

재배년수와 토성이 도라지 생육 및 수량에 미치는 영향

이영한*, 조주식¹⁾, 최용조, 송근우, 김민근²⁾, 윤한대²⁾
 경상남도 농업기술원 식물환경과, ¹⁾순천대학교 농과대학, ²⁾경상대학교 농과대학

Characteristics of Continuous Culture and Soil Texture and their Effect on Growth and Yield of *Platycodon grandiflorus*

Young-Han Lee*, Ju-Sik Cho¹⁾, Yong-Jo Choi, Geun-Woo Song, Min-Keun Kim and Han-Dae Yun²⁾ (Kyongnam Agricultural Research and Extension Services, Chinju 660-360, Korea, ¹⁾Dep. of Agricultural Chemistry, Suncheon Nat. Univ. Suncheon 540-742, Korea, ²⁾Dep. of Agricultural Chemistry, Gyeongsang Nat. Univ. Chinju 660-701, Korea, *e-mail : LYH2011@mail.knrda.go.kr)

ABSTRACT : This study was conducted to determine the characteristics of continuous culture and soil texture and their effect on growth and yield of platycodon. The continuous cropping year was treated from 2-years old to 8-years old. The continuous cropping year was correlated with root weight $Y=17.246X+0.95(R^2=0.948^{***})$ and root disease incidence rate $Y=12.01X-5.74(R^2=0.946^{***})$. The T-N, P₂O₅ and MgO content of root were yearly decreased and those of injury roots were higher than those of normal roots. The 2-years old platycodon was treated different soil texture(Loamy sand, Sandy loam, Silt loam, Clay loam). The shoot weight 10.38g, root diameter 1.34cm, root height 16.8cm and root weight 5.46g at silt loam were higher than other soil texture.

Key words : Continuous culture, Platycodon, Soil texture

서론

도라지는 초롱꽃과에 속하는 다년생 식물로서 우리나라 전역에 자생하고 있다^{1,2,3)}. 재배는 초세가 강하여 전국 어디에서나 가능하지만 토양은 부식질이 풍부하고 부드러우며 배수가 잘되는 식양토나 사질양토에서 생육이 양호하며 배수가 불량한 땅에서는 근부병 발생이 많다^{4,5,6,7,8,9)}. 최근 20년생 이상을 재배하여 약용으로 사용하고 있으며 장기간 재배시 근부병 예방 목적으로 옮겨심기를 해야하는 어려움이 있다^{10,11,12,13,14,15)}. 도라지 뿌리의 신장은 토양수분과 입경분포, 경도, 삼상분포, 통기성 등의 토양 물리성과 pH, 무기물 등의 토양 화학성에 많은 영향을 받는다^{10,16)}. 다년간 동일조건으로 재배될 경우 화학적 성질보다는 물리적 조건 특히 심토의 물리성에 지배되기 쉽다. 뿌리신장은 공극에 따라 차이가 있지만 토양중 공기량이 10~20% 이상이 되어야 작물생육이 양호한 것으로 보고되고 있다^{5,17)}. 토양경도는 토성, 토양구조, 유기물함량, 수분상태 및 용적밀도에 의하여 영향을 받고 있으며 투수성, 통기성과 밀접한 관계가 있다. 토양경도는 주로 토성과 용적밀도 및 수분함량에 따라 항상 변하고 있으며 작물뿌리의 특성에 따라 차이는 있으나 전반적으로 15~20kg/cm³ 이상이 되면 뿌리 신장장애가 일어난다. 최소생육제한수분범위는 용적밀도 1.2, 1.4Mg/m³에서 사양토는 17.4, 20.3%, 양토는 19.3, 22.5%, 미사질 식양토에서는 21.0, 3.0%였다⁶⁾. 본 연구는 재배년수와 토성이 도

라지 생육 및 수량에 미치는 영향을 검토하여 재배적지를 구명코자 수행하였다.

재료 및 방법

재배년수별 도라지 생육 조사

함양약초시험장 포장에서 백도라지 품종을 대상으로 '97년 3월에서 10월까지 수행하였다. 시험전 토양무기성분 함량은 표 1과 같이 pH 6.2, 유기물이 21g/kg이었고 모래가 84.4%인 양질사토로서 배수가 매우 양호하였다.

재식거리는 20×25cm, 두둑은 90×120cm, 골은 30cm로 재배년수가 2년에서 8년까지 7개 시험구를 난피법 3반복으로 처리하였고 시비량은 질소 20, 인산 15, 칼리 18 kg/10a로 하였다. 생육조사 및 수량은 농촌진흥청조사기준에¹⁸⁾ 준하여 수행하였고 토양이화학성은 토양화학분석법에 준하여 분석하였다¹⁹⁾. 토양화학성중 pH는 초자전극법, 유기물은 Tyurin법, 유효인산은 Lancaster법

Table 1. Physicochemical properties of soil used in this experiment

pH	OM g/kg	P ₂ O ₅ mg/kg	Ex.Cat.(cmol(+)/kg)			Fe mg/kg	Mn ---	Clay ---	Silt ---	Sand %
			K	Ca	Mg					
6.2	21	230	0.18	9.60	0.94	54	19	5.9	9.8	84.3

으로 분광광도계(StasarⅢ)를 이용하였으며 치환성양이온 및 중금속은 원자흡광분광분석기(Perkinelmer 2380)를 이용하여 측정하였고 NH₄-N 및 NO₃-N은 Kjeldahl법으로 정량분석하였다. 도라지 뿌리의 생육과 무기성분은 정상근과 장해근으로 구분하여 70℃에서 24시간 건조시키고 willy mill을 사용하여 270mesh로 분쇄하여 조제한 후 건물 0.5g을 습식분해하여 분석에 이용하였다. 전질소 함량은 Kjeldahl법, P₂O₅는 vanadate법, K₂O, CaO, MgO 등 양이온과 중금속은 원자흡광분광광도계를 이용하여 분석하였다.

토성별 도라지 생육 조사

토성에 따른 도라지의 생육상황을 관찰코자 2년생 도라지를 양질사토, 사양토, 미사질양토, 식양토 등 4수준의 토성으로 1/2000a 와그너 pot에서 완전임의 배치 5반복으로 수행하였다. 시험에 사용된 토양의 토성은 표 2와 같이 양질사토는 점토 5, 모래 78%, 사질양토는 점토 10, 모래 71.2%, 미사질양토는 점토 21, 미사 73.9%, 식양토는 점토 29, 미사 41.9% 였다. 공시토양인 양질사토와 사양토는 진주시 명석면, 미사질양토는 경남 농업기술원 포장, 식양토는 산청군 단성면에서 각각 채취하여 피펫법과 Hydrometer법을 이용하여 토성을 분석하였다.

시험전 토양의 무기성분은 표 3과 같이 양질사토 및 사양토는 pH가 5.0~5.1으로 강산성이었으며 유기물함량이 2.3~2.8g/kg으로 매우 낮았다. 특히 양질사토는 Cl함량이 높아 EC값이 2.05dS/m로 높았다. 미사질양토는 pH 5.8 이었고 유기물함량은 14.9g/kg이었으며 식양토는 pH 5.0, 유기물함량은 3.8g/kg이었다. 정식은 '97년 5월 3일에 pot당 5주씩 처리하였다. 시비량은 질소 20, 인산 15, 칼리 18 kg/10a로 하였고 생육 및 수량조사와 토양 및 뿌리의 무기성분은 시험 1에 준하여 수행하였다. 농가의 관행적인 재배방법과 생육상황 및 발병율, 토양 이화학적 성질 및 환경조건을 SAS프로그램을 이용하여 재배적지를 판정하였다²⁰⁾.

Table 2. Texture properties of soil used in this experiment

Soil texture	Clay(%)	Silt(%)	Sand(%)
Loamy Sand(LS)	5.0	17.0	78.0
Sandy loam(SL)	10.0	18.8	71.2
Silt loam(SiL)	21.0	73.9	5.1
Clay loam(CL)	29.0	41.9	29.1

Table 3. Chemical properties of soil used in this experiment

Soil texture	pH	OM	P ₂ O ₅	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	SO ₄	Cl	EC	NH ₄ -N	NO ₃ -N
	1:5	g/kg	mg/kg	-----	cmol(+)/kg	-----	-----	-----	mg/kg	-----	-----	dS/m	-----	mg/kg
LS	5.0	2.8	142	0.49	1.10	0.29	9.2	13.5	0.68	114	630	2.05	161	22
SL	5.1	2.3	121	0.33	0.76	0.25	8.0	11.7	0.63	95	326	1.3	153	18
SiL	5.8	14.9	159	0.37	7.22	2.64	55.9	6.7	0.93	214	57	0.55	149	46
CL	5.0	3.8	64	0.81	3.10	2.43	3.4	5.3	1.13	357	615	2.15	195	20

결과 및 고찰

재배년수별 도라지 생육조사

재배년수별 도라지 생육조사의 시험포장과 정상근과 장해근의 생육상황은 그림 1과 같다.

재배년수별 1근중은 $Y=17.24X+0.95$ ($R^2=0.948^{***}$), 발병율은 $Y=12.01X-5.74$ ($R^2=0.946^{***}$)로서 고도의 유의성이 있었다(그림2). 이와 같은 결과로 볼 때 재배기간이 3년이 경과되면 발병율이 30%나 되어 적어도 30% 감수될 것이며 9년 이상이면 거의 수확이 불가능 할 것으로 나타났다.

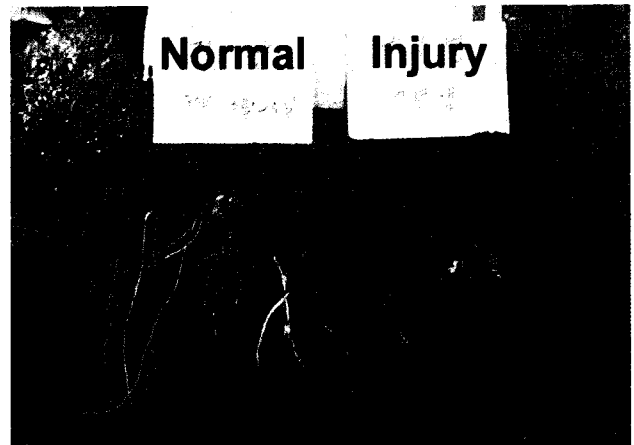


Fig. 1. Soil survey and growth of *platycodon grandiflorus*.

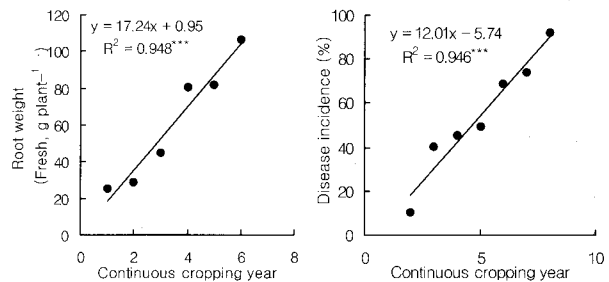


Fig. 2. Relationship between continuous cropping year and root weight and disease incidence rate.

Table 4. Chemical properties of soil

Continuous cropping Year	pH 1:5	OM g/kg	P ₂ O ₅ mg/kg	K -----	Ca cmol(+)/kg -----	Mg -----	Fe ----- mg/kg -----	Mn -----	EC dS/m	NH ₄ -N ----- mg/kg -----	NO ₃ -N -----
2yr	5.7	7.6	143	0.19	4.72	1.20	32.5	2.19	0.20	74	3.0
3yr	5.9	9.4	214	0.17	5.12	1.28	16.4	3.13	0.19	76	3.2
4yr	5.7	7.8	128	0.15	4.63	0.99	24.4	1.98	0.15	77	3.0
5yr	5.3	6.8	90	0.13	5.43	1.08	11.0	1.55	0.10	73	2.0
6yr	5.8	9.6	124	0.18	4.56	1.03	23.6	2.18	0.11	76	2.5
7yr	5.5	10.4	121	0.16	3.56	1.08	33.4	2.56	0.15	80	2.7
8yr	5.8	10.6	143	0.14	4.71	1.13	21.3	2.59	0.13	80	3.1

Table 5. Chemical properties of soil at normal and injury root

Continuous cropping Year	pH 1:5	OM g/kg	P ₂ O ₅ mg/kg	K -----	Ca cmol(+)/kg -----	Mg -----	Fe ----- mg/kg -----	Mn -----	EC dS/m	NH ₄ -N ----- mg/kg -----	NO ₃ -N -----
3yr normal	5.9	7.9	167	0.15	5.48	1.25	16.1	3.13	0.15	75	3.0
3yr injury	6.0	11.0	260	0.20	4.76	1.30	16.7	3.13	0.23	76	3.3
6yr normal	5.9	7.2	106	0.15	5.11	1.02	14.8	1.70	0.10	78	2.0
6yr injury	5.9	7.0	94	0.13	5.24	1.05	20.4	2.33	0.10	76	2.0
7yr normal	6.1	9.8	102	0.18	4.57	1.16	21.3	1.53	0.25	81	2.0
7yr injury	5.6	12.9	139	0.16	3.98	1.22	30.8	2.34	0.10	79	3.0
8yr normal	5.9	10.7	142	0.12	3.27	1.22	18.5	1.73	0.12	77	2.0
8yr injury	5.7	14.0	191	0.17	5.87	1.15	25.5	3.20	0.15	83	5.3

Table 6. Chemical properties of normal and injury root

Continuous cropping Year	T-N -----	P ₂ O ₅ -----	K ₂ O -----	CaO -----	MgO -----	Na ₂ O -----	Fe -----	Mn -----	Zn -----	Cu -----	
	----- % -----						----- mg/kg -----				
3yr normal	3.46	1.70	2.80	0.12	0.48	0.19	1320	61	66	23	
3yr injury	4.49	1.89	3.52	0.14	0.88	0.25	1756	90	86	21	
6yr normal	2.02	0.89	1.30	0.04	0.32	0.07	693	35	37	10	
6yr injury	3.00	1.13	1.67	0.10	0.41	0.18	907	65	46	15	
7yr normal	1.24	0.71	1.92	0.04	0.28	0.07	858	42	45	12	
7yr injury	2.17	0.94	2.08	0.06	0.57	0.15	2310	139	73	17	
8yr normal	0.52	0.54	1.98	0.05	0.23	0.12	689	51	30	8	
8yr injury	1.78	0.94	2.28	0.05	0.30	0.33	1610	57	52	12	

시험후 토양화학성분은 표 4와 같이 pH 5.3~5.9의 범위였으며 Fe 함량은 3년째가 16.4mg/kg으로 낮게 나타났다. 시험전 토양에 비해 pH는 0.3~0.9로 감소되었고 유기물, P₂O₅, Ca, Fe, Mn 함량도 감소되었다.

재배년수별 정상재배지와 장해지의 토양 화학성분을 보면 표 5와 같이 장해지는 토양중 P₂O₅, K, Fe, Mn 및 Zn 함량이 높았고 다른 성분은 큰 차이가 없었다.

재배년수별 뿌리의 무기성분 함량은 표 6과 같다. 재배년수가 경과됨에 따라 T-N, P₂O₅, MgO 함량은 감소되었고 장해근은 정상근에 비해 T-N, P₂O₅, K₂O 함량이 높았다.

토성별 도라지 생육 조사

도라지의 생육상황은 그림 3과 같이 미사질양토에서 생육 및 근중이 양호한 편이었다.

시험후 토양 화학성은 표 7과 같이 pH는 미사질양토가 6.4였고 다른 토성에서는 5.7~5.8의 수치를 나타냈다. 토양의 P₂O₅ 및 Fe 함량은 미사질양토에서 높았으며 Na 함량은 미사질양토와 식양토에서 높았다.

토성별 도라지 생육상황은 표 8과 같이 미사질양토에서 지상중 10.38g, 근경 1.34cm, 근장 16.8cm, 초장 57.9cm로 양호하여 1근중이 5.46g으로 가장 높았다.

Table 7. Chemical properties of soil after experiment

	Texture	pH	OM	P ₂ O ₅	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	EC	NH ₄ -N	NO ₃ -N
		1:5	g/kg	mg/kg	----- cmol(+)/kg -----			----- mg/kg -----			dS/m	----- mg/kg -----		
LS	Top-soil	5.7	1.3	95	0.26	2.78	0.17	0.09	10.8	12.0	2.25	0.13	13	3
	Sub-soil	5.4	1.1	93	0.28	2.81	0.17	0.09	10.0	12.2	1.61	0.37	16	2
SL	Top-soil	5.8	1.5	88	0.22	2.43	0.15	0.09	8.7	10.9	1.17	0.12	5	2
	Sub-soil	5.7	1.3	83	0.25	2.57	0.14	0.10	8.7	11.0	1.12	0.15	13	1
SiL	Top-soil	6.4	13.7	135	0.28	7.04	1.61	0.26	91.1	16.1	1.55	0.15	16	5
	Sub-soil	6.3	13.4	141	0.33	7.20	1.61	0.27	126	12.8	1.34	0.17	16	4
CL	Top-soil	5.8	3.0	40	0.61	3.82	1.16	0.21	4.3	7.5	1.78	0.18	10	6
	Sub-soil	5.4	3.9	36	0.69	3.99	1.30	0.25	4.0	6.6	1.60	0.48	14	5

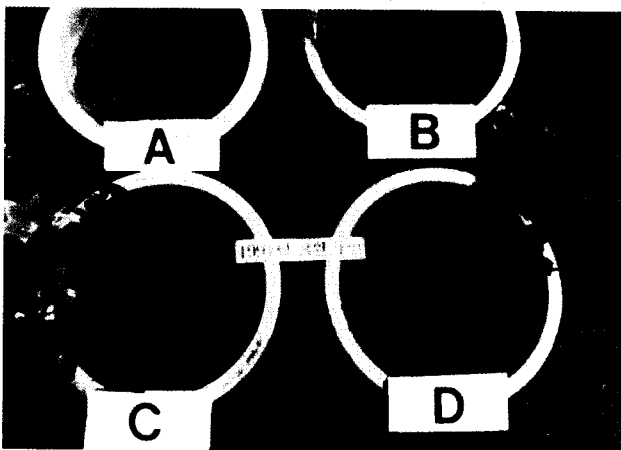


Fig. 3. Growth and yield of *platycodon grandiflorus*(A:LS, B:SL, C:SiL, D:CL).

Table 8. Growth of different soil texture

Soil texture	Root weight	Shoot weight	Root diameter	Root height	Plant height
	----- g/plant -----		----- cm -----		
LS	2.25	1.19	0.95	17.53	26.2
SL	2.25	1.21	1.01	10.88	27.5
SiL	5.46	10.38	1.34	16.80	57.9
CL	5.01	4.50	1.30	11.95	52.2

요 약

재배년수와 토성이 도라지 생육 및 수량에 미치는 영향을 연구한 결과는 다음과 같다. 재배년수가 2년에서 8년까지 양질사토에서 시험한 결과 재배년수와 1근중은 $Y=17.24X+0.95(R^2=0.948^{***})$, 발병율은 $Y=12.01X-5.74(R^2=0.946^{***})$ 로서 고도의 유의성이 있었다. 재배년수가 길수록 뿌리의 T-N, P₂O₅, MgO 함량은 감소되었고 장해근은 정상근에 비해 T-N, P₂O₅, K₂O 함량이 높았다. 도라지 2년생을 양질사토, 사양토, 미사질양토와 식양토에서 시험한 결과 시험후 pH는 미사질양토가 6.4였으며 다른 토성에서는

5.7~5.8의 수치를 나타내었고 P₂O₅ 및 Fe 함량은 미사질양토에서 높았다. 도라지 생육상황은 미사질양토에서 지상중 10.38g, 근경 1.34cm, 근장 16.8cm, 초장 57.9cm로 양호하여 1근중이 5.46g으로 가장 높았다.

감사의 글

이 논문은 농림부 현장애로사업 연구의 일부로 수행되었으며 연구비를 지원해 준 농림부에 감사를 드립니다

참 고 문 헌

- Jin-Tae Cho, 1992, Studies on the flower breeding of chinese bellflower, Res. Rept. RDA(H), 34(1) : 72~75.
- 鄭錫來. 1961. 藥草栽培의 利用法. 英命社. pp. 43~46.
- Ki-Euk Ryu, Taxonomic studies on the Korean *Campanulaceae*, Kangweon National University, Dep. of Biology, Graduated School.
- In-Sang Jo, Bong-Koo Hur, Lee-Yul Kim and Seong-Jin Cho, 1985, A study on the correlations among the physical and chemical properties of soils in Korea, J. of Korean Society of Soil Science and Fertilizer, 18(2) : 134~139.
- In-Sang Jo, Bong-Koo Hur, Lee-Yul Kim, Young-Kil Cho and Ki-Tae Um, 1987, Soil physico-chemical properties of red pepper fields and plant growth, J. of Korean Society of Soil Science and Fertilizer, 20(3) : 205~208.
- In-Sang Jo, Byung-Keun Hyun, Hyun-Jun Cho, Yong-Seon Jang and Jae-Sung Shin, 1997, Effects of soil texture and bulk density on the least-limiting water range, J. of Korean Society of Soil Science and Fertilizer, 30(1) : 51~55.
- Hallmark W. and Barber S. A. 1981a. Root growth and

- morphology, nutrient uptake and nutrient status of soybean as affected by soil K and bulk density. *Agr.J.* 73:779~781.
8. Hallmark W. and Barber S. A. 1981a. Root growth and morphology, nutrient uptake and nutrient status of early growth of soybean as affected by soil K and bulk density. *Agr.J.* 76:209~212.
 9. Bong-Koo Hur, In-Sang Jo, Kyeong-Beom Min and Ki-Tae Um, 1984, Representative physical and chemical properties of Korean soils by the results from detailed soil survey, *J. of Korean Society of Soil Science and Fertilizer*, 17(4):330~336.
 10. Tae-Young Kwon, Ki-Chae Jung, Jong-Soo Kim, Chang-Kil Kim, Sun-Do Park and Boo-Sull Choi, 1998, Factors influencing on continuous cropping injury of *cruidium officinale* makino in Ulleung island, RDA. *J. Agro-Envir. Sci.*, 40(1) : 39~43.
 11. Wang-Hyu Lee, Seong-Soo Cheong and In-Young So, 1990. Properties of suppressive and conducive soils to ginger rhizome rot, *Korean J. Plant Pathol.*, 6(3) : 338~342.
 12. Wang-Hyu Lee and Doo-Ku Lee, 1998, Ecology of rhizome rot incidence of ginger and relation of soil texture, chemistry and biology, *Korean J. of Environmental Agr.*, 17(1) : 1~4.
 13. 南基烈. 1980. 人蔘의 林間栽培가 生育 및 品質에 미치는 影響. 忠北大學校論文集. 6 : 69~80.
 14. 소인영, 김형무. 1980, 생강마름썩음병(입고부패병)의 발병분포 및 방제에 대하여. *한국미생물학회지*. 18:172~179.
 15. Kyu-Do Yang, Hyung-Moo Kim, Wang-Hyu Lee and In Young So, 1988, Studies on rhizome rot of ginger caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *zingiberi* and *Pythium zingiberum*, *Korean J. Plant Pathol.*, 4(4) : 271~277.
 16. Gupta R. P. 1994. Physical rating of coarse textured soils to quantify production potential for sorghum. pp. 306~311. In 15th World Congress of Soil Science. Vol. 5a. Symposia Transactions. July 10~16. 1994. Acapulco. Mexico.
 17. Hasegawa S. 1994. Evaluation of water and oxygen supply ability of soils to suffice the demands of crops. *Soil Physical Conditions and Plant Growth* 69(S):55~66.
 18. 농촌진흥청. 1988. 토양화학분석법-토양, 식물체, 토양미생물-. pp. 215.
 19. 농촌진흥청. 1995. 농사시험연구조사기준. pp. 9~32.
 20. SAS. 1988. SAS User's Guide. Release 6.03 Edition. SAS Institute Inc. Cary. NO. USA.