

DAWAST 일 유출 모의 시스템

○노 재 경

1. 서 론

DAWAST 모형(1991, 1992, 노재경, 김태철)은 우리나라의 수문기상과 유역을 고려하여 개발한 일 유출량을 모의하는 집중형 확정론적 모형이다. 유역의 토양수분저류 상태를 일별로 추적하여 이를 근거로 유출량을 모의하기 때문에 유출 반응을 잘 표현하며, 매개변수는 불포화층 최대토양수분량 UMAX, 포화층 최대토양수분량 LMAX, 포장용수량 FC, 침투수계수 CP, 유역증발산계수 CE 등 5개 밖에 안된다. 전국 57개 지점에 걸쳐 모형을 검증하였으며, 이를 바탕으로 모형을 일반화시켰다(1992, 김태철·노재경).

또한 사용자 편의를 위해 DOS 환경에서 풀다운 메뉴 형식의 사용자편의시스템을 구축하여 실무자에 배포하였으며(1992, 김태철·노재경), 몇 군데 적용된 바 있다(1994, 1995, 서울시, 대전시).

Windows95의 출현에 따라 DOS 환경의 소프트웨어는 사용에 상대적으로 불편하게 되었으며, 이에 따라 여기서는 비주얼베이직을 이용하여 Windows95 환경에서 DAWAST 모형을 보다 편리하게 사용할 수 있도록 시스템을 재구축하였다(1998, 노재경). 이는 KORESI-DSS(댐 규모 결정의 사결정시스템)에 탑재된 내용을 간추린 것이었다. KORESI-DSS(1997, 한국수자원공사)는 연속유출, 저수지 일별 모의, 홍수유출, 저수지 시간별 모의 등을 포함하고 있으며, 처음에는 단일 프로젝트로 구성하였으나 덩치가 커짐에 따라 시스템을 그룹 프로젝트로 개발, 관리할 필요성을 느꼈다. 즉, 집을 짓는데 기둥과 보로 뼈대를 이루고 벽돌로 살을 붙이는 것과 같다. 여기서 발표하는 DAWAST 일 유출 모의 시스템도 그 일환이며, KORESI-DSS의 연속유출 부분의 하나이다.

DAWAST 모형이 완벽한 것은 아니며, 모형 구조상 손 볼 곳도 있지만 일단은 DOS 환경의 것을 Windows95 환경으로 옮기는 것으로 국한하였다.

개발된 시스템은 주메뉴를 자료관리, 입력, 모의, 출력으로 구성하였고, 모의발생은 최적화, 지역화, 일반화 방법으로, 출력은 그림, 텍스트로 부메뉴를 구성하였다. 최적화 방법 메뉴에는 비선형 최적화기법인 심플렉스 기법을 탑재하였으며, 편의를 위해 초기입력인 매개변수조합을 난수발생시켜 자동으로 입력될 수 있도록 하였다. 또한 출력은 그림과 텍스트 형태로 화면, 프린터, 파일로 다양하게 자유자재로 출력할 수 있도록 하였다.

최근의 적용 예는 동상지-대아지 연계 운영의 유입량 모의(1997, 노재경과 박명기), 대곡댐-사연

댐 연계 운영의 유입량 모의(1998, 노재경) 등이다. 여기서는 모형의 입증 보다는 모형을 편하게 이용할 수 있도록 구축된 시스템의 내용을 위주로 설명하고자 한다.

2. DAWAST 모형의 개요

2.1 모형의 구조

DAWAST 모형은 일 단위의 연속유출량을 크게 강우시와 무강우시로 구분하여 모의된다. 강우시에는 직접 유출량과 기저 유출량을, 무강우시에는 기저 유출량을 계산하여 총 유출량을 모의 발생 시작일부터 종료일까지 기간은 무한대로 연속적으로 계산할 수 있게 구성되어 있다. 입력 자료는 일별 강우량, 계기 증발량이다.

DAWAST 모형의 매개변수는 U_{MAX} , L_{MAX} , FC , CP , CE 등 5개의 불수지 매개변수와 U_i , k_1 , k_2 등 3개의 추적 매개변수로 되어 있다.

DAWAST 모형의 구조는 그림 1과 같으며, 상부의 불포화 토양층과 하부의 포화토양층으로 구분하여, 상부 토양층은 직접 유출을, 하부 토양층은 기저유출을 담당하는 것으로 하였다. 직접유출은 강우, 증발산, 침투 등 불수지에 의해 상부토양층의 토양수분을 일별로 추적하여 이를 바탕으로 계산하며, 기저유출은 하부토양층의 수분량에 따라 감수곡선계수에 의해 계산한다.

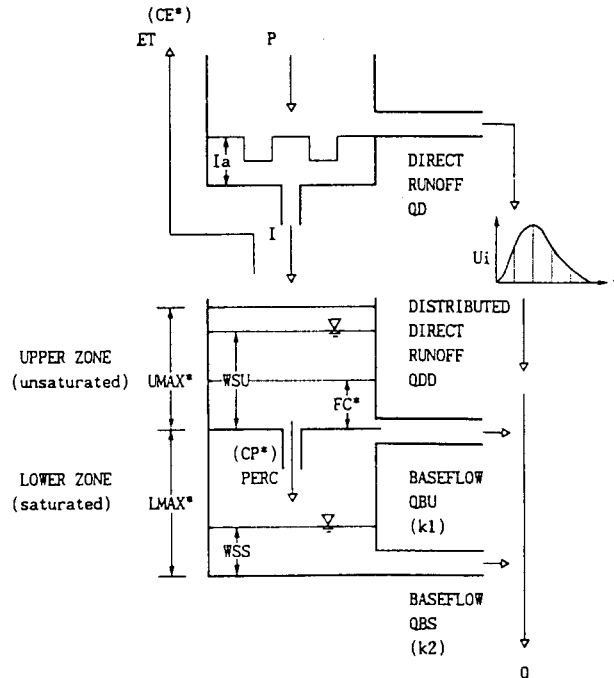


그림 1 DAWAST 모형의 구조

2.2 모형의 기본식

모형의 기본식은 직접유출, 기저유출, 불포화층의 물수지, 포화층의 물수지 등으로 구성되어 있으며 여기서는 생략한다.

2.3 모형의 보정

매개변수 보정은 최적화 기법을 이용하였으며, 물수지 매개변수는 제약조건 없는 심플렉스 기법을, 직접 유출량의 일 배분률 추적 매개변수는 제약조건 있는 Flexible Tolerance 기법을 사용하였다.

2.4 모형의 일반화

일반화는 추적 매개변수는 고정시키고 물수지 매개변수에만 국한하였다. 모형의 일반화는 관측 유출량 자료가 있는 전국 57개 지점에 대해 최적화 방법에 의해 매개변수를 결정하였고, 유역규모, 수계, 거리 기준 등에 따라 최적화 방법 지점의 매개변수를 전용하는 방법을 지역화 방법, 유역의 지형, 토양, 토지이용, 지질 등 지상인자를 최적화 방법에 의해 구한 매개변수와 연계하는 방법을 일반화 방법이라 하였다.

3. 모의 시스템 구축

그림 2는 시스템의 로그화면이고, 그림 3은 시스템의 주 메뉴화면이다. 주 메뉴는 파일, 입력, 모의, 출력, 모의결과분석 등으로 구성하였고, 모의 메뉴는 최적화 방법, 지역화 방법, 일반화 방법으로, 출력 메뉴는 텍스트 출력, 그림 출력으로 하위 메뉴를 구성하였다.



그림 2 시스템 로그화면

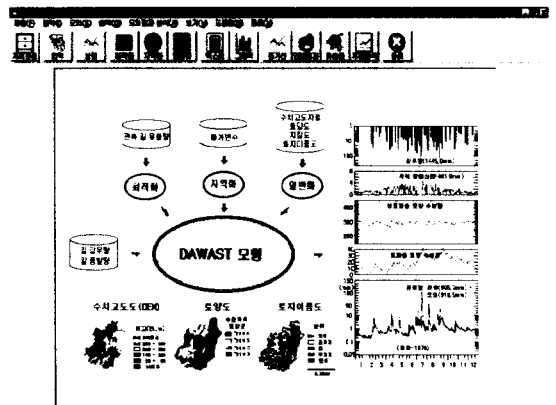


그림 3 시스템 주 메뉴

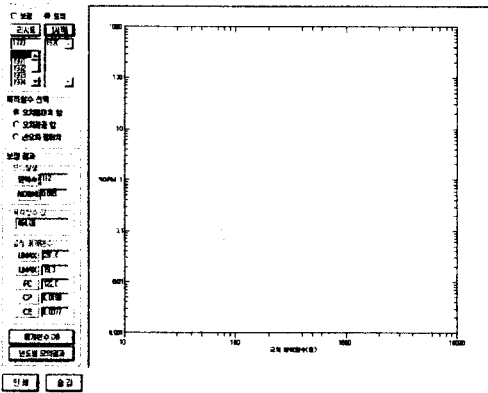


그림 4 응답 지점의 보정 예

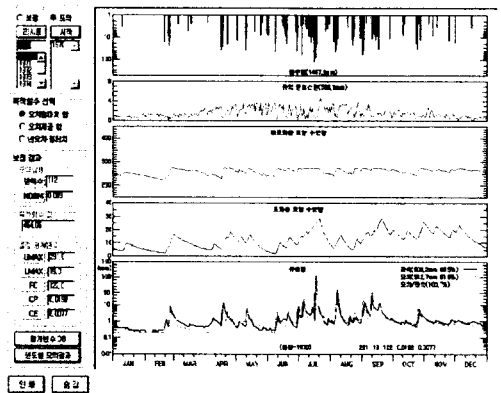


그림 5 결정된 매개변수에 의한 모의 예

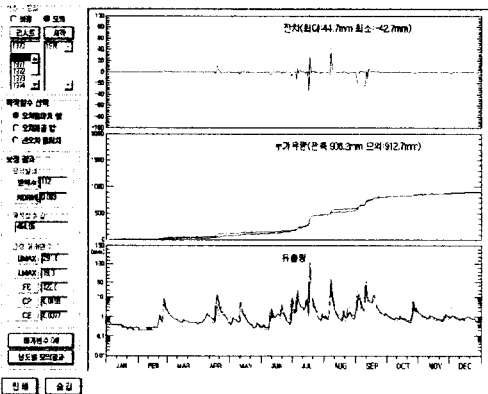


그림 6 모의 결과의 잔차 비교 예

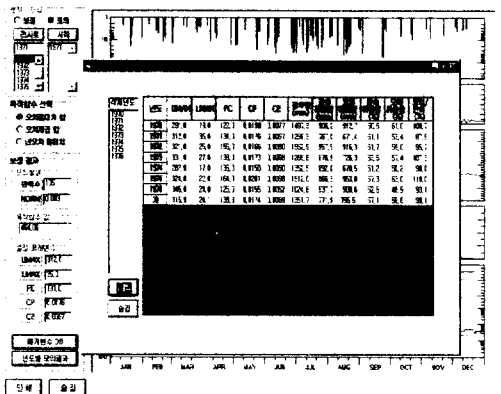


그림 7 연도별 매개변수 결정 결과

응답 : 동방 강우량 연속-모의 유동량 유출량 (단위 mm)

연도	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	9차	10차
1998	15.3	27.1	20.1	40.1	27.1	40.1	27.1	40.1	27.1	40.1
1999	16.3	28.1	21.1	41.1	28.1	41.1	28.1	41.1	28.1	41.1
2000	17.3	29.1	22.1	42.1	29.1	42.1	29.1	42.1	29.1	42.1

그림 8 연도별 매개변수에 의한 모의 결과

응답 : 동방 강우량 연속-모의 유동량 유출량 (단위 mm)

연도	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	9차	10차
1998	15.3	27.1	20.1	40.1	27.1	40.1	27.1	40.1	27.1	40.1
1999	16.3	28.1	21.1	41.1	28.1	41.1	28.1	41.1	28.1	41.1
2000	17.3	29.1	22.1	42.1	29.1	42.1	29.1	42.1	29.1	42.1

그림 9 평균 매개변수에 의한 모의 결과

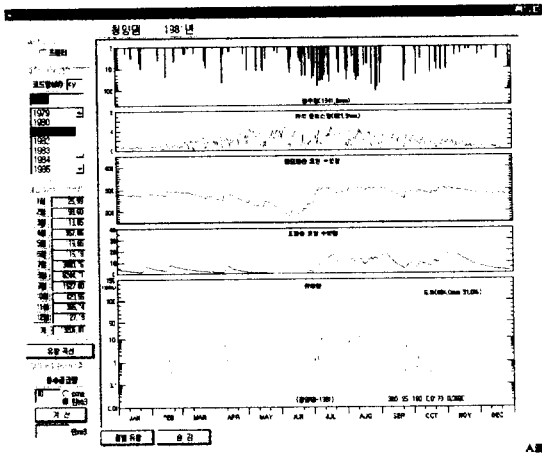


그림 10 지역화 방법에 의한 모의 예

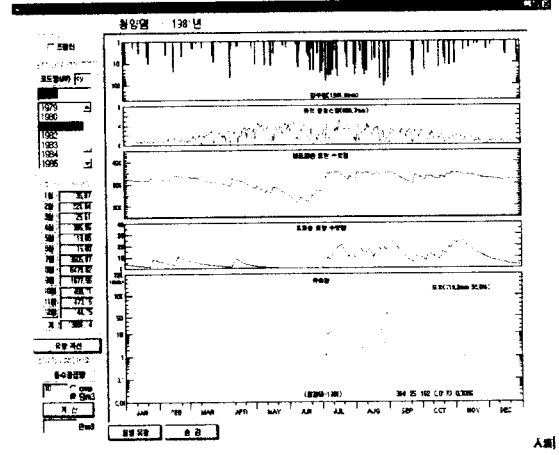


그림 11 일반화 방법에 의한 모의 예

유출량 1970년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
관측 유출량	2,175	2,530	5,957	2,158	4,805	5,268	67,919	7,792	302,668	5,449	1,822	27,396	392,360
모의 유출량	2,175	2,530	5,957	2,158	4,805	5,268	67,919	7,792	302,668	5,449	1,822	27,396	392,360
오차	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

상세한 수문학적 데이터와 모의 결과에 대한 설명이 포함된 표입니다.

그림 12 모의 결과 텍스트 출력 예

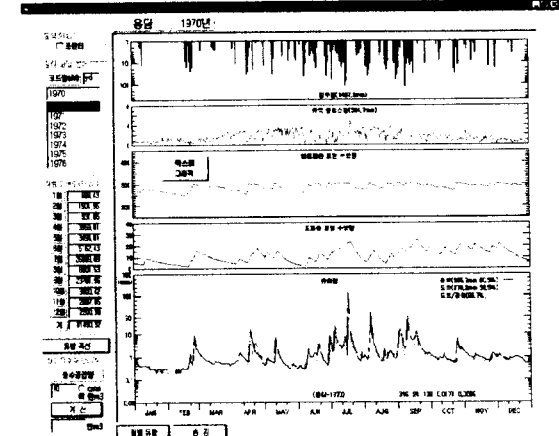


그림 13 모의 결과 그래프 출력 예

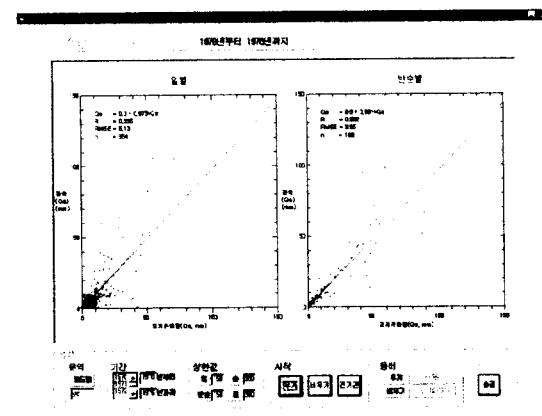


그림 14 관측-모의 유출량 등가선 비교(일별, 반순별)

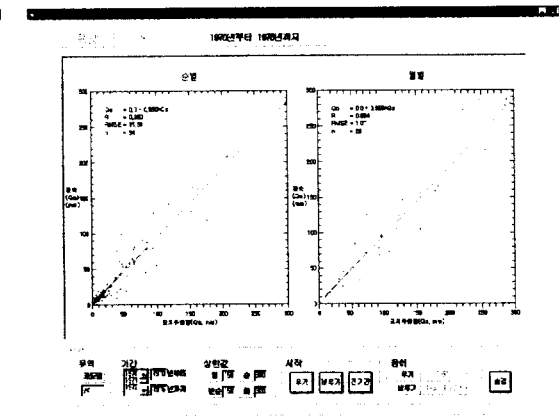


그림 15 관측-모의 유출량 등가선 비교(순별, 월별)

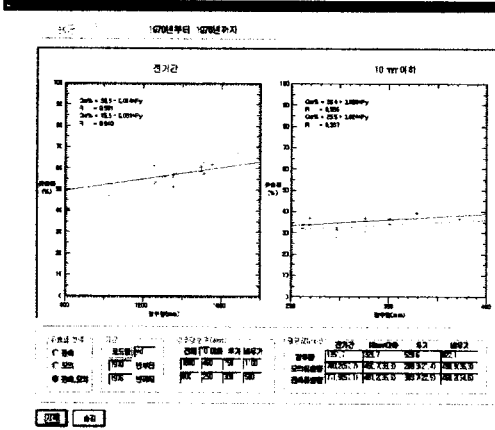


그림 16 유출률 분석 예(전체, 10mm 이하)

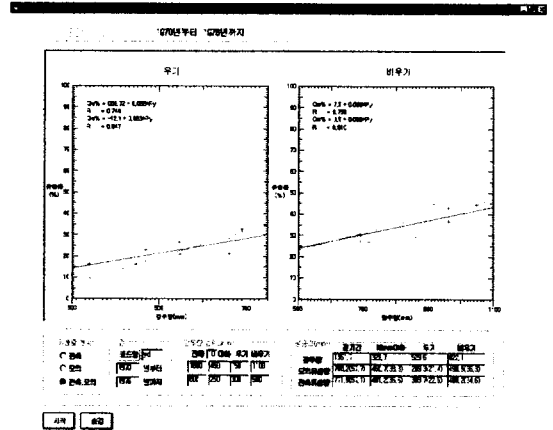


그림 17 유출률 분석 예(우기, 비우기)

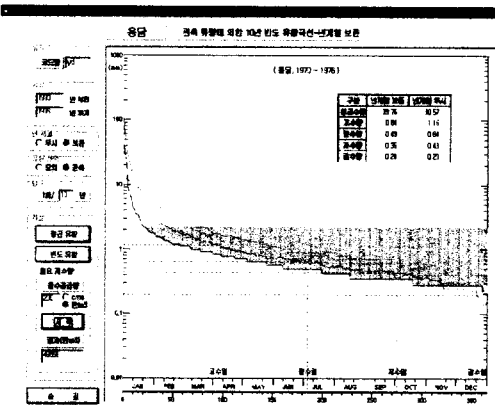


그림 18 유황분석 예(관측, 시계열 보존)

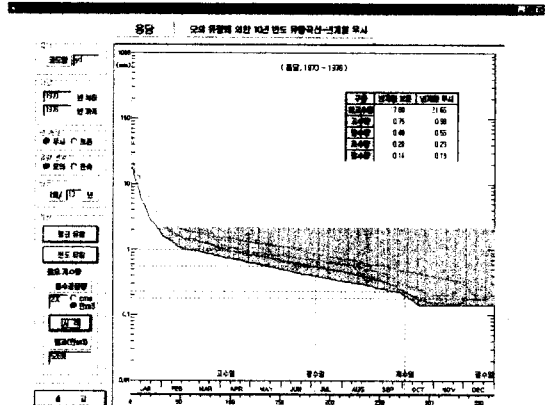


그림 19 유황분석 예(모의, 시계열 무시)

4. 결론

모의 뿐만아니라 입출력 관리, 모의결과를 이용한 여러 가지 분석 등을 포함하였기 때문에 모의 시스템이라 이름을 붙였다. 시스템 구축 내용은 지면관계상 그림으로 대체하였으며, 적용 예도 생략하였다.

DAWAST 모형이 1991년에 개발된 지 8년이 지났으며, 그동안 여러 곳에 적용되어 왔다. DAWAST 모형을 보다 편리하게 사용하고, 모의 결과를 다양하게 적용할 수 있도록 윈도우 시스템으로 새롭게 구축하였다. 그러나, DAWAST 모형이 구조상 완벽한 것은 아니며, 앞으로 개선의 여지가 남아 있다는 것을 밝힌다.