

금산 인삼의 전이 원소 특성

송석환* · 이용규¹⁾ · 민일식²⁾

중부대학교 환경공학과* · ¹⁾우송공업대학환경과 · ²⁾중부대학교 환경임산학과

Transitional Element Contents of the Ginsengs, Keumsan Area

Suck-hwan Song*, Yong-Gyoo Lee¹⁾, Ell-Sik Min²⁾

*Dept. of Environmental Engineering, Joongbu University, Kumsan 312-800, Korea

¹⁾Dept. of Environmental Industry, Woosong Technical College,

²⁾Dept. of Environment and Forest Product, Joongbu University, Kumsan 312-800, Korea

ABSTRACT

Different ages of the ginsengs were collected from the three soil areas, such as granite, phyllite and shale of Keumsan, with their field soils. Of the soils, phyllite and shale areas are high in the Ni, Cr, Co, Sc, V, As, Cu and Zn contents while the granite areas are low in the W, Pb, Th, U, Sn and Be contents. In the correlation coefficient of the soils, positive and negative relationships of the elements are mainly high in the shale and low in the granite area. Comparing between 2- and 3- year ginsengs, 2-year ginsengs are mainly high in most elements, especially for the granite and phyllite areas. In the regional comparisons among the same ages, the granite areas are mainly low and high in the shale area for the most of the elements. Comparisons among the parts of ginsengs suggest high contents in the most of the elements at the upper parts. In the comparisons between the top soils and ginseng compositions, top soils are mainly high and show similar increase/decrease trends between them. Following the transitional element contents, the granite area is best for the ginseng cultivation while , among the three areas, the shale area is worst.

Key words : keumsan, ginsengs, granite, phyllite, shale

서언

인삼은 동양에서 오래 전부터 사용되었던 약재로서 수나라 시대에도 고구려에 인삼이 이용되고 있다는 기록이 있고 그 이후 고려 및 이조 시대에도 인삼의 사용 및 처방에 대한 언급이 다양한 기록에 나타나 있다(한국인삼경작조합연합회, 1980). 오늘날 인

삼은 세계적으로 인지되어 약용으로 또는 건강식품으로 세계인들의 식탁에 오르고 있다.

이런 명성에 걸맞게 인삼의 효용 및 성분에 대해 다수 연구가 진행되어 왔으며 특히 무기성분의 연구도 다수 연구진들에 의해 진행된 바 있다. 한 등(1977)은 인삼이 기관별로 무기성분의 차이가 있음을 언급했고 이 등(1980)은 인삼의 부위별 함량차이

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

와 함께 이들원소 쌍들과의 상관관계에 대해 설명하고 있다. 이외에도 다수의 연구진들이 인삼의 생육 시기별 부위별 함량차이에 대해 연구를 수행하였다 (Kim 등, 1977; Pijck와 Kim, 1964).

일반적으로 다양한 토양 조건에서 생육되는 식물체의 화학적 조성은 토양의 화학적 특성과 긴밀한 관계를 나타낸다. 기존에도 한국내에서 토양은 다르지만 다양한 모암별 토양사이의 전이원소 함량에 대해 연구가 진행된 바 있다. 민 등(1999)은 경북 안동 지역에 사문암 지역의 참역새, 쑥, 소나무내의 중금속 원소 함량이 인접 비사문암인 화강암 토양에 비해 두드러지게 높았음을 언급하고 있다. 한편 김 등(1999)도 울산 사문암 지역의 토양이 인접 유문암 지역에 비해 두드러지게 높은 전이원소 함량을 보이고 이곳에 생육하는 식물체 또한 유사한 경향을 보이고 있음을 지적하고 있다.

하지만 이런 다수의 연구에도 불구하고 금산 지역 내 토양 및 연령별 인삼의 무기원소의 성분차이에 대한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 금산지역 여러 토양 중 화강암, 천매암 및 세일 지역을 선정하여 각각 재배지 별로 인삼을 채취하여 연령별, 부위별, 지역에 따라, 성분차이를 알아보고 인삼 성분과 토양과의 관계도 고려해 보았다. 이 연구는 금산 인삼의 효능을 이해하는데 도움을 줄 것이며 인삼의 효능을 높이기 위한 지역을 선정하는데 있어서도 부분적으로 기여를 할 것이다.

재료 및 방법

1. 조사지 개황

금산지역은 크게 변성퇴적암류인 옥천누층군을 기반암으로 하여 이를 관입하는 백악기 및 쥐라기의 화성암류로 구성되어 있다(김옥준, 1968; 손치무, 1970; 홍승우와 최위찬, 1978). 옥천누층군은 하부로 부터 마전리층, 창리층, 문주리층, 대덕리층으로 구성되어 있다(Fig. 1).

창리층은 하부의 암회색 또는 암갈색의 편암 및 천매암, 천매암질 점판암, 흑색 세일, 탄층 등으로 구

성되며 상부는 녹색 내지 담녹색의 천매암 및 편암으로 구성되어 있는 층과 결정질 석회암이 협재되어 있는 층으로 구성되어 있다. 하부의 천매암 내지 점판암은 주로 석영, 장석, 흑운모를 포함하며 각섬석, 녹니석, 탄질물, 방해석, 황철석, 황동석 등을 부수적으로 함유한다. 한편 상부의 천매암은 주로 석영, 백운모, 흑운모, 흑연을 포함하며 각섬석, 장석, 탄질물, 방해석, 황철석, 황동석 등을 부수적으로 함유하는 반면 편암은 석영, 흑운모 등을 주로 포함하고 부구성광물로 백운모, 탄질물, 황철석, 황동석 등을 함유한다.

대덕리층은 규암을 다수 협재하는 사질의 녹회색 천매암으로 구성되어 있다. 이 천매암은 석영, 흑운모를 포함하며 부수적으로 각섬석, 장석류, 백운모, 황철석 등을 함유한다. 쥐라기 흑운모 화강암은 석영, 사장석, 미사장석, 흑운모를 포함하며 부수적으로 백운모, 불투명광물 등을 함유한다. 백악기 석영 반암은 석영, 미사장석, 사장석, 정장석을 주로 포함하며 백운모 및 불투명광물을 부수적으로 갖는다. 그 외에도 다수 맥암류가 도처에서 관입하고 있다.

2. 시료 채취 및 분석

2001년 8월부터 2001년 12월까지 10여회에 걸쳐 지질조사를 실시하여 인삼밭의 분포를 조사하고 쥐라기 화강암, 옥천대의 대덕리층의 천매암과, 창리층의 세일, 3 지역으로 부터 밭토양 및 인삼 시료를 채취하였다(Fig. 1). 인삼 시료는 1년근, 2년근과 3년근으로 분류하여 각 다른 토양별로 10~15 뿌리를 채취하였으며 인삼이 채취된 직 하부에서 토양 시료를 채취하였다. 하지만 1년근 인삼의 경우는 화강암 및 천매암 지역에서만 시료가 채취 되었고 충분히 뿌리 시료가 채취하지 못하여 상부 부분만을 대표시료로 하였다. 경하에서 밭 토양 시료는 차이를 나타냈는데 화강암 지역은 석영, 사장석, 미사장석, 흑운모 및 불투명 광물과 이들의 풍화산물인 점토광물을 포함한 반면, 천매암 지역은 흑운모, 백운모, 석영, 사장석, 정장석, 녹니석, 방해석 및 불투명광물로 구성되어 있다. 세일 지역은 탄질물, 흑운모, 각섬석, 녹니석, 흑연, 각섬석 및 불투명광물과 황철석과 황동석

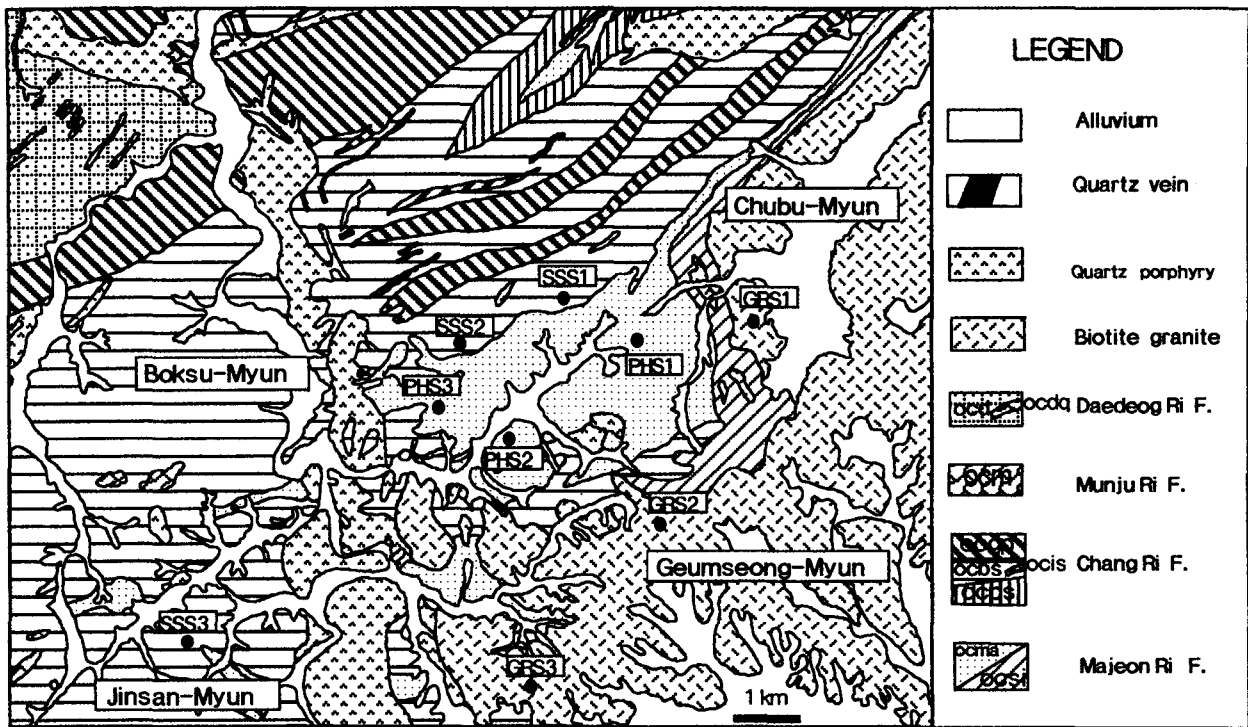


Fig. 1. Geological map and sample localities. ocma for limestone and phyllite, ocsi for limesilicate, ocgp for green phyllite, ocbs for black slate, ocis for limestone, ocps for phyllitic schist, ocd for green phyllite, ocdg for quartzite, ocm for quartz schist and sandy phyllite. Abbreviations(GRS, PHS, SSS) and alphabet numbers(1, 2, 3) are same with the Table 1A.

등의 유화광물을 포함하였다.

인삼 시료는 실험실에서 증류수로 수회의 세척을 거쳐 이물질을 최대한 제거하고 실험실에서 5주간 충분히 건조시킨 후에 지상부(잎과 줄기)와 지하부(뿌리)로 분리하여 대표시료로 하였다. 분석 방법은 시료를 90℃로 건조시켜 파쇄한 후 15g을 칭량하여 약 30ton으로 압축시켜 제조한 briquette에 15분간 $7 \times 10^{12} \text{ n} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 파장으로 빛을 조사하고 7일 후 부식된 시료를 INAA를 이용하여 분석하였다 (Hoffman, 1997)

발 토양은 2~15 cm 깊이에서 약 1kg을 채취하여 잘 혼합시킨 후, 5주간 풍건시키고 2mm 체로 쳐서 시료로 택하였다. 분석방법은 0.5g의 시료를 질산(0.6 ml)과 염산(1.8 ml)을 사용하여 950C에서 반응이 멈출 때까지 약 2시간 동안 용해시켜 액상으로 만들고 냉각시킨 후 증류수 10 ml를 첨가하여 Thermo Jarrel Ash Enviro II ICP를 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 토양의 조성치

토양의 원소 함량에서 천매암 및 세일은 Ni(50.04-53.90ppm), Cr(76.12-77.16ppm), Co(14.28-15.80ppm), Sc(12.67-13.33ppm), V(111.46-137.72ppm), As(26.85-133.49ppm), Cu(44.39-548.33ppm), Zn(90.64-104.33ppm) 함량에서 화강암 보다 약 1.5배 이상 높았다. 한편 화강암은 W(7.08ppm), Pb(47.32ppm), Th(44.29ppm), U(5.54ppm), Sn(4.94ppm), Be(3.67ppm)에서 천매암 및 세일 지역보다 높았다(Table 1A). 천매암 및 세일내의 높은 Ni, Cr, Co, V, As 함량은 암석내의 높은 유색광물의 존재로 설명이 될 수 있고, 이외에 높은 Cu함량은 암석 내에 황동석 같은 유화광물의 높은 함량으로 설명이 가능하다. 기존 연구에서 이 등(1996)과 전 등(1991)은 옥천대의 연구에서 금산 인근 지역의 세일 지역내 Mo, Ni 함량에서 높

은 부하량이 보임을 지적했다.

3 지역의 상관관계에서 Ni-Cr, Co-As, Sb, V-Cu, As-Sb, Zn-Sn, W-U, Sn-Be 쌍에서 정의 관계가, Cu-Zn, Sn 쌍에서 부의 상관관계가 나타났다 (Table 1B). 또한 전체적으로 부 및 정의 상관관계 원소 쌍이 세일에서 높았고 화강암에서 적었다.

2. 인삼의 조성치

같은 지역내 인삼의 연령별 비교 : 전체적으로 대부분 원소가 지역에 관계없이 2년근에서 높았는데 특히 화강암과 편마암 지역이 세일지역에 비해 두드러지게 높게 나타났다 (Table 2A). 2년근이 3년근에 비해 화강암지역에서는 Zn(1142.5ppm), Pb(8.55ppm) 원소 함량에서 낮았고, 천매암지역에서는 As (14ppm)와 Cu(170.75ppm)함량에서 낮았다. 또한 세일 지역에서는 Cr(5.5ppm), V(10.5ppm), Cu(170.75 ppm), Pb(21.65ppm), Th(1.273ppm), Be (0.2745ppm), Sb(0.175ppm)함량이 낮았다.

상관관계에서 2년근 및 3년근에 관계없이 Ni-Cr, Co, Sc, V, Th, U, Cr-Co, V, Pb, Th, Co-Sc, V, U, Be, Sc-V, Th, U, Be, V-Th, U, As-Sb, Pb-Th, Th-U, U-Be, Be-Cd 쌍에서 정의 관계가 쌍에서 Co-Zn 쌍에서는 부의 상관관계가 나타났다 (Table 2B). 한편 3년근이 비해 2년근에서 더욱 많은 원소에서 높은 상관관계를 보였다.

같은 연령 인삼의 지역적 비교 : 같은 연령이라 하더라도 지역적 차이가 두드러졌다 (Table 2A, B). 2년근의 경우 Ni, Cr, Sc, As, Pb, Th, U를 포함한 대부분의 원소에서 세일 및 천매암 지역이 높았으며, 이들 원소에 대한 세일 및 천매암의 비교에서 Ni, V, Th, U에서 세일이 높은 함량을 보였다. Zn, Sb는 천매암이 가장 높은 함량을 Be, Cd는 천매암에서 가장 낮은 함량을 보였다. 한편 Cu, Zn은 세일에서 가장 낮은 함량을 보였다. 일반적인 자연상태에서 발견되는 과도한 전이원소의 함량이 사람의 건강에 부정적인 영향을 수 있다는 가정을 전제로 하면 (Nanda Kumar 등, 1995; Salmons 등, 1995) 세 토양 중 화강암 지역이 인삼의 생육에 최적지이며 세일 지역이 제일 불리한

지역임을 암시한다.

3년근의 경우 Ni, Cr, Co, Sc, V, As, Cu, Pb, Th, Sb을 포함한 대부분 원소에서 화강암 지역이 다른 두 지역에 비해 낮은 함량을 보였고, 이들 원소에 대한 세일 및 천매암의 비교에서 As, Cu, Sb를 제외한 나머지 원소에서 세일이 높은 원소함량을 보였다. Be와 Cd는 세일이 가장 높은 함량을 보였고, 천매암에서 가장 낮은 원소함량을 보였다. Zn은 화강암 지역에서 가장 높았고, 천매암은 가장 낮은 원소함량을 보였다. 1년근 상부의 경우 Zn, Pb, Cd를 제외한 모든 원소에서 화강암 지역에 비해 천매암 지역이 높았다. 3 지역의 비교에서 세일 및 천매암에서의 높은 원소 함량은 토양내 이들 원소의 높은 함량 때문으로 사료된다.

고 등(1996)은 인삼의 성분 비교에서 한국의 홍삼 및 백삼이 중국과 일본의 백삼, 그리고 캐나다, 미국 삼들과 Cu, Zn, Ni의 함량에서 명확한 차이를 보이지 않았으나 삼류의 재배 지역에 따라 전이원소 함량 차이가 있음을 언급했다. 이들은 이 결과를 재배 지역의 토양 특성과 관련한 것으로 생각했다. 정 등 (1995)은 고려 인삼의 변종인 자경종 및 황숙종과 미국삼의 6년근을 비교 본 바 Cu-Zn 함량에서 명확한 차이가 없었음을 언급했다.

상부와 뿌리 부분의 비교 : 일반적으로 2년근 및 3년근에 관계없이 상부가 높은 원소함량을 보였다 (Table 2A). 하지만 2년근의 경우 화강암과 천매암은 Ni, Cd가, 천매암은 Sb가 뿌리에서 높은 원소함량 보였고, 3년근은 화강암에서는 Ni, Cr, Zn이, 천매암에서는 Ni, Cr, Sb가 뿌리에서 높은 원소함량을 보였다.

상관관계에서 3년근의 경우 더욱 많은 원소가 상부부분에서 나타났으며 지역에 관계없이 정의 상관관계는 Ni-Cr, Co, Sc, V, Pb, Th, Be, Cd, Cr-Co, Sc, Th, U, Cd, Co-Sc, V, Pb, Th, Be, Cd, Sc-V, Pb, Th, Be, Cd, As-Cu, Pb-Th, Be, Cd, Th-Be, Cd, Be-Cd 쌍에서, 부의 상관관계는 Ni-Zn, Cr-Zn, Co-Zn, Sc-Zn 쌍에서 나타났다 (Table 3A). 한편 2년근의 경우는 더욱 많은 원소 함량이 뿌리부분에서 나타났으며 지역에 관계없이 정의 상관관계는 Ni-Zn, Pb, Cr-V, Co-Sc, V,

Table 1A. Field soil compositions from the three ginseng fields, Keumsan (in ppm).

Sample	Ni	Cr	Co	Sc	V	As	Cu	Zn	W	Pb	Th	U	Ge	Sn	Be	Sb
GRS1	20.00	19.00	5.75	6	39.76	5.50	22.60	54.24	13	14	67.4	6.5	2.43	4.15	4	0.50
GRS2	35.99	61.50	12.86	11	77.51	8.60	25.26	76.00	5	43	34.4	5.2	2.91	4.50	2	0.59
GRS3	20.00	18.00	6.21	5	32.00	4.50	10.01	110.17	3	85	34.1	5.0	3.26	6.19	5	0.50
Avg(GRS)	25.33	33.83	8.27	7.33	49.75	6.20	19.29	80.13	7.08	47.32	44.29	5.54	2.87	4.94	3.67	0.53
PHS1	43.39	74.07	17.12	13	134.44	175.44	54.23	81.59	4	46	20.1	4.1	2.73	3.34	3	5.87
PHS2	45.41	76.88	14.96	12	96.34	76.00	42.81	70.53	3	31	17.5	2.9	3.13	3.26	2	1.97
PHS3	61.35	77.41	15.32	13	103.61	149.04	36.11	119.81	3	43	17.5	2.9	2.71	4.75	4	3.09
Avg(PHS)	50.04	76.12	15.80	12.67	111.46	133.49	44.39	90.64	3.21	40.20	18.37	3.31	2.86	3.78	3.00	3.64
SSS1	44.91	79.02	15.87	14	122.59	74.88	37.73	96.99	3	37	15.1	3.3	2.81	3.40	3	1.11
SSS2	44.26	67.48	14.68	11	158.37	10.67	157.00	65.04	3	37	14.0	3.7	2.60	3.10	2	0.70
SSS3	72.54	84.99	12.29	15	132.21	15.00	37.26	150.94	2	52	23.2	3.0	2.49	3.41	3	0.50
Avg(SS)	53.90	77.16	14.28	13.33	137.72	33.52	548.33	104.33	2.41	42.03	17.45	3.35	2.63	3.30	2.67	0.77

Abbreviations : GR for granite area, PH for phyllite area, SS for shale area, S for field soil, 1 for 1-year, 2 for 2-year and 3 for 3-year.

Th, U, Be, V-Th, U, As-Sb, Zn-Pb, Th-U, U-Be, Be-Cd 쌍에서, 부의 상관관계는 Co-Sb, As-Cd, U-Sb, Be-Sb, Sb-Cd 쌍에서 나타났다(Table 3B).

토양과 인삼 평균치와의 비교 : 일반적으로 인삼에 비해 토양에서 높은 함량을 보였고, 토양과 인삼 조성 관계에서 유사한 증감 경향을 보였다. 하지만 2년 및 3년근의 경우 Cu, Zn, Pb 에서 대체로 인삼이 높은 원소함량을 보였다. 하지만 2년근 세일의 경우는 Cu가 토양에서 높았고, 3년근 세일의 경우는 Pb가 인삼에서 높은 조성을 보였다.

의 부위별 비교에서 2년근과 3년근에 관계없이 상부가 높은 원소함량을 보였다. 토양과 인삼 평균치와의 비교에서 대부분 원소가 인삼 조성에 비해 토양에서 높은 함량을 보였고, 토양과 인삼조성 관계에서 유사한 증감 경향을 보였다. 전체적으로 일반적인 전이원소의 부정적인 영향을 전제로 하면 세 토양중 화강암 지역이 인삼의 최적지이며 세일 지역이 제일 불리한 지역임을 암시한다.

적 요

일반적으로 토양의 경우 천매암 및 세일 지역이 높은 원소 함량을 보였고 원소의 상관관계에서 세일 지역이 많은 원소에서 높은 상관관계를 보였다. 지역에 따른 인삼의 2년근과 3년근의 비교에서 2년근에서 높았는데, 특히 화강암과 편마암지역이 세일지역에 비해 2년근에서 두드러지게 높았다. 같은 연령 인삼들의 지역적 비교에서 화강암 지역이 낮았으며, 세일 및 천매암의 비교에서는 세일이 높았다. 인삼

인용문헌

고성룡, 최강주, 김현경. 1996. 인삼(panax) 속 식물의 일반 성분, 무기성분, 아미노산 및 유리당 함량 조성. 고려 인삼 학회지 20(1): 36-41.
 김명희, 민일식, 송석환. 1999. 울산시 사문암 및 유문암 지역 표토와 식물체의 중금속 함량 비교. 한국 환경생태학회지 13(2): 176-183.
 김옥준. 1968. 충주문경간의 옥천계 층서와 구조. 광산 지질학회지 1: 35-46.
 민일식, 송석환, 김명희. 1999. 경북 안동 사문암 지역의 모암, 토양 및 식물체에 대한 중금속 함량.

Table 1B. Correlation coefficients of the transitional element contents for soils, Keumsan. In the each elements, first line for shale, second line for phyllite and third line for granite.

	Ni	Cr	Co	Sc	V	As	Cu	Zn	W	Pb	Th	U	Ge	Sn	Be
Cr	0.77436														
	0.69944														
	0.99998														
Co	-0.93849	-0.50823													
	-0.45314	-0.95404													
	0.99643	0.99696													
Sc	0.70774	0.99506	-0.42025												
	0.40845	-0.36667	0.62862												
	0.99162	0.99076	0.97719												
V	-0.27726	-0.82264	-0.07156	-0.87500											
	-0.43114	-0.94641	0.99970	0.64749											
	0.99112	0.99023	0.97636	0.99999											
As	-0.42874	0.23964	0.71433	0.33481	-0.74913										
	0.16090	-0.59284	0.80692	0.96661	0.82116										
	0.99636	0.99578	0.98561	0.99902	0.99885										
Cu	-0.52025	-0.94323	0.19334	-0.97154	0.96478	-0.54849									
	-0.84189	-0.97454	0.86225	0.14872	0.84989	0.39716									
	0.65506	0.65012	0.58895	0.74716	0.74973	0.71708									
Zn	0.90707	0.94655	-0.75886	0.90987	-0.59528	-0.08633	-0.78568								
	0.94975	0.44058	-0.15131	0.67364	-0.12704	0.46176	-0.63065								
	-0.15346	-0.14701	-0.06952	-0.27980	-0.28352	-0.23713	-0.84715								
W	-0.99980	-0.76146	0.94525	-0.69338	0.25787	0.44684	0.50295	-0.92985							
	-0.58627	-0.98904	0.98783	0.50000	0.98372	0.70523	0.93075	-0.30322							
	-0.30203	-0.30823	-0.38140	-0.17637	-0.17256	-0.21967	0.52245	-0.89566							
Pb	0.99980	0.76146	-0.94525	0.69338	-0.25287	-0.44684	-0.50295	0.92985	-0.99999						
	0.22859	-0.53588	0.76427	0.98198	0.77984	0.99762	0.33292	0.52184	0.65465						
	-0.13160	-0.12513	-0.04746	-0.25853	-0.26227	-0.21561	-0.83521	0.99976	-0.90526						
Th	0.99599	0.82784	-0.90384	0.76809	-0.36208	-0.34623	-0.59454	0.96454	-0.99399	0.99399					
	-0.58627	-0.98904	0.98783	0.50000	0.98372	0.70523	0.93075	-0.30322	0.99999	0.65465					
	-0.46984	-0.47558	-0.54266	-0.35189	-0.34826	-0.39288	0.35922	-0.80020	0.98343	-0.81325					
U	-0.83329	-0.99507	0.59114	-0.98032	0.76220	-0.14217	0.90564	-0.97387	0.82199	-0.82199	-0.87940				
	-0.58627	-0.98904	0.98783	0.50000	0.98372	0.70533	0.93075	-0.30322	0.99999	0.65465	0.99999				
	-0.36520	-0.37126	-0.44246	-0.24191	-0.23815	-0.28452	0.46416	-0.86386	0.99775	-0.87477	0.99337				
Ge	-0.75033	-0.16274	0.93245	-0.06402	-0.42710	0.91892	-0.14720	-0.47230	0.76359	-0.76349	-0.68820	0.25979			
	-0.44661	0.32707	-0.59523	-0.99911	-0.61475	-0.95493	-0.10685	-0.70424	-0.46300	-0.97313	-0.46300	-0.46300			
	0.06348	0.06999	0.14748	-0.06595	-0.06981	-0.02182	-0.71247	0.97642	-0.97055	0.98095	-0.91080	-0.95223			
Sn	0.54142	0.95124	-0.21779	0.97715	-0.95791	0.52743	-0.99969	0.80089	-0.52438	0.52438	0.61444	-0.91595	0.14955		
	0.98868	0.58431	-0.31426	0.54076	-0.29090	0.30715	-0.75140	0.98596	-0.45810	0.37205	-0.45810	-0.45810	-0.57578		
	-0.37939	-0.37335	-0.29995	-0.49572	-0.49908	-0.45688	-0.94761	0.97250	-0.76744	0.96712	-0.63850	-0.72277	0.89928		
Be	0.51733	0.94210	-0.19000	0.97073	-0.96567	0.55134	0.99999	0.78357	-0.50000	0.50000	0.59180	-0.90419	0.17756	0.99960	
	0.81012	0.14763	0.15554	0.86603	0.17970	0.70898	-0.36265	0.95292	0.00000	0.75593	0.00000	0.00000	-0.88636	0.88890	
	-0.95330	-0.95131	-0.92441	-0.98432	-0.98500	-0.97557	-0.85267	0.44474	0.00000	0.42485	0.18128	0.06698	0.24090	0.64112	
Sb	-0.73851	-0.14525	0.92591	-0.04634	-0.44304	0.92576	-0.19160	-0.45663	0.75194	-0.75194	-0.67525	0.24266	0.99984	0.16703	0.19495
	-0.33708	-0.90863	0.99202	0.72168	0.99401	0.87497	0.79186	-0.02544	0.96033	0.83950	0.96033	0.93033	-0.69182	-0.19202	0.27888
	0.99964	0.99980	0.99833	0.98783	0.98722	0.99373	0.63469	-0.12707	-0.32733	-0.10513	-0.49320	-0.38988	0.09006	-0.35460	-0.94491

Table 2A. Ginseng compositions of the Keumsan area. All elements are in ppm.

Sample	Ni	Cr	Co	Sc	V	As	Cu	Zn	Pb	Th	U	Be	Sb	Cd
GRU1	6	4	2.08	1.7	4	4	32	1370	24.5	1.23	0.334	0.165	0.26	1.79
GRU2	6	3	1.64	0.8	6	1	16300	1590	11.2	0.486	0.311	0.247	0.29	1.97
GRR2	54	2	2.69	0.7	2	1	257	695	5.9	0.562	0.207	0.146	0.07	2.56
Avg(gr2)	30	2.5	2.165	0.75	4	1	8278.5	1142.5	8.55	0.524	0.259	0.197	0.18	2.265
GRU3	5	1	1.5	0.6	2	1	108	2750	16	0.418	0.19	0.12	0.14	1.55
GRR3	6	1	1.01	0.5	1	1	161	278	3.6	0.553	0.166	0.113	0.04	0.93
Avg(gr3)	5.5	1	1.255	0.55	1.5	1	134.5	1514	9.8	0.486	0.178	0.117	0.09	1.24
PHU1	13	9	4.3	2.3	15	30	88	798	17.9	2.97	0.621	0.303	0.31	0.77
PHU2	54	9	2.98	1.7	11	21	14200	2860	74.7	1.63	0.45	0.19	0.37	1.09
PHR2	9	3	1.11	0.5	3	7	290	331	2.9	0.573	0.133	0.066	1.01	0.51
Avg(ph2)	31.5	6	2.045	1.1	7	14	7245	1595.5	38.8	1.102	0.292	0.128	0.69	0.8
PHU3	8	7	2.48	1.6	8	71	20800	666	42	0.977	0.339	0.162	0.40	0.87
PHR3	13	2	1.39	0.5	3	11	291	259	2.2	0.526	0.182	0.067	0.44	0.44
Avg(ph3)	10.5	4.5	1.935	1.05	5.5	41	10545.5	462.5	22.1	0.7515	0.261	0.115	0.42	0.655
SSU2	13	8	9.18	2.7	16	5	55.5	1370	37	1.78	1.500	0.389	0.25	2.15
SSR2	57	3	5.42	1.1	5	2	286	641	6.3	0.766	0.333	0.16	0.10	2.56
Avg(ss2)	35	5.5	7.3	1.9	10.5	3.5	170.75	1005.5	21.65	1.273	0.9165	0.2745	0.175	2.355
SSU3	13	11	3.46	2.7	30	4	382	1100	174	2.8	1.6	0.426	0.36	9.61
SSU3	30	3	2.46	1.1	4	1	93.6	252	5.5	1.27	0.18	0.244	0.08	5.91
Avg(ss3)	21.5	7	2.96	1.9	17	2.5	237.8	676	89.75	2.035	0.89	0.335	0.22	7.76

#Abbreviations : GR for granite area, PH for phyllite area. SS for shale area, U for upper part, R for root part, 1 for 1-year, 2 for 2-year and 3 for 3-year.

한국 환경생태학회지 13(3): 288-294.
 손치무. 1970. 옥천층군의 지질시대에 대한 토론. 광산지질 3: 3-4.
 이종화, 심상철, 박훈, 한강완. 1980. 고려 인삼의 부위간 무기성분 분포 및 상관관계. 고려 인삼 학회지 4(1): 55-64.
 이진수, 전효택, 김경웅. 1996. 충주 지역 흑색셰일 분포지역에서의 잠재적 독성원소 들의 분산과 부화. 자원환경지질학회지 29: 495-508
 전효택, 정명채. 1991. 함우라늪 흑색셰일에서의 유독성 원소들의 분산에 관한 지구화학적 연구. 광산지질 24(3): 245-260.
 정열영, 정창문, 고성용, 최광태. 1995. 고려인삼과 미국삼의 형질 특성 및 성분 연구. 고려 인삼 학회지 19(2): 160-164.
 한국인삼경작조합연합회. 1980. 한국인삼사 26-217.
 한대석, 박상기, 배효원. 1977. 각국 인삼의 일반 금속 성분에 대한 연구. 생약학 잡지 8(4): 163-166.
 홍승호, 최위찬. 1978. 금산도폭. 자원개발 연구소.
 Hoffaman, E.L. 1997. Instrumental neutron activation in geoanalysis. J. Geochemical Exploration 44: 297-319
 Kim J. H., H. T. Moon and M. I. Chae. 1977. Studies on the uptake of mineral nutrients by ginseng plant. Korean J. Ginseng Sci. 2(1): 35-37.
 Nanda Kumar, P.B.A., D. Viatcheslav, M. Harry and R. Ilya. 1995. Phytoextraction: The use of plants to remove heavy metals from soils. Environ. Sci.

Table 2B. Correlation coefficients of the transitional element contents(average) for the ginsengs, Keumsan.

		2 Ye.													
		Ni	Cr	Co	Sc	V	As	Cu	Zn	Pb	Th	U	Be	Sb	Cd
3 Ye.	Ni		0.63482	0.95029	0.99999	0.98338	-0.4473	-0.98397	-0.43556	0.21773	0.86232	0.96840	0.70615	-0.23324	0.27495
	Cr	0.95259		0.36268	0.63850	0.76456	0.74349	-0.48688	0.41901	0.89234	0.93867	0.42204	-0.09881	0.60328	-0.56834
	Co	0.99531	0.97756		0.94879	0.87796	-0.35357	-0.99058	-0.69420	-0.09699	0.66178	0.99792	0.89152	0.52443	0.56065
	Sc	0.99791	0.97026	0.99948		0.98423	-0.03996	-0.98311	-0.43126	0.22239	0.86473	0.96179	0.70276	-0.22380	0.27035
	V	0.99825	0.93292	0.98784	0.99234		0.13740	-0.93524	-0.26488	0.39133	0.93993	0.90701	0.56585	-0.05281	0.09581
	As	-0.17916	-0.12866	-0.08312	-0.11524	-0.23706		0.22215	0.91874	0.96529	0.46729	-0.29249	-0.73894	0.98188	-0.97280
	Cu	-0.20316	-0.10437	-0.10745	-0.13949	-0.26073	0.99970		0.58909	-0.04021	-0.75821	-0.99735	-0.82109	0.40209	-0.44198
	Zn	-0.59777	-0.81333	-0.67254	-0.64830	-0.54929	-0.68160	-0.66351		0.78373	0.08022	-0.64631	-0.94494	0.97692	-0.98522
	Pb	0.98608	0.88875	0.96537	0.97328	0.99419	-0.34023	-0.36312	-0.45616		0.68197	-0.0258	-0.53732	0.89830	-0.87853
	Th	0.98886	0.89668	0.96981	0.97717	0.99593	-0.32363	-0.34667	-0.47175	0.99985		0.70877	0.25039	0.29127	-0.24976
	U	0.97935	0.87194	0.95519	0.96424	0.98959	-0.37437	-0.39693	-0.42334	0.99933	0.99853		0.86044	-0.46841	0.50606
	Be	0.94977	0.80953	0.91503	0.92757	0.96662	-0.47804	-0.49937	-0.31687	0.98858	0.98578	0.99343		-0.85324	0.87493
	Sb	0.18741	0.47738	0.28158	0.25046	0.12896	0.93281	0.92373	-0.89949	0.02148	0.03908	-0.1506	-0.12941		-0.99999
Cd	0.92694	0.76885	0.88629	0.90027	0.94752	-0.53520	-0.55569	-0.25331	0.97642	0.97247	0.98366	0.99780	-0.19484		

Table 3A. Correlation coefficients of the transitional element contents for 3 year ginsengs, Keumsan.

		Upper Part													
		Ni	Cr	Co	Sc	V	As	Cu	Zn	Pb	Th	U	Be	Sb	Cd
Root	Ni		0.96682	0.98974	0.99330	0.98467	-0.10524	-0.13142	-0.64818	0.97453	0.98817	0.95996	0.96809	0.68929	0.90034
	Cr	0.97226		0.99340	0.98987	0.90745	0.15228	0.12917	-0.82119	0.88494	0.91622	0.85656	0.87195	0.85149	0.75930
	Co	0.99947	0.96427		0.99962	0.94965	0.03790	0.01154	-0.75031	0.93249	0.95613	0.91010	0.92236	0.78571	0.82894
	Sc	0.95895	0.86603	0.95754		0.95790	0.01042	-0.01594	-0.73186	0.94207	0.96382	0.92114	0.93263	0.76842	0.84400
	V	0.91054	0.98198	0.89683	0.75593		-0.27709	-0.30232	-0.50542	0.99871	0.99977	0.99411	0.99696	0.55235	0.96245
	As	-0.23389	0.00001	-0.26492	-0.5000	0.18898		0.99965	-0.68904	-0.32559	-0.25648	-0.37960	-0.35110	0.64792	-0.52752
	Cu	-0.54684	-0.33586	-0.57339	-0.76182	-0.15180	0.94191		-0.66970	-0.35040	-0.28187	-0.40386	-0.37567	0.62762	-0.54974
	Zn	-0.87926	-0.96628	-0.86354	-0.70808	-0.99753	-0.25748	0.08200		-0.46089	-0.52375	-0.40891	-0.43666	-0.99847	-0.25219
	Pb	0.74925	0.57357	0.77009	0.90630	0.40843	-0.81916	-0.96421	-0.34331		0.99739	0.99833	0.99963	0.50925	0.97501
	Th	0.94939	0.84959	0.95896	0.99949	0.73460	-0.52745	-0.78215	-0.68513	0.91936		0.99156	0.99507	0.57004	0.95642
	U	0.64128	0.80296	0.61636	0.39736	0.90113	0.59604	0.29174	-0.92935	-0.02770	0.36780		0.99953	0.45874	0.98620
	Be	0.85737	0.71321	0.87342	0.96813	0.56789	-0.70095	-0.89977	-0.50868	0.98326	0.97565	0.15488		0.48572	0.98067
	Sb	-0.14466	0.09078	-0.17629	-0.41931	0.27735	0.99587	0.90753	-0.34414	-0.76371	-0.44814	0.66647	-0.63331		0.30531
Cd	0.93285	0.82271	0.94391	0.99672	0.70045	-0.56846	-0.81175	-0.64860	0.93754	0.99880	0.32177	0.98523	-0.49143		

Table 3B. Correlation coefficients of the transitional element contents for 2 year ginsengs, Keumsan.

		Upper Part													
		Ni	Cr	Co	Sc	V	As	Cu	Zn	Pb	Th	U	Be	Sb	Cd
Root	Ni		0.72784	-0.21907	0.10482	0.13498	0.99850	0.26548	0.96821	0.96094	0.52510	-0.27740	-0.62110	0.89208	-0.95688
	Cr	-0.45091		0.50964	0.75826	0.77771	0.76427	-0.46758	0.53319	0.88920	0.96579	0.45693	0.08550	0.33942	-0.49726
	Co	0.81351	0.15225		0.94737	0.93721	-0.16537	-0.99884	-0.45616	0.05393	0.71533	0.99819	0.90081	-0.63633	0.49306
	Sc	0.79127	0.18898	0.99931		0.99954	0.15907	-0.93084	-0.14725	0.37597	0.90140	0.92638	0.71439	-0.35588	0.18858
	V	0.24347	0.75593	0.76211	0.78571		0.18898	-0.91931	-0.11714	0.40394	0.91413	0.91452	0.69281	-0.32733	0.15867
	As	-0.97761	0.62862	-0.67294	-0.64490	-0.03394		0.21271	0.95308	0.97406	0.57087	-0.22443	-0.57719	0.86603	-0.93955
	Cu	-0.54724	0.99381	0.01455	0.07876	0.67855	0.71110		0.49851	-0.01135	-0.68083	-0.99993	-0.92069	0.67277	-0.53442
	Zn	0.98130	-0.61429	0.68635	0.65877	0.05221	-0.99983	-0.69812		0.86117	0.29554	-0.50889	-0.79731	0.97675	-0.99912
	Pb	0.99865	-0.40389	0.84265	0.82199	0.29357	-0.96535	-0.50299	0.96996		0.74012	-0.00066	-0.37981	0.73217	-0.83910
	Th	0.50679	0.54094	0.91362	0.92813	0.95952	-0.31406	0.44419	0.33137	0.55093		0.67198	0.34097	0.08386	-0.25523
	U	0.81574	0.14845	0.99999	0.99915	0.75962	-0.67578	0.13771	0.68915	0.84471	0.91204		0.92531	-0.68161	0.54453
	Be	0.99659	-0.37568	0.85875	0.83905	0.32271	-0.95691	-0.47628	0.96206	0.99953	0.57623	0.86071		-0.90817	0.82191
	Sb	-0.99648	0.52414	-0.76194	-0.73725	-0.16134	0.99181	0.61545	-0.99398	-0.99078	-0.43277	-0.76441	-0.98616		-0.98488
Cd	0.99844	-0.50000	0.77980	0.75593	0.18898	-0.98783	-0.59308	0.99051	0.99419	0.45791	0.78221	0.99043	-0.99961		

Technol. 29: 1232-1235.
Pijck, J. and J. I. Kim. 1964. The determination of trace
elements in the ginseng root by radioactivation. J.
Pharm. Belg. 19(3): 3-18.
Salmons, W., U. Forstner and P. Mader. 1995. Heavy

metals: Problems and solutions. Springer-Verlag
Berlin Heidelberg.

(접수일 2002. 12. 10)

(수락일 2003. 1. 25)