DAWAST 모형의 개선

Improvement of the DAWAST Model

*이 재 면 · 김 태 철(충남대)

Lee, Jae-myun · Kim, Tai-cheol

Abstract

This model is the daily streamflow model of the Korean watersheds has been developed to simulate the daily streamflow with the data of daily rainfall and pan evaporation. Parameters of this model are the water balance parameters composed Umax, Lmax, FC, CP, and CE and the routing parameters composed U_i, k_1 and k_2.

Among these parameters, CE value is applied one fixed value during the year and coefficient of initial abstraction K is empirically determined by 0.2.

The object of this research is to improve the DAWAST model by application of the monthly value of CE for evapotranspiration and the revised K value for the initial abstraction.

I. 서론

본 모형은 "한국 하천의 일 유출 모형"으로 일 강우량과 증발량의 간단한 자료로 일 유출량을 추정함으로써 일별 물 수지 분석으로 저수지의 저수 용량, 이수 관리 등 각종 수자원 계획 수립과 수리 구조물 설계와 관리의 기초 자료를 제공한다. 이 모형은 유출 자료의 유무, 유역 규모와 유역 특성 인자의 조사 여부에 따라 최적화 모형, 일반화 모형과 지역화 모형으로 구성되어 있으며, 매개변수로는 불포화층의 토양수분량(Umax), 포화층의 토양수분량(Lmax), 포장용수량(FC), 심층침투계수(CP), 증발산계수(CE)의 5개의 물수지 매개 변수와 일별배분율(U_i), 감수곡선계수(k_1, k_2)의 3개의 추적 매개 변수를 필요로 하며, 초기손실계수 K는 0.2를 적용하고 있다.

본 연구의 목적은 연간 일률적으로 적용되는 증발산계수 CE와 강우의 규모에 상관없이 적용되는 초기손실계수 K를 보정하여 좀 더 나은 모형으로 개선하는 것이다.

II. 자료 및 방법

2.1 DAWAST모형의 개념 및 구성

DAWAST(Daily WAtershed STreamflow model)모형은 우리 나라의 기상과 지형특성을 고려하여 일 강우량과 증발량을 입력하여 일 유출량을 모의 발생하는 모형이다(김등, 1992). 이 모형은 개념화모형으로 최적화모형, 일반화모형 및 지역화모형으로 구성되어 있으며, Fig.1 과 같이 지표면, 불포화층과 포화층의 3개저수층으로 단순화하여 강우-유출의 유역 수문반응을 개념화하였다.

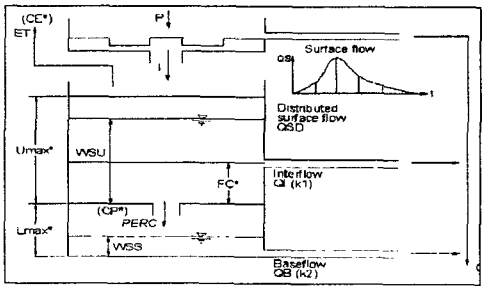

Fig. 1 Structure of the DAWAST model

2002년도 한국농공학회 학술발표회 논문집 (2002년 10월 12일)

2.2 대상 유역 및 분석자료

충북 청원군의 초정 미원지구를 시험 유역으로 선정하여, 각종 수문·기상자료를 수집하였다. 유역현황을 살펴보면, 금강 상류 미호천 지류로 유역면적 28.3km^2, 주하천장 6.75km, 주변장 25.25km, 유역경사 0.0806이고, 관측자료는 자동수위계, 토양수분측정기, 지하수위측정기 및 강우계를 설치하여 시간별 자료를 측정하였으며, 정기적으로 유량측정을 하여 수위-유량과의 관계를 알아 보았다.

2.3 유역 증발산량 추정

2.3.1 토양수분과 지하수를 고려한 유역증발산계수 산정

기존의 DAWAST모형은 연간 유역 증발산계수인 CE가 일률적으로 적용된다. CE의 추정방법은 Beken식(1979, A monthly water balance model applied to two different watersheds, Beken)에 의하여 추정하였으며, 이때의 CE는 년 단위의 계수로서, 이는 각 월별로 유역피복상태가 고려되지 않아 부정확한 증발산량이 추정될 수 있다. 그래서 일별 또는 기간별로 CE계수를 제시하고자 토양수분량과 지하수를 고려하여 유역증발산계수 CE를 일별로 계산하였다. 유역증발산량 ET는 물 수지식과 Beken식으로 나타낼 수 있다.

$$\text{물수지식} : ET = P - Q - G \pm \Delta S \quad (1)$$

$$\text{Beken식} : ET_i = EO_i(1-e^{-CE \times WSU}) \quad (2)$$

$$EO_i = C \times EP_i \quad (3)$$

P : 강우량(mm), Q : 유출심(mm), G : 토양수분변화량(mm), S : 지하수위변화량(mm)

EO_i : i 일의 잠재증발산량(mm), EP_i : i 일의 증발접시증발량(mm)

C : 월별 유역피복계수, CE : 유역 증발산계수, WSU : 토양수분량(mm)

물 수지식을 일별로 적용하면 증발산량이 음의 값이 나올 수 있는데, 증발산량이 음의 값이 나올 경우 증발산계수 CE 역시 음의 값으로 나온다. 이는 강우량이 매우 큰 경우로써 강우량이 클 경우 단기간의 물 수지식으로는 물 수지를 설명하기 힘들기 때문으로, 이를 방지하기 위하여 기간별로 계산하는 것이 안정적인 값이 나타나며, 일반적으로 널리 쓰이는 월별 물 수지를 이용하여 CE 값을 추정하였다.

2.3.2 초기손실계수 K 산정

기존의 DAWAST모형은 유역토양수분의 연속처리와 모형의 연속적 모의 발생에 적합하도록 SCS의 최대 저류능 개념에서 불포화층의 유효저류능 Sa개념으로 변형하여 식(6)과 같이 최대저류능과 현재의 토양수분량의 차이로 적용하였다.

$$S = 25{,}400 / (CN - 254) \quad (SCS) \quad (4)$$

$$Q = (P - 0.2S)^2 / (P + 0.8S) \quad (5)$$

$$Sa = Umax - WSU,\ Umax > WSU \quad (DAWAST) \quad (6)$$

$$QS = (P - 0.2Sa)^2 / (P + 0.8Sa) \quad (7)$$

Sa : 유효 저류능(mm), QS : 표면 유출량(mm)

Umax : 불포화층의 최대 토양수분량(mm), WSU : 불포화층의 현재토양수분량(mm)

본 모형에서는 초기손실계수 K를 0.2로 취하여 초기손실량 Ia=0.2Sa 로 구하였다. 그러나, 초기손실계수 K는 강우의 규모에 영향을 받는다. 연구사례를 살펴보면, 30mm이하는 0.25, 30-80mm는 0.23, 80-200mm는 0.2, 그리고 200mm 이상은 0.1로 보정한 결과 유효우량 추정의 정확도가 크게 향상되었다고 보고되었다. 유효저류능(Sa) 값이 크면 같은 호우사상이 있어도 유효우량이 작아지며, 반대로 유효저류능(Sa) 값이 작아지면 유효우량 커지는 것으로 나타났다. DAWAST모형에서도 이를 반영하기 위하여 식(7)를 식(8)같은 관계식으로 바꾸어 K를 구하여, K와 Sa의 관계를 DAWAST 모형에 반영하였다.

$$QS = (P - K \cdot Sa)^2 / \{ P + (1 - K) \cdot Sa \} \quad (8)$$

$$K = a \cdot Sa^b \quad (9)$$

Ⅲ. 결과 및 고찰

3.1 월별 유역증발산계수의 적용 및 결과

초정 미원지구에서 정기적으로 평·저수량을 측정하였으며, 토양수분량 및 지하수위 변화량을 측정하여 식(1)의 물수지식에 의하여 일별 증발산량 ET를 산정하고, 이를 월별로 평균을 취하여 식(2)의 Beken식을 이용하여 월별 증발산계수 CE를 계산하여 적용하였다.

Table 1. ET and CE of monthly calculation (unit : mm)

	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Total
Precipitation	7.7	8.0	8.9	233.5	129.0	70.8	7.0	464.9
Runoff	4.8	6.0	13.3	71.8	100.9	24.5	7.2	228.5
△WSU	-1.21	-12.59	-6.55	34.48	-20.00	-14.22	-15.51	-35.6
△Ground water level	0.00	0.00	-0.04	0.16	0.02	0.03	-0.00	0.17
ET	4.11	14.59	2.19	127.06	48.08	60.49	15.31	271.8
CE	0.00077	0.00135	0.00144	0.01153	0.00372	0.00431	0.00151	-

실제 연 유출량은 252.5mm이고, 강우가 집중된 6~8월의 유출량은 191.7mm이다. 이에 대하여 하나의 CE값을 적용한 기존의 DAWAST모형에서는 연 유출량은 256.5mm (101.57%)로 추정하였으며, 6~8월의 경우에는 180.9mm(94.4%)로 추정하였다. 이에 비하여 월별 CE값을 적용한 새로운 DAWAST모형에서는 연 유출량이 267.2mm(105.8%)로 기존 DAWAST모형에 비해 다소 높게 추정되었으나, 6~8월의 유출량을 살펴보면 189.1mm (98.7%)로 실측치에 가깝게 추정되었다.

3.2 새로운 초기손실계수의 적용 및 결과

기 관측된 초기손실계수 $K = 0.053Sa^{0.34}$를 적용하였다. 이는 유역면적이 서로 비슷한 논양지점, 수촌지점, 우성지점의 3개 지점을 대상으로 각각의 지점에 대하여 초기손실을 구하고, 3개 지점의 자료를 모두 적용하여 얻은 결과이다.

실제 연 유출량은 252.5mm이고, 6~8월의 유출량은 191.7mm이다. 이에 대하여 초기손실계수 0.2를 적용한 기존의 DAWAST모형에서는 연 유출량은 256.5mm(101.57%)로 추정하였으며, 강우가 집중된 6~8월의 경우에는 180.9mm(94.4%)로 추정하였다. 이에 비해 초

기손실계수 K = $0.053Sa^{0.34}$ 를 적용한 DAWAST모형에서는 연 유출량이 259.0mm (102.6%)로 기존의 모형보다 다소 높게 추정되었으나, 6~8월의 유출량을 살펴보면 183.1mm(95.5%)로 기존의 DAWAST 모형보다 실측치에 가깝게 추정되었다.

3.3 유역증발산계수와 초기손실계수 적용 및 결과

월별 유역증발산계수 CE와 초기손실계수 K를 동시에 적용하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 실제 년 유출량 252.5mm에 대해서는 기존의 DAWAST모형(256.5mm, 101.6%)에 비해 다소 많은 271.2mm(107.4%)로 추정되었지만, 6~8월의 경우에는 기존의 DAWAST모형(180.9, 94.4%)에 비해 192.6mm(100.4%)로 거의 실측치와 같게 추정되었다.

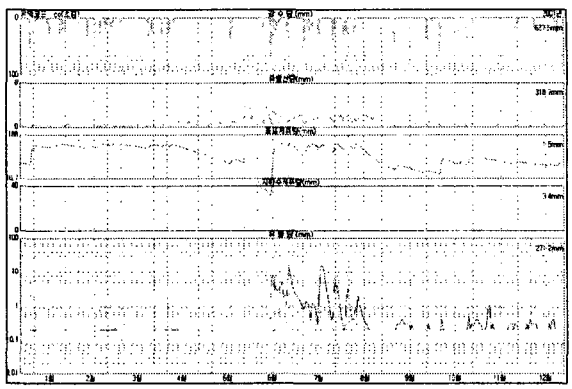

Fig. 2 Daily hydrogic curves in Cho-jung (2001)

Ⅳ. 결론

기존의 DAWAST모형은 연간 유역 증발산계수인 CE가 일률적으로 적용되며, 초기손실계수 K는 0.2가 적용된다. 이를 수정한 DAWAST모형은 연간 CE가 아닌 월별 CE를 적용하였으며, 초기손실계수 K는 0.2가 아닌 $K=0.0053Sa^{0.34}$를 초정 미원지구에 적용한 결과 다음과 같다.

Table 2. Application of new CE and K (unit : mm)

Division	Application of New CE and K / Estimate runoff				Observed runoff
CE	×	○	×	○	
K	×	×	○	○	
Total Runoff	256.5 (101.6%)	267.2 (105,8%	259.0 (102.6%)	271.2 (107.4%)	252.5
6~8 Month	180.9 (94.4%)	189.1 (98.7%)	183.1 (95.5%)	192.6 (100.4%)	191.7

참고문헌

1. 김태철, 1992, 한국 하천의 일 유출 모형 구조와 사용 지침, 충남대학교 농업과학연구소
2. 김태철, 1994, 저수지 치수관리에 관한 연구, 농림수산부 농어촌진흥공사
3. 박성우 외 1995, 응용수문학, 향문사
4. 정덕철 외, 1999, Master Bible Visual Basic, 영진출판사
5. 한영민, 2002, 토양수분량을 고려한 유역 증발산량 추정, 충남대학교 석사학위논문
6. 이동현, 2002, 유효우량 산정시 유역토양수분량을 고려한 초기손실량추정, 충남대학교 석사학위논문