

시설 관비재배 토마토 관수방법이 양분함량 및 토양화학성의 변화 Changes in the plant mineral contents and soil chemical properties by Irrigation methods of tomato under greenhouse cultivation

김성배*, 고순보, 고태신, 한원탁, 이상순

제주도농업기술원 기술지원국 환경농업과

*Seong Bae Kim · Sun Bo Ko, Tae Sin Ko, Won Tak Han, saong sun Lee

*Jeju-Do Agricultural Research & Extension service, Jeju, 690-170, Korea.

서 론

시설재배에서 적정관수는 수량과 품질향상에 큰 영향을 미치는 데 대체적으로 지금까지의 관수방식은 한번에 흠뻑 관수하여 관수회수를 적게 하는 방식의 분사관수 위주로 관리를 해왔지만 최근에는 점적관수 방식에 의한 관비농법을 선호하고 있다(박, 1997). 종래의 방식은 토양표면이 굳어져 침수성과 통기성이 불량해지며, 하층에 수분이 많아져 산소결핍이 원인이 되고, 관수간격이 길기 때문에 토양수분변동이 커져 건조할 경우 토양 양분 농도가 상승하여 근이 불량해지는 원인이 되지만 점적관수 방식은 이러한 단점들을 보완할 수 있어서 차세대형 관수방식이라고 할 수 있다. 따라서 본 연구는 시설재배 연작 토양에서 관비재배의 효율성을 극대화하기 위하여 관수방법에 따른 시설토마토의 엽과 엽병내 무기 양분의 흡수 상태 및 토양의 화학적 특성의 변화를 파악하여 토양오염의 최소화와 토마토 안정 재배의 기초 자료를 얻고자 본 시험을 수행하였다.

재료 및 방법

본 연구에 사용한 토마토(*Lycopersicum esculentum* Mill.) 품종은 Momotaro York (Takii Co., Japan)로 2월 5일 파종하여 40일간 육묘하였으며, 1화방이 출현하여 개화시작 직전인 2003년 3월 18일에 이랑넓이 1.2m에 줄간격 50cm 식물체 40cm로 하여 2줄로 정식하였고, 정식전 토마토 식물체의 엽과 엽병내 무기성분 함량은 표 2에서 보는 바와 같다.

Table 1. The contents of major mineral elements in organs of tomato plant before planting(% , dw).

Part	T-N	P	K	Ca	Mg	Na
Leaf	3.31	0.39	2.51	2.49	0.67	0.17
Petiole	1.35	0.32	4.81	0.73	0.46	0.21

시험 포장의 시험전 하우스 토양의 이화학적 특성은 표 1에서 보는 바와 같이 유효인산 함량이 기준치 이하이고 치환성 양이온 함량이 기준치보다 높은 특성을 보였다.

Table 2. Chemical properties of soil used

Factors	pH (1:5)	EC (mS·cm ⁻¹)	O.M (%)	Available P ₂ O ₅ (mg·L ⁻¹)	Exchange cation(mg·kg ⁻¹)		
					K	Ca	Mg
Standard	6.0~6.5	2.0 이하	2.0~3.0	400~500	0.7~0.8	5.0~6.0	1.5~2.0
Before treatment	6.1	0.60	2.8	318.7	1.10	12.08	4.26

정식 후 관수방법은 점적호수(Dripline, Netafim, Israel)를 설치하고 플로리콤(Netafim, Israel) 수분센서를 자동관수분배기(Doorepark HR-1호, 한아레바호, Korea)에 연결하여 토양내 수분함량에 따라 공급하는 점적관수(Drip Irrigation) 방식을, 또한 분사호수(0.02~0.1m/m, Sinnong, Korea)를 이용한 관수방법으로 인위적으로 토양의 상태를 파악하여 수분과 양분을 적절히 공급하는 분사관수(Spray Irrigation)방식과 비료를 제외하고 수분만 공급하는 무비 구(non-fertilizer)로 나누어 시험처리를 하였다. 각 처리별 비료 사용량은 점적관비 처리는 원예연구소 토마토 처방액을 사용하여 공급 EC농도를 0.8 mS/cm로 조정하여 공급하였고, 분사관수는 요소 18.5kg, 황산칼리 19kg을 기준으로 하여 3일 1회(15ℓ/일) 공급하였다. 분석시료의 채취는 1화방 착과시, 3화방, 5화방 및 10화방 과실 비대기 즉 각 화방별로 과일크기가 직경 3~5cm정도 크기일 때 각각 시료를 채취하였으며, 엽은 각 채취 화방의 바로 위의 엽(상위 첫번째 본엽에서 아래로 9번째 엽)을 엽과 엽병으로 나누어 채취하여 습식분해(황산-과산화수소) 후 식물체 중 총 질소는 Kjeldahl 증류법으로 P, K Ca, Mg은 분해액을 100배로 희석여과한 후 ICP(JY-70C, Jobin, France)로 측정하였다. 토양시료는 식물체를 채취한 부분의 토양을 채취하여 음건한 후 pH와 EC는 각각 1:5법으로 pH/EC meter(460-CP, ISTEK, Korea)로 측정하였으며, 유효인산은 Vanado molybdate법(R.D.A, Korea)으로 추출하여 Spectrophotometer(Carry 50, Varian Liverty Series 11, Australia)로 측정하였고, 무기성분은 산 분해 후 ICP(JY-70C,

Jobin, France)로 측정하였다. 엽록소 함량은 시료 채취 화방의 바로 위의 엽을 엽록소 측정기(SPAD501, Minolta, Japan)로 측정하였다.

결과 및 고찰

관비재배 시설 토마토의 생육은 관수방식에 따라 차이가 있었는데 표 3에서 생육단계별로 지상부 생육 상황을 비교해 보면, 정식 후 35일째인 제 1화방 착과 비대기의 분사관비 처리에서 무비구나 점적관수 처리에 비하여 초장이 크고 줄기경이 굵은 특성을 나타내어 초기에 지상부가 과번무하는 경향을 보였고, 화방 당 착과수는 생육초기에는 처리간 차이가 없었으나 75일째인 제5화방 과실 비대기에는 무비 처리에 비해 점적관수나 분사관수에서 착과수가 많은 경향을 보였다.

Table 3. Growth characteristics of tomato by different of Irrigation method under greenhouse cultivation

Treatment	Plant height (cm)	Stem Diameter (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of fruits (/cluster)	Fresh weight (/plant)
35 days after transplanting(1st cluster)						
Drip Irrigation	87.5 b ²	11.6 a	37.1 a	38.8 a	4.5 a	213.1 b
Spray Irrigation	90.5 a	13.6 a	35.7 a	37.9 a	4.3 a	324.3 a
Non- fertilizer	73.0 c	9.9 b	30.1 b	29.5 b	4.5 a	153.1 c
75 days after transplanting(5th cluster)						
Drip Irrigation	175.8 a	14.9 a	43.3 a	47.6 a	4.2 a	650.1 a
Spray Irrigation	144.6 b	15.3 a	38.2 b	42.1 a	3.8 b	618.6 a
Non- fertilizer	126.6 c	8.1 b	32.0 c	28.9 b	3.7 b	446.7 b

²Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level

그림 1에서 토마토의 생육단계에 따른 엽의 건물체내 무기성분 농도를 보면 T-N 농도는 1~2화방 과실비대기에 약간 증가하는 경향을 보였으며, P 농도는 전반적으로 일정한 수준을 유지하다가 생육중기 약간의 증가 경향을 보였고 K 농도는 전반적으로 2화방 비대기까지 증가하다가 이후에 점차 감소하는 경향을 보였다. Ca 농도는 전반적으로 K와 마찬가지로 2화방 비대기 이후 점차적으로 증가 경향을 보이다가 생육후기에 약간 떨어졌으나 생육초기보다는 증가하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 석탄회성형배지에서의 토마토 엽 건물체내의 N, P, K의 무기성분의 함량은 생육후기로 갈수록 같거나 다소 낮아지는 경향을 보였고 Ca와 Mg은 생육후기에 높아지는 경향을 보였다는 이등(2001)의 보고와 유사하였다.

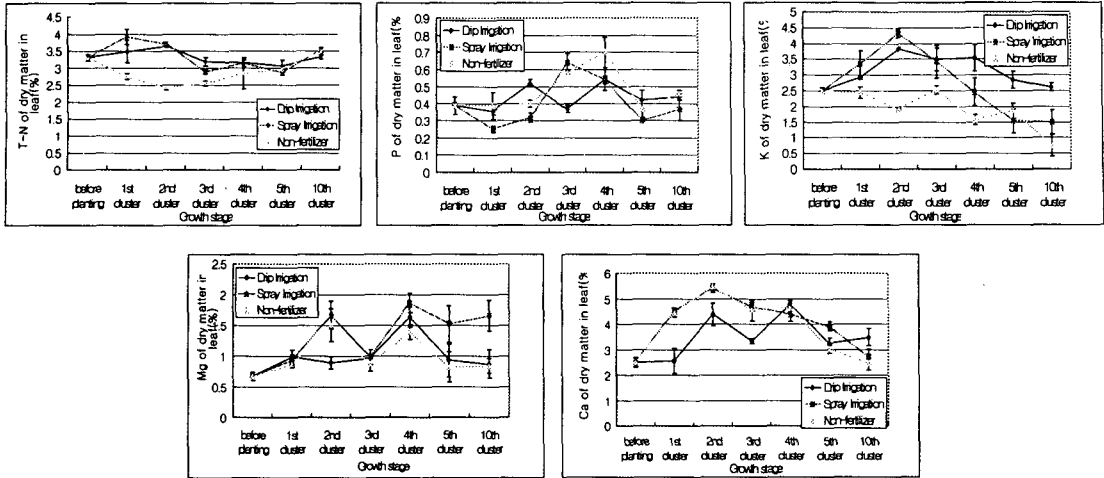


Fig 1. The contents of T-N, P, K, Ca and Mg in the dry matter of leaves

그림 2에서는 생육단계에 따른 엽병의 건물체내의 무기성분 농도를 나타내었는데 엽병 건물체내 T-N, P의 농도는 전반적으로 2~3화방까지 점차적인 증가를 보이다가 이후 감소하는 경향을 보였으며, 또한 K는 2화방과 3화방에서 일시적인 증가현상을 보였으나 4화방 이후 점차 감소하여 생육 후기까지 감소하는 경향이었고, Ca와 Mg은 1화방에서 3화방까지 일시적인 증가현상을 보였으나 이러한 결과는 수경재배 토마토의 엽과 엽병 건물체내의 Ca와 Mg 농도는 유효기에서 수확초기까지 농도가 증가하다 수확중기에 약간 감소하여 수확 후기에 다시 농도가 증가하였다는 보고와 수경재배 토마토의 엽과 엽병의 무기원소 농도중에 가장 높은 것은 엽신에서 N, Ca이었으며, 엽병에서는 P, K, Mg 농도가 가장 높았다는 보고와 유사하였다.

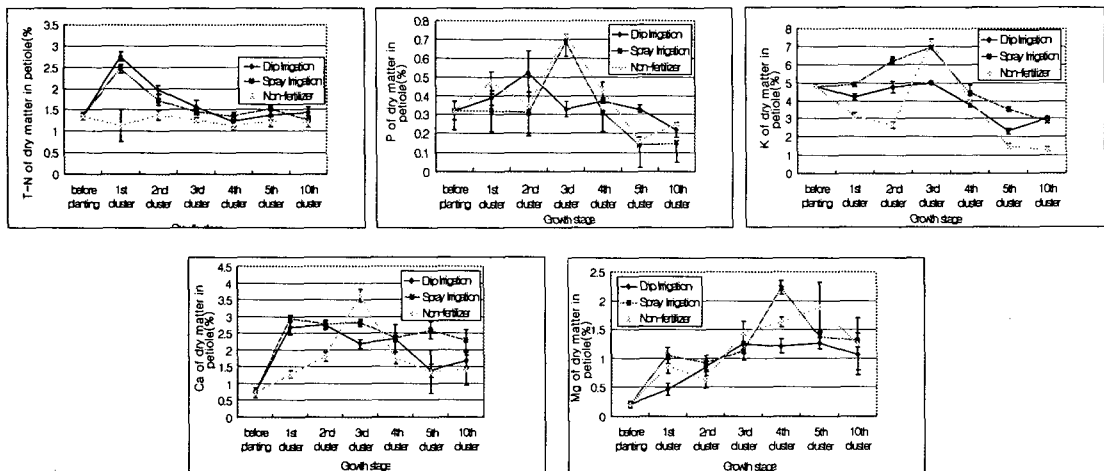


Fig 2. The contents of T-N, P, K, Ca and Mg in the dry matter of Petiole

표 4는 관수방법에 따른 토양 화학성분의 변화를 나타낸 것으로 pH의 변화를 보면 정식전보다 정식 후 1화방 과일 비대가 시작되면서 증가하였다가 5화방에서는 약간 더 감소하여 정상적인 pH 상태를 나타내었다. 토양 내 EC 변화는 분사관수에서 5화방 과일 비대기에 1.47mS·cm⁻¹로 증가하였으며, 유기물 함량 및 유효인산 함량은 무비 처리에서 1화방보다 3화방, 5화방으로 갈수록 감소하였으나 다른 처리에서는 증가하는 경향이였다. K 함량은 점적관수 처리에서 정식전보다 3화방까지 감소하였으나 5화방에서는 증가하는 경향이였고, Ca 및 Mg 함량은 정식 후 1화방 비대기보다 3화방에서 감소하였으며 5화방에서는 더 감소하였다.

Table 4. Chemical characteristics of soil by difference Irrigation method in growth stage of tomato

Treatment	pH (1:5)	EC (mS·cm ⁻¹)	O.M (%)	Available P ₂ O ₅ (mg·L ⁻¹)	Exchange cation(mg·kg ⁻¹)		
					K	Ca	Mg
35 days after transplanting(1st cluster)							
Drip Irrigation	6.2	0.67	2.2 b	355 a	0.7 b	13.3 a	4.4 a
Spray Irrigation	6.6	0.61	1.8 c	350 a	2.0 a	11.3 ab	3.9 a
Non- fertilizer	6.6	0.56	2.5 a	316 b	1.4 b	9.6 b	3.5 a
75 days after transplanting(5th cluster)							
Drip Irrigation	6.2	0.59 b	2.8 a	232 b	2.6 b	6.5 b	1.6 b
Spray Irrigation	6.0	1.07 a	2.5 a	307 a	3.7 a	8.6 a	2.4 a
Non- fertilizer	6.1	0.54 b	2.3 b	276 ab	0.3 c	2.4 c	1.4 c

요약 및 결론

시설재배 연작 토양에서 토양 오염의 최소화와 관비재배의 효율성을 극대화하기 위하여 관수방법에 따른 시설토마토의 무기 양분의 흡수 및 토양의 화학적 특성의 변화에 대한 시험 결과는 다음과 같다.

1. 관수방법에 따른 토마토의 지상부 생육은 점적관수 처리에서 초장 및 엽장, 엽폭 등이 크고 안정적인 생육을 보였으며, 분사관수 처리에서는 생육초기인 착과 비대기에 과번무 현상이 있었다.
2. 생육초기에서 후기까지 엽 건물체내 무기원소의 농도는 Ca, T-N, K 순으로 많았으나, 엽병 건물체내 농도는 K, Ca, T-N 순으로 많은 경향이였다.
3. 엽과 엽병 건물체내의 T-N, P 농도는 생육 초기인 과실비대기에 약간의 농도 증가를

보이다가 안정화되어 일정한 농도를 유지하거나 약간의 감소를 보였으며, K는 생육초기 증가경향을 보이다가 생육 중기 이후 감소하는 경향을 보였고 K와 Mg은 생육 후기까지 점진적인 증가 경향을 보였다.

4. 관수방법에 따른 토양의 화학성은 유기물 함량, 유효인산, 치환성 K함량은 점적관수에서 안정적인 함량을 보였으며, 토양내 치환성 Ca과 Mg 함량은 생육 후기로 갈수록 감소하는 경향이였다.

참 고 문 헌

- 김양록. 2003. 즙액분석에 의한 양액재배 토마토의 무기영양 진단. 제주대학교 박사학위논문 이용범, 노미영, 조영렬, 배중향. 1995. 토마토 양액재배시 비파괴 간이 질소영양 진단. 한국 생물생산시설학회지 4(2):175~180.
- 정석기. 1990. 토마토와 배추에 대한 토양의 인산과 가리 진단기준설정 연구. 시험연구기관 장기연수보고 논문집. 농촌진흥청:73~85.