

관개저수지의 한발평가 및 예측모형

Evaluation and Forecasting Model for the State of Drought in the Irrigation Reservoir

이 성 희*(농기공) · 이 재 면(충남대) · 김 태 철(충남대)
Lee, Sung Hee · Lee, Jae Myun · Kim, Tai Cheol

Abstract

The severity of drought could be evaluated by the accumulative rainfall method, soil moisture condition method, storage ratio method, and water supply restriction intensity method, etc.

The pattern of drought could be forecast with the most similar pattern of accumulative rainfall out of the file of past rainfall history. The information that how much rainfall should be expected to overcome the present drought could be obtained from the reservoir storage ratio and soil moisture condition.

I. 서 론

94~95년의 극심한 가뭄을 겪었음에도 95년의 집중호우를 경험함으로써 “비가오면 그만”이라는 가뭄에 대한 인식이 변화되지 못하고 있다. 물론 가뭄발생의 원인을 ENSO(El Nino-Southern Oscillation)와 같은 이상기후현상에서 찾는 연구가 지속되고 있는 상황에서 어쩌면 가뭄은 필연적으로 볼 수 있겠으나, 다양한 기상·수문자료를 통하여 가뭄상태(한발)를 평가하고 향후 한발의 경향을 예측함으로써 관개저수지의 효율적인 운영을 통한 한발의 피해를 최소화하는 인간의 노력이 요구된다.

한발을 평가하는 방법에는 Palmer(수분부족량과 수분부족기간의 함수), SWSI(표면유출공급지수), Phillips(월강수량의 초과확률), Herbst(월별가중계수법), Hersh-field(과우일수에 의한 가뭄빈도), L-moment, 토양습윤지수 등을 이용한 것이 있으나, 이 연구에서는 누가강수량, DAWAST(일유출모형)를 이용하여 추출된 유역토양수분량, 일별 저수율, 이수관리곡선을 이용한 급수제한강도로부터 한발을 평가하고 과거의 자료로부터 유사한 패턴을 찾아내어 한발예측까지 가능케 하므로써 한발시 관개저수지의 수자원을 효율적으로 운영관리할 수 있는 틀을 마련하도록 하였다.

II. 자료 및 방법

1. 분석자료

본 연구의 대상 관개저수지는 농업기반공사 예당지부에서 관리하는 예당저수지로서 총저수량 4,710ha-m, 유역면적 37,360ha이며 관개면적 8,788ha이지만 금년과 같은 가뭄시에는 삼교호와 일부 대체급수를 실시하여 실관개면적은 가변적이다. 기상·수문자료는 과거 1970년부터 2000년 6월 22일까지의 강우량, 저수위, 계기증발량등의 자료를 사용하여 이를 분석하여 DAWAST를 통한 토양수분량과 이수관리곡선을 통한 급수제한강도를 산정하였다.

표. 1 예당지 제원

구분	단위	성과	구분	단위	성과
유역면적	ha	37,360	관개면적	ha	8,788
총저수량	ha-m	4,710	유효저수량	ha-m	4,607
만수위	El.	22.5	사수위	El.	14.5
제한수위	El.	21.5	홍수조절용량	MCM	10.0

2. 새로운 한발평가모형 및 예측방법

과거 누가강수량과 금년 현재까지의 누가강수량을 비교하여 가뭄정도를 평가하는 방법, 유역토양수분량으로부터 가뭄정도를 평가하는 방법, 저수율로부터 가뭄정도를 평가하는 방법, 그리고 급수제한강도(%·day)로부터 가뭄정도를 평가하는 방법 등 4가지의 관개저수지 한발평가모형을 개발하였다.

가. 누가강우량

오늘까지의 예년 누가강수량과 금년 누가강수량의 비교로부터 가뭄정도를 파악하는 방법으로 인근 서산축후소의 일강수량을 누가하여 오늘(예 6월 22일)까지의 누가강수량이 과거 30년간의 일강우자료를 비교분석하여 가뭄정도를 평가한다.

나. 유역토양수분량

유역의 토양수분상태는 강수량과 증발산량의 결과로서 가뭄의 정도를 종합적으로 나타내는 지표가 될 수 있고, DAWAST모형으로부터 유역의 토양수분변화를 일별로 비교분석하여 가뭄정도를 평가한다.

다. 저수율

저수지의 저수위는 그 지역의 가뭄상태를 가장 구체적으로 나타내는 가뭄지표로서 과거 30년간의 저수위자료를 비교분석하여 가뭄정도를 평가한다.

라. 급수제한강도

과거 30년간의 저수위기록을 이수관리곡선에 4월부터 9월까지 적용하여 급수제한강도(일별 %·day)를 구하였고, 4월부터 현재까지의 %·day를 계산한 뒤 비교분석하여 현재의 가뭄정도를 평가한다.

비교분석방법은 30년치의 자료로부터 최고년, 최저년, 10년빈도년, 평균년의 자료와 현재의 자료를 비교분석하여 가뭄정도를 평가하였고, 30년치 자료중 가장유사한 패턴을 선택하여 향후 가뭄패턴을 예측하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 누가강수량으로부터 가뭄평가 및 예측

누가강수량으로부터 비교한 결과 작년 10월 1일부터 오늘까지의 강우량은 365.2mm로 10년 빈도에 해당하는 340.1mm보다 약간 높게 나타났으면 1981년의 강우패턴으로 이어질 것으로 예측할 수 있었다.

표. 2 예당지 30년간의 10월1일~6월22일 까지의 누가강수량 비교

구 분	현 재	최 대	최 소	평 균	10년 빈도
누가강수량 (mm)	365.2	666.4	288.0	559.0	340.1

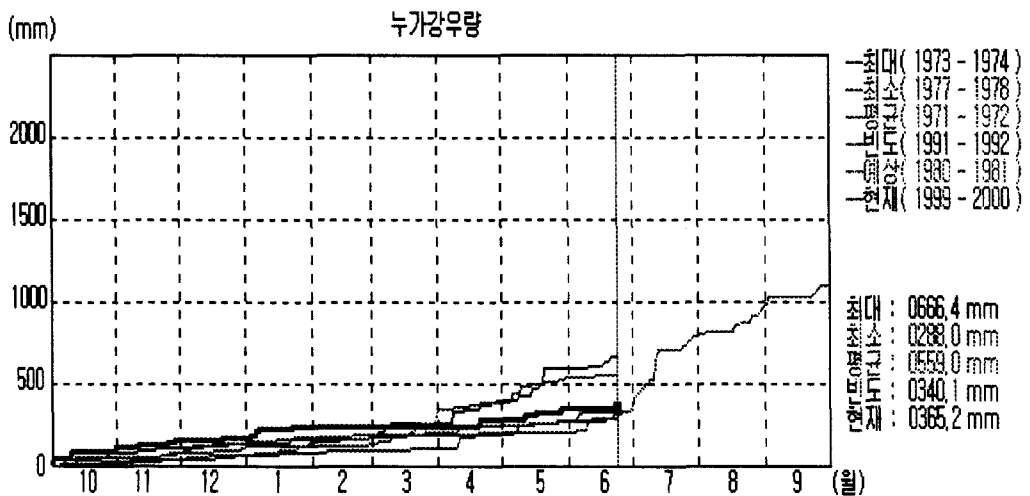


그림. 1 과거 누가강수량과 금년 누가강수량의 비교로 부터 가뭄평가 및 예측

2. 유역토양수분량으로부터 가뭄평가

예당지에 적용한 DAWAST모형의 매개변수와 유역수문반응해석은 다음과 같고,
 표. 3 DAWAST모형의 적용 매개변수

구분	물 수지 매개변수					추적 매개 변수					비고
	Umax	Lmax	FC	CP	CE	U ₁	U ₂	U ₃	K ₁	K ₂	
값	320mm	30mm	130mm	0.020	0.007	0.52	0.37	0.11	유도식		

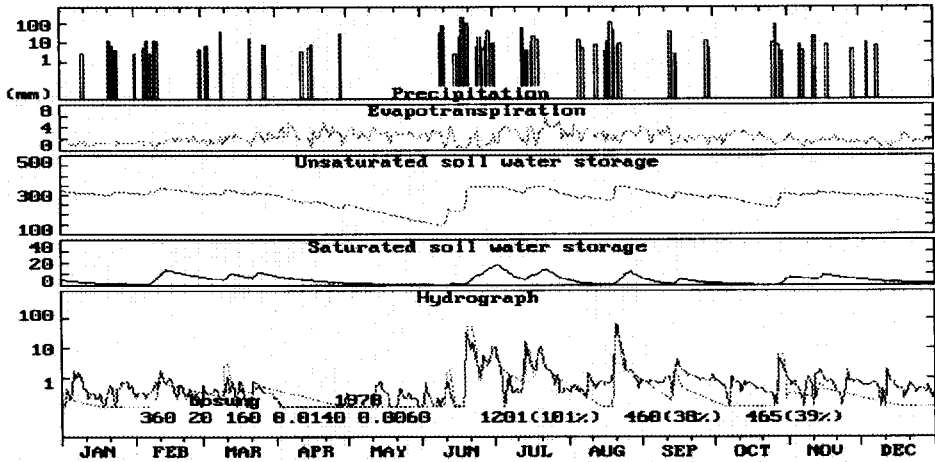


그림. 2 DAWAST모형에 의한 유역 수문반응해석

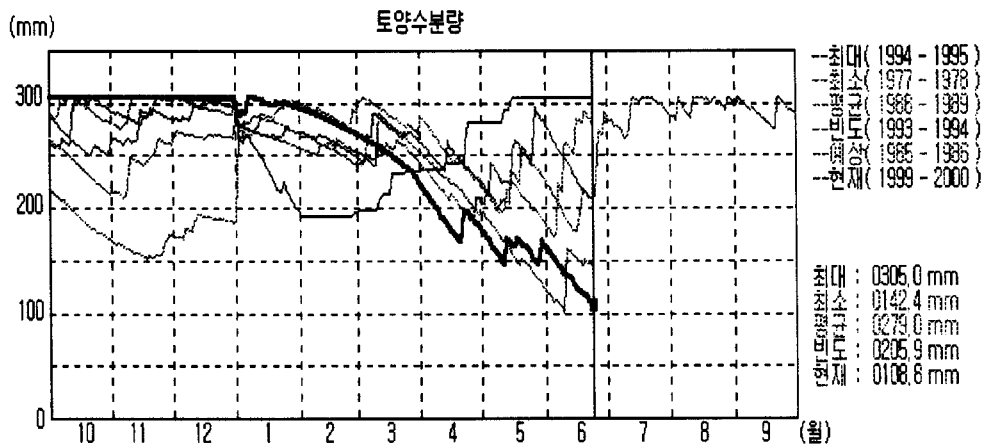


그림. 3 과거 유역토양수분량과 유역토양수분량의 비교로부터 가뭄평가 및 예측

그림. 3에서 유역토양수분상태로 가뭄을 판단할 때, 6월22일 현재 유역토양수분량은 108.8mm로 30년 빈도가가뭄년 142.4mm보다 더 가뭄상태이며, 1986년의 토양수분량의 변화를 따라 갈 것으로 보인다.

표. 4 예당지 30년간의 10월1일~6월22일 까지의 유역토양수분량 비교

구 분	현 재	최 대	최 소	평 균	10년 빈도
유역토양수분량(mm)	108.8	305.0	142.4	279.0	205.9

3. 저수율로부터 가뭄을 평가하는 방법

예당지의 과거 30년자료를 분석한결과, 그림. 4에서와 같이 1999~00년 6월22일 현재의 예당지 저수율은 21%로 보이고 10년 빈도 18%에 약간 못 미치지만, 기준저수율 31.1%를 밑돌고 있으므로 용수공급에 제한을 받을 것이다. 또한 1988년의 저수위변화의 패턴으로 이어질 것으로 예측된다.

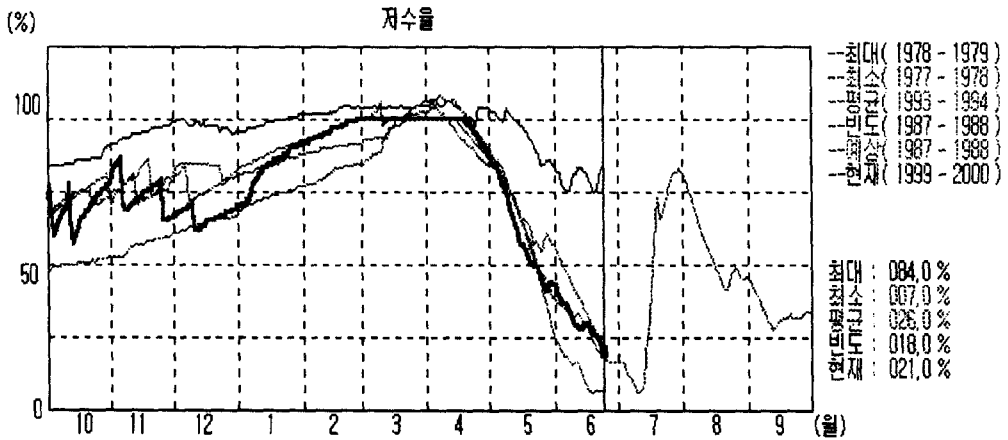


그림. 4 과거 저수율과 금년 저수율의 비교로부터 가뭄평가 및 예측

표. 5 예당지 30년간의 10월1일~6월22일까지의 저수율 비교

구 분	현 재	최 대	최 소	평 균	10년 빈도
저 수 율 (%)	21.0	84.0	7.0	26.0	18.0

4. 급수제한강도 (%·day)로부터 가뭄을 평가하는 방법

과거 30년(1970~00)간의 예당지의 저수위기록을 이수관리곡선에 적용하여 급수제한강도를 구하였고, 금년 4월부터 현재까지의 %·day를 계산한 결과는 다음과 같다.

예를들면, 예당지 2000년 6월22일까지 %·day를 분석하면 4월은 160%·day, 5월은 1110%·day, 6월 22일까지는 810%·day이므로 4월부터 6월22일까지는 2,080%·day 이다. 이는 10년빈도 %·day 값인 2,090%·day와 비슷하므로 현재의 저수지 가뭄정도는 10년빈도 가뭄 정도로 평가한다. 보통 6월22일까지가 전체의 74%를 차지하므로 앞으로 9월말까지는 2,811%·day가 예상할 수 있다.

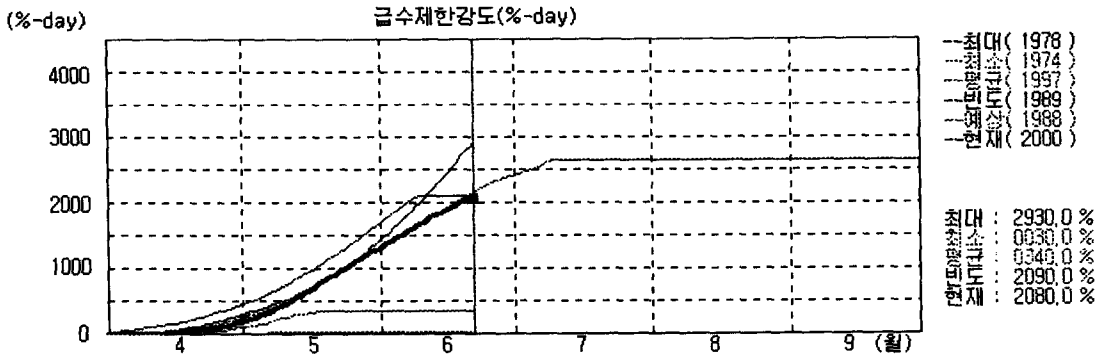


그림. 5 급수제한강도 (%·day)로부터 가뭄평가 및 예측

표. 6 예당지 30년간의 4월1일~6월22일까지의 제한급수강도 비교

구분	현재	최대	최소	평균	10년 빈도
제한급수강도 (%·day)	2,080	2,930	30	340	2,090

IV. 결 론

분석결과 급수는 6월 20일현재 94~95년이후 가장 가뭄은 해로 약 10년빈도의 가뭄으로 나타나고 있다. 예당저수지를 모델로 하여 과거 기상자료와 지난 30년간의 실제 저수위 기록으로부터 과거 누가강수량과 급수 현재까지의 누가강수량을 비교하여 가뭄정도를 평가하는 방법, 유역토양수분량으로부터 가뭄정도를 평가하는 방법, 저수율로부터 가뭄정도를 평가하는 방법, 그리고 급수제한강도(%·day)로부터 가뭄정도를 평가하는 방법 등 4가지의 관계저수지 한발평가모형을 개발하여 가뭄에 대한 수치화된(빈도처리)평가와 과거 자료로부터 유사한 패턴을 찾아내어 한발예측까지 가능케하므로써 한발시 관계저수지의 수자원을 효율적으로 운영할수 있게 하였다.

참고문헌

1. 김선주 외, 관개용 저수지의 한발지수산정 한국농공학회지 1995, 12 v.37, n.6,
2. 김태철, 1999, 관개저수지의 한발 및 홍수예측기법과 관리지침개발
3. 김태철, 1993, 관개저수지의 이수관리(IRRIMA)모형구조와 사용지침
4. 김태철, 1993, 한국하천의 일유출 모형구조와 사용지침
5. 김태철 외, 농업한발지수 설정에 관한 연구, 한국농공학회지 1988, 03 v.30, n.1,
6. 김태철 외, 관개저수지의 이수관리방법, 한국농공학회지 1992, v.34, n.1,
7. 김현영 외, 우리나라 농업한발 지수의 결정, 한국수자원학회 학술발표회 논문집 1996, 05
8. 윤용남 외, Palmer의 방법을 이용한 가뭄의 분석, 한국수자원학회지 1997, 08 v.30, n.4,
9. 전경은, 토양수분량의 평가에 의한 한국가뭄, 한국환경과학회지 1995, v.4, n.1,
10. 최영진, 가뭄의 원인과 예측, 한국수자원학회지 1995, 02 v.28, n.1,