

## Monitoring of total ash, acid-insoluble ash and heavy metals content contained in herbal medicines classified by parts used

Dong-gyu Kim<sup>1,2</sup>, Kyung-sik Kim<sup>1</sup>, Sung-deuk Lee<sup>1</sup>, Kweon Jung<sup>1</sup> and Seung-kook Park<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health and Environment, 30, Janggunmaeul 3-gil, Gwacheon-si, Gyeonggi-do 427-070, Korea

<sup>2</sup>Department of Food Science and Biotechnology, Institute of Life Science and Resources, Kyung Hee University, Yongin-Si, Gyeonggi-do 446-701, Korea

(Received June 4, 2013; Revised March 7, 2014; Accepted March 20, 2014)

## 한약재의 약용부위에 따른 회분, 산불용성회분 및 중금속 함량

김동규<sup>1,2</sup> · 김경식<sup>1</sup> · 이성득<sup>1</sup> · 정 권<sup>1</sup> · 박승국<sup>2</sup> ★

<sup>1</sup>서울시 보건환경연구원, <sup>2</sup>경희대학교 생명과학대학  
2013. 6. 4. 접수, 2014. 3. 7. 수정, 2014. 3. 20. 승인)

**Abstract:** The aim of this study was to investigate of total ash, acid-insoluble ash and heavy metals content contained in commercial herbal medicines classified by parts used. A total of 1504 samples (84 species) purchased from markets in Seoul, are classified by five kinds of plant parts. The mean of total ash and acid-insoluble ash content (%) were as follows; Herba 9.0, 1.1, Caulis and cortex 6.1, 1.0, Flos fructus and semen 5.1, 0.8, Radix 4.6, 0.7 and Rhizoma 4.3, 0.4. The total amount of individual heavy metals content (mg/kg) (Pb, As, Cd and Hg) was high in Herba 1.13 and decreased in the order of Caulis and cortex 1.07, Rhizoma 0.91 and Radix 0.91, and was low in Flos fructus and semen 0.73. In addition, acid-insoluble ash contents was correlated with the total amount of individual heavy metals ( $r=0.314$ ) ( $p<0.01$ ).

**요 약:** 한약재의 약용부위에 따른 회분, 산불용성회분 및 중금속의 함량을 조사하였다. 시료는 서울지역에서 유통되는 1504 건(84 품목)의 한약재를 포장단위로 구매하였고, 약용부위에 따라 5 종류로 분류하였다. 회분, 산불용성회분의 평균함량(%)은 잎 9.0, 1.1, 줄기표피 6.1, 1.0, 꽃과실씨 5.1, 0.8, 뿌리 4.6, 0.7, 뿌리줄기 4.3, 0.4이었고, 개별중금속(납, 비소, 카드뮴, 수은)의 함량(mg/kg)을 더한 수치(평균)는 잎 1.13 > 줄기표피 1.07 > 뿌리줄기 0.91, 뿌리 0.91 > 꽃과실씨 0.73이었다( $p<0.05$ ). 그리고, 전체시료에서 산불용성회분과 개별중금속들의 합은 상관관계( $r=0.314$ )가 있었다( $p<0.01$ ).

**Key words:** herbal medicines, total ash, acid-insoluble ash, heavy metals

★ Corresponding author

Phone : +82-(0) 31-201-2655 Fax : +82-(0)31-204-8116

E-mail : [skpark@khu.ac.kr](mailto:skpark@khu.ac.kr)

## 1. 서 론

“천연물”은 육상 혹은 해양에 생존하는 동·식물 등의 생물과 생물의 세포 또는 조직배양산물 등 생물을 기원으로 하는 산물을 말하며, 생약과 한약으로 나눌 수 있다. “생약”은 동·식물의 약용으로 하는 부분, 세포내용물, 분비물, 추출물 또는 광물을 말하고, “한약”은 동물·식물 또는 광물에서 채취된 것으로 주로 원형대로 건조·절단 또는 정제한 생약으로 식물 기원의 한약이 80% 이상을 차지하고 있다.<sup>1,2</sup> 한약의 품질관리는 약용작물의 산지, 채취, 건조, 가공, 포장, 저장에 대한 관리로서 최적 상태로 그들의 성질과 약리작용을 보존, 증강시킴으로써 유효성, 안정성, 안전성이 보장된 약재 확보를 목적으로 하는 것이다. 품질검사에는 유효성과 안전성검사가 있는데 유효성검사는 성상, 회분, 산불용성회분(이하 산불), 건조검량, 함량, 정량, 순도, 확인시험 등 규격시험이 있고, 안전성검사는 중금속, 잔류농약, 잔류이산화황, 곰팡이독소, 벤조피렌 등 인체 유해성을 판단한다.<sup>3,5</sup> 규격시험 중 회분은 식물에 생리적으로 함유하고 있는 무기염류 및 가공과정에서 채취 및 가공과정에서 혼입되는 이물 등을 확인하며,<sup>6</sup> 산불은 엽류, 전초류, 종자류 등의 조직 내에 규산염의 형태로 존재하거나 또는 외부에서 미세한 토사 등의 혼입에서 유래되는 것으로 생약의 품질에 중요하다. 중금속은 인체에 유해한 유해중금속의 함유량을 분석한다.<sup>7</sup> 한약재에 중금속이 오염되는 경로는 도시하수나 산업폐수가 수계에 유입되어 수질을 오염시킨 후 한약재로 이행되는 경우, 산업폐기물 등이 농경지로 유입되어 한약재를 오염시키는 경우, 매연이나 분진 등 대기 오염물에 함유된 중금속이 한약재로 이행되는 경우, 건조나 분쇄과정 중 기기로부터 유입되는 경우이다. 위와 같은 경로로 유입된 중금속은 자연적으로 쉽게 제거되지 않아 1차적으로 한약재에 축적되고, 생육장해를 일으켜 수확량을 감소시키며, 최종적으로 동물이나 사람이 이들을 섭취함으로써 체내에 축적되어 건강장애를 유발시킨다.<sup>8,9</sup> 식물성 생약에 대한 중금속 허용기준은 1990년대 총중금속(30 ppm 이하)으로 시작하여, 2006년에 개별중금속(납 5 mg/kg, 비소 3, 수은 0.2, 카드뮴 0.3)으로 개정되었다. 그리고 2011년 중금속 기준을 합리적으로 개선하여 안전성 강화의 기반을 마련하고 생약 등의 오염잔류물질 기준규격 운영에 적정을 기하고자 카드뮴의 기준을 세신, 오약, 저령, 택사, 황련 등 5 품목에 대하여 1.0 mg/kg, 계지 등 15품목에 대하여 0.7 mg/kg 으로 조정하였다.<sup>10-12</sup>

현재까지 한약재의 품질관련 연구는 개별품목의 회분, 산불, 중금속에 관한 단순 모니터링이 대부분이었다.<sup>13-15</sup> 따라서 본 조사는 서울약령시를 중심으로 유통되는 국내산과 수입산 한약재를 대상으로 한약재의 성질과 효능을 파악하는데 도움이 되는 약용부위에 따른 회분, 산불 및 유해중금속의 함량을 비교하고 부위별 특성과 오염 정도를 파악하였다. 또한 이들의 상관성을 조사하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 실험재료

국내 최대규모의 한약재료 유통시장인 서울시 동대문구 제기동 서울약령시에 위치한 (주)원광허브 등 50여 전문매장에서 한약규격품을 구입하였다. 1504건(84 품목)의 시료는 본 검사소 관능검사위원으로 위촉된 중앙약사심의위원회의 심의위원 2명이 대한민약약전<sup>10</sup> 및 대한민약약전의규격집<sup>11</sup>에 기재된 성상 기준에 따라 기원, 약용부위, 형상, 이물혼입, 명칭 오류 등을 감정하였다. 약용작물에 대한 명칭과 분류는 한약재의 성질과 효능을 파악하는데 중요한 자료가 되며 형태, 산지, 효능, 색채, 약용부위 등으로 분류할 수 있다.<sup>16</sup> 본 실험에 사용된 시료는 한약재 표준제조 공정지침,<sup>17</sup> 한국본초도감<sup>18</sup>에 따라 줄기표피, 꽃과실씨, 잎, 뿌리, 뿌리줄기의 5부위로, 표기사항의 원산지에 따라 국내산과 수입산으로 분류하였다(Table 1). 시료는 포장단위로 잘 섞고, 증류수로 세척한 분쇄기(DA-280, DaeSung, Seoul, Korea)에서 포장단위로 분쇄 후 50호(300 μm)체로 쳐서 기밀용기에 넣고, 냉장 보관하며 실험하였다.

### 2.2. 회분, 산불용성회분 분석

회분은 무게를 알고 있는 도가니에 시료 2 g을 넣고 가열 후 550 °C에서 약 4 h 이상 가열하고 식힌 후 무게를 회분 함량(%)으로 하였다. 산불은 회화한 도가니에 10% 염산 25 mL를 넣고 5 min 동안 가온 후 정량용 여과지(No. 5A, Toyo, Japan)으로 여과하고 남아있는 잔류물을 뜨거운 증류수로 씻은 뒤 여과지를 건조, 회화하여 산불 함량(%)으로 계산하였다.

### 2.3. 중금속 분석

납, 비소, 카드뮴의 시험용액은 극초단파시료전처리 장치(MARS 5 Version 194A01, CEM, NC, USA)를 이용하였다. 분쇄용기에 시료 0.5 g을 정밀하게 넣고

Table 1. Classification of herbal medicines used in the experiment

Group	N(n) <sup>a)</sup> N1(n1)/N2(n2) <sup>b)</sup>	Latin name (country of origin <sup>c)</sup> : number of sample)
Caulis and cortex	6(125) 5 (47)/6 (78)	Bambusae Caulis In Taeniam (C:4), Lonicerae Folium et Caulis (K:10, C:4), Eucommiae Cortex (K:18, C:3), Mori Cortex (K:16, C:29), Moutan Cortex (K:2, C:28), Phellodendri Cortex (K:1, C:9, NK:1)
Flos fructus and semen	23(252) 9(53)/22(199)	Chrysanthemi Flos (K:5, C:15), Farfarae Flos (C:8), Magnoliae Flos (C:7), Schizonepetae Spika (K:8, C:10), Syzygii Flos (I:2, IN:1, MA:1), Alpiniae Oxyphyllae fructus (C:6), Amomi Fructus (C:2, L:3, M:3, V:2), Citrii Unshius Pericarpium Immaturus (K:4, C:26), Cnidii Fructus (K:1, C:3), Foeniculi Fructus (C:3), Hordei Fructus Germinatus (K:12), Kochiae Fructus (C:3), Myristicae Semen (C:2, I:1), Ponciri Fructus Immaturus (K:16, C:13), Terminaliae Fructus (C:2, IN:2), Viticis Fructus (C:4), Xanthii Fructus (K:2, C:2), Cuscutae Semen (C:11), Dolichoris Semen (C:3, M:1, I:1), Plantaginis Semen (K:1, C:22), Psoraleae Semen (C:6, M:4), Raphani Semen (K:4, C:19), Thujae Semen (C:11)
Herba	11(162) 8(89)/8(73)	Agastachis Herba (K:13, I:4), Artemisiae Argyi Folium (K:4, C:1), Artemisiae Capillaris Herba (C:21), Cistanchis Herba (C:2, KA:1), Ephedrae Herba (K:30), Epimedii Herba (C:7), Geranii Herba (K:1), Leonuri Herba (K:13), Menthae Herba (K:20, C:5), Perillae Folium (K:12, C:17), Taraxaci Herba (K:5, C:6)
Radix	27(616) 20(346)/25(270)	Achyranthis Radix (K:11, C:25), Adenophorae Radix (K:13, C:6), Angelicae Dahuricae Radix (K:20, C:4), Angelicae Decursivae Radix (K:11, C:5), Angelicae Tenuissimae Radix (K:13), Araliae Continentalis Radix (K:54), Astragali Radix (K:43, C:6), Bupleuri Radix (K:4, C:26), Clematidis Radix (C:12), Codonopsis Pilosulae Radix (C:13), Cynanchi Wilfordii Radix (K:16, C:6), Gentianae scabrae Radix et Rhizoma (C:4), Glehniae Radix (C:15), Glycyrrhizae Radix et Rhizoma (C:54, U:1, KA:1), Morindae Radix (C:6), Osterici Radix (K:40, C:1), Paeoniae Radix (K:49, C:11), Peucedani Radix (K:10, C:2), Polygoni Cuspidati Radix (K:1, C:2), Polygoni multiflori Radix (K:3, C:3), Rehmanniae Radix Preparata (K:13, C:30), Rhei Radix et Rhizoma (K:7, C:4), Sanguisorbae Radix (C:3), Saposhnikoviae Radix (K:10, C:3), Scrophulariae Radix (K:8, C:6), Scutellariae Radix (K:18, C:16), Sophorae Radix (K:2, C:5)
Rhizoma	17(349) 12(195)/14(154)	Acori Gramineri Rhizoma (K:3, C:20), Alismatis Rhizoma (K:41), Anemarrhenae Rhizoma (K:1, C:16), Arisaematis Rhizoma (K:3, C:8), Asiasari Radix et Rhizoma (C:6), Atractylodis Rhizoma Alba (K:11, C:9, NK:2), Atractylodis Rhizoma (K:3, C:9, NK:1), Cimicifugae Rhizoma (C:22), Cnidii Rhizoma (K:54), Coptidis Rhizoma (C:20), Curcumae Longae Rhizoma (K:1, C:8, M:2), Cyperi Rhizoma (K:44, C:7), Dioscoreae Rhizoma (K:29, C:7), Gastrodiae Rhizoma (K:2, C:5), Pinelliae Tuber (C:3, NK:2), Smilacis Rhizoma (K:3), Sparganii Rhizoma (C:7)
Total	84(1504) 54(730)/75(774)	

<sup>a)</sup> Number of items (Total number of analyzed samples)

<sup>b)</sup> Number of items (analyzed domestic samples) / Number of items (analyzed imported samples) by its country of origin

<sup>c)</sup> K: South Korea, C: China, V: Vietnam, I: Indonesia, M: Myanmar, NK: North Korea, U.S.A., G: Guatemala, T: Thailand, L: Laos, MA: Madagascar, IN: India, KA: Kazakhstan, U: Uzbekistan

질산(70%, Electronic grade, DongWoo, Seoul, Korea) 12 mL를 가하여 가스를 방출하고 밀폐 후 1200 W에서 15 min, 190 °C까지 상승시키고 15 min 분해하였다. 이를 실온까지 식힌 후 탈기하고, PE재질의 플라스크에 증류수제조장치(MQ Gradient, Millipore, MA, USA)에서 제조한 증류수(18.2 MΩ)를 넣어 여과하고

50 g으로 희석하여 시험액을 제조하였다. 분석은 Octapole reaction system(ORS)이 부착된 유도결합플라즈마-질량분석계(ICP-MS, Agilent 7500 ce, Agilent, Tokyo, Japan)를 사용하였으며, 검량선은 원자흡광분석용 표준원액(8500-6940, 10 µg/mg, Agilent, Tokyo, USA)을 시험용액과 비슷한 농도의 표준용액으로 작

Table 2. Recovery rate of element in certified reference material (NIST 1547 peach leaves)

Elements	Certified (mg/kg)	Measured <sup>a)</sup> (mg/kg)	Recovery (%)	C.V. <sup>b)</sup> (%)	LOD <sup>c)</sup> (ug/kg)	LOQ (μg/kg)
Pb	0.87±0.03	0.87±0.03	92.5	6.33	0.089	0.272
As	0.060±0.018	0.060±0.003	101.3	5.00	0.011	0.034
Cd	0.026±0.003	0.025±0.001	98.6	4.00	0.020	0.062
Hg	0.031±0.007	0.030±0.001	95.9	3.33	0.009	0.026

<sup>a)</sup> Mean values obtained from three measurements

<sup>b)</sup> Coefficient of variation = (standard deviation/mean value) × 100 (n=3)

<sup>c)</sup> Limit of detection (LOD) = 3.3×σ/S, Limit of quantitation (LOQ) = 10×σ/S (σ : the mean standard deviation, S : the individual slope)

성하였으며, 시험액과 공시험을 함께하여 중금속 함량 (mg/kg)을 구하였다. 그리고 기기상태 및 외부오염으로 인한 분석오차는 표준시험방법서(SOP)<sup>12</sup>에 따라 일정시료의 분석주기마다 표준용액(10, 100 μg/kg)으로 확인하였다. 수은은 시료 50 mg을 정밀하게 달아 수은분석기(Model MA-2, Nippon, Japan)를 사용하여 가열기화금아말감법으로 253.7 nm에서 분석하였다. 검량선은 원자흡광분석용 표준원액(25828-1B, 1,000 mg/kg, kanto, Japan)을 0.001% L-cysteine (98%, Sigma, St. Louis, USA)으로 조제한 표준용액을 사용하였고, HG-MHT와 HG-BHT (Nippon, Japan)을 첨가제로 사용하였다. 분석방법의 타당성확인은 미국표준기술연구소의 Peach leaves (NIST 1547)을 시료와 동일한 조건에서 3 회 반복 시험하였다. 회수율(%)은 납 92.5, 비소 101.3, 카드뮴 98.6, 수은 95.9이었다. 분석기기의 검출한계(LOD)와 정량한계(LOQ)는 아래 식에 따라 계산하였다. 납, 비소, 카드뮴, 수은의 검출한계(LOD)

는 0.089, 0.011, 0.020, 0.009 μg/kg, 정량한계(LOQ)는 0.272, 0.034, 0.062, 0.026 μg/kg이었다(Table 2).

$$\text{LOD} = 3.3 \times \sigma / S, \text{LOQ} = 10 \times \sigma / S$$

(σ: 반응의 표준편차, S: 검량선의 기울기)

#### 2.4. 통계분석

SPSS 통계프로그램(version 12.0 KO, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 약용부위에 따른 평균, 표준편차를 구하였다. 약용부위, 원산지 간의 유의성은 독립표본 t-test, ANOVA-test로 분석 후 Duncan's multiple range test( $p < 0.05$ )을 실시하였다.

### 3. 결과 및 고찰

회분, 산불의 함량(%)과 원산지 비교는 Table 3에 나타내었다. 회분, 산불의 함량은 지상부의 잎(9.0,

Table 3. The content<sup>a)</sup> of total ash and acid-insoluble ash contained in herbal medicines by parts

Group	N (n) <sup>b)</sup>	Total ash (%)	Acid-insoluble ash (%)
Caulis and cortex	125	6.1±2.2 <sup>c</sup>	1.0±1.1 <sup>c</sup>
	(47/78)	(5.8±1.6/6.3±2.5)	(1.6±1.5*/0.7±0.6)
Flos fructus and semen	252	5.1±1.9 <sup>b</sup>	0.8±0.8 <sup>b</sup>
	(53/199)	(4.6±1.7*/5.2±1.9)	(0.5±0.4*/0.9±0.9)
Herba	162	9.0±3.4 <sup>d</sup>	1.1±1.8 <sup>c</sup>
	(89/73)	(8.2±3.6*/10.0±2.9)	(0.9±1.8/1.3±1.7)
Radix	616	4.6±1.6 <sup>a</sup>	0.7±0.6 <sup>b</sup>
	(346/270)	(4.5±1.7*/4.8±1.4)	(0.5±0.5*/0.8±0.8)
Rhizoma	349	4.3±1.6 <sup>a</sup>	0.4±0.4 <sup>a</sup>
	(195/154)	(3.9±1.1*/4.9±1.9)	(0.3±0.2*/0.6±0.5)
Total	1504	5.2±2.4	0.7±0.9
	(730/774)	(4.9±2.3*/5.6±2.5)	(0.6±0.9*/0.8±0.9)

<sup>a)</sup> The same lower case letters (a-c) in the same column are not significantly different at  $p < 0.05$

<sup>b)</sup> Number of analyzed samples (Number of analyzed domestic/imported samples by its country of origin)

\*Shows a significant difference depending on its country of origin (t-test,  $p < 0.05$ )

Table 4. The content<sup>a)</sup> of heavy metals contained in herbal medicines by parts

Group	N (n) <sup>b)</sup>	Pb (mg/kg)	As (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Total amount <sup>c)</sup>
Caulis and cortex	125 (47/78)	0.76±1.21 <sup>b</sup> (0.83/0.72)	0.20±0.26 <sup>ab</sup> (0.14*/0.24)	0.10±0.19 <sup>ab</sup> (0.15*/0.07)	0.01±0.01 <sup>a</sup> (0.01/0.01)	1.07±1.33 <sup>bc</sup> (1.13/1.04)
Flos fructus and semen	252 (53/199)	0.49±0.76 <sup>a</sup> (0.26*/0.55)	0.16±0.25 <sup>a</sup> (0.09*/0.17)	0.07±0.09 <sup>a</sup> (0.06/0.08)	0.01±0.01 <sup>a</sup> (0.01/0.01)	0.73±0.98 <sup>a</sup> (0.42*/0.81)
Herba	162 (89/73)	0.77±1.06 <sup>b</sup> (0.38*/1.25)	0.23±0.34 <sup>b</sup> (0.13*/0.35)	0.12±0.15 <sup>b</sup> (0.13/0.10)	0.01±0.01 <sup>a</sup> (0.01/0.01)	1.136±1.29 <sup>c</sup> (0.65*/1.71)
Radix	616 (346/270)	0.50±1.09 <sup>a</sup> (0.38*/0.67)	0.31±0.42 <sup>c</sup> (0.31/0.31)	0.09±0.12 <sup>ab</sup> (0.11*/0.08)	0.01±0.01 <sup>a</sup> (0.01/0.01)	0.91±1.35 <sup>ab</sup> (0.81*/1.07)
Rhizoma	349 (195/154)	0.45±0.68 <sup>a</sup> (0.27*/0.67)	0.26±0.33 <sup>bc</sup> (0.26/0.26)	0.19±0.22 <sup>c</sup> (0.15*/0.25)	0.01±0.01 <sup>a</sup> (0.01/0.01)	0.91±0.93 <sup>ab</sup> (0.69*/1.19)
Total	1504 (730/774)	0.54±0.97 (0.37*/0.70)	0.25±0.36 (0.24/0.26)	0.12±0.16 (0.12/0.11)	0.01±0.01 (0.01/0.01)	0.92±1.20 (0.74*/1.08)

<sup>a)</sup> The same lower case letters (a-c) in the same column are not significantly different at  $p<0.05$

<sup>b)</sup> Number of analyzed samples (Number of analyzed domestic / imported samples by its country of origin)

<sup>c)</sup> The total amount of Pb, As, Cd and Hg contents

\*Shows a significant difference depending on its country of origin (t-test,  $p<0.05$ )

1.1), 줄기표피(6.1, 1.0), 꽃과실씨(5.1, 0.8)가 지하부의 뿌리(4.6, 0.7), 뿌리줄기(4.3, 0.4)보다 많았다( $p<0.05$ ,  $p=0.000$ ). 전체시료에서 회분, 산불의 국내/수입산 함량은 4.9/5.6, 0.6/0.8으로 유의적인 차이가 있었다( $p<0.05$ ,  $p=0.000$ ). 즉 외부에서 이물의 혼입 가능성이 높고, 줄기표피, 꽃과실씨가 지하부위보다 많고, 원산지의 제조환경에 따라 오염에 차이를 보이는 것으로 생각된다. 박 등<sup>19</sup>은 품질향상을 위하여 물 세척하면 산불은 감소하나, 유효성분이 추출되지 않도록 짧은 시간에 끝내야 한다고 하였다. 산불의 개별 기준을 초과할 가능성이 많은 한약재에는 줄기표피: 몰약, 꽃과실씨: 관동화, 차전자, 백자인, 잎: 구맥, 목적, 왕불류행, 포공영, 뿌리줄기: 토복령이라고 김 등<sup>20</sup>은 보고하였다. 유해중금속의 함량(mg/kg)과 원산지 비교는 Table 4에 나타내었다. 전체시료에서 납의 평균함량은 0.54, 비소 0.25, 카드뮴 0.12, 수은 0.01이었고, 납, 비소, 카드뮴, 수은의 국내/수입산 함량은 0.37/0.70, 0.24/0.26, 0.12/0.11, 0.01/0.01이었다. 중금속 중 납의 경우, 잎 0.77, 줄기표피 0.76 > 뿌리 0.50, 꽃과실씨 0.49, 뿌리줄기 0.45의 순이었다( $p<0.05$ ,  $p=0.000$ ). 이는 납은 지상부의 잎, 줄기, 표피에서 지하부위보다 유의적인 수준에서 함유량이 많았다는 정 등<sup>9</sup>의 보고와 유사하였다. 비소는 뿌리, 뿌리줄기의 함량이 0.31, 0.26으로 다른 부위에 비하여 많았다. 카드뮴은 뿌리줄기 0.19 > 잎 0.12 > 줄기표피 0.10, 뿌리 0.09 > 꽃과실씨 0.07의 순으로 오염 정도가 높았다( $p<0.05$ ,  $p=0.000$ ). 수은은 모든 약용부위에서 평균함량이 0.01으로 비슷하였

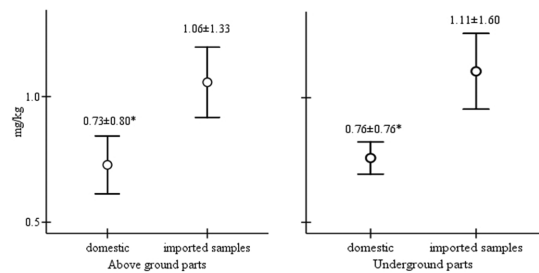


Fig. 1. Distribution of total amount of individual heavy metals content, based on the using parts and production area, \* shows a significant difference of heavy metals contents between domestic and imported samples (t-test,  $p<0.05$ ).

다. 납, 비소, 카드뮴, 수은의 함량을 더한 수치의 평균은 잎 1.13 > 줄기표피 1.07 > 뿌리 0.91, 뿌리줄기 0.91의 순이었고 토양과 직접 접촉하지 않는 꽃과실씨 0.73으로 적었다( $p<0.05$ ,  $p=0.000$ ). 시료의 지상, 지하부위에 따른 국내/수입산의 유해중금속들의 합은 0.73/1.06, 0.76/1.11으로 유의적인 차이가 있었으며( $p<0.05$ ,  $p=0.000$ ) (Fig. 1), 특히 꽃과실씨, 잎, 뿌리줄기에서 수입산(0.81, 1.71, 1.19)은 국내산(0.42, 0.65, 0.69)보다 2배 이상 많았다( $p<0.05$ ,  $p=0.000$ ). 산불과 중금속들의 약용부위별 상관관계는 Table 5에 나타내었다. 전체시료에서 산불은 중금속들 중 납과 상관관계( $r=0.312$ )가 있었고, 비소, 카드뮴, 수은과는 없었다( $p<0.01$ ,  $p=0.000$ ). 약용부위에 따른 상관관계는 뿌리( $r=0.503$ ), 줄기표피( $r=0.392$ ), 잎( $r=0.291$ ), 뿌리줄기

Table 5. Correlation coefficients between acid-insoluble ash and heavy metals content by parts

Group	N(n) <sup>a)</sup>	Acid-insoluble ash				
		Pb	As	Cd	Hg	Total amount <sup>b)</sup>
Caulis and cortex	6(125)	0.427**	NS	NS	NS	0.392**
Flos fructus and semen	23(252)	NS	NS	NS	NS	NS
Herba	11(162)	0.202**	0.468**	NS	NS	0.291**
Radix	27(616)	0.509**	0.230**	0.223**	NS	0.503**
Rhizoma	17(349)	0.167**	0.186**	0.127*	NS	0.220**
Total	84(1504)	0.312**	0.183**	NS	NS	0.314**

<sup>a)</sup> Number of items (Total number of analyzed samples)

<sup>b)</sup> The total amount of Pb, As, Cd and Hg content

\*, \*\* =  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ , respectively; NS; Not significant

( $r=0.220$ )의 순이었으며, 토양과 직접 접촉하지 않는 꽃과실씨는 관계가 거의 없었다( $p < 0.01$ ,  $p = 0.000$ ).

#### 4. 결 론

서울지역에서 유통되는 한약재 1504 건(84 품목)의 시료를 대상으로 약용부위와 원산지에 따른 회분, 산불, 중금속의 오염 정도를 조사하였다. 회분, 산불의 함량(%)은 지상부위(6.53, 0.92)가 뿌리부위(4.52, 0.58)보다 많았고, 수입산 시료(5.56, 0.81)가 국내산(4.89, 0.59)보다 많았다( $p < 0.05$ ). 납, 비소, 카드뮴, 수은의 함량(mg/kg)을 더한 수치에 평균은 앞 1.13 > 줄기표피 1.07 > 뿌리 0.91, 뿌리줄기 0.91의 순이었으며 토양과 직접 접촉하지 않는 꽃과실씨 0.73으로 적었으며, 수입산 시료(1.08)가 국내산(0.75)가 많았다( $p < 0.05$ ). 전체시료에서 산불과 유해중금속은 상관관계( $r=0.314$ )가, 특히 뿌리( $r=0.503$ )에서 있었다( $p < 0.01$ ). 중금속이 비교적 높게 검출되는 수입 한약재 대부분이 중국산인 것을 감안할 때, 이들 국가에서 수입되는 약용작물의 재배 및 제조·유통과정에서 오염된 이물의 혼입 가능성이 있음을 추정할 수 있다. 따라서 수입 한약제에 대한 지속적인 품질관리가 필요한 것으로 보인다.

#### 감사의 글

본 연구는 서울시 보건환경연구원 강북농수산물검사소의 지원으로 이루어졌으며, 이에 감사 드립니다.

#### 참고문헌

1. S. D. Lee and Y. C. Park, 'Toxicology for herbal med-

icine (in Korean)', p42, KSI Publishers, Paju, Korea, 2012.

2. K. Chan, *Chemosphere*, **23**, 1361-1371 (2003).

3. S. M. Choi, H. J. Chung, Y. S. Yoon, M. Y. Lee, H. S. Choi and H. J. Sung, *J. Korean Oriental Med.*, **21**(3), 99-112 (2000).

4. P. K. Mukherjee, 'Quality control of herbal Drugs, An Approach to evaluation of botanicals', p112, Business Horizon, New Delhi, India, 2012.

5. I. Ahmad, F. Aqil, and M. Owais, 'Modern phytomedicine, Turning medicinal plants into drugs', p25, Wiley-VCH, Weinheim, Germany, 2006.

6. H. K. Kim, '대한약전의 해설서', p522, Pamakoreana, Seoul, Korea, 2004.

7. 홍남두, 김남재, '한약의 품질관리', p206, 신일상사, 서울, 2007.

8. P. K. Mukherjee, 'GMP for botanicals, Regulatory and quality issues on phytomedicines', p59, Business Horizon, New Delhi, India, 2012.

9. S. J. Jung, S. T. Kang, C. H. Han, S. J. Kim, S. K. Ko, Y. H. Kim, Y. K. Kim, B. S. Kim, and B. H. Choi, *J. Fd. Hyg. Safety*, **25**(4), 402-409 (2010).

10. KFDA, 'The Korean pharmacopoeia tenth edition', KFDA press, Seoul, Korea, 2012.

11. KFDA, 'The Korean herbal pharmacopoeia', KFDA press, Seoul, Korea, 2012.

12. 식품의약품안전청, 생약 등의 잔류오염물질 기준 및 시험방법(제2012-42호).

13. J. Wu, Y. Tan, Y. Wang, and R. Xu, *J. Nat. Med.*, **65**(3-4), 656-661 (2011).

14. M. R. Gomez, S. Cerutti, L. L. Sombra, M. F. Silva, and

- L. D. Martinez, *Food Chem.Toxicol.*, **45**, 1060-1064 (2007).
15. R. B. Saper, S. N. Kales, J. Paquin, M. J. Burns, D. M. Eisenberg, R. B. Davis, and R. S. Phillips, *J.A.M.A.*, **292**(23), 2868-2873 (2004).
16. B. I. Seo, J. H. Lee, H. Y. Choi, D. R. Gwon, and Y. M. Bu, 'Herbal medicines (in Korean)', p29, Yeongrimsa publishers, Seoul, Korea, 2006.
17. 식품의약품안전청, '한약재표준제조공정지침', p3, 서울, 2008.
18. 안덕균, '한국본초도감', 교학사, 서울, 2000.
19. C. H. Park and S. I. Kang, 'Processing technology of herbal medicines (in Korean)', p32, Chengmoongak publishers, Seoul, Korea, 2006.
20. D. G. Kim, B. S. Kim, Y. C. Kim, Y. O. Hwang, Y. Z. Chae, and S. K. Park, *Nat. Prod. Sci.*, **17**(1), 38-44 (2011).