

8. 蒸發量 算定을 위한 最適 母數化에 關한 研究

中央氣象臺 氣象技士

金병선

延世大學校 教授(理博)

曹喜九

증발량 산정을 위한 최적모수화에 관한 연구 (A Study on the
Optimum Parameterization for Estimating the Evaporation),

김병선, 중앙기상대, 조희규, 연세대학교 이과대학 천문 기상학과

증발은 물순환의 한 과정으로서 물의 합리적인 관리와 이용을 위해
정확한 증발량 파악이 필요하다. 그러나 자연상태에서의 실제 증발량을
파악하는 것은 이론적, 재정적 또는 관측상의 이유에서 어려움이 있다.
그러므로 증발계를 이용하여 증발의 계수 또는 여러 모형들을 사용하여
증발량을 산정하고 있다. 자연상태에서의 실제 증발량을 구하기 위하여
현재까지 발표된 연구 논문을 크게 나누면 물수지법, 열에너지 평형법,
공기역학적 방법, 결합법과 경험법의 다섯가지로 분류할 수 있다. 이들
방법중에 물수지법과 공기역학적 방법은 이론적인 방법이나 실제 적용되
는 변수를 정확하게 측정할 수 없으므로 이들 두 식을 결합하여 얻은 결
합식은 각 방법의 어려운 점을 보완하였다. 그 대표적인 식으로 Penman
모형이 있으며 이 모형은 증발량을 추정하는데 현재 전 세계적으로 널리
이용되고 있다.

우리나라에서는 조(1972)가 벼논의 증발산량 산출을 위하여 Blancy
and Criddle 식을 이용하였고, 중앙기상대(1972, 1973)에서는 여러 지
면의 증발량 산정을 위해 다변량 회귀방정식을 유도하였고 그리고 조
(1973, 1974)는 거주요소로 수면증발량을 연구한 바 있다. 그러나 이들
연구에서는 순 경험식과 Penman 외 결합식이 이용되었다. 현재 증발량
산정식이 유도되어 있지 않다. 이 연구에서는 증관관측 기상요소의 일
평균 자료를 이용하여 남한지역에서 수면에 대한 증발량과 초지면 위에

서의 증발산량에 대한 기초 연구로서 입증발량 산정식을 최적모수화 한다.

여기에서 사용된 방법은 손 Penman 식, Monteith-Penman 식, Thornthwaite-Holzman 식 그리고 McIlroy 외 열에너지 평형식을 사용하여 최적모수화식을 1차 다음과 같이 구하였다.

$$E_{i,j,k,l} = \frac{0.9 S Q_i (1-\alpha) - I_{j,k} + \gamma L E_a}{L (S + \gamma)}$$

$$i, j, k = 1, 2, 3$$

$$l = 1, 2$$

여기에서 E는 증발량, S는 기온에 대한 포화수증기압의 구배, Q는 지표 수평면 입사량, α는 증발면의 알베도, I는 유효방출 장파복사, γ는 습도상수, L은 기화잠열이며 E_a는 기온과 수온이 같을 때의 증발량을 나타낸다. 첨자 i는 지표 수평면 입사량, j는 맑을 때의 유효방출 장파복사, k는 유효방출 장파복사에서 구름의 효과 그리고 l은 증기역학적 항에서 각각 모수화된 식들의 개수이다.

위의 식에서 산정된 증발량을 실제 관측된 대형증발계 증발량을 기준으로 하여 수면에 대해 다음의 식과 같이 최적모수화하였다.

$$E = 0.9 S \{ \{ Q_e (0.17 + 0.55 n/N) (1-\alpha) - \sigma T^4 (1 - 0.398 \times 10^{-5} T^{2.148}) (0.23 + 0.77 n/N) \} \} / L(S + \gamma) + 0.26 (0.5 + 0.54 \bar{U}_2) (e_a - e) / (S + \gamma)$$

여기에서 Q_e는 대기의 수평면 입사량, n은 입조시간, N은 가조시간, σ는 Stefan-Bolzman 상수, T는 절대온도, \bar{U}_2 는 2m 고도의 평균풍속, e_a는 기온에 대한 포화수증기압이며 e는 수증기압이다.

최적모수화된 식과 Monteith-Penman 식, 열에너지 평형식, Thornthwaite-Holzman 식에서 산출된 월평균 증발량과 소형 및 대형증발계 월별 평균 증발량을 그림 1에 나타냈다.

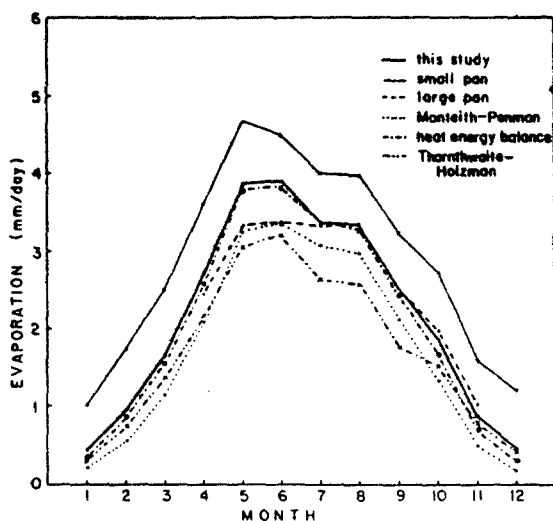


그림 1. 증발계 증발량과 증발량 산정식에 의해 수면에 대해 계산된 증발량의 비교

그림 1에서 증발계 증발량과 모수화 식들에 의해 산정된 증발량의 변화 경향은 거의 비슷하게 나타나고 있으며, 이번 연구에서 구해진 증발량은 4, 5, 6월에 대형 증발계 증발량에 비해 월등히 큰 값을 나타내고 있다.

초지면에 대해서는 증발면의 알베도를 0.25로 취하고 평균풍속의 계수를 0.54에서 0.86으로 취한 결과가 최적모수화식으로 구해졌다. 초지면에 대해 구해진 월별 평균 증발량은 그림 2와 같다.

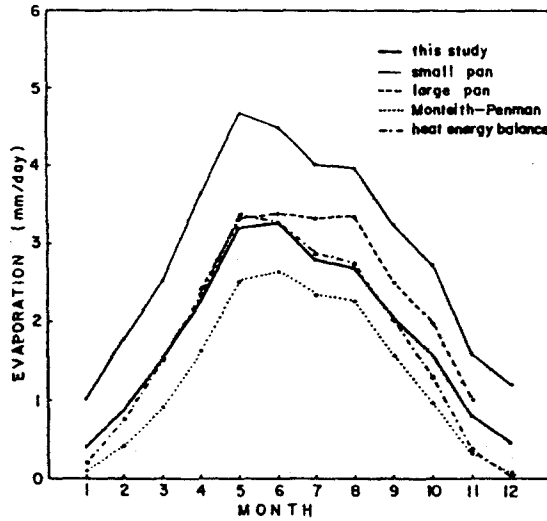


그림 2. 증발계증발량과 증발량 산정식에 의해 초지면에 대해
계산된 증발량의 비교

그림 2 에서는 이번 연구에서 구해진 증발산량이 대형증발량에 비하여 적게 계산되었다.

이 연구과정에서 지표 수평면일사량을 계산하기 위해 일조율과 온량을 이용하여 보수화한 식을 실험자료와 비교한 결과 이 연구에서 얻은 일조율을 이용한 Prescott 식이 가장 정확하였다. 유효방출 장파복사에서는 온도만을 이용한 Swinbank-Impens 식이 가장 좋았다. 기온과 수온이 같을 때의 증발량은 Penman 의 개량된 값을 사용하여 좋은 결과를 얻었다. 이 연구에서는 열저유량을 고려하고 이 값을 순복사량의 0.1배로

취하여 Penman 형의 식을 최적모수화하였다.

수면에 대해 Monteith-Penman 식, 열에너지 평형식 그리고

Thornthwaite-Holzman식으로 증발량을 산정하여 이 연구에서 얻은 식과 비교한 결과, 이 연구의 식이 가장 좋은 결과가 나왔다. 대영증발계 증발량에 대한 계산증발량의 비는 1.06로 크게 나뉘었으며 Class A Pan 계수를 0.7로 보면 약 1.5배가 된다. Thornthwaite-Holzman식은 수면에 대해서는 사용할 수 있으나 초지면에 대한 증발량 산정식으로는 적절하지 않다.

자연상태의 초지면에 대해 산정한 증발산량은 가능증발산량을 크게 초과하고 있으나 증발계 증발량에 대한 비례계수를 사용하여 추정할 수 있다. 최적모수화된 증발량 산정식의 증발량은 증발계 증발량과 비교할 때 너무 과장된 값을 나타내고 있으며 시간별 기상자료를 이용하여 입증발량을 산정한다면 좋은 결과를 얻을 수 있겠다.