI	SCS 유거수 곡선 지수 내 보유 매개변수
RFV	강수 (mm)
STMP2	토양층 내 토양 온도 2 (°C)
SML	용설 (mm)
Q	표면 유거수 (mm)

SSF	저류 (mm)
QRF	빠른 복귀류 (mm)
RSSF	복귀 저류 (mm)
WYLD	물량 (mm)
QRB	침투 유속 (mm/h)
TC	도달률 (h)
DUR	지속기간 (h)
ALTC	알파
AL5	30분 알파
REP	침투 강우강도 (mm/h)
RZSW	뿌리층 토양수 (mm)
GWST	지하수 저장 (mm)

### 3.34 \*.DMR - 일일 유역 양분물질 및 퇴적물 농도

JDA	율리우스력 날짜
YR	연도
WYLD	물량 (mm)
Y	퇴적물 농도 (ppm)
YN	퇴적물 내 N 농도 (ppm)
YP	퇴적물 내 P 농도 (ppm)
QN	표면 유거수 내 수용성 N 농도 (ppm)
QP	표면 유거수 내 수용성 P 농도 (ppm)



## 제 4 장 APEX 출력 분석기



## 제 4 장 APEX 출력 분석기 (APEX OUTPUT ANALYZER)

### 4.1 실패한 구동

1	<b>Soil data (*.SOL):</b> 필수 자료 소실 정리 되지 않은 토양층 깊이 값 수문학적 토양군 번호 대신 곡선 번호 입력 (라인 2)
2	<b>Operation 스케줄 (*.OPS):</b> 토지 사용 번호 미 입력 (라인 2) 형식 문제 - 잘못된 열에 데이터 입력 날짜 정렬 안 됨
3	<b>부적절하게 구성된 하위영역 파일 (*.SUB):</b> 잘못된 추적 지침
4	<b>일일 날씨 값을 입력했을 경우:</b> 잘못된 형식

### 4.2 Run 실패를 초래할 수도 아닐 수도 있는 문제점

1	<b>토양 데이터:</b> 일치되지 않은 데이터 용적밀도/토성 토성/작물이 이용 가능한 수분 유기 C/N/P
2	<b>운영 스케줄:</b> 한해살이 작물 수확 이후 죽이지 않음

### 4.3 0에 가까운 작물 수확량을 초래하는 문제점

1	CO <sub>2</sub> =0
2	<b>일일 날씨 값을 입력했을 경우:</b> 월별 및 일일 태양 복사 에너지 단위가 일치하지 않음
3	작물 개체군=0 (파종에 *.OPS에 입력 안 됨)

#### 4.4 일반적인 문제점

1	작업 파일이 APEXFILE.DAT의 입력 자료와 일치하지 않음. 예를 들어 사용자가 CROP0806.DAT을 작업 중이고 APEXFILE.DAT가 USERCROP.DAT을 포함
2	일일 날씨 값을 입력했을 때 이 데이터는 첫 번째 라인에 입력되어야 한다 (년, 월, 일). 양식은 (2X, 3I4)이다. APEXCONT.DAT의 시뮬레이션 시작일은 날씨 파일(*.WTH)의 라인 1에 나타난 것보다 크거나 같아야 한다.

#### 4.5 완료된 구동 - \*.OUT 파일을 점검

APEXCONT.DAT (IPD=3) 내 월별 출력값을 선택한다.

예비조사	
1	각 하위영역과 관련한 양분 및 물수지 값을 확인 (BALANCE를 검색). 이 값은 0에 가까워야 한다.
2	전체 구역의 물수지 값을 확인 (TOTAL WATER BALANCE).
3	총 구역 영역을 확인. 정확하지 않다면 추적 지침에 에러가 존재한다 (마지막 표 마지막 줄-AVERAGE ANNUAL DATA).
4	평균 연간 표면 유거수, 물량 및 퇴적물량 및 양분량을 확인 (3번과 동일한 라인).
5	라인 4의 결과가 이상할 경우 각각의 하위영역 값을 확인한다 (마지막 표를 사용 또는 자세한 정보는 SUMMARY TABLE를 확인).

유거수 관련 문제 - 확인 사항	
1	<b>PET 값이 적절하지 않음:</b> 해당 장소에 더 적합할 수 있는 다른 PET 공식을 시도해 본다. Hargreaves는 가장 논리적이고 해당 변수(PARM(23) 0.0023-0.0032) 또는 PARM0806.DAT 내 지수(PARM(34) 0.5-0.6)를 변화시켜 조절할 수 있다. Penman-Monteith 방식은 일반적으로 가장 정확도가 높다고 인정되지만 정확한 측정이 어려운 풍속에 매우 민감하게 반응한다. PARM0806.DAT 내 기공 전도성 계수(PARM(1) 1.0-2.0)를 통해 조절 가능하다. 캐나다에서 개발된 Baier-Robertson 방정식은 한랭 기후에 적합하다.



2	<p><b>ET 값이 적절하지 않음:</b>  작물 생장기가 잘못되었을 수 있다. 생장, 수확 일자 및 가능한 열 단위 값을 확인한다(CRG.OPS). 또한 HUSC(CORN YLD=) 값과 관련하여 TXBELL.OUT의 연간 수확 시기를 확인해 보도록 한다. HUSC의 일반적인 범위는 1.0에서 1.2이다. HUSC가 1보다 작을 경우에는 PHU가 지나치게 크거나 수확 일자가 너무 빠르다. HUSC가 1.2보다 큰 경우에는 PHU가 지나치게 작거나 수확 일자가 너무 늦게 된다. 많은 1년생 작물에서 HUSC 값은 초기 수확 일자(CRG.OPS)를 사용하여 1.2에 설정되어야 한다. 입력된 수확 일자에 도달하고 누적 열 단위가 입력된 HUSC 값에 도달한 후에만 수확이 발생하게 된다. 사료 작물의 경우 지나치게 조밀한 방목 또는 너무 잦은 절단은 엽면적이 정상적인 작물 수분 사용을 위해 발달하는데 지장을 초래할 수 있다.</p>
3	<p><b>유출 방정식 확인:</b>  <b>NRCS 곡선 지수 방정식:</b>  CN 방정식은 토양 수분에 따라 달라진다. APEX는 CN과 토양수분을 관련 짓는 4가지 방법과 상수 CN 옵션을 제시한다. 이 방법은 다음과 같다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 가변형 일일 CN 지선형 CN/SW, 깊이 토양 수분 가중치 포함</li> <li>2 가변형 일일 CN 비선형 CN/SW, 깊이 가중치 불포함</li> <li>3 가변형 일일 CN 비선형 CN/SW, 깊이 가중치 불포함</li> <li>4 모든 호우 유형에 사용되는 고정형 CN-CN2</li> <li>5 가변형 일반 CN SMI(Soild Moisture Index)</li> </ol> <p>일반적으로 토양 수분 지수(5)는 토양 데이터의 오류에 민감하지 않기 때문에 가장 견고하고 신뢰성이 높다. 이 방법은 PARM(42) (PARM0806.DAT)를 사용해 조절할 수 있다. PARM(42)의 일반적인 범위는 0.5에서 2.0(값이 작으면 유출량이 감소한다). 비선형 형식 (1, 2)은 많은 상황에서 매우 잘 작동한다. 고정 CN 방식 (4)는 토양 수분이 주요 인자가 아닐 때 좋은 선택이다.</p> <p><b>Green and Ampt 침투 방정식:</b>  G&amp;A 방정식은 CN이 잘 기능하지 않는 특수한 경우에 이용 가능하다. G&amp;A의 3가지 변수는 다음과 같다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 강우 강도는 이중 지수 분포와 함께 시뮬레이션 되고 침투 강우율은 따로 시뮬레이션 된다.</li> <li>2 침투 강우율이 입력된다는 것을 제외하고는 (1)과 동일하다.</li> <li>3 강우 강도는 일정하기 분포되며 침투 강우율이 입력된다. (강우 시뮬레이터 연구에 유용하다)</li> </ol>
4	<p><b>추적:</b>  상당한 유거수가 이동 시간 및 범람원 포화 전도도에 따라 범람원으로 침투될 수 있다 (APEXCONT.DAT내 입력된 FPSC의 최소값 또는 범람원의 2번째 층 SC).</p> <p>추적용 하도구간을 통과하는 유동은 지하수에서 시작되는 복귀류 및 빠른 복귀류에 의해 증가될 수 있다. 최대 지하수 저류, 지하수 체류 시간 및 복귀류와 복귀류+깊은 침투값 사이의 비율은 APEXCONT.DAT에 설정될 수 있다. 이 값은*.SOL 라인 2의 &gt;0 값에 의해 무효화된다. 지하수 저류량은 복귀류가 발생하기 전에 임계값 (PARM(40) PARM0806.DAT)을 반드시 초과해야 한다.</p>

5	<p><b>침식/퇴적 문제:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 유출값은 현실적으로 타당한 값이어야 한다.</li> <li>2. 작물 생장은 적절한 피복 및 잔사물을 제공하기 위해 현실적인 값이어야 한다.</li> <li>3. 경운은 잔사물과 토양이 적절하게 섞여 있어야 한다.</li> <li>4. 침식 방정식: USLE와 5개의 수정안을 이용할 수 있다. MUSLE, MUSS 및 MUST는 일 반적으로 비슷한 결과를 내며 250 km<sup>2</sup>까지의 작은 유역에서 비롯된 퇴적 물량을 예측하는데 적합하다. USLE는 침식이 생산성에 미치는 영향을 평가 하는 것과 같은 연구에 유용한 침식 방정식이다.</li> </ol>
6	<p><b>경사 및 경사도 인자:</b> USLE 및 RUSLE 방정식 모두 이용 가능하다. RUSLE는 20%가 넘는 급경사에 선호된다.</p>
7	<p><b>추적:</b> 순 퇴적 또는 분해는 퇴적물이 추적용 하도구간을 통해 이동할 때 발생할 수 있다. 각 하도구간에 대한 퇴적 및 분해값은 *.OUT(AVERAGE ANNUAL DATA)의 마지막 표에 나와 있다. 수로/범람원 시스템의 도달율은 Yo를 YI (WATERSHED SUMMARY TABLE)로 나눈 값이다. 해당 하위영역 내에서 퇴적이 일어나기 때문에 이는 진짜 유역 도달률은 아니다. 따라서 YO/YI는 일반적인 범위는 0.5에서 0.95가 되어야 한다.</p> <p><b>문제점:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 수로 및 범람원의 기하학적 구조가 잘 규명되지 않음. 수로 용량을 너무 적게 잡으면 지나친 범람원 유동이 초래되고 퇴적물 및 범람원이 제거된다. 수로 용량을 실제보다 높게 잡으면 도달율의 오차가 커지게 된다. 계곡 부분을 측량하는 것이 바람직하지만 거의 불가능하다. 특히 GIS는 수로 크기에 대한 설명이 부족하다. 양질의 정보가 없는 상태에서 가장 좋은 방법은 본 모델이 수로 및 범람원의 크기를 예측하도록 하는 것이다. 수로 용량 유속(QG in mm/h), 바닥 폭/깊이(BWD) 및 범람원 폭/수로 폭(FCW) 값은 APEXCONT.DAT에서 입력 가능하다. 많은 자연 수로는 2년 빈도의 유량을 수용할 수 있다.</li> <li>(2) 수로 피복 및 토양 침식성 인자 예측이 제대로 이루어 지지 않음. USLE C (RCHC) 및 K (RCHK) 인자는 *.SUB의 각 하위영역의 5번째 라인에 입력된다. 이러한 인자의 결과물이 극도로 낮을 경우(0.001) 유동 조건과는 관계없이 매우 작은 수로 침식이 발생할 것이다. 이 결과물이 클 경우(0.3) 심각한 수로 침식이 초래될 수 있다.</li> <li>(3) PARM0806.DAT에서 속도가 1.0 m/s일 경우에 퇴적물의 농도는 해당 유역에 적절하지 않을 수 있다. t/m<sup>3</sup>일 때 일반적인 농도 범위는 0.05에서 0.25이다. 이는 추적 방정식에서 사용되는 기본 농도이다. 값이 높으면 퇴적물 수송능이 실제보다 높게 나오게 된다.</li> </ol>

8	<p><b>작물 생장:</b></p> <p>1. *.OUT에서 AVE ANNUAL CROP YLD 및 AVE STRESS DAYS로 간다. 스트레스는 작물 생장을 제약하는 스트레스가 발생했음을 나타낸다.</p> <p>용적밀도(BD)의 뿌리 생 스트레스 또는 알루미늄 포화(ALSAT)는 작물 수확량을 상당히 감소시킬 수 있다. SOIL PHYSICAL DATA로 가서 지나치게 높은 BD가 있는지 확인해 본다. SOIL CHEMICAL DATA로 가서 5보다 낮은 pH로 인해 90보다 큰 알루미늄 포화 값이 있는지 확인해본다. BD는 깊은 경운 작업을 통해 낮추거나 데이터가 잘못되었을 경우 간단히 수정할 수 있다. 알루미늄 포화는 석회를 사용하거나 잘못된 pH 데이터를 수정하여 낮출 수 있다.</p> <p>수분 스트레스는 작물 생장에 대한 가장 보편적인 제약 요소이다. 지나친 PET 추정치가 주요 원인이다. 작물이 이용 가능한 수분은 수분 스트레스를 초래하는 또 다른 주요 제약 요소이다. 작물이 이용 가능한 수분에 대한 잘못된 추정치는 포장 용수량 또는 시들음 점이 잘못되었을 때 발생한다. 토양 수분 함량은 건조 기후에서 특히 중요하다.</p> <p>질소 및 인 스트레스는 낮은 광물화 비율, 불충분한 비료 또는 지나친 N 침출에 의해 야기된다. SOIL CHEMICAL DATA로 가서 유기 N, P 및 C를 확인한다. C/N은 0에 근접해야 한다. N/P는 8에 근접해야 한다. 광물과 비율은 시물레이션 초기에 경작년수를 감소시켜서 증가시킬 수 있다(*.SOL 라인 3). QNO3 아래 마지막 표(AVERAGE ANNUAL DATA)의 N 침출을 확인한다. 연간 N 비료와 관련한 값이 클 경우 SUMMARY TABLE로 가서 PRKN 및 PRK를 확인한다. 높은 침투 값(PPK)는 낮은 ET 또는 유출, 낮은 작물 이용 가능한 수분 함량 (FC-WP), 또는 높은 포화 전도도 값에서 기인할 수 있다. PRK는 엄격한 양의 수동 관개를 적용하기 때문에 사용자의 선택에 민감하다.</p>
---	--

#### 4.6 APEX\*\*\*\*.OUT (THE DETAILED SIMULATOR OUTPUT FILE)

APEX\*\*\*\*.out 파일은 지나치게 길고 자세하기 때문에 이 파일의 각 라인을 설명하기 힘들다. 다른 리스트는 본 파일의 주요 섹션을 참조용으로 나타낸 것이다.

1	<b>입력 매개변수</b> APEXfile.DAT listing Run # Weather data Management data Crop Subarea Soil Routing Reach Researvoir Routing Scheme
2	<b>출력</b> Simulation results Summary

## 제 5 장 검 증



## 제 5 장 검증 (VALIDATION)

### 5.1 작물 수확량 검증

Multi 구동을 수행하고(MLRN0806.DAT 열 4에서 0보다 큰 값을 의미) 구동 전의 결과가 흥미롭지 못할 경우에 \*.out을 열어 “TOTAL WATER BALANCE”을 찾으려 한다. 해당 시뮬레이션 결과는 새로운 APEX 서술형 title로 시작하는 이 섹션의 다음에 이어진다. 마찬가지로 \*.man, \*.asa, \*.asw, \*.wss, \*.msw 등의 파일에 주어진 결과의 두 번째 세트만을 사용하도록 한다.

한 구역 내 하위영역 및 전체 기간에 대한 평균 작물 수확량의 정확성을 확인하려면 \*.man file을 연다. 해당 열 “YLD1”와 “YLD2” 이하를 읽도록 한다. 첫 번째 숫자는 평균 곡물 수확량이고, 두 번째는 시뮬레이션이 진행된 년 수에 대한 평균 사료 작물 수확량이다. 이 파일을 EXCEL 또는 ACCESS로 복사하여 전 하위영역에 걸친 각 작물에 대한 수확량의 평균을 구한다. 다음으로 평균 구역 수확량을 해당 구역에 대한 과거 수확 기록과 대조한다(과거 수확 기록을 특정 년도에만 이용 가능할 경우 \*.sit 파일의 라인 13에 제시된 당해 연도에 대한 날씨 일자료 파일을 사용하는 APEX 구동을 만든다). 1개 이상의 작물 수확량 값이 부정확할 경우에 더욱 정확한 수확량 값을 얻기 위해 아래의 지시 리스트를 따른다.

#### 1. 시뮬레이션 된 특정 수확량 값이 낮을 경우 토양 깊이의 정확성을 확인한다.

토양 깊이 및 중요한 관련 용수량이 특정 작물 수확량 값을 축소시키고 있는지 확인하기 위해서 곡물과 사료 작물의 수확량 값이 작물 및 하위영역별로 리스트화되어 있는 \*.man 파일을 연다. 유난히 수확량 값이 낮은 토지는 \*.sub 파일 내 특정 하위영역 번호를 참조하여 확인할 수 있다. 토양 데이터 깊이에 대한 데이터 입력 오류는 적절한 \*.sol 파일을 열고 마지막 토양층의 누적 깊이(m)를 참조하여 확인할 수 있다.

## 2. 파종기에서 수확기까지의 열 단위 정확성을 확인한다.

구동을 완료한 후에 자동 열 단위 스케줄링이 APEXCONT.DAT(라인 1: IHUS)에서 선택되지 않았을 경우 \*.out 파일을 열고 “TOTAL WATER BALANCE”을 찾고 몇 줄 내려가 적절한 시뮬레이션의 초반부 “SA(# ID)”까지 간다. “HARV” 작업을 찾을 때까지 계속해서 스크롤 해 내려간다. 이는 각 하위영역에 대한 년도 1에 진행된 수확 작업 리스트이다. 오른쪽으로 스크롤 해 각 수확된 작물에 대한 HUSC=로 간다. 작물에 대한 HUSC 값이 0.9~1.1 범위 밖에 있을 때 스크롤 다운해 다음 해를 찾는다. 모든 년도가 이 범위를 벗어나 있을 경우 정확히 파종기(수확 작업 위)와 수확 일자를 모두 확인한다. 정확하다고 판단되었을 경우에 열 단위를 조절해야 할 특정 작물을 포함하고 있는 적절한 \*.ops 파일을 열도록 한다. \*.out 파일 내 HUSC가 1.0 이하일 경우 파종기 작업 시 열 단위를 감소시키고 1.0보다 큰 경우에는 열 단위를 증가시킨다.

자동 열 단위 스케줄링이 APEXCONT.DAT(라인 1: IHUS)에 선택되었을 때 \*.out 파일을 열고 상기의 절차를 따르는데, 한 가지 다른 점은 열 단위를 변경하지 않고 HARV 작업에 대한 \*.out 파일의 더욱 최적화된 HUSC=approx. 1.0 값을 갖기 위해 파종 또는 수확 일을 변경하는 것이다.

## 3. 정확성을 위해 작물 개체를 확인한다.

작물 수확량이 지나치게 낮을 경우에 \*.ops 파일의 작물 개체군을 확인한다. 가능한 최대한 정확하게 이를 수정한다. 이 값을 증가(감소) 시킬 경우에 시뮬레이션 된 수확량이 증가(감소) 한다.

## 4. 작물 수확량이 낮을 경우 작물 스트레스 수준을 확인한다.

수분 및 양분 부족, 용적중, 과도한 알루미늄 독성 또는 바이오매스 또는 뿌리에 대한 불충분한 공기 등을 이유로 바이오매스와 뿌리 발달에 적용되는 스트레스의 원인을 결정하기 위해서는 \*.out 파일을 열어 찾고자 하는 작물이 첫 번째 리스트에 없을 때 다음 리스트로 스크롤 다운한다. 그 다음 절차는 스크린 오른쪽으로 스크롤 해 해당 작물에 대한 스트레스 해당 일을 확인한다. 예를 들어 N 스트레스 일수가 많을 경우에 스트레스 받은 작물을 포함하고 있는 \*.ops 파일을 열어 더 많은 N 비료를 적용한다.



P 스트레스를 겪는 작물의 경우에도 똑같은 과정을 수행하도록 하며 관개가 수정으로 적용되고 수분 스트레스 일이 많을 경우에 적당하게 관개를 더욱 추가한다. 반대로 공기 스트레스를 받는 날이 뿌리 또는 바이오매스 내에서 많을 경우에 관개 사용을 감소시킨다. 알루미늄 독성 스트레스는 보통 석회를 사용하여 해결되는 토양 조건이다(\*.sub 파일, 라인 7에서 선택했을 경우 자동으로 적용됨). 토양의 용적중이 뿌리 스트레스를 초래할 경우에 이에 영향을 받은 작물을 생산하는 각 하위영역에 대해 용적밀도 데이터 입력 값의 오류가 있을 경우 해당 \*.sol 파일을 모두 확인한다.

#### 5. 엽면적 지수를 확인한다.

엽면적 설정이 작물의 최적 수확량과 관련하여 부적절한지 여부를 판단하기 위해서는 \*.out를 열어 “CROP PARAMETERS”를 찾는다. 수확량이 낮은 작물을 나타내는 값을 찾기 위해 “MXLA”로 표시된 열까지 스크롤 다운하여 이 값을 적절한 작물에 대한 CROP0806.DAT 파일의 라인 1의 “DMLA” 값과 비교한다. Crop Parameters 표에서 각 행은 다른 하위영역의 동일한 매개변수 이름이다. 2개의 엽면적 지수가 거의 같고 작물 수확량이 낮을 경우에 CROP0806.DAT의 지수 값을 증가시킨다.

#### 6. 수확 지수 및 바이오매스-에너지 비를 수정한다.

앞의 5가지 확인이 끝나고 작물 수확량이 여전히 부정확하다면 마지막 수단으로 일부 기본 작물 매개변수를 변경하는 방법을 사용할 수 있다. 일반적으로 이러한 매개변수는 변경해서는 안 되는 데이터로서 미국 내 작물의 경우 매우 정확한 내용을 담고 있다. 다른 국가에서 사용할 경우에는 약간의 수정이 필요할 수도 있다. CROP0806.DAT에서 수확 지수(HI)는 지상 바이오매스의 비율로서 곡물 수확량과 관련이 있다. 이 비율이 높을(낮을)수록 주어진 바이오매스 수준에서 더 많은(적은) 곡물 수확량이 나오는 것으로 보고된다. 마찬가지로 바이오매스 대 에너지 비율(WA)은 바이오매스가 변할 때 수확량을 증가(감소) 시키기 때문에 곡물 및 사료 수확량이 모두 증가(감소) 한다.

## 5.2 유거수와 토사 검증을 위한 모델 조정

### METHOD 1: 일반인 사용자에게 해당

사용자 주의 사항: Muiti 구동을 수행하고(MLRN0806.DAT 열 4에서 0보다 큰 값을 의미), Run 수행 전의 결과가 흥미롭지 못할 경우에 \*.out을 열어 “TOTAL WATER BALANCE”을 찾으려 한다. 해당 시뮬레이션 결과는 새로운 APEX 서술형 title로 시작하는 이 섹션의 다음에 이어진다. 마찬가지로 \*.man, \*.asa, \*.asw, \*.wss, \*.msw 등의 파일에 주어진 결과의 두 번째 세트만을 사용하도록 한다.

해당 유역 출구에 대한 시뮬레이션 된 유거수/퇴적물 손실 및 퇴적물 손실에 대한 정확성을 확인하기 위해서는 해당 연간 시뮬레이션 손실 자료와 관련된 \*.asw 파일을 열고 해당 열의 표제에 대한 정의는 제공된 APEX0806 매뉴얼을 참조하도록 한다. 검증 대상 년도에 해당하는 QTW 값을 수용할 수 없을 경우 YW에도 오류가 생기는데 이 경우에는 아래의 지침을 따르도록 한다.

#### 1. 토지 사용 값을 확인한다.

유거수/퇴적물 유실을 좌우하는 곡선 번호 예상치의 정확성을 확인하여 유거수/퇴적물 유실을 보정할 수 있다. 이는 각 \*.ops 파일의 라인 2(LUN)의 토지 사용 숫자를 확인하여 이루어질 수 있다. 다양한 작물의 윤작이 적용될 경우에 적절한 작업 라인에 값을 입력하여 각 작물의 파종 및 수확기에 LUN을 수정하면 시뮬레이션 된 유거수/퇴적물 유실 정확성이 향상될 것이다.

#### 2. 수문학적 토양군 값을 확인한다.

각 \*.sol 파일 내 라인 2(HSG)의 수문학적 토양군의 정확성을 확인하여 유거수/퇴적물 유실을 보정한다.

**3. 고지대 및 수로의 수문 특성 값을 확인한다.**

하위영역의 수문 특성을 확인하여 유거수/퇴적물 유실을 보정한다. \*.out 파일을 열어 각 하위영역의 수로 및 고지대 수문 특성에 대한 설명을 제공하는 “SUBAREA HYDROLOGIC DATA”을 찾아본다. 주: 각 하위영역의 고지대 및 수로 경사도가 정확한지 확인한다.

**4. 하위영역 및 유역의 크기를 확인한다.**

유역의 숫자와 해당 영역이 정확한지 확인하여 유거수/퇴적물 유실을 보정한다. \*.wss 파일을 열고 WSA의 열 마지막 라인에서 누적 면적 및 상기의 각 하위영역을 확인한다.

**5. 월별 및 연간 강수량 값을 확인한다.**

\*.wss 파일에서 검증 대상 년도에 대한 시뮬레이션 된 월별 및 연간 강수량 값을 확인하여 유거수/퇴적물 유실을 보정한다.

**6. 토양에 대한 포화 전도도를 확인한다.**

각 토양의 포화 전도도 값이 정확한지 확인하여 유거수/퇴적물 유실을 수정한다.

**7. 침식 통제 실행 인자가 정확한지 확인한다.**

각 \*.ops 파일의 라인 9(PEC)의 침식 통제 실행 인자가 정확한지 확인하여 유거수/퇴적물 유실을 보정한다.

**8. 선택한 수분 침식 방정식을 확인한다.**

유역 분석의 경우에 퇴적물 유실은 권장사항인 #3(MUSS) 또는 #0(MUST)와 함께 표시되어야 한다.

**9. 일일 조정 곡선 번호를 계산하는 방법을 수정한다.**

각 \*.sub 파일의 라인 2의 조정된 일일 곡선 번호를 계산하는 방식을 수정한다. 보통 #4 또는 #0을 권장한다.

#### 10. 관개 작업을 시행했을 경우에 관개 대 유거수 비를 수정한다.

관개 작업과 관련하여 각 \*.ops 파일에서 관개 작업 관련 라인에 유거수 비를 입력할 수 있다. 주: 각 \*.sub 파일의 라인 7(NIRR)에서 0.0의 값으로 자동 관개가 선택되었을 경우에 관개 대 유거수는 \*.ops 파일에 제시된 양을 엄격하게 적용할 때보다 훨씬 낮아지게 된다.

#### 11. PARM(42) 값을 개정한다.

0.5에서 1.5의 범위에 있는 PARM(42)의 값을 수정한다. 값이 높으면 유거수/퇴적물 유실이 증가하고 그 반대도 마찬가지다.

### METHOD 2: 전문 사용자에게 해당

사용자 주의 사항: Multi 구동을 수행하고(MLRN0806.DAT 열 4에서 0보다 큰 값을 의미) 구동 전의 결과가 흥미롭지 못할 경우에 \*.out을 열어 “TOTAL WATER BALANCE”을 찾으려 한다. 해당 시뮬레이션 결과는 새로운 APEX 서술형 title로 시작하는 이 섹션의 다음에 이어진다. 마찬가지로 \*.man, \*.asa, \*.asw, \*.wss, \*.msw 등의 파일에 주어진 결과의 두 번째 세트만을 사용하도록 한다.

해당 유역 출구에 대한 시뮬레이션 된 유거수/퇴적물 유실 및 퇴적물 유실 값이 정확한지 확인을 위해서는 \*.asw 파일을 열어 연간 시뮬레이션 손실 데이터를 찾아보도록 하며 해당 열의 표제에 대한 개념 설명은 제공된 APEX0806 매뉴얼을 참조하도록 한다. 검증 대상 년도에 해당하는 QTW 값이 적당하지 않을 경우 YW에도 오류가 생기는데 이 경우 아래의 지침을 따르도록 한다.

어떠한 유형의 유출값이 잘못되었는가? Q, SSF, QRF, QDRN 아니면 RTF? Q 및/또는 QDRN에 오류가 발생했을 경우에 다음의 12가지 단계에 따른다. SSF, QRF 및 RTF에 오류가 발생했을 경우에 그 다음 항목으로 간다.

### 1. 토지 이용(곡선 지수) 값을 확인한다.

유거수/퇴적물 유실을 좌우하는 곡선 번호 예상치의 정확성을 확인하여 유거수/퇴적물 유실을 보정할 수 있다. 이는 각 \*.ops 파일의 라인 2(LUN)의 토지 이용 숫자를 확인하여 이루어질 수 있다. 다양한 작물의 윤작이 적용될 경우에 적절한 작업 라인에 값을 입력하여 각 작물의 파종 및 수확기에 LUN을 수정할 경우 시뮬레이션 된 유거수/퇴적물 유실 정확성이 향상될 것이다. 주: 토지 이용 번호는 곡선 지수로 대체 가능하다.

### 2. 토양의 포화 전도도를 확인한다.

\*.sol 파일 내 각 토양에 대한 포화 전도도 값이 정확한지 확인하여 유거수/퇴적물 유실을 보정한다.

### 3. 수문학적 토양군 값을 확인한다.

각 \*.sol 파일 내 라인 2(HSG)의 수문학적 토양군이 정확한지 확인하여 유거수/퇴적물 유실을 보정한다. 이 값은 % 모래, % 실트 및 % 잔여 점토와 일치해야 한다.

### 4. 고지대 및 수로의 수문 특성 값을 확인한다.

수문특성을 확인하여 유거수/퇴적물 유실을 보정한다. \*.out 파일을 열어 각 하위영역의 수로 및 고지대 수문 특성에 대한 설명을 제공하는 “SUBAREA HYDROLOGIC DATA”를 찾아본다. 주: 각 하위영역의 고지대 및 수로 경사도가 정확한지 확인한다.

### 5. 하위영역 및 유역의 크기를 확인한다.

유역의 숫자와 해당 영역이 정확한지 확인하여 유거수/퇴적물 유실을 보정한다. \*.wss 파일을 열고 WSA의 열 마지막 라인에서 누적 면적 및 상기의 각 하위영역을 확인한다.

### 6. 월별 및 연간 강수 값을 확인한다.

\*.aws 파일에서 검증 대상 년도에 대한 시뮬레이션 된 월별 및 연간 강수량 값을 확인하여 유거수/퇴적물 유실을 보정한다. 시뮬레이션 대상 년도에 대한 평균 월별 강수량을 확인하기 위해서 \*.wss 파일을 열고 다시 한번 두 번째 결과 세트에 가서 “PRCP”가 있는 열을 찾아본다.

**7. 침식 통제 실행 인자가 정확한지 확인한다.**

각 \*.ops 파일의 라인 9(PEC)의 침식 통제 실행 인자가 정확한지 확인하여 유거수/퇴적물 유실을 보정한다.

**8. 선택한 수분 침식 방정식을 확인한다.**

유역 분석의 경우에 퇴적물 유실은 권장사항인 #3(MUSS) 또는 #0(MUST)와 함께 표시되어야 한다.

**9. 일일 조정 곡선 번호를 계산하는 방법을 수정한다.**

각 \*.sub 파일의 라인 2의 조정된 일일 곡선 번호를 계산하는 방식을 수정한다. 보통 #4 또는 #0을 권장한다. Run과 관련한 선택은 \*.out을 열어 “변수 CN”을 찾아봄으로써 확인할 수 있다.

**10. 관개 작업을 시행했을 경우에 관개 대 유거수 비를 수정한다.**

각 \*.sub 파일의 라인 8에서 글로벌 관개 대 유출비를 수정하거나 각 관개 작업과 관련하여 각 \*.ops 파일 내에 존재하는 관개 작업 관련 라인에 유출비를 입력할 수 있다. 주: 각 \*.sub 파일의 라인 7(NIRR)에서 0.0의 값으로 자동 관개가 선택되었을 경우 관개 유거수는 \*.ops 파일에 제시된 양을 엄격하게 적용할 때보다 훨씬 낮아지게 된다.

**11. 토지 사용 값을 개정한다.**

삼림, 잔디 및 작물과 같은 주요 토지 사용 항목에 따른 토지 사용 값의 정확성을 확인하기 위해서는 \*.out 파일을 열어 “LAND USE SUMMARY”를 찾아본다. 본 리스트에는 작물 또는 기타 용도의 비율에 따라 해당 유역이 구분되어 있다. 주: 유거수 및 침식은 작물 농경지 및 토지 상태(직선형, 등고선 경작, 등고선 및 단구형 경작)와 깊은 관련이 있기 때문에 본 리스트상의 유역에 대한 각 작물의 비율을 주의 깊게 확인한다.

**12. PARM(42) 값을 개정한다.**

0.5에서 1.5의 범위에 있는 PARM(42)의 값을 수정한다. 값이 높으면 유거수/퇴적물 유실이 증가하고 그 반대도 마찬가지다.

#### **또 다른 유거수 요소, RFT를 확인하는 방법**

APEXCONT.DAT를 열어 4번째 변수인 라인 4의 RFPO 값을 결정한다. 이 값이 0.0일 경우에 RTF 검증이 끝날 때까지 이를 0.01 또는 이 보다 높은 수로 변경한다.

#### **다른 유거수 요소 SSF 및 QRF를 확인하는 방법**

각 \*.sol 파일을 열어 각 층에 대한 라인 23, HCL값을 결정한다. 이 값이 0.0일 경우에 SSF 및/또는 QRF가 검증될 때까지 이를 0.1 또는 그 보다 높은 수로 변경한다.

**유출 값의 검증이 완료된 후, MUST 또는 MUSS가 정확한지 확인한다.**

침식을 검증하기 위해 PARM 19를 조절하여 MUST/MUSS의 시뮬레이션의 정확성을 높 이도록 한다.





## 참 고 자 료 ( 부 록 )



# APPENDICES

---

## *APPENDIX A—WATERSHED DEFINITIONS*

TITLE	TITLE2	DIFF	Max	Min
Name	Watershed Name	Watershed Name; Watershed is the area of land that catches rain and snow and drains or seeps into a marsh, stream, river, lake or groundwater. Homes, farms, ranches, forests, small towns, big cities and more can make up watersheds. Some cross county, state, and even international borders. Watersheds come in all shapes and sizes. Some are millions of square miles; others are just a few acres. Just as creeks drain into rivers, watersheds are nearly always part of a larger watershed. Watershed Name is the name user give for this area.		
APM	Peak runoff rate	Peak runoff rate; the peak runoff-rate-rainfall energy adjustment factor (APM); provides a means for fine tuning the energy factor used in estimating water erosion. APM value of 1 is normal range is 0.5 - 1.5		
YLAT	Latitude	Latitude; the latitude of watershed in decimal degrees range is -90 to 90		
YLOG	Longitude	Longitude; the longitude of watershed in decimal degrees range is -180 to 180		
ELEV	Elevation	Elevation; Average watershed elevation		
BCHL	SWAT basin channel length	SWAT basin channel length (m); needed to get output to SWAT tables.		

BCHS	SWAT basin channel slope	SWAT basin channel slope (%); needed to get output to SWAT tables.	1	0
CO2X	CO2 concentration in atmosphere (PPM)	CO2 concentration in atmosphere (PPM); a non zero value overrides CO2 input control file	1000000	0
CQNX	NO3 concentration in irrigation water (PPM)	NO3 concentration in irrigation water (PPM); a non zero value overrides CNO30 input control file	1000000	0
RFNX	Ave concentration of N in rainfall (PPM)	Ave concentration of N in rainfall (PPM)	1000000	0
UPR	P uptake rate (Manure application)	P uptake rate (Manure application); auto. manure application rate to meet P removal by crop (Est. yearly P removed by crop yield / total fraction of mineral + organic P in manure)	100000	1000
UNR	N uptake rate (Manure application)	N uptake rate (Manure application); auto. manure application rate to meet N removal by crop (Est. yearly N removed by crop yield / total fraction of mineral + organic N in manure)	100000	1000
WITH	Weather Station	Weather Station; Nearest Weather Station to the center of watershed Note: The Weather Station is used only if the variable NGN in the Control file equals -1 "	0	0

## *APPENDIX B—SUBAREA DEFINITIONS*

TITLE	TITLE2	UNITTYPE	UNITS	DIFF
IPTS	POINT SOURCE NUMBER		0	Point Source Number
IDF3	Not Used		0	Not Used
CNUM	County Name		0	County Name; the name of the county from which the soil list comes.
INPS	Soil number	Select Soil	0	Soil number; number soil from the soil list.
IOPS	Operation schedule	Select Cropping System	0	Operation Schedule; from the operation schedule list. Note: if Cropping System = Dryland, then Irrigation Auto Trigger (BIR) must be = zero. If Owner has herds and this is a feedlot subarea, then fallow (one crop only) is the only crop that can be used. If feed lot has a lagoon, then Irrigation must be set as a Lagoon Irrigation type.
LCNO	Land Condition		0	LCNO (Land Condition); is used to find the curve number, for the selected crop(s), when building the .ops file.
IOW	Owner ID	Select Owner	0	Owner ID; must be entered.
II	Feeding area	Whole Number 0 or 1	0	Feeding area; II=0 for non feeding area; II=1 for enclosed feeding area. Note: If II = 0, then Fraction of Subarea controlled by lagoon (DALG) must be = 0.
IAPL	Auto. Manure Feedlot ID	-1 to 1	0	Auto. Manure Feedlot ID; = 0 non-manure application area. Use the positive subarea ID of the feedlot to indicate solid manure application and the negative subarea ID of the feedlot (lagoon) to indicate liquid manure application. Note: This subarea and the Auto. Manure Application subarea, must be owned by the same owner.
IFLS	Filter Strip Code	Whole Number 0 or 1	0	Filter Strip Code; = 0 for normal subarea; = 1 for filter strip Note: If IFLS=1 then Fraction of Floodplain Flow must be = 1 for a smooth terrain; = 0.1 - 0.5 for rough terrain. Note: Fraction of Floodplain Flow will be changed automatically to 1 and Buffer/Floodplain Width will be = (Drainage Area * 10) / Routing Reach Length when filter strip is change to 1.
NVCN	Soil Moisture Index	Whole Number 0 or 4	0	Soil Moisture Index; 0 = Variable Daily CN Nonlinear CN/SW with depth soil water weighting; 1 = Variable Daily CN Nonlinear CN/SW no depth weighting; 2 = Variable Daily CN Nonlinear CN/SW no depth weighting; 3 = Non-Varying CN--CN2 used for all storms; 4 = Variable daily CN SMI (Soil Moisture Index)".
WITH	Daily Weather Station		0	Daily Weather Station; used only if the variable NGN in control table is greater than 0. Note: you must have .dly(s) to use this option.
SNO	Water content of snow	(MM)	2	Water content of snow (MM); snow on ground at start of simulation.
STDO	Standing dead crop residue	t/ha	3	Standing dead crop residue (t/ha)

LONG	X Coordinate of subarea centroid.		0	X Coordinate of subarea centroid; longitude of subarea centroid. This needs to be entered if Spatially Generated Weather option is being used. Spatially Generated Weather is set by entering 0 in the variable NGN in control table. Note: Use the "minus" degree for the western hemisphere.
LAT	Y Coordinate of subarea centroid.		0	Y Coordinate of subarea centroid; latitude of subarea centroid. This needs to be entered if Spatially Generated Weather option is being used. Spatially Generated Weather is set by entering 0 in the variable NGN in control table. Note: Use the "minus" degree for the western hemisphere.
WSA	Subarea size	(ha)	11	Size of Subarea (ha), Note: If this is a second extreme and it's flow joins the first extreme area flow but does not flow through the first extreme area, a "minus" sign is added to the front of the second extreme area. WSA makes it a negative number (this tells the program to add the second area WSA to the first extreme area as it relates to water flow).
CHL	Longest Distance From Outlet	(km)	13	Distance From Outlet to Most Distant Point in Subarea (CHL) (km or miles) The channel length is the distance along the channel from the most distant point on the subarea to the outlet. Often in small areas (approx. 1 ha) there is no defined channel. In such cases the length is measured along a concentrated flow path or it can simply be estimated from the length-width ratio of the subarea. For areas < 20 ha, the channel length measurement is not critical. In such cases, enter 0. Units are kilometers (metric) or miles (English). If this is a EXTREME subarea then Channel Length of Routing Reach MUST EQUAL Distance from Outlet. If this is a DOWNSTREAM subarea then Channel Length of Routing Reach can NOT BE EQUAL to Distance from Outlet.
CHD	Channel depth	m	6	Channel depth (m)
CHS	Channel slope.	m/m	15	Mainstream channel slope (m/m), the average channel slope is computed by dividing the difference in elevation between the watershed outlet and the most distant point by CHL. For small areas this measurement is not critical because CHL and CHS are only used in estimating the watershed time of concentration. The dominant portion of the time of concentration is involved with overland rather than channel flow in small watersheds.
CHN	Channel roughness Manning's N		0	See Appendix G—Routing Reach & Channel Manning's N (RCHN & CHN)
STP	Average Upland Slope	m/m	15	Average Upland Slope (m/m); must be entered. The average watershed slope can be estimated from field measurement or by using the Grid-Contour Method (Williams and Berndt 1977).
SPLG	Ave Upland Slope Length	m	6	Ave Upland Slope Length (m); Must be entered. The watershed slope length can be estimated by field measurement as described by Wischmeier and Smith (1978) or from topographic maps using the Contour-Extreme Point Method (Williams and Berndt 1977).
UPN	The surface roughness Manning's N		0	Appendix F—Manning's N Surface Roughness (UPN)
FFPQ	Fraction of Buffer/floodplain flow		0	Fraction of buffer/floodplain flow; Partitions flow through filter strips.

RCHL	Routing Reach Length	km	13	Length of Routing Reach (RCHL) in (km or miles); The length (distance) between where channel starts or enters the subarea and where it exits the subarea. If this is an EXTREME subarea, then Routing Reach Length MUST EQUAL Longest Distance from Outlet (CHL). If this is a DOWNSTREAM subarea, then Routing Reach Length can not be equal to Longest Distance from Outlet.
RCHD	Channel Depth of Routing Reach	m	6	Channel Depth of Routing Reach (m)
RCBW	Bottom Width of Channel of Routing Reach	m	6	Bottom Width of Channel of Routing Reach (m)
RCTW	Top Width of Channel of Routing Reach	m	6	Top Width of Channel of Routing Reach (m)
RCHS	Channel Slope of Routing Reach	m/m	15	Channel Slope of Routing Reach (m/m); Must be entered.
RCHN	Channel Mannings N of Routing Reach.		0	See Appendix G—Routing Reach & Channel Manning's N (RCHN & CHN)
RCHC	USLE Crop Mangement Channel Factor		0	USLE Crop Management Channel Factor. For example, with bare channel condition, RCHC should be 0.1- 0.6 and if the channel has very good land cover, it should take on a value of 0.0001 (0.0001 - 0.6).
RCHK	USLE Erodibility Channel factor		0	USLE Erodibility Channel factor. For example, with a rock condition, RCHK should be 0.0001; with loess (silt/mud) condition, it should take on a value of 0.30. (0.0001 - 0.5).
RFPW	Buffer/Floodplain width	m	6	Buffer/Floodplain width = (Drainage Area (WSA) X 10000) / (Floodplain length (RFPL) X 1000).
RFPL	Buffer/Floodplain length	km	13	Buffer/Floodplain length (km)
RSEE	Elev of emergency spillway	M	6	Elevation at emergency spillway elevation (m).
RSAE	Total reservoir surface area	ha	11	Total reservoir surface area at emergency spillway elevation (km).
RSVE	Runoff volume	mm	2	Runoff volume at emergency spillway elevation (mm).
RSEP	Elev of principal spillway	M	6	Elevation at principal spillway elevation (m).
RSAP	Total reservoir surface area	ha	11	Total reservoir surface area at principle spillway elevation (ha).
RSV0	Volume at principal spillway elevation	mm	2	Volume at principal spillway elevation (mm).
RSV	Initial reservoir volumes	mm	2	Initial reservoir volumes (mm).
RSRR	Average principle spillway release rate	mm/hr	61	Average principle spillway release rate (mm/hr).
RSYS	Initial sediment concentration in reservoirs		0	Initial sediment concentration in reservoirs (ppm).
RSYN	Normal sediment concentration in reservoirs		0	Normal sediment concentration in reservoirs (ppm).
RSHC	Hydraulic conductivity of reservoir bottoms	mm/hr	61	Hydraulic conductivity of reservoir bottoms (mm/hr).

RSDP	Time required for the sediment to return to normal		0	Time required for the sediment to return to normal; time required in days for the sediment in the reservoir to return to the normal concentrations following a runoff event.
RSBD	Bulk Density of Sediment in reservoir	T/M <sup>3</sup>	36	Bulk Density of Sediment in Reservoir (T/M <sup>3</sup> )
NIRR	Rigidity of irrigation code		0	Rigidity of irrigation code; for flexible applications. Applies minimum of FC-SW and ARMX. 1 for rigid applications; Applies input amount or ARMX. The irrigation code is used to specify the irrigation strategy. There are two mode of irrigating -- manual and automatic. If manual irrigation is selected, irrigation occurs on user specified dates and volumes. 0 = the irrigation is applied when needed and only as much as is needed; 1 = the application is according to the amounts specified, either by automatic application (ARMX) or by user input amounts and restrictions.
IRR	Irrigation Code		0	Irrigation Code; IRR is set by change Operation schedule (IOPS) Irrigation Code 0 = dryland, 1 = sprinkler irrigation, 2 = flood/furrow irrigation, 3 = fertigation, 4 = lagoon, and 5 = Drip irrigation. The irrigation code is used to specify whether irrigation is used and the type of irrigation. If flood/furrow irrigation is specified irrigation induced erosion is calculated. If fertigation is specified, IDFT identifies the type of fertilizer and FNP the amount of fertilizer with each irrigation. If lagoon is specified the concentration in tons of soils per m <sup>3</sup> of effluent is specified by FNP and the nutrient fraction by creating a fertilizer in the Fert1310.DAT file with the appropriate nutrients and selecting it with IDFT.
IRI	Min. application interval for auto. Irrigation	days	0	Minimum Application Interval for automatic irrigation (days); If IRR = 0 then set IRI = 0.
IFA	Min. fertilizer application interval	days	0	Minimum fertilizer application interval (days); for auto option.
LM	Liming Code		0	Liming Code; 0 = applies lime automatic; 1 = applies no lime.
IFD	Furrow Dike Code		0	Furrow Dike Code; 0 = does not use a furrow dike system; 1 = considers a furrow dike system.
IDR	Drainage code	mm	2	Drainage code; 0 = no drainage or enter depth to drainage system (mm).
IDF01	Liquid Fertilizer Number		0	Liquid Fertilizer Number; from Lagoon, Select fertilizer from lists provided (FERT.DAT) or NONE. (MNUL in Control File MUST BE SET).
IDF02	Solid Manure From Feeding Area Stock Pile		0	Solid Manure From Feeding Area Stock Pile; automatic solid manure application from feeding area stock pile only. Fertilizer number or NONE. (FNP5 must be set and MNUL in Control File MUST BE SET).
IDF04	Automatic commercial Fertilizer Application		0	Automatic commercial application; fertilizer number or NONE. (defaults to ELEM N) (BFT must be set), (FNP5 must be set).
IDF05	Automatic Solid Manure Application		0	Automatic solid manure application; fertilizer number or NONE. (As needed) (FNP5 must be set and MNUL in Control File MUST BE SET).



BIR	Irrigation Auto Trigger		0	Irrigation Auto Trigger; Water stress factor to trigger automatic irrigation. To trigger automatic irrigation, the water stress factor is set: BIR= 0.0 Allows plants to be affected water stress; 0.8 BIR > 0.0 AND BIR < 1.0 fraction of plant stress; BIR = 1.0 Does not allow water stress; BIR < 0.0 Plant available water deficit in root zone (-mm); BIR > 1.0 For soil water tension Kilopascals in top 200mm - 1000.0 Sets water deficit high enough that only manual irrigations will occur.
EFI	Runoff Irrigation		0	Runoff Irrigation; runoff vol/vol irrigation water applied. The irrigation runoff ratio specifies the fraction of each irrigation application that is lost to runoff.
VIMX	Max. annual irrigation volume	mm	2	Maximum annual irrigation volume (mm); allowed for each crop.
ARMN	Min. single application volume	mm	2	Minimum single application volume (mm); allowed for auto irrigation .
ARMX	Max. single application volume	mm	2	Maximum single application volume (mm); allowed for auto irrigation.
BFT	Auto Fert. Trigger (proportion)		0	Auto Fert. Trigger; N stress factor to trigger auto fertilization. When the plant nitrogen stress level reaches BFT, nitrogen fertilizer may be applied automatically. 0.00 For manual fertilizer. 0.80 0. < bft < 1.0 allows percentage of stress 1.00 no N stress, auto-fertilization when needed. If BFT is greater than 1, BFT is the PPM (G/T) N in soil at which automatic fertilizer is triggered. (Activated only if IDF0 = 4)
FNP4	Auto Fert. Application Rate (N)	kg	32	Auto Fert. Application Rate (N); 0 variable rate of automatic commercial application (amount of fert applied as need to lower N stress); fixed rate of automatic commercial application (set amount of fert. applied each time N stress is reached). Note: BFT (Auto Fert. Trigger (proportion)) must be set, IDF0 (Auto Fert. Type) must be set to 4 and IDF04 (Automatic commercial fertilizer Application) can not be 0 for this variable to work.
FMX	Max. annual N fertilizer applied for a crop	kg/ha	4	Maximum annual N fertilizer applied for a crop (kg/ha).
DRT	Time requirement for drainage system to end plant stress		0	Time requirement for drainage system to end plant stress (days).
FDSF	Fraction of furrow dike volume		0	Fraction of furrow dike volume available for water storage.
PEC	Erosion control practice factor		0	Erosion control practice factor; The erosion-control-practice factor normally ranges from about 0.1 to 1.0 depending upon the effectiveness of the conservation practice. Default = 1.0 for non-contoured fields.
DALG	Fraction of Feed Lot Subarea controlled by lagoon.		0	Fraction of Feed Lot Subarea controlled by lagoon. (Needed only when IRR = 4).
VLGN	Normal Lagoon Volume		0	Normal Lagoon Volume/Maximum (fraction); Normal Lagoon Volume as a fraction of Maximum Lagoon Volume. (Needed only when IRR = 4) Note: If Fraction of Subarea controlled by lagoon (DALG) = 0 then VLGN must = 0.

COWW	Lagoon input from wash water		0	Lagoon input from wash water in m**3/animal unit/day. (Needed only when IRR = 4 and owner has at least one head) (Average Normal is .015) Note: If Fraction of Subarea controlled by lagoon (DALG) = 0 then COWW must = 0.
DDLG	Time to reduce lagoon storage from maximum to normal in days.	days	0	Time to reduce lagoon storage from maximum to normal in days. (Needed only when IRR = 4) Note: If Fraction of Subarea controlled by lagoon (DALG) = 0 then DDLG must = 0.
SOLQ	Ratio Liquid/Total manure applied		0	Ratio Liquid/Total manure applied in this Feed Lot Subarea; fraction of total manure produced that goes into a lagoon. (Needed only when IRR = 4) Note: If Fraction of Subarea controlled by lagoon (DALG) = 0 then SOLQ must = 0.
FNP5	Automatic Manure application rate	kg/ha	4	Automatic Manure application rate. (Activated only if IDF0 = 2 or 4).
SFLG	Safety factor for Lagoon spillover		0	Safety factor for Lagoon spillover (fraction 0_1). (Needed only when IRR = 4).
NY	Select Herd(s) Eligible For Grazing This Crop		0	Select herd (s) eligible for grazing this crop; Select none for no herd used in this Subarea or select herd (s) eligible to feed in area. If herd is selected set the grazing lower limit of feed in the pasture area (Grazing limit for each herd Min. Plant Material (t/ha))...Grazing lower limit of feed in pasture for this herd before supplementary feed, what the Minimum Plant Material can be. Note: Management budget must have a Start Graze operation for this Crop before head graze. If Owen has no herds (from Owner table) then NY and XTP field can not be set.... If Min Fraction Of Day is set to 1 (in Owner table) the herd will not show up in select list.
XTP	Grazing limit for each herd Selected Min. Plant Material	t/ha	4	Select herd(s) eligible for grazing this crop; Select 'none' for no herd used in this Subarea or select herd(s) eligible to feed in area. If heard is selected, set the grazing lower limit of feed in the pasture area (Grazing limit for each herd Min. Plant Material (t/ha)). Grazing lower limit of feed in pasture for this herd before supplementary feed, what the Minimum Plant Material can be. Note: Management budget must have a Start Graze operation for this Crop before head graze. If Owner has no herds (from Owner table) then NY and XTP field can not be set. If Min Fraction Of Day is set to 1 (in Owner table) the herd will not show up in select list.

## *APPENDIX C—WATERSHED NAME DEFINITIONS*

TITLE	TITLE2	DIFF
DALG	Feed Lot Subarea Controlled By Lagoon	Fraction of Feed Lot Subarea controlled by lagoon (0 - 1); if not a Feed Lot Subarea then Fraction of Subarea controlled by lagoon (DALG) must be 0.
VLGN	Normal Lagoon Volume	Normal Lagoon Volume (VLGN) (mm); Lagoon storage at normal level in mm of runoff from the drainage area of a Feed Lot Subarea. Note: if Fraction of Subarea controlled by lagoon (DALG) = 0 then VLGN must = 0.
COWW	Lagoon Input from Wash Water	Lagoon Input from Wash Water (COWW); Wash water for milking parlor that drains into lagoon in cubic meters per cow per day. Lagoon input from wash water in m <sup>3</sup> /animal unit/day. Note: if Fraction of Subarea controlled by lagoon (DALG) = 0 then COWW must = 0.
DDLG	Time To Reduce Lagoon Storage	Time To Reduce Lagoon Storage; from Max To Norm (DDLG) (Days). Note: if Fraction of Subarea controlled by lagoon (DALG) = 0 then DDLG must = 0.
SOLQ	Ratio Liquid/Total manure applied	Ratio Liquid/Total manure applied; in this Feed Lot Subarea. Fraction of total manure produced that goes into a lagoon. Note: if Fraction of Subarea controlled by lagoon (DALG) = 0 then SOLQ must = 0.

## *APPENDIX D—WATERSHED SUBAREA DEFINITIONS*

TITLE	TITLE2	DIFF	UNITS
IE	Current Subarea	Current Subarea Number	
IO	Downstream Receiving Subarea	Receiving Subarea Number is the Downstream Subarea the Current Subarea drain into or 0 = Outlet to Watershed.	
ISOL	Soil	Soil number; soil selected from soil list.	
IOP	Management	Management (Operation schedule file); Selected Rotation of Cropping system. Note: if Cropping System is type Dryland then Irrigation Auto Trigger (BIR) must be 0. If Owner has herds and this is a feed lot subarea then fallow (one crop only) is the only crop that can be used. If feed lot has a lagoon then Irrigation must be a Lagoon Irrigation type.	
IOW	Owner	OWNER NUMBER; Owner Of Land In Subarea (set up in owners screen).	
IFED	Time Herd In Feed Lot	Fraction Of Time Herd In Feeding Area (Feed Lot)(II); 0 = Non Feeding Area; 0.001 - 1 = Fraction of Time Herd is in Feeding Area.	
NGZ	Grazing Area / Feed Lot	Grazing Area; 0 = For Non Grazing Area or Feeding Area; 1= Grazing Area 2 = Feed Lot (Feeding Area) Note: Feed Lot = Non grazing feeding area.	
IAPL	Auto. Manure FeedLot ID	Auto. Manure Feedlot ID; 0 non manure application area; Use the positive subarea ID of the feedlot to indicate solid manure application; the negative subarea ID of the feedlot (lagoon) to indicate liquid manure application. Note: To use this option correctly, this subarea being build and the Auto. Manure Application subarea be entered, must be own by the same owner.	
IRR	Irrigation Code	Irrigation Code; 0 = dryland 1 = sprinkler irrigation 2 = furrow irrigation 3 = fertigation 4 = lagoon The irrigation code is used to specify whether irrigation is used and the type of irrigation. If furrow irrigation is specified irrigation induced erosion is calculated. If Fertigation is specified IDFT identifies the type of FERT and FNP the amount of FERT with each irrigation. If lagoon is specified, the concentration in tons of soils per m**3 of effluent is specified by FNP and the nutrient fraction by creating a FERT in the FERT file with the appropriate nutrients and selecting it with IDFT.	
LM	Lime Application Switch	Lime Application Switch; 0 = APPLIES LIME AS NEEDED AUTOMATICALLY; 1 = NO LIME APPLIED. EPIC enables the user to simulate application of agricultural limestone to increase soil pH and/or reduce soil aluminum saturation. For many soils and applications of EPIC, this feature is not needed; therefore, it can be turned off.	
WSA	Drainage Area	Subarea Drainage Area (WSA) (ha or acres); As a general rule, as fields become larger, the amount of sediment leaving per unit field area decreases. EPIC uses WSA to estimate soil erosion at the edge of the field. The units of WSA are hectares (metric) or acres (English). Usually WSA is small because EPIC assumes homogeneous soils and management Note: if this is a second extreme and it flow join the first extreme area flow but dose not flow throw first extreme area a - sign is add the front of the second extreme area WSA make it a negative number (this tills the program to add the second area WSA to the first extreme area when it has to do with water flow).	HA

CHL	Longest Distance From Outlet	Distance From Outlet to Most Distant Point in Subarea (CHL) (km or miles) The channel length is the distance along the channel from the most distant point on the subarea to the outlet. Often in small areas (approx. 1 ha) there is no defined channel. In such cases the length is measured along a concentrated flow path or it can simply be estimated from the length-width ratio of the subarea. For areas < 20 ha, the channel length measurement is not critical. In such cases, enter 0. Units are kilometers (metric) or miles (English). If this is a EXTREME subarea then Channel Length of Routing Reach MUST EQUAL Distance from Outlet. If this is a DOWNSTREAM subarea then Channel Length of Routing Reach can NOT BE EQUAL to Distance from Outlet.	KM
CHS	Subarea Channel Slope	Subarea channel slope (CHS) in m/m (Fraction); For small areas this measurement is not critical because CHS is only used in estimating the watersheds time of concentration. The dominant portion of the time of concentration is involved with overland rather than channel flow in small watersheds.	M/M
UPN	Surface Roughness Manning's N	See Appendix F—Manning's N Surface Roughness (UPN)	
SLG	Land Slope Length	Land Slope Length (m or feet); The subarea slope length can be estimated by field measurement as described by Wischmeier and Smith (1978) or from topographic maps using the Contour-Extreme Point Method (Williams and Berndt 1977).	M
SLP	Average Upland Slope	Average Upland Slope in m/m (Fraction); Must be entered. The average watershed slope can be estimated from field measurement or by using the Grid-Contour Method (Williams and Berndt 1977).	M/M
RCHS	Channel Slope Of Routing Reach	Channel Slope of Routing Reach in m/m (Fraction); The channel slope is computed by dividing the difference in elevation between the subareas inlet and outlet and the distant from inlet and outlet.	M/M
RCHL	Routing Reach Length	Length of Routing Reach (RCHL) in (km or miles); The length (distance) between where channel starts or enters the subarea and leaves the subarea. If this is an EXTREME subarea, then Routing Reach Length MUST EQUAL Longest Distance from Outlet (CHL). If this is a DOWNSTREAM subarea, then Routing Reach Length can not be equal to Longest Distance from Outlet .	KM
RCHN	Reach Channel Manning's N	See Appendix G—Routing Reach & Channel Manning's N (RCHN & CHN)	
type	Type Of Subarea	Type Of Subarea; Extreme Subarea has no inlet channel, Downstream Subarea has a inlet channel from another subarea	
CountyNam	County Name	County Name; the Name of the county from which the soil list comes.	
	Subarea Name	Subarea Name; the name for the Subarea Set to help User ID this subarea.	
WITH	Daily Weather Station	Daily Weather Station; used if the variable NGN in control table is greater than 0. Note: you must have .dly(s) to use this option.	
Heard	Herd Number	Herd Number; Number used in this subarea. Note: each herd can have only one feedlot and only one lagoon.	
PEC	Erosion Control Practice	Erosion Control Practice Factor (PEC); used to account for the effects of erosion control practices on soil erosion. The value of the PEC factor normally ranges from about 0.1 to 1.0 depending upon the effectiveness of the conservation practice. However, PEC can be set to 0.0 to eliminate water erosion entirely. When this is done, the soil profile remains relatively static because it is reset to initial conditions at the end of each year. This feature is very convenient for a comparison of alternative erosion control practices with total control of erosion. Default = 1.0 for non-contoured fields. For contoured and strip cropped fields, see Help.	
IFA	Min Interval For Auto Fert(days)	Minimum FERT; application interval for auto option (days).	

BFT	Auto Fert. Trigger (proportion)	Auto FERT Trigger (BFT); 0.00 For manual FERT; 0.80 0. < BFT < 1.0 allows percentage of stress; 1.00 no N stress, auto-FERT when needed; 5.00 if BFT is greater than 1, BFT is the PPM (G/T). N in soil at which automatic FERT is triggered N stress factor to trigger auto FERT (BFT). The automatic FERT trigger functions much like BIR for irrigation. When the plant nitrogen stress level reaches BFT, nitrogen FERT may be applied automatically. If this value is greater than 0 Amount of FERT (IDFT) per automatically scheduled application must be the Number of the FERT application. If BFT is greater than 1, BFT is the PPM (G/T) N in soil at which automatic FERT is triggered. (Activated only if IDF0 = 4) NOTE: To apply COMMERCIAL FERT, The FERIGATION AUTO TRIGGER (BFT) MUST BE SET to greater then 0. Any FERT or Manure application in management file will always be applied.	
CHK	Channel K Factor	CHANNEL K FACTOR (CHK); reflects channel's erodibility (0.0001-0.5). For example, with a rock condition, CHK should be 0.0001; with less rock (silt/mud) condition, it should be 0.30.	
BIR	Irrigation Auto Trigger	Water stress factor; to trigger automatic irrigation (BIR). To trigger automatic irrigation, the water stress factor is set: 0.0 Allows plants to be affected water stress 0.8 BIR > 0.0 AND BIR < 1.0 fraction of plant stress 1.0 Does not allow water stress BIR < 0.0 Plant available water deficit in root zone (-mm) BIR > 1.0 For soil water tension Kilopascals in top 200mm -1000.0 Sets water deficit high enough that only manual irrigations will occur Note: if Cropping System Type is Dryland, BIR must be 0.	
IRI	Min Interval For Irr.(days)	Minimum Application Interval (Automatic Irrigation) (IRI) [days]; Some irrigation systems can apply water only so often. The variable IRI enables the user to specify the minimum number of days between automatic irrigation applications. For our example, this will be set to 0 since irrigation is not used. (max 365 days)	
CHC	Channel C Factor	CHANNEL C FACTOR (CHC); (0.0001- 0.6); With bare channel condition, CHC should be set 0.1- 0.6 and if the channel has very good land cover, it should take a value of 0. 0001.	
NIRI	Rigidity of irrigation code	Rigidity of irrigation code; for flexible applications. Applies minimum of FC-SW and ARMX. 1 for rigid applications. Applies input amount or ARMX. The irrigation code is used to specify the irrigation strategy. There are two mode of irrigating -- manual and automatic. If manual irrigation is selected, irrigation occurs on user specified dates and volumes. 0 = the irrigation is applied when needed and only as much as is needed. 1 = the application is according to the amounts specified, either by automatic application (ARMX) or by user input amounts and restrictions.	
IDF0	Auto Fert. Number	Auto FERT Number (IDF0); 0 for NO AUTOMATIC FERT OR MANURE applications; 1 for FERTIGATION FROM LAGOON; 2 for AUTOMATIC SOLID MANURE application from FEEDING AREA STOCK PILE; 4 for AUTOMATIC Commercial FERT application (defaults to ELEM N); 5 for AUTOMATIC SOLID MANURE application. NOTE: To apply AUTO MANURE application, MNUL in Control File MUST BE SET. To apply COMMERCIAL FERT, The FERTIGATION AUTO TRIGGER (BFT) MUST BE SET to greater than 0. Any FERT or Manure application in management file will always be applied.	
IDFX	Fert./ Manure		
FNP4	Auto Fert. Application Rate (N)	Auto FERT Application Rate (N); 0 variable rate of automatic commercial application (amount of FERT applied as need to lower N stress); fixed rate of automatic commercial application (set amount of FERT applied each time N stress is reached). Note: BFT (Auto FERT Trigger (proportion)) must be set, IDF0 (Auto FERT Type) must be set to 4 and IDF04 (Automatic commercial FERT Application) can not be 0 for this variable to work.	km

## *APPENDIX E—ADDING SUBAREA(S)*

TITLE	TITLE2	UNITYTYPE	UNITS	DIFF
LCNO	Land Condition		0	LCNO (Land Condition); is used to find the curve number, for the selected crop(s), when building the. ops file.
IPLS	Filter Strip Code	Whole Number 0 or 1	0	Filter Strip Code; 0 for normal subarea; 1 for filter strip Note: if Filter Strip Code = 1 then Fraction of floodplain flow must be set to 1 for a smooth terrain; 0.1 - 0.5 for rough terrain. Note: Fraction of floodplain flow will be changed auto to 1 and Buffer/Floodplain width will be set to (Drainage Area * 10) / Routing Reach Length when filter strip is change to 1.
NVCN	Soil Moisture Index	Whole Number 0 or 4	0	Soil Moisture Index; 0 Variable daily CN Nonlinear CN/SW with depth soil water weighting; 1 = Variable daily CN Nonlinear CN/SW no depth weighting; 2 = Variable daily CN Linear CN/SW no depth weighting; 3 = Non-Varying CN--CN2 used for all storms; 4 = Variable daily CN SMI (Soil Moisture Index)".
SNO	Water content of snow	(MM)	2	Water content of snow; snow on ground at start of simulation.
STDO	Standing dead crop residue	t/ha	3	Standing dead crop residue
XCT	LONG		0	X Coordinate of subarea centroid; longitude of subarea centroid. It need to be entered if Spatially Generated Weather option is been used. Spatially Generated Weather is set by entering 0 in the variable NGN in control table. Note: A minus degree for western hemisphere.
YCT	LAT		0	Y Coordinate of subarea centroid; latitude of subarea centroid. It need to be entered if Spatially Generated Weather option is been used. Spatially Generated Weather is set by entering 0 in the variable NGN in control table. Note: A minus degree for southern hemisphere.
CHD	Channel depth	m	6	Channel depth
CHN	Channel roughness Manning's N		0	See Appendix G—Routing Reach & Channel Manning's N (RCHN & CHN)
FFPQ	Fraction of Buffer/floodplain flow		0	Fraction of Buffer/ floodplain flow; Partitions flow through filter strips.
RCHD	Channel Depth of Routing Reach	m	6	Channel Depth of Routing Reach
RCBW	Bottom Width of Channel of Routing Reach	m	6	Bottom Width of Channel of Routing Reach
RCTW	Top Width of Channel of Routing Reach	m	6	Top Width of Channel of Routing Reach
RFPW	Buffer/Floodplain width	m	6	Buffer/Floodplain width = (Drainage Area(WSA) X 10000) / (Floodplain length (RFPL) X 1000)
RFPL	Buffer/Floodplain length	km	13	Buffer/Floodplain length
RSEE	Elev of emergency spillway	M	6	Elevation at emergency spillway elevation

RSAE	Total reservoir surface area	ha	11	Total reservoir surface area at emergency spillway elevation
RSVE	Spillway Runoff volume	mm	2	Runoff volume at emergency spillway elevation.
RSEP	Elevation of principal spillway	M	6	Elevation at principal spillway elevation.
RSAP	Total reservoir surface area	ha	11	Total reservoir surface area at principle spillway elevation.
RSV0	Volume at principal spillway elevation	mm	2	Volume at principal spillway elevation.
RSV	Initial reservoir volumes	mm	2	Initial reservoir volumes.
RSRR	Average principle spillway release rate	mm/hr	61	Average principle spillway release rate.
RSYS	Initial sediment concentration in reservoirs		0	Initial sediment concentration in reservoirs (ppm)
RSYN	Normal sediment concentration in reservoirs		0	Normal sediment concentration in reservoirs (ppm).
RSHC	Hydraulic conductivity of reservoir bottoms	mm/hr	61	Hydraulic conductivity of reservoir bottoms.
RSDP	Time for sediment to return to the normal		0	Time required for the sediment to return to the normal; time required in days for the sediment in the reservoir to return to the normal concentrations following a runoff event.
RSBD	Bulk Density of Sediment in reservoir	T/M <sup>3</sup>	36	Bulk Density of Sediment in Reservoir.
IFD	Furrow Dike Code		0	Furrow Dike Code; 0 does not use a furrow dike system; 1 considers a furrow dike system.
IDR	Drainage code	mm	2	Drainage code; no drainage 0 enter depth to drainage system.
EFI	Runoff Irrigation		0	Runoff Irrigation; runoff vol/vol irrigation water applied. The irrigation runoff ratio specifies the fraction of each irrigation application that is lost to runoff.
VIMX	Max. annual irrigation volume	mm	2	Maximum annual irrigation volume; allowed for each crop.
ARMN	Min. single application volume	mm	2	Minimum single application volume; allowed for auto irrigation.
ARMX	Max. single application volume	mm	2	Maximum single application volume; allowed for auto irrigation.
FMX	Max. annual N fertilizer applied for a crop	kg/ha	4	Maximum annual N fertilizer applied for a crop.
DRT	Time for drainage system to end plant stress		0	Time requirement for drainage system to end plant stress (days).
FDSF	Fraction of furrow dike volume		0	Fraction of furrow dike volume available for water storage.
FNP5	Automatic Manure application rate	kg/ha	4	Automatic Manure application rate. (Activated only if IDF0 = 2 or 4)



SFLG	Safety factor for Lagoon spillover		0	Safety factor for Lagoon spillover (fraction 0_1). (Needed only when IRR = 4)
------	------------------------------------	--	---	---

## *APPENDIX F—MANNING’S N SURFACE ROUGHNESS (UPN)*

Surface Roughness Manning’s N for Upland; the surface roughness factor is Manning’s N.

Values of Manning’s N for various conditions:

<b>Overland flow</b>	<b>Value chosen</b>	<b>Range</b>
Fallow, no residue	[.0100]	0.008-0.012
Conventional tillage, no residue	[.0900]	0.06-0.12
Conventional tillage, residue	[.1900]	0.16-0.22
Chisel plow, no residue	[.0900]	0.06-0.12
Chisel plow, residue	[.1300]	0.10-0.16
Fall disking, residue	[.4000]	0.30-0.50
No till, no residue	[.0700]	0.04-0.10
No till (0.5-1.0 t/ha)	[.1200]	0.07-0.17
No till (2.0-9.0 t/ha)	[.3000]	0.17-0.47
Rangeland (20% cover)	[.6000]	
Short grass prairie	[.1500]	0.10-0.20
Dense grass	[.2400]	0.17-0.30
Bermuda grass	[.4100]	0.30-0.48
(1) Blank if unknown (enter zero)	[.0000]	

## *APPENDIX G—ROUTING REACH & CHANNEL MANNING’S N (RCHN & CHN)*

Reach Channel Manning’s N (RCHN); if set to 0 will be calculated.

Type of Channel	Value	Chosen Range
A. Excavated or dredged		
1. Earth, straight and uniform	.0250	.016-.033
2. Earth, winding and sluggish	.0350	.023-.050
3. Not maintained, weeds and brush	.0750	.040-.140
B. Natural Streams		
1. Few trees, stones or brush	.0500	.025-.065
2. Heavy timber and brush	.1000	.050-.150

If the channel conducting runoff to the edge of the field is winding and/or contains obstructions, water flow rates will be reduced, and sediment will have an opportunity to settle. The channel roughness factor is referred to as the Manning's N value. The table contains suggested values of Manning's N for various conditions of channel flow.

## APPENDIX H—APEX PUBLICATIONS

### APEX Journal Article References

1. Azevedo, J.C., J.R. Williams, M.G. Messina, and R.F. Fisher. 2005. Impacts of the sustainable forestry initiative landscape level measures on hydrological processes. *Water Resour. Manage.* 19: 95
2. Azevedo, J.C., X.B. Wu, M.G. Messina, and R.F. Fisher. 2005. Assessment of sustainability in intensively managed forested landscapes: A case study in eastern Texas. *Soc. Amer. Foresters* 51(4): 321-333.
3. Chen, X., W. L. Harman, M. Magre, E. Wang, R. Srinivasan, J. R. Williams. 2000. "Water quality assessment with agro-environmental indexing of non-point sources, Trinity River Basin." *Applied Engineering in Agriculture* 16(4):405-417.
4. Fox, Garey A. 1998. "Investigation of High Plains Management Practices with the APEX Modeling System." *Texas A&M Undergraduate Journal of Science*, Vol. 2 (1):9-16, Spring issue.
5. Gassman, P.W., E. Osei, A. Saleh, and L.M. Hauck. 2002. Application of an environmental and economic modeling system for watershed assessments. *J. Amer. Water Res. Assoc.* 38(2): 423-438.
6. Gassman, P.W., E. Osei, A. Saleh, J. Rodecap, S. Norvell, and J.R. Williams. 2006. Alternative practices for sediment and nutrient loss control on livestock farms. *Agric., Ecosys. & Environ.* 17(2-3): 135-144.
7. Harman, W.L., E. Wang, and J.R. Williams. 2004. Reducing atrazine losses: water quality implications of alternative runoff control practices. *J. Environ. Qual.* 33: 7-12.
8. J.R. Williams, W.L. Harman, M. Magre, U. Kizil, J. A. Lindley, G. Padmanabhan and E. Wang. 2006. APEX feedlot water quality simulation. *Trans. of the ASABE.* 49(1):61-73.
9. Paudel, K.P., D. Hite, W. Intarapong, and D. Susanto. 2003. A watershed-based economic model of alternative management practices in southern agricultural systems. *J. Agric. Applied Econ.* 35(2): 381-389.
10. Osei, E., B. Du, A. Bekele, L. Hauck, A. Saleh, and A. Tanter. 2008. Impacts of alternative manure application rates on Texas animal feeding operations: A macro level analysis. *J. Amer. Water Res. Assoc.* 44(3) (on-line; in press).
11. Osei, E., P.W. Gassman, R. Jones, S. Pratt, L. Hauck, L. Beran, W. Rosenthal, and J.R. Williams. 2000a. Economic and Environmental Impacts of Alternative Practices on Dairy Farms in an Agricultural Watershed. *J. Soil Water Cons.* 55(4): 466-472.
12. Osei, E., P.W. Gassman, L.M. Hauck, S. Neitsch, R.D. Jones, J. Menitt, and H. Jones. 2003a. Using Nutrient Management to Control Nutrient Losses from Dairy Pastures. *J. Range Manage.* 56: 218-226.
13. Osei, E., P.W. Gassman, L.M. Hauck, R. Jones, L. Beran, P.T. Dyke, D.W. Goss, J.D. Flowers, and A.M.S. McFarland. 2003b. Economic Costs and Environmental Benefits of Manure Incorporation on Dairy Waste Application Fields. *J. Environ. Manage.* 68(1): 1-11.
14. Qiu, Z., T. Prato, L. Godsey, and V. Benson. 2002. Integrated assessment of uses of woody draws in agricultural landscapes. *J. Amer. Water Resour. Assoc.* 38(5): 1255-1269.
15. Ramanarayanan, Tharacad S., M. V. Padmanabhan, G. N. Gajanan, Jimmy Williams. 1998. "Comparison of simulated and observed runoff and soil loss on three small United States watersheds." *NATO ASI Series* 1(55):76-88.
16. Saleh, A., J.G. Arnold, P.W. Gassman, L.W. Hauck, W.D. Rosenthal, J.R. Williams, and A.M.S. McFarland. 2000. Application of SWAT for the Upper North Bosque watershed. *Trans. ASAE* 43(5): 1077-1087.
17. Saleh, A. and O. Gallego. 2007. Application of SWAT and APEX using the SWAPP (SWAT-APEX) program for the Upper North Bosque River Watershed in Texas. *Trans. ASABE* 50(4): 1177-1187.
18. Saleh, A. J.R. Williams, J.C. Wood, L.M. Hauck, and W.H. Blackburn. 2004. Application of APEX for forestry. *Trans. ASAE* 47(3): 751-765.
19. Wang, E., C. Xin, J.R. Williams, and C. Xu. 2006. Predicting soil erosion for alternative land uses. *J. Environ. Qual.* 35: 459-467.
20. Wang, E., W. L. Harman, J. R. Williams, and J. M. Sweeten. 2002. "Profitability and nutrient losses of alternative manure application strategies with conservation tillage." *J. Soil and Water Conservation* 57(4):221-228.

21. Wang, X., W.E. Fox, J.R. Williams, P. Tuppad, D. Hoffman, J. Wolfe. 2008. Impact of watershed subdivision on APEX runoff and sediment load predictions. *J. Hydrol* (in review).
22. Wang, X., P.W. Gassman, J.R. Williams, S. Potter, and A.R. Kemanian. 2008. Modeling the impacts of soil management practices on runoff, sediment yield, maize productivity, and soil organic carbon using APEX. *Soil Till. Res.* (in review).
23. Wang, X., S.R. Potter, J.R. Williams, J.D. Atwood, and T. Pitts. 2006. Sensitivity analysis of APEX for national assessment. *Trans. ASABE* 49(3): 679-688.
24. Wang, X., A. Saleh, M.W. McBroom, J.R. Williams, and L. Yin. 2007. Test of APEX for nine forested watersheds in east Texas. *J. Environ. Qual.* 36: 983-995.
25. Williams, J.R., W.L. Harman, M. Magre, U. Kizil, J.A. Lindley, G. Padmanabhan, and E. Wang. 2006. APEX feedlot water quality simulation. *Trans. ASAE* 49(1): 61-73.
26. Yin, L., X. Wang, J. Pan, and P.W. Gassman. 2007. Evaluation of APEX for daily runoff and sediment yield from three plots in the Upland Huaihe River watershed, China. *Trans. ASABE* (in review).

#### **Model Review Journal Articles that include discussion about APEX**

27. Borah, D.K., G. Yagow, A. Saleh, P.L. Barnes, W. Rosenthal, E.C. Krug, and L.M. Hauck. 2006. Sediment and nutrient modeling for TMDL development and implementation. *Trans. ASABE* 49(4): 967-986.
28. Srivastava, P., K.W. Migliaccio, and J. Šimůnek. 2007. Landscape models for simulating water quality at point, field, and watershed scales. *Trans. ASABE* 50(5): 1683-1693.
29. Williams, J.R., J.G. Arnold, J.R. Kiniry, P.W. Gassman, and C.H. Green. 2007. History of model development at Temple, Texas. *Hydrological Sciences Journal* (in review).

#### **APEX book Chapters**

30. Williams, J.R., J.G. Arnold, R. Srinivasan, and T.S. Ramanarayanan. 1998. APEX: A new tool for predicting the effects of climate and CO<sub>2</sub> changes on erosion and water quality. In: *Modelling Soil Erosion by Water*, 441-449. J. Boardman, J. and D. Favis-Mortlock, eds. NATO ASI Series / Global Environmental Change, Vol. I 55. Berlin, Germany: Springer-Verlag.
31. Williams, J.R. and R.C. Izaurralde. 2006. The APEX model. In *Watershed Models*, 437-482. Singh, V.P. and D.K. Frevert, eds. Boca Raton, Florida: CRC Press, Taylor & Francis.

#### **Conference/Proceedings Papers that describe APEX applications**

32. Gassman, P.W., J. Abraham, L. Hauck, A. Saleh, and K. Keplinger. 2001. Simulation of nutrient losses from chicken litter applications in east central Texas with APEX and SWAT. Presented at the 2001 ASAE Annual International Meeting, July 30-Aug. 1, Sacramento, CA. ASAE Paper No. 01-2004, St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers.
33. Gassman, P.W., A. Saleh, E. Osei, J. Abraham, and J. Rodecap. 2003. Environmental and economic impacts of alternative management scenarios for the Mineral Creek Watershed. In: *Proceedings of the Total maximum Daily Load (TMDL) Environmental Regulations II*, 323-331, Nov. 8-12, Albuquerque, NM. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers.
34. Harman, Wyatt L., E. Wang, and J. R. Williams. 2002. "Herbicide remediation to protect water quality: Simulation results of APEX." Presented at the International Conference on Environmentally Sustainable Agriculture for Dry Areas for the 3rd Millennium, Shijiazhuang, Hebei, Peoples Republic of China, Sept. 15-19.
35. Harman, W. L., J. R. Williams, M. Magre, and E. Wang. 2003. "Reducing nutrient losses from CAFOs: A simulation analysis of feedlot management options and filter strip characteristics." Presented at the International Conference on Agriculture and Science Technology, Houston, Texas, Oct. 12 – 15.
36. Hauck, L.M., G. Ice, and A. Tanter. 2005. Challenges to and opportunities for applying the Comprehensive Economic and Environmental Optimization (CEEOT) Tool to forestry activities. In: *Watershed Management to Meet Water Quality Standards and Emerging TMDL (Total Maximum Daily Load)*, Proceedings of the Third Conference, pp. 533-542, March 5-9, Atlanta, GA. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI.

37. Intarapong, W. and D. Hite. 2003. Watershed-level policies to implement best management practices under environmental risk. Presented at the Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting, Feb. 1-5, Mobile, AL.
38. Intarapong, W., D. Hite, and A. Renck. 2002. Environmental risk assessment under environmental standard and safety-first constraints. Presented at the Western Agricultural Economics Association Annual Meeting, July 28-31, Long Beach, CA.
39. Izaurrealde, R. C., J. R. Williams, W. B. McGill, and N. J. Rosenberg. 2001. "Simulating Soil Carbon Dynamics, Erosion, and Tillage with EPIC." Paper presented at the First National Conference on Carbon Sequestration, Washington DC, May 14 – 17.
40. Osei, E., B. Du, and L.M. Hauck. 2007. Impacts of changing herd sizes on the effects of manure application rates. In: Watershed Management to Meet Water Quality Standards and TMDLs: 4th Conference Proceedings, March 10-14, San Antonio, TX, 59-66. A. McFarland and A. Saleh, eds. American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, MI.
41. Osei, E., B. Du, L.M. Hauck, A. Saleh, and A. Tanter. 2008. Macro-level analysis of CNMPs in the Ohio River Basin. In: Proceedings of the 21st Century Watershed Technology: Improving Water Quality and Environment Conference, March 29-April 3, Concepción, Chile. E.W. Tollner and A. Saleh, eds. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural and Biological Engineers.
42. Osei, E., J. McNitt, P. Gassman, W. Rosenthal, and H. Jones. 1998. An economic and environmental appraisal of selected manure management practices in agricultural watersheds. In: Watershed Management: Moving from Theory to Implementation, March 3-6, Denver, CO, 1295-1302. Alexandria, VA: Water Environment Federation.
43. Ramanarayanan, T.S., J.R. Williams, W.A. Dugas, L.M. Hauck, and A.M.S. McFarland. 1997. Using APEX to identify alternative practices for animal waste management. Presented at the ASAE International Meeting, 10-14 August, Minneapolis, Minnesota. ASAE Paper No. 97-2209. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers.
44. Saleh, A. and O. Gallego. 2007. Application of SWAT and APEX models using SWAPP (SWAT/APEX program) for the Upper North Bosque River watershed in Texas. In: Watershed Management to Meet Water Quality Standards and TMDLs: 4th Conference Proceedings, March 10-14, San Antonio, TX, 458-468. A. McFarland and A. Saleh, eds. American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, MI.
45. Saleh, A., P.W. Gassman, J. Abraham, and J. Rodecap. 2003. Application of SWAT and APEX models for Upper Maquoketa River watershed in northeast Iowa. Presented at the 2003 ASAE Annual International Meeting, July 27-30, Las Vegas, NV. ASAE Paper No. 032063, St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers.
46. Saleh, A., E. Osei, and O. Gallego. 2008. Use of CEEOT-SWAPP modeling system for targeting and evaluating environmental pollutants. In: Proceedings of the 21st Century Watershed Technology: Improving Water Quality and Environment Conference, March 29-April 3, Concepción, Chile. E.W. Tollner and A. Saleh, eds. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural and Biological Engineers.
47. Saleh, A., J.R. Williams, J.C. Wood, L. Hauck, and W.H. Blackburn. 2001. Application of APEX for forestry. Presented at the 2005 ASAE International Meeting, July 17-20, Sacramento, CA. ASAE Paper No. 018004, St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers.
48. Saleh, A., J.R. Williams, J.C. Wood, L. Hauck, and W.H. Blackburn. 2003. Application of APEX for forestry. In: Proceedings of the Total Maximum Daily Load (TMDL) Environmental Regulations, March 11-13, Forth Worth, TX, 595-605. A. Saleh, ed. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers.
49. Sanabria, Joaquin, Jay D Atwood, Paul T. Dyke, Jimmy R. Williams, and Andrew. P. Manale. 2000. "Precipitation Extreme Events and Land Management Practices for Flood Mitigation." In Proceedings of American Water Resources Association Conference on Water Resources in Extreme Environments, Editor Douglas L. Kane. May 1 – 3. Anchorage, AK.
50. Schilling, E., G. Ice, B. Wigley, M. Miwa, A. Saleh. 2007. Water quality issues facing the forest products industry: Current research focus and future research needs. In: Watershed Management to Meet Water Quality Standards and TMDLs: 4th Conference Proceedings, March 10-14, San Antonio, TX, 294-300. A. McFarland and A. Saleh, eds. American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, MI.
51. Williams, J.R. 2002. The APEX manure management component. In: Proceedings of the Total Maximum Daily Load (TMDL) Environmental Regulations, March 11-13, Forth Worth, TX, 44-51. A. Saleh, ed. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers.

52. Williams, J.R., C.A. Jones, P.W. Gassman, and L.M. Hauck. 1995. Simulation of Animal Waste Management with APEX. In: Innovations and New Horizons in Livestock and Poultry Manure Management, pp. 22-26, September 6-7, Austin, TX.
53. Williams, J.R., S. Srinivasan, J.G. Arnold, and L.M. Hauck. 2000. Agricultural runoff modeling. In: Proceedings of the Workshop on Watershed Modeling, Watershed 2000, July 9, Vancouver, Canada. Alexandria, VA: Water Environment Federation.

#### **Conference/Proceedings Papers that describe use of APEX within the National CEAP project**

54. Kannan, N., C. Santhi, M. Di Luzio, S. Potter, and J.G. Arnold. 2005. Measuring environmental benefits of conservation practices: The Conservation Effects Assessment Project (CEAP)-a model calibration approach at the national level. Presented at the 2005 ASAE Annual International Meeting, Tampa, FL. ASAE Paper No. 05-2131. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers.
55. Lemunyon, J.L. and R.L. Kellogg. 2008. Assessment of conservation benefits derived from conservation practices in the United States. In: Proceedings of the 21st Century Watershed Technology: Improving Water Quality and Environment Conference, March 29-April 3, Concepción, Chile. E.W. Tollner and A. Saleh, eds. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural and Biological Engineers.
56. Santhi, C., N. Kannan, M. Di Luzio, S.R. Potter, J.G. Arnold, J.D. Atwood, and R.L. Kellogg. 2005. An approach for estimating water quality benefits of conservation practices at the national level. Presented at the 2005 ASAE International Meeting, July 17-20, Tampa, FL. ASAE Paper No. 052043, St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers.

#### **Conference/Proceedings Papers that describe adaptations of APEX components**

57. Houser, J.B., A. Saleh, and L.M. Hauck. 2003. Development and testing of dynamic fertilizer model to assess the effect of CNMPs in the North Bosque watershed. In: Proceedings of the Total maximum Daily Load (TMDL) Environmental Regulations II, November 8-12, Albuquerque, NM, 323-331. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers.
58. Houser, J.B., A. Saleh, and L.M. Hauck. 2004. Calibration and verification of dynamic fertilizer model to assess the effect of CNMPs. Presented at the 2004 ASAE/CSAE Annual International Meeting, August 1-4, Ottawa, Canada. ASAE Paper No. 042258, St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers.
59. Houser, J.B., A. Saleh, and L.M. Hauck. 2005. Application of dynamic fertilizer model for assessment of CNMPs. In: Watershed Management to Meet Water Quality Standards and Emerging TMDL (Total Maximum Daily Load), Proceedings of the Third Conference, 320-329, March 5-9, Atlanta, GA. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI.
60. Zhai, T. and R.H. Mohtar. 2004. Rangeland modeling – Forage, water, and nutrients: Species competition and tree effects. Presented at the 2004 ASAE/CSAE Annual International Meeting, 1-4 August, Ottawa, Ontario, Canada. ASAE Paper 043039. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers.

#### **Other APEX Documents**

61. Benson, Verel W., D. Todd Rarrand, Robert E. Young III and Peter Zimmell. Estimated Nutrient Movement with Alternative Poultry Litter Application rates on various soils, using different management systems. 2000.
62. Benson, V.W., P.T. Zimmel, A. Bross, D.L. Schuster, and J. Trujillo. 200. Newton and McDonald Counties contract broiler representative farm. FAPRI-UMC Report #08-00. Columbia, MO: Food and Agricultural Policy Research Institute, University of Missouri.
63. Dybala, T.J. 1998. Lake Aquilla – Brazos River Authority Part I: Farm scale modeling using the Agricultural Policy Environmental Extender (APEX). Temple, TX: U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Water Resources Assessment Team. Available at: <http://www.tx.nrcs.usda.gov/technical/wrat/projects/aquilla.html>.
64. FAPRI. 2006. Missouri watershed water quality initiative. FAPRI-UMC Report #22-06. Columbia, MO: Food and Agricultural Policy Research Institute, University of Missouri. Available at: [http://www.fapri.missouri.edu/outreach/publications/2006/FAPRI\\_UMC\\_Report\\_22\\_06.pdf](http://www.fapri.missouri.edu/outreach/publications/2006/FAPRI_UMC_Report_22_06.pdf).

65. FAPRI. 2007. Estimating water quality, air quality, and soil carbon benefits of the Conservation Reserve Program. FAPRI-UMC Report #01-07. Columbia, MO: Food and Agricultural Policy Research Institute, University of Missouri. Available at: [http://www.fapri.missouri.edu/outreach/publications/2007/FAPRI\\_UMC\\_Report\\_01\\_07.pdf](http://www.fapri.missouri.edu/outreach/publications/2007/FAPRI_UMC_Report_01_07.pdf).
66. Flowers, J.D., J.R. Williams, and L.M. Hauck. 1996. NPP integrated modeling system: calibration of the APEX model for dairy waste application fields in Erath County, Texas. PR 96-07. Stephenville, Texas: TIAER, Tarleton State University.
67. Gassman, P.W. 1997. The National Pilot Program integrated modeling system: Environmental baseline assumptions and results for the APEX model. Livestock Series Report 9. Staff Report 97-SR 85. CARD, Iowa State Univ., Ames, IA.
68. Gassman, P.W. and L. Hauck. 1996. The environmental component of the National Pilot Project integrated modeling system. Livestock Series Report 8. Staff Report 96-SR 84. CARD, Iowa State Univ., Ames, IA.
69. Gassman, P.W., J.R. Williams, V.R. Benson, R.C. Izaurrealde, L.M. Hauck, C.A. Jones, J.D. Atwood, J.R. Kiniry, and J.D. Flowers. 2005. Historical Development and Applications of the EPIC and APEX models. Working paper 05-WP 397. Ames, Iowa: Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University. Available at: <http://www.card.iastate.edu/publications/DBS/PIDFFiles/05wp397.pdf>.
70. Harman, Wyatt L., Ranjan Muttiah, J. R. Williams, and Melanie Magre. 1998. Sedimentation of Lake Meredith: An Investigation of Water and Wind Deposition. BRC Report No. 01-25, Texas A & M University, Blackland Research Center, Temple.
71. Keith, G., S. Norvell, R. Jones, C. Maguire, E. Osei, A. Saleh, P. Gassman, and John Rodecap. 2000. Livestock and the environment: a national pilot project: CEEOT-LP modeling for the Upper Maquoketa River Watershed, Iowa: final report. Report No. PR0003. Stephenville, TX: Texas Institute for Applied Environmental Research, Tarleton State Univ. Available at: <http://tiaer.tarleton.edu/library/library.cfm>.
72. McNitt, J., R. Jones, E. Osei, L. Hauck, and H. Jones. 1999. Livestock on the environment: Precedents for runoff policy: Policy options CEEOT-LP. PR 9909. Stephenville, TX: Texas Institute for Applied Environmental Research, Tarleton State Univ. Available at: <http://tiaer.tarleton.edu/library/library.cfm>.
73. Osei, E., B. Du, A. Bekele, L. Hauck, A. Saleh, and A. Tanter. 2004. CEEOT-MMS: A macro modeling system for environmental assessment. TR0409. Stephenville, TX: Texas Institute for Applied Environmental Research, Tarleton State Univ.
74. Osei, E., P. Gassman, and A. Saleh. 2002. Livestock and the Environment: Economic and Environmental Modeling Using CEEOT. Report No. PR0002. Stephenville, TX: Texas Institute for Applied Environmental Research, Tarleton State Univ. Available at: <http://tiaer.tarleton.edu/library/library.cfm>.
75. Plotkin, S. 2007. I\_APEX Calibration Using Research Plots in Tifton, Georgia. Amherst, MA: USDA-NRCS, National Agricultural Pesticide Risk Analysis (NAPRA) Project Team.
76. Pratt, S., R. Jones, and C.A. Jones. 1997. Livestock and the environment: Expanding the focus: Policy options CEEOT-LP. PR 96-03. Stephenville, TX: Texas Institute for Applied Environmental Research, Tarleton State Univ. Available at: <http://tiaer.tarleton.edu/library/library.cfm>.
77. Rosenthal, Wesley, Wyatt L. Harman, Erda Wang, and Benjamin Sheng. 2001. Arroyo Colorado River Nutrient Losses: An Investigation of Residue Management Through Conservation Tillage to Reduce Nutrient Losses. BRC Report No. 01-32. Texas A & M University, Blackland Research Center, Temple.
78. Rosenthal, Wesley, Wyatt L. Harman, J. R. Williams, and Melanie Magre. 1999. White River Lake Sedimentation: An Investigation of Range and Cropland Management Practices to Reduce Erosion. BRC Report NO. 01-26, Texas A & M University, Blackland Research Center, Temple.
79. Rosenthal, Wesley, Wyatt L. Harman, J. R. Williams, and Melanie Magre. 2000a. Lower Leon River Sedimentation: An Investigation of Range and Cropland Management Practices to Reduce Erosion. BRC Report No. 01-28, Texas A & M University, Blackland Research Center, Temple.
80. Rosenthal, Wesley, Wyatt L. Harman, J. R. Williams, and Melanie Magre. 2000b. Upper Leon River Sedimentation: An Investigation of Range and Cropland Management Practices to Reduce Erosion. BRC Report No. 01-29, Texas A & M University, Blackland Research Center, Temple.
81. Steglich, E. and J.R. Williams. 2008. APEX Users Manual. BREC Report # 2008-16. Temple, TX: Blackland Research & Extension Center. Texas AgriLIFE Research.
82. Williams, J. R., C. A. Jones, P. W. Gassman and L. M. Hauck. Simulation of Animal Waste Management with APEX. ABSTRACT.



83. Williams, J.R. and C. Izaurralde. 2005. The APEX Model. BRC Report No. 2005-02. Temple, TX: Texas A&M University, Texas Agricultural Extension Service, Texas Agricultural Experiment Station.

## *APPENDIX I—APEX BALANCES VARIABLE DEFINITIONS*

These variables can be found in the \*.OUT file

Variables common to all balances:

PER = percent error in the balance

DF = error in the balance (should be near 0.0)

Soil Water Balance ( $m^3$ )

BSW = beginning soil water content

PCP = precipitation

Q = surface runoff

ET = evapotranspiration

PRK = percolation

SSF = lateral subsurface outflow

IRG = irrigation

SNO = initial water content of snow cover

QIN = inflow from external source to maintain water table

SSFI= subsurface inflow from upstream subarea

FPF = floodplain infiltration

QDR = flow from drainage system

QRF = quick return flow

RBK = back water from a reservoir

CPVH= lateral pipe outflow

PSOQ= inflow from a point source

RGDL=irrigation delivery loss

FSW = final soil water content

N Balance (kg/ha)

BTOT= beginning total N

RFN = rainfall N

Y = N loss with sediment

Q = soluble N loss in surface runoff

SSF = soluble N loss in lateral subsurface outflow

PRK = soluble N leaching loss

QRF = soluble N loss with quick return flow

DR = soluble N loss from drainage system

SSFI= soluble N inflow from upstream subsurface inflow

DN = denitrification loss

VOL = volatilization loss

BURN= N loss from burning crop residue or forest

YLD = N loss in crop yield

FIX = N fixation by legumes

FNMN= nitrate N fertilizer

FNMA= ammonia N fertilizer

FNO = organic N fertilizer  
SNOU= N loss when manure is removed from feedlots  
DEP = organic N loss or gain resulting from floodplain scour/deposition  
PSON= N contributed by point source  
ETOT= final total N  
ENMN=  
ENMA=  
EON=  
ESDN=  
ESON=  
EUNM=

C Balance (kg/ha)

BTOT= beginning total C  
Y = C loss with sediment  
PRK = C leaching loss  
Q = C loss in surface runoff  
RSPC= C loss from crop residue respiration  
RSDC= C added with crop residue  
TFOC= C added with organic fertilizer  
SCOU= C loss when manure is removed from feedlots  
DEP = C loss or gain resulting from floodplain scour/deposition  
FTOT= final total C  
ELSC=  
ELMC=  
EBMC=  
EHSC=  
EHPC=

P Balance (kg/ha)

BTOT= beginning total P  
Y = P loss with sediment  
Q = soluble P loss in surface runoff  
PRK = soluble P leaching loss  
YLD = P loss in crop yield  
FPML= labile P fertilizer  
FPO = organic P fertilizer  
SPOU= P loss when manure is removed from feedlots  
DEP = organic P loss or gain resulting from floodplain scour/deposition  
PSOP= P contributed by point source  
ETOT= final total P  
EPML=  
EPMA=  
EPMS=  
EPO=  
EFOP=  
ESDP=

EUPM=  
EPMU=  
EPOU=

# REFERENCES

---

- Abruna, F., J. Rodriguez, and S. Silva. 1982. Crop response to soil acidity factors in Ultisols and Oxisols in Puerto Rico. VI. Grain sorghum. *J. Agric. Univ. P.R.* 61:28-38.
- Acevedo, E., T.C. Hsiao, and D.W. Henderson. 1971. Immediate and subsequent growth responses of maize leaves to changes in water status. *Plant Physiol.* 48:631-636.
- Adams, W.A., 1973. The effect of organic matter on the bulk and true densities of some uncultivated podzolic soils. *J. Soil Sci.* 24, 10-17.
- Albrecht, S.L., S.M. Bennett, and K.J. Boote. 1984. Relationship of nitrogenase activity to plant water stress in field-grown soybeans. *Field Crops Res.* 8:61-71.
- Andrews, R.E. and E.I. Newman. 1970. Root density and competition for nutrients. *Oecol. Plant.* 5:319-334.
- Arnold, J.G., J. D. Atwood, V. W. Benson, R. Srinivasan, and J. R. Williams. 1998. Potential Environmental and Economic Impacts of Implementing National Conservation Buffer Initiative Sedimentation Control Measures. USDA, NRCS Staff paper.
- Bagnold, R.A., 1977. Bed-load transport by natural rivers. *Water Resources Research*, 13(2): 303-312.

- Baier W., Robertson, Geo. W., 1965. Estimation of Latent Evaporation from Simple Weather Observations. *Can. J. Plant Sci.* Vol. 45 Pp. 276-284.
- Begg, J.E., J.F. Bierhuizen, E.R. Lemon, D.K. Misra, R.O. Slatyer, and W.R. Stern. 1964. Diurnal energy and water exchanges in bulrush millet in an area of high solar radiation. *Agric. Meteorol.* 1:294-312.
- Bonhomme, R., F. Ruget, M. Derieux, and P. Vincourt. 1982. Relations entre production de matiere seche aerienne et energie interceptee chez differents genotypes de maïs. *C.R. Acad. Sci. Paris* 294:393-398.
- Borg, H. and D.V. Grimes. 1986. Depth development of roots with time: An empirical description. *Trans. ASAE* 29:194-197.
- Bouinols, A., M. Cabelguenne, C.A. Jones, A. Chalamet, J.L. Charpentreau, and J.R. Marty. 1991. Simulation of soybean nitrogen nutrition for a silty clay soil in southern France. *Field Crops Res.* 26:19-34.
- Brenes, E. and R.W. Pearson. 1973. Root responses of three Gramineae species to soil acidity in an Oxisol and an Ultisol. *Soil Sci.* 116:295-302.
- Chepil, W.S. 1956. Influence of moisture on erodibility of soil by wind. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 20:288-292.
- Cole, G.W., L. Lyles, and L.J. Hagen. 1982. A simulation model of daily wind erosion soil loss. 1982 ASAE Winter Meeting, Paper No. 82-2575.
- DeJager, A. 1979. Localized stimulation of root growth and phosphate uptake in *Zea mays* L. resulting from restricted phosphate supply. pp. 391-403 In J.L. Harley and R. S. Russell (eds.) *The Soil-Root Interface*. Academic Press, New York.
- Doorenbos, J. and A.H. Kassam. 1979. Yield response to water. *Irrigation and Drainage Paper 33*. Food Agric. Org. United Nations, Rome.
- Eavis, B.W. 1972. Soil physical conditions affecting seedling root growth. I. Mechanical impedance, aeration, and moisture availability as influenced by bulk density and moisture levels in a sandy loam soil. *Plant Soil* 36:613-622.
- Eik, K. and J.J. Hanway. 1965. Some factors affecting development and longevity of leaves of corn. *Agron. J.* 57:7-12.
- Flowers, J. D., J. R. Williams, L. M. Hauck, 1996. Livestock and the Environment: A National Pilot Project NPP Integrated Modeling system: Calibration of the APEX Model for Dairy Waste Application Fields in Erath County, Texas. TIAER pr 96-07.
- Foy, C.D., H.N. Lafever, J.W. Scuartz, and A.L. Fleming. 1974. Aluminum tolerance of wheat cultivars

Godwin, D.C., C.A. Jones, J.T. Ritchie, P.L.G. Vlek, and L.G. Youngdahl. 1984. The water and nitrogen components of the CERES models. pp. 95-100 In Proc. Intl. Symp. on Minimum Data Sets for Agrotechnology Transfer, March 1983, Patancheru, India. Intl. Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.

Green, W. H. and G. A. Ampt. 1911. Studies on Soil Physics: 1. Flow of Air and Water Through Soils. *Journal Agricultural Science* 4:1-24.

Grossman, R.B., V.D. Nettleton, and B.R. Brasher. 1985. Application of pedology to plant response prediction for tropical vertisols. In Proc. Fifth Intl. Soil Classification Workshop, Sudan, November 1982.

Hagen, L.J., E. L. Skidmore, and J.B. Layton. 1988. Wind erosion abrasion: Effects of aggregate moisture. *Trans. ASAE* 31:725-728.

Hanks, R.J. 1983. Yield and water-use relationships: An overview. pp. 393-411 In H.M. Taylor, W.R. Jordan, and T.R. Sinclair, eds., *Limitations to Efficient Water Use in Crop Production*. Am. Soc. Agron., Crop Sci. Soc. Am., Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI.

Hargreaves, G.H. and Z.A. Samani. 1985. Reference crop evapotranspiration from temperature. *Applied Engr. Agric.* 1:96-99.

Harper, J.E. 1976. Contribution of dinitrogen and soil or fertilizer nitrogen to soybean production. pp. 101-107 In L.D. Hill (ed.) *Proc. World Soybean Research Conf.*

Hazen, Allen. 1930. *Flood Flows, A Study of Frequencies and Magnitudes*. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Hershfield, D.M. 1961. *Rainfall frequency atlas of the United States for durations from 30 minutes to 24 hours and return periods from 1 to 100 years*. U.S. Dept. Commerce Tech. Paper No. 40.

Izaurrealde, R.C., J.R. Williams, W.B. McGill, N.J. Rosenberg, and M.C. Quiroga Jakas. 2004. Simulating soil C dynamics with EPIC: Model description and testing against long-term data. Submitted to *Ecol. Modell.*

Jarvis, S.C. and A.D. Robson. 1983. The effect of nitrogen nutrition of plants on the development of acidity in western Australian soils. I. Effects with subterranean clover grown under leaching conditions. *Aust. J. Agric. Res.* 34:341-353.

Jones, C.A. 1983a. A survey of the variability in tissue nitrogen and phosphorus concentrations in maize and grain sorghum. *Field Crops Res.* 6:133-147.

Jones, C.A. 1983b. Effect of soil texture on critical bulk densities for root growth. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 47:1208-1211.

- Jones, C.A. 1984. Estimation of percent aluminum saturation from soil chemical data. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 15:327-335.
- Jones, C.A. 1985. *C-4 Grasses and Cereals*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Jones, C.A., C.V. Cole, A.N. Sharpley, and J.R. Williams. 1984. A simplified soil and plant phosphorus model. I. Documentation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 48(4):800-805.
- Jungk, A. and S.A. Barber. 1974. Phosphate uptake rate of corn roots as related to the proportion of the roots exposed to phosphate. *Agron. J.* 66:554-557.
- Kamprath, E.J. 1970. Exchangeable aluminum as a criterion for liming leached mineral soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 34:252-254.
- Kiniry, J.R., J.R. Williams, P.W. Gassman, and P. Debaeke. 1992. A general, process-Oriented model for two competing plant species. *Trans ASAE*. Vol.35(3):801-810.
- Kletke, D.D. 1979. Operation of the enterprise budget generator. Oklahoma State Univ., Agric. Exp. Sta. Res. Rept. P-790.
- Knisel, W.G. 1980. CREAMS, A field scale model for chemicals, runoff, and erosion from agricultural management systems. U.S. Dept. Agric. Conserv. Res. Rept. No. 26.
- Leonard, R.A., W.G. Knisel, and D.A. Still. 1987. GLEAMS: Groundwater loading effects on agricultural management systems. *Trans. ASAE* 30(5):1403-1428.
- McElroy, A.D., S.Y. Chiu, J.W. Nebgen, and others. 1976. Loading functions for assessment of water pollution from nonpoint sources. *Environ. Prot. Tech. Serv., EPA* 600/2-76-151.
- McGrann, J.M., K.D. Olson, T.A. Powell, and T.R. Nelson. 1986. Microcomputer budget management system user manual. Dept. Agric. Econ., Texas A&M Univ., College Station.
- Menzel, R.G. 1980. Enrichment ratios for water quality modeling. pp. 486-492 In W.G. Knisel, ed., CREAMS, A field scale model for chemicals, runoff, and erosion from agricultural management systems. U.S. Dept. Agric. Conserv. Res. Rept. No. 26.
- Monteith, J.L. 1965. Evaporation and environment. *Symp. Soc. Exp. Biol.* 19:205-234.
- Monteith, J.L. 1973. *Principles of Environmental Physics*. Edward Arnold, London.
- Monteith, J.L. 1977. Climate and the efficiency of crop production in Britain. *Phil. Trans. Res. Soc. London Ser. B.* 281:277-329.
- Monteith, N.H. and C.L. Banath. 1965. The effect of soil strength on sugarcane growth. *Trop. Agric.* 42:293-296.



- Muchow, R.C., D.B. Coates, G.L. Wilson, and M.A. Foale. 1982. Growth and productivity of irrigated *Sorghum bicolor* (L. Moench) in Northern Australia. I. Plant density and arrangement effects on light interception and distribution, and grain yield, in the hybrid Texas 610SR in low and medium latitudes. *Aust. J. Agric. Res.* 33:773-784.
- Mugwira, L.M., S.J. Patel, and A.L. Fleming. 1980. Aluminum effects on growth and Al, Ca, Mg, K, and P levels in triticale, wheat, and rye. *Plant Soil* 57:467-470.
- Nicks, A.D. 1974. Stochastic generation of the occurrence, pattern, and location of maximum amount of daily rainfall. pp. 154-171 In *Proc. Symp. Statistical Hydrology, Aug.-Sept. 1971, Tucson, AZ.* U.S. Dept. Agric., Misc. Publ. No. 1275.
- Nicks, A.D., L.J. Lane. 1989. Chapter 2. Weather Generator. Pp. 2.1-2.19. Profile Model Documentation. USDA-Water Erosion Prediction Project: Hillslope Profile Version. NSERL Report No. 2, USDA-ARS National Soil Erosion Research Lab., West Lafayette, Indiana 47907.
- Nyatsanga, T. and W.H. Pierre. 1973. Effect of nitrogen fixation by legumes on soil acidity. *Agron. J.* 65:936-940.
- Onstad, C.A. and G.R. Foster. 1975. Erosion modeling on a watershed. *Trans. ASAE* 18(2):288-292.
- Parton, W.J., Schimel, D.S., Cole, C.V. and Ojima, D.S., 1987. Analysis of factors controlling soil organic matter levels in Great Plains grasslands. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51, 1173-1179.
- Parton, W.J., Scurlock, J.M.O., Ojima, D.S., Gilmanov, T.G., Scholes, R.J., Schimel, D.S., Kirchner, T., Menaut, J-C, Seastedt, T., Garcia Moya, E., Kamnalrut, A. and Kinyamario, J.I., 1993. Observations and modelling of biomass and soil organic matter dynamics for the grassland biome worldwide. *Global Biogeochemical Cycles* 7, 785-809.
- Parton, W.J., Ojima, D.S., Cole, C.V. and Schimel, D.S., 1994. A general model for soil organic matter dynamics: Sensitivity to litter chemistry, texture and management. In: *Quantitative Modeling of Soil Forming Processes*, SSSA Spec. Public. No. 39, Madison, WI, pp. 147-167.
- Patterson, T.G. and T.A. Larue. 1983. Nitrogen fixation (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) by soybeans: Cultivars and seasonal effects and comparison of estimates. *Crop. Sci.* 23:488-492.
- Pavan, M.A., F.T. Bingham, and P.F. Pratt. 1982. Toxicity of aluminum to coffee in Ultisols and Oxisols amended with CaCO<sub>3</sub>, MgCO<sub>3</sub>, and CaSO<sub>4</sub>/2H<sub>2</sub>O. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46:1201-1207.
- Peech, M. 1965. Lime requirement. *Agronomy* 9:927-932.
- Penman, H.L. 1948. Natural evaporation from open, bare soil and grass. *Proc. Soc. London Ser. A* 193:120-145.
- Pesek, J., G. Stanford, and N.L. Case. 1971. Nitrogen production and use. pp. 217-269 In R.A. Olson, ed., *Fertilizer Technology and Use*. Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI.

Pierre, W.H., J.R. Webb, and W.D. Shrader. 1971. Quantitative effects of nitrogen fertilizer on the development and downward movement of soil acidity in relation to level of fertilization and crop removal in a continuous corn cropping system. *Agron. J.* 63:291-297.

Potter, K.N. and T.M. Zobeck. 1990. Estimation of soil microrelief. *Trans. ASAE* 33(1):156-161.

Potter, K.N., T.M. Zobeck, and L.J. Hagen. 1990. A microrelief index to estimate soil erodibility by wind. *Trans. ASAE* 33(1):151-155.

Priestley, C.H.B. and R.J. Taylor. 1972. On the assessment of surface heat flux and evaporation using large-scale parameters. *Mon. Weather Rev.* 100:81-92.

Putman, J., J. Williams, and D. Sawyer. 1988. Using the erosion productivity calculator (EPIC) model to estimate the impact of soil erosion for the 1985 RCA appraisal. *J. Soil Water Conserv.* 43(4):321-326.

Reddy, K.R., R. Khaleel, M.R. Overcash, and P.W. Westerman. 1979. A nonpoint source model for land areas receiving animal wastes: II. Ammonia volatilization. *Trans. ASAE* 22(6):1398-1404.

Renard, K. G., G. R. Foster, G. A. Weesies, D. K. McCool, and D. C. Yoder. 1997. Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE). U. S. Dept. Agric., Agric. Res. Ser., Agriculture Handbook Number 703

Richardson, C.W. 1981. Stochastic simulation of daily precipitation, temperature, and solar radiation. *Water Resources Res.* 17(1):182-190.

Richardson, C.W. 1982. Dependence structure of daily temperature and solar radiation. *Trans. ASAE* 25(3):735-739.

Richardson, C.W. and D.A. Wright. 1984. WGEN: A model for generating daily weather variables. U.S. Dept. Agric., Agric. Res. Ser., ARS-8.

Ritchie, J.T. 1972. A model for predicting evaporation from a row crop with incomplete cover. *Water Resources Res.* 8:1204-1213.

Seligman, N.G. and H. van Keulen. 1981. PAPRAN: A simulation model of annual pasture production limited by rainfall and nitrogen. pp. 192-221 In M.J. Frissel and J.A. van Veen, eds., *Simulation of Nitrogen Behaviour of Soil-Plant Systems, Proc. Workshop, Wageningen, Jan.-Feb. 1980.*

Sharpley, A.N., C.A. Jones, and J.R. Williams. 1990. The nutrient component of EPIC. Chapter 7, pp. 152-166 In A.N. Sharpley and J.R. Williams (eds.) *EPIC--Erosion/Productivity Impact Calculator: 1. Model Documentation.* U.S. Dept. Agric. Tech. Bull. No. 1768.

Sharpley, A.N., C.A. Jones, C. Gray, and C.V. Cole. 1984. A simplified soil and plant phosphorus model: II. Prediction of labile, organic, and sorbed phosphorus. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 48:800-805.

- Sharpley, A.N., C.A. Jones, C. Gray, and others. 1985. A detailed phosphorus characterization of seventy-eight soils. U.S. Dept. Agric., Agric. Res. Ser., ARS-31.
- Sharpley, A.N. and J.R. Williams, eds. 1990. EPIC--Erosion/Productivity Impact Calculator: 1. Model Documentation. U.S. Dept. Agric. Tech. Bull. No. 1768.
- Simanton, J.R., E. Rawitz, and E.D. Shirley. 1984. Effects of rock fragments on erosion of semiarid rangeland soils. Chapter 7, pp. 65-72 In *Erosion and Productivity of Soils Containing Rock Fragments*. Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI.
- Skidmore, E.L. 1986. Wind-erosion climatic erosivity. *Climate Change* 9:195-208.
- Soil Survey Staff. 1982. Procedures for collecting soil samples and methods of analysis for soil survey. U.S. Dept. Agric., Soil Conserv. Ser., Soil Survey Investigations Rept. No. 1 (revised August 1982). Washington, DC.
- Stockle, C.O., J.R. Williams, N.J. Rosenberg, and C.A. Jones. 1992. A method for estimating the direct and climatic effects of rising atmospheric carbon dioxide on growth and yield of crops: Part I--Modification of the EPIC model for climate change analysis. *Agric. Systems* 38:225-238.
- Stout, J.E. 1990. Wind erosion with a simple field. *Trans. ASAE* 33:1597-1600.
- Taylor, H.M. 1983. A program to increase plant available water through rooting modification. pp. 463-472 In *Root Ecology and Its Practical Application*. Intl. Symp., Gumpenstein, September 1982. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft, A-8952 Irding.
- Taylor, H.M., G.M. Robertson, and J.J. Parker, Jr. 1966. Soil strength--root penetration relations for medium to coarse-textured soil materials. *Soil Sci.* 102:18-22.
- Tollenaar, M., T.B. Daynard, and R.B. Hunter. 1979. Effect of temperature on rate of leaf appearance and flowering date of maize. *Crop Sci.* 19:363-366.
- Thornley, J.H.M. 1976. *Mathematical Models in Plant Physiology*. Academic Press, New York.
- Uchijima, Z., T. Udagawa, T. Horie, and K. Kobayashi. 1968. The penetration of direct solar radiation into corn canopy and the intensity of direct radiation on the foliage surface. *J. Agron. Meteorol. Tokyo* 3:141-151.
- U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service. 1972. *National Engineering Handbook, Hydrology Section 4, Chapters 4-10*.
- U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service. 1986. *Urban hydrology for small watersheds*. Tech. Release 55.
- U.S. Department of Commerce. 1968. *Climatic Atlas of the United States*. Environmental Science Services Administration, Environmental Data Service.

U.S. Department of Commerce. 1979. Maximum short duration rainfall. National Summary, Climatic Data.

Vitousek, P.M., Turner, D.R., Parton, W.J. and Sanford, R.L., 1994. Litter decomposition on the Mauna Loa environmental matrix, Hawaii: Patterns, mechanisms, and models. *Ecology* 75, 418-429.

Watts, W.R. 1972. Leaf extension in *Zea mays*. II. Leaf extension in response to independent variation of the temperature of the apical meristem, of the air around the leaves, and of the rootzone. *J. Exp. Bot.* 23:713-721.

Williams, J.R. 1975a. HYMO flood routing, *J. Hydrology*, 26, 17-27.

Williams, J.R. 1975b. Sediment yield prediction with universal equation using runoff energy factor. U.S. Dept. Agric., Agric. Res. Serv., ARS-S-40.

Williams, J.R. 1995. The EPIC Model. pp 909-1000 In V. P. Singh, Computer models of watershed hydrology, Water Resources Publications, Highlands Ranch, CO.

Williams, J.R. and R.W. Hann. 1978. Optimal operation of large agricultural watersheds with water quality constraints. Texas Water Resources Institute, Texas A&M Univ., Tech. Rept. No. 96.

Williams, J.R., C.A. Jones, and P.T. Dyke. 1984. A modeling approach to determining the relationship between erosion and soil productivity. *Trans. ASAE* 27:129-144.

Williams, J.R., A.D. Nicks, and J.G. Arnold. 1985. SWRRB, a simulator for water resources in rural basins. *ASCE Hydr. J.*, 111(6): 970-986.

Williams, J.R., J. G. Arnold, and R. Srinivasan. 2000. The APEX Model. Texas A&M Blackland Research Center Temple, BRC Report No. 00-06.

Wischmeier, W.H. and D.D. Smith. 1978. Predicting rainfall erosion losses, a guide to conservation planning. U.S. Dept. Agric., Agric. Handbook No. 537.

Woodruff, N.P. and F.H. Siddoway. 1965. A wind erosion equation. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 29(5):602-608.

# APEX 모델 사용 매뉴얼

## <O8O6 ver.>

**발행인** 국립농업과학원장 전혜경  
**편집인** 농업환경부장 이상범  
**기획인** 기후변화생태과장 소규호  
**집필대표** 김민경, 정재학  
**공동집필** 정구복, 홍성창, 김명현, 최순균, 손연규, 정강호, 김민영  
**편집인** 강성수, 김건엽, 김상범, 김용석, 김진호, 나상일, 박우균,  
박정수, 방혜선, 신중두, 심교문, 서상욱, 이경도, 이선일,  
이종식, 어진우, 장근창, 장용선, 정명표, 정현철, 조광진,  
최인태, 최은정, 홍석영, 황해

**발행처** 국립농업과학원 농업환경부 기후변화생태과  
전북 완주군 이서면 농생명로 166  
☎ (063) 238 - 2502

**발행일** 2015. 3.

발간등록번호 : 11-1390802-000973-01

ISBN : 978-89-480-3184-3 93520

