

경북북부지역 재배한약재와 토양의 중금속 함량

박 문 기 · 김 승 영 · 김 정 호

대구한의대학교 보건환경학과

(2004년 11월 30일 접수; 2004년 12월 24일 채택)

The Heavy Metal Contents in Cultivated Herbal Medicines and Their Soils at North Gyeongbuk Area

Moon-Ki Park, Seong-Young Kim and Jung-Ho Kim

Dept. of Health Environment, Daegu Haany University, Gyeongsan 712-715, Korea

(Manuscript received 30 November, 2004; accepted 24 December, 2004)

The concentration of heavy metal were studied for the estimation of quality in herbal medicines which is Bupleuri Radix, Paeoniae Radix, Dioscoreae Rhizoma and Astragali Radix in products of north Gyeongbuk area. And we collected soils from several area in Gyeongbuk, and determined heavy metal concentration of soils by ICP. We compared with herbal medicines in products of Gyeongbuk and their soils. For the heavy metals contents of Gyeongbuk area, in Gong Jung Ri, represented the higher level, it may be due to a near the road. The Cd contents in soil was not a wide difference. For the As and Pb contents in soil, Song Sa Ri (Bupleuri Radix) represented the higher level (0.68mg/kg, 1523mg/kg).

Heavy metal contents in cultured herbal medicines and their soils did not give reproducible results. But the degree of correlation between a few heavy metal contents of Dioscoreae Rhizoma and their soil showed the good transfer from the soil.

Key Words : Heavy metal, Herbal medicines, Soils, Gyeongbuk area

1. 서 론

최근 급속한 산업화와 도시화를 거치면서 대기, 수질 및 토양오염 등의 환경오염이 심각한 문제가 되고 있으며, 특히 식물의 터전인 토양의 중금속오염이 크게 우려되고 있다¹⁾ 토양 무기물중 용해성이 높은 것은 용해되어 축적현상이 일어나지 않으나 중금속류는 토양 중에 이동성이 적고 축적성이 높아 토양오염의 원인이 되고 있다. 중금속에 의한 토양오염은 두 가지로 볼 수 있는데, 첫째는 토양중의 중금속 함량이 어느 정도 수준에 이르면 생물의 가식부가 식용작용으로서 유해한 수준까지 오염되기 전에 고사하거나 생육장해를 일으키는 경우로 구리, 비소, 아연, 납 등이 이에 속하며, 둘째는 토양생물

에는 비교적 피해가 적지만 오염상태에 따라 사람이나 가축에 피해를 주는 경우로 카드뮴, 수은 등이 이에 속한다^{2,3)}.

한약재는 식물, 동물, 광물의 천연산물을 그대로 또는 간단히 가공하여 질병을 치료하기 위하여 약용되어지는 것이므로 사실상 안전성 관계가 매우 중요하다. 하지만 과거의 깨끗한 환경과 달리 대기, 수질, 토양의 오염과 자동차의 증가 등 오염원이 복잡, 다양화되면서 한약재의 안전성 문제를 크게 위협하고 있다.

최근 한약재의 소비가 늘어나면서 단순채취로는 공급량에 문제가 있어 재배를 통해 수요를 감당하고 있는 실정이며, 외국산 특히 중국산 한약재가 대량 수입되면서 한약재의 환경오염으로 인한 오염과 불명확한 수확, 수집, 가공, 운반 등의 과정에서 우발적인 중금속오염 등으로 산지별 한약재의 안전성에 대한 재검토가 요구되어지고 있다. 한약재는 식물, 동물, 광물의 천연산물을 그대로 또는 간단히 가

Corresponding Author : Moon-Ki Park, Dept. of Health Environment, Daegu Haany University, Gyeongsan 712-715, Korea
Phone : +82-53-819-1420
E-mail : moonki@dhu.ac.kr

공하여 질병을 치료하기 위하여 약용되어지는 것이므로 사실상 안전성 관계가 매우 중요하다.

급속한 산업화, 공업화로 인한 공해, 폐수, 농약, 자동차 매연 등으로 카드뮴, 납, 수은, 비소 등과 같은 중금속 화합물에 의한 환경오염이 심화되면서 대기, 수질 및 토양오염이 문제시되고 있다. 수은, 납, 카드뮴 등의 중금속류는 생물체에 유해하고 자체 독성뿐 아니라 축적성도 있어서 먹이연쇄를 따라 농축된다. 또한, 이들은 토양 중에 이동성이 적고 축적성이 높아서 토양오염의 원인이 되고 있으며, 이로 인한 오염된 환경 속에서 생산된 각종 농수산물과 한약재 또한 오염됐을 것으로 생각되며 특히 의약품의 원료가 되는 한약재의 경우 안전성이 의문시되고 있다. 만약 한약재가 중금속에 오염되어 있다면 그 실태를 정확히 조사하여 폐해를 극소화하거나 무해한 약재로 만들어서 공급되어야 할 것이다. 최근 한약재와 관련하여 많은 문제가 되고 있는 것 중의 하나가 한약재중에 여러 요인으로 인해서 혼입될 수 있는 중금속의 함량 기준이다.

중금속 오염의 경로는 연료의 연소, 금속공업, 제조업, 쓰레기 소각 그리고 시멘트공업 등으로 대기를 통하여 이루어진다. 금속류들은 살충제와 폐기물 산업의 성분들과 함께 토양에 스며들어 인간의 생활에 영향을 미친다. 토양에서 발견되는 주된 금속 오염 물질들로는 비소, 카드뮴, 납, 수은, 세레늄, 안티몬, 비스무스 등인데 광업과 농업활동으로 인하여 토양에 쌓이는 살충제 성분과 하수 침전물에 의하여 토양이 오염된 곳에서 발견되는 중금속류의 오염도는 점점 높아지고 있다. 특히 납 오염의 근원은 금속광산과 자동차 내연기관의 연료인 휘발유의 anti-knocking제로 쓰이는 테트라에틸 납, 그리고 페인트와 제련소 등을 들 수 있다. 어떤 지역의 토양표면은 납의 농축으로 10%정도까지 도달하는 경우도 있다⁴⁾.

이러한 사실에 비추어 토양의 중금속 오염이 식물로 전달되는 관계에 대해 이미 보고된 논문이 있으나 그다지 많지 않은 상황이며 자연 상태로 토양 중에 존재하는 중금속과 그 토양 중에서 재배된 한약재로의 중금속 전달에 대한 연구 역시 빈약한 실정이다.

중금속에 의한 토양의 오염은 장기간에 걸쳐 계속해서 토양에 축적되어 잔류하게 되고 그 지역에서 재배되는 농작물에 직접 또는 간접적으로 해를 미치게 된다. 그뿐만 아니라 중금속이 흡수된 농작물 및 한약재를 섭취할 경우 심각한 부작용을 야기할 수 있으며 그 독성으로 인한 피해가 더 클 수 있다 하겠다. 토양 중에 함유된 중금속의 농도는 환경오염과 결부시켜 활발한 연구가 진행되고 있다. 많은 연구자들의 연구⁵⁻⁷⁾에 의하면 토양 내 중금속 함

량과 동일지역에서의 식물, 동물 등 중금속 함량은 매우 상관성이 강한 것으로 나타났다.

미국의 콜로라도 주 덴버의 고속도로 주변의 목초에서 상당량의 납이 검출되었다는 보고⁸⁾가 있으며, 박⁹⁾은 전국 고속도로변 토양중의 납 함량을 조사하여 자연함유량에 불과하다고 보고하였고, 이 등^{10,11)}은 수도권 지역의 토양이 산업체의 밀집과 인구 집중에 따라 점차 중금속으로 오염되어가고 있다고 보고하였다. 그러나 현재 한약재와 재배토양과의 연구보고는 많지 않다.

지금까지 한약재의 중금속 함량에 관한 연구는 수종한약재를 대상으로 유해금속, 유전독성이 있는 중금속 함량을 조사한 연구, 한약재의 중금속 용출을 측정하는 연구 등은 보고 되고 있으나, 재배토성별 중금속 함량 분포와 상관성 연구는 거의 없는 실정이다.

특히 본 실험에서는 중금속 위주의 한약재 안전성을 고찰하고자 함으로, 경북 북부지역에서 생산되는 한약재중 임상에서 다용되는 시호(*Bupleuri Radix*), 작약(*Paeoniae Radix*), 산약(*Dioscoreae Rhizoma*) 및 황기(*Astragali Radix*), 이 4종의 한약재를 대상으로 비소(As), 카드뮴(Cd), 납(Pb), 크롬(Cr) 등의 중금속 함량을 분석하여 한약재의 오염도를 분석하고 이러한 한약재 중의 중금속 함량은 토양에서 기인하므로 경북 북부 재배지 토양중의 중금속과 약재중의 중금속 함량을 비교하여 안전성연구 및 표준기준을 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 실험 재료

2.1.1. 실험 한약재 종류와 시료 수집

본 연구에서는 한약재의 안전성을 위해 보건복지부에서 규격화를 시행한 한약재 품목 중 경북북부지역을 중심으로 생산되는 처방에 빈도가 높은 시호(*Bupleuri Radix*), 작약(*Paeoniae Radix*), 산약(*Dioscoreae Rhizoma*) 및 황기(*Astragali Radix*) 4종을 시료로 선정하였다. 약재의 분석은 대표시료가 되도록 시료를 선정하였으며, 선택한 약재의 채집위치는 경북 북부지역의 대표성을 부여할 수 있는 대표적 중요 집산지를 택하였다. 집산지별 각각의 약재들을 먼저 200g씩 취하여 혼합하였고 여기서 다시 100g을 취하여 시료로 하였다.

각 종류의 한약재를 건조한 후 분쇄기로 분쇄하여 균질화 시켜서 1주일간 동결 건조시킨 다음 분석 시료로 사용하였다. 모든 시료는 3회 반복 분석 후 평균값을 취하였다.

2.1.2. 토양시료채취

오염원으로부터의 거리와 도로와의 거리 지형조

건을 고려하여 재배작물인 황기, 시호, 작약, 산약 경작지 중에 경북 북부지역을 중심으로 6개 지역에서 토양 18건을 채취하였으며 Table 1에 표시하였다.

토양채취는 한약재의 종류와 산지를 확인하여 동일한 지역을 선정하고 그 경작지를 대표할 수 있는 면적 범위에서 적절한 간격으로 채취점을 정하여 5~15cm되는 깊이에서 scooper로 약 3kg씩 채취하여 polyethylene bag에 보관하여 운반하였다. 채취한 토양을 깨끗한 종이 위에 얇게 펼쳐서 약 1주간 풍건 시킨후 20mesh 체를 사용하여 풍건세토로 만들고 사분법에 의하여 약100g을 취하여 분석용 토양시료로 사용하였다.

2.2. 실험 방법

2.2.1. 한약재의 분석

본 실험에서는 한약재의 중금속을 분석하기 위해 건조된 시료 1g정도 취하여 질산 2.5ml, 염산 10ml를 가한 후 시계접시를 덮고 95℃에서 15분간 가열한 후 식힌 다음 질산 5ml를 가해 30분간 가열한다. 질산화 반응을 통해 일부 분해되지 않은 시료를 배제하기 위해 1회 반복한 후 액량이 5ml 이하가 되도록 증발 시켰다. 액량이 5ml이하가 되면 증류수 2ml와 30% 과산화수소를 첨가하여 95℃에서 가열하였다. 잔여 유기물을 완전히 분해하기 위해 30% 과산화수소를 넣고 가열, 냉각을 반복하여 거품이 최소가 될 때까지 실시하고 이때 가해진 과산화수소는 총 10ml를 넘지 않도록 하였다. 염산으로 최종분해를 하고 액량이 5ml이하가 되도록 증발시킨 후 여과지로 여과하여 50ml 메스플라스크로 표정한 다음 카드뮴, 납, 비소, 크롬 등을 ICP Atomic Emission

Spectrometer (ICP-IRIS, Thermo Jarrell Ash)로 측정하였다.

2.2.2. 재배토양시료의 분석

풍건한 분석용 토양시료를 105℃에서 완전히 건조한 후 10g을 250ml 삼각플라스크에 칭량하여 0.1N-HCl용액 50ml을 가하고 실온에서 1시간 왕복 진탕한 후 여과하여 그 여액을 시료용액으로 하였다.

토양시료의 토성을 조사하여 그 결과를 Table 2에 나타내었다.

3. 연구결과 및 고찰

3.1. 한약재 종류별 중금속 농도

경북 북부지역에서 생산된 시호, 작약, 산약 및 황기 4종을 분석하였으며 평균 농도는, 수은은 0.03~0.04mg/kg, 카드뮴 0 mg/kg, 크롬 0.07~0.13mg/kg, 구리 0.09~1.59mg/kg, 니켈 0.04~0.30mg/kg, 철 1.23~24.12mg/kg, 망간 0.11~3.13mg/kg, 아연 1.95~6.83mg/kg, 납 0mg/kg, 비소 0mg/kg이 검출되었다.

또한 한약재 종류별 중금속의 농도를 c 3에 나타내었으며 표에서 보는 바와 같이 시호의 경우가 Mn이 3.13mg/kg을 비롯하여 전체적으로 다른 한약재의 중금속 농도에 비하여 높았다.

시호의 경우 Fe가 가장 높은 수치를 나타냈으며, 24.12mg/kg으로 다른 한약재의 평균치 보다 훨씬 높은 값을 보이며, Mg도 76.82mg/kg으로 다른 한약재에 비하여 높았으며 Cr의 경우는 다른 한약재에 비해 다소 높게 검출되었다. 작약의 경우 전체 중금속에 있어서 다른 약재보다 다소 낮거나 평균치에 가까운 값을 나타냈으며 이는 재배지 토양중

Table 1. Sampling sites of soil

Description	Sampling Sites	Number of Sample	Remark	
soil	Cultivated Soil of Paeoniae Radix (site I)	3	At a distance of 1km from the road	
	Cultivated Soil of Dioscoreae Rhizoma	(siteII)	3	At a distance of 0.5km from the road/ Large scale cultivated area
		(siteIII)	3	
		(siteIV)	3	
	Cultivated Soil of Astragali Radix (siteV)	3	At a distance of 2km from the road	
Cultivated Soil of Bupleuri Radix (siteVI)	3	At a distance of 2km from the road		

site I : Togat, Wonlim-Ri Namsun-Myun, Andong-Si, Gyeongbuk

siteII : Sasin-Ri I, Nokjun-Myun, Andong-Si, Gyeongbuk

siteIII : Sasin-Ri II, Nokjun-Myun, Andong-Si, Gyeongbuk

siteIV : Sasin-Ri III, Nokjun-Myun, Andong-Si, Gyeongbuk

siteV : Nurupsil I, Songsa-Ri, Gilan-Myun, Andong-Si, Gyeongbuk

siteVI : Nurupsil II, Songsa-Ri, Gilan-Myun, Andong-Si, Gyeongbuk

※ Sasin-Ri I, II, III - divide by road and river

※ Nurupsil I, II - Nurupsil near the other side area

Table 2. Physico-chemical properties of the soil

Cultivated Soli	Soil Structure	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)
Cultivated Soil of Astragali Radix (Nurupsil I, Songsa, Gilan, Andong, Gyeongbuk)	CL	24.65	24.33	51.02
Cultivated Soil of Bupleuri Radix (Nurupsil II, Songsa, Gilan, Andong, Gyeongbuk)	SIC	26.06	30.30	43.64
Cultivated Soil of Paeoniae Radix (Togat, Wonlim, Namsun, Andong, Gyeongbuk)	SIC	29.57	36.92	33.51
Cultivated Soil of Dioscoreae Rhizoma (Sasin I, Nokjun, Andong, Gyeongbuk)	SCL	17.59	8.78	73.64
Cultivated Soil of Dioscoreae Rhizoma (Sasin II, Nokjun, Andong, Gyeongbuk)	SCL	16.98	8.13	74.88
Cultivated Soil of Dioscoreae Rhizoma (Sasin III, Nokjun, Andong, Gyeongbuk)	SCL	17.28	8.45	74.26

Table 3. Heavy metal contents in Gyeongbuk products

(unit : mg/kg)

Herbal Medicines	Metal									
	Cr	Cu	Fe	Mg	Cd	Mn	As	Zn	Pb	Hg
Bupleuri Radix	0.13	0.37	24.12	76.82	-	3.13	-	2.64	-	0.04
Paeoniae Radix	0.07	0.11	2.43	34.29	-	0.71	-	1.97	-	0.04
Dioscoreae Rhizoma	0.07	0.09	1.23	31.10	-	0.81	-	2.29	-	0.04
Astragali Radix	0.11	0.32	1.85	65.56	-	1.10	-	1.95	-	0.03

의 중금속 함량이 다른 경작지에 비해 낮은 수치를 보이는 것과 관계가 있는 듯하다.

3.2. 재배토양의 중금속 함량

재배 토양중의 중금속 함량을 Table 4에 나타내었다. 재배지 토양과 중금속 함량을 살펴보면 중금속 종류에 따라 많은 차이가 남을 알 수 있다.

대표적인 중금속의 재배지에 따른 농도를 비교해 보면 Cadmium(Cd)의 경우 황기 재배지인 경북 안동시 길안면 송사리 느릅실에서는 다소 높게 나타났으나 전체적으로 우려할 수준이 아니며 小林隆¹²⁾은 토양의 조성에서 Cd 함량은 0.06(0.01~0.7)ppm을 나타낸다고 보고하였으며, 일본의 밭 및 초지의 Cd 함량은 0.28~0.55ppm으로 보고되고 있다. 우리나라는 비오염지역의 토양중의 Cd 자연 함유량은 평균 0.144(0.02~1.09)ppm으로 보고된 바¹³⁾ 있다. 따라서 황기 재배지인 경북 안동시 길안면 송사리 느릅실의 토양에서 Cd의 농도는 평균치이하 이며 Fig. 1에 한약재 재배지 토양별 Cd의 농도를 도시하였다.

Cu 함량은 Fig. 2에서와 같이 경북 안동시 길안면 송사리 느릅실 마을의 황기 경작지에서는 1.25ppm으로 낮았고 같은 지역의 시호 재배지에서는 1.05ppm이었고, 작약 경작지인 안동시 남선면 원림

리 토갯마을 경작지에서는 2.29ppm이고 안동시 녹전면 사신리의 산약 재배지에서는 2.36ppm과 1.21ppm 또 다른 사신리 지역 재배지에서는 0.81ppm으로 가장 낮았다.

우리나라 환경 보전법 시행령 제 27조에 의하면 농수산물 재배를 제한 할 수 있는 Cu의 토양오염기준량이 125ppm이며 경북지역의 조사대상지역의 토양은 Cu에 의한 장애는 없는 것으로 판단된다.

Fig. 3과 같으며, 그림에서 보는 바와 같이 시호 재배지인 안동시 길안면 송사리 느릅실의 토양에서 15.23ppm으로 가장 높았으며 다음이 황기 재배지인 유사지역인 길안면 송사리 느릅실의 다른 경작지 토양의 함량이 높았다.

기타 지역인 작약 재배지인 안동시 남선면 원림리 토갯마을에서 1.02ppm, 산약 재배지인 녹전면 사신리의 인접 세 지역에서 각각 0.43ppm, 0.58ppm, 1.27ppm이 검출되었다. 다른 지역에 비하여 안동시 길안면 송사리 느릅실 마을이 도로와 2km떨어진 산 속의 청정지역임에도 불구하고 Pb가 높게 검출된 것은 다른 오염원이 없는 것으로 조사되었으므로 이 지역의 토질의 특성상 Pb함량이 높은 것으로 사료된다.

비소(As)는 Fig. 4에 도시하였으며 시호 재배지

Table 4. Heavy metal contents in soil

(unit : mg/kg)

Sites	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Al	As
Cultivated Soil of Astragali Radix (Nurupsil I, Songsa, Gilan, Andong, Gyeongbuk)	0.67	11.87	60.22	1.25	2.36	6.92	0.07	528.86	0.07
Cultivated Soil of Bupleuri Radix (Nurupsil II, Songsa, Gilan, Andong, Gyeongbuk)	0.67	12.63	35.75	1.05	2.38	15.23	0.02	584.13	0.68
Cultivated Soil of Paeoniae Radix (Togat, Wonlim, Namsun, Andong, Gyeongbuk)	1.08	28.68	60.73	2.29	2.29	1.02	0.02	502.11	0.13
Cultivated Soil of Dioscoreae Rhizoma (Sasin I, Nokjun, Andong, Gyeongbuk)	0.50	25.89	84.01	2.36	5.86	0.43	0.04	377.19	0.15
Cultivated Soil of Dioscoreae Rhizoma (Sasin II, Nokjun, Andong, Gyeongbuk)	0.32	17.17	105.11	0.81	2.46	0.58	0.00	412.53	0.22
Cultivated Soil of Dioscoreae Rhizoma (Sasin III, Nokjun, Andong, Gyeongbuk)	0.45	22.31	75.25	1.21	3.75	1.27	0.00	537.39	0.33

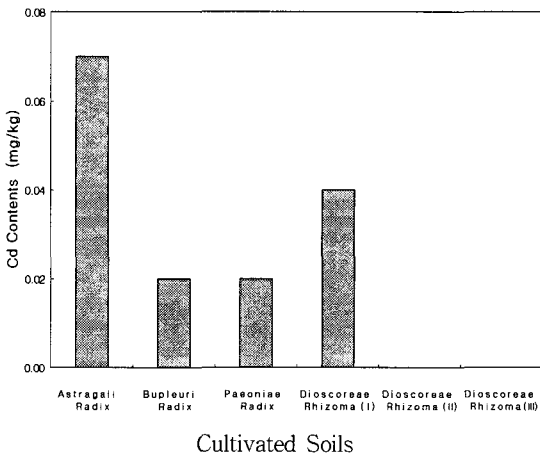


Fig. 1. Contents of cadmium(Cd) in soil.

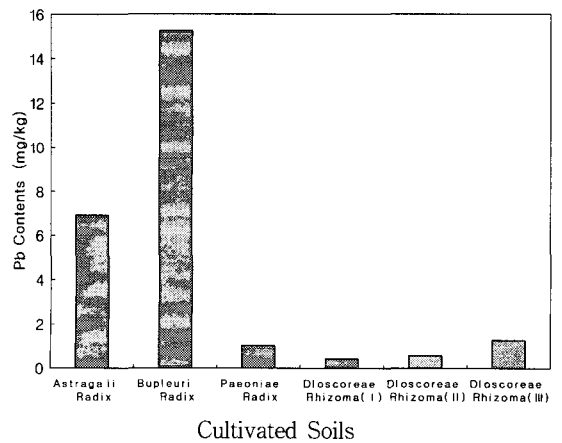


Fig. 3. Contents of lead(Pb) in soil.

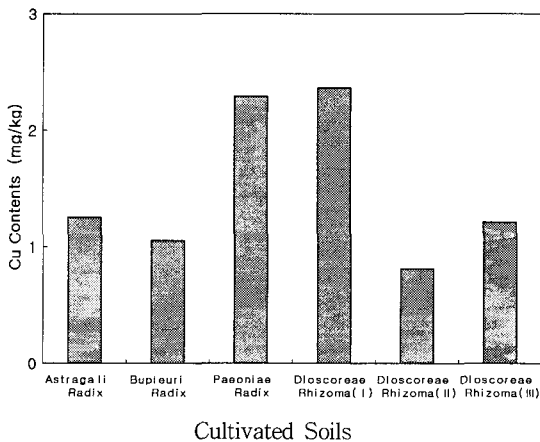


Fig. 2. Contents of copper(Cu) in soil.

인 안동시 길안면 송사리의 토양에서 0.68ppm, 황기 재배지 토양에서 0.07ppm, 작약 재배지 토양에서 0.13 ppm, 그리고 산약 재배지에서 각각 0.15ppm, 0.22 ppm, 0.33ppm이 검출되었다.

3.3. 토양중 중금속 함량과 한약재의 중금속 함량
경북지역에서 재배된 황기, 시호, 작약 그리고 산약 등에서의 중금속 함량과 재배 토양중의 중금속과의 상관관계를 고찰하기 위하여 그 비교치를 Table 5에 나타내었다.

토양 중 망간(Mn) 함량이 11.87-28.68mg/kg으로 높은 것에 비해 전 재배지에서 한약재 중의 망간 함량은 0.71-3.13 mg/kg으로 낮게 나타났으며 철의 경우는 시호에서 24.12mg/kg으로 다른 한약재보다는 토양대비 철 함량이 다소 높게 나타났으며 황기

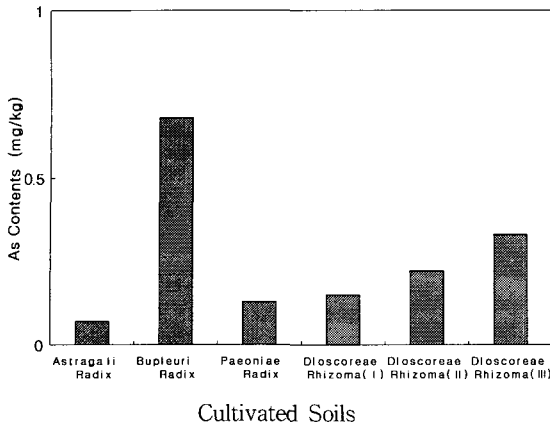


Fig. 4. Contents of arsenic(As) in soil.

등과 비교해서 뚜렷한 일관성은 보이지 않았다. 구리의 경우 녹전면 사신리의 산약 재배지가 구리 함량이 상대적으로 높았으나 산약 자체에서는 미미하게 검출되었다. 아연의 경우도 산약 재배지의 토양에서 상대적으로 다소 높았으나 산약에서는 낮은 값을 나타내었다. 납의 경우 황기와 시호 재배지 토양에서는 다소 높았지만 1.24mg/kg, 0.83mg/kg으로 기타 산약과 작약 토양에서는 매우 낮은 값으로 나타났으며 산약에서는 납 성분이 검출되지 않았다.

황기와 시호 재배지인 안동시 길안면 송사리 느릅실 마을은 도로에서 2km이상 떨어진 깊은 산골짜기임에도 불구하고 큰 도로를 인접하고 있는 녹전면 사신리의 산약에서 보다 많은 납이 검출된 것은 토양의 특성상 토양자체에 납이 많이 함유되어있을 것으로 판단되어진다. 이러한 결과에 유의하여 더욱 심도있는 분석과 영향 등을 고찰하여 재배지로서의 적정성과 타당성을 검토하여야 할 것이다.

카드뮴과 비소는 토양에서는 극히 미소하게 함량되어 있으나 한약재에서는 검출되지 않았다. 이는 토양의 모든 성분과 양이 식물로 흡수되지 않음을 보여주고 있다.

4. 결 론

경북 북부산지의 재배지 토양의 시료를 채취하여 토양중의 중금속 농도를 분석하여 이들 토양중의 중금속 함량과 그 토양에서 재배되어진 한약재 중의 중금속 함량을 비교하여 보았다. 이러한 실험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

경북 북부지역의 토양중의 중금속 농도를 확인해 본 결과 토양 중 Cd의 함량은 재배지 토양별 큰 차이가 없었으며 As의 경우 시호 재배지인 길안면 송사리 느릅실이 다소 높았다(0.68mg/kg). Pb의 경우 역시 길안면 송사리 느릅실이 상대적으로 다소 높았다(15.23mg/kg).

Table 5. Heavy metal contents in herbal medicines and soil (unit : mg/kg)

	Site	Mn	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	As
Soil	I	11.87	60.22	1.25	2.36	6.92	0.07	0.07
	II	12.63	35.75	1.05	2.38	15.23	0.02	0.68
	III	28.68	60.73	2.29	2.29	1.02	0.04	0.13
	IV	25.89	84.01	2.36	5.86	0.43	0.04	0.15
	V	17.17	105.01	0.81	2.46	0.58	-	0.22
	VI	22.31	75.25	1.21	3.75	1.27	-	0.31
Herbal Medicines	Astragali Radix	1.10	10.85	0.32	1.95	1.24	-	-
	Bupleuri Radix	3.13	24.12	0.37	2.64	0.83	-	-
	Paeoniae Radix	0.71	2.43	0.11	1.97	0.31	-	-
	Dioscoreae Rhizoma I	0.81	1.23	0.19	2.29	-	-	-
	Dioscoreae Rhizoma II	0.69	1.58	0.21	1.95	-	-	-
	Dioscoreae Rhizoma III	0.85	1.02	0.13	3.26	-	-	-

- I : Nurupsil I, Songsa, Gilan, Andong, Kyungbuk (Cultivated Soil of Astragali Radix)
- II : Nurupsil II, Songsa, Gilan, Andong, Kyungbuk (Cultivated Soil of Bupleuri Radix)
- III : Togat, Wonlin, Namsun, Andong, Kyungbuk (Cultivated Soil of Paeoniae Radix)
- IV : Sasin, Nokjun, Andong, Kyungbu (Cultivated Soil of Dioscoreae Rhizoma I)
- V : Sasin, Nokjun, Andong, Kyungbu (Cultivated Soil of Dioscoreae Rhizoma II)
- VI : Sasin, Nokjun, Andong, Kyungbu (Cultivated Soil of Dioscoreae Rhizoma III)

재배 토양중의 중금속과 한약재간의 중금속을 실험한 결과 실험에 사용한 모든 약재들과 토양간의 중금속 상관관계는 명확하게 얻어지지 않았다. 그러나 산약 집산지에서 산약 재배 토양별 산약 중의 미량금속 농도를 비교한바 몇 가지 미량금속(Fe, Mn, Cu, Zn)에 대해서는 뚜렷한 상관관계를 보였다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 지역협력연구센터(RRC, 과제번호 : R12-2003-002- 01003 -0)의 지원을 받아 연구되었습니다. 이에 대하여 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 1) 최요한, 1996, 하천주변식물의 중금속 오염에 관한 연구, 경희대학교 대학원 석사학위논문, 22-35pp.
- 2) 고석태, 1998, 독물학, 서울, 정문각, 218-21pp.
- 3) 조명행, 1996, 기초독성학, 서울대학교 수의과대학, 서울, 218-219pp.
- 4) Lagerwerff, J. V., 1972, Lead mercury and Cadmium as contaminants, In Micronutrients in Agriculture, Soil Sci. Soc., America, Madison, Wisconsin, 593-636pp.
- 5) Kang, S. J. and H. S. Choi, 1972, Effect of Road side soil and vegetation with Lead and Zinc by motor vehicles, Korea J. Bot., 15(3), 45-49.
- 6) Kim. B. S., H. C. Yun and Y. S. Ko, 1993, A study on the Lead content in the air of Seoul and in the soil and cabbage a long Kyung-In and Kyung-Bu Highways, J. Korean Resource Institute for better Living, 11-17pp.
- 7) Motto. H. L., R. H. Daines, D. M. Chilko and C. K. Motto, 1970, Lead in soil and plants, its relationship to traffic volume and proximity to Highways, Environ. Sci. and Teck, 4, 122-131.
- 8) Cannon H. L. and J. M. Bowles, 1962, Contamination of Vegetation by Tetraethyl lead, Science, 137, 765-766.
- 9) 박승희, 1979, 원자흡광법에 의한 고속도로변 경작지 토양중의 납 함량분석에 관한 연구, 한국식물보호학회지, 18(1), 43-48.
- 10) 이정자, 한상훈, 김영진, 한선희, 1977, 서울시 일원의 토양 오염도 조사, 서울연보, 13, 153-161.
- 11) 이민희, 김호영, 박상현, 1979, 서울시 일원의 경작지 오염도 조사, 서울연보, 15, 143-152.
- 12) 小林降, 1976, 土壤中 微量重金属의 天然賦存量 및 毒性등에 관한 研究, 公害와 對策, 11(11), 1300-1312.
- 13) 서윤주, 문화회, 김인기, 김성환, 1982, 토양중의 중금속 자연함유량에 관한 연구, 국립환경연구원, 435-439.