

충남 금산의 인삼 및 토양의 무기 원소 함량 비교

송석환*, 유선균¹, 김일출²

중부대학교 환경보건학과, ¹중부대학교 한방건강식품학과, ²중부대학교 화장품과학과

Comparisons of Inorganic Compounds between the Ginsengs, Keumsan, Chungnam and their Soils

Suckhwan Song*, Seon-Gyun You¹ and Ill-Chool Kim²

*Dept. of the Environmental Health, Joongbu Univ., Keumsan, 312-940, Korea

¹Dept. of Medicine and Food Biotechnology, Joongbu Univ., Keumsan, 312-940, Korea

²Dept. of Cosmetic Science and Technology, Joongbu Univ., Keumsan, 312-940, Korea

Abstract - Ginsengs (1, 2 3 years) from the Keumsan are analysed for the inorganic compounds and compared with the their soils from the granite, phyllite and shale areas. In the soils, the granite areas show high Al₂O₃ and Na₂O contents while the phyllite areas have high Fe₂O₃, MnO and MgO contents. Positive correlations are shown in the Al₂O₃-K₂O and Fe₂O₃-MgO pairs while negative correlations are shown in the SiO₂-CaO pair. In the ginsengs, the shale areas are high in the most of the elements, but low in the granite areas. Compared with same soils of different ages, Al, Na and Ti contents of the ginsengs are high in the all areas. The shale areas are mainly high in the upper parts while the granite areas are mainly high in the root parts. Regardless of the localities, Fe, Mn and Ca contents are high in the upper parts while Ti contents are high in the root parts with differences of several times. Relative ratios between field soils and ginsengs (field soil/ginseng) suggest that the ginsengs show high Ca contents with differences of several ten times whereas the soils have high Na, Fe, Ti and Al contents with differences of several times. Regardless of the localities, the ratios of the Al, Mn and Na are high in the 2 year relative to the 3 year. Overall ratios between field soils and ginsengs are mainly big in the 2 year area relative to the 3 year area. It suggests that contents of the 3 year ginsengs are more similar to those of their soils relative to the 2 year and the ginsengs may absorpt eligible element contents with increasing ages.

Key words - Ginsengs, Inorganic compound, Soil, Keumsan

서 언

인삼은 한반도내에서 삼국시대에서부터 광범위하게 알려졌
은 약재이다(한국인삼경작조합연합회, 1980: 박, 1996). 이 고
려 인삼은 전 세계 재배종 인삼 중 생육이 가장 왕성하여 재배면
적이 가장 넓고 재배역사도 가장 길다(배, 1978: 박, 1996a: 박,
1996b: 박 등, 2003). 이런 오래된 역사와 기록에도 불구하고
한국 내 작금의 인삼 분야에 대한 최근 추세는 긍정적이지 만은
않다. 이런 문제는 인삼의 재배 부분의 영역, 즉 초작에 따른 제
한적 토지, 종자 파종상의 기술적 한계, 유기비료 투여의 한계,
토양환경의 열악성, 농촌의 고령화, 기술지원의 한계 등으로 볼
수 있다(이, 2003).

한편 현재 국제적인 시장에서 한국의 고려 인삼이 차지하는
부분은 매우 미미한 실정이다. 비록 고려 인삼이 로얄티 및 신뢰
도의 측면에서 다른 삼에 비해 우수하지만 효능 및 상품 이미지
는 많은 부분이 왜곡 되어 있고 홍삼을 제외한 나머지의 전반적
인 시장 관리 부실로 유통 기반이 취약하기 때문이다 (류, 2003:
정 등, 2003: 최와 정, 2003).

이런 어려운 현실적 문제는 있지만 오랜 시간 동안 한국은 인
삼의 종주국답게 효용 및 성분에 대해 많은 연구가 진행되어 왔
다. 이에 인삼 지역 토양의 물리 화학적 성질과 관련된 인삼에
미치는 영향(김 등, 1975:김 등, 1993: 이, 1995), 인삼의 부위별
연근별 성분함량의 축적률 차이(이 등, 1978, 1980:장 등,
1987), 인삼 유기 성분의 함량(남, 1996: 박 등, 2003), 이들 유
기 성분 인간의 건강과의 관계에 대한 연구(곽 등, 2003: 박 등,
2003)등이 있다.

*교신저자(E-mail) : shsong@mail.joongbu.ac.kr

하지만 이들 연구들은 한국 인삼들의 전반적인 특성을 반영하기는 하지만 제한적인 금산 지역의 여러 토양에서 생육되는 인삼의 실제적인 효능을 규명하는 데는 한계가 있다. 2000년 이후 일부 연구들에 의해 금산 지역 인삼이 경작되는 토양의 성분(이와 송, 2002; 송 등, 2005), 서로 다른 토양내에서 생육되는 인삼의 무기 성분(송 등, 2003; 송과 민, 2004), 인삼의 유기 성분(중부대학교 산학연, 2002)의 연구가 진행되어 왔다. 이들 연구들은 금산 지역의 다양한 토양에서 채취된 인삼이 토양의 조성 차이에 따라 무기 원소 차이가 있음을 지시하고 있다.

본 연구는 하나의 단일 행정 구역인 금산군 중 추부면, 복수면, 진산면 일대 토양 중 화강암, 천매암 및 혈암 지역에서 생육되는 연령별 인삼의 무기원소 함량 중 주 원소에 대해서이다. 각각 재배지 별로 인삼을 채취하여 주 원소에 대해 연령, 지역에 따라, 성분차이를 알아보고 이들과 토양과의 관계를 고려해 보았다.

지화학적 관점에서 주 원소는 암석 분석 시 다량으로 검출되는 원소로 Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, P 와 같은 원소이다. 주 원소의 농도는 산화물인 wt %로 표시되며 총량은 거의 100%에 가깝다. 주 원소의 측정은 항상 양이온을 대상으로 하며 적당한 양의 산소가 수반된다고 고려한다. 이와 비교되는 미량원소는 0.1%이하의 함량을 보이는 원소를 의미한다(Rollinson, 1993).

재료 및 방법

조사지역의 개황

본 연구 지역은 선캠브리아 또는 초기 고생대로 추측되는 변성퇴적암류인 옥천층군, 주라기 및 백악기 관입암류, 제4기 충적층 등으로 구성되어 있다. 이 옥천 누층군은 변성퇴적암류로 하부로부터 마전리층, 창리층, 문주리층, 대덕리층으로 구성되어 있다(홍과 최, 1978).

마전리층은 석회암을 다량 함유하며 복잡한 습곡운동과 화성암류에 의해 관입, 절단 되었고 결정질 석회암, 석회질 슬레이트, 석회규산염암 등으로 구성되어 있다. 결정질 석회암은 대부분이 방해석이며 석영, 백운모, 탄질물 등을 소량 함유하기도 한다.

창리층은 흑색 천매암질 내지 편암과 흑색 점판암, 녹색 천매암, 혈암 등으로 구성되며, 흑색 변질 혈암, 탄질 혈암, 각섬암, 운모질 천매암 및 운모편암 등을 부분적으로 포함한다. 구성광물은 석영, 장석, 흑운모, 각섬석, 녹염석, 견운모, 탄질물, 불투명 광물 등이다.

문주리층은 석영, 흑운모 편암, 사질 천매암을 포함하고 소량의 녹리석 편암을 포함한다. 천매암은 녹리석, 석영, 장석, 백운

모 등을 포함하고, 녹염석, 황철석, 견운모, 저어콘 등을 부수적으로 포함한다.

대덕리층은 사질의 녹회색 천매암으로 구성되어 있고 규암을 다수 협재한다. 천매암은 석영, 녹리석, 백운모를 주로 포함하며, 녹염석, 황철석, 견운모, 저어콘 등을 포함한다. 규암은 모자이크 및 봉합상 조직을 보이는 석영을 포함하며, 백운모, 견운모 등을 부수적으로 포함한다.

주라기 관입암으로 각섬석 화강암 및 중립에서 조립의 함 흑운모 화강암이 다수 분포 되어 있다. 함 각섬석 화강암은 흑운모 화강암과 점이적인 변화를 보이며 주 구성 광물로 석영, 알칼리장석, 사장석, 흑운모, 각섬석을, 부수적으로 녹리석, 저어콘 등을 포함한다.

백악기의 석영반암은 유백색 내지 담홍색이다. 산성암맥인 그라노파이어와 점이적인 변화를 보이며 구성 광물은 석영, 정장석 및 미사장석, 사장석, 흑운모 등을 포함한다. 기타 다수의 백암류가 본 연구 지역을 관입하고 있다.

시료채취

2003년 3월부터 2003년 7월까지 10회에 걸쳐 지질조사를 실시하고 인삼밭의 분포를 조사하였다. 대조구로는 주라기 흑운모 화강암, 대덕리층의 천매암, 창리층의 혈암, 3지역을 선정하였다. 인삼 시료는 1년, 2년, 3년생으로 분류하여 토양별로 10~15주를 채취하였으며 인삼이 채취된 직 하부에서 토양 시료를 채취하였다.

인삼식물체 분석: 채취된 인삼 시료는 실험실에서 증류수로 7회 이상 세척을 거쳐 이물질은 최대한 제거한 후 근원부를 기준으로 지상부(잎과 줄기)와 지하부(뿌리)를 분리하여 대표 시료로 하고 실험실에서 약 5주간 충분히 건조시켰다. 특정 개체의 변이성을 피하기 위하여 3분을 혼합한 시료를 1지점의 시료로 하였다. 시료는 90℃로 건조시켜 파쇄한 후 15g을 칭량하여 약 30ton으로 압축시켜 제조한 고상탄에 15분간 $7 \times 10^{12} \text{ n} \times \text{cm}^{-2} \times \text{s}^{-1}$ 의 파장으로 빛을 조사하고 7일 후 부식된 시료를 INAA (Instrumental Neutron Activation Analysis) 를 이용하여 캐나다의 ACTLABS(Activation Laboratories Ltd.)에서 분석하였다(Hoffman, 1997).

밭 토양 분석: 인삼의 시료가 채취된 지점의 직 하부에서 약 1kg을 채취하였다. 이 시료를 잘 혼합시켜, 실험실로 운반, 7주간 풍건시킨 후, 2mm 채로 쳐서 4분하여 대표시료로 하였다. 분석 방법은 시료를 분쇄하여 미립으로 만든 후 0.5g의 시료를 질산(0.6ml)과 염산(1.8ml)을 사용하여 95℃에서 반응이 멈출 때까지 약 2시간 동안 용해시켜 액상으로 만들었다. 냉각시킨 후 증

류수 10ml를 첨가한 후 Thermo Jerrel Ash Enviro II ICP로 분석하였다.

결과 및 고찰

토양의 무기성분

평균값에서 3토양 중 천매암 지역이 Fe, Mn, Mg와 같은 높은 원소가 많았다(Table 1). 각각을 살펴보면 화강암 지역의 Al₂O₃(20.60 wt %), Na₂O(1.42 wt %), 천매암 지역의 Fe₂O₃(6.21 wt %), MnO(0.12 wt %), MgO(5.06 wt %), 혈암 지역의 SiO₂(63.6 wt %), CaO(1.38 wt %)에서 높은 값을 나타냈다.

화강암 지역의 SiO₂(59.83 wt %), Fe₂O₃(3.98 wt %), MnO(0.06 wt %), MgO(0.83 wt %), CaO(0.52 wt %), TiO₂(0.64 wt %), 천매암 지역의 K₂O(2.17 wt %), 혈암 지역의 Al₂O₃(12.97 wt %), Na₂O(0.45 wt %)에서 낮은 원소함량을 나타냈다.

위 천매암 지역의 높은 Fe₂O₃, MnO 함량은 이들 원소를 주로 포함하는 천매암 토양내의 운모류, 녹리석 탓이며, 화강암 토양내의 높은 Al₂O₃, Na₂O 함량은 이들 토양내에 다량 존재하는 사장석, 미사장석의 존재 탓으로 생각된다(Deer *et al.*, 1966).

각 지역별 비교에서 화강암 지역은 2년생의 SiO₂, Fe₂O₃, MnO, MgO, TiO₂, P₂O₅, 3년생의 Al₂O₃, CaO, Na₂O, K₂O에서 높았고, 천매암 지역은 1년생의 SiO₂, Al₂O₃, Na₂O, TiO₂, P₂O₅, 2년생의 Fe₂O₃, MgO, CaO, K₂O, 3년생의 MnO, MgO에서 높았다. 또한 혈암 지역은 1년생의 MnO, Na₂O, TiO₂,

P₂O₅, 2년생의 SiO₂, 3년생의 Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, CaO, MgO에서 높았다.

지역에 관계없이 연생별 비교에서 1년생은 화강암 지역의 Al₂O₃, Na₂O, K₂O, 천매암 지역의 SiO₂, MnO, P₂O₅, 혈암 지역의 Fe₂O₃, MgO, CaO, TiO₂에서 높았다. 2년생은 화강암 지역의 Al₂O₃, Na₂O, K₂O, TiO₂, P₂O₅, 천매암 지역의 Fe₂O₃, MnO, MgO, CaO, 혈암 지역의 SiO₂에서 높았다. 그리고 3년생은 화강암 지역의 Al₂O₃, Na₂O, K₂O, 천매암 지역의 SiO₂, Fe₂O₃, MnO, TiO₂, P₂O₅, 혈암 지역의 MgO, CaO에서 높았다.

기존 금산 지역 연구(송 등, 2003)에서는 천매암, 혈암 토양이 화강암 토양에 비해 1.5배 이상의 높은 전이원소 함량을 보이고 있음을 언급 했고 천매암 및 혈암 토양의 높은 Ni, Cr, Co, V, As 함량은 토양 중의 높은 유색광물의 함량 탓임을 지적했다. 즉 이 결과도 본 연구와 같이 광물 조성과의 관계로 설명되었다.

토양 무기성분 간의 상관관계

전체적으로 정 및 부의 관계가 화강암 지역에서 우세하였으나 정의 관계는 혈암 지역이 부의 관계는 화강암 지역이 우세하였다.

각 지역을 살펴보면 화강암 지역에서 정의 상관관계가 SiO₂-Fe₂O₃, MnO, MgO, TiO₂, Al₂O₃-CaO, Na₂O, K₂O, Fe₂O₃-MgO, TiO₂, MgO-TiO₂, CaO-Na₂O, K₂O, Na₂O-K₂O 쌍에서, 부의 상관관계가 SiO₂-Al₂O₃, CaO, Na₂O, K₂O, Al₂O₃-Fe₂O₃, TiO₂, Fe₂O₃-CaO, Na₂O, K₂O, MnO-CaO, Na₂O, P₂O₅, MgO-CaO, Na₂O, K₂O, CaO-TiO₂, Na₂O-TiO₂,

Table 1. Contents of inorganic compounds in soil growing ginsengs (wt. %)

Soil type	Ginseng age	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	LOI	Total
GR	1	56.39	21.66	3.82	0.037	0.76	0.63	1.76	3.54	0.607	0.28	9.28	98.76
GR	2	64.63	16.91	4.65	0.075	1.09	0.27	0.61	2.84	0.828	0.15	8.37	100.42
GR	3	58.46	23.24	3.46	0.062	0.65	0.67	1.9	3.69	0.472	0.09	7.42	100.11
Av.(GRS)		59.83	20.60	3.98	0.06	0.83	0.52	1.42	3.36	0.64	0.17	8.36	99.76
PH	1	65.02	13.66	5.5	0.116	2.67	0.88	0.55	2.43	0.787	0.33	7.65	99.58
PH	2	59.71	13.88	6.6	0.088	6.36	1.77	0.42	2.25	0.654	0.14	8.36	100.23
PH	3	59.66	12.87	6.54	0.158	6.16	1.31	0.6	1.84	0.672	0.28	10.08	100.18
Av.(PHS)		61.46	13.47	6.21	0.12	5.06	1.32	0.52	2.17	0.70	0.25	8.70	100.00
SL	1	61.18	13.03	5.66	0.091	5.32	1.57	0.57	2.17	0.82	0.26	9.36	100.03
SL	2	71.64	11.39	4.22	0.059	2.35	0.59	0.43	1.72	0.803	0.1	6.69	99.99
SL	3	57.99	14.48	5.72	0.064	7.24	1.97	0.36	2.78	0.65	0.22	8.75	100.22
Av.(SLS)		63.60	12.97	5.20	0.07	4.97	1.38	0.45	2.22	0.76	0.19	-	-
GRS/PHS		0.96	1.51	0.63	0.47	0.16	0.39	2.68	1.52	0.89	0.68	-	-
SLS/PHS		1.03	0.96	0.83	0.59	0.98	1.04	0.86	1.02	1.07	0.77	-	-

#Abbreviation: GR for granite area, PH for phyllite area, SL for shale area and S for soil.

Table 2. Correlation coefficients of inorganic compounds for the granite and phyllite areas in Keumsan

		Granite									
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅
Phyllite	SiO ₂		-0.8842	0.8560	0.8960	0.8840	-0.9445	-0.9418	-0.9171	0.8087	-0.4381
	Al ₂ O ₃	0.3175		-0.9984	-0.5849	-0.9999	0.9886	0.9898	0.9971	-0.9898	-0.0326
	Fe ₂ O ₃	-0.9984	-0.2633		0.5375	0.9984	-0.9783	-0.9799	-0.9911	0.9963	0.0897
	MnO	-0.1228	-0.9800	0.0664		0.5845	-0.7004	-0.6946	-0.6448	0.4634	-0.7917
	MgO	-0.9984	-0.2636	0.9999	0.0667		-0.9885	-0.9897	-0.9971	0.9899	0.0329
	CaO	-0.8519	0.2261	0.8802	-0.4151	0.8800		0.9999	0.9972	-0.9571	0.1184
	Na ₂ O	0.2407	-0.8439	-0.2952	0.9337	-0.2949	-0.7133		0.9978	-0.9594	0.1103
	K ₂ O	0.7406	0.8723	-0.7014	-0.7578	-0.7016	-0.2790	-0.4739		-0.9761	0.0435
	TiO ₂	0.9911	0.1889	-0.9971	0.0101	-0.9970	-0.9139	0.3674	0.6448		0.1745
	P ₂ O ₅	0.6977	-0.4578	-0.7371	0.6254	-0.7369	-0.9695	0.8633	0.0353	0.7866	

K₂O-TiO₂ 쌍에서 나타났다(Table 2).

천매암 지역에서 정의 상관관계가 SiO₂-K₂O, TiO₂, P₂O₅, Al₂O₃-K₂O, Fe₂O₃-MgO, CaO, MnO-Na₂O, MgO-CaO, Na₂O-P₂O₅, TiO₂-P₂O₅ 쌍에서, 부의 상관관계가 SiO₂-Fe₂O₃, MgO, CaO, Al₂O₃-MnO, Na₂O, Fe₂O₃-K₂O, TiO₂, P₂O₅, MnO-K₂O, MgO-K₂O, TiO₂, P₂O₅, CaO-Na₂O, TiO₂, P₂O₅ 쌍에서 나타났다(Table 2).

혈암 지역에서 정의 상관관계가 Al₂O₃-Fe₂O₃, MgO, CaO, K₂O, P₂O₅, Fe₂O₃-MgO, CaO, K₂O, P₂O₅, MnO-Na₂O, P₂O₅, MgO-CaO, K₂O, P₂O₅, CaO-K₂O, P₂O₅, Na₂O-TiO₂ 쌍에서, 부의 상관관계가 SiO₂-Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, CaO, K₂O, P₂O₅, Al₂O₃-TiO₂, MgO-TiO₂, K₂O-TiO₂ 쌍에서 나타났다(Table 3).

화강암, 천매암, 혈암 3지역 평균값에서 정의 상관관계가 SiO₂-MgO, CaO, TiO₂, Al₂O₃-Na₂O, K₂O, Fe₂O₃-MnO, MgO, CaO, P₂O₅, MnO-MgO, P₂O₅, MgO-CaO, TiO₂, P₂O₅, CaO-Na₂O, TiO₂, Na₂O-K₂O 쌍에서 나타났다(Table 3). 부의 상관관계가 SiO₂-Al₂O₃, Na₂O, K₂O, Al₂O₃-Fe₂O₃, MgO, CaO, TiO₂, P₂O₅, Fe₂O₃-Na₂O, K₂O, MnO-K₂O, MgO-Na₂O, K₂O, CaO-Na₂O, K₂O, Na₂O-TiO₂, P₂O₅,

K₂O-TiO₂, P₂O₅ 쌍에서 나타났다.

평균값을 포함, 화강암, 천매암, 혈암, 3지역 공히, 정의 상관관계가 Al₂O₃-K₂O와 Fe₂O₃-MgO 쌍에서 나타났다(Table 2, 3). 이는 지역에 관계없이 이들 원소 쌍들이 토양에서 서로의 상관성을 갖고 존재함을 의미한다.

기존 금산 지역 연구(송 등, 2003)에서는 천매암, 혈암, 화강암 토양 공히 Ni-Cr, Co-As, Sb, V-Cu, As-Sb, Zn, Sn, W-U, Sn-Be 쌍이 정의 상관관계가, Cu-Zn, Sn 쌍이 부의 상관관계가 나타남을 보여 주고 있다. 또한 부 및 정의 상관관계가 혈암이 제일 많은 원소 쌍에서 나타났고, 화강암 지역이 적었음을 암시했다.

이런 혈암 지역의 높은 상관관계는, 본 연구가 보여 주는 화강암 지역의 높은 상관관계와 차이를 보인다. 이는 혈암 지역의 경우 흑운모, 각섬석 등과 같은 전이원소를 다량으로 포함하는 광물이 있기 때문이고, 화강암 지역의 경우는 SiO₂, MgO, CaO 등과 같은 주 원소를 다량으로 포함하는 사장석, 석영과 같은 무색광물이 다량으로 존재하기 때문으로 생각된다.

인삼의 지역적 비교

동일 연생 인삼의 지역적 비교 시 전체적으로 2년 및 3년생

Table 3. Correlation coefficients of inorganic compounds for the shale areas in Keumsan

		Shale									
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅
Average	SiO ₂		-0.9657	-0.9820	-0.4296	-0.9847	-0.9982	0.0351	-0.9267	0.6115	-0.8925
	Al ₂ O ₃	-0.8569		0.8992	0.1802	0.9961	0.9796	-0.2936	0.9925	-0.7961	0.7447
	Fe ₂ O ₃	0.4803	-0.8636		0.5924	0.9342	0.9689	0.1542	0.8391	-0.4511	0.9616
	MnO	0.1262	-0.6194	0.9307		0.2658	0.3744	0.8874	0.0588	0.4518	0.7907
	MgO	0.8140	-0.9969	0.9004	0.6789		0.9934	-0.2086	0.9779	-0.7399	0.8004
	CaO	0.8572	-0.9999	0.8634	0.6190	0.9969		-0.0953	0.9477	-0.6581	0.8638
	Na ₂ O	-0.8599	0.9999	-0.8607	-0.6149	-0.9964	-0.9999		-0.4081	0.8122	0.4193
	K ₂ O	-0.8034	0.9954	-0.9081	-0.6920	-0.9998	-0.9953	0.9948		-0.8640	0.6577
	TiO ₂	0.9889	-0.9241	0.6053	0.2723	0.8914	0.9242	-0.9263	-0.8830		-0.1889
	P ₂ O ₅	0.1765	-0.6585	0.9481	0.9987	0.7153	0.6582	-0.6541	-0.7278	0.3208	

#Average means correlation coefficients calculated with average values of granite, phyllite and shale areas.

Table 4. Average contents of inorganic compounds for the ginsengs from the Keumsan area (wt % except Al, Mn and Ti (ppm))

Soil type	Ginseng age	Si	Al	Fe	Mn	Mg	Ca	Na	K	Ti
GR	2	-	2750	0.265	3870.0	2.235	19.1	0.315	>	185.0
GR	3	-	1395	0.315	2882.5	>	21.7	0.235	>	166.0
PH	2	-	3165	0.830	1615.0	2.415	23.1	0.150	>	204.0
PH	3	-	2320	0.670	2145.5	>	23.0	0.145	0.875	164.5
SS	2	-	4570	0.590	6085.0	>	18.2	0.390	>	256.0
SS	3	-	3600	0.725	2833.0	>	16.2	0.195	>	267.5

- means below detection limit and > means above working range of instrument.

#Abbreviation: GR for granite area, PH for phyllite area and SL for shale area.

인삼은 혈암 지역에서 Al, Fe, Ti와 같은 높은 함량의 원소가 많았고, 화강암 지역이 낮은 함량의 원소가 많았다(Table 4).

각각을 살펴보면 2년생의 경우 천매암 지역의 Fe(0.83 wt %), Ca(23.1 wt %), 혈암 지역의 Al(4,570 ppm), Mn(6,085 ppm), Na (0.39 wt %), Ti(256 ppm), 3년생의 경우 화강암 지역의 Mn(2,883 ppm), Na(0.235 wt %), 천매암 지역의 Ca(23.0 wt %), 혈암 지역의 Al(3,600 ppm), Fe(0.725 wt %), Ti(268 ppm)에서 높았다.

2년생의 경우 화강암 지역의 Al(2,750 ppm), Fe(0.265 wt %), Ti(185 ppm), 천매암 지역의 Mn(1,615 ppm), Na(0.15 wt %)에서, 혈암 지역의 Ca(18.2 wt %)에서, 3년생의 경우 화강암 지역의 Al(1,395 ppm), Fe(0.315 wt %), 천매암 지역의 Mn(2,146 ppm), Na(0.145 wt %), Ti(165 ppm), 혈암 지역의 Ca(16.2 wt %)에서 낮았다.

기존 금산 지역 연구(송 등, 2003)에서는 인삼 성분에서 지역적 차이가 두드러졌다. 즉 2년생의 경우 Ni, Cr, Sc, As, Pb, Th, U를 포함한 대부분 전이 원소에서 혈암 및 천매암 지역이 높았고, 이들 원소에 대한 혈암 및 천매암의 비교에서 Ni, V, Th, U는 혈암이 높은 함량을 보였다. 3년생의 경우도 거의 대부분 전이원소 함량이 혈암 및 천매암 지역에서 높고, 화강암 지역에서 낮았다. 천매암 및 혈암 지역의 비교에서 As, Cu, Sb를 제외한 나머지 원소에서 혈암 지역이 높은 원소 함량을 보였다.

이번 연구와 비교했을 때 혈암 지역 인삼이 화강암 지역의 인삼 보다 전이 원소 및 주 원소, 공히 높은 함량을 보임을 암시

한다. 이는 토양내의 광물 및 지화학적 특성의 관계로 설명되기 보다는 토양수의 화학적 거동에 영향을 줄 수 있는 pH 차이로 설명이 가능하다.

즉 화강암 지역과 달리, 혈암 지역은 낮은 pH, 산성 환경인 탓으로, 이런 낮은 pH가 토양수의 화학적 거동에 영향을 주어 혈암 지역의 인삼이 화강암 지역에 비해 높은 함량을 보임을 암시한다.

이 외 연구로 고 등(1996)은 한국, 중국, 일본, 미국, 캐나다 지역의 인삼의 연구 비교에서 재배 지역에 따라 전이원소 함량이 차이가 있는 것으로 인지하여 재배 지역 토양과 인삼의 전이 원소 함량과의 관계를 언급했다.

평균값의 상관관계에서 2년생의 경우 정의 관계가 Al-Mn, Ti, Fe-Ca, Mn-Na, Ti, 부의 관계가 Mn-Ca, Ca-Na 쌍, 3년생의 경우 정의 관계가 Al-Ti, Mn-Na 쌍, 부의 관계가 Al-Ca, Fe-Na, Ca-Ti 쌍에서 나타났다. 공통적으로 2, 3년 공히 Al-Ti, Mn-Na 쌍에서 나타났다(Table 5).

기존의 금산 지역 천매암, 혈암, 화강암 토양내 인삼의 전이 원소 연구(송 등, 2003)에서는 2년 및 3년생에 관계없이 Ni-Co, Sc, V, Th, U, Be, Cr-V, Pb, Th, Co-Sc, V, Th, U, Be, Sc-V, Th, U, Be, V-Th, U, As-Sb, Pb-Th, Th-U, U-Be, Be-Cd 쌍에서 정의 관계가, Co-Zn 쌍에서는 부의 관계가 나타났다. 또한 2, 3년생의 비교에서 2년생이 더욱 많은 원소에서 높은 상관관계를 보였다. 본 연구에서도 2년생이 3년생에 비해 더욱 많은 원소에서 높은 상관관계를 보였다.

Table 5. Correlation coefficients of average inorganic compounds for the ginsengs from the Keumsan area

Ginseng age	2 year						
	Al	Fe	Mn	Ca	Na	Ti	
3 Year	Al		.3012	.7330	-.4581	.5767	.9991
	Fe	.8812		-.4279	.7097	-.6053	.3411
	Mn	.0326	-.4438		-.9404	.9784	.7037
	Ca	-.8185	-.4497	-.6008		-.9904	-.4202
	Na	-.3587	-.7574	.9213	-.2427		.5418
	Ti	.9032	.5930	.4584	-.9859	.0767	

인삼의 연생 차이별 비교

3지역 공히 2년생에서 Al, Na, Ti가 높았다(Table 4). 각각을 알아보면 화강암 지역의 경우 2년생의 Al(2,750 ppm), Mn(3,870 ppm), Mg(2.235 wt %), Na(0.315 wt %), Ti(185 ppm), 3년생의 Fe(0.315 wt %), Ca(21.7 wt %)에서 높았다. 천매암 지역의 경우 2년생의 Al(3,165 ppm), Fe(0.83 wt %), Mg(2.415 wt %), Ca(23.1 wt %), Na(0.15 wt %), Ti(204 ppm), 3년생은 Mn(2145.5 wt %), K(0.875 wt %)에서 높았다.

그리고 혈암 지역의 경우 2년생의 Al(4,570 ppm), Mn(6,085 ppm), Ca(18.2 wt %), Na(0.39 wt %), Ti(185 ppm), 3년생은 Fe(0.725 wt %), K(0.135 wt %), Ti(267.5 wt %)에서 높았다.

기존의 금산 지역 천매암, 혈암, 화강암 토양내 생육되는 인삼의 전이원소 연구(송 등, 2003)에서는 지역에 관계없이 2년생에서 높았고, 화강암 및 천매암 지역에 비해 혈암 지역이 높은 원소 함량을 보였다. 즉 2년생이 3년생에 비해 화강암 지역에서는 Zn, Pb 함량이, 천매암 지역에서는 As, Cu가 낮은 원소 함량을 보였다. 또한 혈암 지역에서는 Cr, V, Cu, Pb, Th, Be, Sb 함량에서 낮았다. 본 연구에서도 2년생이 더욱 많은 원소에서 높은 상관관계를 보였다.

지상부의 무기성분 함량

화강암과 천매암 지역의 경우 1년생은 화강암 지역의 Mn(10,000 ppm), Ca(30 ppm), Na(0.41 wt %), 천매암 지역의 Al(7,470 ppm), Fe(1.22 wt %), Ti(324 ppm)에서 높았다(Table 6).

2, 3년의 지역 별 비교에서 혈암 지역이 높은 원소가 많았고, 화강암 지역이 낮은 원소가 많았다. 즉 2년생의 경우 화강암 지역의 Ca(32.7 wt %), 천매암 지역의 Fe(1.3 wt %),

Ca(36.4 wt %), 혈암 지역의 Al(6,760 ppm), Mn(10,300 ppm), Na(0.36 wt %), Ti(208 ppm)에서 높았다. 3년생의 경우 화강암 지역의 Mn(5,220 ppm), 천매암 지역의 Ca(37.6 ppm), 혈암 지역의 Al(5,170 ppm), Fe(1.11 wt %)에서 높았다.

1년생을 제외한 각 지역별 연생별 비교에서 화강암 지역의 2년생이 Al, Mn, Ti가 높고, Fe, Ca, Na에서 낮았다. 천매암 지역은 2년생이 Al, Fe, Ti가 높았고, Mn, Mg, Ca, Na, K가 낮았다. 혈암 지역은 2년생이 Al, Mn, Ca, Na가 높고, Ti가 낮았다.

기존 금산 지역 연구(송 등, 2003)에서 천매암, 혈암, 화강암 토양에서 생육되는 인삼의 전이원소는 연생에 관계없이 혈암 지역이 제일 높은 원소 함량을 보였다. 즉 2년생의 경우 화강암 지역의 Cu, 천매암 지역의 Ni, Cr, As, Zn, Pb, Sb, 혈암 지역의 Co, Sc, V, Th, U, Be, Cd에서 높았고, 3년생의 경우 화강암 지역의 Zn, 천매암 지역의 As, Cu, Sb, 혈암 지역의 Ni, Cr, Co, Sc, V, Pb, Th, U, Be, Cd에서 높았다. 본 연구에서도 2, 3년생에 관계없이 혈암 지역이 높은 원소가 많았다.

상관관계에서 2, 3년생 공히 Al-Ti, Mn-Na 쌍에서 정의 관계가 나타났다(Table 7). 각각을 살펴보면 2년생의 경우는 정의 관계가 Al-Mn, Na, Ti, Fe-Ca, Mn-Na, 부의 관계가 Mn-Ca 쌍에서 나타났다. 3년생의 경우는 정의 관계가 Al-Fe, Ti, Fe-Ti, Mn-Na, 부의 관계가 Al-Ca, Ca-Ti 쌍에서 나타났다.

기존 금산 지역 천매암, 혈암, 화강암 토양에서 생육되는 인삼의 전이원소 관계(송 등, 2003)에서는 2년, 3년생에 관계없이 Ni-Cr, Pb, Sb, Cr-Sc, V, Pb, Th, Co-Sc, V, Th, U, Be, Sc-V, Th, U, Be, V-Th, U, Be, Pb-Th, Th-U, U-Be, Be-Cd 쌍에서 정의 관계가 나타났다.

Table 6. Contents of inorganic compounds for the upper parts of the ginsengs from the Keumsan area (wt % except Al, Mn and Ti (ppm))

Soil type	Ginseng age	Si	Al	Fe	Mn	Mg	Ca	Na	K	Ti
GR	1	0.30	3880	0.55	10000	1.88	30.0	0.41	>	92
GR	2	-	3070	0.35	5560	1.76	32.7	0.11	0.72	114
GR	3	-	1190	0.49	5220	>	35.0	0.20	>	86
PH	1	-	7470	1.22	4680	>	22.8	0.26	>	324
PH	2	-	4790	1.30	2880	1.60	36.4	0.14	0.96	166
PH	3	0.20	3210	1.02	3820	2.42	37.6	0.15	1.45	119
SL	2	0.40	6760	0.87	10300	>	31.4	0.36	>	208
SL	3	0.30	5170	1.11	4870	>	27.2	0.20	>	243

- means below detection limit and > means above working range of instrument.

Abbreviation: GR for granite area, PH for phyllite area and SL for shale area.

Table 7. Correlation coefficients of inorganic compounds for the upper parts of the ginsengs from Keumsan area

Ginseng age		2 year					
		Al	Fe	Mn	Ca	Na	Ti
3 Year			.5134	.6606	-.2882	.9307	.9949
	Fe	.9286		-.3051	.6738	.1640	.5968
	Mn	-.2486	-.5903		-.9093	.8893	.5820
	Ca	-.7145	-.4039	-.5000		-.6184	-.1907
	Na	-.0087	-.3791	.9707	-.6934		.8894
	Ti	.9455	.7572	.0803	-.9034	.3173	

뿌리의 무기성분 함량

2년생의 경우 화강암 지역에서 무기성분 중 높은 원소가 많고, 천매암 지역이 낮은 원소가 많았으며, 3년생의 경우 혈암 지역에서 높은 원소가 많고, 천매암 지역이 낮은 원소가 많았다 (Table 8).

2년생의 비교에서 화강암 지역의 Al(2,430 ppm), Mn(2,180 ppm), Na(0.52 wt %) 천매암 지역의 Fe(0.36 wt %), Ca(9.8 wt %), 혈암 지역의 Ti(304 ppm)에서 높았고, 3년생의 비교에서 화강암 지역의 Ca(8.4 wt %), Na(0.27 wt %), 혈암 지역의 Al(2,030 ppm), Fe(0.34 wt %), Mn(796 ppm), Ti(292 ppm)에서 높았다.

한편 2년생은 화강암 지역의 Fe(0.18 wt %), 천매암 지역의 Al(1,540 ppm), Mn(350 ppm), Na(0.16 wt %), Ti(242 ppm), 혈암 지역은 Ca(4.9 wt %)에서 낮았고, 3년생은 화강암 지역의 Fe(0.14 wt %), 천매암 지역의 Al(1,430 ppm), Mn(471 ppm), Na(0.14 wt %), Ti(210 ppm), 혈암 지역의 Ca(5.2 wt %),

K(0.27 wt %) 에서 낮은 값을 보였다.

기존의 금산 지역 천매암, 혈암, 화강암 토양에서 생육되는 인삼의 전이원소 관계(송 등, 2003)는 연생에 관계없이 뿌리에서 혈암 지역이 높은 원소 함량을 보였다. 즉 2년생의 경우 화강암 지역의 Zn, 천매암 지역의 As, Cu, Sb, 혈암 지역의 Ni, Co, Sc, V, Pb, Th, U, Be에서, 3년생의 경우 높은 화강암 지역의 Zn, 천매암 지역의 As, Cu, U, Sb, 혈암 지역의 Ni, Cr, Co, Sc, V, Pb, Th, U, Be, Cd에서 원소 함량이 나타났다. 이는 본 연구에서 보여주는 2년생의 화강암 지역, 3년생의 혈암 지역의 높은 원소 함량과 차이가 있다.

뿌리의 상관관계에서 2, 3년생 공히 정의 관계가 Al-Mn 쌍에서, 부의 관계가 Al-Ca, Na-Fe, Mn-Ca, Ca-Ti 쌍에서 (Table 9). 그 외 2년생의 경우 정의 관계가 Al-Na, Mn-Na, 부의 관계가 Fe-Mn, Ca-Na 쌍에서 나타났다. 3년생의 경우 정의 관계가 Ti-Al, Mn 쌍에서 나타났다.

기존의 금산 지역 천매암, 혈암, 화강암 토양에서 생육되는

Table 8. Contents of inorganic compounds for the root parts of the ginsengs from the Keumsan area (wt % except Al, Mn and Ti (ppm))

Soil type	Ginseng age	Si	Al	Fe	Mn	Mg	Ca	Na	K	Ti
GR	2	-	2430	0.18	2180	2.71	5.4	0.52	>	256
GR	3	-	1600	0.14	545	>	8.4	0.27	0.31	246
PH	2	-	1540	0.36	350	3.23	9.8	0.16	>	242
PH	3	-	1430	0.32	471	>	8.4	0.14	0.3	210
SL	2	-	2380	0.31	1870	>	4.9	0.42	0.26	304
SL	3	-	2030	0.34	796	>	5.2	0.19	0.27	292

- means below detection limit and > means above working range of instrument.

Abbreviation: GR for granite area, PH for phyllite area and SL for shale area.

Table 9. Correlation coefficients of inorganic compounds for the root parts of the ginsengs from Keumsan area

Ginseng age		2 year					
		Al	Fe	Mn	Ca	Na	Ti
3 Year	Al		-.7487	.9941	-.9898	.9754	.6369
	Fe	.3298		-.8163	.6466	-.8764	.0342
	Mn	.9982	.3853		-.9685	.9936	.5494
	Ca	-.9614	-.5766	-.9761		-.9340	-.7402
	Na	.1455	-.8860	.0864	.1321		.4512
	Ti	.9848	.1605	.9727	-.8990	.3154	

Table 10. Relative ratios between inorganic compounds of upper and root parts for the ginsengs in Keumsan

Sample	Ginseng age	Al	Fe	Mn	Mg	Ca	Na	K	Ti
GRU/GRR	2	1.2634	1.9444	2.5505	0.6495	6.0556	0.2115	-	0.4453
GRU/GRR	3	0.7438	3.5000	9.5779	-	4.1667	0.7407	-	0.3496
PHU/PHR	2	3.1104	3.6111	8.2286	0.4954	3.7143	0.8750	-	0.6859
PHU/PHR	3	2.2448	3.1875	8.1104	-	4.4762	1.0714	4.8333	0.5667
SLU/SLR	2	2.8403	2.8065	5.5080	-	6.4082	0.8571	-	0.6842
SLU/SLR	3	2.5468	3.2647	6.1181	-	5.2308	1.0527	-	0.8322

#Abbreviation: GR for granite area, PH for phyllite area, SL for shale area, U for upper parts and R for root parts.

인삼의 전이원소 관계(송 등, 2003)에서는 2년과 3년생에 관계 없이 Ni-Co, Sc, Pb, Be, Cd, Cr-V, Co-Sc, V, Pb, Th, Be, Cd, Sc-V, Pb, Th, Be, Cd, V-Th, U, As-Cu, Sb, Pb-Be, Cd, Be-Cd 쌍에서 정의 관계가, As-Pb, Be, Pb-Sb 쌍에서 부의 관계가 나타났다.

지상부와 뿌리 부분의 비교

지역에 관계없이 지상부와 뿌리 부분의 비(지상부/하부)에서 Fe, Mn, Ca은 수배의 차이로 상부가 높았고, Ti는 하부가 높았다(Table 10). 지역에 관계없이 Mn, Ca, Fe, Al, Na, Ti 순서로 상/하부 비율이 감소했다. 그 외 화강암 지역 3년생이 Al 이 1 이하 값을 보이는 것을 제외하고, 나머지 전 지역은 1이상이었다. Na에서 화강암 지역은 2, 3년 생 모두 1이하의 값을 보였고, 천매암과 혈암 지역은 2년생이 1이하, 3년생이 1이상을 보였다.

각각을 살펴보면 화강암 지역은 2년생의 경우 지상부/하부 비가 0.212-6.056으로 1이상 값이 Ca(6.06), Mn(2.55), Fe(1.94), Al(1.26)에서, 1이하 값이 Mg(0.65), Ti(0.45), Na(0.21)에서 나타났다. 3년생의 경우 지상부/하부 비는 0.35-9.58로 1이상 값이 Mn (9.58), Ca(4.17), Fe(3.50)에서, 1이하 값이 Al(0.74), Na(0.74), Ti(0.35)에서 나타났다.

천매암 지역은 2년생의 경우 지상부/하부 비가 0.50-8.23로 1이상 값이 Mn(8.23), Ca(3.72), Fe(3.61), Al(3.11)에서, 1이하 값이 Mg(0.50), Ti(0.69), Na(0.88)에서 나타났다. 3년생의 경우 지상부/하부 비는 0.57-8.11로 1이상 값이 Mn(8.11), K(4.83), Ca(4.48), Fe(3.19), Al(2.25), Na(1.07)에서, 1이하 값

이 Ti(0.57)에서 나타났다.

혈암 지역은 2년생의 경우 지상부/하부 비가 0.68-6.41로, 1 이상 값이 Ca(6.41), Mn(5.51), Al(2.84), Fe(2.81)에서, 1이하 값이 Na(0.86), Ti(0.68)에서 나타났다. 3년생의 경우 지상부/하부 비가 0.83-6.12로 1이상 값이 Mn(6.12), Ca(5.23), Fe(3.27), Al(2.55), Na(1.05)가, 1이하 값이 Ti(0.83)에서 나타났다.

이 결과는 연생 및 지역에 관계없이 2년, 3년생 인삼 모두에서 Fe, Mn, Ca는 상부가, Ti는 하부가 높은 함량을 보임을 암시한다.

기존의 금산 지역 천매암, 혈암, 화강암 토양에서 생육되는 인삼의 전이원소 관계(송 등, 2003)에서는 2년, 3년생에 관계없이 지상부가 높은 원소 함량을 보임을 언급하고 있다. 하지만 부분적 차이가 있었는데 2년근의 경우 화강암과 천매암 지역은 Ni, Cd, 천매암 지역은 Sb가, 3년생에서는 화강암 지역의 Ni, Cr, Zn, 천매암 지역의 Ni, Cr, Sb가 뿌리에서 높은 원소 함량을 보였다. 기존 연구에서와 같이 이번 연구에서도 지역에 관계 없이 대부분 원소가 지상부에서 높았음을 보여주고 있다.

토양과 인삼과의 무기성분 비교

일반적으로 토양과 인삼 비(인삼 평균치/토양)에서 지역에 관계없이 Ca는 수 십 배, Mn은 수 배에서 수 십 배 차이로 인삼이 높았고, Na, Fe, Ti, Al은 수 배 차이로 토양이 높았다(Table 11). 인삼과 토양의 비에서 대부분 지역이 2년생이 크고 3년생이 작았는데, 지역에 관계없이 공히 Al, Mn, Na는 2년생이 높고 3

Table 11. Relative ratios among inorganic compounds of the ginsengs and of their host soils or rocks

Sample	Ginseng age	Al	Fe	Mn	Ca	Na	Ti
GRI/GRS	2	0.0154	0.0407	6.6627	98.7214	0.3480	0.0373
GRI/GRS	3	0.0057	0.0651	6.0032	45.3174	0.0834	0.0587
PHI/PHR	2	0.0215	0.0899	2.3697	18.2608	0.2407	0.0520
PHI/PHR	3	0.0170	0.0732	1.7534	24.5661	0.1629	0.0408
SLI/SLS	2	0.0379	0.0999	13.3171	43.0432	0.6113	0.0532
PHI/PHR	3	0.0235	0.0906	5.7157	11.5061	0.3651	0.0687

Abbreviation: GR for granite area, PH for phyllite area, SL for shale area, I for ginseng, S for soil and R for rock.

년생이 낮았다. 그 외의 원소에서 화강암 지역의 Fe, 천매암 지역의 Ca, 화강암 및 혈암 지역의 Ti가 2년생이 낮고 3년생이 높은 원소 함량을 보였다. 전체적인 비율 범위에서 2년, 3년생의 큰 차이가 화강암에서 낮고, 3년생의 경우 가장 작은 비율 차이가 혈암 지역에서 낮다.

화강암 지역 2년생의 인삼/토양 비는 0.02-98.72로 큰 차이가 낮다. 1이상이 Ca(98.72), Mn(6.66), 1이하가 Na(0.35), Fe(0.04), Ti(0.04), Al(0.02) 였다. 3년생의 경우 이 비율은 0.01-45.32로 1이상이 Ca(45.32), Mn(6.00), 1이하가 Na(0.08), Fe(0.07), Ti(0.06), Al(0.01) 였다.

천매암 지역 2년생의 인삼/토양 비는 0.02-18.26로 1이상이 Ca(18.26), Mn(2.37), 1이하가 Na(0.24), Fe(0.09), Ti(0.05), Al(0.02)였다. 3년생의 경우 이 비율은 0.02-24.57로 1이상이 Ca(24.57), Mn(1.75), 1이하가 Na(0.16), Fe(0.07), Ti(0.04), Al(0.02) 였다.

혈암 지역 2년생의 인삼/토양 비는 0.04-43.04로 1이상이 Ca(43.04), Mn(13.32), 1이하가 Na(0.61), Fe(0.09), Ti(0.05), Al(0.04) 였다. 3년생의 경우 인삼/토양 비는 0.02-11.51로 1이상이 Ca(11.51), Mn(5.72), 1이하가 Na(0.37), Fe(0.09), Ti(0.07), Al(0.02) 였다.

위 결과에서 보듯, 대부분 원소에서 인삼/토양비가 2년생이 크고 3년생이 작았는데 이는 인삼이 연생이 증가함에 따라 토양의 성분을 더욱 반영하는 것을 암시한다.

기존의 금산 지역 천매암, 혈암, 화강암 토양에서 생육되는 인삼의 전이원소 관계(송 등, 2003)는 대부분 원소가 인삼에 비해 토양에서 높았고 토양과 인삼의 원소 함량 관계에서 유사한 증감을 보였다. 하지만 2년 및 3년 생 모두 Cu, Zn, Pb에서 대체로 인삼이 높은 원소 함량을 보였다. 이번 연구에서도 대부분 원소에서 수 배 차이로 토양이 높았다.

적 요

토양에서 화강암 지역은 Al_2O_3 , Na_2O , 천매암 지역은 Fe_2O_3 , MnO, MgO, 혈암 지역은 SiO_2 , CaO에서 높았다. 이 화강암 지역과 천매암 토양의 원소 특성은 이 들 토양 중의 광물 차이를 반영한다. 상관관계에서 화강암, 천매암, 혈암 3지역 공히, 정의 관계가 $Al_2O_3-K_2O$, Fe_2O_3-MgO 쌍에서, 부의 관계가 SiO_2-CaO 쌍에서 나타났다.

인삼에서 동일 연생 인삼의 지역적 비교 시 2, 3년에 관계없이 혈암 지역이 높은 함량 원소가, 화강암 지역이 낮은 함량의 원소가 많았다. 즉 2년생은 천매암 지역의 Fe, Ca, 혈암 지역의 Al, Mn, Na, Ti에서, 3년생은 화강암 지역의 Mn, Na, 천매암 지역의 Ca, 혈암 지역의 Al, Fe, Ti에서 높은 값이 나타났다.

같은 지역 인삼의 연생 차이별 비교에서 3지역 공히 2년생에 서 Al, Na, Ti가 높았다. 또한 화강암 지역은 2년생의 Al, Mn, Mg, Na, Ti, 3년생의 Fe, Ca에서, 천매암 지역은 2년생의 Al, Fe, Mg, Ca, Na, Ti, 3년생은 Mn, K에서 높았다.

지상부의 무기성분 함량에 대한 2, 3년의 지역 별 비교에서 혈암 지역이 높은 원소가 많았고 화강암 지역이 낮은 원소가 많았다.

2년생의 경우 화강암 지역은 Ca, 천매암 지역은 Fe, Ca, 혈암 지역은 Al, Mn, Na, Ti에서, 3년생의 화강암 지역은 Mn, 천매암 지역은 Ca, 혈암 지역은 Al, Fe에서 높았다. 상관관계에서 2, 3년생의 경우 공히 Al-Ti, Mn-Na 쌍에서 정의 관계가 나타났다.

뿌리의 무기성분 함량에서 2년생은 화강암 지역에서 높은 원소가 많았고, 천매암 지역이 낮은 원소가 많았다. 3년생은 혈암 지역에서 높은 원소가 많았고, 천매암 지역이 낮은 원소가 많았다. 즉 2년생은 화강암의 Al, Mn, Na, 천매암 지역의 Fe, Ca, 혈암지역의 Ti에서, 3년생은 화강암 지역의 Ca, Na, 혈암 지역의 Al, Fe, Mn, Ti에서 높았다.

2년생은 화강암 지역의 Fe, 천매암 지역의 Al, Mn, Na, Ti, 혈암 지역의 Ca, 3년생은 화강암 지역의 Fe, 천매암 지역의 Al, Mn, Na, Ti, 혈암 지역의 Ca, K에서 낮았다.

지상부와 뿌리 부분 비교에서 지역에 관계없이 수 배 차이로 Fe, Mn, Ca는 지상부가, Ti는 하부가 높았다. 지역에 관계없이 Mn, Ca, Fe, Al, Na, Ti 순서로 지상/하부 비율이 내려갔다.

토양과 인삼의 무기성분 함량관계에서 지역에 관계없이 Ca는 수 십 배의 차이로, Mn는 수 배에서 수 십 배 차이로 인삼이 높았고, Na, Fe, Ti, Al은 수배의 차이로 토양이 높았다. 인삼과 토양의 비에서 대부분 지역이 2년생이 크고 3년생이 작았으며, 지역에 관계없이 공히 Al, Mn, Na는 2년생이 크고 3년생이 작았다. 이 결과는 인삼의 연령이 증가함에 따라 토양 중 원소를 흡수하여, 더욱더 토양의 특성을 반영하기 때문으로 생각된다.

인용문헌

- Deer, W. A., R. A. Howei and J. Zussman. 1966. An introduction to rock-forming minerals. Longman Grpup Ltd., London pp.528.
- Hoffaman, E.L. 1997. Instrumental neutron activation in geoanalysis. J. Geochem. Explor. 44 : 297-319.
- 고성룡, 최강주, 김현경, 한강완. 1996. 인삼속 식물의 일반성분, 무기성분, 아미노산 및 유리당 함량 조성. 인삼학회지 20(1): 36-41.
- 곽이성, 박종대, 양재원. 2003. 홍삼 효능 연구의 최근 현황과 그 전망. 식품 산업과 영양 8(2): 30-37.

- 김동익, 김인묵, 구덕조. 1975. 인삼의 생리생태 조사 연구. 중앙전매기술연구소 인삼시험연구보고서.
- 김영호, 이장호, 오승환, 유인현, 이인호. 1993. 폐포지 인삼생육과 인삼생육에 미치는 요인. *고려인삼학회지* 17(1): 45-51.
- 남기열. 1996a. 최신 고려인삼(성분 및 효능편). 한국인삼연초연구원.
- 류기형. 2003. 국내, 외 홍삼 제품 현황 및 홍삼화 공정. *식품 산업과 영양* 8(2): 38-42.
- 박명규. 1996b. 최신 고려인삼(재배편). 한국인삼연초연구원. 97: 184.
- 박채규, 전병선, 양재원. 2003. 고려인삼의 화학성분. *식품산업과 영양* 8(2): 10-23.
- 박훈. 1996. 인삼 재배 분야의 과거 20년 연구. *고려인삼학회지* 20(1): 472-500.
- 배효원. 1978. 고려인삼. 고려인삼연구소.
- 송석환, 강영립, 김일출. 2005. 금산의 화강암 및 함탄질 혈암 지역 토양내 식물체의 중금속 함량. *한국자원 식물학회지* 18(2): 251-259.
- 송석환, 민일식. 2004. 금산 지역 토양별 인삼내 비호정성 원소 특성. *고려인삼 학회지* 28(1): 52-59
- 송석환, 이용규, 민일식. 2003. 금산 인삼의 전이원소 특성. *한국자원 식물학회지* 16(1): 25-33.
- 이부용. 2003. 국내 인삼 산업 현황 및 새로운 인삼 제품 개발전망. *식품 산업과 영양* 8(2): 1-9.
- 이용규, 송석환. 2002. 금산지역 토양의 화학적 특성과 토양수의 주요 용존 성분. *한국 환경관리학회지* 8(4): 443-449.
- 이종철, 변정수, 안대진, 조재성. 1995. 양식묘포 토양의 물리성이 묘삼생육 및 수량에 미치는 영향. *고려인삼학회지* 19(3): 287-290.
- 이종화, 남기열, 최강주. 1978. 고려인삼의 부위별 년근별 성분함량에 관한 연구. *한국식품과학학회지* 10(2): 263-268.
- 이종화, 박훈, 이정명. 1980. 고려인삼의 부위간 화학성분 분포 및 상관관계. *한국농화학학회지* 22(1): 99-106.
- 장진규, 이광승, 권대원, 오현근. 1987. 고려인삼의 부위별 성분함량. *고려인삼학회지* 11(1): 84-89.
- 정헌배, 고성군, 박성훈, 조순현, 임병욱. 2005. 주요 국가들의 인삼 소비 실태와 인식에 대한 조사. *고려인삼학회지* 29(3): 152-158.
- 중부대학교 산학연. 2002. 금산 인삼 생약의 특성조사와 활용방안. 중소기업청 지원 특정분야조사사업.
- 최용의, 정재훈. 2003. 인삼 생물 공학 기술의 최근 동향과 이를 이용한 식품소재 응용. *식품 산업과 영양* 8(2): 24-29.
- 한국인삼경작조합연합회. 1980. 한국인삼사.
- 홍승호, 최위찬. 1978. 금산도록. 자원개발 연구소.

(접수일 2006.3.22; 수락일 2006.9.27)