



토양과 인삼의 이화학적 특성과 건강과의 관계

The Correlation between the Physiocochemical Characteristics of Soil and Ginseng

송석환

중부대 환경보건학과 교수

Seok Hwan Song

305, Dongheon-ro, Deokyang-gu, Goyang, Joonbu University, Korea

1. 서언

식물의 이화학적 특성은 특정 식물이 재배되는 토질의 이화학적 특성에 영향을 받을 수 있다. 고려 인삼의 이화학적 성분 차이도 인삼이 재배되는 토양의 지화학적 특성에 좌우될 수 있다. 기 연구들은 토양의 지화학적 성분 차이가 인삼의 이화학적 함량에 영향을 주고 있음을 보여 주고 있음을 언급하고 있다.

한국의 지질은 크게 선캄브리아기의 경기육괴와 영남 육괴, 고생대로 추정되는 옥천대, 중생대의 경상계, 제 3기의 퇴적분지 등이 있고, 이들 지역을 화강암류가 주로 관입하고 있다.

경기육괴와 영남 육괴에는 편마암 및 편암이 주로 분포한다. 옥천 층군은 삼척-제천간의 북동부를 옥천비변성대, 제천-전주간의 서남부를 옥천 변성대로 구분하며, 전자는 변성퇴적암류 및 쇄설성 퇴적암류가, 후자는 변성사질암 및 이질암과 같은 변성퇴적암류 등이 분포하고 있다. 경상분지는 유라기 말과 백악기 초의

육성퇴적층과 화산암류와 화산쇄설성 퇴적암의 호층으로 구성되며, 후기 백악기 내지 제3기 초기의 산성암류로 구성 되어 있다. 육성 퇴적층에는 역암, 사암, 실트암, 셰일 등이 포함된다. 신생대층은 포항, 울진 등지에 분포하며 미고결 사암과 이암, 화산암류 및 응회암으로 구성된다.

한반도 화강암류는 선캄브리아기의 화강암류, 트라이아스기의 송림 변동에 수반된 송림화강암류, 유라기의 대보조산운동에 수반된 대보화강암류, 그 밖에 백악기 중기에서 제 3기초 기간 동안의 불국사화강암류로 크게 4분류된다. 이런 지질학적 환경 차이를 보이는 토양에서 고려 인삼이 재배 되고 있다. 이 결과 토양별 인삼의 무기 화학적 조성 자체에서 차이가 날 수 있으며, 건강에도 다양한 영향을 줄 수 있음을 암시한다. 이런 지질환경과 인류의 건강 문제에 관하여는 수 천 년 전부터 연구가 진행되어 왔었다 기원전 4세기, 그리스의 명의 Hippocrates는 <공기, 물, 토양에 관하여>라는 책에서 환경과 질병의 관계에 대해 논술하고 환경요소가 인류 건강에 끼치는 중요한 영향을 나타냈다. 1860년 Chatin은



Prof. Seok Hwan Song
Joonbu University
305, Dongheon-ro, Deokyang-gu, Goyang, Korea
TEL: +82-31-8754-1613
FAX: +82-31-8075-1520
E-mail: shsong60@naver.com
M.P: 010-3409-9313





지방성 갑상선 종양과 수토 안의 요오드 결핍이 관계가 있음을 증명하였고, 1916년 Black Mckay는 반주치는 불소 함량이 높은 식수의 관계가 있다는 것을 발견했다. 1939년 Shortt는 인도의 마테라스 지방에 불골증이 많다는 것을 발견했다.

중국의 경우 전국시대 초기부터 후한에 이르는 기간 동안 여러 의가들에 의해 정리된 황제내경소문은 기후 수토인자와 인류 건강과의 관계를 기록하고 있다. 신농본초경에는 중국 최초의 약물학에 관한 전문 서적의 하나로서 한 대 이전의 수백 가지의 처방을 수집해 놓았고, 광물로 만든 약제도 40여 종이 기록되어 있다. 당대의 육우는 <다경>에서 지방산 갑상선종과 식수는 서로 관계가 있다고 하였다. 이시진(1518~1598)은 <본초강목>에서 “사람은 지역 물산, 자원과 산천의 기상과 상호 유통이 있고, 미추 수명의 장단이 서로 관련이 있으며, 돌과 풀, 나무는 수토의 특성에 따른다.”라고 하였다. 그 외의 많은 학자들이 수토환경과 인류건강과의 관계, 지하수의 분포, 부존에서 운동에 이르는 환경 수질의 선택, 수질의 처리와 광천수의 분포와 이용에 이르기까지 비교적 깊은 연구와 독특한 견해를 가지고 있었다.

따라서 본 원고에서는 선캠브리아기의 편마암류, 옥천대의 혈암, 중생대의 화강암, 반려암 및 섬록암 자료의 지화학적 분석 자료를 비교해 보았다. 또한 이들의 지화학적 특성 자체가 건강에 대해 어떻게 영향을 주는가에 대해 알아보기 위해 기 연구 자료인 지질환경이 건강에 영향을 줄 수 있음에 대해 수많은 사례를 정리한 임연풍의 의학환경 지구화학(최석원, 김역수 역, 1996)의 연구를 숙독하며, 이들의 아이디어를 한국의 지질과 연관시켜 해석해 보았다.

2. 기존 연구

중국 고대인들은 수토환경과 건강의 관계를 매우 중시하여 “좋은 환경의 사람들은 건강하고 아름답고 오래 살며 나쁜 환경의 사람들은 아름답지 못하고 요절한다”라고 하였다. 관자는 <지원론>에서 “깨끗한 물을 마시면 건강하고 가려움증 등의 병이 적고 근심과 걱정이 없다”고 하였다. 당대의 이길보는 “국수현 석간산 물은

국화잎이 많은데(국수) 물맛이 달고, 곡중에는 30여 호가 살지만 이 물을 마셔 모두 100여 세를 마신 사람은 오래 산다”라고 하였다.

이시진은 “음지에서 흐르는 유독한 물을 마시면 학질에 걸리고 다리힘이 빠진다. 못에 고인 물을 마시면 목병에 걸린다”라고 주장했다. 유건봉은 <장백산홍강지>에서 안강뒷산의 호두나무가 사람을 상하게 할 수 있는데 오랫동안 상중에서 썩어 독기가 물과 함께 골짜기, 도랑 등에 흘러 강에 들어가고 샘물에 들어가 이 산중에 거주하는 사람들은 15~16세 전에 수족이 짧고, 마디에 통증이 생긴다. 부녀자들 중에는 전근병으로 죽는 사람도 많다. 전자가 대골절증이고 후자는 극산병이다.

진대의 갈홍(284~364)을 <포박자>에서 임원현 요씨는 대대로 장수했는데 이사한 후에는 자손이 많이 요절하였다. 의심스러운 것은 그 집이 붉은 우물이어서 파보았더니 옛날사람이 묻은 단사 수십 되를 발견하였다. 현대 관점으로 보면 과량의 수은을 섭취하면 중독된다는 말이된다.

지하수의 분포, 부존 및 운동에 대한 기록으로서 명대의 왕영은 “무릇 우물은 멀리서 지맥으로부터 온 것이 으뜸이고 근처 강이나 호수에서 온 것이 다음이고 도시근처의 도랑에서 오물과 섞인 것은 알칼리수를 이룬다.”고 하였다. 이것은 샘물, 우물물의 수질의 좋고 나쁨과 삼투도중의 오염상황까지 모두 관련이 있다는 것을 의미한다.

지질 환경에서 수질에 대한 기록으로서 당대 유우석는 “사람은 수토에서 살며, 이를 떠나서는 살 수 없다.” “깨끗하고 맑은 샘물을 먹여 병을 치료하고 흐르지 않는 물, 더러운 물, 탁한 물, 미지근한 물을 사용하면 효과가 없을 뿐 아니라 사람을 상하게 한다”라고 하였다. 이시진은 “토층이 두껍고 수심이 깊고 깨끗한 물을 마셔야 한다.”라고 밝혔다.

육우는 <다경>에서 수질을 평가할 때 산의 물(산수)이 으뜸이고, 강물이 그 다음, 우물물이 가장 아래라고 하였다. 또 그는 산수, 석회암지대의 샘물, 석간수, 천천히 흐르는 물이 좋은 물이고, 폭포수, 급하게 흐르고 소용돌이치는 여울물을 오래 마시면 경부에 질병이 생긴다고 하였다. 유건봉은 장백산의 극산병, 대골절병 지대의 특징 및 수원에 대하여 “그 피해자들의 받은 산수를

마셨고 반은 강물을 마셨으며 우물물을 마신자는 없었고 혹 마셨다 하더라도 5척을 넘지 못하였다”고 하였다.

광천수의 연구와 이용에 대한 기록으로서 한 대의 장현은 온천비에는 “병이 있어 온천에 가, 더러움을 닦아내면 사악함을 빨리 제거할 수 있다.”라고 하였다. <수경주>에서는 “대용산 석산 온천은 만병을 치료한다.”라고 하였다. <본초강목>에 여산의 온천에 대해 “여산의 온천은 4개의 구멍이 있는데 사시사철 항상 따뜻하고 가히 달걀을 익힐 수 있는 정도다. 음, 문둥병, 악성 매독 발진 환자가 이 물을 먹거나 목욕하면 열흘 정도 되어 스스로 낫는다.”고 말하였다. 송대 호자의 온천연구서<어은총화>에서 온천을 크게 5가지 즉 유향 온천, 웅황온천, 반석(백반)온천, 주사온천, 비석온천으로 나누고 각 온천의 특징과 효능에 대하여 설명했다.

수질 개량에 대한 기록으로서 명대의 왕영은 “모름지기 끓이고 달이다가 한 번 멈춘 후에 알칼리 성분을 가라앉히고 그런 후에야 쓴다.”라고 하였다. 범중엄은 환경 위생에 상당히 주의하여 “사람이 사는 집에는 반드시 우물이 먼저 있어야 전염병을 피할 수 있다”라고 하였다. <후한서 예의지>에서는 “여름에는 음기가 짝을 띄우기 때문에 날마다 우물물을 갈아 주어야 한다.” 그 뜻은 여름이 되면 우물물에 찌꺼기가 썩어 번질하여 이상한 맛이 나기 때문에 반드시 제때에 우물을 청소하여 수질을 개선해야 한다는 것이다.

수질개선방법으로 이제까지 민간에 오래 전해져 내려오고 있는 것으로 백반, 유향을 이용하여 정수하는 것이나, 홍토를 이용하여 정화시키는 등의 많은 방법이 있다. 연변 조선족 주민 중에는 나무재나 초목의 재를 이용하여 수질을 정화하는 습관을 가지고 있다. 귀납해 보면 수질을 개량, 처리하는 방법은 우물물을 깨끗이 바꾸고 물을 끓이거나 응고 침전, 오물 여과, 살균, 소독 등 몇 개의 방법이다.

3. 암석, 토양, 수질 환경과 질병

많은 학자들이 지질특성과 건강과의 관계를 언급했다. 일부의 연구들은 암석 및 토양이, 특정 중금속이, 건강과 연관성이 있음을 언급하고 있고, 특정 수질이 특정 질병과

연관성이 있음도 언급하고 있다. 기존의 연구들에서는 지방성 불소중독, 충치, 지방선 갑상선 종양은 잘 알려진 생물지구화학 지방병이고, 이 병들의 분포는 넓으며, 피해도 크고, 식수와의 관계도 매우 밀접하다. 이외에, 일부분에 나타나는 생물지구화학 지방병인 비소중독, 셀렌중독, 몰리브덴중독, 카드뮴중독 등 중요한 이론적 가치와 실제적 의의를 가진다. 각각에 살펴보면 아래와 같다.

1) 암석 및 토양과 질병

1916년 Bernadskij는 생물체의 화학 원소와 지각의 화학원소 사이에는 상관관계가 있다고 주장했다. 1938년 Vinogradov는 “생물지구화학성”의 학설을 제출하여 장차 지구화학과 생물과학의 긴밀한 결합을 유도했다. 1970년 Kovalskij는 지구화학 생태학의 개념을 언급하며, 토양의 어떤 원소의 함량과 식물체내 원소의 임계농도와의 관계를 연구하였다. 1960, 1964년 Warren등은 지질환경과 미량원소와 건강문제에 대한 연구를 했다. 1974년 Cargo는 <의학지질>을 출판하여 지구화학, 소량의 원소와 인체의 건강 문제에 대하여 집중적으로 토의하였다.

1965년 Schroeder는 <미량원소와 인간>이라는 책을 출판하여 생물원소의 주기율, 지구화학환경, 화학원소와 생물진화의 관계에 대하여 정확히 설명하고 또 미량원소와 건강의 관련문제에 대해 토론하였다. 1970년에는 <미량원소와 임상화학>등의 저작에서 미량원소를 이용하여 진단하고 치료하는 등의 문제에 대해 언급했다. Hamilton(1973)은 영국인 혈액내의 60여 종의 원소의 농도를 측정하고 동시에 지각 중의 60여 종의 농도와 비교하여 양자 간에 매우 현저한 관련성이 있다는 것을 발견했다. 이것은 생물체와 지구화학환경 사이에는 화학물질의 교환 및 평형관계가 있다는 것을 나타내는 것이다.

60년대 말에 분자 생물학의 단계에 진입하여 70년대에 원자 생물학의 수준으로까지 발전하였다. 과학자들 생물체내에서 미량원소의 존재 형태와 대사과정 및 그 생물체의 생물학적 작용을 연구하였다. 특별히 미량원소가 효소, 단백질, 핵산, 세포막 등에 대한 생물화학 작용을 중점적으로 연구하였고 생물의 생장, 발육, 유전, 질병, 건강, 노쇠, 사망 등 생물현상과 미량의 원소와의 관계를





연구하였다. 대골절병과에 대해 Urenskii는 러시아 Nerchinskii의 지방지에 Urov 하류에서 사람의 골격 발육 장애인 기형 난쟁이가 발견하여 “Urov병”이라 명명하였다. 한 세기 동안 많은 학자들이 중국, 러시아, 한국, 일본의 대골절병에 대한 연구를 했다. Kashin(1857), Sakovich(1927), Vinogradov(1935~1938), Sergeevskii(1941), Hobchiev(1950~1960)는 병구의 물이 Cu, Pb, Zn, Mo, Mn 등 금속원소함량도 높아 이것이 모두 병을 일으키는 주요한 원인이라고 생각하였다. Urenskii는 병구의 식수에 Fe와 유기질의 함량이 많다고 하였다.

영국 의사 Hariland(1868)는 잉글랜드 웨일즈지구 위암의 분포가 지형, 암석의 성질과 관계가 있는 것을 발견했다. Stock(1930)는 웨일즈 지역의 암의 분포에 대해 조사에서, 암발생률이 북부는 높고, 동남부는 낮다는 것을 발견했다. Durand(1950) 등은 네덜란드의 위암과 토양과의 관계를 연구하였고, Voison(1959)은 많은 자료를 종합하여 <토양, 초지와 암>이라는 책을 출판하여 지구화학의 입장에서 위암의 분포와 발병원인을 논술하였다.

2) 수토요소와 질병

1950년 도변은 일본의 뇌출혈과 수토 요소과 유관하다는 것을 처음으로 발견하였고 소림순(1959)은 전국 단위로 연구하여 도변의 결론을 증명했다. 고고영차(1968)는 유럽과 일본의 뇌일혈에 대한 비교 연구를 통해 유사한 결과를 얻었다. Schroeder(1960)은 소림순의 영향을 받아 미국에서 연구를 수행했다. 미국에서 심혈관병 사망률이 식수의 경도와 현저한 반비례관계를 나타냈다. 그 이후 매우 많은 국가들이 이와 같은 방법으로 식수경도와 심혈관병 사망률관계의 연구를 하였다.

이 후 Morris(1960), Biorck(1965), Biersetker(1967), Crawford (1968, 1971), FArđver등 (1971), Sharrett(1979), Masironi(1964, 1979) 등이 미국, 영국, 스위스, 네덜란드, 핀란드, 캐나다 등에 대한 연구를 통해, 심혈관병 사망률과 식수 경도간에 현저한 반비례관계가 나타나는 것을 발견했다. Masironi 등(1975)이 북위 45도~68도 사이 2000km의 범위에서 심혈관병 사망률이 위도가 증가함에 따라 증가하나, 물의 경도는 감소한다는

것을 발견했다. 또한 선캠브리아계 지층의 심혈관병 사망률이 중생대지층의 심혈관 병 사망률보다 높다고 보고했다.

4. 암석권의 화학조성 특징

지질학적 과정 중에서, 화학원소는 여러 차례의 새로운 분포를 하는데, 이 과정 중, 특정 원소는 특정 암석 혹은 지층 중에 농축된다. 예로 석회암 지층에 Ca와 C, 석고지층에 S, Ca, Ba, Sr, 제 2차 생화학 퇴적지층 중에 K, Na, Mg, Fe, Mn, P 등의 원소가 농집한다. 고생대 이전의 지층은 강한 풍화작용을 거쳤기 때문에 Fe, Al, SiO₂가 잔류되어 있다. 토양과 암석 중의 원소의 클라크수를 대비하면 곧 N, B, I, Br 등의 원소가 토양 중에 뚜렷한 농집 경향이 있음을 알 수 있다. 아래에 원소의 형태에 따른 특성들을 정리하였다.

1) 원소의 구분

Goldschmidt는 원소를 친기원소, 친석원소, 친동원소와 친철원소의 4종류로 나누었다.

친기원소는 또 대기권의 원소라고도 하는데, H, He, N, NE, Ar, Kr, Xe, Rn이 여기에 속하며, 대체로 바자성에 속하고 원소상태로 대기권중에 존재한다.

친석원소는 암석의 주요 원소를 구성한다. B, F, Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Rb, Y, Nb, Cs, Ba, Hf, Ta, Ac, RA, U 등 35종의 원소를 포함한다. 이들 대부분은 원자의 최외곽에 8개 전자를 가지고, 자성을 띤다. 대다수의 원소가 산화물과 산소를 포함하는 산염을 형성한다.

친동원소는 S, Cu, Zn, Ga, Ge, As 등 20 여 종을 포함한다. 대부분 최외각 전자가 18개이고, 역자성이다. 이들은 S, Se, Te와 친화력이 강하고, 복잡한 황화물을 형성한다. 그 중 Au, Ag, Bi, As는 자연계에서 자연원소 상태로 존재할 수 있다.

친철원소는 C, P, Fe, Co, Ni, Mo, Ru, Re, Os, Ir 등이 있다. 최외각 전자껍질은 모두 전자로 가득 채워져 있지 않아 과도형 이온에 속하며 자성을 띤다. 이들은 C, P, As, Fe, Sb 등의 원소와 친화력을 가지고 있어, 그와 관계가

있는 화합물을 형성한다. 그 중 Ir, Rn, Pt등은 자연원소 상태로 존재하기도 한다.

2) 원소의 형태

지구 중 자연계에서 존재하는 원소 형태에는 산화물, 황화물과 자연원소의 3 종류가 있다.

산화물은 지구 총중량의 90 % 이상을 차지한다. 산소와 함께 화합물 원소의 절대 부분을 차지하며 모두 친석원이다. 원소로 K, Na, Ca, Mg, Al, Si 등이 있다.

황화물의 화합물에 As화합물, Sb화합물, Se화합물, Te화합물 등이 있다. S, As Sb의 전하는 서로 비슷하다. 상호작용할 때, S는 배위원자 결합의 공급체가 되어 $[AsS_3]^{2-}$, $[SbS_3]^{2-}$ 등 복잡한 황화물을 형성한다. S의 농도가 As, Sb보다 작을 때 As, Sb는 S와 관계없이 직접 일련의 중금속이온과 더불어 화합물을 형성한다. 예를 들어 스페릴라이트(PtAs₂), NiSb광물, 니콜라이트 광물 등이 있다. As, Sb와 S의 농도가 대체로 서로 같을 때 곧 쉽게 전하와 이온경도가 모두 비교적 큰 백금족 원소와 결합하여 스페릴라이트 광물 등을 만든다.

자연계에서 자연원소 상태의 원소를 나타내는 것으로는 Au, Ag, Hg, Ca, Pb, As, C, P 등이 있다. 이온반경의 증가는 매우 적고 외층전자가 쉽게 이동되지 않으며, 전리성이 높고 화학적으로 안정하다. 그래서 자연원소 상태로 존재할 수 있다.

3) 풍화각에서의 원소 이동

지구 화학 작용을 연구하는 주요 내용의 하나는 바로 원소의 이동 특성을 연구하는 것이다.

원소는 공기, 물, 생물을 매개체로 이동된다. 공기 이동의 원소로 O, H, N, C, I가 있고, 기체상태분자의 형식으로 이동된다. 물 이동 원소는 이온, 착이온, 분자, 교질(콜로이드)등의 상태로 천연수 중에서 이동되는 원소를 가리킨다. 대부분이 물이동 원소에 속하며, 중요한 것으로는 Cl, Ca, Na, Cu, Co, Mn, Si, P 등이 있다. 공기이동원소도 이동될 수 있다.

각각의 원소 성질은 이동능력에 대하여 매우 중요한 영향을 미친다. 이런 성질로 원자(이온)의 화학결합, 전자이온가, 전기음성도, 이온반경, 이온세기가 있다.

첫째 화학결합이 있다. 분자 혹은 원자단 중에서,

혹은 원자 중에서 원자단을 형성할 때, 각종 원소 간에 전자결합 관계로 인한 상호결합을 화학결합이라고 부른다. 이온결합과 공유결합이 있다. 이온결합은 양이온과 음이온 간의 정전 인력에 의해 생성되는 화학결합이다. 이온 간의 인력이 비교적 강하기 때문에 일반적 상황에서 화학성질은 비교적 안정되어 이동에 불리하다. 이온결합으로 형성된 화합물은 자연계에서 그 분포가 매우 넓다. 두 개 원자가 결합할 때, 공통으로 가지고 있는 전자를 형성하여 만드는 화학결합을 공유결합이라 한다. 공유원자 결합으로 형성한 화합물은 그 전자수가 많으면 많을수록 흡인력이 더욱 강해져서 화학성질도 더욱 안정되므로 이동에 불리하다.

둘째 전기음성도가 있다. 원자가 상호작용할 때, 외각전자를 새로이 분배하는데, 이때 원자의 전자 흡인능력 크기를 원자의 전기음성도라고 한다. 원소의 전기음성도는 원자가 전자를 흡수하는 능력을 카리킨다. 보통 Li의 전기음성도를 1로 표준하여 기타 원소의 전기음성도와 비교된다. 전기음성도가 높을수록 원소가 전자를 흡수하는 능력이 강해지고, 비금속성이 더욱 강해져서 음이온을 형성하고, 전자의 원소는 항상 강한 산화제를 구성할 수 있다. 전기음성도가 약할수록 원소가 전자를 잃는 능력이 강해지고 금속성이 강해져 양이온을 형성하고, 전자를 방출하는 원소는 강한 환원제를 만들 수 있다. 전기음성도 차이가 비교적 큰 원소가 상호작용할 때, 전기음성도가 높은 것은 음이온이 되고 전기음성도가 낮은 것은 양이온이 되어 전형적인 이온결합 화합물을 형성한다. 화학 결합에서 극성의 강약은 원소의 전기음성도의 크기와 관련이 되어 있다.

셋째 원자기가 있다. 일종의 원소의 원자와 일정한 수의 기타 원소의 원자개로 화합하는 성질을 원소의 원자기라고 한다. 이온 결합으로 서로 화합한 화합물의 용해도는 화합물 이온을 형성하는 원자기와 반비례를 이룬다. 원자기가 높을수록 용해도는 낮아진다. Na₂SO₄등 1 개의 알칼리금속 화합물은 매우 쉽게 용해되고, CaCO₃ 등 2 개의 알칼리금속 화합물은 비교적 어렵게 용해되며, Fe₂O₃, Al₂O₃ 등 3개의 화합물은 용해가 더욱 어렵다. 음이온도 비슷한 규칙이 있다. 염소화합물(Cl⁻)은 황산염(SO₄²⁻)에 쉽게 용해되고 황산염은 인산염(PO₄³⁻)에 비해 쉽게 용해된다. 동일 원소의 기타 화합기는 다르며, 이동능력도 다르다. 저가 원소의 화합물의 이동능력은 고가 원소의





화합물보다 크다.

넷째 원자 반경과 이온 반경이 있다. 원자 혹은 이온은 화합물 결정격자 안에서 하나의 전자장을 형성하는데, 이 전자장은 일정한 공간 범위를 가지고 있으며, 이 반경은 이온반경 혹은 원자반경이라 한다. 일반적으로 음이온 반경이 양이온 반경보다 크고, 동일원소의 다른 가 이온은 그 반경이 다른데, 고가 이온의 반경은 작고, 저가 이온의 반경은 크다. 동일원소의 양이온 반경은 원자가에 따라 증가하거나 감소한다. 원자반경 혹은 이온반경은 토양의 양이온에 대한 흡착능력과 화합물의 용해도에 영향을 준다. 토양의 동가 양이온에 대한 흡착능력은 이온 반경에 따라 증대되거나 감소된다.

다섯째 이온세기가 있다. 이온세기는 이온의 전자가와 이온 반경의 비율이다. 이온세기의 높고 낮음은 천연수의 산염기도와 합성이온(착이온)을 형성하는 능력에 영향을 준다. 원소의 이동 강도에 대해서도 중요한 역할을 한다. 이온세기가 높을수록 물 분자의 극화가 쉽게 일어난다. 따라서 화합물의 물 분해 작용이 강하게 진행된다. 물 분해 작용은 바로 화합물과 물 분자가 반응하여 일어나는 분해 작용이다. 이온 세기가 낮은 양이온, 즉 K, Na, Ca 등은 실제 물 분해 작용을 일으킬 수 없고 항상 물과 화합한 이온으로 수중에 존재하여 용액으로 하여금 강염기성을 띠게 한다. 이온세기가 높은 양이온이 용액 중에서 존재하는 형식은 용액의 pH에 달려 있다. pH가 낮을 때, H⁺는 O를 흡수해 금속 원소로 하여금 이온 상태로 존재하게 하고, 아울러 용액으로 하여금 약 염기성을 띠게 한다. pH가 높을 때는 O를 흡착하여 SiO₄³⁻ 등과 같은 착이온을 형성하며, 용액으로 하여금 약산성을 띠게 한다.

여섯째 용해도가 있다. 암석과 광물 중 각종 화합물의 천연수 중에서의 용해도는 원소의 이동 능력을 반영한다. 각종 화합물의 용해도의 크기는 원소 자체의 성질, 다른 하나는 환경매체에 의해 좌우된다. 이온결합을 하고 있는 광물은 보통 공유 결합형의 광물에 비해 용해도가 높아 더욱 쉽게 용해된다. 이온 결합형 광물의 용해도는 이온 반경이 증대되고, 원자가가 내려감에 따라 증가한다. 이와 반대로 이온 반경이 감소하고, 원자가가 높아지면 용해도는 내려간다. 어떤 광물과 기체의 용해도는 온도와 관계가 있다. 용해도는 또한 압력과 관계가 있다. 기체와 많은 광물의 용해도는 압력의 증가에 따라서 증가되고

지표환경에서는 현저히 감소된다.

일곱째 토양의 pH가 있다. 토양은 자체의 pH를 가질 뿐 아니라, 용액의 pH에 대해서도 중요한 영향이 있다. 토양의 pH는 원소의 원자가 상태와 이동 능력에 영향을 준다. 토양 산도는 용액 중에 용해된 각종 유기산염과 무기산염의 형성과 관련이 된다. 토양 중 유기산에는 초산, 레몬산, 개미산, 휴민산, 부비산 등이 있으며, 무기산에는 탄산, 질산, 황산, 인산 등이 있다. 토양에 따라 pH가 다른데, 이런 pH는 일정한 생물 기후 토양대의 특징을 반영한다. 포도줄, 소택토, 홍토는 산성 토양이고, 흑색칼슘토, 회색삼림토, 종려색삼림토는 주로 중성 토양이며, 회갈습토는 염기성 토양이다.

5. 한국 사례에 적용

한반도의 대표적인 지질 현황이 그림 1에 있다.

1) 주 원소 자료

한국의 대표적인 암석들의 주 원소 자료가 표 1에 있다. 금산 대상 탄광 지역 창리층 혈암, 춘천 오탄리의 반려암, 섬록암, 영남육괴의 분천 화강편마암, 정읍 화강암, 여수지역 화강암 중 대표적인 분석결과를 정리해 보았다. 전체적으로 Al₂O₃, Fe₂O₃, MnO, MgO, P₂O₅, TiO₂는 반려암에서 높고 편마암 및 화강암에서 낮았다. CaO는

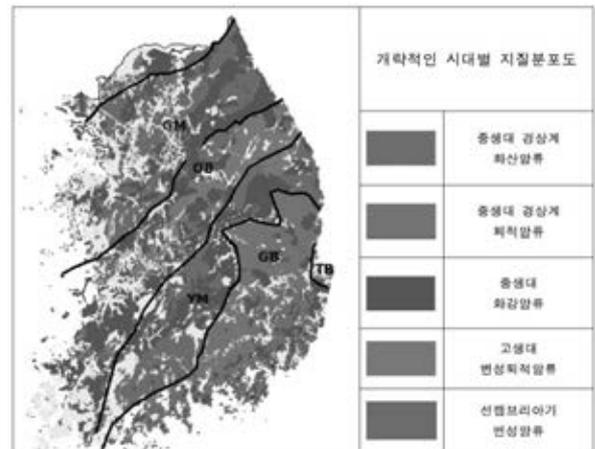


그림 1. 한반도의 개략적인 지질특성. GM:경기 육괴, YM:경기 육괴, OB:옥천대 GB:경상분지, TB: 제 3 기 분지

반려암에서 높고 혈암에서 낮았다. SiO₂는 편마암 및 화강암에서 높고, 반려암에서 낮았다. Na₂O는 편마암 및 화강암에서 높고, 혈암에서 낮았다.

2) 근거

지구상에는 수천 종의 다양한 광물이 존재하고, 모든 암석들은 다양한 광물 조합으로 구성 되어 있다. 각 광물들은 결정 구조에서 유사한 크기를 가지는 원소들이 서로 치환을 이루며, 최종적으로 특정 광물의 화학 조성은 다른 것들과 차이를 보인다. 이 결과 다양한 광물들의 조합으로 이루어져 있는 암석들은 화학 조성에서 차이를 보인다.

고려 인삼의 이화학적 성분 차이는 인삼이 재배되는 토질의 지화학적 특성에 크게 좌우될 수 있다. 기 연구들도 토양의 지화학적 성분 차이가 인삼의 이화학적 함량에 영향을 주고 있음을 언급하고 있다.

이 결과 토양별 인삼의 무기 화학적 조성 자체에서 차이가 날 수 있으며, 사람의 건강에도 다양한 영향을 줄 수 있음을 암시한다. 이런 지질환경이 인간의 건강에 영향을 줄 수 있음에 대한 연구들이 지난 수 천 년 전부터 연구가 진행되어 왔었다.

3) 해석

주 원소의 특성과 이들과 건강과의 관계를 정리해 보았다 (표 1).

규소는 원자번호와 전자수가 14이고 각 껍질의 전자 분포는 K-2, L-8, M-4이다. 지각내의 함량은 산소 다음으로, 281500 ppm (28,2%) 이다. 규산염광물은 용해되기 어려워 천연수안의 SiO₂는 일반적으로 낮다. 고온 다습한 환경 중에는 천연수 중 SiO₂ 함량은 비교적 높고, 건조한 환경에서는 상대적으로 낮다. 규소는 조류 식물 안에 대량으로 농집되고, 화분과 식물에서도 일정량의 규소가 농집이 된다. 규소는 벼의 도복을 예방하여 생산량을 증가 시킨다. 농업에서 규소비료를 많이 사용한다.

규소는 동물에도 필요한 원소로 조류의 깃털 및 골격 발육에 필수적이다. 인체내의 주동맥, 피부, 흉선, 모두 일정한 양의 규소를 함유하고 있는데, 나이가 증가함에 따라 규소의 함량은 현저히 감소하고, 동맥 혈관, 피부 등의 노화를 초래하며 탄성을 잃게 한다. 유행병학적 연구에 따르면 규소함량이 높은 지역에서는 고혈압, 뇌출혈, 발병률이 비교적 높고, 낮은 지역에서는 관상동맥 경화증의 발병률이 낮았다. 성인의 규소 함량은 18 g으로

표 1. 대표적인 국내 암석의 주원소 원소

	창리층 혈암			반려암			섬록암			분천화강편마암				정읍 화강암				여수 화강암			울진 화강암		
	ks9-1	ks9-2	ks2-1	100424	100415	81607	81605	100420	uj7	11Uq	11UJ3	11UJ11	JE1	JE2	JE3	JE4	YC1	YC9	YC10	YC17	UJ26068	2613	
SiO ₂	64.39	66.99	65.88	47.6	46.58	47.13	61	56.92	72.07	74.39	73.86	71.27	68.8	74.5	73	69.6	71.12	71.31	71.56	74.01	68.86	68.95	
Al ₂ O ₃	17.5	14.49	12.91	19	16.15	18.35	19.2	19.24	13.9	13.95	13.18	14.57	16.3	14.4	15	15.9	13.94	13.91	13.85	13.29	16.05	16.07	
Fe ₂ O ₃	4.29	4.12	7.86	9.1	10.16	10.29	5.2	6.59	1.79	1.37	2.8	2.02	2.98	2.03	2.04	3.02	3.17	2.62	2.58	2.58	2.51	2.62	
MnO	0.03	0.05	0.33	0.1	0.13	0.13	0.1	0.05	0.02	0.01	0.02	0.02	0.04	0.02	0.03	0.05	0.06	0.07	0.06	0.07	0.03	0.03	
MgO	2.99	4.23	2.16	5.9	6.93	7.03	1.9	2.29	0.4	0.32	0.64	0.48	1.3	0.49	0.48	1.23	0.38	0.63	0.65	0.31	0.61	0.66	
CaO	0.39	0.57	0.25	9.4	10.76	10.91	4.8	5.19	0.61	1.81	1.87	1.54	3.14	0.88	1.55	1.78	1.31	1.83	2	0.99	2.78	2.88	
Na ₂ O	0.16	1.67	2.61	2.6	2.27	2.29	3.8	4.1	2.25	3.04	2.87	2.87	3.93	2.84	3.88	4.41	5.13	4.21	3.86	4.24	4.07	3.86	
K ₂ O	4.45	2.77	1.85	1.8	1.15	1.21	2.3	2.94	7.15	4.57	3.4	5.42	2.89	4.46	3.76	3.43	3.22	3.3	3.76	3.93	3.65	3.86	
TiO ₂	0.73	0.51	0.37	1.7	1.32	1.32	0.9	1.2	0.18	0.16	0.37	0.25	0.49	0.26	0.26	0.43	0.36	0.36	0.35	0.3	0.44	0.45	
P ₂ O ₅	0.08	0.1	0.08	0.3	0.15	0.15	0.4	0.58	0.13	0.04	0.06	0.04	0.17	0.09	0.1	0.17	0.08	0.09	0.1	0.06	0.13	0.13	

창리층 혈암: 자원환경지질 1997/30(2)/105-116 금산 대상 탄광 지역 산성폐수에 의한 오염, 송석환, 민일식 김명희, 이현구
반려암, 섬록암, 지질학회 2007/43(4)/437-452 춘천 오탄리에 분포하는 각섬석 반려암-섬록암 복합체의 성인, 감관영, 박영록
분천 화강편마암: 지질학회 2004/40(4)/481-499 영남육괴 북동부 죽변지역 선크브리아기 기반암류의 지구화학적 특징, 정창식, 길연우, 김정민, 정연중, 임창복
정읍 화강암: 지구과학학회 2008/29(7)/539-550 정읍영리화강암의 지구화학 및 동위원소 특성과 U-Pb 스핀연대, 정연중, 정창식, 박천영, 신인현
여수지역 화강암: 자원환경지질 2005/38(2)/113-127 한반도 남서부 지역에 분포하는 백악기 화강암류에 대한 지화학적 연구, 위수민, 박세미, 최선규, 유인창
울진 화강암: 한국지구과학학회 2013/34(4)/313-328 영암 육괴 북동부 울진지역 화강암류의 지화학적 특징, 위수민, 김지영, 임성만



주로 뼈, 피부, 폐 인파, 상피 조직과 결합 조직 안에 모여 있고, 비장, 신장, 간 안에도 소량의 규소가 함유 되어 있다.

나트륨 및 칼륨은 자연계에서 함량이 비교적 높고 분포가 넓은 원소이다. 칼륨(Potassium) 은 그리이스어의 Potach에서 유래된 것으로 초목의 재라는 뜻이다. 나트륨과 칼륨은 많은 부분에서 비슷하고, 생물학적 특성이 서로 상관관계를 가지고 있기 때문에 나트륨과 칼륨을 같이 설명하려 한다.

나트륨은 원자수와 전자수가 11이고 각 껍질의 전자 분포는 K-2, L-8, M-1이다. 나트륨의 지각 함량은 23600 ppm(2.36%)이다. 토양 중 나트륨 함량은 0.63%이고, 흥토가 0.08-0.01%로 가장 낮다. 포드졸 토양과 알칼리 토양내의 함량은 비교적 높아, 1.2-1.5% 이거나 이보다 더 높다. 나트륨의 함량이 1.0 % 보다 클 때 식물의 성장에 억제력을 받는다.

칼륨은 원자수와 전자수가 19이고 각 껍질의 전자 분포는 K-2, L-8, M-8, N-1 이다. 지각 함량은 20900 ppm(2.09 %)이다. 토양 중 칼륨 함량은 1.36 %이고, 흥토 중 칼륨 함량은 비교적 낮아서 0.04-0.18 %이고, 포드졸 토양과 알칼리 토양내의 함량은 1.5-2.0 %로 높다. 식물은 칼륨을 필요로 하는데, 작물의 성장에 유용하다.

나트륨 칼륨은 모두 세포 조성세포의 중요한 양이온으로, 세포의 정상 구조와 기능을 유지하는데 중요한 작용을 한다. 칼륨은 세포내에 위치하고 나트륨은 세포밖에 위치하여 세포막을 갈라 놓는데 가수분해 효소 등은 세포막 위에 위치하여 칼륨을 세포위에 흡입 시켜 주며, 나트륨은 세포밖에 배출 시켜서 전해질의 평형을 이루는데 이를 이온 펌프작용이라 한다. 나트륨과 칼륨은 신경세포와 근육 세포 안에서 신경 펄스의 전달을 담당한다.

만약 칼륨이 인체에 부족하거나 인체에 칼륨을 효과적으로 이용할수 없다면 모두 칼륨의 결핍을 야기시켜, 피로, 어지러움, 구토, 식용부진 등의 증상을 보이는 저혈칼륨증을 일으킬 것이다. 심한 경우 골격 근육의 연약, 무력해지고 근육 마비, 심장 근육의 쇠약, 심근 괴사를 일으켜 최후에 사망하게 된다. 전해질(Na, K)의 평형은 심근의 정상적인 활동이 중요한 조건으로 확보되어야 한다. 만약 피의 부족, 산소의 부족, 혹은 갑작스런 자극 등이 일어나며, 칼륨의 과량 손실로 전해질의 편형이 깨질

수 있다. 과량의 칼륨은 수족마비, 지각 이상, 사지 동통, 구역질, 부정맥, 그리고 최후에 사망에 이른다. 나트륨의 만성 축적은 고혈압을 일으킬 수 있으며, 인체에 항상 과량의 나트륨이 섭취되면, 수 십년 후에는 현저하게 축적이 되어 유전되거나 감염되기 쉬워지며, 이로 인하여 고혈압 환자에게 미치는 영향은 매우 크다.

인체에 과량의 나트륨을 섭취하는 것은 내분비 작용과 자율 신경계통의 조절의 작용으로 흡수량과 혈용량을 증대 시켜 삼투압과 혈압을 높인다. 더 나아가 심장의 부담을 가중 시키고, 최종적으로 심장 기능의 악화를 초래한다. 높은 함량의 나트륨은 뇌출혈(뇌일혈) 발생을 가져올 수 있다. 인간과 동물은 나트륨을 비교적 쉽게 흡수하고, 식물은 칼륨을 많이 흡수한다. 그래서 식물에게는 칼륨 비료가 필요하다.

칼슘은 원자번호와 전자수가 20이고 각 껍질의 전자 분포는 K-2, L-8, M-8, N-2이다. 지각내의 함량은 415000 ppm (4.15 %) 이다. 토양 중 칼슘 함량은 1.37%로 지각 중의 함량에 비해 매우 낮은데, 이는 고체 상태 칼슘의 황산염과 탄산의 용해와 이동이 쉽기 때문이다. 즉 지각 내 칼슘의 함량이 비교적 풍부하다 하더라도 많은 토양들은 칼슘이 결핍된 상태이다. 포드졸의 경우는 0.47% 이다. 이러한 환경에서 인류와 기타 생물들은 모두 칼슘이 결핍한 상태에 놓인다. 칼슘결핍은 생태변이와 각종 질병을 야기시킨다. 사람의 골격은 수산화석((Ca5(PO4)3(OH)) 으로 구성되어 있는데, 대략 칼슘의 85-99 % 정도가 골격과 치아에 집중되어 있다. 나머지는 체에 분포되어 있다.

이 칼슘은 세포신진대사 과정 중 구조작용과 촉매 작용을 일으킨다. 다양한 생물학적 기능을 가지고 있다. 칼슘은 세포의 정상적인 삼투압을 유지 할 수 있고, 세포막을 보호 할 수 있게 한다. 전염병 조사 결과를 보면 칼슘이 부족한 지역에서는 관상동맥경화증, 구루병, 근육 마비, 근육 경력 같은 증상이 높게 나타났다. 인체에 칼슘이 부족하면 고혈압과, 골질송취병(뼈가 약해 부러지기 쉬운병)이 발생하기 쉽다. 일부 연구는 칼슘의 인류의 시력과 관계가 있음을 언급하고 있다. 암과의 관계에서 칼슘의 결핍 현상이 결장암, 직장암, 발병율에 영향을 주고 있음도 확인된다. 한편 과잉 섭취는 유해한데, 염화 칼슘, 탄산 칼슘이 인체에 해를 초래하는 농도는 400mg/L 이다.

황산칼슘 농도가 2400mg/L 일 경우에는 쥐의 생장과 번식을 억제할 수 있다. 일부 연구는 식수중의 칼슘의 농도가 100-150 mg/L 일 때 신장염, 신장 결석, 담결석, 관절 염 등의 발병율이 현저하게 높아진다고 밝히고 있다.

철은 원자번호와 전자수가 26이고 각 껍질의 전자 분포는 K-2, L-8, M-14, N-2이다. 지각내의 함량은 56300 ppm(5.63 %) 이다. 부식토에서 철의 함량은 0.35-0.59%로 비교적 낮고, 홍토에서 철의 함량은 9.3% 이다. 지각내 철의 함량은 비교적 높으며, 인체내에서도 비교적 높다. 인체 내 철의 함량은 4-6 g이고, 혈액내에는 2.5 g이 함유 되어 있다. 대략 2/3 철은 헤모글로빈에 존재한다. 1일 사람이 섭취하는 철의 양은 15-25 mg 이다. 철은 중요한 생물학적 기능이 다양하다. 철은 세포의 주요 구성 성분이며, 많은 효소의 활성 부위에 존재한다.

철과, 헤모글로빈, 기흉단백질과 결합하여 산소 운송과 교환에 관여한다. 철은 Fe^{2+} 와 Fe^{3+} 두 종류의 원자 형태가 있다. 철은 또한 세포색소, 과산화 수소효소, 산화효소 등 여러 효소의 합성에 관여하여 유기체가 정상적인 신진 대사를 하도록 돕는다. 인체에 철이 결핍 되면 적혈구의 수량, 체적 및 헤모글로빈의 함량이 모두 감소되어, 최후에는 철 결핍성 빈혈을 야기 시킨다. 아이들이 철이 부족하면 주의력에 영향을 받는데, 심한 아이들은 발육 성장에 영향을 받는다. 갓난아이의 철의 중독증의 경우 구토와 위장 출혈이 나타나고, 말초 순환계가 쇠약해 지고, 심한 경우 죽게 된다, 엽록소를 형성할 때 철은 촉매제가 된다., 철이 부족한 경우 꽃이 퇴색되고, 향기를 잃어 버리며 잎이 누래 진다.

마그네슘은 원자번호와 전자수가 12이고 각 껍질의 전자 분포는 K-2, L-8, M-2이다. 지각내의 함량은 23300 ppm (2.33 %) 이고, 토양 중 함량은 0.63 % 이다. 홍토, 포드졸 토양 중의 마그네슘 함량이 가장 낮고, 흑색 칼슘토의 마그네슘 함량은 비교적 높다. 생물에 필요한 마그네슘 함량은 아주 크다. 인체의 마그네슘 함량은 42 g 이고, 한사람이 하루에 섭취할 수 있는 양은 220-480 mg 이며, 이 중 3.6-4.2 mg이 인체에 꼭 필요하다. 대략 70%의 마그네슘이 골격 안에 집중되어 있고, 나머지 마그네슘은 연조직과 체액 내에서 분포한다.

마그네슘도 세포내의 중요한 양이온 중 하나로, 막의 세위차를 유지하고 신경정보를 전달하는 폐에 도움을

준다. Mg^{2+} 은 중요한 촉매제로 십 여종의 생화학 반응에서 중요한 촉매 작용을 한다. 마그네슘은 종양을 억제하는 작용을 하며, 마그네슘이 함량이 높은 토양은 촉매 작용을 일으킨다.

마그네슘은 종양을 억제하는 작용을 하여 마그네슘의 함량이 높은 토양은 암 발병율이 낮다고 밝혀졌다. 마그네슘은 뼈를 이루는데 관여하고, 유기체내 70%의 마그네슘은 인산 마그네슘과 탄산 마그네슘의 형태로 골격 안에 존재한다. 식물에게도 꼭 필요한데 광합성 작용 중 엽록소 분자의 중심이온을 조성하는 기능을 수행한다. 마그네슘의 결핍은 비타민 E의 결핍을 가속 시켜 골격근의 손상을 일으키고, 심혈관 내 각 조직에 마그네슘 함량이 저하됨으로서 칼슘이 침적 되면서 심근 괴사를 일으킨다. 또한 신경 근육의 흥분을 높여서 신경 경련을 발생 시킨다. 유기체의 장기간에 걸친 마그네슘 결핍은 생장 정체, 발육 장애를 일으킬 수 있다. 지나친 마그네슘 양은 독성을 갖게 한다. 많은 양의 $MgSO_4$ 는 신경을 억제, 마비시키고, 근육 마비를 일으킬 수 있다. 장기간 연속으로 마그네슘을 복용하면 위장염, 근육의 완화, 심장병, 저단백증과 같은 병이 생긴다.

인은 그리이스어로 도깨비 불이라는 의미가 있다. 인산염은 원자번호와 전자수가 15이고 각 껍질의 전자 분포는 K-2, L-8, M-5이다. 지각내의 함량은 1050 ppm (0.11 %) 이다. 인산염은 주로 화성암 및 인산염 광상에서 나온다. 전 세계의 고체 인산 중 95 %가 $Ca_5(PO_4)F$ 를 갖고 있다. 인산염 광상의 분포는 흔히 지방성 불소의 중독증상과 관련이 있다. 인은 생명의 필수 원소이기 때문에 생물에 흡수되기 쉽다. 세계의 많은 국가들은 비교적 큰 면적의 인 결핍 토양을 가지고 있다. 인이 부족하면 말, 소, 양의 혈청 안에 인의 농도가 낮아져 칼슘, 인의 대사를 파괴하여 가축들의 골질송취병의 원인이 되기도 한다.

인은 생명에 결핍 되어서는 절대 안되고, 대치될 수 없는 원소로 생명 세포의 생산, 구조, 활동, 생식 등 과정에서 중요 작용을 한다. 세포의 핵산은 인산에스테르로서 기본형태가 되는 집합물이다. ATP는 세포 중에 지방, 당류, 단백질이 합성된 것이다. $Ca_5(PO_4)$ 는 생물의 골격과 유기체내의 고체 분자를 형성하는 주요 성분이다. 인체에 필요한 함량은 약 680 g 이고, 일인당 필요량은 약 1.4-





2.7 g으로 음식물과 음료를 통해 얻는다. 인체에서 약 85%의 인이 $Ca_5(PO_4)_2$ 형태로 뼈속에 존재하는데 치아 중에 비교적 많은 인이 함유되어 있다. 나머지 인은 세포핵 속에 분포하는데 인지방 형태로 뇌세포 중에 분포하기도 한다. 이외에 근육, 체액과 신경 계통 안에서도 존재한다. 인체 안에서 인이 부족할 때 비타민 D 결핍을 촉진시켜 구루병과 골질 연화 증을 초래할 수 있다. 낮은 인은 단백질 합성의 부족, 영양 결핍, 심지어 저단백증 까지 초래할 수 있다. 다량의 인삼염이 몸에 축적 시 유기체의 칼슘 흡수를 억제하고, 칼슘, 인 대사를 파괴하여 골질이 칼슘을 빼내고 간장 기능을 손상 시키며 유기체의 소화 기능을 저하시켜 유기체 대사에 장애를 일으킨다. 무기인과 유기인은 모두 급성 중독을 일으켜 어지러움, 경기, 심장, 간장, 신장 등에 병변으로 나타나고, 심한 경우 마비되어 사망에 이르기 까지 한다. 성인의 인산나트륨의 치사량은 450g 이고 집토끼는 15g이다.

티타늄은 원자번호와 전자수가 22이고 각 껍질의 전자 분포는 K-2, L-8, M-10, N-2이다. 지각내의 함량은 5700 ppm (0.57 %)이다. 염기성암에 많이 분포되어 있다. 토양 중 티타늄 평균 함량은 0.46%로 지각 중 함량과 비교해 보았을 때 차가 적어 포드졸의 경우 0.3% 이다. 지각의 풍화 작용 중 티타늄은 철 암류미늄 규산염의 잔적층 내에 비교적 많이 잔존해 있다. 인체의 티타늄 함량은 14.7mg, 혈액 중에는 0.14 mg, 1인 1일 섭취량은 0.54 mg 이다.

티타늄은 독성이 비교적 적은 금속 원소이다. 티타늄은 임파와 피부부를 통하여 인체에 흡수된다. 폐와 임파 중의 티타늄 함량은 인체 내 전체 티타늄 함량의 50%에 해당된다. 천연수에서는 함량은 매우 낮아 대략 4.69-50 $\mu\text{g/L}$ 이다. 미량의 티타늄은 심장의 수축을 강화할 수 있고, 혈압을 낮추는 작용도 한다고 알려져 있다. 동물실험 결과 동물의 식욕을 감퇴시키고, 정신을 혼란스럽게 하여, 체중을 감소시킨다는 것이 알려져 있다.

6. 결론

인삼의 이화학적 성분 차이는 인삼이 재배되는 토질의 지화학적 특성에 크게 좌우될 수 있다. 기 연구들도 토양의

지화학적 성분 차이가 인삼의 무기 함량에 영향을 주고 있음을 언급하고 있다. 이 결과 토양별 인삼에서 무기 화학적 함량이 차이가 날 수 있으며, 사람의 건강에도 다양한 영향을 줄 수 있음을 암시한다. 지질환경이 인간의 건강에 영향을 줄 수 있음에 대한 연구들이 지난 수 천 년 전부터 연구가 진행되어 왔었다. 본 원고에서는 선캠브리아기의 편마암류, 옥천대의 혈암, 중생대의 화강암, 반려암 및 섬록암 자료의 지화학적 분석 자료를 비교해 보았다, 각 토양별 암석의 지화학적 특성에서 차이를 보이는 바, 이들 각 토양에서 재배된 인삼의 성분도 차이를 보일 것이다. 이런 토양의 지화학적 특성을 이해하고, 기 자료를 비교 함으로서 토양의 특성이 건강에 대해 어떻게 영향을 주는 가에 대해 간접적으로 확인할 수 있음을 암시한다.

7. 참고 문헌

1. 최석원, 김역수: 의약환경 지구화학, 도서출판 춘광 (1996)
2. Lee, I.H., Yuk, C.-S., Hanm K.W., Park, C.S., Park, H.S., Nam, K. Y.: Influence of various soil characteristics in ginseng field on the growth and the yield of ginseng(*Panax ginseng* C.A. Meyer). Korea J. Ginseng Sci. 4, 175-185 (1980).
3. Park H. and Choi, B.J.: Effect of soil moisture on partition of mineral nutrients in *Panax ginseng*. Korea J. Ginseng Sci. 7, 75-79 (1983).
4. Ko, S. R., Choi, K.J. and Han, K.W.: Comparison of proximate composition, mineral nutrient, amino acid and free sugar contents of several *Panax* species. Korea J. Ginseng Sci. 20, 36-41 (1996).