Journal of Bio-Environment Control, 12(1):38-44, (2003)

재배 조건에 따른 고추의 생장과 토양 수분소비의 변화

황재문* · 태근식 · 엄정식
안동대학교 자연과학대학 생명자원과학부 원예학전공

Changes of Soil Water Balance and Growth of Red Pepper as Affected by Growing Conditions in the Plastic House[1)]

Hwang, Jae Moon*, Gun Sic Tae, and Jeong Sik Uom
**School of Bioresource Sciences, Andong National University, Andong 760-749, Korea*

Abstract. This work was conducted to estimate amounts of irrigating water during the growing periods of pepper after estimating water consumption in the plastic film house in 1997 and 1998. Evapo-transpiration (ET) under conditions of a black and white PE mulch and sandy or clay loam soil which enhanced the growth and yield of red peppers was greater than that at the bare and sand soil. Average ET of pepper grown in pots accounted for 56.5%~79.7% of total supplying water in 1997 and 1998. Most of ET was proportioned to the transpiration amount (91~94%), but there was some difference between amounts of ET and transpiration plus evaporation. Although ET depended on conditions of the soil texture and plant growth, transpiration for pepper growing periods was amounted to 337.7~774.3 mm in the clay soil, 910.6 mm in the sandy loam soil, and 253.1 mm in the sandy soil.

Key words : evapo-transpiration, irrigation, mulch, red fruits, soil texture, soil water potential

[1)]This study was granted by the Korea Science and Engineering Foundation (971-0601-004-2).

서 언

고추는 건조에 비교적 강한 편이지만, 실제 포장에서 건조 또는 가뭄으로 낙화 및 낙과가 심하여 수량이 급격히 떨어진다. 고추의 낙화와 낙과는 토양수분의 과다 또는 과소에 기인하고(Rhee와 Park, 1975), 한발로 인한 수량감소가 심각하다(Yoon 등, 1995). 우리나라에서 고추 정식기인 5월은 건조하며, 생육이 왕성한 6~8월은 장마로 인하여 과습하고, 열매의 성숙기인 9월 이후에는 강우 부족으로 다시 건조한 기상 특성을 보인다. 고추의 안정적 생산을 위해 강우량이 부족한 건조기에는 작물의 증발산에 소요되는 만큼의 물을 계획적으로 관수할 필요가 있다. 그러나 증발산량은 토양성질, 작물의 종류나 품종, 재배방법 등의 많은 요인에 영향을 받으며, 노지에서 시기별 강우 등 기상요소와 이에 따른 토양수분 상태에 의하여 결정되기도 한다(Im, 1982; Raghuwanshi와 Wallender, 1997).

Yoon(1989)은 포장용수량과 pF 2.7사이의 토양수분 상태에서 용적법으로 구한 고추의 평균 일일 증발산량은 6.79 mm이며 총 증발산량이 1,005.2 mm라고 하였다. 증발산량의 대부분은 뿌리로부터 흡수된 물이 확산압차에 의하여 일어나는 증산작용으로 잎의 기공을 통하여 대기로 확산되며, 옥수수에서 증발산을 측정하기 위해 porometer, lysimeter 그리고 Bowen ratio를 동시에 이용하였다(Herbst 등, 1996). 작물의 관수량을 추정하기 위해 증산량과 기상 요소와의 관계식으로 장미에서 일사량과 잎과 토양의 수분포텐셜(Kano 등, 1993), 온실 토마토에서 일사량과 기온(Woo 등, 2000) 및 증기압차(Leonardi 등, 2000) 등의 모델들이 개발되고 있다. 또한 Yoon 등(1999)은 관수 전 · 후의 포트(lysimeter)의 무게 차이를 구하여 배추의 물 소비량이 평균기온 값과 고도의 정의 상관을 보인다고 하였다. Hwang과 Tae(2001)도 노지에서 고추의 생장량이나 토양수분의 함량이 PE(polyethylene film) 멀칭과 터널재배에 따라 현저히 다르며, 재배법에 따라 관수량을 달리해야 함을 보고하였다.

본 실험에서는 강우가 차단된 플라스틱필름 하우스에서 토성을 달리하여 시기별 증발산량을 용적법으로 구하고, 기상요소와 증발산량, 고추의 생장과의 관계를 추정하고자 하였다.

재료 및 방법

실험에 이용한 고추는 시판되는 건고추용 '다복맛'(홍농)이며, 2월 20일에 파종하여 5월 10일에 플라스틱 포트(상/하부 직경: 45/40 cm, 높이: 37 cm, 상표면적과 용적: 1400 cm^2, 42 L)에 정식하여 양 측면이 개방된 PE 하우스(0.07mm film)에서 고추를 재배하였다. 재배 포트(lysimeter)에 고추 전용액(Kim과 Kim, 1994)을 압력보상형 4지식 점적 튜브로 공급하였다. 하루 급액량은 포트 당 1,600~1,700 ml/hr (12 mm 내외) 기준으로 조절하였고, 포트 하단에 직경 1 cm 구멍에 호스를 연결시켰으며 자연적으로 배수된 배액량을 메스실린더로 측정하였다. 고추의 생장을 고려하여 생장 초기인 7월 하순까지 15분, 8월에서 9월 상순까지 30분에서 45분, 그 후는 30분을 기준으로 물을 공급하였다. 압력 보상형 점적시스템으로 포트 당 3.0 mm/15분에 맞추어 균등하게 공급되었으나 포트의 높낮이에 따라 약간의 편차가 있었다. 실험기간 중에 7월부터 8월 초순까지는 비교적 증산량에 상당하는 수준으로 관수하였으나 이외의 기간에는 증산량보다 관수량을 늘려서 공급하였다. 실험 2년차의 공급된 총 관수량을 1년차 보다 3배정도 많은 1566.2 mm로 늘려 공급하였고 시기별 공급된 량은 Table 1과 같았다. 물의 소요량은 토성이나 재배조건에 따라 달라지지만 (Nam 등, 1997), 본 실험에서는 토성에 관계없이 일정량을 공급하여 수분소비 특성을 추적하였다.

재배조건은 1년차(1997)에 고추 재배지의 밭흙(점질양토)과 모래를 각각 채운 포트에 멀칭(흑백 film 0.05 mm)과 고추 재식의 유무로 구분하여 4처리로 나누었다. 2년차(1998년)에도 1년차와 동일한 품종, 장소 및 포트를 이용하였고, 포트에 재배지의 흙, 모래, 유기질 비료(원조믹스, 경농사)를 각각 6:3:1과 3:6:1의 무게 비로 혼합하여 재배하였다. 실험구는 요인별 5반복으로 완전임의 배치하였고, 기타 재배방법은 관행에 따랐으며, 진딧물과 탄저병 방제를 위해 농약을 2~3회 살포하였다.

자동기상측정장치(CR21X, Campbell Scientific Co., USA)를 하우스와 재배 포트에 설치하여 기온, 지온, 일사량 및 토양수분을 계측하여 나타내었다. 고추의 생육 기간별로 생장과 수량을 측정하고 실험이 종료된 시기에 식물체 전체를 뽑아 각 부위별 무게와 적과의 수량을 조사하였다.

증발산량(ml/pot)은 다음의 식으로 각각 구하였다.

(1) 증산량(T) = 공급량(Wi) – 배액량(MPWo)
– 토양수분보유량(Ws),

Table 1. Monthly amounts (mm/plant) of irrigation, transpiration, evaporation, and evapo-transpiration of peppers from June to October in PE house.

Amount of Water	June	July	August	September	October	Total
			1997[z]			
Irrigation, mm (I)	67.5	93.8	247.3	42.1	-	450.7
Transpiration, mm (T)	30.0	92.5	188.2	15.3	-	326.0
Evapotranspiration, mm (ET)	44.1	93.8	196.8	24.4	-	359.1
T/I, %	44.4	98.6	76.1	36.3	-	72.3
ET/I, %	65.3	100.0	71.5	58.0	-	79.7
			1998[y]			
Irrigation, mm (I)	66.6	333.0	471.6	554.9	140.1	1566.2
Transpiration, mm (T)	14.7	186.2	251.8	316.2	65.7	834.6
Evapotranspiration, mm (ET)	15.5	193.0	264.7	344.3	68.0	885.5
T/I, %	22.1	55.9	53.4	57.0	46.9	53.3
ET/I, %	23.3	58.0	56.1	62.0	48.5	56.5

[z]In 1997, figures were shown as the mean values of 3 pots in the field soil without October.
[y]In 1998, figures were shown as the mean values of 6 pots in two soil types, sandy and clay loam.

(2) 증발량(E) = 공급량(Wi) – 배액량(NWo)
– 토양수분보유량(Ws),
(3) 증발산량(ET) = 공급량(Wi) – 배액량(NPWo)
– 토양수분보유량(Ws).

MPWo : 토면 증발을 차단한 포트(고추 재식과 멀칭한 포트)에서의 배액량, NWo : 고추 재식과 멀칭을 하지 않은 나지 포트에서의 배액량, NPWo : 고추를 심고 멀칭하지 않은 포트에서의 배액량이다.

결과 및 고찰

온도, 일사량 및 토양수분의 변화

실험기간(1997년) 중 하우스의 기온과 처리별 포트의 지온 변화를 Fig. 1에 나타내었다. 기온보다 지온은 계속적으로 2~3°C 정도 높게 유지되었으나 멀칭과 무멀칭 간의 지온은 멀칭에서 약간 높았다. 플라스틱 하우스의 지상에 플라스틱 포트를 설치하였기 때문에 포트의 지온이 기온보다 높았던 것으로 이해된다. 그러나 고추 재배지의 지온은 기온보다 일반적으로 낮기 때문에 포트의 본 실험의 결과는 실제와 다소 차이가 있을 것으로 예상된다. 1997년에는 생장 후기에, 1998년에는 생장초기에 기온이 낮았고 전체적으로 1998년의 기온이 낮은 분포를 보였다. 또한 Fig. 2에서와 같이 하우스 내의 일사량이 외부의 일사량보다 30% 정도 감소되었다. 따라서 본 실험조건에서 구한 증발산량을 노지 고추에 적용할 경우, 기상조건이 다름을 감안하여야 할 것이다.

하우스 내 처리별 포트의 토양 수분변화(1997-1998년도)를 그림에 나타내었다. 고추를 재식하고 멀칭한 포트(PM)와 고추 없이 멀칭만 한 포트(NM), 그리고 고추 재식도 멀칭도 하지 않은 나지구(NN)의 토양수분을 비교하면, PM구의 토양수분 장력은 다른 포트보다 매우 높았다(Fig. 3). 또한 1998년에도 고추를 재식하고 무멀칭(CP)이나 멀칭(CPM)구의 토양수분 장력은 고추를 재식하지 않은 멀칭(CM)이나 나지(CN)보다 높았다(Fig. 4). 특히 고추의 생장이 활발하고 기온

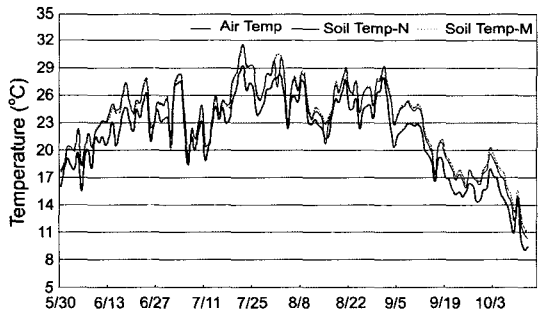

Fig. 1. Changes of soil temperature in the pot mulched (M) and non-mulched (N), and air temperature in the PE house (1997).

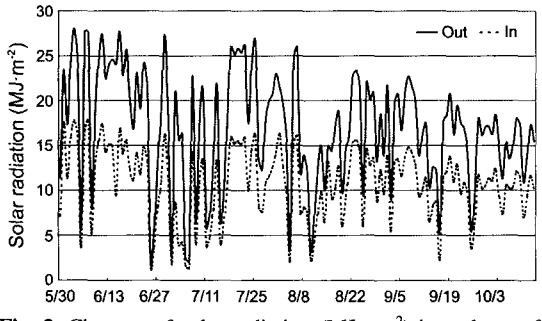

Fig. 2. Changes of solar radiation ($MJ \cdot m^{-2}$) in and out of PE house (1997).

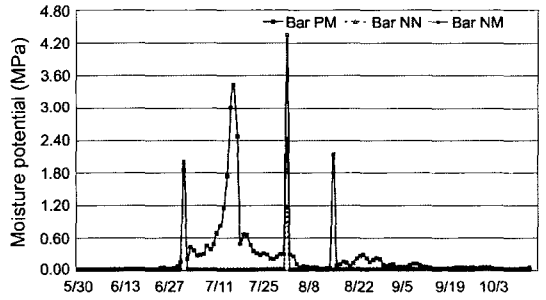

Fig. 3. Changes of soil moisture potential (–MPa) in clay soil at the different conditions in PE house (1997). PM, mulched with plant; NN; bare soil; and NM, mulched.

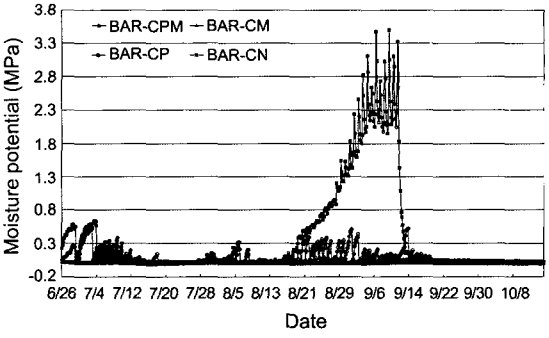

Fig. 4. Changes of soil moisture potential (–MPa) in clay soil at different conditions in PE house (1998). CP, bare with plant; CN, bare; CPM, mulch with plant; and CM, mulch.

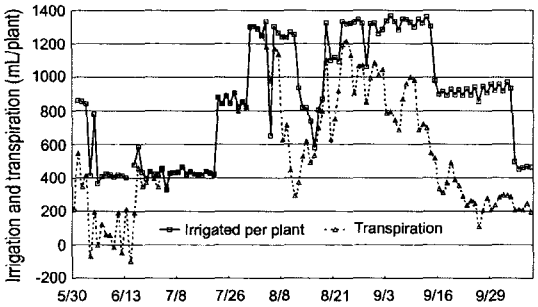

Fig. 5. Changes of irrigation and transpiration amount (mL/plant) of pepper grown in the clay loam soil during experimental periods (1997).

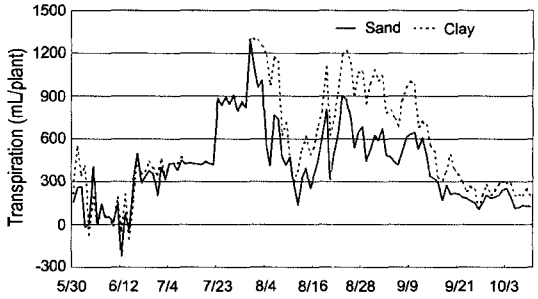

Fig. 6. Changes of transpiration amount (mL/plant) of peppers in the sand and clay loam soil (1997).

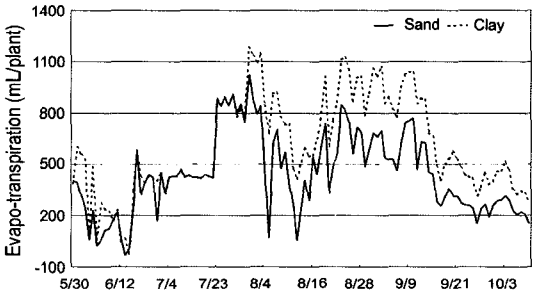

Fig. 7. Changes of evapo-transpiration amount (mL/plant) in the sand and clay loam soil (1997).

이나 일사량이 높은 시기에는 토양수분 포텐셜도 높아진 경향이었다. 이것은 고추를 통하여 토양수분이 흡수되어 증산되므로써 토양의 수분포텐셜이 높아진 것으로 이해되었다. 그러나 연차간 재배환경이나 수분 공급량이 일정하지 않았던 관계로 토양수분 장력도 시기별로 일정하지 않았다.

증발산량 추정

고추를 재배한 포장의 토양(점질양토)을 채운 포트에서 실험 기간(1997년) 중에 계획적으로 공급한 시기별 관수량의 변화를 Fig. 5에 고추의 증산량과 비교하여 나타내었다.

고추의 생장시기에 따라 용적법에 의하여 측정한 토성별 증산과 증발산량의 변화는 Fig. 6과 7에 나타내었다. 증산량은 생장 초기인 7월 초순까지 미미하였으나 그 이후 증가하여 생장 성기인 7월 하순과 8월 초순에 급격히 많아졌다. 그리고 모래에 비하여 점질양토에 재배된 고추의 증산량이 8월 이후부터 계속 많았다. 증발량은 증산량에 비하여 시기에 따른 변화가 심하지 않고 일정한 수준(약 200 ml/pot)을 유지하였으며, 증발량이 8월 이후부터 모래에 비하여 점질양토에서 높았던 것은 증산량의 변화와 같은 양상이었다. 증발산량은 증산량보다 약간 높은 수준이며 그 변화 양상은 증산량의 변화와 비슷하였다(Fig. 7). 이것은 앞에서 언급되었듯이 시기에 따른 증발량의 차이는 크지 않은데 반하여 증산량의 변화가 크게 나타났기 때문이다. 증발산량이 증산량과 비슷한 수준이므로 고추를 멀칭재배하는 포장 군락상태에서는 증발량이 미미할 것으로 짐작되었다. 이론적으로 증산량과 증발량을 합한 값이 증발산량이 되지만 실제 측정한 값은 이론치보다 낮은 것으로 나타났다. Nam 등(1997)은 상추와 오이를 토경, 양액 및 고형배지경에 재배한 결과, 증발산량은 생장량이 많은 양액 또는 고형경에서 높았고 물소비량은 토경에서 많았다고 하였다. 고추에서 증발산량이 높았던 시기는 8월과 9월이며 평균 총 증발산량은 토성에 따라 다르지만 359.1(1997년)~885.5(1998년) mm이며, 이는 Yoon(1989)이 고추의 생장과 수량이 가장 좋았던 조건(포장용수량에서 pF 2.7 범위)에서 총 증발산량이 1,005.2 mm이라고 하였던 것에 비하여 낮았다. 따라서 토양수분 포텐셜이 8월 하순에서 9월 상순에 높게 유지되었던 시기(Fig. 4)는 온도나 고추 생장량의 증가로 수분이 부족하였을 것으로 짐작되었다. 1년차에는 매우 건조한 조건에서 실험이 수행되었지만 2년차에는 충분한 수분을 공급하였으나 8월 하순~9월 상순에 관수량이 부족한 것으로 이해된다.

증발산량은 토성은 물론 온도나 일사량 및 작물의 생장 등의 요인이 관여하며(Nam 등, 1997; Kano 등, 1993; Woo 등, 2000), 본 연구에서도 모래보다 사질양토 또는 점질양토에서 증발량과 증산량이 높아 토성

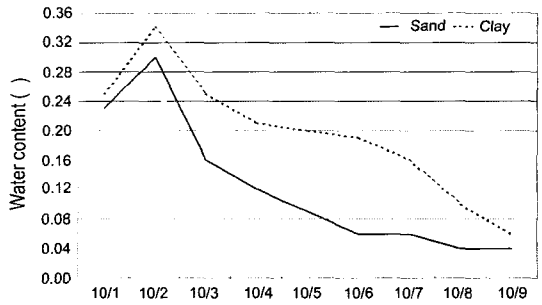

Fig. 8. Changes of soil water content (mass of water/mass of dry soil) in the clay and sandy loam soils saturated by withholding water in the PE house (1997).

에 따라 다름을 보여주고 있다. 모래와 점질양토에서 물을 포화시킨 후 시기에 따라 증발에 의한 수분의 손실량을 비교한 Fig. 8에서도 토성에 따른 증발량의 차이를 볼 수 있었다. 일반적으로 점토가 사토에 비하여 수분의 증발속도는 느리고 수분의 보유력이 높다는 사실은 잘 알려져 있다. 재배지 토양(점질양토)의 증산량이 모래 보다 높았던 것은 점질양토에서 고추의 생장이 왕성하였기 때문으로 생각된다. 또한 시기에 따른 증산량은 기온이나 지온의 변화와 비슷한 패턴으로 온도가 높고 생장이 왕성한 시기인 7~8월에 높았다.

월별 관수량 대 증발산량을 비교한 결과, Table 1에서와 같이 해에 따라 차이가 많았지만 전체 관수량의 약 57~80%가 고추 재배지 토양에서 증발산량으로 충당되었고, 또한 증발산량이 높았던 달은 8월과 9월이었다. 이때는 고추의 생장이 가장 왕성한 시기이기 때문에 수분의 요구도가 높았을 것으로 짐작된다. 토성별 증산 및 증발산량을 보면 Table 2와 같다. 증발산량이나 증산량이 가장 높았던 토성은 고추의 생장이 왕성하였던 1998년의 사질양토이며, 모래에서 가장 낮았다. 그러나 모래에서는 수분의 이용율이 점질양토에 비하여 낮기 때문에 물의 공급회수를 늘리고 1회 관수량을 줄이는 것이 타당할 것으로 판단된다. Kang 등(2001)은 포트에 재배한 고추의 뿌리 양쪽으로 간헐적 교호관수가 수분이용의 효율면에서 한쪽 관수 또는 양쪽 지속관수에 비하여 더 좋은 방법이라고 하였다.

결론적으로 고추의 증발산량은 생장 시기별로 차이가

Table 2. Total amounts of water consumption (mm) according to soils in each experimental period in the pepper-growing PE house.

Soil texture & Year	Evapotranspiration	Evaporation (E)	Transpiration (T)	E+T
Sand, 1997	253.1	116.6	252.4	369.0
Field soil, 1997	337.7	120.5	327.3	447.8
Mean	295.4	118.6	289.9	408.4
Sandy loam, 1998	910.6	399.6	856.6	1256.2
Clay loam, 1998	774.3	309.2	803.3	1112.5
Mean	842.5	354.4	830.0	1184.4

Table 3. Plant growth, number of red fruits and fruit weight (g) per pepper plant grown in the pot filled with different soils in PE house.

Treatment	Stem dia. (mm)	No. of nodes	Top weight, T (g)	Root weight, R (g)	T/R ratio	No. of red fruits	Fresh red fruit wt. (g)	Mean fruit wt. (g)
				1997				
Sand soil Bared	10.5b[z]	9.3b	18.3b	12.7b	1.45	22.7b	204b	9.0
Mulched	11.3ab	9.7ab	16.8b	13.9b	1.21	27.4b	214b	7.8
Field soil Bared	12.3a	11.3a	25.9a	17.3b	1.49	26.4b	232b	8.8
Mulched	12.3a	9.3b	25.0a	26.9a	0.93	34.6a	303a	8.7
				1998				
Sandy loam Bared	16.1a	10.6a	42.9b	16.3b	2.63	40.3ab	335ab	8.3
Mulched	16.4a	10.3a	50.6a	20.3a	2.49	43.7ab	404a	9.2
Clay loam Bareed	16.0a	10.4a	48.6a	23.6a	2.06	35.3b	292b	8.3
Mulched	15.4a	9.3a	46.2ab	18.6ab	2.48	50.0a	445a	8.9

[z] Mean separation within columns in each year by Duncan's range test at P=0.05.

있으나 기온, 습도 및 일사량과 높은 상관(Herbst 등, 1996; Kano 등, 1993; Leonardi 등, 2000; Nam 등, 1997; Woo 등, 2000)을 가지므로 생장시기별 이들의 변화에 따른 증발산량으로 관수량을 결정할 수 있을 것이다. 또한 토성과 재배방법에 따라 수분보유율이나 이용율을 감안하여 관수량을 산출하는 것이 합리적이라고 생각한다.

고추의 생장과 수량

고추의 생장과 수량을 토성과 멀칭 유무에 따라 비교하면 Table 3과 같다. 전체적으로 모래나 사질양토보다 점질양토에서, 그리고 무멀칭에 비하여 멀칭한 포트의 고추 생장이 양호하였고 붉은 고추의 수량도 많았다. 그리고 기온이 높았던 1997년에는 고추의 지상부 생장이 멀칭에 비하여 무멀칭에서 다소 증가하였으나 지하부의 생장은 멀칭구에서 높아져서 결과적으로 T/R 율이 멀칭구에서 오히려 낮았다. 그러나 1998년에 T/R 율이 사양토의 무멀칭구에서 높았고 점질양토의 멀칭구에서 각각 높았고, 1997년에 비하여 고추의 생장이 왕성하고 수량도 높았으며 멀칭구는 무멀칭에 비하여 생장량이 많았다. 이와 같은 결과는 멀칭에 따른 지온의 영향은 뿌리의 발달에 영향을 미쳐서 결과적으로 지상부의 생장은 물론 수량에 영향을 미치게 된다(Gosselin과 Trudel, 1986). 고추의 품종에 따라 생장율과 광합성산물의 분배율에 대한 기온의 반응이나 물의 요구도가 다르다고 하였다(Takagaki, 1993; Suh 등, 1987). 그리고 토성에 따른 생장과 수량의 차이는 모래에 비하여 점토가 토양 수분과 양분의 보유력이 높기 때문으로 이해된다. 일반적으로 노지에서 멀칭은 고추의 생장에 유리하지만(Lee와 Yoon, 1975; Hwang과 Tae, 2001), 1997년의 기상 조건에서 멀칭으로 지온은 뿌리 생육적온보다 지나치게 높았던 것으로 짐작된다(Fig. 1). 2년차의 실험에서 점질양토와 사질양토 간의 고추 생장의 차이는 1년차의 모래와 점질양토의 차이에 비하여 미미하였다. 이것은 실험 토양에 유기물과 양액을 동일한 수준으로 공급하였기 때문인 것으로 추측되었다.

적 요

플라스틱 하우스 내에서 토성과 재배조건을 달리하여 라이시메터를 이용한 용적법으로 고추의 증발산량을 구하고자 하였다. 멀칭과 사질 또는 점질양토는 무멀칭과 모래에 비하여 고추의 증산량이 높았으며, 고추의 생장과 수량을 증가시켰다. 그리고 총 관수량의 약 53%~72%가 고추의 증산에 소모되었고, 증발산량의 약 91%~94%가 증산에 이용되었으며 증발량은 시기에 따라 크게 변하지 않았으나 생장 초기에 증산량보다 높은 편이었다. 고추의 전 생장기간 동안 증발산량은 기상조건과 생장량에 따라 다르지만, 점질양토에서 337.7~774.3 mm, 사질양토에서 910.6 mm, 모래에서 253.1 mm의 증산량을 보였다.

주요어 : 관수, 멀칭, 적과 수량, 증발산, 증산, 토성

인 용 문 헌

1. Aloni, B., J. Daie, and L. Karni. 1991. Water relations, photosynthesis and assimilate partitioning in leaves of pepper (*Capsicum annuum* L.) transplants: Effect of water stress after transplanting. J. Hort. Sci. 66:75-80.
2. Delfine, S., F. Loreto, and A. Alvino. 2001. Drought-stress effects on physiology, growth and biomass production of rainfed and irrigated bell pepper plants in the Mediterranean region. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126:297-304.
3. Gosselin, A., and M.J. Trudel. 1986. Root-zone temperature effects on pepper. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111:220-224.
4. Herbst, M., L. Kappen, F. Thamm, and R. Vanselow. 1996. Simultaneous measurements of transpiration, soil evaporation and total evaporation in a maize field in northern Germany. J. Exp. Bot. 47:1957-1962.
5. Hwang, J.M., and G.S. Tae. 2001. Changes in the growth of red pepper (*Capsicum annuum* L.) and soil moisture according to irrigation and cultivating methods. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 42:295-299.
6. Im, J.N. 1982. Upland irrigation study. Res. Rept. (supplemental report). RDA. 24:519-524.
7. Kang, S., L. Zhang, X. Hu, Z. Li, and P. Jerie. 2001. An improved water use efficiency for hot pepper grown under controlled alternate drip irrigation on partial roots. Sci. Hort. 89:257-267.
8. Kano, A., M. Naitoh, and K. Ohkawa. 1993. Measurement and simulation of greenhouse rose transpiration and leaf water potential. Bull. of Fac. of Agri., Shizuoka Univ. 43:1-7.
9. Kim, K.Y. and Y.C. Kim. 1994. Situation, problems and counterplan of medium culture in fruit vegetables. Protected Hort. 7:51-66.

10. Lee, B.Y. and J.Y. Yoon. 1975. Effect of polyethylene film mulching on the soil temperature and the growth and yield of red pepper. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 16:185-191.
11. Leonardi, C., A. Baille, and S. Guichard. 2000. Predicting transpiration of shaded and non-shaded tomato fruits under greenhouse environments. Sci. Hort. 84:297-307.
12. Nam, S.W., N.H. Lee, W.J. Jeon, H.C. Hwang, S.G. Hong, and Y.J. Heo. 1997. Evapotranspirations of lettuce and cucumber by cropping systems in greenhouse. J. Bio. Fac. Env. 6:168-175.
13. Raghuwanshi, N.S., and W.W. Wallender. 1997. Field-measured evapotranspiration as a stochastic process. Agri. Water Management 32:111-129.
14. Rhee, D.A., and S.K. Park. 1975. The effect of soil moisture level on flowers and fruit drop of red pepper. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 16:99-105.
15. Suh, H.D., S.K. Park, and Y.S. Kwon. 1987. Effect of amounts and intervals of irrigation on the yield of hot pepper, radish and Chinese cabbage. Res. Rept. RDA (Hort.) 29:24-29.
16. Takagaki, M. 1993. Influence of day temperature on relative growth rate and net photosynthetic rate of four pepper varieties. Tropical Agriculture (Japan) 37:277-283.
17. Woo, Y.H., H.J. Kim, Y.I. Nam, I.H. Cho, and Y.S. Kwon. 2000. Predicting and measuring transpiration based on phytomonitoring of tomato in greenhouse. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 41:459-463.
18. Yoon, J.T., C.G. Kim, N.K. Park, J.H. Lim, D.J. Choi, and B.S. Choi. 1995. Red pepper growth to soil water management in the drought area. RDA. J. Agri. Sci. 37:251-254.
19. Yoon, Y.C., W.M. Suh, and K.H. Lee. 1999. A study on the water consumption of the spring Chinese cabbage in greenhouse. J. Inst. Agri. Res. Util. 33:71-77.
20. Yoon, H.K. 1989. A study on the optimom irrigation level and the project water requirement for upland crops. Ph. D. Dissertation. Kyungpook Nat'l Univ.