

## 도라지 재배지역 및 재배년수에 따른 토양의 화학적 특성변화

이철호 · 이신우 · 이 협<sup>†</sup>

진주산업대학교 생명자원과학대학 농학 · 한약자원학부

### Change of Soil Chemical Properties according to Cultivation Area and Cultural Year for *Platycodon grandiflorum*

Cheol Ho Lee, Shin Woo Lee and Hyub Lee<sup>†</sup>

Department of Agronomy & Medicinal Plant Resources, College of Life Science & Natural Resources, Jinju National University, Jinju 660- 758, Korea.

**ABSTRACT :** The study result survey platycodon cultivation regions of Jinju(2), Sacheon(4), Hapcheon(3), Haman(3), and Sancheong(3) of Gyeongnam regarding chemical properties of soil, inorganic nitrogen phosphorus by type of composition is as follows: pH and EC value were highest where platycodon cultivated for under 3 years in soils. Content of O.M equal to or less than 25 mg kg<sup>-1</sup>, the average value for platycodon cultivation in Korea. Content of exchangeable calcium in soils were 12, 14 cmol<sup>+</sup>kg<sup>-1</sup> in Hapcheon and Haman regions where platycodon was cultivated for two years which is 2~3 time higher level compared with the average upland soil of Korea. Water solution boron confirmed approximated level of 3.0 mg kg<sup>-1</sup> in all survey regions, and the finding is about five times higher than average upland soil of Korea which is 0.5 mg kg<sup>-1</sup>. In the case of nitrogen, a significant difference was found depending on cultivation regions and continuous culture. Content of nitrogen in soils were difference according to cultivation area and continuous culture. The composition ratio according to the type of inorganic phosphorus showed the highest in order of Al-P > Ca-P > Fe-P > Saloid-P in all survey regions except for Hapcheon (five , seven years cultivated soils). The correlation showed high significance between available phosphate and inorganic phosphorus.

**Key Words :** Platycodon, Soil Chemical Property, Exchange Calcium, Inorganic Nitrogen, Phosphorus

## 서 언

도라지 (*Platycodon grandiflorum* A. DC.)는 초롱꽃과 (Companulaceae)의 다년생초본이다. 뿌리를 약재로 사용하는 길경은 늦가을에 3년생 뿌리를 캐서 물에 씻어서 잔뿌리를 다듬고 말린 것을 의미 한다. 조제법에 따라 생건 (거피하지 않는 것)과 백도라지 (거피한것)의 두가지가 있다. 약리작용으로 거담, 진해, 항균, 혈압강하 및 혈당강하작용 등이 있으며 그 외에도 습가쁨, 인후통과 가슴, 옆구리, 허리가 결리고 아플 때에 사용되기도 한다 (Seong *et al.*, 2004). 도라지는 우리나라 대부분 지역에서 재배가 가능하고 햇빛이 잘드는 양지쪽의 식양토에서 생육 수량이 높으며, 토심이 깊고 유기물함량이 많은 곳이 좋다 (Seong *et al.*, 2004).

일반적으로 약용작물재배는 약효성분을 고려하여 화학비료보다는 유기질비료를 시비하는 것으로 알려져 있다. 그러나 Lee 등 (1993)의 보고에 의하면 약용작물생산에 유기물을 시

용하는 약 65%의 농가 중 54%는 유기물과 화학비료를 병행 사용하고 10.7%만이 유기물만 주로 사용하여 재배하고 있는데, 화학비료는 복합비료 사용이 51.5%로서 가장 많고 그 다음이 요소비료 단용 (40.9%) 순으로 사용하고 있는 것으로 보고된 바가 있다.

또한 약용작물의 작물별 표준시비체계가 확립되어 있지 않아 포장선정, 비배관리가 재배농민의 경험에 의해 이루어지기 때문에 생산량 및 그 품질이 균일하지 못한 경향이 있고 산지에 따라 품질의 지표가 될 수 있는 유효성분 함량에 차이가 있다 (Jung *et al.*, 1996).

도라지의 품질은 토성과 토양의 유기물함량 및 산도 등의 영향도 있지만 3요소시비량 중 가용성 무기태질소와 인산함량 차이에 따라 뿌리의 무게와 약효성분 등 (Tada *et al.*, 1975)에 영향을 미칠 것으로 판단된다. 그러나 도라지를 포함한 약용작물재배지 토양의 무기태질소 및 인산함량에 관한 연구 자료는 거의 미미한 수준이다. 따라서 본 연구는 경남지역의 주

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-55-751-3220 (E-mail) lee6894@nate.com

Received 2010 July 6 / 1st Revised 2010 August 11 / 2nd Revised 2010 August 20 / Accepted 2010 August 22

**Table 1.** Cultural properties of soil survey areas in *Platycodon grandiflorum*.

Region	No. fields	Cropping year	Cropping area (ha)	Topography
Jinju	2	2	0.16	Inland plain
Sacheon	4	1	0.36	Hilly
		3	1.50	
		5	0.44	
Hapcheon	3	2	0.14	Mountain foots
		3	0.40	
		4	0.33	
		5	0.42	
Haman	2	2	0.10	Local valleys and fans
		3	0.11	
		5	0.25	
Sancheong	3	7	0.23	Local valleys and fans
		1	0.37	
		4	0.35	
Sum	15		4.66	

요 도라지 재배지역의 재배년수에 따른 토양의 화학적 특성과 무기태질소 및 인산함량을 분석 검토하여 도라지의 안전생산과 증수를 위한 기초자료를 얻기 위하여 수행한 결과를 보고하는 바이다.

## 재료 및 방법

경남지역 도라지 재배지의 토양화학적 특성을 구명하기 위해 Table 1과 같이 진주지역 2개소와 사천지역 6개소 등 총 14개소의 도라지 농가포장을 대상으로 2010년 5월에 각 지역 및 재배년수별로 토양시료를 작토깊이 25 cm 범위 내에서 채취하였다. 채취된 토양시료는 풍건하여 2 mm체를 통과시켜 성분 분석용 시료로 사용하였다.

본시험소재지 밭토양의 지형 및 토성은 농촌진흥청에서 관리 운영하는 한국 토양 정보시스템 자료 (<http://asis.rda.go.kr>)를 참고하였다.

토양시료 분석은 농촌진흥청 토양화학분석법 (RDA, 1988)에 준하여 pH (1 : 5), EC는 초자전극법과 백금전극법, 유기물 (O.M)은 tyurin법, 유효인산은 Lancast법, 총질소, 및 무기태질소는 킬달증류법, 수용성붕소는 Curcumin비색법으로 분석하였으며, 치환성칼슘과 마그네슘은 EDTA법, 무기태인산은 Saloid-P, Al-P, Fe-P 및 Ca-P만을 분획 정량하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 재배년수별 토양화학적 특성

경남지역 주요 도라지 재배지역 및 재배년수별 토양화학성

분을 분석한 결과는 Table 2와 같다.

우리나라 밭토양의 화학성분함량은 pH 5.6, 유기물 24 g kg<sup>-1</sup>, 유효인산 577 mg kg<sup>-1</sup>, 치환성칼슘 및 마그네슘은 각각 4.5, 1.4 cmg kg<sup>-1</sup> (Jung *et al.*, 2001)이었음을 보고된 바가 있다. 이를 본 조사지역과 비교한다면 도라지 2~3년 동안 재배한 곳은 공통적으로 가장 높은 pH 값을 보였지만 함안, 합천지역이 조사지역중 도라지가 5년 이상 재배한 곳이 오히려 낮아지는 경향을 보였다.

유기물 (O.M)은 조사한 진주지역을 제외한 재배지역 및 재배년수 간에 유기물은 유사한 수준을 보였지만 우리나라 길경재배지의 유기물 평균치 25 g kg<sup>-1</sup> (Jung *et al.*, 1996)보다도 적은 곳이 많았다.

유효인산 (Av.P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)의 함량은 도라지재배지역에 따라 함량이 현저한 차이를 보였으며, 특히 조사지역 중에서 진주지역이 가장 높았는데, 강원도농촌진흥원 (RDA, 1995)이 보고한 시설재배토양의 유효인산 평균치 1,053 mg kg<sup>-1</sup>, 농촌진흥청 (RDA, 1993)의 1,012 mg kg<sup>-1</sup> 수준과 유사한 것으로 보아, 최근에 시설재배에서 노지재배로 전환된 경작지로 추정되었다.

치환성칼슘 (Ex.-Ca)의 함량은 함안과 합천지역의 도라지 2년생 재배지에서 조사한 곳이 각각 12.4, 14.6 cmol<sup>+</sup> kg<sup>-1</sup>인데, 밭토양 평균치와 적정기준치 (RDA, 1989) 5.6, 6.0 cmol<sup>+</sup> kg<sup>-1</sup>, 그리고 우리나라 길경재배지의 평균치 4.5 cmol<sup>+</sup> kg<sup>-1</sup> (Jung *et al.*, 1996)보다도 훨씬 상회하는 수준이었다. 이는 석회질비료의 적정 권장시비량을 초과하는 량을 시용한 것으로 보였다. 그러나 도라지가 3년 이상 재배되는 곳은 치환성칼슘이 오히려 낮아지는 경향이었고, 특히 재배기간이 5년 (함천, 함안)과 7년 (함안) 동안 도라지를 재배한 곳이 함안 2년생 재배지

**Table 2.** Chemical properties of soil samples for *Platycodon grandiflorum* cultivation in Gyeongnam Province.

Cropping year	Region	Soil texture	pH	EC	O.M	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ex.-Ca	Mg	W,S <sup>†</sup> -B
			(1 : 5)	(dS m <sup>-1</sup> )	(g kg <sup>-1</sup> )	(mg kg <sup>-1</sup> )	(cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )	(mg kg <sup>-1</sup> )	
1	Haman	L	5.6	0.6	18.6	157.1	2.5	0.7	2.8
	Sacheon	SL	6.9	1.3	18.3	155.8	9.6	1.4	2.5
	Sancheon	L	6.2	0.8	20.0	143.3	3.8	1.1	2.7
2	Jinju	SL	6.5	1.2	28.6	1030.8	9.2	1.4	3.3
	Haman	L	7.1	1.4	19.0	382.4	14.6	0.8	2.8
	Hapcheon	L	7.4	1.3	19.2	200.4	12.4	0.3	3.0
3	Haman	L	6.3	0.5	18.3	108.2	4.3	1.9	2.8
	Hapcheon	L	5.4	0.8	19.7	437.8	4.5	0.4	2.9
	Sacheon	SL	7.1	2.2	19.1	434.2	8.8	1.3	3.3
4	Hapcheon	L	6.9	1.2	18.8	582.5	6.6	0.3	2.8
	Sancheon	L	5.8	0.5	18.1	37.6	3.8	0.5	2.8
5	Haman	L	5.3	0.4	18.8	158.3	1.7	0.8	2.8
	Hapcheon	L	5.4	0.9	19.0	197.8	1.3	0.3	3.0
	Sacheon	SL	6.7	0.8	18.8	327.6	5.3	0.5	3.1
7	Haman	L	4.9	0.1	18.8	37.8	1.0	0.3	2.5

†) W,S; water soluble

에 비하여 약 1/12~1/14 수준에 불과한 곳도 있었다. 이러한 원인은 지역 및 농가마다 시비량 및 시비방법 등에 따른 차이에서 오는 영향도 있겠으나 대체적으로 도라지 생육초기에는 토양개량효과와 도라지 근부성장을 위해 석회질비료를 사용하였으나 도라지생육이 어느 정도 성숙단계가 접어들은 시기에는 석회질비료사용 효과가 낮다는 농가의 주관적인 판단에 의한 것으로 생각된다.

치환성 마그네슘 (Ex.-Mg)의 함량은 진주, 사천지역에서 도라지를 2, 3년, 산청 1년 동안 재배한 곳을 제외한 나머지 조사 지역에서 우리나라 밭토양 치환성마그네슘 (Ex.-Mg) 평균치뿐만 아니라, 적정치인 1.5~2.0 cmol<sup>+</sup> kg<sup>-1</sup> (RDA, 1989) 값에도 훨씬 못 미치는 낮은 수준을 보였다.

토양의 총 붕소함량은 20~200 mg kg<sup>-1</sup> 범위이고, 우리나라 농경지 토양의 유효붕소 평균함량은 논토양 0.36 mg kg<sup>-1</sup>, 밭토양이 0.5 mg kg<sup>-1</sup> 정도이다 (Kim and Jung, 1999; Park *et al.*, 1988). 토양 중 붕소의 적정범위는 작물에 따라서 차이는 있으나 열수 침출법에 의한 함량이 1 mg kg<sup>-1</sup> 이하일 때에 붕소결핍이 일어나기 쉽다 (Kim and Jung, 1999; Hur *et al.*, 1983). 그러나 본 조사지역의 도라지 재배지역 및 재배년수에 따른 수용성붕소가 밭토양 평균치에 비하여 보편적으로 5~6 배가량 높은 것으로 확인되었다. 이는 도라지가 다년생작물기에 토양의 미량원소 결핍증이 우려되어, 각 농가에서 붕소비료를 사용하였거나, 혹은 복합비료 (Kim and Jung, 1999) 및 일부농용석회비료에 포함된 붕소 등에 의한 영향으로 판단된다.

## 2. 무기태질소와 인

Seong 등 (2004)은 질소비료를 분시방법에 따라 도라지 경태의 굵기, 분지수, 엽수뿐만 아니라 생약성분 중 조사포닌 함량에도 적지 않는 영향을 미칠 수 있음을 보고한 바 있다.

Table 3은 도라지 재배지역과 시기에 따라 토양의 총질소(T-N), 무기태질소 형태별 함량과 질소에 대한 무기태질소가 차지하는 비율을 나타내었다.

토양의 질소는 2년 경과한 도라지 재배지에서 가장 높았으나 재배년수가 5년 이상을 경과한 곳은 가장 낮은 경향을 보였다. 이러한 원인은 도라지 수확시기와 생산목적에 따른 차이에서 오는 결과라 판단된다. 또한 무기태질소 중 질산태질소 (NO<sub>2</sub>+NO<sub>3</sub>-N)함량은 도라지 재배년수 차이에 따른 결과보다는 지형, 토양의 산도반응, 수분, 통기성 미생물 등의 영향에 의해 질산화작용 진행과정 속도와 밀접한 관계가 있었다.

아울러 질소가 낮은 재배지역은 탄질율 (C/N ratio)이 높기 때문에 고품질 도라지를 생산성 향상을 위해서는 경작지의 질소 및 무기태질소 함량을 고려하여 시비횟수, 시비량 등을 결정되는 합리적인 비배관리가 절실히 필요할 것으로 보인다.

Table 4는 식물의 유효도에 영향을 미칠 수 있는 4종 (Saloid-P, Al-P, Fe-P, Ca-P)의 무기태 인을 형태별로 나타낸 결과이다. Shin *et al* (1988)의 보고에 의하면 우리나라 밭토양에 saloid-P가 50 mg kg<sup>-1</sup> 이하, Al-P와 Fe-P가 250~700 mg kg<sup>-1</sup>, Ca-P는 200 mg kg<sup>-1</sup> 이하인 토양이 비교적 가장 많이 분포하고 있음을 보고된 바가 있다.

그러나 사천지역에서 3년, 함천지역에서 4, 5년 및 함안지

**Table 3.** Content of inorganic nitrogen of soil samples for *Platycodon grandiflorum* cultivation in Gyeongnam province.

Cropping year	Region	T-N	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> -N	C.N <sup>†</sup>	C.I.N <sup>‡</sup>
		(A)	(B)	(C)	(B)+(C)	(B)+(C)/(A) (%)
-----mg kg <sup>-1</sup> -----						
1	Haman	918.5	15.7	3.5	19.2	2.1
	Sacheon	729.2	14.6	4.7	19.3	2.6
	Sancheong	350.0	11.7	22.1	33.8	9.7
2	Jinju	1,011.3	15.3	23.5	38.2	3.7
	Haman	1,312.0	10.5	5.2	15.7	1.2
	Hapcheon	1,312.0	26.2	17.5	43.7	3.3
3	Haman	612.5	14.0	8.7	22.7	3.7
	Hapcheon	1,049.7	48.1	8.7	56.8	5.4
	Sacheon	900.3	24.1	33.0	57.1	6.3
4	Hapcheon	1,078.8	41.4	14.0	55.4	5.1
	Sancheong	360.3	7.8	25.6	33.4	9.3
5	Haman	729.3	16.3	6.4	22.7	3.1
	Hapcheon	729.2	16.3	6.4	22.7	3.1
	Sacheon	634.4	19.2	8.7	27.9	4.4
7	Haman	743.7	19.3	10.5	29.8	4.0

†)C.N: content of inorganic nitrogen, ‡): C.I.N: composition of inorganic nitrogen

**Table 4.** Content of inorganic phosphorus in soil samples from *Platycodon grandiflorum* cultivation areas.

Cropping year	Region	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Saloid-P	Al-P	Fe-P	Ca-P
		-----mg kg <sup>-1</sup> -----				
1	Haman	157.1	42.5	78.2	65.6	59.0
	Sacheon	155.8	53.1	222.4	113.8	195.5
	Sancheon	143.3	52.2	263.8	83.9	184.2
2	Jinju	1030.8	53.1	222.4	113.8	195.5
	Haman	382.4	62.2	520.8	122.1	264.8
	Hapcheon	200.4	83.7	55.6	27.4	47.0
3	Haman	108.2	43.7	172.3	58.3	67.0
	Hapcheon	437.8	45.2	290.2	165.1	182.6
	Sacheon	434.2	70.9	496.3	159.4	284.2
4	Hapcheon	582.5	75.9	1069.2	180.6	287.4
	Sancheon	37.6	43.6	73.8	47.3	158.2
5	Haman	158.3	44.3	77.7	77.4	87.3
	Hapcheon	582.5	75.9	1069.2	180.6	287.4
	Sacheon	327.6	54.7	494.4	143.7	237.0
7	Haman	37.8	44.5	273.3	121.7	100.2

역에서 2년 동안 도라지를 재배한 곳에서는 Saloid-P가 50 mg kg<sup>-1</sup> 이상이었고, 진주지역은 유효인산이 가장 높은 관계로 4종의 무기태 인이 조사지역중에서 가장 많았다. 무기태인의 형태 중에서 Al-P가 모든 조사지역에서 가장 많은 것은 Al-P의 특성이 Fe-P보다 용해성이 높은 가용성이며, 주로 밭토양은 Al-P가 많고, 논토양에는 Fe-P, 또는 환원성 Fe-P가 많기 때문이다 (Hong and Hong, 1997)

일반적으로 인산질비료 사용 초기에는 pH에 관계없이 Fe-P보다 Al-P로서 전환이 많아 Al-P > Fe-P > Ca-P > Saloid-P 순

으로 고정되는데, 토양에 접촉되어 있는 시간이 길어질 때에는 Fe-P는 증가하고, Al-P와 Ca-P는 감소하는 경향이 있다 (Shin and Kim, 1988).

그리고 토양에 Saloid-P와 Ca-P의 기여도는 pH, 활성알루미늄 (Act. Al)과 치환성칼슘 (Ex.-Ca)에, 활성철 (Act. Fe)은 Fe-P에 크게 영향을 받는다고 하였다 (Shin and Kim, 1988). 따라서 본 연구결과에서도 도라지를 오랫동안 재배한 곳에서 (합천 5년, 함안지역 7년생 재배지) Ca-P 보다도 Fe-P가 다소 많아진 이유는 앞서 설명한 바와 같이 도라지가 성숙단계에

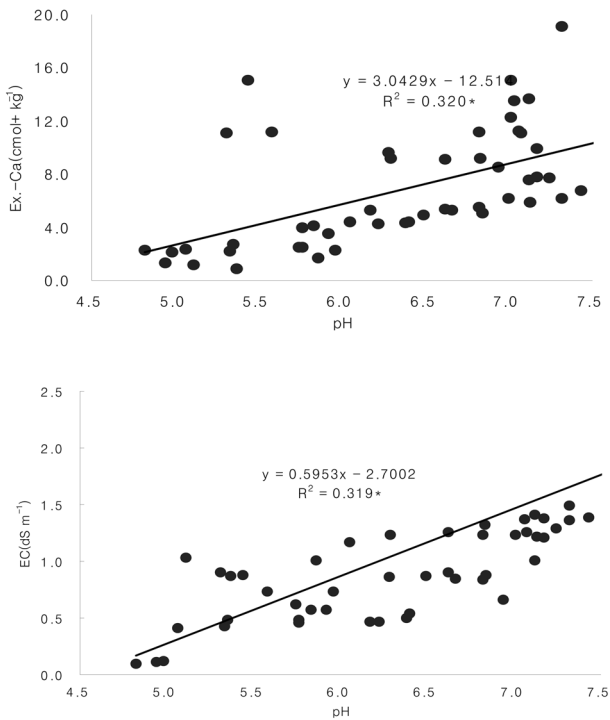


Fig. 1. Relationship between soil pH and EC, content of exchange calcium in soils for *Platycodon grandiflorum* cultivation in Gyeongnam Province.

접어들면서 토양에 치환성칼슘 (Ex.-Ca) 감소로 토양산도 (pH) 값이 낮아지고 이에 활성철 (Act, Fe)함량의 증가에 따른 결과라 판단된다.

대체적으로 본 조사지역에서는 무기태인의 형태별 조성함량은 Al-P > Ca-P > Fe-P > Saloid-P 순으로 가장 많았다. Ryu *et al.* (1977)은 토양중 무기태인의 형태별 조성은 시비한 인산의 종류에 따라 차이가 있어 화학적 산성비료인 중과석비료를 시비한 토양은 Al-P > Fe-P > Ca-P의 순이며, 화학적 염기성비료이고 칼슘성분이 높은 (칼슘, 30%) 용성인비를 시비한 토양은 대체로 Al-PCa-P > Fe-P의 순으로 되어있음을 보고한 바가 있어 이를 뒷받침 해준다.

### 3. 토양화학성분들 간의 상관관계

도라지 재배지역 밭토양에서 재배년수별로 채취한 토양시료의 pH와 전기전도도 (EC) 및 치환성칼슘 (Ex.-Ca)에 대하여 단순상관관계를 조사한 결과 (Fig. 1), 일반적으로 지형적인 조건, 토양물리, 화학 및 생물적 특성에 따라 차이가 있으나 pH와 전기전도도 (EC) 및 치환성칼슘 (Ex.-Ca) 간에 모두 5%에 유의성이 인정되었다. 국내 도라지 재배지의 93%가 지형적으로 기복지, 파상지 및 구릉지와 급경지이며, 평탄지는 7%내외 정도 밖에 되지 않아 (Lee *et al.*, 1999) 급경지일수록 유실되는 비료 량도 많을 것이고 토양산성화를 진행시킬 수 있는 원

인이 되지만, 주로 도라지 생육초기에 이를 개선하기 위해 중점적으로 비료를 사용하였기 때문이다.

Table 5는 토양 무기태질소와 인의 형태 및 조성과 화학적 특성에 관한 연관성을 알아보기 위해 상관관계를 나타낸 결과이다. pH는 무기태질소 형태중 질산염 (NO<sub>2</sub>+NO<sub>3</sub>-N)과 0.1%에서 고도의 유의성 있음을 확인되었다. 이는 pH값의 증가 또는 감소가 토양의 질산화작용에 관여하는 미생물 증식에 크게 영향을 받기 때문인 것으로 해석된다. 그러나 암모니아태 (NH<sub>4</sub>-N) 질소와의 유의성은 인정되지 않았다. 또한 무기태인산중 Al-P, Ca-P는 pH와의 상관관계에서 1% 유의성이 인정되었으나 Saloid-P 및 Fe-P와는 유의성이 없었다.

전기전도도 (EC)는 질산태질소 (NO<sub>3</sub>-N), Saloid-P, Al-P, Fe-P 및 Ca-P에서 유의성을 보였으며, 이중 질산태질소에서 r=0.632\*\*\*으로서 가장 높은 유의성을 보여 전기전도도 (EC) 값과 질산태질소 (NO<sub>3</sub>-N)와는 가장 밀접한 관계가 있었다. 하지만 무기태질소중 암모니아태질소 (NH<sub>4</sub>-N)는 유의성이 인정되지 않아, 주로 양이온 (+)보다는 인산, 질산과 같은 음이온 (-)이 전기전도도 (EC)에 기여도가 매우 높다는 것을 확인하였다.

유기물 (O.M)은 무기태인산중 Al-P, Fe-P 및 Ca-P와는 0.1%에서 유의성을 보였고, Saloid-P도 5%에서 유의성이 인정되었다. 그러나 무기태질소에서 유의성이 없었으며, 토양에 비교적 고정력이 높은 인산에서는 모두 고도의 유의성이 있었다.

총질소 (T-N)는 암모니아태질소 (NH<sub>4</sub>-N)와 1%에서 유의성이 인정되었으며, 무기태인중 Saloid-P와는 1%에서 유의성을 확인되었고, Al-P, Fe-P 및 Ca-P와는 0.1%에서 고도의 유의성이 인정되었다. 이는 본 조사지역의 토양유기물이 우리나라 밭토양 평균치에 비하여 대부분 낮은 지역이 많았음을 고려할 때 퇴비 및 유기질비료 시용에 따른 영향뿐만 아니라 부분적으로 화학비료 (복합비료 포함)와 병행 시용한 시비방법 차이에서 오는 결과라 판단된다. 이러한 근거는 유효인산 (Av.P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)과 질산태질소 (NO<sub>3</sub>-N)와의 상관관계에서 r=0.269\*로 5%에서 유의성이 인정되어 이를 보다 더 신빙성 있게 뒷받침 해주고 있다.

또한 무기태인중 Ca-P, Fe-P, Al-P에서 상관관계가 각각 r=0.873\*\*, 0.868\*\*, 0.842\*\* 순으로 0.1%에서 유효인산과 고도의 유의성을 보였다. Saloid-P에서도 r=0.401\*\*로 1%에서 유의성이 인정되었다. 이러한 결과는 도라지 재배지역의 지형적인 특성을 고려할 때, 우리나라 일반 밭토양에서 유효인산과 무기태인의 형태 및 조성별로 상관관계를 나타낸 결과 Al-P과 Saloid-P와는 0.1%에서 유의성이 인정되었고, Ca-P와는 1%에서 유의성이 있는 상관관계가 보였다는 기존의 연구결과와 유사하였다 (Shin and Kim, 1988).

치환성칼슘 (Ex.-Ca)은 질산태질소와 1%에서 유의성을 보였으며, 무기태인의 조성별로는 Ca-P (0.501\*\*) > Al-P (0.438\*\*)

**Table 5.** Relationship between chemical properties and inorganic nitrogen, phosphorus in soils.

(n = 50)

	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub>	Saloid-P	Al-P	Fe-P	Ca-P
pH	-0.148	0.509***	0.141	0.431**	0.205	0.427**
EC	0.191	0.632***	0.579**	0.354**	0.317*	0.354**
O.M	-0.104	0.01	0.296*	0.628***	0.737***	0.726***
T-N	0.348**	0.204	0.401**	0.565***	0.566***	0.554***
Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.128	0.269*	0.480***	0.842***	0.868***	0.873***
Ex.-Ca	0.155	0.274*	0.378**	0.438**	0.403**	0.501***
Ex.-Mg	-0.271	0.275*	0.033	0.022	0.176	0.022
W.S-B	0.263	0.324*	0.440**	0.433**	0.486***	0.494***

\*, \*\*, \*\*\*: significant at p = 0.05, 0.01, and 0.001, respectively.

> Fe-P (0.403\*\*) > Saloid-P (0.378\*\*) 순으로 유의성이 인정되었다. Shin and Kim (1988)의 보고에 의하면 우리나라 경작지 발토양의 치환성칼슘과 무기태인 중 Saloid-P와 Fe-P가 각각 1%, 0.1%에서 유의성이 인정되었으나 Al-P와 Fe-P에서는 유의성이 인정되지 않았다고 보고한 것과는 차이가 있었다.

수용성붕소 (W.S-B)와 무기태질소 및 인의 형태별 조성 간 상관관계는 Fe-P를 제외하고 치환성칼슘 (Ex.-Ca)이 보여준 상관관계와 비슷한 결과를 보여 토양의 칼슘은 무기태인산 뿐만 아니라 붕소를 가용화로 증진하는데 크게 기여하는 것으로 확인되었다.

이상의 결과를 고려할 때 경남지역 주요 도라지 재배토양의 특성은 유기물은 낮은 수준이었고, 질소와 치환성칼슘 (Ex.-Ca)은 재배년수에 따라 현저한 차이를 나타냈다. 또한 유효인산과 무기태인의 형태별 조성간에 고도의 유의성이 있음을 도라지 재배지에도 확인하였으며, 특히 치환성칼슘은 토양산도 (pH), 전기전도도 (EC)값과 유의적인 상관관계가 있어 무기태인의 변화에 큰 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

### 감사의 글

이 논문은 2010년도 진주산업대학교 기성회연구년 연수지원 과 농촌진흥청 도라지 특성사업단 연구비 (과제번호: 2010021)에 의해 수행된 결과로 이에 감사를 포함합니다.

### LITERATURE CITED

**Hong JK and Hong CW.** (1977). The characteristics of phosphorus in major Korea soils. I. The characteristics of inorganic phosphorus. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer. 10:13-22.

**Hur RB, Kim MS, Hwang SK and Ryu IS.** (1983). Factors Affecting boron deficiency symptoms in spring grown radishes (*Raphanus sativus* L.). Korean Journal of Soil Science and Fertilizer. 16:72-76.

**Jung BG, Choi JW, Yun ES, Yoon JH and Kim YH.** (2001).

Monitoring on chemical properties of bench marked upland soils in Korea. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer. 34:326-332.

**Jung GB, Kim KS and Ryu IS.** (1996). Chemical properties of medicinal plant cultivated soils. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer. 29:20-25.

**Kim BY and Jung GB.** (1999). Effect of boron on growth and yield of perilla (*Perilla frutescens* var. *japonica* HARD), melon (*Cucumis melo* L.) and cucumber (*Cucumis sativus* L.). Korean Journal of Soil Science and Fertilizer. 32:192-198.

**Lee ST, Lee JI, Seong NS and Park RK.** (1993). Status and future measure on production of medicinal crops in the major cultivation area. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 1:74-80.

**Lee YH, Park SR, Ryu JS, Lim ST, Ko BG and Yun HD.** (1999). Survey on cultural environment and soil morphological characteristics of *Platycodon grandiflorus*. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer 32:215-222.

**Park YH, Park JK, Yoon JH, Kim WC and Hwang GS.** (1988). Study on minor elements for agricultural soil. National Institute of Agricultural Science and Technology. Research Report (Dept. of Chemical). p. 254-265.

**RDA (Rural Development Administration).** (1988). Analysis methods of soil. p. 26-188.

**RDA (Rural Development Administration).** (1989). Ten year plan total report for soil improvement project. p. 83-104.

**RDA (Rural Development Administration).** (1993). The contents of nutrient in protected horticulture soils. Horticultural Experimental Station Research Report. 201-229.

**RDA (Rural Development Administration), Gangwondo.** (1995). Location environment preservation and agricultural practice in gangwon province. p. 1-74.

**Ryu IS, Yoon JH and Yoo SH.** (1977). Composition of inorganic phosphorus forms and comparison of methods of determining available phosphorus in upland soils. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer. 10:211-217.

**Seong JD, Kim GS, Kim HT, Park CB and Kim SM.** (2004). Effects of split application of nitrogen fertilizer on growth and yield in *Platycodon grandiflorum* A. DC. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 12:437-441.

**Shin CW, Kim JJ and Yoon JH.** (1988). Studies on the characteristics of phosphorus in the upland soil. I. Composition

- of accumulated phosphorus forms and available phosphorus. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer. 21:21-29.
- Shin CW and Kim JJ.** (1988). Studies on the characteristics of phosphorus in the upland soil. II. Relation of soil phosphorus and some soil chemical properties. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer. 21:195-201.
- Shin CW, Kim JJ, Yoon JH.** (1988). Studies on the characteristics of phosphorus in the upland soil. III. Yield responses of added phosphorus for soybean in soils with different capacities of phosphorus sorbed. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer. 21:272-279.
- Tada A, Kaneiwa Y, Shoji J and Shibata S.** 1975. Studies on the saponins of the root of *Platycodon grandiflorum* A. De Candolle. I. Isolation and the structure of platycodon D. Chemical and Pharmaceutical Bulletin. 23:2965-2972.