

금산 인삼과 토양의 희토류 원소 함량관계

송석환[#] · 민일식^{*} · 유선균^{**} · 이용규^{***}

[#]중부대학교 환경보건학과, ^{*}중부대학교 환경임산학과,
^{**}중부대학교 한방건강식품학과, ^{***}우송공업대 사회복지아동계열
(2006년 1월 23일 접수, 2006년 3월 10일 수리)

Rare Earth Element Contents of the Ginsengs and their Soils, Keumsan area

Suckhwan Song[#], Ell-Sik Min^{*}, Sun-Kyun Yoo^{**} and Yong Gyoo Lee^{***}

[#]Dept. of Environmental Health, Joongbu University, Chungnam, 312-940

^{*}Dept. of Environment and Forest Product, Joongbu University, Chungnam, 312-940

^{**}Dept. of Oriental Medicine and Food Biotechnology, Joongbu University, Chungnam, 312-940

^{***}Div. of the Social Welfare Children, Woosong Technical College, Daejeon, 300-719

(Received January 23, 2006; Accepted March 10, 2006)

Abstracts: Ginsengs(1-3 years old) from the Keumsan were analysed for the rare earth element(REE) contents and compared with their soils from the biotite granite(GR), phyllite(PH) and shale(SL) areas. In the soils, high REE contents and correlations were found in the SL. In the ginsengs, high element contents were shown in the SL. High correlations were found in the 3 year. In the upper parts, the 2 year of the GR was mainly high. Comparing with the same aged ginsengs, high elements were shown in the SL. Positive correlations were dominated and high correlations were shown in the 3 year ginsengs. In the root parts, the GR was high in the 2 year while the PH and SL were high in the 3 year. Comparing with the same ages, high elements were shown in the SL. High correlation relationships were found. Comparing between upper and root parts, the upper parts were mainly high, LREE showed big differences and relative ratios of the 2 year were mainly high. Comparing between soils and ginsengs, the soils were mainly high. Ratios between soils and root parts(soils/root parts) were higher than those of the upper parts. Ratios of the LREE showed big differences relative to those in the HREE and the ratios increased with ages. Overall results suggested that ginsengs of the SL were similar to those of soils and those of the PH showed big differences.

Key words : Keumsan, Rare Earth Element Contents, Soil, Ginseng

서 론

최근 웰빙 개념의 확산과 함께 건강과 관련되어 한방의 성분 및 효능에 대해 관심이 증가 되고 있다. 한방 분야에서 인삼은 가장 두드러진 건강기능성 식품 중의 하나로 볼 수 있다. 현재 인삼은 국내뿐만 아니라 해외에서도 약재로서, 또는 건강 기능성 음료로서 폭넓게 이용되고 있다. 일부 연구들은 한방 약재의 화학적 특성이 각 지역 토양의 지화학적 특성의 영향을 받으며 따라서 다른 효능을 낼 수 있음을 암시한다¹⁾.

고려 인삼은 오랜 시간 전부터 한반도 내에서는 약용으로 이용되어 왔으며 기록으로 중국의 후한 헌제(서기 196~220) 때 장중경의 저서 “상한론”이 있으며, 그 이후에도 “명의별록”, “신농본초경” 등에서도 나오고 있다²⁾. 이런 오래된 역사와 기록에도 불구하고 한국 인삼 분야에 대한 최근 국, 내외 추세는 긍정적이지만은 않다. 이런 문제는 인삼의 재배 부분의 영역, 연구 분야, 유통 분야까지 다양하다.

지금까지 한국은 인삼의 종주국답게 인삼의 효용 및 성분 에 대해 많은 연구가 진행되어 왔다. 이 연구로 토양의 물리, 화학적 성질이 인삼에 미치는 영향^{3,4,5)}, 인삼의 부위별, 연근 별 원소의 축적률 차이^{6,7)} 및 유기 성분의 함량⁸⁾, 유기 성분 과 인간의 건강과의 관계에 대한 연구^{7,8)}등이 있다.

[#]본 논문에 관한 문의는 이 저자에게로
(전화) 041-750-6633; (팩스) 041-752-2404
(E-mail) shsong@mail.joongbu.ac.kr

하지만 기 연구들은 단위 행정 구역인 금산군 지역 서로 다른 토양에서 재배되는 인삼의 특성부분에 대해서는 충분한 정보를 제공하지 못한다. 최근 일부 연구가 금산 인삼 재배지 토양⁹⁾, 인삼의 무기 및 유기원소 함량^{10,11,12)}에 대한 정보를 제공한다. 하지만 이들 연구의 대부분도 무기원소 중 주 원소 및 전이원소에 대해서이다. 따라서 본 연구에서는 희토류 원소를 대상으로 금산의 서로 다른 3 토양에서 재배되는 인삼의 성분과 연생별 차이, 이들과 토양성분과의 관계를 고려 해 보았다.

이 희토류 원소(REE)는 원자번호 57에서 71 까지 원소에서 모두 유사한 화학적 물리적 특성을 보이고 지질학적 과정 중 크게 영향을 받지 않아 환경 및 오염원을 유출하는데 이용될 수 있다¹³⁾. 이 원소들은 La에서 Gd까지의 더욱 알칼리 성이고 높은 용해성을 갖는 원소와 약한 알칼리성을 보이고 낮은 용해성을 갖는 Tb에서 Lu까지의 원소로 나눌 수 있으며, 전자를 LREE(Light Rare Earth Element), 후자를 HREE(Heavy Rare Earth Element)라 부른다¹³⁾. 연구 대상 지역은 금산군 중 추부면, 복수면, 진산면 일대이고 각 지역 별로 1, 2, 3년 생 인삼을 채취하였다.

재료 및 방법

대조구 및 시료 선택

2004년 4월부터 2004년 9월까지 13회에 걸쳐 지질조사를 실시하고, 인삼밭의 분포 및 토양과의 관계를 고려해서 대조구를 선택하고, 시료를 채취하였다. 대조구로는 창리층의 세일, 대덕리층의 천매암, 주라기의 화강암 3지역을 선정하였다. 인삼 시료는 1, 2, 3년생으로 분류하여 각각 3-4 지점에서 7-13 뿌리의 시료를 채취하였고, 인삼이 채취된 직 하부에서 토양 시료(밭토양)를 채취하였다.

시료 처리 및 분석

채취된 인삼 시료는 증류수로 8 회 이상 세척을 거쳐 이물질을 최대한 제거한 후 근원부를 기준으로 지상부(잎과 줄기)와 지하부(뿌리)를 분리하여 대표 시료로 하였다. 이 시료를 실험실에서 약 5 주간 충분히 건조시켰고, 특정 개체의 변이성을 피하기 위하여 3-5 본을 혼합한 시료를 1 지점의 시료로 하였다. 시료는 90°C로 건조시켜 파쇄한 후 15g을 칭량하고 약 30ton으로 압축시켜 제조한 고상탄에 15분간 $7 \times 10^{12} \text{ n} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 파장의 빛을 조사하고, 7일 후 부식된 시료를 INAA (Instrumental Neutron Activation Analysis)를 이용하여 캐나다의 ACTLABS(Activation Laboratories Ltd.)에서 분석하였다¹⁴⁾.

밭 토양은 인삼 시료가 채취된 지점의 직 하부에서 약 1 kg을 채취하였다. 이 시료를 잘 혼합시킨 후 실험실내에서 7 주간 풍건 시킨 후 2 mm 체로 쳐서 4 분하여 대표시료로 하였다. 분석 방법은 시료를 분쇄하여 미립으로 만든 후 0.5 g의 시료를 질산(0.6 ml)과 염산(1.8 ml)을 사용하여 95°C에서 반응이 멈출 때까지 약 2 시간 동안 용해시켜 액상으로 만들었다. 후에 이것을 냉각시키고 증류수 10 ml를 첨가한 후 Thermo Jerrel Ash Enviro II ICP로 분석하였다.

결과 및 고찰

풍화 토양의 성분 및 상관관계

전체적으로 원소 함량에서 세일 지역이 높고 화강암 지역이 낮았다. 1, 2, 3년생의 비교시, 화강암 지역에서 높은 원소 함량이 LREE는 1년생이, HREE는 2년생이 높았고, 전 원소가 천매암 지역은 1년생이, 세일 지역은 3년생 토양이 높았다. 일반적으로 세일 지역이 타 지역에 비해 더욱 많은 원소에서 유의성이 높은 상관관계를 보였다.

각각을 살펴보면 평균값에서 높은 원소가 화강암 지역은 LREE, 세일 지역은 HREE, 낮은 원소가 화강암 지역은 HREE, 천매암 지역은 LREE에서 나타났다(Table 1). 화강암과 천매암(화강암/천매암) 지역의 비(Table 1)에서 LREE(1.09-2.53) 및 Tb(1.10)를 제외한 나머지 HREE가 1 이하를 보여 천매암에 비해 화강암 지역은 LREE가 높고, HREE가 낮음을 암시한다. 세일과 천매암(세일/천매암) 지역의 비(Table 1)에서 모든 희토류는 1 이상을 보여 세일 지역이 천매암 지역에 비해 모든 원소에서 높은 함량을 보임을 암시한다.

각 연생을 비교해 볼 때 1, 2년생의 경우 화강암 지역은 LREE, 천매암 지역은 HREE에서 높았고, 3년생은 대부분 원소가 세일 지역에서 높았다. 즉 1년생의 높은 원소 함량이 대부분의 LREE 및 일부 HREE(Tb)에서 화강암 지역이, 그 외 대부분 HREE는 천매암 지역이 높았다. 2년생의 경우 높은 원소 함량이 대부분의 LREE 및 일부 HREE는 화강암 지역이, 그 외 일부 HREE(Ho, Er, Tm, Yb)는 천매암 지역이 높았다. 3년생의 경우 높은 원소 함량이 대부분의 HREE와 LREE는 세일 지역이, 그 외 일부 LREE는 화강암 지역이 높았다.

상관관계에서 세일 지역이 화강암 및 천매암에 비해 높은 유의성의 상관관계를 보였다. 각각을 살펴보면 화강암 지역의 경우(Table 2) Eu-La, Ce, Pr, Nd, Sm, Gd, Dy, Ho 쌍을 제외하고, 대부분 LREE-LREE 쌍 및 HREE-HREE 쌍은 정의 관계, LREE-HREE 쌍 대부분은 부의 상관관계를 보였다.

천매암 지역의 경우(Table 2) La-Ce, Pr, Nd, Sm, Eu,

Table 1. Analytical results of the field soils(S) from the Keumsan area. (unit: ppm)

Soil Type	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
GRS1	204.5248	371.5505	36.7932	128.6411	18.7683	1.6714	11.7050	1.0969	4.3123	0.5693	1.3969	0.1789	1.0885	0.1557
GRS2	83.1063	160.8717	15.2808	54.2074	8.7193	1.3181	5.9846	0.8635	4.6791	0.8466	2.4302	0.3613	2.2933	0.3459
GRS3	89.1508	151.3488	16.0772	57.0880	9.8497	1.6897	6.8780	0.9653	4.7007	0.7873	2.1197	0.2870	1.8849	0.2617
GRS(Av)	125.5940	227.9237	22.7171	79.9789	12.4457	1.5597	8.1892	0.9752	4.5640	0.7344	1.9823	0.2757	1.7556	0.2544
PHS1	52.2964	103.3072	10.2159	38.9484	7.2777	1.5264	6.1050	1.0164	6.0783	1.2282	3.6290	0.5096	3.3848	0.4841
PHS2	50.2698	77.2665	9.4246	34.9221	6.1192	1.2993	4.8739	0.7480	4.4208	0.8806	2.5330	0.3558	2.3788	0.3484
PHS3	48.2587	90.0805	9.7020	36.3444	6.8808	1.4782	5.6503	0.9034	5.2244	1.0315	2.9135	0.4204	2.7037	0.3903
PHS(Av)	50.2750	90.2181	9.7808	36.7383	6.7593	1.4346	5.5431	0.8893	5.2412	1.0468	3.0251	0.4286	2.8224	0.4076
SSS1	42.8882	79.6182	8.7487	32.6947	6.1728	1.3137	4.8928	0.7916	4.7296	0.9412	2.7007	0.3832	2.5433	0.3565
SSS2	39.7261	81.2514	7.8237	28.7749	5.1789	1.0078	4.2589	0.6786	4.0167	0.7996	2.3340	0.3485	2.3127	0.3369
SSS3	85.3559	122.8523	18.3713	71.6710	13.3121	2.9389	11.3226	1.6788	9.6088	1.9197	5.3337	0.7287	4.5801	0.6486
SSS(Av)	55.9900	94.5739	11.6479	44.3802	8.2213	1.7535	6.8248	1.0496	6.1184	1.2201	3.4561	0.4868	3.1454	0.4473
GRS/PHS	2.4981	2.5264	2.3226	2.1770	1.8413	1.0872	1.4774	1.0967	0.8708	0.7016	0.6553	0.6433	0.6220	0.6242
SSS/PHS	1.1137	1.0483	1.1909	1.2080	1.2163	1.2223	1.2312	1.1803	1.1674	1.1656	1.1425	1.1358	1.1144	1.0974

#Alphabet(1, 2, 3) means age of ginseng.

#Abbreviation: GR for granite area, PH for phyllite area, SS for shale area, Av for average value.

Table 2. Correlation coefficients of rare earth elements for the field soils of granite and phyllite areas, Keumsan.

	Granite Area														
	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
La		0.99660	0.99993	0.99995	0.99828	0.50042	0.99486	0.91877	-0.99562	-0.98718	-0.96817	-0.93130	-0.95663	-0.90087	
Ce	0.50981		0.99749	0.99738	0.99006	0.42742	0.98313	0.88314	-0.99994	-0.97069	-0.94427	-0.89814	-0.92940	-0.86206	
Pr	0.64168	0.98695		0.99999	0.99754	0.49041	0.99362	0.91416	-0.99663	-0.98528	-0.96522	-0.92704	-0.95321	-0.89580	
Nd	0.63936	0.98743	0.99999		0.99764	0.49172	0.99379	0.91477	-0.99650	-0.98553	-0.96561	-0.92760	-0.95367	-0.89647	
Sm	0.33916	0.98220	0.93915	0.94018		0.55033	0.99908	0.94034	-0.98842	-0.99484	-0.98118	-0.95106	-0.97207	-0.92477	
Eu	0.20358	0.94606	0.88155	0.88297	0.99008		0.58556	0.80157	-0.41724	-0.63219	-0.70120	-0.78141	-0.73092	-0.82665	
Phyllite Area	Gd	0.36727	0.98740	0.94904	0.94999	0.99955	0.98541		0.95404	-0.98102	-0.99827	-0.98855	-0.96341	-0.98122	-0.94021
Tb	0.42128	0.99499	0.96592	0.96670	0.99606	0.97370	0.99827			-0.87781	-0.97001	-0.98834	-0.99946	-0.99393	-0.99907
Dy	0.51699	0.99997	0.98826	0.98872	0.98060	0.94332	0.98605	0.99412			0.96792	0.94051	0.89314	0.92519	0.85631
Ho	0.56608	0.99777	0.99550	0.99578	0.96748	0.92233	0.97465	0.98611	0.99830			0.99571	0.97750	0.99086	0.95860
Er	0.64459	0.98633	0.99999	0.99998	0.93783	0.87975	0.94784	0.96493	0.98768	0.99513			0.99283	0.99909	0.98085
Tm	0.57933	0.99656	0.99690	0.99713	0.96327	0.91597	0.97090	0.98330	0.99722	0.99987	0.99659			0.99702	0.99710
Yb	0.66498	0.98153	0.99953	0.99943	0.92813	0.86660	0.93890	0.95750	0.98310	0.99211	0.99964	0.99400			0.98825
Lu	0.67748	0.97816	0.99887	0.99872	0.92172	0.85806	0.93296	0.95250	0.97987	0.98985	0.99904	0.99202	0.9999		

Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm를 제외한 나머지 전 원소에서 정의 상관 관계를 보였다. 세일 지역의 경우(Table 3)는 전 원소가 정의 상관 관계를 보였다. 평균값(Table 3)에서 La-Lu를 제외한 전 원소가 유의성이 있는 정의 상관관계를 보였다. 하지만 HREE-HREE와 LREE-LREE 쌍들은 높은 유의성의 상관관계를 보이나 LREE-HREE 쌍은 낮은 유의성의 상관 관계를 보였다.

인삼의 성분과 상관관계

가. 인삼의 평균값 비교

전체적으로 2, 3년생 함량에서 세일 지역이 높았고, 천매암

지역의 전 원소에서 낮았으며, 화강암은 중간 값을 보였다 (Table 4). 상관관계에서 3년생에 비해 2년생에서 더욱 많은 원소가 유의성이 있는 상관관계를 보였다. 연생 차이별 비교에서 세일 지역은 3년생이 높았다.

각각을 살펴보면 평균값에 대한 상대적인 비(Table 4)에서 LREE는 큰 차이가, HREE는 작은 차이가 보였다. 또한 화강암 지역에 대한 천매암 지역의 비(화강암/천매암)는 1.19-10.46였고, La, Pr, Nd, Ce), Gd, Sm, Tb, Dy, Ho, Er, Eu, Tm, Yb, Lu 순서였다. 세일 지역에 대한 천매암(세일/천매암) 지역의 비는 3.42-11.84 였고, La, Pr, Nd, Gd, Ce, Tb, Sm, Dy, Ho, Er, Tm, Lu, Yb, Eu 순서였다.

동일 연생 인삼의 지역적 비교 시 2, 3년생 모두 세일 지

Table 3. Correlation coefficients of the rare earth elements for the field soils of shale areas, Keumsan.

		Shale Area													
		La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Average value	La		0.99545	0.99985	0.99979	0.99874	0.99632	0.99982	0.99915	0.99847	0.99853	0.99874	0.99979	0.99954	0.99999
	Ce	0.96336		0.99367	0.99327	0.98942	0.98362	0.99345	0.99068	0.98867	0.98882	0.98942	0.99328	0.99209	0.95860
	Pr	0.95522	0.99958		0.99999	0.99946	0.99765	0.99999	0.99971	0.99927	0.99931	0.99946	0.99999	0.99991	0.99977
	Nd	0.93624	0.99618	0.99828		0.99957	0.99788	0.99999	0.99979	0.99940	0.99944	0.99956	0.99999	0.99995	0.99969
	Sm	0.85879	0.96474	0.97193	0.98405		0.99937	0.99952	0.99996	0.99999	0.99999	0.99999	0.99956	0.99981	0.99851
	Eu	0.81698	0.94171	0.95103	0.96750	0.99706		0.99778	0.99901	0.99953	0.99950	0.99937	0.99787	0.99847	0.99593
	Gd	0.88767	0.97865	0.98418	0.99287	0.99824	0.99075		0.99976	0.99935	0.99938	0.99952	0.99999	0.99994	0.99972
	Tb	0.83138	0.94997	0.95858	0.97362	0.99868	0.99968	0.99388		0.99990	0.99992	0.99996	0.99979	0.99994	0.99896
	Dy	0.77839	0.91825	0.92929	0.94933	0.99010	0.99795	0.98003	0.99599		0.99999	0.99999	0.99940	0.99969	0.99822
	Ho	0.75239	0.90149	0.91361	0.93586	0.98362	0.99455	0.97119	0.99157	0.99918		0.99999	0.99943	0.99972	0.99828
	Er	0.73773	0.89177	0.90445	0.92789	0.97942	0.99202	0.96573	0.98849	0.99805	0.99976		0.99956	0.99981	0.99851
	Tm	0.67920	0.85117	0.86596	0.89377	0.95931	0.97814	0.94087	0.97253	0.98945	0.99449	0.99656		0.99995	0.99969
	Yb	0.65081	0.83060	0.84632	0.87608	0.94789	0.96953	0.92732	0.96298	0.98322	0.98979	0.99268	0.99928		0.99939
	Lu	0.63677	0.82025	0.83641	0.86708	0.94188	0.96487	0.92029	0.95788	0.97971	0.98701	0.99030	0.99841	0.99983	

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

Table 4. Analytical results of ginsengs(G) from the Keumsan area.

(unit: ppm)

Soil Type	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
GRG2	81.4000	52.1000	6.0050	19.2500	2.6300	0.6330	3.3800	0.3380	1.3200	0.2335	0.6255	0.0590	0.3315	0.0470
GRG3	20.5000	9.8300	2.1900	7.0700	1.3050	0.4960	1.3950	0.1545	0.6180	0.1020	0.2800	0.0295	0.1835	0.0260
GRG2/GRG3	3.971	5.300	2.742	2.723	2.015	1.276	2.423	2.188	2.136	2.289	2.234	2.000	1.807	1.808
GRG(Av)	50.950	30.965	4.098	13.160	1.968	0.565	2.388	0.246	0.969	0.168	0.453	0.044	0.258	0.037
PHG2	4.4400	7.9800	0.9480	3.4400	0.7665	0.2760	0.7900	0.1000	0.4810	0.0895	0.2625	0.0335	0.2195	0.0330
PHG3	5.3050	7.6750	0.8745	3.1600	0.6475	0.3630	0.7200	0.0880	0.4195	0.0805	0.2285	0.0290	0.1915	0.0285
PHG2/PHG3	0.837	1.040	1.084	1.089	1.184	0.760	1.097	1.136	1.147	1.112	1.149	1.155	1.146	1.158
PHG(Av)	4.873	7.828	0.911	3.300	0.707	0.320	0.755	0.094	0.450	0.085	0.246	0.031	0.206	0.031
SSG2	64.1000	64.9500	5.9900	19.8000	3.1950	0.7150	3.8800	0.4095	1.6850	0.3105	0.8615	0.0900	0.5495	0.0775
SSG3	51.2500	25.6500	6.5950	23.2500	4.7600	1.4700	5.0950	0.6745	3.2350	0.6120	1.7150	0.1975	1.2400	0.1910
SSG2/SSG3	1.251	2.532	0.908	0.852	0.671	0.486	0.762	0.607	0.521	0.507	0.502	0.456	0.443	0.406
SSG(Av)	57.675	45.300	6.293	21.525	3.978	1.093	4.488	0.542	2.460	0.461	1.288	0.144	0.895	0.134
GRG2/PHG2	18.333	6.529	6.334	5.596	3.431	2.293	4.278	3.380	2.744	2.609	2.383	1.761	1.510	1.424
GRG3/PHG3	3.864	1.281	2.504	2.237	2.015	1.366	1.938	1.756	1.473	1.267	1.225	1.017	0.958	0.912
SSG2/PHG2	14.434	8.139	6.319	5.756	4.168	2.591	4.911	4.095	3.503	3.469	3.282	2.687	2.503	2.348
SSG3/PHG3	9.661	3.342	7.541	7.358	7.351	4.050	7.076	7.665	7.712	7.602	7.505	6.810	6.475	6.702
GG/PG	10.457	3.956	4.497	3.988	2.783	1.767	3.162	2.620	2.152	1.974	1.844	1.416	1.253	1.187
SG/PG	11.837	5.787	6.905	6.523	5.626	3.419	5.944	5.766	5.464	5.426	5.247	4.600	4.354	4.366

Alphabet: 2 for 2 year and 3 for 3 year.

Abbreviation: GR for granite area, PH for phyllite area, SS for shale area, GG for GRG(Av), PG for PHG(Av), and SG for SSG(Av).

역이 높았고, 천매암 지역이 낮았다(Table 4). 각각을 살펴보면 2년생의 경우 높은 값이 화강암 지역은 La와 Pr이, 세일 지역은 그 외 대부분 원소에서 나타났고, 낮은 값이 천매암 지역의 전 원소에서 나타났다. 3년생의 경우 높은 값이 세일 지역의 전 원소에서 나타났고, 낮은 값이 화강암 지역의 Yb, 천매암 지역의 그 외 원소에서 나타났다.

상관관계에서 2년생에 비해 3년생에서 더욱 많은 원소가

유의성이 있는 상관관계를 보였다(Table 5). 즉 2년생은 La-Yb쌍을 제외한 기타원소와 3년생의 전 원소 쌍에서 유의성이 있는 상관관계를 보였다. 이는 토양의 조성에 관계없이 인삼의 연생이 증가함에 따라 토양으로 부터 서로 필요한 만큼 원소 함량을 흡수하고 있음을 암시한다.

동일 지역 인삼의 연생 차이별 비교(2년/3년)에서 화강암과 천매암 지역은 2년생이, 세일 지역은 3년생이 높았다(Table

Table 5. Correlation coefficients of rare earth elements for the 2 and 3 year ginsengs from the Keumsan area.

		2 Year													
		La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
3 Year	La		0.90787	0.97733	0.97001	0.90472	0.92396	0.93333	0.90545	0.86980	0.84393	0.81521	0.69982	0.60353	0.65662
	Ce	0.97577		0.97605	0.98255	0.99997	0.99919	0.99786	0.99998	0.99653	0.99109	0.98292	0.93483	0.88221	0.91233
	Pr	0.99404	0.99381		0.99948	0.97440	0.98400	0.98818	0.97479	0.95454	0.93838	0.91935	0.83519	0.75866	0.81142
	Nd	0.98937	0.99722	0.99933		0.98113	0.98922	0.99260	0.98146	0.96364	0.94901	0.93153	0.85245	0.77923	0.82025
	Sm	0.98363	0.99923	0.99741	0.99938		0.99887	0.99735	0.99999	0.99712	0.99205	0.98427	0.93745	0.88570	0.91536
	Eu	0.97583	0.99999	0.99384	0.99724	0.99924		0.99968	0.99895	0.99238	0.98494	0.97474	0.91982	0.86261	0.89517
	Gd	0.98261	0.99943	0.99699	0.99917	0.99998	0.99944		0.99747	0.98895	0.98026	0.96879	0.90962	0.84955	0.83362
	Tb	0.97438	0.99998	0.99309	0.99673	0.99896	0.99998	0.99920		0.99699	0.99184	0.98396	0.93685	0.88490	0.91467
	Dy	0.96447	0.99891	0.98752	0.99264	0.99629	0.99889	0.99676	0.99918		0.99874	0.99483	0.96115	0.91837	0.94327
	Ho	0.95685	0.99724	0.98283	0.98894	0.99355	0.99723	0.99417	0.99769	0.99962		0.99868	0.97380	0.93707	0.95875
	Er	0.95532	0.99684	0.98185	0.98816	0.99295	0.99682	0.99359	0.99732	0.99947	0.99999		0.98421	0.95380	0.97210
	Tm	0.94669	0.99424	0.97617	0.98348	0.98925	0.99421	0.99005	0.99489	0.99816	0.99945	0.99961		0.99192	0.99827
	Yb	0.94370	0.99321	0.97414	0.98178	0.98786	0.99318	0.98872	0.99392	0.99757	0.99911	0.99931	0.99996		0.99766
	Lu	0.94586	0.99396	0.97560	0.98301	0.98887	0.99393	0.98968	0.99463	0.99800	0.99936	0.99953	0.99999	0.99998	

4). 각각을 살펴보면 2, 3년생의 비에서 화강암 지역은 1.28-5.30으로 전 원소가 1 이상을 보여, 3년생에 비해 2년생이 높았음을 암시한다. 천매암 지역은 La(0.84) 및 Eu(0.76)를 제외한 나머지 원소들이 1.04-1.16 으로 1 이상을 보여 3년생에 비해 2년생이 높았음을 암시한다. 세일 지역은 대부분 원소들이 거의 1에 가까워 지상, 지하부의 차이가 거의 없음을 암시한다. 하지만 세일 지역은 La(1.25), Ce(2.53)을 제외한 나머지 모든 원소가 0.41-0.91인 1 이하로 대부분 원소가 2년생에 비해 3년생이 높았음을 암시한다.

나. 지상부의 함량 및 상관 관계

전체적으로 연생 차이별 비교에서 화강암 지역은 2년생이, 천매암 지역은 1년생이 높았고, 동일 연생의 비교에서 2년 및 3년생에 관계없이 세일 지역이 높고 천매암 지역이 낮았다. 상관관계에서 연생에 관계없이 대부분 원소 쌍이 정의 관계를 보였고, 2년생에 비해 3년생이 높은 유의성의 상관관계를 보였다.

동일 지역 연생 차이(Table 6)에 대해 각각을 살펴보면 화강암 지역은 1년생의 Eu(0.67 ppm), Dy(0.68 ppm)을 제외한 나머지 원소에서 2년생이 높았다. 천매암 지역은 2년생에 비해 1년생에서 전 원소가 높았다. 2, 3년의 비교에서 화강암 및 천매암 지역은 2년생이, 세일 지역은 3년생이 높았다. 또한 화강암 지역의 경우 3년에 비해 2년생의 전 원소가 높았다. 천매암 지역의 경우 3년생의 La(7.60 ppm), Eu(0.46 ppm)을 제외한 그 외 모든 원소에서 2년생이 높았다. 하지만 세일 지역의 경우 2년생의 La(99.7 ppm), Ce(93.9 ppm), Pr(8.80 ppm), Nd(28.9 ppm), Gd (5.54 ppm)을 제외한 기타 원소에서 3년생이 높았다.

동일 연생의 비교(Table 6)에 대해 각각을 살펴보면 2년생의 경우 화강암 지역의 La, Ce, 세일 지역의 기타 전 원소에서 높았고, 천매암 지역은 전 원소가 낮은 값을 보였다. 3년생의 경우 세일 지역의 전 원소가 높았고, 낮은 값이 화강암 지역의 Tm, Yb, Lu와 천매암 지역의 기타 전 원소에서 나타났다.

상관관계(Table 7)에 대해 각각을 살펴보면 2년생의 경우 유의성 이하의 값을 보이는 La-Tm, Yb, Lu, Lu-Pr, Nd 쌍을 제외한 그 외 원소 쌍에서 정의 상관관계를 보였다. 또한 LREE-LREE 쌍과, HREE-HREE 쌍은 일반적으로 높은 상관관계를 보였다. 3년생은 전 원소 쌍에서 높은 유의성의 정의 관계를 보였다.

다. 지하부의 함량 및 상관 관계

연생 차이별 비교에서 화강암 지역은 2년생이, 천매암 및 세일 지역은 3년생이 높았으며 동일 연생의 비교에서 세일 지역이 높고 천매암 지역이 낮았다. 상관관계에서 전 원소가 유의성이 있는 상관관계를 보였다.

동 지역 연생 차이별 비교(Table 8)에 대해 각각을 살펴보면 화강암 지역의 경우 2년생이 전 원소에서, 천매암 지역의 경우 3년생이 전 희토류 원소가 높았다. 세일 지역의 경우 Ce를 제외한 전 원소가 3년생이 높았다.

타 지역 간 동일 연생의 비교(Table 8)에 대해 각각을 살펴보면 세일 지역이 높고 천매암 지역이 낮았다. 즉 2년생에서 화강암 지역의 La, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, 세일 지역의 Ce, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu에서 높았고, 천매암 지역은 전 원소가 낮았다. 3년생의 경우는 세일 지역이 전 원소에서 높았고, 화강암 지역의 Lu, 천매암 지역의 기타 전

Table 6. Compositions of upper parts(U) of the ginsengs from the Keumsan area. (unit: ppm)

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
GRU1	34.9	26.3	3.32	10.9	1.73	0.677	1.86	0.187	0.683	0.108	0.307	0.03	0.187	0.025
GRU2	124.0	70.8	8.24	26.2	3.13	0.67	4.51	0.425	1.63	0.299	0.801	0.07	0.377	0.052
GRU3	29.3	11.2	2.74	8.86	1.61	0.668	1.79	0.197	0.784	0.127	0.345	0.035	0.212	0.03
GRU(Av)	62.733	36.1	4.767	15.32	2.157	0.672	2.72	0.27	1.032	0.178	0.484	0.045	0.259	0.036
GRU2/GRU3	4.232	6.321	3.007	2.957	1.944	1.003	2.520	2.157	2.079	2.354	2.322	2.000	1.778	1.733
PHU1	26.4	20.2	3.58	12.7	2.37	0.663	2.38	0.276	1.18	0.214	0.639	0.076	0.504	0.072
PHU2	6.72	11.4	1.44	5.29	1.18	0.4	1.21	0.153	0.732	0.136	0.397	0.049	0.325	0.049
PHU3	7.6	10.1	1.19	4.24	0.85	0.458	0.96	0.114	0.533	0.101	0.283	0.036	0.232	0.033
PHU(Av)	13.573	13.9	2.07	7.41	1.467	0.507	1.517	0.181	0.815	0.15	0.44	0.054	0.354	0.051
PHU2/PHU3	0.884	1.129	1.210	1.248	1.388	0.873	1.260	1.342	1.373	1.347	1.403	1.361	1.401	1.485
SSU2	99.7	93.9	8.8	28.9	4.28	0.874	5.54	0.561	2.26	0.425	1.18	0.12	0.707	0.099
SSU3	63.4	35.3	7.55	26.2	4.94	1.66	5.51	0.68	3.18	0.601	1.69	0.186	1.16	0.17
SSU(Av)	81.55	64.6	8.175	27.55	4.61	1.267	5.525	0.621	2.72	0.513	1.435	0.153	0.934	0.135
SSU2/SSU3	1.573	2.660	1.166	1.103	0.866	0.527	1.005	0.825	0.711	0.707	0.698	0.645	0.609	0.582
GRU2/PHU2	18.452	6.211	5.722	4.953	2.653	1.675	3.727	2.778	2.227	2.199	2.018	1.429	1.160	1.061
SSU2/PHU2	14.836	8.237	6.111	5.463	3.627	2.185	4.579	3.667	3.087	3.125	2.972	2.449	2.175	2.020
GRU3/PHU3	3.855	1.109	2.303	2.090	1.894	1.459	1.865	1.728	1.471	1.257	1.219	0.972	0.914	0.909
SSU3/PHU3	8.342	3.495	6.345	6.179	5.812	3.624	5.740	5.965	5.966	5.950	5.972	5.167	5.000	5.152
GRU/PHU(AV)	10.457	3.956	4.497	3.988	2.783	1.767	3.162	2.620	2.152	1.974	1.844	1.416	1.253	1.187
SSU/PHU(AV)	11.837	5.787	6.905	6.523	5.626	3.419	5.944	5.766	5.464	5.426	5.247	4.600	4.354	4.366

Alphabet: 1 for 1 year, 2 for 2 year and 3 for 3 year.
 # Abbreviation: GR for granite, PH for phyllite and SS for shale areas.

Table 7. Correlation coefficients of the rare earth elements(upper part) for the 2 and 3 year ginsengs from the Keumsan area.

		2 Year													
		La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
3 Year	La		0.89048	0.96484	0.95468	0.84014	0.80153	0.91011	0.86228	0.81374	0.79767	0.76308	0.57944	0.43664	0.37051
	Ce	0.93682		0.97877	0.98556	0.99492	0.98583	0.99898	0.99828	0.98909	0.98473	0.97359	0.88683	0.79817	0.75256
	Pr	0.98721	0.98061		0.99934	0.95315	0.93051	0.98702	0.96507	0.93789	0.92814	0.90612	0.77328	0.65775	0.60161
	Nd	0.98102	0.98687	0.99939		0.96350	0.94318	0.99219	0.97394	0.94986	0.94102	0.92086	0.79577	0.68462	0.63017
	Sm	0.97581	0.99064	0.99818	0.99968		0.99771	0.98936	0.99911	0.99890	0.99725	0.99163	0.92885	0.85478	0.81505
	Eu	0.97328	0.99212	0.99744	0.99933	0.99994		0.97726	0.99397	0.99979	0.99998	0.99809	0.95178	0.88792	0.85237
	Gd	0.97504	0.99110	0.99797	0.99959	0.99999	0.99997		0.99462	0.98144	0.97587	0.96230	0.86507	0.77018	0.72208
	Tb	0.96644	0.99524	0.99504	0.99791	0.99923	0.99961	0.99936		0.99602	0.99324	0.98530	0.91239	0.83211	0.78987
	Dy	0.95233	0.99888	0.98879	0.99341	0.99599	0.99694	0.99629	0.99874		0.99963	0.99660	0.94523	0.87821	0.84136
	Ho	0.93944	0.99997	0.98207	0.98806	0.99164	0.99304	0.99208	0.99595	0.99921		0.99847	0.95374	0.89086	0.85572
	Er	0.93695	0.99999	0.98068	0.98693	0.99069	0.99216	0.99115	0.99528	0.99890	0.99997		0.96891	0.91463	0.88303
	Tm	0.92038	0.99902	0.97095	0.97873	0.98360	0.98558	0.98422	0.98994	0.99579	0.99865	0.99900		0.98622	0.97170
	Yb	0.91533	0.99837	0.96783	0.97604	0.98123	0.98335	0.98190	0.98806	0.99455	0.99791	0.99835	0.99992		0.99739
	Lu	0.91522	0.99835	0.96776	0.97598	0.98118	0.98329	0.98184	0.98802	0.99452	0.99789	0.99833	0.99992	0.99999	

원소에서 낮았다.

상관관계(Table 9)에 대해 각각을 살펴보면 2, 3년생에 관계없이 전 원소가 유의성이 높은 정적 상관관계를 보였다. 하지만 지상부 부분과 비교했을 때 뿌리 부분이 더욱 높은 유의성의 상관관계를 보여 뿌리 부분에서 흡수되는 원소들 사이에서 더욱 좋은 상관성을 보임을 암시한다.

라. 지상, 지하부의 비교

전체적으로 연생 및 지역에 관계없이 지상부가 높은 원소 함량을 보였고, 이런 경향은 천매암 지역의 2년생에서 가장 높았다. 지상, 지하부에 대한 LREE 비가 HREE 비에 비해 컸고 동일 지역 연생 비에서 3년생에 비해 2년생이 높았다. 타 지역 동일 연생의 비교에서 2년 및 3년생에 관계없이 천매암 지역은 대부분 원소가 지상부에서 높았음을 암시한다.

Table 8. Compositions of root parts(R) of the ginsengs from the Keumsan area. (unit: ppm)

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
GRR2	38.8	33.4	3.77	12.3	2.13	0.596	2.25	0.251	1.01	0.168	0.45	0.048	0.286	0.342
GRR3	11.7	8.46	1.64	5.28	1	0.324	1	0.112	0.452	0.077	0.215	0.024	0.155	0.222
GRR(Av)	25.250	20.930	2.705	8.790	1.565	0.460	1.625	0.182	0.731	0.123	0.333	0.036	0.221	0.332
GRR2/GRR3	3.316	3.948	2.299	2.330	2.130	1.840	2.250	2.241	2.235	2.182	2.093	2.000	1.845	1.909
PHR2	2.16	4.56	0.456	1.59	0.353	0.152	0.37	0.047	0.23	0.043	0.128	0.018	0.114	0.317
PHR3	3.01	5.25	0.559	2.08	0.445	0.268	0.48	0.062	0.306	0.06	0.174	0.022	0.151	0.124
PHR(Av)	2.585	4.905	0.508	1.835	0.399	0.210	0.425	0.055	0.268	0.052	0.151	0.020	0.133	0.121
PHR2/PHR3	0.718	0.869	0.816	0.764	0.793	0.567	0.771	0.758	0.752	0.717	0.736	0.818	0.755	0.708
SSR2	28.5	36	3.18	10.7	2.11	0.556	2.22	0.258	1.11	0.196	0.543	0.06	0.392	0.156
SSR3	39.1	16	5.64	20.3	4.58	1.28	4.68	0.669	3.29	0.623	1.74	0.209	1.32	0.212
SSR(Av)	33.800	26.000	4.410	15.500	3.345	0.918	3.450	0.464	2.200	0.410	1.142	0.135	0.856	0.334
SSR2/SSR3	0.729	2.250	0.564	0.527	0.461	0.434	0.474	0.386	0.337	0.315	0.312	0.287	0.297	0.264
GRR2/PHR2	17.963	7.325	8.268	7.736	6.034	3.921	6.081	5.340	4.391	3.907	3.516	2.667	2.509	2.471
SSR2/PHR2	13.194	7.895	6.974	6.730	5.977	3.658	6.000	5.489	4.826	4.558	4.242	3.333	3.439	3.294
GRR3/PHR3	3.887	1.611	2.934	2.538	2.247	1.209	2.083	1.806	1.477	1.283	1.236	1.091	1.026	0.917
SSR3/PHR3	12.990	3.048	10.089	9.760	10.292	4.776	9.750	10.790	10.752	10.383	10.000	9.500	8.742	8.333
GR/PR	9.768	4.267	5.330	4.790	3.922	2.190	3.824	3.330	2.728	2.379	2.202	1.800	1.664	1.561
SR/PR	13.075	5.301	8.690	8.447	8.383	4.371	8.118	8.505	8.209	7.951	7.560	6.725	6.460	6.537

Alphabet: 2 for 2 year and 3 for 3 year.

Abbreviation: GR for granite, PH for phyllite and SS for shale areas, GR for GRR(Av), PR for PHR(Av), and SR for SSR(Av).

Table 9. Correlation coefficients of the rare earth elements(root part) for the 2 and 3 year ginsengs from the Keumsan area.

		2 Year													
		La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
3 Year	La		0.93917	0.99413	0.99062	0.96477	0.98114	0.96585	0.95377	0.92867	0.90099	0.88176	0.84881	0.78789	0.80316
	Ce	0.99806		0.97081	0.97730	0.99644	0.98784	0.99609	0.99897	0.99957	0.99519	0.99013	0.97876	0.95147	0.95893
	Pr	0.99957	0.99579		0.99959	0.98757	0.99629	0.98821	0.98069	0.96334	0.94263	0.92761	0.90102	0.84988	0.86289
	Nd	0.99772	0.99158	0.99927		0.99168	0.99835	0.99220	0.98590	0.97065	0.95183	0.93796	0.91311	0.86467	0.87706
	Sm	0.99409	0.98539	0.99685	0.99915		0.99743	0.99999	0.99924	0.99354	0.98339	0.97480	0.95800	0.92216	0.93161
	Eu	0.98321	0.96993	0.98815	0.99328	0.99721		0.99772	0.99388	0.98285	0.96786	0.95631	0.93499	0.89207	0.90317
	Gd	0.99293	0.98361	0.99600	0.99868	0.99995	0.99792		0.99907	0.99306	0.98263	0.97387	0.95681	0.92055	0.93010
	Tb	0.98746	0.97571	0.99168	0.99587	0.99877	0.99969	0.99922		0.99721	0.98972	0.98276	0.96846	0.93654	0.94508
	Dy	0.98212	0.96849	0.98724	0.99259	0.99676	0.99998	0.99752	0.99952		0.99764	0.99382	0.98436	0.96011	0.96685
	Ho	0.97881	0.96415	0.98441	0.99040	0.99526	0.99974	0.99620	0.99886	0.99986		0.99910	0.99414	0.97705	0.98211
	Er	0.97807	0.96320	0.98378	0.98990	0.99491	0.99966	0.99588	0.99869	0.99979	0.99999		0.99783	0.98521	0.98922
	Tm	0.97514	0.95944	0.98124	0.98787	0.99344	0.99920	0.99455	0.99789	0.99942	0.99985	0.99991		0.99435	0.99671
	Yb	0.97371	0.95763	0.97999	0.98687	0.99269	0.99893	0.99386	0.99746	0.99918	0.99972	0.99980	0.99998		0.99968
	Lu	0.97088	0.95407	0.97751	0.98483	0.99115	0.99830	0.99245	0.99652	0.99862	0.99936	0.99948	0.99983	0.99993	

각각(Table 10)을 살펴보면 지상, 하부(지상부/지하부) 비에 서 화강암 지역 2년생의 경우 1.12-3.19 범위이고, 감소 순서 는 La, Pr, Nd, Ce, Gd, Er, Ho, Tb, Dy, Sm, Tm, Yb, Lu, E 였다. 3년생은 1.32-2.50 범위이고, 감소 순서는 La, Eu, Gd, Tb, Dy, Nd, Pr, Ho, Sm, Er, Tm, Yb, Lu, Ce 였다. 천매암 지역 2년생의 경우 지상, 지하부의 비는 2.50-3.34 범위이고, 감소 순서는 Sm, Nd, Gd, Tb, Dy, Ho, Pr, La, Er), Lu, Yb, Tm, Eu), Ce 였다. 3년생은 1.38-2.53

범위이고, 감소 순서는 La, Pr, Nd, Gd, Ce, Sm, Tt, Dy, Eu, Ho, Tm, Er, Yb, Lu 였다. 세일 지역 2년생의 경우 비는 1.57-3.49 범위이고, 감소 순서는 La, Pr, Nd, Ce, Gd, Tb, Er, Ho, Dy, Sm, Tm, Yb, Lu, Eu 였다. 3년생 은 0.80-2.20 범위이고, 감소 순서는 Ce, La, Pr, Eu, Nd, Sm, Gd, Tb, Er, Dy, Ho, Tm, Yb, Lu 였다. 즉 지상, 지하부의 차이가 LREE에서 컸음을 암시한다

동일 지역 타 년생의 지상, 지하부 비(Table 10)에 대해

Table 10. Relative ratios between the Upper part(U) and Root part(R) of the ginsengs from the Keumsan area.

Ratio	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
GRU2/GRR2	3.196	2.120	2.186	2.130	1.469	1.124	2.004	1.693	1.614	1.780	1.780	1.458	1.318	1.238
GRU3/GRR3	2.504	1.324	1.671	1.678	1.610	2.062	1.790	1.759	1.735	1.649	1.605	1.458	1.368	1.364
PHU2/PHR2	3.111	2.500	3.158	3.327	3.343	2.632	3.270	3.255	3.183	3.163	3.102	2.722	2.851	2.882
PHU3/PHR3	2.525	1.924	2.129	2.038	1.910	1.709	2.000	1.839	1.742	1.683	1.626	1.636	1.536	1.375
SSU2/SSR2	3.498	2.608	2.767	2.701	2.028	1.572	2.495	2.174	2.036	2.168	2.173	2.000	1.804	1.768
SSU3/SSR3	1.621	2.206	1.339	1.291	1.079	1.297	1.177	1.016	0.967	0.965	0.971	0.890	0.879	0.802

Alphabet: 2 for 2 year and 3 for 3 year.

Abbreviation: GR for granite, PH for phyllite and SS for shale areas.

Table 11. Relative ratios between the soils(S) and each parts(Upper part, U, Root part, R) of ginsengs from the Keumsan area.

Ratio	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
GRS1/GRU1	5.860	14.127	11.082	11.802	10.849	2.469	6.293	5.866	6.314	5.272	4.550	5.962	5.821	6.228
GRS2/GRU2	0.670	2.272	1.854	2.069	2.786	1.967	1.327	2.032	2.871	2.831	3.034	5.162	6.083	6.651
GRS2/GRR2	2.142	4.817	4.053	4.407	4.094	2.212	2.660	3.440	4.633	5.039	5.400	7.528	8.019	8.235
GRS2/GRAv2	1.021	3.088	2.545	2.816	3.315	2.082	1.771	2.555	3.545	3.626	3.885	6.125	6.918	7.359
GRS3/GRU3	3.043	13.513	5.868	6.443	6.118	2.529	3.842	4.900	5.996	6.199	6.144	8.199	8.891	8.724
GRS3/GRR3	7.620	17.890	9.803	10.812	9.850	5.215	6.878	8.618	10.400	10.224	9.859	11.956	12.161	11.896
GRS3/GRAv3	4.349	15.397	7.341	8.075	7.548	3.407	4.930	6.248	7.606	7.718	7.570	9.727	10.272	10.066
PHS1/PHU1	1.981	5.114	2.854	3.067	3.071	2.302	2.565	3.683	5.151	5.739	5.679	6.705	6.716	6.724
PHS2/PHU2	7.481	6.778	6.545	6.602	5.186	3.248	4.028	4.889	6.039	6.475	6.380	7.262	7.319	7.109
PHS2/PHR2	23.273	16.944	20.668	21.964	17.335	8.548	13.173	15.915	19.221	20.480	19.789	19.768	20.867	20.492
PHS2/PHAv2	11.322	9.683	9.942	10.152	7.983	4.707	6.170	7.480	9.191	9.839	9.649	10.622	10.837	10.556
PHS3/PHU3	6.350	8.919	8.153	8.572	8.095	3.227	5.886	7.925	9.802	10.213	10.295	11.677	11.654	11.827
PHS3/PHR3	16.033	17.158	17.356	17.473	15.463	5.516	11.772	14.571	17.073	17.192	16.744	19.109	17.906	16.263
PHS3/PHAv3	9.097	11.737	11.094	11.501	10.627	4.072	7.848	10.266	12.454	12.814	12.750	14.496	14.119	13.695
SSS2/SSU2	0.398	0.865	0.889	0.996	1.210	1.153	0.769	1.210	1.777	1.881	1.978	2.904	3.271	3.403
SSS2/SSR2	1.394	2.257	2.460	2.689	2.454	1.813	1.918	2.630	3.619	4.080	4.298	5.809	5.900	6.016
SSS2/SSAv2	0.620	1.251	1.306	1.453	1.621	1.410	1.098	1.657	2.384	2.575	2.709	3.872	4.209	4.347
SSS3/SSU3	1.346	3.480	2.433	2.736	2.695	1.770	2.055	2.469	3.022	3.194	3.156	3.918	3.948	3.815
SSS3/SSR3	2.183	7.678	3.257	3.531	2.907	2.296	2.419	2.509	2.921	3.081	3.065	3.487	3.470	3.059
SSS3/SSAv3	1.665	4.790	2.786	3.083	2.797	1.999	2.222	2.489	2.970	3.137	3.110	3.690	3.694	3.396

Alphabet: 1 for 1 year, 2 for 2 year and 3 for 3 year.

Abbreviation: GR for granite, PH for phyllite and SS for shale areas, and Av for average value.

각각을 살펴 보면 화강암 지역은 2년생의 La, Ce, Pr, Nd, Gd, Ho, Er, 3년생의 Sm, Eu, Tb, Dy, Yb, Lu에서 높았다. 천매암 지역은 전 원소비가 2년생에서 높았으며, 세일 지역은 2년생의 La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, 3년생의 Yb, Lu에서 높았다. 즉 2년생에서 뿌리에 비해 지상부가 높음을 암시한다.

타 지역 동일 연생의 지상, 지하부 비(Table 10)에서 2년생의 경우 세일 지역의 La, Ce, 천매암 지역의 Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu에서, 3년생의 경우 화강암 지역의 Eu, 천매암 지역의 La, Pr, Nd, Sm,

Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, 세일 지역의 Ce에서 높았다. 즉 천매암 지역의 경우, 대부분 원소가 지상부에서 두드러지게 높았음을 암시한다.

토양과 인삼의 성분 비교

토양과 인삼 평균치의 비교에서 대부분 원소가 인삼에 비해 토양에서 높았다. 원소 번호의 증가에 따라 지그제그 경향을 보이며 감소하는 경향을 보였고 전체적으로 인삼과 토양 사이에 유사한 차이의 변화를 보였다. 또한 각 지역적으로 보

왔을 때 적은 비율 차이가 세일에서, 큰 차이가 천매암 지역에서 나타났다. 또한 지역에 관계없이 토양/지상부 비보다 토양/지하부 비가 컸고, 대체로 LREE 보다 HREE의 비율 차이가 컸다. 전체적으로 2년생에서 3년생으로 나이가 들수록 비율의 차이가 컸고 토양과 인삼의 조성차이가 3년생이 2년생에 비해 컸음을 암시한다.

각각(Table 11)을 살펴보면 화강암 지역 1년생의 경우 토양/인삼 지상부 비는 2.47-14.13 배로 가장 큰 차이가 Ce에서, 가장 작은 차이가 Eu에서 나타났다. 2년생의 경우 토양/인삼 지상부 비 차이가 La(0.67 배)를 제외하고 1.33-6.65배로서, 가장 큰 차이가 Lu에서, 가장 작은 차이가 Gd에서 나타났다. 한편 토양/인삼 지하부 비 차이는 2.14-8.24배로, 가장 큰 차이가 Lu에서, 가장 작은 차이가 La에서 나타났다. 이 비율은 인삼의 지하부가 지상부보다 토양과 큰 차이가 있음을 암시한다. 토양/인삼 평균값 비는 1.02-7.36배로, 가장 큰 차이가 Lu에서, 가장 작은 차이가 La에서 나타났다.

3년생의 경우 토양/인삼 지상부 비 차이는 2.53-13.51배로, 가장 큰 차이가 Ce에서, 가장 작은 차이가 Eu에서 나타났다. 토양/인삼 지하부 비 차이가 5.22-11.89배로, 가장 큰 차이가 Ce에서, 가장 작은 차이는 Eu에서 나타났다. 이 비율은 토양/인삼 지상부 비보다 컸다. 한편 토양/인삼 평균값 비는 3.41-15.39배로, 가장 큰 차이가 Ce에서, 가장 작은 차이가 Eu에서 나타났다.

천매암 지역 1년생 지상부의 토양/인삼 지상부 비는 1.98-6.72 배로, 가장 큰 차이가 La에서, 가장 작은 차이가 Lu에서 나타났다. 2년생의 경우 토양/인삼 지상부 비 차이는 3.25-7.48 배로, 가장 큰 차이가 La에서, 가장 작은 차이가 Eu에서 나타났다. 토양/인삼 지하부 비 차이는 8.55-23.27 배로, 가장 큰 차이가 La에서, 가장 작은 차이가 Eu에서 나타났다. 이 비율은 토양/인삼 지상부 비보다 컸다. 토양/인삼 평균값 비는 4.71-11.32 배로, 가장 큰 차이가 La에서, 가장 작은 차이가 Eu에서 나타났다.

3년생의 경우 토양/인삼 지상부 비 차이는 3.23-11.83 배로, 가장 큰 차이가 Eu에서, 가장 작은 차이가 Lu에서 나타났다. 토양/인삼 지하부 비 차이는 5.52-19.11 배로 가장 큰 차이가 Tm에서, 가장 작은 차이가 Eu에서 나타났다. 이 비율은 토양/인삼 지상부 비보다 컸다. 토양/인삼 평균값 비는 4.07-14.49 배로, 가장 큰 차이가 Tm에서, 가장 작은 차이가 Eu에서 나타났다.

세일 지역 2년생의 토양/인삼 지상부 비에서 1 이하를 보이는 La(0.39 배) Ce(0.87 배), Pr(0.89 배), Nd(0.99 배), Gd(0.77 배)를 제외한 원소가 1.15-3.40 배로, 가장 큰 차이가 Lu에서, 가장 작은 차이가 Sm에서 나타났다. 토양/인삼

지하부 비 차이는 1.39-6.02 배로, 가장 큰 차이가 Lu에서, 가장 작은 차이가 La에서 나타났다. 이 비율은 토양/인삼 지상부 비보다 컸으나 화강암 및 천매암 보다 비율이 작았다. 토양/인삼 평균값 비에서 La(0.62 배)를 제외한 나머지 원소가 1.09-4.35 배로, 가장 큰 차이가 Lu에서, 가장 작은 차이가 Gd에서 나타났다.

3년생의 경우 토양/인삼 지상부 비 차이가 1.35-3.95 배로, 가장 큰 차이가 Yb에서, 가장 작은 차이가 La에서 나타났다. 토양/인삼 지하부 비 차이가 2.18-7.68 배로, 가장 큰 차이가 Ce에서, 가장 작은 차이가 La에서 나타났다. 이 비율은 토양/지상부 비보다 약간 컸으나 화강암 및 천매암 보다 비율이 낮았다. 토양/인삼 평균값 비는 1.67-4.79 배로, 가장 큰 차이가 Ce에서, 가장 작은 차이가 La에서 나타났다.

즉 위 결과 들은 세일 지역 인삼들이 가장 토양의 조성에 가까웠고, 천매암 지역에서 인삼과 토양 사이의 차이가 가장 컸음을 암시한다. 연생에 관계없이 지하부의 함량이 지상부의 함량보다 토양과 큰 차이를 보임을 암시한다. 또한 지상, 지하부에 관계없이 HREE가 LREE 보다 커 토양과 LREE에서 큰 차이를 보임을 암시한다.

요 약

풍화 토양에서 세일 지역이 높고 화강암 지역이 낮았으며, 세일 지역이 화강암 및 천매암 지역에 비해 더욱 많은 원소에서 유의성이 높은 상관관계를 보였다.

인삼의 평균값에서 세일 지역이 높고, 천매암 지역이 낮았다. 지역적 비교에서 세일 지역이 높았고, 3년생이 많은 원소에서 유의성이 높은 상관관계를 보였는데, 이는 인삼이 연생이 증가함에 따라 토양으로 부터 필요한 만큼의 원소를 흡수하고 있음을 암시한다. 인삼의 연생 차이별 비의 비교에서 화강암과 천매암 지역은 2년생이, 세일은 3년생이 높았다.

지상부에 대한 연생 차이별 비교 시 화강암 지역은 2년생이, 천매암 지역은 1년생이 높았다. 동일 연생 비교 시 세일 지역이 높고 천매암 지역이 낮았다. 대부분 원소 쌍에서 정의 상관관계를 보였고, 3년생이 높은 유의성의 상관관계를 보였다. 뿌리에 대한 연생 차이별 비교 시 화강암 지역은 2년생이, 천매암 및 세일 지역은 3년생이 높았다. 동일 연생 비교에서 세일 지역이 높고 천매암 지역이 낮았다. 지상부에 비해 높은 유의성의 상관관계를 보였는데 이는 뿌리 부분에서 흡수되는 원소들 사이에서 좋은 상관성이 있음을 암시한다.

지상부와 뿌리 부분의 비교에서 지상부가 높은 원소 함량을 보이고, 이 경향은 천매암 지역의 2년생에서 가장 높았다. 지상, 지하부의 비에서 LREE가 HREE 보다 커서 지상, 지

하부의 차이가 LREE에서 컸음을 암시하고, 2년생이 대체로 높아 2년생의 지상부가 뿌리에 비해 높음을 암시한다.

토양과 인삼 함량과의 비교에서 거의 대부분 원소가 인삼에 비해 토양에서 높았고, 토양/ 지상부 비보다 토양/지하부 비가 컸다. HREE의 비율 차이가 커서 HREE가 더욱 토양의 조성과의 차이를 보임을 암시한다. 2년에서 3년생으로 갈수록 비율 차이가 커져 토양과 인삼의 조성차이가 나이가 들어감에 따라 커짐을 암시한다. 전체적인 결과들은 세일 지역의 인삼이 제일 토양의 조성에 가까웠고 천매암 지역에서 가장 차이가 컸음을 암시한다.

인용문헌

1. 송석환, 강영립, 김일출: 금산의 화강암 및 함탄질 세일 지역 토양내 식물체의 중금속 함량. *한국자원식물학회지*, **18(2)**, 251-259 (2005).
2. 한국 인삼사 편찬위원회: *한국인삼사* (2002).
3. 이인호, 육창수, 한강완, 박찬수, 박현석, 남기열: 인삼포지의 토양특성이 인삼의 생육 및 수량에 미치는 영향. *고려인삼학회지* **4(2)**, 175-185 (1980).
4. 김영호, 이장호, 오승환, 유인현, 이인호: 폐포지 인삼생육과 인삼생육에 미치는 요인. *고려인삼학회지* **17(1)**, 45-51 (1993).
5. 이종철, 변정수, 안대진, 조재성: 양식묘포 토양의 물리성이 묘삼생육 및 수량에 미치는 영향. *고려인삼학회지* **19(3)**, 287-290 (1995).
6. 이종화, 남기열, 최강주: 고려인삼의 부위별 년근별 성분함량에 관한 연구. *한국식품과학학회지* **10(2)**, 263-268 (1978).
7. 장진규, 이광승, 권대원, 오현근: 고려인삼의 부위별 성분함량. *고려인삼학회지* **11(1)**, 84-89 (1987).
8. 박재규, 전병선, 양재원: 고려 인삼의 화학성분. *식품산업과 영양* **8(2)**, 10-23 (2003).
9. 이용규, 송석환: 금산지역 토양의 화학적 특성과 토양수의 주요 용존 성분. *한국환경관리학회지*, **8(4)**, 443-449 (2002).
10. 송석환, 이용규, 민일식: 금산 인삼의 전이원소 특성. *한국자원 식물학회지*, **16(1)**, 25-33 (2003).
11. 송석환, 민일식: 금산 지역 토양별 인삼내 비호정성 원소 특성. *고려인삼학회지*, **28(1)**, 52-59 (2004).
12. 중부대학교 산학연: 금산 인삼 생약의 특성조사와 활용방안. *중소기업청 지원 특정분야조사사업* (2002).
13. Rollinson, H. R.: Using geochemical data: Evolution, Presentation and Interpretation. *Longman Scientific and Technical, New York*. p. 352 (1996)
14. Hoffaman, E.L.: Instrumental neutron activation in geoanalysis. *J. Geochem. Explor.* **44**, 297-319 (1997).