온실에서의 꽈리고추 소비수량

Water Consumption of Twisted Sweet Pepper in Greenhouse

윤 용 철* · 이 근 후 · 서 원 명 (경상대)

Yoon, Yong Cheol · Lee, Keun Hoo · Suh, Won Myung

Abstract

This study was performed to figure out water consumption of the twisted sweet pepper in a greenhouse. Obtained results are as follows;

1. The ambient temperature was nearly same as the normal year, while the average air temperature and the relative humidity in the green house were little bit higher than those of the outside condition. The transparency of the greenhouse roof was approximately 50%. The total amount of rainfall during the irrigation period was 1,040mm which is 350mm higher than 1997 during the same period.
2. In case of pot cultivation, as the saturation ratio was increased, the aeaf area and plant height and yield were also increased. The yield from the field cultivation was higher than the average yield from the pot cultivations which are treated by three levels of saturation ratio.
3. The variation of daily consumptive use of the twisted sweet pepper was very large in it's range. In case of the pot cultivation, as the saturation was increased, the daily and the total consumptive use were increased.
4. The daily consumptive use was strongly correlated with the ambient temperature, while it was weakly correlated with the relative humidity and solar radiation.
5. There were close correlation between plant environment; leaf area, plant height and yield, and consumptive use. As the saturation ratio was increased, the correlation between those plant factors and consumptive use was getting stronger.

Ⅰ. 서론

작물 생육에 있어서 수분환경은 광이나 온도 등과 같이 중요한 환경요소 중의 하나이다. 특히 시설재배의 경우는 피복물에 의해 강우가 완전히 차단되기 때문에 작물에 대한 관개가 불가피하다. 또 증수, 품질의 향상, 노동력 절감 등의 관점에서 시설 내 물관리는 매우 중요하다.

최근 우리 나라의 시설재배 면적은 꾸준히 증가하여 현재 약 50,000 ha 정도에 달하고 있으나, 규모의 확대에 비하여 물관리의 측면에서는 개선될 여지가 매우 많다. 앞으로 관개의 기계화, 자동화 및 재배작물의 생력화를 위해서는 관개량과 빈도에 대한 정량적인 기초자료가 필요하다. 그러나 이와 관련한 연구사례가 노지에 비하여 매우 적으며, 일부 보고된 것들도 부분적이어서 이들 결과를 그대로 이용하는 데는 문제가 있다. 따라서 시설 내 환경 등을 고려하여 시설재배 작물의 소비수량을 정량적으로 구명한 많은 자료를 축적하여야 할 것이다.

1998년도 한국농공학회 학술발표회 논문집 (1998년 10월 24일)

따라서 본 연구는 시설 내 재배작물의 최적 물 환경을 구명하고, 관개자동화 시스템의 보급과 작물재배 생력화에 필요한 기초자료를 얻고자 실시하였다. 이를 위하여 우선 서부경남 지역의 주요 시설재배 작물인 꽈리고추를 대상으로 소비수량을 실측 조사하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

본 실험은 경상대학교 기상관측소에 설치된 폭 5.4 m, 길이 20 m, 측고 3 m, 동고 5 m인 1-2W형 파이프 2연동 온실에서 1998년 5월 25일~9월 5일까지 실시하였다. 온실은 2중 피복으로 되어있으며 온실의 환기는 자연환기로 하였다.

1. 공시작물 및 실험구 처리

공시작물은 "홍농" 꽈리고추로서, 4월 8일에 파종하고 5월 25일에 정식하였다. 재배방식은 포트재배(pot cultivation)로 하였으며, 온실내의 포장재배(field cultivation)를 대비구로 하였다. 토양함수비는 포트재배의 경우 습윤도기준 100%(P100), 80%(P80), 60%(P60)의 3개 수준, 5반복으로 처리하였다. 대비구인 포장재배는 2반복 측정하였다. 고추의 재배방법은 표준영농교본에 따라 실시하였다. 관개는 토양재배의 경우, 다지식 점적관개호수(Polythene LD Pipe, 13 mm)를 이용하여 토양수분측정결과에 따라 생장저해 수분점 직전에 실시하였다(Fig. 1). 포트재배의 경우는 매일 아침 8시경, 중량법에 의해 전일의 소비수량 만큼을 공급하되 설정된 포화도 수준을 충족시켜주는 양으로 조절하였다. 중량의 측정은 최대 용량 40 kg, 감도 1.0 g의 저울(IQplus 800)을 이용하였다.

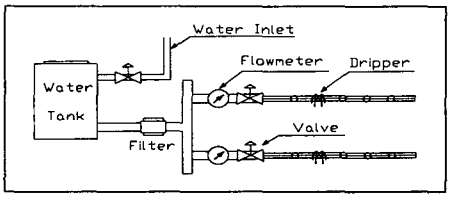


Fig. 1. Schematic diagram of irrigation system

'2. 공시토양의 이화학적 성질

시험구 토양의 이화학적 성질은 Table 1에서 보는 바와 같으며, 토성은 삼각분류법에 의하면 sandy loam이었다.

Table 1. Physicochemical properties of soil used

Classification	Specific gravity	Bulk density	pH (1:5)	OM (g/kg)	P_2O_2 (mg/kg)	Mechanical analysis			Soil texture
						Sand	Silt	Clay	
Plot soil	2.63	1.03	6.1	19.1	475	75	20	5	sandy loam
Pot soil	2.65	1.36	-	-	-	69	25	6	

3. 증발산량, 생육, 수확량 조사

포장재배의 경우는 지표면하 10~15 cm 위치의 토양수분을 채토건조법에 의해 측정하였고, 토양수분추적법에 의해 증발산량을 산정하였다. 포트재배의 경우는 각 처리별로 매일 포트의 중량을 측정하여 전일의 중량에서 감한 값을 전일의 증발산량으로 하였다. 또한 생육단계별로 엽면적, 초장, 엽장, 엽수 및 고추의 수확량 등을 조사하였다

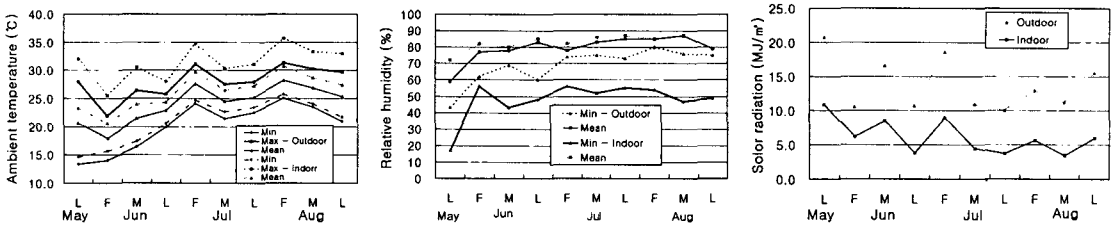
4. 기상 조사

온실 내외부의 온도, 습도, 일사량, 풍속 및 강우 등을 계측하였고, 실험장소에서 약 4 km정도 떨어진 진주측후소의 기상자료를 참고하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 기상환경

Fig. 2는 온실내·외의 기상관측 결과를 나타낸 것이다. 외기온은 최저 13.4 ℃에서 최고 31.3 ℃의 범위에 있고, 평균 23.7 ℃로서 평년과 대체로 비슷하였다. 실내 기온은 최저 14.6 ℃, 최고 35.7 ℃, 평균 25.4 ℃로서 외기온 보다 1.7 ℃ 높게 나타났다. 온실내의 상대습도는 정식직후에 17 %로 가장 낮았으나, 그 이후에는 43~56 %정도의 범위로서 평균 83 %이었다.



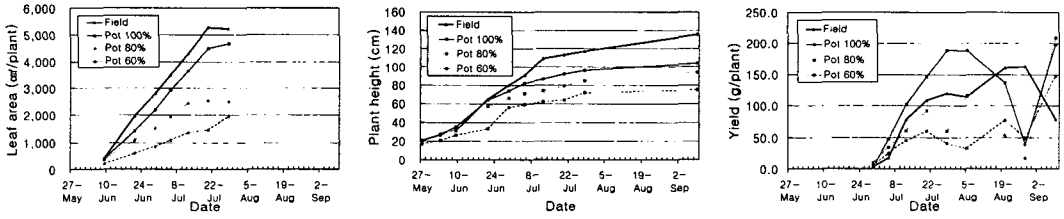
(a) ambient temperature (b) relative humidity (c) solar radiation

Fig. 2 Variation of some meteorological elements

최저상대습도는 외부에 비해서 대체로 낮았고, 평균 상대습도는 3.1 %정도의 차이로 높게 나타났다. 수평면일사량은 외부가 평균 13.8 MJ/m^2, 온실 내가 평균 6.77 MJ/m^2 로서 투과율은 약 50 %이었다. 기간 중 총강우량은 약 1,040 mm 로 전년도에 비해 약 350 mm 정도 많았다.

2. 생육 상황

재배방식과 토양수분의 습윤도별 생육상황을 나타낸 것이 Fig. 3 이다. 첫 수확은 정식 후 32일째 되던 날이었으며, 그 후 3~4일 간격으로 수확하였다.



(a) leaf area (b) plant height (c) yield

Fig. 3 Variation of the growth status

주당 엽면적은 포장 및 포트 재배 모두 7월 하순까지는 급격하게 증가하다가 그 이후에는 완만하게 증가하였다. 최성기의 엽면적은 P60, P80, P100, 포장의 순으로 커졌다. 최종적인 간장은 포장재배의 경우가 135 cm, 포트재배시 습윤도별 간장의 평균값은 91 cm로서 포장재배시의 간장이 월등하게 컸다. 포트재배시는 포장재배시보다는 작았으나 습윤도가 클수록 간장도 커지는 양상을 보였다. 전체적으로 엽면적과 간장의 처리별 변화는 비슷한 경향이었다. 수확량의 비교해보면 P100의 경우가 가장 많았고 다음으로 포장재배, P80, P60의 순이었다. 포장의 수확량은 843 g으로 포트재배 평균 726 g보다 많았다. 그러나 P100의 수확량은 포장보다 24 %가 많았고 P80은 포장보다 22.3 %가 낮았다. 또한 P60의 경우는 포장보다는 57.7 %가 낮았

다. P100은 P60보다 2.2배의 수확을 보였다. 포트재배의 경우 토양수분의 습윤도에 따라 수확량이 현저하게 달라졌으며 습윤도가 높을수록 많은 수확량을 나타냈다.

3. 일별, 순별 소비수량 및 총소비수량

꽈리고추의 소비수량을 일별 및 순별로 나타낸 것이 Fig. 4 및 Fig. 5이다. 소비변화양상의 특징은 다양하고 편차가 큰 일변화에 있다. 즉, 6월하순 까지는 5.0 mm/d 이내의 범위에서 변화하다가 8월하순까지는 5~25 mm/d의 범위에서 크게 변화하고 있다. 포트재배의 경우 일소비수량은 습윤도가 클수록 소비수량도 큰 경향을 보였다.

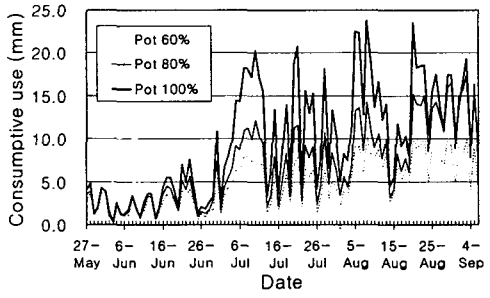


Fig. 4 Variation of daily consumptive use of the twisted sweet pepper

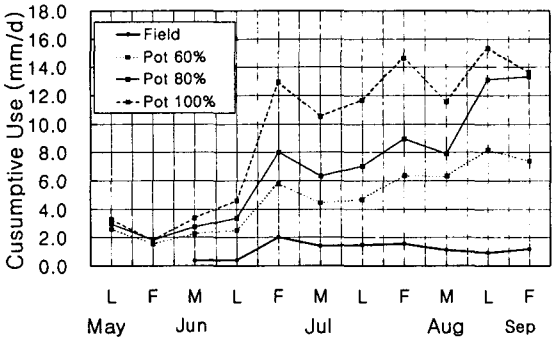


Fig. 5 Variation of ten-days consumptive use of the twisted sweet pepper

P100의 경우가 가장 크고 이어서 P80, P60의 순으로 감소하였다. 소비수량의 일별변화 진폭이 큰 것은 일사량, 기온, 상대습도 등의 기상조건과 엽면적, 간장, 수확량 등의 작물조건이 생육시기별로 다르기 때문인 것으로 추정된다.

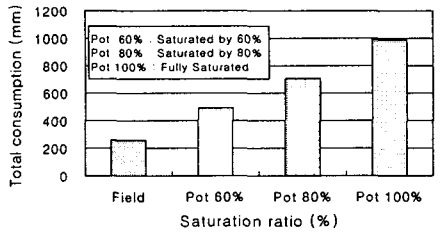


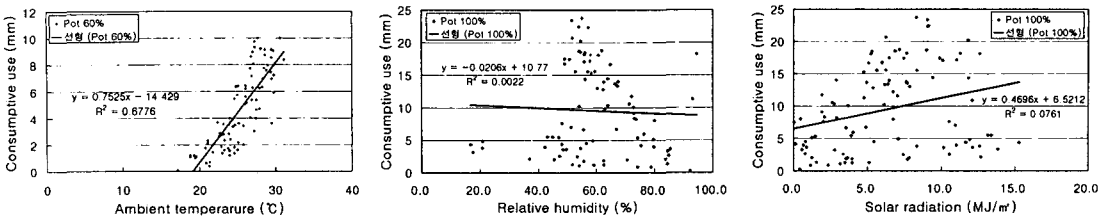
Fig. 6 comparison of total yield of the twisted sweet pepper

포트재배시의 순별소비수량은 작물의 생육초기인 6월 하순까지는 1,6~4.5 mm/d에서 변화하고, 7월 초순부터 8월 하순까지의 생육왕성기에는 4.4~15.3 mm/d의 변화를 보였다. 포트의 습윤도별로는 생육초기에 P100이 1.8~4.6, P80이 1.8~3.4, P60이 1.6~2.5 mm/d로서 습윤도가 크면 소비수량도 컸으며, 생육왕성기에도 같은 경향으로서 P100이 10.5~15,9, P80이 6.3~13.1, P60이 4.4~8.2 mm/d의 변화를 보였다. 전반적으로 습윤도가 크면 소비수량도 큰 양상을 보였다. 한편 관개기간 중의 총소비수량은 Fig. 6에서 보는바와 같이 포장재배가 260.3 mm, P100이 989.7 mm, P80이 707.4 mm, P60이 492.3 mm로서 P100 : P80 : P60의 비율은 100 : 71 : 50 정도로 습윤도가 크면 총 소비수량도 많아 졌다.

4. 환경요소와 소비수량간의 상관분석

가. 기상환경과 소비수량

기상요소와 소비수량간에 상관이 있는 것은 널리 알려진 사실이다. Fig. 7은 P100을 예로하여 기온, 상대습도, 일사량의 변화에 상응하는 소비수량의 변화를 그린 것이고, Table 2는 상관분석 결과를 나타낸 것이다.



(a) ambient temperatures and consumptive use (b) relative humidity and consumptive use (c) solar radiation and consumptive use

Fig. 7. Relation between meteorological factors and consumptive use

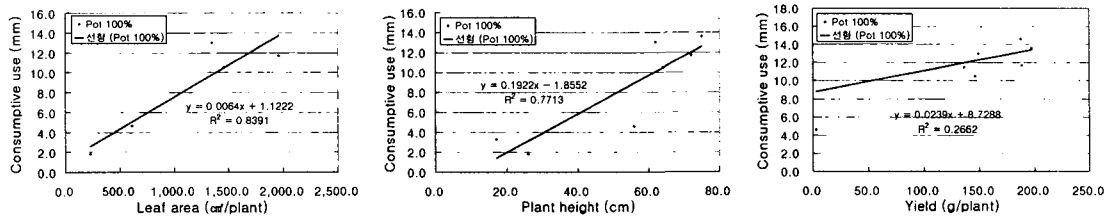
Table 2. Results of correlation analysis between meteorological factors and consumtive use

Meteorological factors	Saturation ratio	Coefficient of correlation	Regression equation
ambient temperature	100	r = 0.820	y = 1.7795x - 35.596
	80	r = 0.783	y = 1.1141x - 21.654
	60	r = 0.823	y = 0.7525x - 14.429
relative humidity	100	r = 0.047	y = -0.0206x + 10.770
	80	r = 0.083	y = -0.0236x + 8.019
	60	r = 0.111	y = -0.0204x + 5.879
solar radiation	100	r = 0.276	y = 0.4696x + 6.521
	80	r = 0.293	y = 0.3401x + 4.505
	60	r = 0.329	y = 0.2434x + 3.165

Table 2의 결과를 보면 온실내 평균기온과 소비수량간에는 깊은 상관이 있으며 직선적인 회귀관계가 성립함을 알 수 있다. 그러나 온실내 최소상대습도 및 일사량과 소비수량간에는 상관이 거의 없는 것을 알 수 있다.

나. 작물생육과 소비수량

본 연구의 경우 작물의 생육상황과 소비수량간에는 깊은 상관이 있는 것으로 나타났다. 이는 기존의 노지에서의 관측결과와 같은 경향을 보이는 것이다. Fig. 8은 P100을 예로하여 엽면적, 간장, 수확량의 변화에 상응하는 소비수량의 변화를 그린 것이다. 그리고 Table 3은 상관분석 결과를 나타낸 것이다.



(a) leaf area and consumptive use (b) plant height and consumptive use (c) yield and consumptive use

Fig. 8. Relation between growing statuses and consumptive use

작물환경요소와 소비수량과는 밀접한 관계가 있음을 알 수 있다. 그리고 습윤도가 높을수록 더 큰 상관관계가 있음을 알 수 있다.

Table 3. Results of correlation analysis between growth factors and consumtive use

Growth factors	Saturation ratio	Coefficient of correlation	Regression equation
leaf area	100	r = 0.916	y = 0.0064x + 1.122
	80	r = 0.964	y = 0.0025x + 0.814
	60	r = 0.876	y = 0.0008x + 1.511
plant height	100	r = 0.878	y = 0.1922x - 1.855
	80	r = 0.822	y = 0.1145x - 1.258
	60	r = 0.801	y = 0.0512x + 0.421
yield	100	r = 0.516	y = 0.0239x + 8.729
	80	r = 0.482	y = 0.0254x + 6.418
	60	r = 0.581	y = 0.0251x + 4.202

5. 요수량

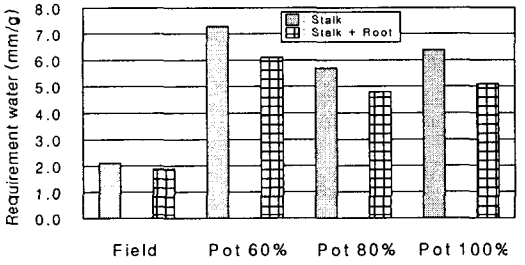


Fig. 9. Comparison of water requirements depending on the saturation ratio

요수량은 증산계수와 같은 값이며 작물의 풍건물중과 총증산량의 비를 말한다. Fig. 9는 각 처리별 요수량값을 나타낸 것이다. 일반적으로 포트재배의 경우가 포장재배보다 요수량의 값이 크다.

포장재배의 경우 요수량은 1.9mm/g이며, 포트재배의 경우는 P100이 5.1, P80이 4.8, P60이 6.1 mm/g이었다. P60의 요수량이 가장 크고 P80이 요수량이 기장 작았다.

Ⅳ. 결론

시설내 재배작물의 최적 물 환경을 구명하고, 관개자동화에 의한 작물재배의 생력화를 위한 기초자료를 얻고자 서부경남 지역에서 많이 재배하는 주요 시설재배 작물인 파리고추를 대상으로 소비수량을 실측 조사하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 실험기간중 외기온은 평년과 대체로 비슷하엿고, 실내 평균기온과 상대습도는 외부보다 다소 높게 나타났다. 그리고 일사량 투과율은 약 50%정도로서 6.77MJ정도였다. 총 강우량은 전년도에 비해 약 350mm정도 많았다.
2. 포트재배의 경우, 습윤도가 클수록 주당 엽면적, 간장 및 수확량이 많았다. 그리고 포장의 수확량은 포트재배 평균보다 많게 나타났다.
3. 소비수량의 일별변화의 편차는 대단히 크게 나타났다. 그리고 포트재배의 경우, 습윤도가 클수록 일소비수량 및 총소비수량도 많았다.
4. 실내 평균기온, 최저상대습도 및 일사량과 소비수량과의 상관관계를 살펴보면, 평균기온과는 깊은 상관이 있었으나, 그 이외에는 상관이 거의 없는 것으로 나타났다.
5. 작물환경요소와 소비수량과는 밀접한 관계가 있었고, 그리고 습윤도가 높을수록 더 큰 상관관계가 있음을 알 수 있었다.

참고문헌

1. 金始源, 金善柱, 1988, 밭 灌漑의 計劃用水量 및 施設容量의 定立에 관한 硏究, 한국농공학회지 30(4), pp. 23～44.
2. 金哲基.金鎭漢.崔洪奎, 1988, 밭作物消費水量에 관한 基礎的 硏究, - 토마토 및 가을배추-, 한국농공학회지 30(3), pp. 25～37.
3. 李庚熙, 金炳友, 1982, 水稻少肥栽培時의 增收對策 및 必要水量決定에 관한 연구 및 菜蔬增收를 爲한 效果的 灌漑方法, 건국대학술지 26, pp. 325～337.
4. 久富時男, 1973, 野菜類の施設栽培における水分管理, 農業及園藝 48(3), pp. 459～463.
5. 鴨田福也, 1979, 施設栽培野菜の水分消費特性と灌水, 農業及園藝 54(7), pp. 926～930.
6. 南部美記雄, 1977, 施設園藝圃場の地下水位制御裝置(1), 農業及園藝 52(1), pp. 1374～1376.
7. ---------, 1977, ----------(2), 農業及園藝 52(12), pp. 1499～1502.
8. 中由敬一, 門間要吉, 1978, ハウス地下カンガイ方式, 農業及園藝 53(9), pp. 1136～1140.
9. 選穰, 1979, 野菜ハウスの地下自動制御, 農業及園藝 54(4), pp. 549～552.