

원예작물의 관비재배 (상)

신 건 철
(한국내타림)

1) 관비재배의 정의 및 필요성

관비재배(Fertigation)란 관수(Irrigation)와 시비(Fertilizer)를 동시에 수행함으로써 흙 속에 함유하고 있는 비료(대량원소 및 미량요소)성분을 이용하고 점토와 유기물의 완충능력을 활용하여 재배하는 농법이다. 원예작물은 작물별 또는 생육시기별 적정 생육에 필요한 양·수분의 요구량이 다르기 때문에 토양수분과 시비량이 작물특성에 맞게 조절되어야만 양호한 작물생육을 기대할 수 있게된다. 관비재배는 경작지에 관수와 시비를 동시에 함으로써 작물이 필요한 시기에 양수분을 적절하게 공급하는 재배법으로 최소한의 경비로 최대한의 효과를 올리는 농법이다.

2) 관비재배의 장점

첫째, 관비재배를 하면 수량이 증대하고 품질이 향상되어 농가소득이 증대된다. 관비재배는 물과 비료가 적절하게 작물에 공급되어 관수 및 비료공급의 효과가 나타난다. 고추에 관비재배를 하면 수량이 증대된다(표1). 또한 관비재배를 하기 위하여 점적관수를 함으로서 갈슘의 흡수가 원활하게 되어 배추의 틱번(표2), 고추 및 토마토의 배꼽썩이, 배추의 봉소결핍, 참외의 발효과 등의 발생을

현저하게 억제시킬 수 있다. 과수에서 관비재배는 수량 및 과중이 증가시키고 과실내 갈슘흡수를 증가시켜 고두병 방지 및 저장력을 증대시키고 봉소의 흡수를 증대시켜 생리장해를 예방한다(표3).

둘째, 관비를 하면 비료의 흡수 이용율이 높아져서 비료값이 절감된다. 기존 토양에다 기비, 추비의 개념으로 시비하면 비료량이 순간적으로 높아져 뿌리에 피해를 주거나 용탈, 휘산 등으로 비료를 물에 녹여 시비하는 관비재배보다 흡수 이용율이 낮다(표4).

셋째, 일반 토양재배에서는 기비는 전체시비량의 30~60%, 추비는 10~30%를 주기 때문에 토양내 비료분의 함량이 일시적으로 높아져 피해가 일어나고 용탈되는데 비하여 관비는 비료를 한작기에 전체시비량을 작물이 성장하여 감에 따라 나누어서 조금씩 주는 재배방법이므로 작물에 피해를 입히지않아 생육에 유리하다.

넷째, 재배자의 의지에 따라 시비량과 관수량을 조절하여 작물의 성장을 늦추거나 촉진시킬 수 있다. 채소는 1~7일 마다 시비함으로 절비현상이 생기지 않아 생육이 순조롭고 수량이 늘고 품질도 좋아지며 과채류 재배시 수확기에 토양수분을 적게 조절하면서 질소비료를 감량하거나 공급하지 않고 칼리와 고토를 공급하면 된다.

다섯째, 관수 및 시비가 자동화됨으로서 노동력이 절감되어 생산비가 낮아질 뿐만 아니라 일반 토양 재

표 1 고추의 관비재배 효과

처리	과중(cm)	과실수(개/주)	건과수량(kg/10a)
비가림 점적관수	10.7	137.3	366.2
관비	9.5	118.7	316.2
노지관수	9.6	62.9	239.6

표 2 사과 후추 품종의 관비처리 효과

처리	수량(kg/10a)	과중(g/개)	업		과육	
			Ca(%)	B(ppm)	Ca(ppm)	B(ppm)
관비	1,000	283.0	1.16	32.7	147	32.7
자연장우	679	248.3	1.10	28.0	122	28.0

표 3 관수가 품배추의 수량 및 품질에 미치는 영향

처리	관수량(mm)	주중(g/주)	구중(g/구)	결구건도	틱번발생율(%)
관수	195	4,481	2,648	10.9	18.8
자연장우	111	1,590	444	4.0	88.2

표 4 관비시 비료성분의 흡수율 증대

비료 성분	흡수 이용율(%)	
	관비재배	관행
질소	95	50
인산	45	30
칼리	80	40

배시 멀칭 하였을 경우 추비를 할 때는 멀칭재료를 제거한 후 시비하여야 하므로 매우 어렵다. 이에 비해 관비재배시에는 시비 노력이 들지 않는다.

여섯째, 관비재배는 점적호스를 사용하여 관수하므로 시설내 습도를 낮추어 병발생을 억제한다. 그러나 관수시간을 너무 길게하여 고랑으로 물이 나오게 되면 과습하여 병발생을 촉진시킨다.

일곱째, 관비재배는 시비량을 줄일 수 있어 시설내 염류장해가 일어나는 기간을 지연시킨다. 또한 노지재배시 시비량을 줄여 용탈로 인하여 하천오염을 줄일 수 있는 방법이다. 관수효율도 높아 물 부족 국가인 한국의 경우 가장 좋은 농법이라고 생각된다.

여덟째, 관주용 농약을 공급하여 병해충을 방제할 수 있어 매우 유리하다.

3) 양액재배와 차이점

관비재배와 양액재배의 가장 큰 차이는 양액재배는 시비량이 과다하여도 물론 작물에 피해가 있으나 메디아(펄라이트, 압면)에는 비료분이 남아있지 않아 별문제가 되지 않지만 관비재배는 시비량이 많으면 작물이 미처 흡수하지 못하고 토양에 집적되어 염류장해를 일으키거나 토양 pH가 상승하여 큰 피해를 가져오게 된다. 따라서 시비량은 공급액의 EC의 개념으로 사용하는 것이 아니고 총량의 개념으로 파악해야 한다.

특히, 국내 시설재배지의 토양화학적 성은 축분 및 석회 의 과다사용으로 인하여 토양 pH 및 EC 높고 유기물 함량도 높아서 토양분석을 실시한 후에 시비량을 결정하는 것이 타당하다. 현재 양액재배방식으로 A, B액의 양액을 공급하여 관비재배를 하는 경우는 1~2년 계속 하면 B액에 있는 CaNO₃가 공급되어 토양 pH가 7.0을 상회하여 많은 문제가 생기고 있다. 또한 양액재배처럼 1~2일에 한번씩 주기적으로 공급하도록 지도가 되고 있어 염류장해가 나타나고 있는 실정이다. 관비재배시 시비는 초세를 관찰하면서(일본은 토양용액을 채취하여

EC를 측정하면서 비료량을 조절하도록 추천함) 시비량을 가감한다는 사실을 하루 빨리 주지시켜야 한다.

4) 시설재배지의 토양환경

국내 시설재배농가 토양의 성분별 분포를 보면 염류가 과다한 농가 70%, 유효인산이 과다한 농가 100%, 칼리가 과다한 농가 70%, 칼슘이 과다한 농가가 42% 고토가 과다한 농가가 58%를 이루고 있어 염류집적이 심한 상태이다(표 5).

시설재배지 토양은 강수가 차단되어 있기 때문에 연작되면 염류가 집적되는데 염류집적의 주된 요인은 주로 NO₃⁻, Cl⁻, SO₄⁻ 이지만 년간 2~4기작을 재배하고 비료분이 많은 미숙된 유기물(우분 6.4, 돈분 4.0, 계분 4.5 톤/10a)을 사용하며 화학비료(질소:인산:칼리=76-26-38kg/10a)도 과다 시비하기 때문으로 추정되고 있다.

5) 관비재배조건

(1) 토양의 구비조건

첫째, 관비재배를 하기 위하여는 토양의 pH가 6.0~6.3으로 조정되어야 한다. 양액재배시에는 양액의 pH를 조정하여 공급하지만 관비재배시에는 토양의 pH에 의존하기 때문에 석회를 사용하여 조정한 후에 관비재배를 하여야 한다. 그러나 현재는 시설재배지 토양의 pH가 6.5를 넘는 경우가 대부분이므로 토양 분석

표 5. 시설재배 농가 토양의 각성분별 과부족율(%)

성분	과다율*	적정율	부족율	적정범위**
pH(1:5)	18	25	57	6.0~6.5
EC(dS/m)	70	30	0	2.0이하
OM(%)	30	32	38	2.0~3.0
Av. P2O5(ppm)	100	0	0	150~300
NO ₃ -N(ppm)	25	30	45	100~250
K(Cmol/kg)	74	23	3	0.32~0.53
Ca(Cmol/kg)	42	52	6	3.6~6.4
Mg(Cmol/kg)	58	35	6	1.0~1.5

주) * 과부족율 = 과·부족농가수/전체 조사농가수

** 적정범위 : 일본의 토양 및 식물영양진단을 참고로 한 잠정적 기준임

을 하여 적정범위가 되면 석회 시용을 금해야 한다.

둘째, 토양 물리성을 개선하여 물빠짐이 좋고 토양내 공기공급이 잘 되도록 한다. 관비재배를 하기 전에 토양내 조대 유기물을 공급하여 양수분의 보유능력을 키우고 배수가 용이하여 작물뿌리에 산소공급이 원활하게 도와 주어야 한다. 이때 토양에 사용하는 유기물의 종류는 벃 집, 분쇄왕겨, 팽연왕겨, 코코넛더스트(염류 농도가 0.5~6.5 dS/m이 되어 잘 선택하여야 함), 이외도 유기물을 사용하면 토양의 완충능력이 커져서 pH의 변화가 심하게 이루어지지 않으며 입단구조를 형성하여 뿌리의 발달을 원활히 하고 유용한 토양 미생물의 활동을 조장하고 유해 물질의 작용을 경감시킨다. 배수가 불량한 시설내 토양(주로 논에다 시설재배를 한 곳)은 조대 유기물을 다량 사용하고 가능한 한 암거배수를 하면 토양의 물리성이 개선되어 작물의 생육이 원활하게 된다. 또한 암거배수를 하면 관수시설을 이용하여 염류의 집적을 예방할 수 있다.

셋째, 국내의 토양은 대체로 화강암이 모재로 되어 있기 때문에 원예작물 재배시 붕소의 결핍이 잘 나타나므로 2년 마다 2kg/10a · 년씩 붕사비료를 시용하면 된다. 매년 시용하거나 시비량을 많이 하면 붕소과다가 발생하므로 매우 위험하다. 다른 미량요소 충분히 들어있기 때문에 별도로 시용할 필요가 없다. 이는 관비재배가 토양을 매개체로 이용한 장점이다.

넷째, 가능한 토양분석을 1~2년마다 실시하여 관비량을 결정하는 것이 피로하다. 유기물, 인산, 칼리, 마그네슘, 붕소 함량 등을 고려하여 시비량을 가감하여야 한다.

(2) 관비재배시 시스템 구비요건

관비재배 시스템은 자동적으로 액비와 관수를 공급하는 콘트롤부와 물을 작물에 공급하는 호스(점적호수, 점적단추)로 구성되어 있다.

가) 관수 자동화가 가능하여 관수주기, 관수시간, 관수량의 조절이 자동으로 조절되어야 한다.

다) 토양수분을 감지하여 관수를 시작하는 기능이 필요하다.

라) 액비공급의 자동화 기능이 있어 관수할 때 원하는 비료량이 시비가 가능하고, 이때 고농도의 액비가 관수중 최소한의 시간으로 나눠 물과 액비가 균일하게 혼합되어 공급되어야 하고, 비료공급이 필요치 않을 때는 비료의 공급을 줄이거나 끊을 수 있는 장치나 프로그램이 필요하다.

마) 잡초방지와 토양에 증발산의 억제에 위하여 멀칭피복(채소, 화훼재배)밑에 점적호스를 설치하는 것이 좋다.

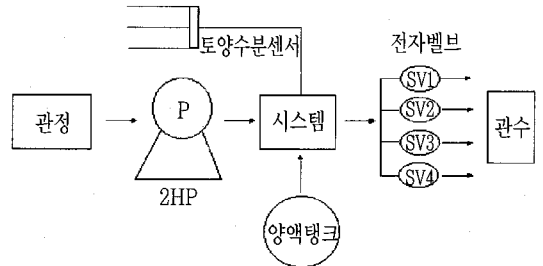


그림2. 관비재배 시스템 계통도

(3) 점적 배관의 구비조건

가) 관비재배는 점적호스에서 물이 균일하게 공급되어야만 하므로 토성에 따라 점적기 간격이 사질은 20cm, 사양토는 30~50cm, 점질은 40~60cm 간격을 추천하고 있다. 점적관수는 토양내에 공기를 적절하게 유지시키면서 물을 주는 것이 핵심적인 기술로서 가능한 과채류는 30cm, 화훼류는 20cm, 과수는 50cm 간격이 적당하다. 증발량이 많은 이스라엘 토마토의 노지 재배시에도 30cm 간격의 점적호스를 사용하고 있다. 현재 점적기 간격이 10, 15cm짜리를 일부농가에서 사용하고 있으나 이는 물이 과다하게 공급되어 점적관수 효과가 반감되고 있다. 그림6.은 점적관수시 비료분(물)의 이동상황을 본 것으로 반경 35cm정도까지 이동되고 있음 보여주고 있다.

나) 채소나 화훼에 많이 사용되는 점적기 간격이 20cm 짜리 점적호스는 압력보상 점적기가 아니므로 주관(40, 50mm)으로부터 지관의 수압이 8m(0.8kg/cm²)일 때 100m까지 설치가 가능하다. 보통 1hp의 압상이 13m일 때 점적호스의 길이가 1,000~1,200m를 1구역으로 관수 할 때 고르게 관수가 되며 1회 관수시간은 20~30분 정도면 충분하다.

다) 과수의 관비재배는 압력보상형 점적호스를 사용

하는 것이 좋고 점적기 간격은 50cm가 적당하다. 1렬에 과수나무에서 30~40cm떨어진곳에 2줄을 설치하는 것이 적당하다. 요즘에는 지중으로 점적호스를 묻기도 한다. Y자형 과수원은 압력보상 경사도에 상관없이 물이 일정하게 관수 되는 점적단추를 이용하기도 한다.

라) 관비재배는 점적관수 설치해야 하고 점적기에 막힘을 방지하기 위하여는 여과기를 사용하고 가능한 Flushing Valve를 설치하는 것이 좋다.

(4) 가능한 텐션메타, 토양용액 침출기, EC메타, pH메타가 있어야한다

텐션메타를 이용하여 토양수분을 조절하고 토양용액 침출기를 사용하여 토양용액을 침출하여 EC메타로 EC를 측정하여 토양내 영양상태를 확인한다.

6) 관비재배의 국가별 차이

토마토의 나라별 시비량은 표6와 같다. 이는 일사량, 토양, 품종에 따라 매우 다르다. 유럽 일본이나 우리나라에 비해 일사량이 적어 칼리의 시비량이 높고 전체적으로 시비량이 많다. 일본은 화산회토로 인산의 시비량이 우리나라에 비해 매우 많다. 따라서 외국에 자료를 검토할 때에는 유의해야한다. 유럽의 관비재배시에는 토양에 피트모스를 5cm정도 시용하여 토양에 완충능력을 높인 후에 CaNO³를 넣어도 토양 pH가 높아지지 않으며 일본은 화산회토로서 토양 완충능이 높아 Ca를 공급하여도 pH가 높아지지 않아 문제가 없으나 한국은 토양에 석회를 사용하여 토양 pH를 6.0정도로 교정하면 작물이 필요로한 3~4 Cmol/kg이상이 되므로 Ca를 공급할 필요가 없다.

표 13 토마토의 나라별 시비량

품명	질소 인산 칼리(kg/10a)	비율
독일	10 : 3.2 : 16	10 : 3 : 16
미국	9 : 1.0 : 13	10 : 1 : 14
이스라엘	35 : 16 : 45	10 : 5 : 13
일본	30 : 25 : 45	10 : 8 : 10
한국 노지	24 : 16 : 22	10 : 7 : 9
시설	23 : 11 : 12	10 : 5 : 5

7) 작물의 물과 양분흡수

채소는 정식후에 생장이 계속됨에 따라 양·수분의 요구량이 커진다. 토마토가 성장함에 따라 물의 소비량이 높아져서 성장최성기에는 0.8~1.2($l / 주 \cdot 일$)까지 흡수한다. 시설재배에서 토마토의 양분흡수는 정식후 5~6주까지는 양분흡수가 천천히 이루어지다가 6주이후 급격히 증가하여 15~16주까지 흡수율이 증가하다가 저하한다.

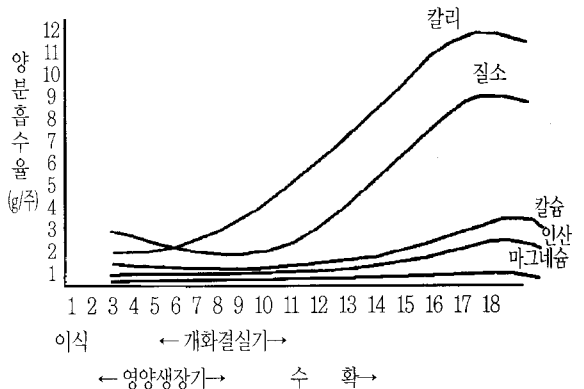


그림 3. 토마토의 양분흡수율

노지재배에서는 정식후 40~50일 정도까지 양분의 흡수가 급격히 이루어 지다가 50일이후에는 급격히 저하된다. 그 중에서도 근채류 및 엽채류는 급격하게 감소되고 과채류는 서서히 감소된다. 이는 영양생장이 저하되고 개화 결실 및 양분이 타 저장부위로 이동되기 때문이다.

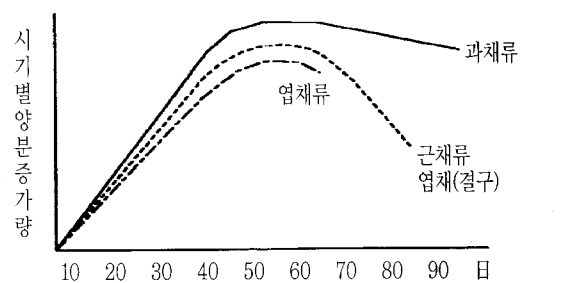


그림 9. 채소의 양분흡수 모식도

노지채소재배시 관비재배 경우는 강우에 의한 용탈 등을 고려하더라도 전체시비량에 30~40% 감량하고 시설재배시에는 용탈이 거의 일어나지 않으므로 50~70% 감량 시비가 가능하다. ㉞