

중부지방에서의 Penman-Monteith 법을 이용한 벼의 작물계수 산정

Crop coefficients of rice using the Penman-Monteith method in central South Korea

*정 구 영 · 김 진 수 · 조 재 원 · 오 승 영(충북대)

*Jung, Gu Young · Kim, Jin Soo · Cho, Jae Won · Oh, Seung Young

Abstract

The crop coefficient of rice were investigated using the Penman-Monteith method in Cheongju, in central South Korea. The mean actual evapotranspiration of rice was 4.8 mm/d, and highest evapotranspiration of rice was 6.6 mm/d in late August in 2001. The crop coefficient of rice showed 1.0 in early irrigation season, but over 1.5 in late irrigation season. The mean crop coefficient of rice in central area(1.16) was lower than that in southern area(1.49)

I. 서론

증발산량에 대한 연구는 국내에서 60년대부터 수행되어 오고있다. 초기에는 Blaney-Criddle 법을 주로 사용하였으나, Blaney-Criddle 법은 기상학적인자 외에 식물의 종류, 식물색깔의 밀도 등의 식물요소와 토양상관관계의 영향등을 고려해야하는 번거로움 때문에, 근래에는 기상자료 만으로 증발산량 산정이 가능한 Penman 법을 많이 사용해왔다. 그러나 Penman 법은 잠재증발산량을 과다로 계산하고, Blaney-Criddle 법은 잔디(grass) 기준 작물에 대하여 잠재증발산량 변동이 큰 것으로 나타났다.

UN 국제식량농업기구(FAO)는 1990년 기존에 사용되던 잠재증발산량 계산공식을 정밀히 검증하여 가장 합리적이고 전 세계적으로 사용할 수 있는 공식으로 FAO Penman-Monteith(Allen et al., 1989) 법을 제시하였다. ASCE의 관개배수분과나 ICID에서 이 식을 적극적으로 추천하고 있으나, 우리나라에서는 이에 대한 작물계수 값이 확립되어 있지 않다. 작물계수는 기후조건보다 작물의 종류나 생육단계에 영향을 받는 것으로 알려져 있다.

본 연구에서는 Penman-Monteith 법에 의한 계산치와 실측 증발산량을 비교하여 청주지방을 중심으로한 벼의 작물계수를 산정하고 그 특성을 고찰하고자 한다.

II. 조사지구 및 조사방법

본 연구는 2001년부터 2002년까지 2년간의 관개기 동안 충북대학교 농과대학 부속농장에 설치된 3 시험구를 대상으로 실시하였다. 그림 1과 같이 감수심계와 침투량계를 설치하여 평균 2~3일 간격으로 오전 10시경 관측하였고, 실측 증발산량은 실측된 감수심에서 침투량을 뺀으로써 계산되었다.

Penman-Monteith 법에 의한 잠재증발산량은 식 (1)을 이용하여 산정하였다. 잠재증발산량과 실측한 증발산량을 비교하여 작물계수를 구하였다.

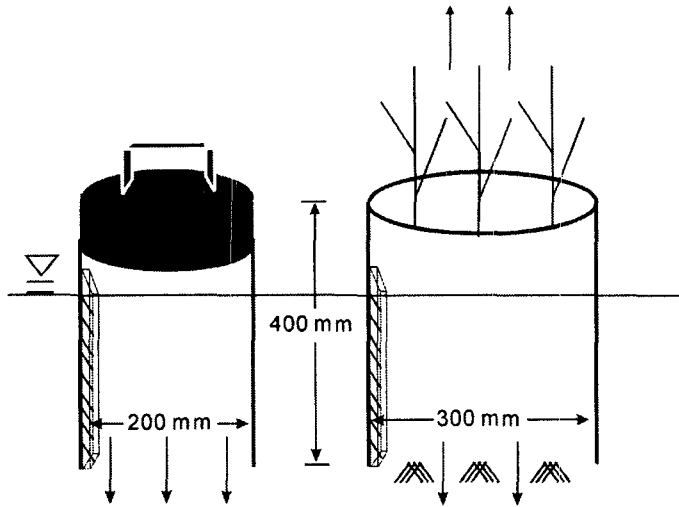


Fig. 1. Precolation and water requirement rate devices

2001년~2002년 관개기 동안 평균기온은 22.7 °C, 평균일조시간은 5.7 hr/day, 측정기간 동안의 강수량은 2001년 543.3 mm, 2002년 909.9 mm로 나타났다. 잠재증발산량 산정에 필요한 기상자료는 시험포장에서 1 km거리에 있는 청주기상대 자료를 사용하였다.

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (1)$$

여기서, ET_0 : 기준잠재증발산량 (mm/day), R_n : 지구(작물)표면에서 순수하게 축적되는 에너지 ($MJ/m^2/day$), u_2 : 2 m 높이에서 풍속(m/sec), Δ : 포화수증기압곡선 경사 ($kPa/^\circ C$), γ : 건습계상수 ($kPa/^\circ C$), G : 토양 열 유속밀도 (soil heat flux density, $MJ/m^2/day$), e_s : 포화증기압 (kPa), e_a : 실제증기압 (kPa), $e_s - e_a$: 포화증기압 결손량 (kPa) T : 2 m 높이에서 일평균기온 ($^\circ C$)

III. 결과 및 고찰

1. 실측 증발산량

관측기간 동안 평균 실측 증발산량은 4.8 mm/d로 나타났고, 최대값은 2001년 8월 하순에 6.6 mm/d로 나타났고, 최소값은 2002년 8월 중순에 3.2 mm/d로 나타났다.(표 1) 2002년 8월 중순의 증발산량이 낮게 나타난 것은 일조시간이 1.1 hr/day로 2년간 평균 일조시간 5.7 hr/day에 50%도 미치지 못했기 때문을 생각된다.

2. 잠재증발산량과 작물계수

2001년~2002년 관개기 동안 5월부터 9월까지의 Penman-Monteith 법에 의한 순별 잠재증발산량 및 실측증발산량은 표 1과 같다.

작물계수의 평균값은 1.01~1.3을 나타내는데, FAO(Allen et al., 1998)에서는 벼에 대한 작물계수는 초기의 1.05, 중기의 1.20, 후기의 0.90~0.60을 제시하였다. 2002년의 작물계수는 2001년 보다 작게 나타났고, 작물계수는 관개초기에는 1.0이하를 나타냈으나 관개후기로 갈수록 증가하여 1.5 이상의 값을 나타냈다.

Table 1. Potential evapotranspiration and crop coefficients by Penman-Monteith method during 2001 ~ 2002

시기	2001			2002		
	Penman-Monteith	실측 증발산량	작물 계수	Penman-Monteith	실측 증발산량	작물 계수
5/하	4.82	4.40	0.91	5.80	4.93	0.85
6/상	4.73	4.54	0.96	5.34	4.07	0.76
6/중	3.74	3.40	0.91	4.98	3.53	0.99
6/하	2.76	3.60	1.30	4.59	4.08	0.89
7/상	4.50	6.25	1.39	4.71	3.99	0.85
7/중	3.73	4.04	1.08	4.91	5.38	1.10
7/하	2.82	4.14	1.47	4.39	5.14	1.17
8/상	3.93	6.11	1.55	4.66	3.15	0.67
8/중	3.87	6.36	1.64	2.40	3.19	1.33
8/하	4.08	6.58	1.61	3.20	4.04	1.26
9/상	3.58	5.85	1.63	3.77	6.49	1.72
평균	3.87	5.02	1.30	4.43	4.49	1.01

3. 중부지방과 남부지방에서의 작물계수 비교

그림 4는 1995~1996년 동안 대구(정상옥, 1997)와 2001~2002년 동안 청주에서 Penman-Monteith 법으로 산정한 작물계수를 나타내고 있다. 청주에서 산정한 작물계수 값은 평균 1.16으로 나타났으며, 대구에서 산정한 작물계수 값은 평균 1.49로 남부지방의 작물계수가 더 높은 것으로 나타났다.

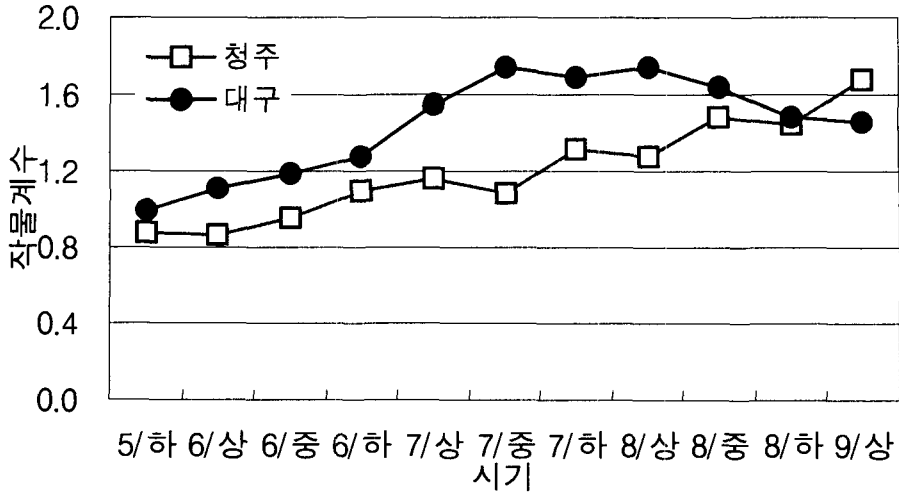


Fig. 5 Comparison of crop coefficients between Cheongju and Daegu

IV. 결론

본 연구에서는 2001~2002년 2년간의 관개기 동안 담수논에서 실측증발산량을 실측하고, Penman-Monteith 법을 이용하여 잠재증발산량을 추정하였다. 실측한 증발산량과 계산된 잠재증발산량을 비교하여 작물계수를 산정하였는데, 여기서 얻은 결과를 요약해보면 다음과 같다.

1. 2001~2002년 동안 일 평균 실측 증발산량은 4.8 mm/d로 나타났고, 8월 하순에 최대 6.6 mm/d를 나타냈다.
2. 중부지방에서의 작물계수는 평균 1.16으로 남부지방에서의 작물계수는 평균 1.49보다 낮게 나타났다.

참고문헌

1. 정상옥, 1997, 담수직파재배 논벼의 기준작물 잠재증발산량 산정방법별 작물계수의 변화, 한국농공학회지, 39(4), pp. 114~121.
2. Allen, R. G., Jensen, M. E., Wright, J. L., and Burman, R. D. 1989. Operational estimates of reference evapotranspiration *Agronomy Journal* 81 : 650-662.
3. Allen, R. G., Pereira, L. S. Raes, D. and Smith, M., 1998, Crop evapotranspiration, Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56.