

사업구분 : 지역특화기술개발	Code 구분 : LS0209	화훼 (전반기)
연구과제 및 세부과제명	연구기간	연구책임자 및 참여연구원(☎)
수출용 접목선인장 연작장해 경감대책 기술개발	'01 ~ '04	경기도원 선인장연구소 김순재(923-8338)
선인장 연작지의 상토교체깊이 및 암거배수효과 구명	'03~'04	경기도원 선인장연구소 이정진(229-6177)
색인용어	비모란, 연작장해, 상토교체깊이, 암거배수, 연작피해원인	

ABSTRACT

This study was investigated to decrease damage of successive cropping of grafted cacti cropping farm land by replacing bed soils and underdrainage. In the first test, EC, K, SO₄, Cl contents in soil were more decreased after experiment at treatments of underdrainage than replacing bed soils. The diameter of scion and weights of fresh matter of grafted cacti were not apparently, and injury by disease was more or less decreased at perforated pipe method.

In the second test, the diameter of scion some increased at 10cm depth of replacing bed soils and perforated pipe method. Also the weight of fresh matter was the highest at 10cm depth of replacing bed soils. Injury by disease remarkably decreased by 15% at 20cm depth of replacing bed soils compared to control, but rather increased at the treatments of underdrainage. Yield of grafted cacti was increased 24% at 20cm depth of replacing bed soils and decreased 15~55% at underdrainages.

Key words : grafted cacti, successive cropping, damage by disease, depth of replacing bed soils, underdrainage

1. 연구목표

접목은 선인장의 번식에 많이 이용되고 있는 방법이다. 접목번식의 목적은 생육이 늦은 품종을 빨리 키우고자 하거나, 자신의 뿌리로는 성장하기 힘든 품종을 유지·번식시키기 위한 것이다. 즉, 비모

란 등 엽록소가 부족해서 자기 힘으로 발근하여 생육하지 못하는 선인장을 재배하기 위한 방법으로 많이 쓰인다(경기도농업기술원, 2000).

연작장해란 같은 작물을 같은 장소에서 계속 재배할 경우 재배관리가 충분함에도 불구하고 작물의 생육불량, 수량저

하 및 품질이 현저히 나빠지는 것을 말하는데 병해 65%, 유사병해 6%, 충해 6%, 생리장해 5%, 토양화학성 불량 9%, 토양물리성 불량 5%, 기지현상 1%로 발생한다고 일본 야채다업시험장에서 보고하고 있다. 실제 시설과채류 재배농가에서 가장 문제시되는 연작장해는 주로 연작에 의한 토양병의 증가에 기인하는 것, 즉 박과류는 덩굴쪼김병과 뿌리혹선충의 피해, 가지과 작물은 주로 세균성 풋마름병과 *Fusarium*에 의한 시들음병, 시설내에 누적되는 시비에 의한 염류집적장해가 대부분이다. 연작장해의 일반적 대책으로는 관개, 토양개량, 흡비작물 재배, 내병성 품종의 도입, 토양병해의 방제 등을 제시하고 있다.

점목선인장 용토는 물빠짐이 좋으면서 어느정도 보수력이 있고, 통기성이 양호하며 병해충이 없는 깨끗한 토양으로 비료성분을 적절히 함유한 배양토가 요구된다. 점목선인장 재배시 일반적인 관행 재배에서는 황토 및 발효, 마사토, 연탄재, 모래 등에 유기질 비료로서 돈분이나 우분, 계분 등을 혼합하여 사용하고 있는데 주로 돈분과 모래를 1:1 비율로 섞어 많이 사용하고 있다. 이러한 용토 혼합 및 투입 작업은 유기질 비료의 사용으로 악취가 발생하는 등 악성 노동력으로 인식되고 있으며, 또한 일정 기간이 경과하면 비효가 저하하고 연작장해가 발생하여 용토를 갱신해야한다.

따라서 이 시험은 이러한 노동력을 줄이기 위해 상토교체시 적정 상토교체 깊이와 지하부 생육환경개선을 위해 유공관 지하매설 및 경사암거 배수시설 효과

를 구명하고자 본 시험을 수행하였다.

2. 재료 및 방법

본 시험은 2003년과 2004년 2년에 걸쳐 선인장연구소 1-2W 표준하우스에서 수행하였다. 1년차 시험에서는 상토를 10, 15, 20cm 교체, 유공관 암거배수를 난괴법 3반복으로 처리하였다. 상토교체는 연작지의 상토를 각각 10, 15, 20cm 걷어낸 뒤 모래와 돈분을 같은 비율로 섞어 다시 충진하였다. 유공관 암거배수구는 가장자리를 30cm 깊이로 파낸 뒤 직경 10cm의 유공관을 매설하였다. 비모란은 5×5cm 밀도로 구당 552주씩 2003년 4월 18일에 정식하였다.

2년차 시험에서는 전년도에 행하였던 처리에 경사암거배수를 첨가하여 수행하였다. 경사암거배수구는 한쪽 가장자리에 유공관을 설치하고 상토를 사면으로 충진하였다.

상토로는 모래, 돈분, 황토를 1:1:1 비율로 섞은 후 1년간 연작한 토양을 섞어 사용하였고, 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하였다. 비모란은 5×5cm 밀도로 구당 580주씩 2004년 4월 28일에 정식하였다.

정식 후 발근시까지 2~3주간 단수하였으며, 발근 후 일주일에 1-2회 관수하였다. 정식 후 삼각주 측아는 발생하는 대로 제거하여 주었으며, 식물체에 응애나 나방류 방제를 위해 살충제와 진균병 발병 예방을 위해 살균제를 주기적으로 살포하였다. 잡초는 발생 즉시 제초하였으며, 때때로 쓰러진 삼각주를 바로 잡아 주었다. 기타 재배관리는 표준재배법에

준하여 실시하였다.

접목활착율은 정식 후 3개월 뒤에 이 병주와 구별하여 육안으로 조사하였으며, 줄기썩음병은 생육조사시에 손으로 건드리거나 밀등 파보아 계수하였다.

생육조사는 발근 후 30일 간격으로 처리구당 30개체씩 행하였으며, 구직경, 구고 및 수확시 생체중과 건물중, 자구수, 경도, 구색 등을 조사하였다. 자구수는 수확 후 직경 13mm 이상인 것을 계수하였고, 경도는 과육경도계로 조사하였다.

구색은 색도색차계(CR200, Minolta)로 같은 개체의 3군데를 측정하여 평균한 값을 1반복으로 하였다. 생육조사하여 나온 성적을 평균하여 하나의 블록반복으로 SAS(Ver. 8.0)를 이용하여 ANOVA 검정하였다.

1년차 시험에서는 pH, EC, OM, CEC, NO₃-N 등 토양화학성과 유출수의 pH, EC를 조사하였고, 2년차에서는 토양수와

유출수의 pH, EC를 토양화학분석법(농촌진흥청, 2001)에 준하여 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 1년차 시험(2003년)

시험전후의 상토의 화학성 변화는 표 1과 같다. 시험전 상토의 화학성을 보면 전반적으로 EC, 유기물, 질산태 질소, 황, 염소의 함량이 높는데 이는 상토조제시 사용된 돈분때문이다. 상토교체 처리구의 경우 NO₃-N의 함량이 시험 후에 더 높았으며 암거배수 처리에서 다른 처리에 비해 EC, NO₃-N 함량이 낮았고, 유출수의 EC도 시일이 경과할수록 감소하였다(표 2). 그 원인은 유기물이 분해되면서 돈분에 함유되어 있던 유기태질소가 질산태 질소로 변하며 용탈되었기 때문으로 보인다.

표 1. 시험 전·후 토양화학성

시 기	처 리	pH (1:5)	EC (dS · cm ⁻¹)	OM (g · kg ⁻¹)	Av.P ₂ O ₅ (mg · kg ⁻¹)	Exchangeable cations (cmol ⁽⁺⁾ · kg ⁻¹)			CEC (cmol ⁽⁺⁾ · kg ⁻¹)	NO ₃ -N (mg · kg ⁻¹)	SO ₄ (mg · kg ⁻¹)	Cl (mg · kg ⁻¹)
						K	Ca	Mg				
시 험 전	상토 10cm 교체	7.8	11.00	5.1	2,328	6.19	6.01	4.39	16.97	924	1,390	1,167
	상토 15cm 교체	8.0	11.00	5.1	2,384	6.41	7.56	4.22	16.56	780	1,293	1,229
	상토 20cm 교체	8.0	10.93	5.3	2,371	6.12	5.83	4.15	16.24	656	1,420	1,183
	암 거 배 수	7.9	10.47	4.9	2,302	5.49	5.78	4.07	15.93	851	1,201	1,060
시 험 후	상토 10cm 교체	6.8	10.89	4.81	2,144	4.76	7.90	7.18	22.31	1,295	1,290	599
	상토 15cm 교체	7.0	9.45	4.95	2,024	5.10	7.40	6.99	21.73	1,035	1,018	703
	상토 20cm 교체	6.9	10.87	4.74	2,051	5.70	7.60	7.37	23.05	1,425	1,122	878
	암 거 배 수	7.0	7.52	4.54	2,207	4.59	6.77	5.89	19.30	850	1,060	653

표 2. 시기별 유출수의 pH, EC 변화

구 분	6. 5	6. 30	7. 10	7. 30	8. 6	8. 20	9. 9	9. 20
pH	7.73	7.91	7.48	7.43	7.69	7.54	7.04	6.94
EC(dS · cm ⁻¹)	1.58	5.69	1.83	2.01	2.19	2.08	1.86	1.54

수확시 구직경은 상토깊이가 깊은 처리와 암거배수처리에서 다소 증가하는 경향이였으나 유의성은 없었다(표 3). 생체중과 삼각주의 정도도 처리간 차이가

없으며, 병해 역시 처리간 차이가 없었다(표 4, 5). 그 이유는 상토를 새흙으로 교체해 병원성 *Fusarium*균이 없었기 때문일 것으로 판단된다.

표 3. 시기별 모구 직경 변화

처 리	정식후 120일	정식후 150일	수확시
상토 10cm 교체	2.12	2.43	2.66
상토 15cm 교체	2.16	2.44	2.78
상토 20cm 교체	1.97	2.24	2.70
암 거 배 수	2.08	2.39	2.82

표 4. 수확시 생육 및 삼각주 정도

처 리	구직경 (cm)	구 고 (cm)	생체중(g/본)			경 도 (kg · Φ5mm ⁻¹)
			모구	삼각주	계	
상토 10cm 교체	2.66NS [↓]	1.93	6.99	19.18	26.17	3.81
상토 15cm 교체	2.78	1.96	7.92	22.39	30.31	3.77
상토 20cm 교체	2.70	1.94	7.06	20.48	27.54	3.84
암 거 배 수	2.82	2.00	9.02	21.82	30.84	3.83

↓ DMRT at 5% level

표 5. 병해발생 및 수량

처 리	줄기썩음병(%)			접수 고사 (%)	계	10a당 환산수량 (본)	지수
	접목부위	지하부	소계				
상토 10cm 교체	1.0	1.4	2.4	17.8	20.2	126,722	100
상토 15cm 교체	1.0	1.1	2.1	18.2	20.3	126,564	100
상토 20cm 교체	0.0	1.4	1.4	18.0	19.4	127,993	101
암 거 배 수	0.0	1.3	1.3	17.5	18.8	128,946	102

나. 2년차 시험(2004년)

1년차 시험 결과와 마찬가지로 토양수의 EC는 대체로 시일이 경과할수록 낮아지는 경향이었으나 상토 20cm 교체 처리구에서는 초기에는 낮아지다가 8월

이후에는 큰 변화가 없었고 다른 처리에 비해 높았다(표 6). 20cm 교체구에서 EC가 높은 이유는 시험기간 중 잦은 강우로 지하수위가 다소 높아 토양수 중에 녹아나온 양분때문인 것으로 추정된다.

표 6. 시기별 토양수의 EC 변화

구 분	7. 21	8. 3	8. 17	8. 25	9. 6	9. 16	9. 24	10. 11
관 행	6.07	5.72	4.67	6.13	5.65	5.60	5.60	4.97
상토 10cm 교체	7.75	7.28	7.16	8.68	7.75	8.19	9.02	7.46
상토 20cm 교체	9.34	9.04	9.84	9.49	10.56	9.93	10.91	10.70
유공관 암거배수	6.27	8.55	7.24	7.00	6.32	4.19	5.15	4.98
경 사 암거배수	10.11	9.69	8.22	7.52	6.84	3.88	4.84	5.16

모구의 생육을 보면 구직경은 상토 깊이 10cm교체와 유공관 암거배수처리에서 다소 증가하였으며(표 7, 8), 모구의 생체중은 상토 깊이 10cm교체 처리에서 제일 높았다(표 9). 대목용 삼각주 다량 생산을 위한 적정 상토깊이 구명 시험에서 박 등(2000)은 상토깊이 10cm, 15cm,

20cm, 25cm 중에서 20cm일 때 생체중, 측지수 등이 가장 우수하였다고 하였다. 그러나 이 시험에서는 다른 결과가 나왔는데, 이는 앞서 설명한 대로 지하수위가 높아 20cm 교체구에서는 배수가 불량하여 생육이 저조한 것으로 보인다.

표 7. 시기별 모구 직경 변화

처 리	정식후 120일	정식후 150일	수확시
관 행	2.39b	2.57b	2.73ab
상토 10cm 교체	2.48a	2.67a	2.80a
상토 20cm 교체	2.39b	2.54b	2.70b
유공관 암거배수	2.49a	2.65a	2.80a
경 사 암거배수	2.32b	2.48c	2.73b

↓ DMRT at 5% level

표 8. 수확시 생육 및 삼각주 경도

처 리	구 직 경 (cm)	구 고 (cm)	자 구 수 (개/본)	자 구 무 게 (g/본)	경 도 (kg · Φ5mm ⁻¹)
관 행	2.73ab	2.08b	4.94a	1.02	3.82b
상 토 10cm 교 체	2.80a	2.23a	4.59a	1.23	3.83b
상 토 20cm 교 체	2.70b	2.09b	3.75c	0.51	3.97a
유 공 관 암 거 배 수	2.80a	2.11b	4.54ab	0.77	3.92ab
경 사 암 거 배 수	2.73ab	2.08b	3.88bc	0.71	3.98a

↓ DMRT at 5% level

표 9. 생체중 및 건물중

처 리	생 체 중 (g/본)			건 물 중 (g/본)			건 물 비 율 (%)
	모 구	삼 각 주	계	모 구	삼 각 주	계	
관 행	3.91	21.73	25.65	0.47	1.68	2.15	8.4
상 토 10cm 교 체	4.53	23.08	27.61	0.49	1.65	2.14	7.8
상 토 20cm 교 체	3.83	20.66	24.49	0.50	1.76	2.26	9.2
유 공 관 암 거 배 수	3.91	22.08	25.99	0.51	1.67	2.18	8.4
경 사 암 거 배 수	3.84	22.36	26.20	0.49	1.75	2.24	8.6

병해는 상토 깊이 20cm 교체 처리구가 25.8%로 관행에 비해 15%정도 감소하였는데(표 10), 다른 처리구에 비해 상토의 양이 많아 완충작용을 한 것으로 생각된다. 김 등(2000)에 의하면 세균, 곰팡이 및 *Fusarium*균의 밀도는 토양의 EC가 증가할수록 감소하였다고 하였다. 이 시험결과로 추론해 볼 때, 상토를 20cm 교체한 처리구에서 병해가 가장 적었던 이유는 이 처리구의 토양수 중 평균 EC가

다른 처리구에 비해 가장 높았던 것과 관련있는 것으로 판명되었다. 암거배수구에서 병해가 더 발생한 원인은 본 시험이 시설 내에서 수행된 이유로 관수량이 충분치 않아 암거배수의 효과가 나타나지 않은 것으로 생각된다. 이러한 결과로 볼 때 병원성 *Fusarium*균의 이병은 배수와 큰 관련이 없는 것으로 사료되며, 또한 시설 내에서는 암거배수의 효과는 적은 것으로 판명되었다.

표 10. 병해발생 및 수량

처 리	줄기썩음병(%)	접수고사(%)	계	10a당 환산수량(본)	지 수
관 행	41.0	0.1	41.1	88,239	100
상 토 10cm 교 체	41.7	0.3	42.0	86,991	99
상 토 20cm 교 체	25.8	0.1	25.9	111,016	126
유 공 관 암 거 배 수	48.8	0.1	48.9	76,589	87
경 사 암 거 배 수	61.4	0.3	61.7	57,474	65

4. 적 요

선인장연작지의 연작장해를 경감시키기 위해 상토를 교체할 경우, 적절한 교체 깊이를 알아보기 위해 상토를 10cm, 15cm, 20cm 깊이로 교체하였고, 암거배수를 설치할 경우 그 효과를 구명하기 위해 10cm 지름의 유공관을 지하에 매설하거나 경사 암거배수 시설을 하였을 경우 시험 결과는 다음과 같다.

가. 1년차 시험(2003년)

- 1) 시험전 상토의 EC, OM, NO₃-N 등 함량이 높았으며 시험 후에는 암거배수 처리에서 다른 처리에 비해 EC, NO₃-N 함량이 낮았고, 시기별 암거배수시 유출수의 EC도 시일이 경과할수록 낮아졌다.
- 2) 수확시 구직경은 상토깊이가 깊은 처리와 암거배수처리에서 다소 증가하는 경향이며 생체중도 동일한 경향이었다.
- 3) 줄기썩음병은 상토깊이 10cm에 비해 암거배수처리에서 다소 감소하였고, 10a당 수량은 처리간 대차 없었다.

나. 2년차 시험(2004)

- 1) 구직경은 상토 깊이 10cm 교체와 유공관 암거배수처리에서 다소 증가하였으며 모구의 생체중은 상토 깊이 10cm 교체 처리구에서 제일 높았다.
- 2) 병해는 상토 깊이 20cm 교체 처리구가 25.8%로 관행에 비해 15%정도 감소하였고 암거배수구에서 다소 높은 경향을 나타내었다. 이로 인해

10a당 수량은 상토 깊이 20cm 교체 처리에서 24%정도 증수하였고 암거배수구에서는 관행에 비해 15~55% 감소했다.

- 다. 접목선인장 재배시 연작장해를 경감시키기 위하여 상토를 교체할 경우, 연작지의 상토를 20cm 정도 걷어낸 뒤 새 흙으로 갈아주는 것이 병해경감을 위해서 효과적인 것으로 판단된다.

5. 인용문헌

- 농촌진흥청. 2001. 선인장과 다육식물의 재배기술 표준영농교본 p. 108.
- 농촌진흥청. 2001. 토양화학분석법.
- 경기도농업기술원. 2000. 선인장과 다육식물 재배 p. 145-146.
- 홍승민, 박영철, 이상덕, 임재욱. 1998. 재배방식의 차이가 접목선인장 비모란의 생육에 미치는 영향. 원예과학기술지 16(3):457.
- 장미, 현익화, 이영희. 1998. *Bipolaris cactivora* (Pettrak) Alcom에 의한 접목선인장 줄기썩음병. 한국식물병리학회지 14:661-663.
- 下村 孝, 土原建三. 1976. サボテンにおける 接木中合過程の組織觀察. 日園學雜. 44:402-408
- 下村 孝. 1980. サボテン接木苗の生育に及ぼす臺木サイズ及び施肥の影響. 日園學雜. 48:316-317.
- 下村 孝. 1982. サボテンの接木苗生産における 枯死株發生の要因. 日園學雜 51: 70-74.

이상덕, 박영철, 홍승민, 손재현. 1996. 선인장 정식노력 절감시험. 경기도농업기술원 시험연구보고서 p. 1047-1053.
김희권, 박인진, 김정근, 김상철. 2000. 전남지역 시설재배 토양환경 실태조사. 한국토양비료학회지 33(1):40-46.
박영철, 이상덕, 김순재, 김재영. 2000. 삼각주 유인방법 및 상토깊이 구명시험. 경기도농업기술원 시험연구보고서 p. 755-764.

박영철, 조창휘, 홍승민, 김순재. 2003. 용토하층 차단재 처리에 의한 비모란 연작장애 경감효과 구명. 경기도농업기술원 시험연구보고서 p. 809 - 813.

6. 연구결과 활용제목

- 선인장연작지 토양의 상토소독 방법 및 상토교체깊이(2004, 영농활용)