

## 경북북부지역 한약재와 재배토양중의 중금속과의 상관관계

박 문 기 · 이 현 정 · 김 광 중 · 문 영 수  
대구한의대학교 보건환경학과 · 대구한의대학교 한의학과  
(2004년 12월 3일 접수; 2005년 2월 15일 채택)

## The Correlation of Heavy Metal Contents in Herbal Medicines and Their Soils at North Gyeongbuk Area

Moon-Ki Park, Hyeun-Jeung Lee<sup>\*</sup>, Kwang-Joong Kim<sup>\*</sup> and Young-Soo Moon

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

*<sup>\*</sup>Dept. of Oriental Medicine, Daegu Haany University, Gyeongsan 712-715, Korea*

*(Manuscript received 3 December, 2004; accepted 15 February, 2005)*

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. Also, 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. The average levels of heavy metal of herbal medicines in Gyeongbuk area are as follows : Mercury is 0.037mg/kg, Chromium is 0.093 mg/kg, Nickel is 0.108mg/kg, Copper is 0.475mg/kg, Zinc is 3.14mg/kg, Manganese is 1.52mg/kg, Iron is 7.83mg/kg, and Cadmium, Lead and Arsenic is not detected. It was very lower in concentrations than those of average Korea area.

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). Correlation coefficients of 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

#### 1.1. 개요

최근 건강에 대한 관심의 증가로 인해 한약재의 소비가 늘어나면서 국산 한약재로는 공급량에 문제가 있고 가격경쟁력에 따른 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.

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, 카드뮴등의 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 극소화하

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

거나 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.

중금속류는 유기물이나 영양 염류와는 달리 자연 분해 및 미생물에 의한 분해가 극히 어렵고 지질 중의 무기 성분들과의 흡착 및 유기물과 배위공유 결합하여 분해 또는 자연 소실에 의해 안전한 형태로 되어 장기간 잔류 축적하게 된다<sup>12)</sup>. 중금속이 체내로 들어오면 13-16년의 반감기를 가지고 장기간 체내에 축적되어<sup>3,4)</sup> 금속을 포함하는 여러 효소의 활성을 저하시키고 뼈, 신장, 간에 만성 중독증상을 유발하며<sup>5,6)</sup>, 다른 중금속 또는 무기질과 상호 작용하여 동물의 성장을 저해한다고 보고 되어 있다<sup>7)</sup>. 인체에서 외부로 배출되지 않는 특징으로 중금속에 오염된 농산물의 장기 섭취시 만성 축적으로 독까지 유발할 수 있고 특히 비소, 수은등은 생물의 성장에 장애를 일으킨다. 그러나 중금속은 전체가 생물에 유해한 것이 아니고 생리작용에 있어 필요 불가결한 원소도 있으며 극소량 요구되는 경우도 있다.

금속원소 중에는 미량으로 인체에 필수 불가결한 것 (철, 아연, 구리, 코발트 등)도 있으나 이러한 필수금속도 필요이상으로 존재하면 유해현상을 나타낸다. 한약재의 안전성에 문제를 일으키는 중금속은 첫째, 극히 미량일지라도 인체의 기능을 장해할 수 있는 유독금속 (카드뮴, 비소, 수은, 대한 납, 크롬, 니켈 등)과 둘째, 발암성, 돌연변이성의 측면에서 유전자에 영향을 미치는 유전독성금속 (카드뮴, 코발트, 크롬, 망간, 니켈 등)으로 구별할 수 있다<sup>8,9)</sup>. 수은, 납, 카드뮴 등은 생물에서 전혀 필요성이 밝혀져 있지 않고 오히려 유해할 뿐이며 자체 독성뿐 아니라 축적성도 있어 먹이 연쇄를 따라 크게 농축되어, 미량일지라도 계속 섭취하는 경우 체내에 축적되는 것이 많아 장시간에 걸친 섭취량이 문제된다.

중금속 오염의 경로는 연료의 연소, 금속공업, 주조업, 쓰레기 소각 그리고 시멘트공업 등으로 대기를 통하여 이루어진다. 금속류들은 살충제와 산업폐기물의 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 중금속의 오염도는 점점 높아가고 있다. 특히 납 오염의 근원은 금속광산과 자동차 내연기관의 연료인 휘발유의 anti-knocking제로 쓰이는 테트라에틸 납, 그리고 페인트와 세렌소 등을 들 수 있다. 어떤 지역의 토양표면은 납의 농축으로 10%정도까지 도달하는 경

우도 있다<sup>10)</sup>.

이러한 사실에 비추어 토양의 중금속 오염이 식물로 전달되는 관계에 대해 이미 보고 된 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. 연구<sup>11-13)</sup>에 의하면 토양 내 중금속 함량과 동일지역에서의 식물, 동물 등 중금속 함량은 매우 상관성이 강한 것으로 나타났다.

고속도로 등, 도로의 교통량이 많고 적음에 따라 차이가 있다. 김의 연구<sup>14)</sup>에 의하면 도시에 고속도로 등 교통량이 많은 지역일수록 대기오염과 토양오염으로 인해서 중금속이 많이 함유되어 있어 교통량에 따라 중금속의 함량은 정비례의 상관관계가 있다. 이러한 이유로는 자동차 가솔린의 성능을 개선하기 위해 그 동안 녹킹 저해제로서 Pb를 첨가하였으며 또한 타이어 제조시 고무의 탄성을 위하여 Cd가 혼입되어 자동차의 배기 및 타이어 마모에 의하여 교통량이 많은 도시 및 고속도로 인접 농경지에 중금속이 오염 축적된다는 것이다.

미국의 콜로라도 주 덴버의 고속도로 주변의 목초에서 상당량의 납이 검출되었다는 보고<sup>15)</sup>가 있으며, 박<sup>16)</sup>은 전국 고속도로변 토양중의 납 함량을 조사하여 자연함유량에 불과하다고 보고하였고, 이등<sup>17,18)</sup>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 수중한약재를 대상으로 유해금속, 유전독성이 있는 중금속 함량을 조사한 연구<sup>19)</sup>, 한약재의 중금속 용출을 측정 한 연구 등은 보고 되고 있으나, 재배토성별 중금속 함량 분포와 상관성 연구는 거의 없는 실정이다.

특히 본 실험에서는 중금속위주의 한약재 안전성을 고찰하고자 함으로, 경북북부지역에서 생산되는 한약재중 임상에서 다용되는 시호, 작약, 산약 및 황기, 이 4종의 한약재를 대상으로 비소(As), 카드뮴(Cd), 납(Pb), 크롬(Cr) 등의 중금속 함량을 분석하

여 한약재의 오염도를 분석하고 이러한 한약재 중의 중금속 함량은 토양에서 기인하므로 경북북부 재배지 토양중의 중금속과 약재중의 중금속 함량을 비교하여 안전성연구 및 표준기준을 위한 기초 자료로 활용하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 실험 재료

#### 2.1.1. 한약재 시료 수집

본 연구에서는 한약재의 안전성을 위해 보건복지부에서 규격화를 시행한 한약재 품목 중 경북북부 지역을 중심으로 생산되는 처방에 빈도가 높은 시호, 작약, 산약 및 황기 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 지형조건을 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 시킨 후 20mesh 체를 사용하여 풍건세토로 만들고 사분법에 의하여 약100g을 취하여 분석용 토양 시료로 사용하였다.

### 2.2. 실험 방법

#### 2.2.1. 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.

#### 2.2.2. 한약재중 중금속 분석

한약재중 중금속 측정을 위한 분석방법이 명확하게 정립되어있지 않아 미국 환경보호청 (Environmental Protection Agency : EPA)의 시험 방법 중에서 한약재의 특성상 유기물이 많은 것을 고려하여 US EPA method 3050B를 선택하여 전처리 하였으며 그 방법을 Fig. 1에 나타내었다.

실험에 사용된 여과지는 Whatman GF/B를 사용하고 시약은 모두 특급시약을 사용하였다. 표준시약은 Junsei사에서 구입하여 미량피펫(micropipette)

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
		(site II)	3	At a distance of 0.5km from the road/ Large scale cultivated area
	Cultivated Soil of Dioscoreae Rhizoma	(site III)	3	
		(site IV)	3	
	Cultivated Soil of Astragali Radix	(site V)	3	At a distance of 2km from the road
	Cultivated Soil of Bupleuri Radix	(site VI)	3	At a distance of 2km from the road

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

site II : Sasin-Ri I, Nokjun-Myun, Andong-Si, Gyeongbuk

site III : Sasin-Ri II, Nokjun-Myun, Andong-Si, Gyeongbuk

site IV : Sasin-Ri III, Nokjun-Myun, Andong-Si, Gyeongbuk

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

site VI : 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

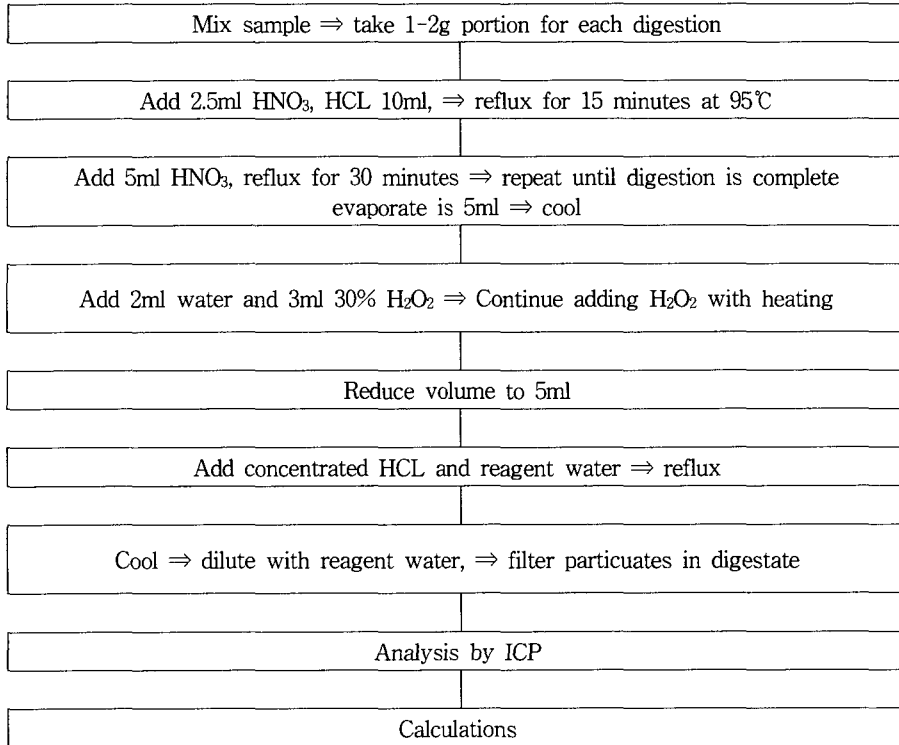


Fig. 1. Procedure of method 3050B.

으로 회석하여 사용하였고 실험에 사용된 증류수는 RO system으로 여과한 탈염수를 Barnstead 사의 nanopure system을 통해 재여과 하여 사용하였다.

본 실험에서는 한약재의 중금속을 분석하기 위해 건조된 시료 1g정도 취하여 질산 2.5ml, 염산 10ml를 가한 후 시계접시를 덮고 95°C에서 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°C에서 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.

### 3. 연구결과 및 고찰

3.1. 토양중 중금속 함량과 한약재의 중금속 함량 경북지역에서 채배된 황기, 시호, 작약 그리고 산

약 등에서의 중금속 함량과 재배 토양중의 중금속과의 상관 관계를 고찰하기 위하여 그 비교값을 Table 2에 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 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 느릅실마을은 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

Table 2. 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, Gyeongbuk (Cultivated Soil of Astragali Radix)

II : Nurupsil II, Songsa, Gilan, Andong, Gyeongbuk (Cultivated Soil of Bupleuri Radix)

III : Togat, Wonlin, Namsun, Andong, Gyeongbuk (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)

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

### 3.3. 토양과 한약재간의 중금속 함량의 상관관계

토양과 한약재 중의 망간 함량은 Fig. 2에서와 같이 나타내어 보았다. 이 그림은 황기, 시호, 작약, 산약 I, II, III의 모든 재배지 토양의 망간 함량간의 상관관계를 확인해 보려 하였지만 그림에서와 같이 일정한 상관관계를 찾기는 어려웠다. 전체적으로 토양의 망간 함량이 한약재 함량보다는 높다는 경향을 확인 할 수 있었고, Fig. 3에서는 산약 한 종류의 한약재에 대해서 재배지 토양의 망간 함량과 각각의 산약에 함유한 망간을 비교하여 보았다. 이 경우에는 그림에서 알 수 있듯이 직선  $y=0.015x+0.4571$  ( $R^2=0.6209$ )의 상관관계를 보이며, 이것은 토양 중 망간의 함량이 높을수록 산약 중의 망간 함량도 높아지는 즉 정비례하여 증가하는 것을 알 수 있다. 이는 토양의 오염정도가 직접 한약재에 전이되는 것을 보여준다.

토양중 철의 함량과 여러 가지 한약재의 관계는

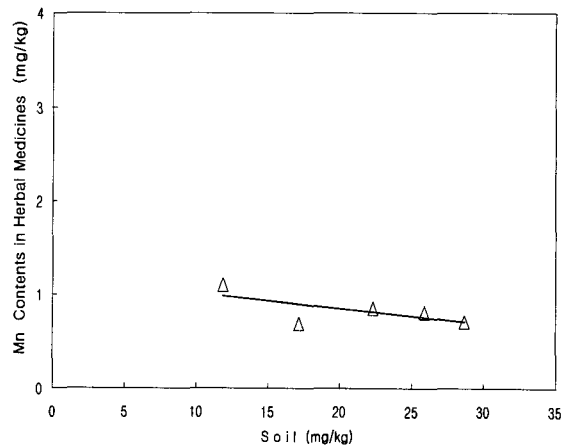


Fig. 2. Manganese(Mn) contents in herbal medicines and soil.

Fig. 4에서와 같이 일정한 상관관계를 찾기가 어렵지만 산약의 경우를 살펴보면 망간의 함량에서와 같이 철의 경우도 Fig. 5에 나타난 것처럼  $y=0.0184x-0.3408$  ( $R^2=0.9918$ )의 상관관계를 나타내어 직선의

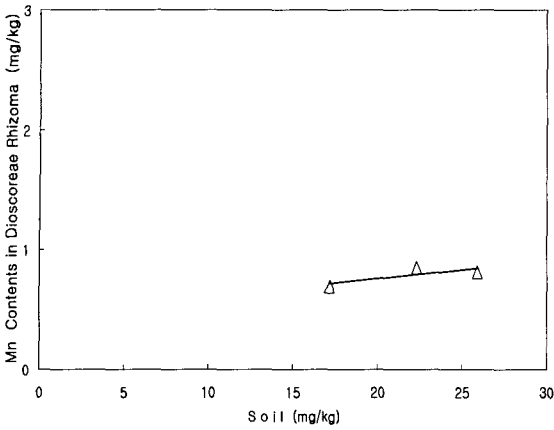


Fig. 3. Manganese(Mn) contents in dioscoreae rhizoma and soil.

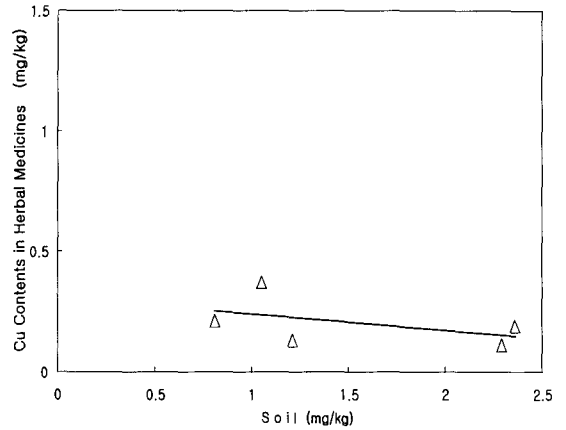


Fig. 6. Copper(Cu) contents in herbal medicines and soil.

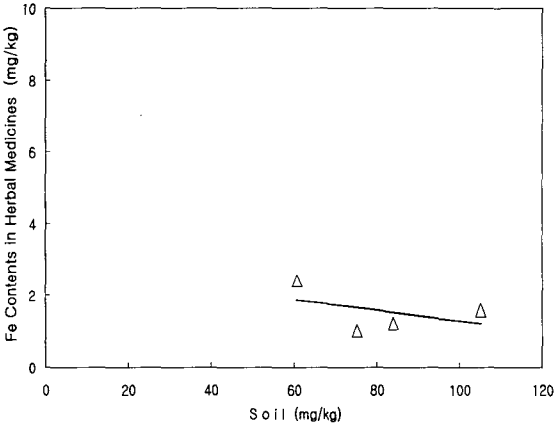


Fig. 4. Iron(Fe) contents in herbal medicines and soil.

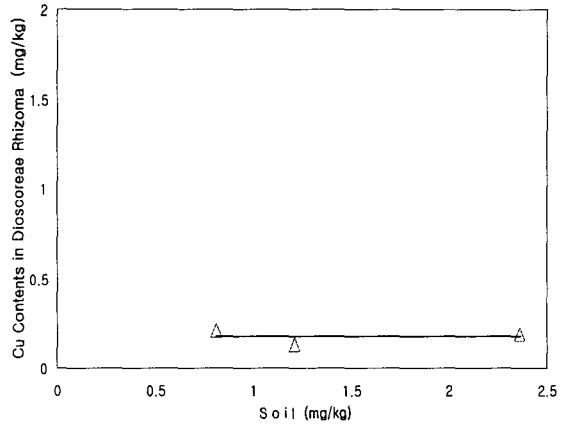


Fig. 7. Copper(Cu) contents in dioscoreae rhizoma and soil.

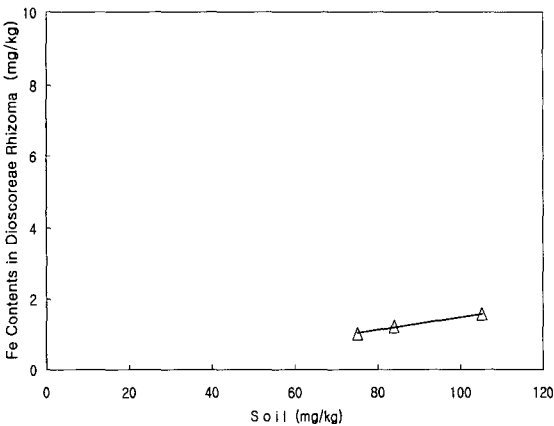


Fig. 5. Iron(Fe) contents in dioscoreae rhizoma and soil.

증가를 알 수 있다. 즉 토양중의 철의 함량과 산약 중의 철의 함량이 정비례함을 알 수 있었다.

토양 중 구리의 함량과 여러 가지 한약재 중의 구리함량과의 관계는 Fig. 6에서와 같이 일정한 경향을 보이지는 않지만 앞에서 살펴본 다른 금속들과 마찬가지로 토양에서의 함량이 높았으며 Fig. 7에서와 같이 산약 한 가지만 살펴보면 토양중의 구리함량과 산약 중의 구리함량은 직선  $y=0.0015x+0.1744(R^2=0.0009)$ 의 상관관계를 보이고 있으며 토양중의 함량으로 산약에서의 함량을 추정할 수 있다.

그 외 납과 카드뮴 그리고 비소 등은 실험 결과 토양에서는 작은 값이지만 함량이 검출되었으나 한약재에서는 납이 황기, 시호, 작약등에서 다소 검출되고 나머지는 검출되지 않아 비교에 의한 상관관계를 검증해 보지 못하였다. 또한 앞으로 산약 외에

다른 한약재에 대해서도 많은 경작지와 다른 장소의 토양과 각각의 중금속 함량을 실험하여 그 결과를 검토할 필요가 있다.

#### 4. 결 론

경북 북부지역에서 재배되어 생산되는 한약재를 중심으로 약재의 안전성에 중요한 기준이 되는 함량에 대하여 몇 가지 약재 즉, 시호, 작약, 산약 및 황기를 시료로 하여 중금속 농도를 측정하였다. 또한 경북 북부산지의 재배지 토양의 시료를 채취하여 토양중의 중금속 농도를 분석하여 이들 토양중의 중금속 함량과 그 토양에서 재배되어진 한약재중의 중금속 함량을 비교하여 보았다. 이러한 실험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 경북북부지역의 한약재중 중금속별 평균농도는 수은 0.037mg/kg, 크롬이 0.093mg/kg, 니켈이 0.108 mg/kg, 구리가 0.475mg/kg, 아연 3.14mg/kg, 망간 1.52mg/kg, 철 7.83mg/kg 그리고 카드뮴, 납, 비소는 검출되지 않았다. 이 값들은 한국산 평균치와 비교하여 매우 낮은 값이었으며 이로 미루어 경북 북부지역이 다른 지역에 비하여 한약재의 재배지로 적절함을 판단할 수 있었다.
- 2) 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).
- 3) 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 미량중금속 농도를 비교한바 몇 가지 미량중금속(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) Ten, K. H., L. D. King and H. D. Morris, 1971, Complex reaction of Zinc with organic matter extracted from sewage sludge, Soil Sci. Soc. Am. Proc., 35, 748-752.
- 2) Petruzzelli, G., G. Guid and L. Lubrano, 1978,

Organic matter as an influencing factor on copper and Cadmium adsorption by Soil, Water Air Soil Pollut., 9, 263-269.

- 3) Rhee, S. J., S. O. Kim and W. K. Choe, 1992, Effect of cadmium dose injection on peroxidative damage in rat liver, J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 21, 601-607.
- 4) Jung, S. Y., S. J. Rhee and J. A. Yang, 1996, Effect of dietary vitamin E levels in lipid peroxidation and enzyme activities of anti oxidative system in brain of cadmium administered rats, J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 25, 575-580.
- 5) Rabinowits, M. B. and G. W. Weatherill, 1973, Lead metabolism in the normal human; stable isotope studies, Science, 182, 275.
- 6) Choi, S. I., J. H. Lee and S. R. Lee, 1994, Effect of green tea beverage of the removal of cadmium and lead by animal experiments, Korean J. food Sci. Tech., 26, 745-749.
- 7) Nordberg, M., 1984, General aspects of cadmium : transport, uptake and metabolism by the kidney, Environ. Health persp., 54, 13-20.
- 8) Concon, J. M., 1988, Food Toxicology, Marcel Dekker, 236-255pp.
- 9) Oehme, F. W., 1978, Toxicity of Heavy metals in the Environment, Marcel Dekker, 169-178pp.
- 10) Lagerwerff, J. V., 1972, Lead mercury and Cadmium as contaminants, In Micronutrients in Agriculture, Soil Sci. Soc., America, Madison, Wisconsin, 593-636pp.
- 11) 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), 55-61.
- 12) 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, 36-42.
- 13) Motto, H. L., R. H. Dains, 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, 457-465.
- 14) 김병우, 1992, 관속식물에 미치는 중금속의 영향에 관한 생태적 연구, 상지대학교 자연과학대학 연구소, 자연과학논총 제 6집, 88-95pp.

- 15) Cannon, H. L. and J. M. Bowles, 1962, Contamination of Vegetation by Tetraethyl lead, *Science*, 137, 765-766.
- 16) 박승희, 1979, 원자흡광법에 의한 고속도로변 경작지 토양중의 납 함량분석에 관한 연구, *한국 식물보호학회지*, 18(1), 43-48.
- 17) 이정자, 한상훈, 김영진, 한선희, 1977, 서울시 일원의 토양 오염도 조사, *서울연보*, 13, 153-161.
- 18) 이민희, 김호영, 박상현, 1979, 서울시 일원의 경작지 오염도 조사, *서울연보*, 15, 143-152.
- 19) 김남재, 심상범, 류재환, 김종우, 홍남두, 1996, 한약중 중금속함량 및 용출에 관한 연구, *경희의학*, 12(2), 158-166.