

온실 재배 풋고추의 필요수량

Water Requirement of Green Peppers in Greenhouse

이 근 후*, 윤 용 철*, 서 원 명*

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

Abstract

This study was carried out to investigate the water requirement of green peppers which are cultivated in a greenhouse under the different soil water conditions. The meteorological conditions during the experiment period was not predominantly different from the conditions in a normal year. The highest leaf area per plant, yield and average plant height were 6,143cm²/plant, 751g/plant and 107cm, respectively. And the transparency of solar radiation through plastic film was approximately 50%. Daily variation of water requirements of green peppers ranged from 30 to 1,250g/d/plant which was fluctuated with significant difference. Total water requirements per plant which cultivated under the soil water conditions with different saturation ratios were 23,619g for P100, 43,044 for P80, and 29,154g for P60, respectively. There were close correlation between plant height and water requirements. Low correlations were found between greenhouse ambient temperature and water requirement, while significant linear regression was shown between both of humidity and solar radiation and water requirement. The transpiration coefficients of green peppers cultivated under the various soil water saturation ratios were 321g/g for P100, 433g/g for P80, and 361g/g for P60.

I. 서론

작물 생육에 있어서 수분은 빛이나 온도 등과 함께 중요한 환경요소 중의 하나이다. 특히 시설재배의 경우는 피복물에 의해 강우가 완전히 차단된 상태에서 작물이 재배되기 때문

에 인위적인 관개가 불가피하다. 또한 증수, 품질의 향상, 노동력 절감 등을 위해서도 시설 내 물 관리는 매우 중요하다. 그리고 실제 물 관리에 있어서는 토양수분, 일사량, 온도 및 대기 습도 등의 환경요인 외에도 작물의 종류, 작형, 품종 및 생육단계 등도 고려하여야 한다.

* 경상대학교 농과대학

키워드: 필요수량, 고추, 관개, 물관리, 증발산량
증산계수, 용수량, 온실

국내의 경우, 시설재배 하에서의 연구사례는 노지에 비하여 매우 적은 실정이지만, 국외의 경우는 주로 일본에서의 보고사례가 많은 실정이다^{6)~9)} 관개는 일반적으로 지역, 토성, 재배작물 및 재배시기에 따라 다르기 때문에 기존의 연구보고 결과를 그대로 이용하는 데는 문제가 있다. 따라서 시설 내·외 환경 등을 고려한 시설재배 작물을 국내의 현지에서 직접적으로 구명하여 자료를 축적 또는 이용하여야 할 것이다.

이에 본 연구는 이상과 같은 여러 가지 요인을 고려하여 서부 경남 지역에서 주로 많이 재배되고 있는 파리고추, 오이 및 봄배추^{3)~5)} 재배 실험에 이어 금년에는 익지 않은 풋고추를 대상으로 필요수량을 실측 조사하였다.

II. 재료 및 방법

본 실험은 경상대학교내에 설치된 폭 5.4m, 길이 20m, 측고 3m, 동고 5m 인 1-2W형 파이프 2연동 온실에서 1999년 7월 5일~10월 3일까지 실험을 실시하였다. 온실은 2중 피복으로 되어 있는데, 1중은 경질 플라스틱(PET)이고, 2중은 플라스틱(PE)이다. 온실의 환기는 자연환기방식으로 하였다.

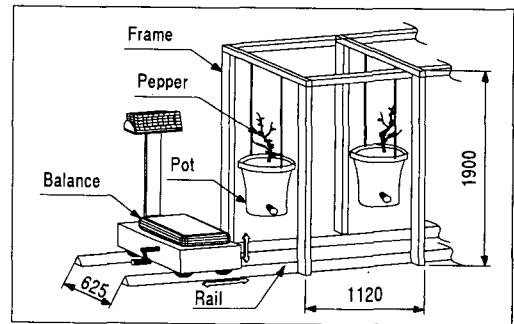
공시작물은 “녹광” 고추로서, 4월 25일에 파종하고 7월 3일에 정식하였다. 재배방식은 포트재배로 하였으며, 포트는 직경 25cm, 높이 30cm 인 와그너 포트($\frac{1}{2,000} a$)를 이용하였다. 토양함수비는 습윤도 기준 100% (P100), 80% (P80), 60% (P60)의 3개 수준, 4반복으로 처리하였다. 그리고 토양수분함량(무계단위 함수비)은 습윤도를 기준으로 나타내면, 각각 29.3~33.4%, 23.7~25.6%, 18.8~20.3% 정도의 범위에 있었다.

관개방법은 매일 아침 8시를 기준으로, 중량

법에 의해 전일의 소비수량 만큼을 공급하되 설정된 습윤도 기준을 충족시켜 줄 수 있도록 조절하였다. 중량의 측정은 최대 용량 40kg, 감도 1.0g 의 저울(IQ plus 800)을 이용하였다. <Fig. 1>은 포트의 중량을 측정하는 장치를 나타낸 것이다.

고추의 재배에는 표준재배법²⁾을 사용하였다.

시험구 토양의 비중 및 가비중은 각각 2.65 와 1.36이었고, 토성은 삼각분류법에 의하여 Sandy loam으로 분류되었다.



<Fig. 1> Schematics of experimental equipment(unit : mm)

각 처리별로 매일 포트의 중량을 측정하여 전일의 중량에서 감한 값을 전일의 증발산량으로 하였다. 토양면 증발량은 작물은 정식하지 않은 포트를 습윤도 기준 P100, P80 및 P60의 3개 수준, 4반복으로 처리, 증발산량과 동일한 방법으로 측정하였다.

생육상태는 생육 단계별로 엽면적, 초장, 엽장, 엽수, 고추의 수확량 및 풍건중량 등을 최대 용량 4kg, 감도 0.1g인 저울(TP4KS)을 이용하여 측정하였다.

온실 내·외부의 기상환경으로는 온도, 습도, 일사량 및 강우 등을 측정하였다. 단, 실험 기간동안 결측하였거나 실측하지 않았던 온·습도 및 강우 등 일부 기상자료는 실험장소에서 약 4km 정도 떨어진 진주 측후소의 기상

자료로 보완하였다.

본 실험에 사용된 계측장치는 온도 계측용 센서부, 데이터 처리부 및 컴퓨터로 구성되어 있다. 온도 및 습도 계측은 온도센서인 열전대를 이용하였다.

수평면 일사량은 열전대를 이용한 일사량계로 측정하였으며 온실 외부는 실험온실에 인

접한 약 3m 높이의 건물옥상에서, 온실 내부는 온실바닥에서 약 1m 높이에 설치한 일사량계로 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 기상환경

<Fig. 2>는 온실 내·외의 기상상태를 나타낸 것으로 측정기간 중 외기온은 최저 13.0°C에서 최고 30.0°C 범위에서 변동하였고, 평균 24.2°C로서 평년과 대체로 비슷한 범위에 있었다. 실내 기온은 최저 13.0°C, 최고 34.0°C이었으며, 평균 25.1°C로서 외기온 보다 0.9°C 높았다.

외부 상대습도는 최저 33%, 평균 82%이고, 실내의 경우는 최저 32%, 평균 83%로서 외부와 큰 차이를 나타내지 않았다.

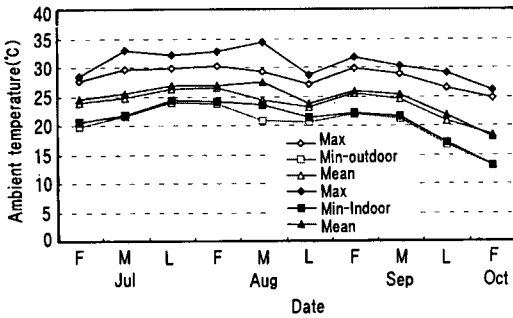
수평면 일사량은 외부가 평균 12.3MJ/m², 온실 내가 평균 6.2MJ/m²로서 평균 투과율은 약 50% 정도로서 '98년의 실험결과와 거의 동일하였으나 남 등¹⁾의 연구결과 60%보다 낮은 값이다.

그리고 실험기간 중 총 강수량은 1,133.2mm로서 전년과 평년에 비해 각각 321.8mm 및 99.7mm 많았다.

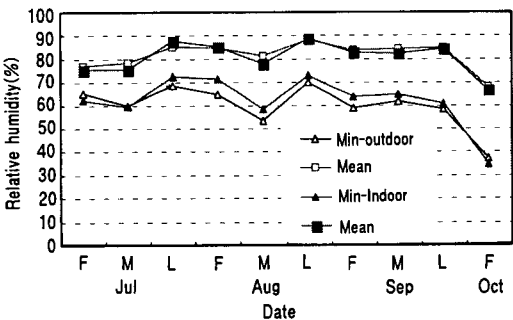
2. 생육 상황

토양수분의 습윤도별 생육상황을 나타낸 것은 <Fig. 3>과 같다. 첫 수확은 정식 후 40일째 되던 날이었으며, 그 후 약 1주일 간격으로 수확하였다.

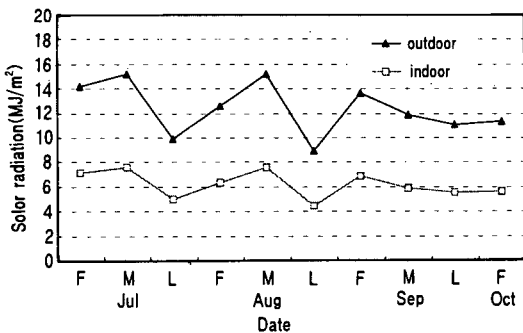
주당 엽면적과 초장은 9월 초·중순까지 급격하게 증가하다가 그 이후에는 완만하게 증가하는 경향을 보이고 있다. 최성기의 엽면적과 초장은 P100, P60, P80 순으로 커졌지만, P100과 P60의 경우는 큰 차이가 없었다. P80



(a) Ambient temperature

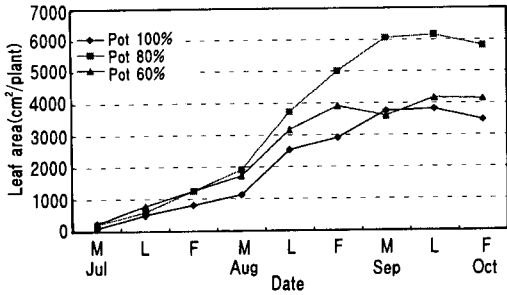


(b) Relative humidity

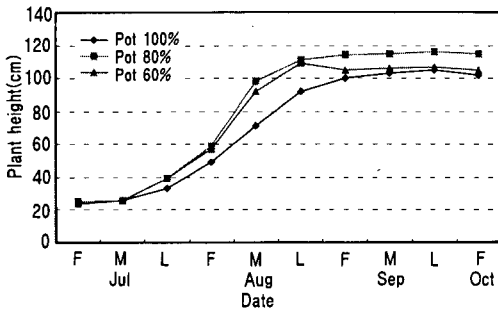


(c) Solar radiation

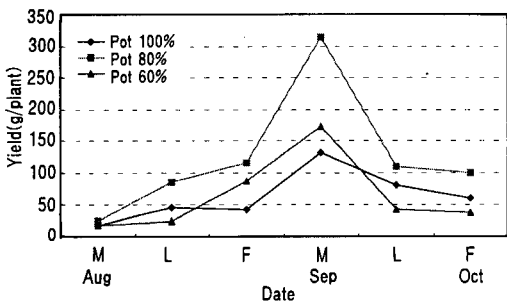
<Fig. 2> Variation of selected meteorological elements



(a) Leaf area



(b) Plant height



(c) Yield

(Fig. 3) Variation of the growth status and yield

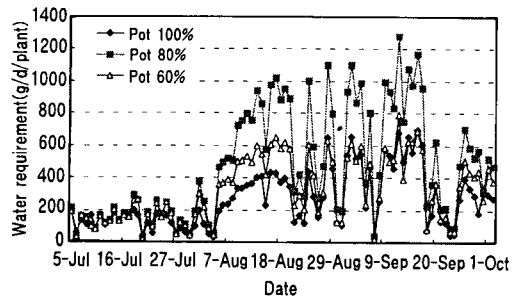
에서의 최성기 엽면적은 6,143cm²/plant, 그리고 습윤도에 관계없이 최종 초장의 평균값은 107cm 정도였다.

수량은 9월 초순까지 완만하게 증가하여 9월 중순에 최대를 나타낸 후, 감소하는 경향을 보였다. 전체 수확량은 P80의 경우가 751g/plant 로서 가장 많았고, 다음으로 P60,

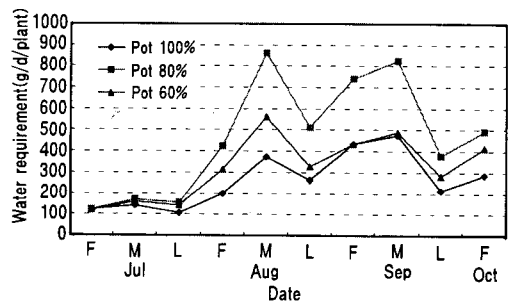
P100의 순으로 감소하였지만, 엽면적 및 초장과 마찬가지로 P100과 P60의 경우는 큰 차이가 없었다.

3. 일별, 순별 필요수량, 총필요수량

고추 1주당 필요수량을 일별 및 순별로 나타낸 것이 <Fig. 4> 및 <Fig. 5>이다. 주당 관개수량을 택한 이유는 시설재배의 경우, 점적관개가 관개방법의 주종을 이루고 있어 종래의 관개수심 단위의 관개량은 의의가 적기 때문이다. 즉, 점적관개의 경우는 종래의 수심 단위, 관개량을 채택하여 관개하게 되면 재배 작물 개체사이의 불필요한 공간에도 관개를 하는 결과가 되어 과잉 관개라는 결과를 초래하게 되는 것이다.



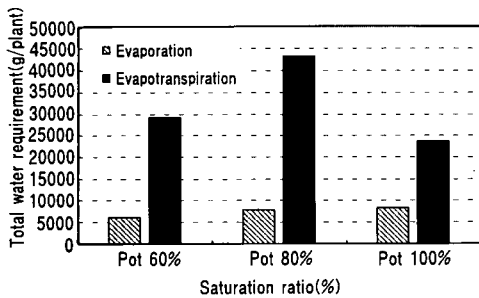
(Fig. 4) Variation of daily water requirement of the green pepper



(Fig. 5) Variation of ten-days average water requirement of the green pepper

필요수량의 일 변화양상의 특징은 다양하고 편차가 큰 일변화를 보여 전체적으로 주당 30~1,280g/d 정도의 범위에서 변화하고 있다.

습윤도별 필요수량을 보면, P80의 경우가 가장 크고 이어서 P60, P100의 순으로 감소하였다. 필요수량의 일별변화 진폭이 큰 것은 일사량, 기온, 상대습도 등의 기상조건과 엽면적, 초장, 수확량 등의 작물조건이 생육시기별로 다르기 때문인 것으로 추정된다. 그리고 <Fig. 5>에서 순별 필요수량을 보면, 작물의 생육초기인 7월 하순까지는 주당 118~169g/d에서 변화하고, 생육왕성기인 8월 초순부터 9월 중순까지는 197~863g/d의 변화를 보였다.



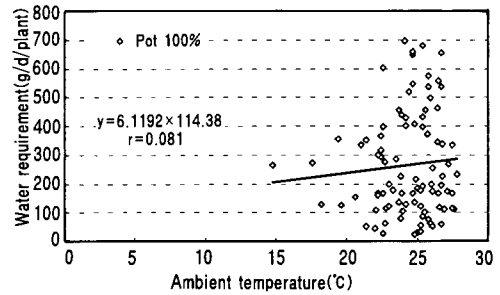
<Fig. 6> Comparison of total water requirement of the green pepper

<Fig. 6>은 관개기간 중의 총필요수량을 나타낸 것이다. 즉, 처리별 주당 총필요수량은 P100이 23,619g, P80이 43,044g, P60이 29,154g 으로서 P80의 총필요수량이 가장 많았다. 토양면 증발량은 P100이 8,238g으로 가장 많았고, 그 다음으로 P80이 7,808g, P60이 6,017g 였다.

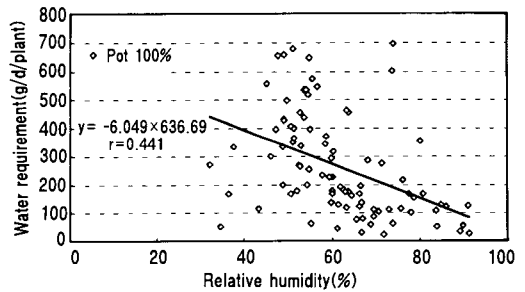
이상과 같이 P100, P60의 경우, 필요수량이 P80보다 적은 것은 수분과잉 또는 부족으로 인하여 작물생육이 P80에 비해 상대적으로 나쁘기 때문인 것으로 판단된다.

그러나 이 결과는 파리고추의 실험결과, 즉 P100에서 필요수량이 가장 많았던 것과는 다

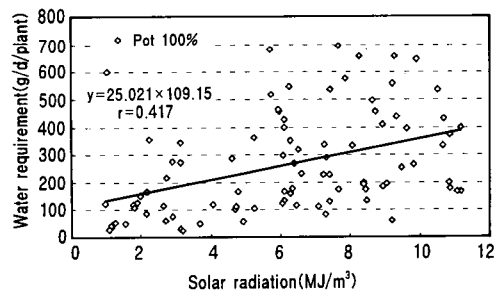
소 차이가 있다. 이것은 습윤도를 결정하는 과정에서 발생한 결과로 판단된다. 따라서 습윤도별로 작물의 필요수량을 측정 할 경우에는 설정한 습윤도를 만족시키기 위하여 가해주는 물의 량을 정확히 산정할 필요가 있는 것으로



(a) Ambient temperatures and water requirement



(b) Relative humidity and water requirement



(c) Solar radiation and water requirement

<Fig. 7> Relationships between meteorological factors and water requirement

<Table 1> Results of correlation analysis between meteorological factors(x) and water requirement(y)

Meteorological factors(x)	Saturation ratio(%)	Coefficient of correlation	Regression equation
ambient temperature	100	r = 0.081	y = 6.119x + 114.4
	80	r = 0.101	y = 14.907x + 115.7
	60	r = 0.099	y = 8.457x + 118.2
relative humidity	100	r = 0.441**	y = -6.049x + 636.7
	80	r = 0.460**	y = -12.176x + 123.0
	60	r = 0.521**	y = -7.982x + 816.7
solar radiation	100	r = 0.417**	y = 25.022x + 109.2
	80	r = 0.401**	y = 46.458x + 192.2
	60	r = 0.457**	y = 30.559x + 135.7

Remarks ** : 1% significant level

판단된다.

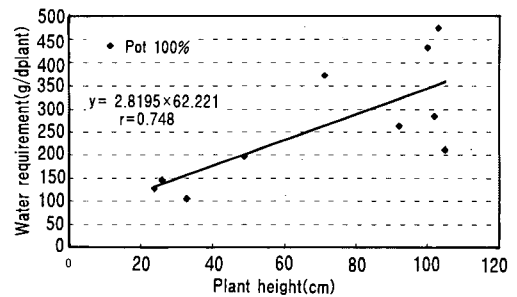
낮은 것을 알 수 있다. 그러나 다른 환경요인,

4. 환경요소와 필요수량간의 상관분석

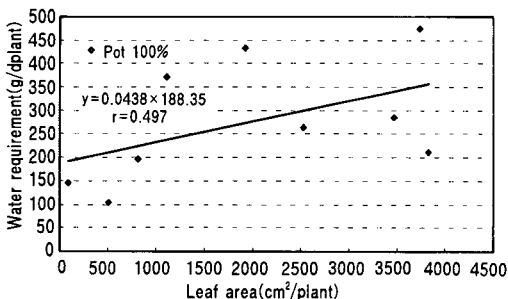
가. 기상환경과 필요수량

기상요소와 필요수량간에 상관성이 있는 것은 알려진 사실이다. <Fig. 7>은 P100을 예로하여 온실내 평균 기온, 최저 상대습도, 일사량의 변화에 상응하는 필요수량의 변화를 그린 것이고, <Table 1>은 상관분석 결과를 나타낸 것이다.

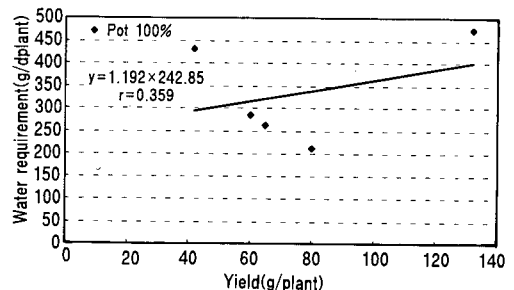
<Fig. 7>과 <Table 1>의 결과를 보면, 온실내 기온과 필요수량간에는 상관성이 거의 없거나



(b) Plant height and water requirement



(a) Leaf area and water requirement



(c) Yield and water requirement

<Fig. 8> Relationships between growing statuses and water requirement

<Table 2> Results of correlation analysis between growth factors(x) and water requirement(y)

Growth factors	Saturation ratio	Coefficient of correlation	Regression equation
leaf area	100	$r = 0.497$	$y = 0.044x + 188.4$
	80	$r = 0.496$	$y = 0.053x + 325.2$
	60	$r = 0.524$	$y = 0.048x + 226.3$
plant height	100	$r = 0.748^*$	$y = 2.820x + 62.2$
	80	$r = 0.781^{**}$	$y = 5.385x + 27.9$
	60	$r = 0.792^{**}$	$y = 3.314x + 69.7$
yield	100	$r = 0.359$	$y = 1.192x + 242.9$
	80	$r = 0.722$	$y = 1.478x + 367.4$
	60	$r = 0.751$	$y = 1.113x + 303.6$

Remarks ** : 1% significant level
 * : 5% significant level

즉 상대습도 및 일사량과 필요수량간에는 직선적인 회귀관계가 성립함을 알 수 있다. 이 결과는 온실에서 오이 및 상치를 양액 및 포장재배를 한 종래의 보고와 같은 결과이다^{1), 6)}

나. 작물생육과 필요수량

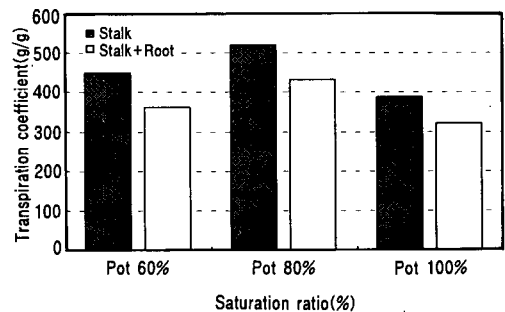
<Fig. 8>은 P100을 예로하여 엽면적, 초장, 수확량의 변화에 상응하는 필요수량의 변화를 그린 것이다. 그리고 <Table 2>은 상관분석 결과를 나타낸 것이다.

<Fig. 8>과 <Table 2>에서 알 수 있듯이 작물의 초장과 필요수량간에는 밀접한 상관관계가 있으나, 엽면적 및 수확량과 필요수량간에는 상관이 낮은 것을 알 수 있다. 윤 등⁴⁾이 보고한 파리고추의 경우, 엽면적과 필요수량간에는 밀접한 상관관계가 있었던 결과와는 조금 다르게 나타났다. 이것은 작물의 생육상황 조사 및 수확시기 등이 일정하지 않고, 또 기상상태가 다르기 때문인 것으로 판단된다.

5. 증산계수

<Fig. 9>는 각 처리별 증산계수값을 나타낸 것이다. 여기서 풍건물은 지상부의 줄기와 엽만을 고려한 경우(Stalk)와 지상부와 지하부를 모두 고려한 경우(Stalk+root)로 나누어 각기 증산계수를 계산하였다.

<Fig. 9>에서 알 수 있듯이 지상부와 지하부를 기준으로하는 경우, P100이 321g/g, P80



<Fig. 9> Comparison of water transpiration coefficients depending on the saturation ratio

이 433g/g, P60이 361g/g이었다. P80의 증산계수가 가장 크고 P60, P100순으로 작았다.

IV. 결론

본 연구는 온실재배 풋고추의 필요수량을 구명하기 위하여 수행되었다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 실험기간 중 외기온은 평년과 대체로 비슷하였고, 실내 평균기온과 상대습도는 외부보다 각각 0.9℃ 및 1.0% 정도 다소 높게 나타났다. 그리고 일사량 투과율은 약 50% 정도였다.

2. 주당 수확량은 습윤도 80%의 경우가 751g/plant으로 가장 많았다. 습윤도 100%와 60%의 경우는 각각 379g/plant 및 385g/plant 으로서 큰 차이가 없었다.

3. 전체 생육기간동안 필요수량의 일변화는 30~1,280g/d/plant 범위로서 크게 변화하였다. 그리고 처리별 주당 총 필요수량을 보면, 습윤도 100%에서 23,619g, 80%에서 43,044g이고 60%에서 29,154g 정도로서 습윤도 80%가 가장 많았다.

4. 온실내 평균 기온과 필요수량간에는 상관이 거의 없거나 낮은 것을 알 수 있었고, 상대 습도 및 일사량과 필요수량간에는 직선적인 회귀관계가 성립함을 알 수 있었다.

5. 초장과 필요수량간에는 밀접한 관계가 있었다.

6. 증산계수는 습윤도 P100, P80, P60에 대해 각각 321g/g, 433g/g 및 361g/g 으로서 80% 인 경우가 가장 크게 나타났다

참고문헌

1. 남상운, 이남호, 전우정, 황한철, 홍성구, 허연정, 1997. 시설재배 상추 및 오이의 재배방식별 증발산량. 생물생산시설환경 6(3). pp.168~175.
2. 농촌진흥청, 1996. 채소재배(표준영농교본-22). pp.35~59.
3. 윤용철, 이근후, 서원명, 1998. 온실 재배작물 오이의 소비수량. 경상대학교농업연구소보 32. pp.61~71.
4. 윤용철, 이근후, 서원명. 2000. 온실 재배 파리고추의 필요수량. 한국농공학회지 42(4). pp.59~66.
5. 윤용철, 이종창, 서원명, 이근후, 1999. 온실재배 봄배추의 소비수량에 대한 고찰. 한국농공학회 학술발표회 논문집. pp.411~417.
6. 古在豊樹, 林眞紀夫, 鈴木等, 渡部一郎, 1982. 溫室水耕栽培キュウリの蒸發散量と環境要因の關係, 農業氣象, 38(2), pp.153~159.
7. 竹内眞一, 安田繁, 河原田禮次郎, 失野友久, 1998. 作物の蒸散量を指標としたハウス内ピーマンの灌溉管理. 農業土木學會論文集 194. pp.41~49.
8. 橋本岩夫, 千家正照, 西出勤, 伊藤久吾, 天谷孝夫, 1999. 施設畑の電照ギク栽培における灌水管理の實態. 農業土木學會論文集 199. pp.119~127.
9. 橋本岩夫, 千家正照, 西出勤, 伊藤久吾, 天谷孝夫, 1999. 溫室メロンの地床栽培における灌水管理の實態. 農業土木學會論文集 199. pp.129~136.