

기상자료를 이용한 일 증발량 추정

Estimation of Daily Evaporation Using Meteorological Data

○노재경

1. 서론

수문순환에서 증발량이 차지하는 비중은 대전의 경우 강수량의 56.2%에 이르렀다(계기 증발량의 70%로 1969~2001년 평균). 수자원을 계획하고 운영하는데 증발량은 유출해석, 저수면 증발량 계산, 작물 소비수량 계산 등에서 고려되는 주요 항목이다. 그럼에도 불구하고 증발량을 측정하는 관측소는 현재 전국 73개소 기상관측소 중에서 21개소에 불과하다(2001, 기상월보).

기상월보의 일별기상자료는 평균해면기압, 기온, 최저초상온도, 평균이슬점온도, 상대습도, 바람, 평균운량, 증발량, 강수량, 일조시간, 최심신적설, 최심적설, 수평면일사량 등 13개 항목이다. 이 중에서 평균운량, 증발량, 최심신적설, 최심적설, 수평면일사량 등 5개 항목은 관측소에 따라 관측되지 않는 경우가 많으며, 나머지 항목은 모든 관측소에서 관측되고 있다.

증발량에 영향을 미치는 기상요소는 온도, 습도, 바람, 강수, 일조시간, 수평면일사량 등을 들 수 있으며, 모든 관측소에서 계속 관측되는 기상자료만을 이용하여 일 증발량을 모의하는 공식을 제시하여 이 공식이 증발량 관측자료가 없는 지역에서 증발량 자료를 생산하는데 사용할 수 있는지 살펴보았다.

2. 자료 및 방법

2.1 연구 자료

기상월보에 나타난 13개 항목의 일 기상자료 중에서 현재 모든 관측소에서 관측되고 있으며 증발과 관계되는 것으로 생각되는 자료는 일조시간, 평균온도, 상대습도, 풍속, 강수량 등 5개 항목이다. 관측소는 지역분포를 고려하여야 하지만 여기서는 공식의 사용가능성만을 판단하는 것으로 하였다. 따라서, 대상 관측소는 대전기상청 1개소로 하였다. 대전기상청은 1969년부터 관측을 개시하였으며, 관측개시후 일조시간, 평균온도, 상대습도, 풍속, 강수량, 증발량 자료를 일별로 수집하였다.

충남대학교 농업생명과학대학 조교수

그림 1은 수집자료를 분석한 예이며, 전기간에 대해 그림을 통해 자료를 검정하여 사용하였다. 한편, 그림 2는 월 증발량을 온도만의 함수로 추정하는 공식을 제시하여 월 단위의 저수량 변화 모의에서 사용하였으며(2001, 노), 여기에서 증발량-온도 관계를 살펴보기 위해 대전의 1969~2001까지 중첩시켜 나타낸 것이다.

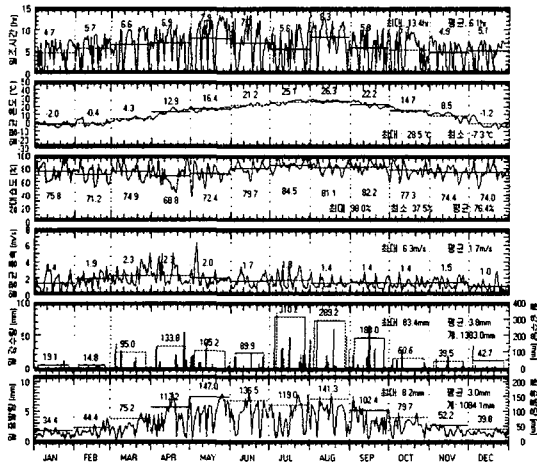


그림 1 기상자료 분석 예(대전, 1975)

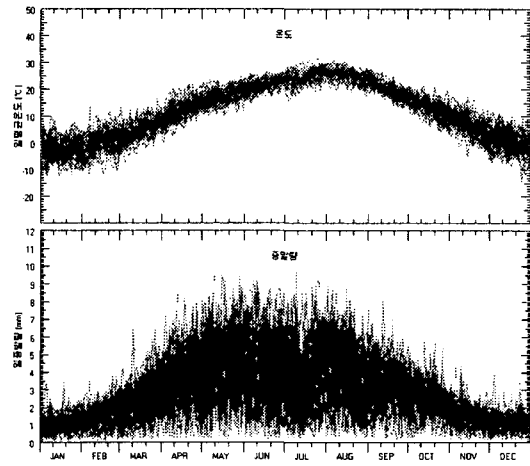


그림 2 증발량-온도 관계(1969-2001)

2.2 연구 방법

기상요소별 상관행렬을 분석한 결과를 참고하여 증발량을 추정하는 여러 개의 다중 회귀식을 제시하고, 보정기간과 검정기간에 대해 각각 관측-모의 일 증발량 등가선, 일 증발량 곡선에서 제시한 회귀식의 적용성을 판단하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 증발량 추정 공식 유도

보정기간은 1969~1999년, 검정기간은 2000~2001년으로 선정하였으며, 보정기간의 자료를 사용하여 일 증발량, 일평균온도, 일강수량, 일평균풍속, 상대습도, 일조시간등 기상요소별 상관행렬을 분석한 결과는 표 1과 같다.

증발량과의 상관계수를 살펴본 결과 일조시간이 0.651로 가장 높게, 온도가 0.627로 다음 높게, 습도가 -0.304, 풍속이 0.234, 강수량이 -0.175로 나타났다. 습도와 강수량은 역상관하는 것으로 나타났다. 이를 참고로 SYSTAT 통계팩키지를 이용하여 표 2와 같이 7가지의 일 계기증발량을 추정하는 공식을 유도하였다.

표 1 기상요소별 상관행렬(1969~1999, 대전)

구분	증발량	온도	강수량	풍속	습도	일조시간
증발량	1.000					
온도	0.627	1.000				
강수량	-0.175	0.184	1.000			
풍속	0.234	0.113	0.078	1.000		
습도	-0.304	0.304	0.366	-0.167	1.000	
일조시간	0.651	0.088	-0.354	0.015	-0.578	1.000

표 2 기상자료에 의한 일 증발량 공식(대전)

구분	공식	R	R ²	모의/관측(%)	
				1969~1999	2000~2001
1	$EP=0.973+0.333 \times DS$	0.651	0.424	100.0	107.7
2	$EP=1.515+0.120 \times AT$	0.627	0.393	100.1	111.0
3	$EP=-0.223+0.307 \times DS+0.110 \times AT$	0.867	0.751	100.5	110.1
4	$EP=2.727+0.231 \times DS+0.126 \times AT-0.038 \times RH$	0.885	0.783	99.6	117.1
5	$EP=1.810+0.245 \times DS+0.121 \times AT-0.031 \times RH$ $+0.242 \times WS$	0.892	0.796	100.2	122.2
6	$EP=1.706+0.235 \times DS+0.123 \times AT-0.029 \times RH$ $+0.257 \times WS-0.011 \times OP$	0.895	0.801	99.7	121.9
7	$EP=0.476+0.188 \times DS+0.060 \times AT+0.008 \times DS \times AT$	0.878	0.771	99.7	108.5

주) EP:일 증발량(mm), DS:일조시간(hr), AT:일 평균온도(°C), RH:일평균 상대습도(%), WS:일 평균풍속(m/s), OP:일 강수량(mm)

3.2 추정 공식의 검증

표 2의 7가지 회귀식에 대해 연도별로 각각 관측-모의 일 증발량 증가선, 일 증발량 곡선에서, 전기간에 대해 월 증발량 곡선에서 결과를 판단하였다. 그림 3~그림 9와 같이 연도별로 관측-모의 일 증발량 곡선의 형상을 분석한 결과는 공식 7이 전기간에 걸쳐 관측-모의 자료가 가장 잘 일치하여 나타났다. 증가선 비교에서는 그림 10과 같이 공식 1, 2의 결과가 좋지 않았으며 나머지 공식은 양호하게 나타났다. 월 증발량 비교에서는 그림 11과 같이 공식 1은 결과가 좋지 않았으며, 나머지 공식은 그림 12와 같이 모의 값이 관측 값과 잘 일치하여 나타났다. 이상 분석한 결과 공식 7이 결정계수는 약간 작게 나타났지만 모의 곡선의 형상이 관측 값과 잘 일치되어 나타나 가장 우수한 것으로 판단하였다.

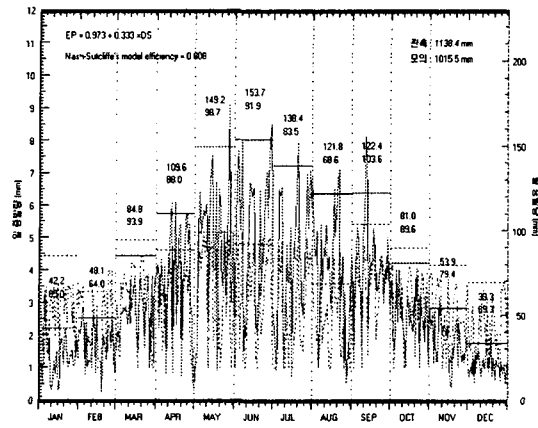


그림 3 관측-모의 비교 예 (공식 1)

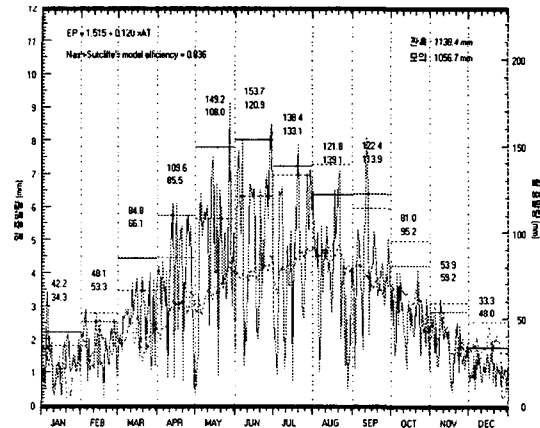


그림 4 관측-모의 비교 예 (공식 2)

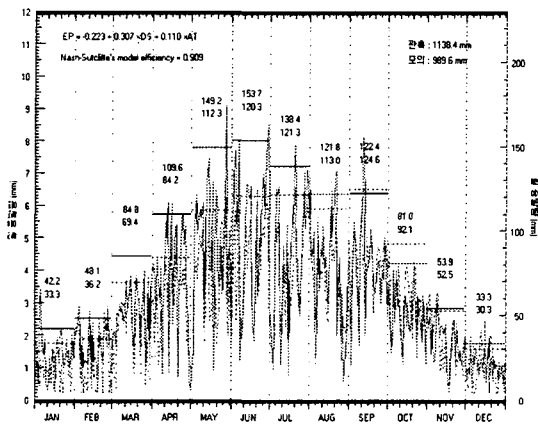


그림 5 관측-모의 비교 예 (공식 3)

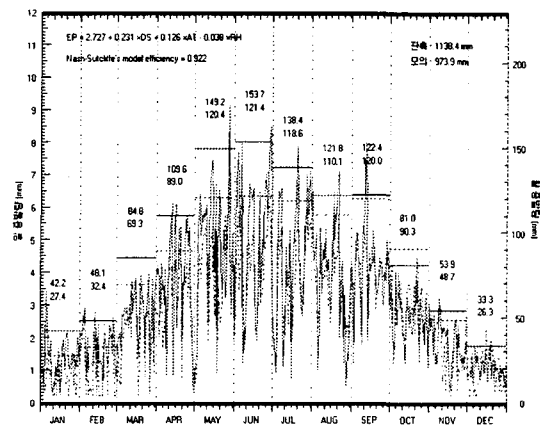


그림 6 관측-모의 비교 예 (공식 4)

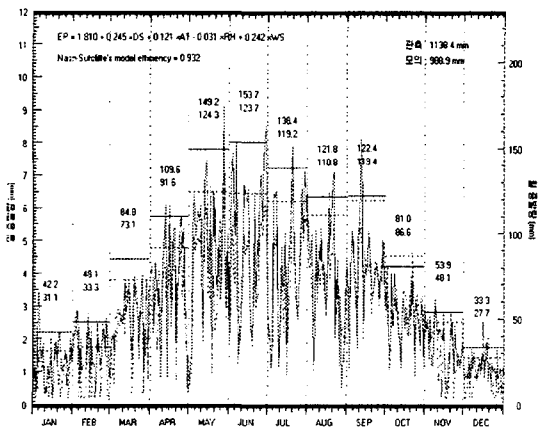


그림 7 관측-모의 비교 예 (공식 5)

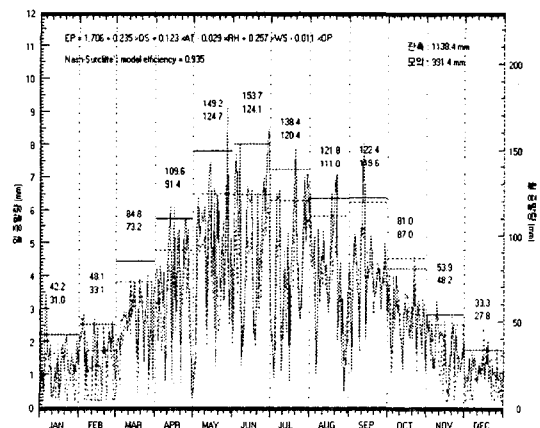


그림 8 관측-모의 비교 예 (공식 6)

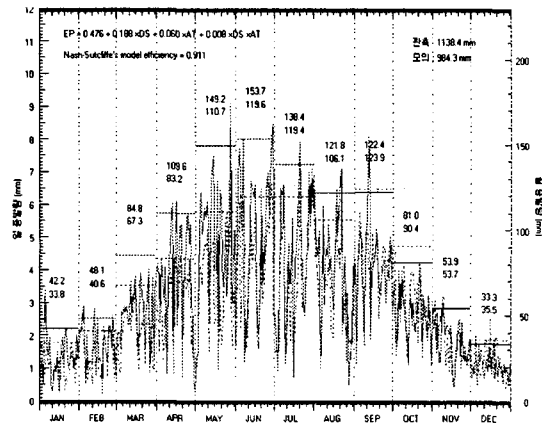


그림 9 관측-모의 비교 예 (공식 7)

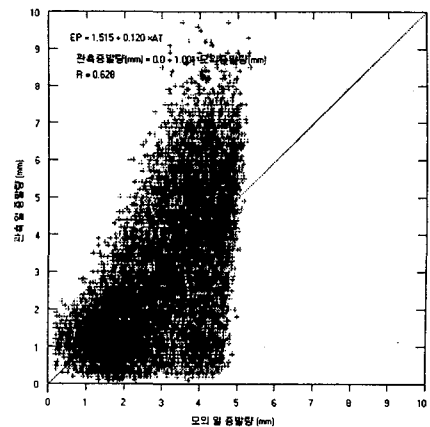


그림 10 등가선 예 (공식 2)

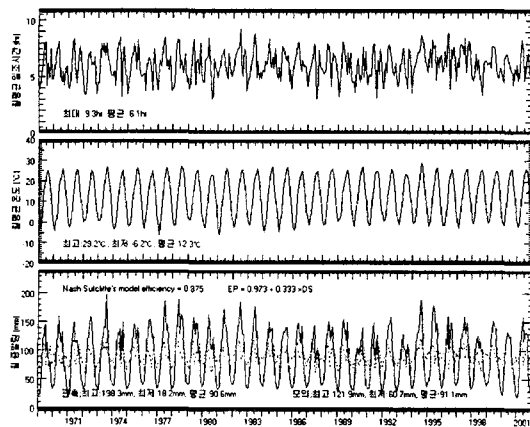


그림 11 월 증발량 비교 (공식 1)

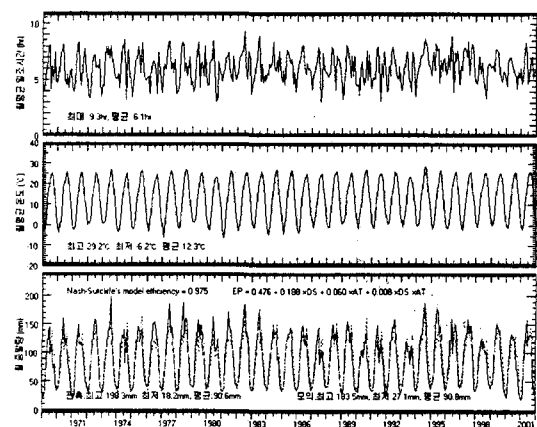


그림 12 월 증발량 비교 (공식 7)

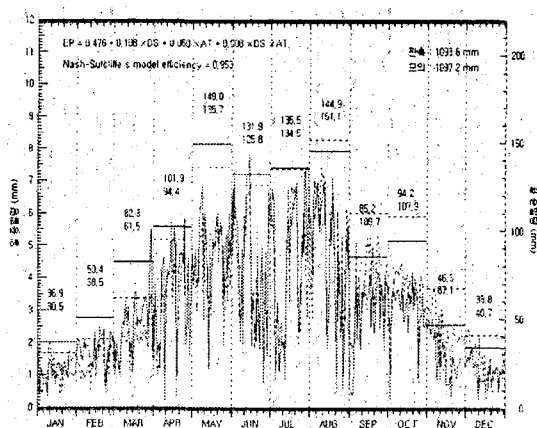


그림 13 관측-모의 일 증발량 (1984, 대전)

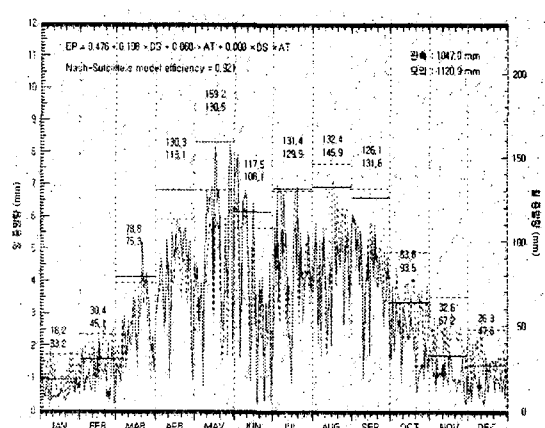


그림 14 관측-모의 일 증발량 (2001, 대전)

보정기간과 검정기간으로 구분하여 관측-모의 일 증발량 곡선과 관측-모의 일 증발량 증가선에서 기상자료를 이용한 일 증발량 추정공식을 검증하였다. 그림 13, 14는 각각 보정기간과 검정기간의 일 증발량 곡선을 비교한 예이며, 그림 15, 16은 각각 보정기간과 검정기간에 대해 증가선 비교를 한 것인데 모두 양호한 결과를 얻었다.

한편 표 2에서 결정계수와 연 증발량 비교를 보면 공식 6이 가장 양호하게 나타났으나 검정기간에서는 연 증발량 비교에서 모의/관측비율이 공식 7, 3이 각각 108.5%, 110.1%를 나타내 공식 6의 121.9%보다 좋은 결과를 보여주었다. 따라서, 일조시간과 평균온도를 합수로 한 증발량 추정공식을 사용하는 것이 무방한 것으로 나타났다.

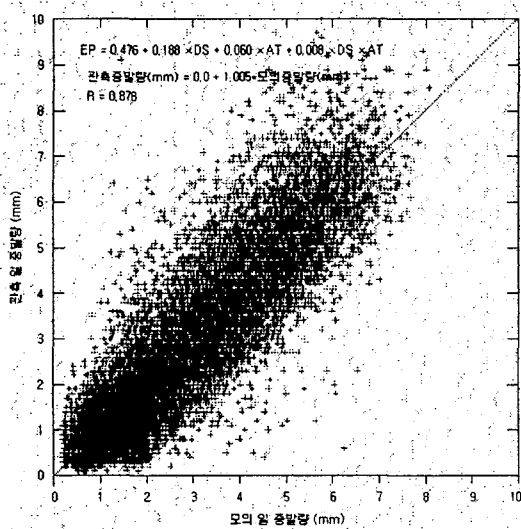


그림 15 관측-모의 일 증발량 증가선 (1969~1999, 대전)

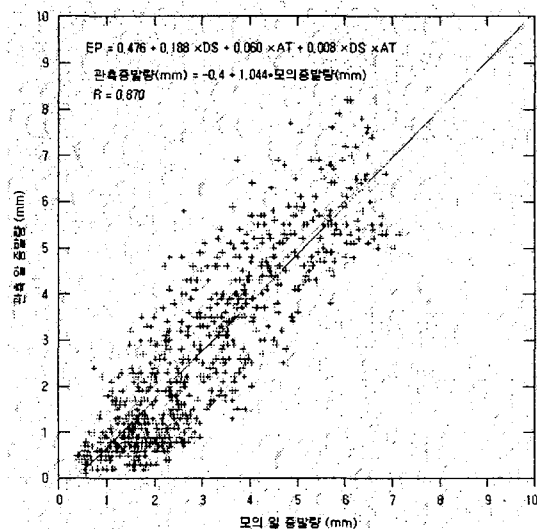


그림 16 관측-모의 일 증발량 증가선 (2000~2001, 대전)

4. 결론

기상자료를 이용하여 일 증발량을 추정하는 공식을 제시하여 분석한 결과 실용화 수준이라 말할 수 있으며, 다른 관측소에서 관측된 일 증발량 자료가 없는 경우 본 연구에서 제시한 방법으로 일 증발량 자료를 생산할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 기상청, 2001, 기상월보
2. 노재경, 2001, 수문자료 부족 지역에서의 저수량 변화 모의, 2001년 봄 학술발표논문집, 한국농림기상학회