

군위지역 오이 시설 재배지의 토양특성 변화

이동훈 · 최충렬 · 김광섭^{*} · 김평열^{*} · 서정우^{*} · 박 만^{*}

경북대학교 농업과학기술연구소, ^{*}응용생물화학부

Change In Soil Properties After Cucumber Cultivation Under Plastic Film House At Gunwi-Gun Area

Dong-Hoon Lee, Choong-Lyeal Choi, Kwang-seop Kim^{*}, Pyoung-Yeol Kim^{*}, Jeong-Woo Seo^{*}, Man Park

Institute of Agricultural Science & Technology, Kyungpook National University
^{}Division of Applied Biology and Chemistry, Kyungpook National University*

Abstract

The soils of plastic film houses in which intensive cultivation takes place suffer from the serious problems such as severe salinity and accumulation of heavy metals etc. The objective of this research was to examine the change in soil properties with repeated cucumber cultivation under plastic film house at Gunwi-Gun area. The soils were classified mainly to Danbuk and SinJung series. Clay content is lower in the soils of plastic film house than in the field soil. Available P₂O₅ and exchangeable cations were accumulated at the level higher than the optimum range. The content of extractable heavy metals were higher in the soils of plastic film house than in those of the field. For optimum yield, much attention should be paid to the management of soils by the pre-soil survey.

Key words : Cucumbers cultivation, plastic film house, Soil property, salinity, Heavy metal

서 론

농업은 식량, 가축의 사료, 기호품, 의복, 건축, 의료 등의 인간의 생활을 영위를 위한 원료를 생산하는 경제적 가치 이외에 수자원 함양, 홍수조절, 대기정화, 자연환경 유지, 토양의 오염물질 정화 등의 공익적 가치 또한 매우 크다. WTO 체제 하에서 쌀, 콩, 쇠고기 등 국내 생산력이 큰 품목조차 수입 압력에 따른 어려움으로 지속적 농산물 생산이 어려울 것으로 예상되

지만 식량 안보와 농업의 공익적 기능의 보전을 위해서 농업은 계속되어야 할 산업이다(생물자원과 환경 교재편찬위원회, 2004 ; 환경농학회, 1996a).

우리나라는 1970년대 식량부족이라는 당면과제를 해결하기 위하여 화학비료, 살충제, 살균제, 제초제, 생장조절제 등의 고투입, 집약적 농업을 하지 않을 수 없었다. 이에 따른 토양의 질 저하는 물론 생산농산물의 화학물질 오염이라는 부정적 결과를 가져왔다. 더욱이 1980년대 이후 국민생활 수준의 향상으로 고

품질 안전농산물에 대한 소비자의 욕구와 관심이 높아지면서 농산물의 소비자 선택기준이 가격이나 양보다 유해성분으로부터 안전성이 확보된 농산물에 대한 선호도가 급속히 증가되고 있다(농촌진흥청, 1996b; 김복영, 1996c).

친환경농업을 위한 다양한 관리기술 중에서도 가장 기초적이면서도 핵심적인 요소는 농산물의 생산지라 할 수 있는 토양이다. 우리나라의 토양은 산성이고 척박하여 논과 밭의 지력이 대체로 낮아 전체 논경지 중 저위 생산논이 68%, 저위 밭토양이 58%에 달하여 토양의 획기적인 개량이 절실히 필요한 실정이다(농업기술연구소, 1992). 그러므로 관행재배 농가에서 친환경농업으로의 성공적인 전환 또는 완전한 유기농업으로의 전환을 위해서는 토양을 보다 체계적이고 과학적으로 관리하여 지력을 높이는 것이 무엇보다도 중요하다. (한국환경농학회, 2001)

군위군은 2005년 한 해에만 161.7ha의 면적에 32,809톤의 오이를 생산한, 경북 최대의 오이 생산지역으로 오이의 고품질 및 친환경적인 생산에 필요한 종합적인 연구를 수행하는 유연성을 갖춘 연구체계 구축이 요구된다. 본 연구는 군위군의 오이재배에 적합한 토양이화학성을 최적화하기 위하여 군위군 오이 재배지역의 정밀토양도를 이용하여 토양특성을 조사하였으며, 군위군 시설오이 재배지 토양의 물리화학적 특성을 조사하였다. 이를 토대로 연작과 관행적인 토양관리로 인하여 저하된 토양 비옥도를 오이재배에 적합한 토양으로 개량하기 위한 기초자료로 이용하고자 한다.

재료 및 방법

토양시료 채취

조사대상지역의 토양시료의 채취방법은 각 지점별로 표토를 중심으로 토심 20cm까지의 토양의 시료를 채취하여 풍건, 파쇄 후 직경 2mm채로 사별하여 분석시료로 사용하였다. 그리고 깊이별 토양의 특성을 알아보기 위하여 10cm단위로 깊이별 시료를 채취하였다.

2005년 채취지점은 시설 재배가 토양에 미치는 영향을 알아보기 위하여 비닐하우스 내부토양과 외부 토양으로 나누어 채취하였으며, 2006년에는 연작의 영향을 알아보기 위하여 2005년 채취지점을 다시 채취하였다.

2) 토양분석방법

토양 물리화학적 성질 분석을 위해 조제된 토양시료는 토양 물리성으로 토성(soil texture)과 토양화학성으로 토양산도(pH), 토양유기물함량, 유효인산, 치환성양이온(K, Mg, Ca, Na) 및 중금속(As, Cr, Cu, Cd, Pb) 등을 다음과 같은 분석방법으로 분석하였으며 각 항목의 분석방법은 농촌진흥청 농업기술연구소 토양 화학분석법(1988)을 따랐다.

수소 이온농도(pH)는 초자전극법, 전기전도도(EC)는 전기 전도계(MC226, Mettler)으로 측정하였다.

토성분석(Soil texture)은 Stoke의 법칙에 따라 피펫법으로 측정, 정량하여 모래, 미사, 및 점토의 함유비에 따라 삼각도표에서 해당되는 토성을 찾아냈다. 토양유기물(O.M)은 Walkley-Black법, 유효인산(Available P₂O₅)은 Lancaster법, 그리고, 치환성 염기(Exchangeable cations)는 1N-NH₄OAc(pH 7.0) 용액으로 치환 추출하여 유도결합플라스마광광도계(ICP)로 각각 분석하였다.

중금속(As, Cr, Cu, Cd, Pb) 분석은 0.1N-HCl 침출액을 여과 후 ICP(Perkin Elmer 3300, Wellesley, USA)로 분석하였다.

결과 및 고찰

조사대상지역 토양분류

조사지역의 토양을 분류하기 위하여 시료채취지점의 위치를 정밀토양도(농업기술연구소, 1977)와 농업과학기술원의 인터넷 웹(web)상의 농업토양정보시스템의 자료를 대조하면서 정밀토양도에 분류된 토양통을 판독하는 방법으로 분류하였으며, 해설은 한국토양총설(농업기술연구소, 1992)을 참고로 하여 나타내었다.



Fig. 1. Soil map of experiment area(Oirang-ri Gunwi-eup Gunwi-gun); 1:25,000)

군위군 군위읍 외랑리는 논 78ha, 밭 76ha, 과수 및 상전 95ha, 초지 131ha 및 임지 2ha의 면적을 가지는 지역으로 15~30%의 경사지가 102ha로서 26.6%, 30~60%의 경사지가 124ha로서 32.37%를 차지하여 대부분이 경사가 심하다. 외랑리 밭토양 76ha 중 밭토양 적성등급판정에서는 1등급이 18ha(23.7%), 3등급이 43ha(56.6%) 및 4등급이 14ha(5.3%)를 차지하고 있다.

조사지역은 군위군 군위읍 외랑리 오이재배단지로서 주요 토양통은 토양도에 나타난 단북통과 신정통이 가장 넓게 분포하였으며, 논토양은 안계통과 양곡통이 가장 넓게 분포하였다.

정밀 토양조사 결과 지목별 적성등급으로는 단북통을 밭으로 이용할 경우 3급 경사로서 생산력이 낮고, 퇴비증시 및 녹비작물재배 및 질소비료는 분시하여야 하고, 조, 담배, 옥수수, 고구마 등의 재배가 적당한 것으로 나타나 있다. 신정통은 4급 경사지로 토양유실 방지 및 지력증진이 필요한 것으로 나타나 있다.

조사지점 토성

조사지점의 토성은 Table 1과 같았다.

Table 1. Soil Texture of the selected surface soils used.

Soils	Clay(%)	Silt(%)	Sand(%)	Texture	
Plastic film house	2005 year	13.2	34.9	51.9	Loam
	2006 year	12.0	37.8	50.2	Loam
Field	2005 year	23.8	18.8	57.4	Silty clay loam

조사지역의 토성 범위는 양토에서 미사질식양토까지의 분포를 보이고 있다. 2005년도 점토함량에 있어

서는 시설재배지의 경우 13.2% 이었으며, 노지재배지의 경우 23.8%로 높게 나타났다. 연도별 토성변화사에서는 농가의 토성은 양토로서 2005년과 같은 것으로 나타났으며, 점토함량에 있어서는 13.2%에서 12.0%로 약간의 감소를 나타내었으나, 이 정도의 차이는 유의성이 없는 결과이다.

점토의 함량은 식물영양분의 보관능력에 영향을 미치나 이러한 능력은 유기물 함량 및 우량점토광물의 시용으로서 양분의 보유능력을 증대시킬 수 있다. 이는 토성분석이 표토에 한정된 것으로 시설재배지의 경우 표토는 대부분 개토 및 많은 농자재의 투입에 따른 결과로 판단되어 진다.

식물생육과 관련하여 토성은 배수성, 통기성이 크게 관여하여 결과적으로 식물뿌리의 활력과 뿌리의 신장에 영향을 미칠 뿐만 아니라 토양미생물의 활성화에 지대한 영향을 끼치는 기본인자이며 중요한 토양 특성으로서 결국 식재된 식물의 생장을 좌우하게 된다(조 등, 2002).

조사 지역의 토성조건은 양호한 것으로 판단되어 부가적으로 토양화학적 부분만 적절히 관리한다면 문제점이 없을 것으로 사료되었다.

조사지점 토양의 화학적 특성

조사지점의 토양의 화학적 특성은 Table 2와 같았다.

Table 2. The changes in the properties of the selected surface soils during two years.

Soil	pH (1:5)	EC (dS/m)	O.M (g/kg)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	
Plastic film house	2005 year	6.25	1.47	30.2	821
	2006 year	6.52	1.85	37.9	798
Field	2005 year	5.60	0.32	17.4	66
	2006 year	5.31	0.59	24.6	84
Optimum range*	6.0-6.5	0-2.0	20-30	400-500	

*(Data ; Agricultural research institute, 1999)

오이재배지 토양의 화학적 특성 결과를 오이재배지 토양의 적정범위와 비교하여 보면 2005년에는 유효인산(Av.-P₂O₅)과 유기물의 함량이 적정범위보다 높게 나타났으며, 토양반응(pH)과 전기전도도(EC)는 적정범위인 것으로 나타났다. 또한 2005년과 2006년의

오이재배지의 토양화학성 비교에서 토양반응, 전기 전도도 및 유기물의 함량은 증가하였으며, 유효인산의 함량은 약간의 감소를 나타내었다. 토양의 염류도를 나타내는 전기전도도의 경우 2005년에는 1.47 dS/m인 것이 2006년에는 1.85 dS/m로서 높은 증가를 나타내어, 시설재배지에서 오이의 연속적인 재배가 토양의 염류화를 증가시키는 것으로 나타났다.

오이재배지 토양의 시설재배지 내부토양과 외부토양의 화학적 특성을 비교해 보면 시설재배지의 외부토양의 경우 내부토양의 화학적 특성 결과에 비해 매우 낮은 것으로 나타났으며, 적정범위와의 비교에서도 낮게 나타났다.

따라서 시설재배지는 토양의 화학성분을 높이는 것으로 나타났으며, 시설재배지의 경우 인산은 적절한 시비량의 조절이 필요하며, 외부의 경우 전체적으로 오이재배를 위해서는 분석결과에 따른 시비 및 토양관리가 필요한 것으로 판단된다.

조사지점 토양의 중금속함량

오이재배지의 토양 중금속 함량변화는 Table 3과 같았다.

Table 3. The change in contents of extractable heavy metals in the selected surface soils during two years.

Soils		Cu	Pb	Cd	Cr	As
		----(mg/kg)----				
Plastic film house	2005 year	15.21	1.56	0.05	0.56	1.59
	2006 year	14.36	1.13	0.09	0.57	2.49
Field	2005 year	4.32	2.19	0.09	0.92	1.71
	2006 year	5.24	2.34	0.10	0.26	1.06
Soil Pollution level		50	100	1.5	4	6

오이 시설재배지 토양 중 중금속 함량은 대부분 성분에 있어 대조구인 비닐하우스 외부토양에 비해 낮은 경향이었으나, 구리의 함량은 시설재배지토양이 대조구인 외부토양보다 높게 나타났다. 토양 중 구리는 돈을 원료로한 유기질비료의 사용으로 높아지는 것으로 알려지고 있다. 정 등(1997)은 대체로 부산물비료의 카드뮴, 구리 및 아연함량이 높고 일부

시판퇴비중 규제기준을 초과하는 불량제품이 원인이 될 수 있다 하였다. 그러나 모든 성분이 토양오염 우려기준에 비해서는 매우 낮게 나타나 중금속에 의한 유해성은 없을 것으로 판단되었다.

시설재배지 토양의 깊이별 치환성양이온의 변화

오이 시설재배지 토양의 깊이별 치환성양이온 함량의 변화는 Table 4와 같았다.

Table 4. Exchangeable cation concentrations in selected soils with various depth.

Depth(cm)	Exchangeable Cations(cmol/kg)			
	K	Ca	Mg	Na
0	11.6	34.10	8.07	3.68
-10	1.11	7.48	2.16	0.40
10-20	1.11	7.86	2.31	0.45
20-30	1.04	7.24	2.27	0.41
Optimum range	0.7-0.8	5.0-6.0	1.5-2.0	-

시설재배가 토양염류화에 미치는 영향을 알아보기 위하여 오이시설재배지의 토양의 깊이별 화학성을 조사한 결과 적정범위 보다는 높게 나타났으며 조사 토양의 깊이에 따른 뚜렷한 경향은 나타나지 않았으며, 단지 표면만이 높게 나타났다. 이러한 경향은 최근 농기계의 발달 및 토양관리기술의 향상으로 작토층의 깊이가 깊고 오이는 영년작물이 아닌 관개로 작물을 재배시 토양을 충분히 깊이 갈아 준 결과로 판단된다. 그러나 본 연구에 조사된 시설재배지의 경우는 다른 곳과 달리 표토 위에 부숙이 어려운 유기물의 과량투입에 따라 표토 위의 유기물 30% 이상의 유기물 층이 존재하여 모든 양분 성분이 매우 높게 나타났다.

따라서, 재배농가별 재배방법 및 토양관리법의 차이에 의해 양분의 농도가 매우 상이함을 알 수 있었다.

오이시설재배지 토양의 깊이별 중금속 함량 변화

시설재배지 토양의 중금속 함량을 조사한 결과는 Table 5와 같았다.

오이 시설 재배지 토양의 깊이별 중금속 함량에 있어서도 토양오염 우려기준보다는 매우 낮은 것으로 나타났으며 30cm 깊이까지는 깊이별 뚜렷한 차이가

없는 것으로 나타났다.

따라서 중금속 함량은 문제가 없을 것으로 판단된다.

Table 5. Heavy metal concentrations in the selected soils with various depth.

Depth (cm)	Cu	Pb	Cd	Cr	As
	---(mg/kg)---				
-10	16.94	1.59	0.06	0.60	2.01
10-20	14.91	1.47	0.05	0.55	1.39
20-30	13.78	1.63	0.04	0.53	1.39
Soil pollution level	50	100	1.5	4	6

요 약

군위군 오이재배지역을 정밀토양도를 이용하여 토양특성을 조사하고, 군위군 노지 및 시설오이 재배지 토양의 물리화학적 특성을 조사하여, 연작과 관행적인 토양관리로 인하여 저하된 토양의 이화학적 특성을 오이재배에 적합한 토양으로 개량하기 위한 기초자료로 이용하고자 토양조사를 실시하였다. 조사지역은 군위군 군위읍 외랑리 오이재배단지로서 주요 토양통은 토양도에 나타난 단북통과 신정통이 가장 넓게 분포하였으며, 점토함량은 시설재배지내 토양의 경우 양토이었으며, 시설재배지의 외부 토양의 경우 23.8%로 높게 나타났다. 오이재배지 토양의 화학적 특성 결과에 대한 오이재배지 토양의 적정범위와 비교하여 보면 일반적인 화학적 성질에서 서는 유효인산의 함량이 적정범위보다 높은 것을 알 수 있으며, 치환성 양이온 함량은 시설재배지의 외부토양은 적정범위에 속하나 시설재배지 내부토양은 모두 높은 것으로 나타났으며, 최상부 토양은 매우 높으나 10cm 이하는 깊이에 따라 뚜렷한 차이는 없었다. 오이 재배지 토양 중 중금속 함량은 모두 기준치보다 높게 나타났는데, 구리의 함량이 시설재배지가 노지재배지보다 높게 나타났다.

시설재배지의 경우는 다른 곳과 달리 표토 위에 부숙이 어려운 유기물의 과량투입에 따라 표토 위의 유기물 30% 이상의 유기물 층이 존재하여 모든 양분 성분이 매우 높게 나타났다. 따라서, 안정적인 생산을 위해서는 토양분석에 따른 토양관리법의 확립이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 생물자원과환경교재편찬위원회. 생물자원과 환경. 일일사(대구). 2004.
2. 한국환경농학회. 우리나라 농업환경의 문제점과 개선방안. '96농업환경심포지엄. 1996. a.
3. 농촌진흥청. 환경농업과제훈련교재. 농촌진흥청. 1996. b.
4. 환경환경농학회. 농업환경. 도서출판 세계대통령. 2001.
5. 김복영 외 7인. 농업환경화학. 동화기술(서울). 1996. c.
6. 정밀토양도(군위군). 농촌진흥청농업기술연구소. 1977.
7. 농업기술연구소. 토양화학분석법. 1988.
8. 증보 한국토양총설. 농촌진흥청 농업기술연구소. 1992.
9. 조성진 외. 사정 토양학. 형설출판사. 2002.
10. 정구복, 정기열, 조국현, 정병간, 김규식. 시설재배지 토양 및 채소류중 중금속함량 조사. 한국토양비료학회지. 30(2):152-160. 1997.
11. 농업과학기술원. 작물별 시비처방기준. 상록사. 1999. p.29-30.