

부산지역 유통 수산물의 중금속 실태 조사

권혁동[†] · 김병준 · 박선희 · 이지윤 · 박소현 · 박미정 · 이미옥
식약품분석과

Research on the Harmful Heavy Metals of Seafood in the Busan Area

Hyuk-Dong Kwon[†], Byung-Jun Kim, Sun-Hee Park, Ji-Yoon Lee, So-Hyeon Park,
Mi-Jung Park and Mi-Ok Lee
Food and Drug Analysis Division

Abstract

This research was carried out to survey and evaluate the contents of harmful metals in seafoods collected from fish markets & large retail stores in the Busan area. A total of 397 samples were analyzed: 224 samples of fish (56% of the total), 90 samples of shell-fish (23%), 51 samples of mollusca (13%), 16 samples of crustacean (4%), 12 samples of canned food (3%) and 4 samples of echinoderm (1%). A 300 g edible portion of the seafood samples was homogenized by mixer, and the homogenized samples were used in all the experiments. The content of Hg was analyzed by gold amalgamation method, using mercury analyzer (NIC, Japan), while the content of 3 heavy metals (Pb, Cd, As) was determined by ICP. The average content (mg/kg, wet weight) of heavy metals in seafood samples was as follows; for Pb 0.027(ND~0.351), Cd 0.113(ND~1.934), As 0.269(ND~10.627) and Hg 0.056(ND~0.494). The content of heavy metals in the fish samples was as follows; for Pb 0.010(ND~0.152), Cd 0.012(ND~0.523), As 0.164(ND~1.789) and Hg 0.072(ND~0.494). In the shell-fish samples, it was; for Pb 0.076(ND~0.351), Cd 0.326(ND~1.934), As 0.590(0.024~10.627) and Hg 0.034(0.002~0.195). In the mollusca samples, it was; for Pb 0.020(ND~0.192), Cd 0.143(ND~1.535), As 0.254(0.002~2.675) and Hg 0.032(0.005~0.1 楸). In the crustacean samples, it was; for Pb 0.008(ND~0.056), Cd 0. 棼湊揆(ND~1.819), As 0.166(0.012~1.018) and Hg 0.033(0.005~0.175). In the echinoderm samples, it was; for Pb 0.028(0.009~0.042), Cd 0.097(0.008~0.353), As 0.053 (ND~0.112) and Hg 0.015 (0.001~0.031). In the canned food samples, it was; for Pb 0.020(ND~ 0.154), Cd 0.082(0.003~0.769), As 0.079(ND~0.325) and Hg 0.055(0.021~0.116). After the average content of heavy metals in seafood was determined, the risk of these heavy metals was evaluated. Relative hazardous levels compared to PTWI were below the recommended standards of the JECFA for Pb (0.7%), Cd (10.7%), As (11.9%) and Hg (7.4%).

Key words : seafood, heavy metal, fish, shell-fish, mollusca, crustacean, echinoderm, canned food, JECFA, PTWI, relative hazardous level

서 론

우리나라의 급격한 산업화는 경제적, 사회·문화적으로 많은 발전을 가져왔지만 이는 곧 중금속 등 다양한 유해물질들로 부터의 환경오염을 초래하였고, 이러한 대기·토양·수질의 오염은 식품의 제조, 가공, 조리과정 중 오염물질 노출 가능성을 높여서 결국 우리 식생활을 위협하여 식품 안전은 물론 궁극적으로 국민의 건강까지도 위협받게 되었다. 이에 따라 보다 안전하고 위생적인 식품의 안전성 문제의 중요성이 더욱 부각되어지고 있다.

그리고 현재는 생활수준의 향상으로 인한 영양 상태의 개선과 보건의료 관련 사회적 기반이 향상되면서 평균 연령의 신장을 가져왔지만 그로 인해 고령화 인구와 성인병의 증가를 가져와 적절한 식생활과 균형 잡힌 영양의 섭취, 적당한 운동 등과 같은 건강관리에 대한 수요를 급증시켰으며, 이와 같은 의식구조의 변화는 식품의 선택에도 큰 영향을 미치게 되었는데, 이러한 건강에 대한 관심은 육류 보다는 수산물을 통한 단백질·지방·미네랄 등 영양성분의 섭취 선호를 높이고 따라서 수산물에 대한 소비도 증가하고 있는 실정이다.

하지만 연안 해역은 여러 가지 산업폐수와 도시하수의 유

[†] Corresponding author. E.mail : hdkwon@korea.kr

Tel : +82-51-757-6934, Fax : +82-51-757-2879

입으로 오염이 가속화되고 최근 들어 이로 인한 수산어패류의 오염문제가 크게 문제시되고 있다. 특히 수산물 중 패류와 같은 해양생물은 이동성이 거의 없어 활동범위가 거의 한 지역에 국한되거나 이동 폭이 좁아 하천과 연안지역에 중금속 등이 유입되면 미량일지라도 여과·섭취 활동을 통하여 축적되어질 수 있고 먹이연쇄과정을 통해 최종적으로 사람에게 위해를 가질 수 있어 식품위생상 심각한 문제로 대두되고 있다.

일반적으로 중금속이라 하면 과거 일본에서 발생한 수은 중독증(Minamata disease)과 카드뮴 중독증(Itai itai disease)을 연상하게 될 만큼 수은(Hg), 카드뮴(Cd) 및 납(Pb) 등 중금속의 유해성은 잘 알려져 있으며, 이들 외에도 동식물의 생리작용에 있어서 필수 미량원소인 구리(Cu)와 아연(Zn) 등과 같은 금속들도 오염에 의해 동식물 내에 과량 축적되면 해로운 영향을 미치게 되는 이중성을 지닌 것으로 알려져 있다.

식품을 통해 인체로 유입되는 여러 가지 중금속 등의 오염

물질은 직접적인 독성이 강할 뿐만 아니라 만성적으로 내분비계를 교란시키는 작용을 하는 것으로 밝혀지면서 식품 중의 중금속 농도와 섭취량, 생리적인 작용, 허용량에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 또 우리나라 국민의 식품을 통한 중금속 섭취량에 대한 식약청 조사에서 어패류와 해조류의 비율이 상당히 높게 나타나 수산물이 식품을 통한 중금속 섭취에 상당한 원인을 제공하는 요인으로 알려지고 있으며, 수산물의 섭취가 용이한 어촌 주민들이 농촌에 비해 체내 수은농도가 높게 검출된다고 보고된 바도 있다.

이에 본 연구에서는 하천 및 바다와 인접한 부산지역의 지리적 특성상 타 지역에 비해 수산물의 섭취 기회가 많아 부산지역 유통 수산물의 유해 중금속에 대한 지속적인 조사의 필요성을 인식, 수산물 중 섭취량이 많은 어·패류를 중심으로 유해 중금속 4종에 대한 오염 실태를 조사하였다. 또 그 중금속 검출결과를 국제적인 권고기준과 비교하여 상대위해도 산출을 통해 위해평가를 실시, 수산물 중금속에 대한 막연한 불안감을 해소하는데도 도움을 주고자 하였다.

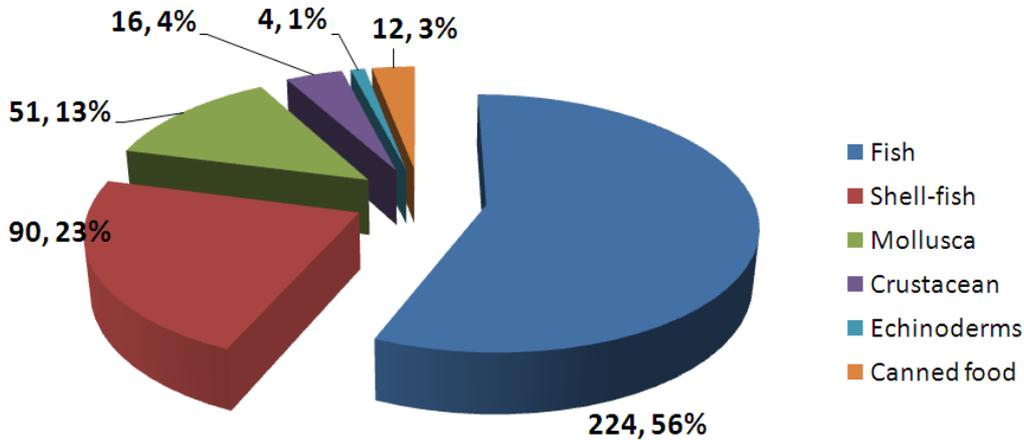


Fig. 1. Consist of test samples.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에 사용된 시료는 2010년 1월부터 11월 사이에 부산

지역에 위치하는 대형 유통판매점 및 수산시장 등지에서 유통되는 수산물 총 397건을 대상으로 하였다. 실험에 사용된 수산물의 구성은 현재 규격 및 기준을 설정하여 관리하고 있는 어·패류와 연체류가 대부분을 차지하였으며, 갑각류, 극피류

및 통조림을 포함한 자세한 실험재료 현황은 Fig. 1에 나타내었다.

실험방법

수산물 시료의 채취 및 균질화

실험에 사용된 시료는 식품공전의 「검체의 채취 및 취급방법」이 정하는 바에 따라 가식부위 약 300 g을 취해 믹서(한일전기, 후드믹서 HMF-1000, 한국)로 균질화 하여 일정량을 실험에 사용하였으며, 어류의 경우 머리, 꼬리, 내장, 뼈, 비늘을 제거한 후 껍질을 포함한 근육부위를 검체로 사용하였다.

유해 중금속 함량 분석

이번 수산물을 대상으로 한 실태조사의 중금속 항목은 현재 수산물에 공통적으로 기준과 규격이 설정되어 있는 총수은(Hg)과 납(Pb)을 비롯하여 패류와 연체류에만 설정된 카드뮴(Cd), 현재는 기준이 설정되어 있지 않지만 수산물에서 많이 검출되는 것으로 알려진 비소(As)를 포함하였다. 유해 중금속 4종(Pb, Cd, As, Hg)에 대한 분석은 식품공전 제10.일반시험법, 7.식품 중 유해물질시험법 중 중금속시험법에 따라 실시하였다.

총수은(Hg)

시료 중 수은함량은 가열기화금아말감법(Combustion gold amalgamation method)을 이용하여 분석하였는데, 분석시료 약 50 mg을 취하여 첨가제 M ($\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2$)과 B (Al_2O_3)를 Table 1의 조건에 따라 넣고 시료의 연소에서 금아말감에 의한 포집 및 측정까지를 자동화한 Mercury analyzer

(Nippon Instrument Co., Mercury SP, Japan)를 사용하여 측정하였다. 단 측정에 사용되는 첨가제는 700°C에서 3시간 열처리한 후 30분 이상 냉각하여 사용하였다.

납(Pb), 카드뮴(Cd), 비소(As)

시료의 분해는 건식회화법에 따라 균질 시료 약 10 g을 도가니에 취해 건조시키고 열판에서 단계적으로 천천히 가열하여 회수율 손실을 최소화하면서 탄화시킨 다음 회화로(동일과학, 한국)에서 500°C로 회화시켰다. 충분히 회화가 끝나면 회분을 물로 적시고 염산 3 mL를 가하여 건조시킨 다음 0.5 N 질산에 녹이고 유리여과기로 불용물을 여과한 다음 일정량으로 희석하여 시험용액으로 하였고 이러한 과정은 공시험에 대해서도 동일하게 적용하였다.

시료 중 중금속 함량의 측정은 ICP (Perkin-Elmer, Optima 7000DV, USA)를 이용하여 실시하였고, 표준용액의 조제는 중금속 표준원액(ICP Multi-element Standard Solution XVI, 100mg/L, Merck, Germany)을 0.5 N 질산으로 0.025, 0.1, 1 mg/mL 농도로 희석하여 분석시마다 검량선을 작성한 다음 시료의 농도를 측정하였다.

중금속의 상대 위해도(%) 산출

각 중금속의 상대 위해도(%)는 FAO/WHO 합동 식품첨가물 전문가위원회(JECFA; FAO/WHO Joint Expert Committee on Food Additives)에서 정한 잠정주간섭취허용량(PTWI; Provisional Tolerable Weekly Intake) 자료를 활용, 다음 식을 이용하여 각 중금속 노출량을 구하고 PTWI 대비 상대 위해도(%)를 산출하였다.

Table 1. The operating conditions of mercury analyzer

Classification	Heating condition	Standard solution	Sample
Mode selector		Mode 1	Mode 2
Analysis time	1st. Step	1 min	4 min
	2nd Step	4 min	6 min
Additive		Unnecessary	M+S+M+B+M

* M : Sodium carbonate anhydrous : Calcium hydroxide = 1 : 1 (w/w)

S : Solid sample, B : Aluminium oxide anhydrous

$$\text{중금속 노출량}(\mu \text{ g/kg b.w./week}) = \frac{\text{중금속 함량}(\text{mg/kg}) \times \text{식품 주간 섭취량}(\text{g/week})}{\text{평균 체중}(\text{kg b.w.})}$$

$$\text{상대 위험도}(\%) = \frac{\text{중금속 노출량}(\mu \text{ g/kg b.w/week})}{\text{PTWI} (\mu \text{ g/kg b.w/week})} \times 100$$

결과 및 고찰

유해 중금속 평균 함량

실험에 사용된 어류 224건(56%), 패류 90건(23%), 연체류 51(13%), 갑각류 16건(4%), 극피류 4건(1%) 및 통조림 12건(3%)으로 분류되는 총 397건의 수산물에 대한 평균 중금속 오염도는 현재 기준이 설정되어 있는 납(Pb), 카드뮴(Cd), 수은(Hg)의 경우 0.113 mg/kg, 0.027 mg/kg 및 0.056 mg/kg 으로 각각의 기준 0.5~2.0, 2.0, 0.5에 비해 현저히 낮은 수준이었으며, 기준이 설정되어 있지 않은 비소(As)의 경우는 상대적으로 약간 높은 0.269 mg/kg 수준이었다(Table 2).

실험에 사용된 수산물을 국내산과 수입산으로 구분하고 확인이 불가능한 경우는 미확인으로 분류하여 중금속 4종에 대

한 함량을 비교해 본 결과 중금속 함량에 있어 비소의 경우 국내산이 수입산 보다 약간 높게 나타난 것을 제외하고는 뚜렷한 차이를 볼 수 없었다(Table 3).

수산물 분류별 중금속 검출 결과

실험에 사용된 수산물의 분류별 중금속 평균 함량 및 최소, 최대 검출량을 Table 4에 나타내었다. 수산물 전체는 전반적으로 현재 기준이 미설정된 As가 가장 높은 검출치를 보였고, 다음으로 Cd > Hg > Pb 순이었다.

그리고 실험에 사용한 수산물 분류별로는 어류, 패류 및 연체류는 As가 가장 높은 검출치를 보인 반면 갑각류와 극피류의 경우는 Cd이 가장 높게 검출되었으며, 통조림은 Cd과 As가 거의 비슷한 수준으로 높게 검출되었다.

Table 2. Mean content of harmful heavy metals

Heavy Metals	Mean Content (mg/kg)	Standards (mg/kg)
Pb	0.027	Fish 0.5, Shell-fish 2.0
Cd	0.113	Shell-fish & Mollusca 2.0
As	0.269	-
Hg	0.056	Fish, Shell-fish & Mollusca 0.5

Table 3. Difference in content of heavy metals between producing area

Producing Area	Pb	Cd	As	Hg
Total	0.03	0.11	0.27	0.06
Domestic product	0.03	0.12	0.26	0.05
Imported product	0.03	0.10	0.18	0.05
Unidentified product	0.03	0.11	0.31	0.06

Table 4. Detection result of heavy metals in seafood according to the classification (unit : mg/kg)

		Pb	Cd	As	Hg
Total	average	0.027	0.113	0.269	0.056
	detection range	ND~0.351	ND~1.934	ND~10.627	ND~0.494
Fish		0.010	0.012	0.164	0.072
		ND~0.152	ND~0.523	ND~1.789	ND~0.494
Shell-fish		0.076	0.326	0.590	0.034
		ND~0.351	ND~1.934	0.024~10.627	0.002~0.195
Mollusca		0.020	0.143	0.254	0.032
		ND~0.192	ND~1.535	0.002~2.675	0.005~0.110
Crustacean		0.008	0.244	0.166	0.033
		ND~0.056	ND~1.819	0.012~1.018	0.005~0.175
Echinoderm		0.028	0.097	0.053	0.015
		0.009~0.042	0.008~0.353	ND~0.112	0.001~0.031
Canned food		0.020	0.082	0.079	0.055
		ND~0.154	0.003~0.769	ND~0.325	0.021~0.116

중금속 항목별 검출 특성

납(Pb)

본 실험에 사용된 수산물에서는 평균 0.027 mg/kg의 함량을 나타내어 현 식품공전 설정 기준(어류 0.5, 패류 2.0 mg/kg)에 훨씬 못 미치는 수치였다. 분류군별로는 Fig. 2와 같이 패류가 0.076 mg/kg으로 상대적으로 가장 높은 함량을 나타내었고, 나머지는 극피류(0.028) > 연체류(0.020), 통조림(0.020) > 어류(0.010) > 갑각류(0.008) 순으로 상대적으로 낮은 함량을 보였다.

납은 동식물의 천연 구성성분으로 자연계에는 낮은 농도로 존재하지만 수은, 카드뮴 등과 함께 공장 폐수나 폐기물로 배출되어 환경오염 물질로서도 주목받고 있는 금속으로 1986년 JECFA (FAO/WHO 합동 식품첨가물 전문가회의)에서 성인 1인 주간잠정섭취허용량(PTWI)을 25 μ g/kg으로 정한 바 있다. 납은 독성이 강한 중금속이나 다량 섭취에 의한 급성중독의 경우는 매우 드물고 소량에 의해 장기간 축적으로 나타나는 만성중독이 문제가 되고 있다. 납의 체내 흡수는 소화기계 에 의한 흡수와 호흡기계 에 의한 흡수가 있는데, 이렇게 흡수된 납은 주로 골격에 축적되고 연부조직에도 일부 축적이 된다. 납의 과다 축적에 의한 질병으로는 불면, 동맥경화, 암, 중추신경장애, 신장과 간장 장애, 신경과민, 빈혈, 피로권태감 등이 있다고 알려져 있다. 또 칼슘과 철을 섭취하면 납의 흡수율을 감소시키는 점을 이용하여 인산칼슘이 함유된 우유의 섭취가 납의 체내 배설을 촉진하는 데 이용되어진다.

우리나라 중금속 섭취량 조사에서 납의 섭취에 가장 높은 기여율을 보인 식품군은 해조류(36.9%)이고 어패류도 18.8%나 되고, 다른 계절에 비해 여름철에 다소 낮게 검출되는 계

절적 성향을 보이는 것으로 알려져 있다.

카드뮴(Cd)

본 실험에 사용된 수산물에서는 평균 0.113 mg/kg의 함량을 나타내어 현 식품공전 설정 기준(패류 및 연체류 2.0 mg/kg)에 훨씬 못 미치는 수치였다. 분류군별로는 Fig. 3와 같이 패류가 0.326 mg/kg으로 상대적으로 가장 높은 함량을 나타내었고, 다음은 갑각류(0.244)와 연체류(0.143)였으며 나머지는 극피류(0.097) > 통조림(0.082) > 어류(0.012) 순으로 상대적으로 낮은 함량을 보였다.

카드뮴은 자연계에는 낮은 농도로 존재하지만 합금과 도금, 배터리, 용접, 페인트 등 산업생산 과정에서 배출되는 대표적인 환경오염 물질로서도 주목받고 있는 금속으로 2003년 JECFA (FAO/WHO 합동 식품첨가물 전문가회의)에서 성인 1인 주간잠정섭취허용량(PTWI)을 7 μ g/kg으로 정한 바 있다. 카드뮴은 이타이이타이병을 유발시키는 중금속으로 카드뮴 중독은 칼슘의 장관흡수를 촉진하는 비타민 D의 활성화를 저해하여 골병변을 일으키는 중요한 원인이 된다고 알려져 있다. 흡수된 카드뮴의 급성중독증상은 두통, 발한, 구토, 경련 등으로 나타나며, 만성중독증상으로는 신장의 세뇨관에 축적되어 뇨 중 물질의 재흡수 기능의 장애를 유발, 칼슘과 인이 소변으로 배설되어 체내 칼슘의 불균형을 초래하는 칼슘대사 장애로 골연화증을 일으킨다고 알려져 있다. 또 카드뮴 배출 촉진을 위해서는 철, 아연, 칼슘, 비타민 B, C, E가 풍부한 식품과 이들이 포함된 보조식품 섭취를 권장하고 있다.

우리나라 중금속 섭취량 조사에서 카드뮴의 섭취에 가장 높은 기여율을 보인 식품군은 어패류(40.7%)이고 해조류도 16.7%나 되며, 다른 계절에 비해 겨울철에 다소 낮게 검출되

는 계절적 성향을 보이는 것으로 알려져 있다.

비소(As)

본 실험에 사용된 수산물에서는 평균 0.269 mg/kg의 함량을 나타내어 이번 조사에서 가장 높은 평균 함량을 보였으나 현재 식품공전에 기준이 설정되어 있지 않은 상태라 많은 관심이 필요한 것으로 판단되었다. 분류군별로는 Fig. 4와 같이 패류가 0.590 mg/kg으로 상대적으로 가장 높은 함량을 나타내었으며, 다음은 연체류로 0.254 mg/kg 수준이었고 갑각류와 어류는 각각 0.166과 0.164 mg/kg으로 비슷한 수준을, 나머지는 통조림(0.079) > 극피류(0.053) 순으로 상대적으로 낮은 함량을 보였다.

비소는 지각 중의 자연부존 함량이 높은 물질이며, 화산활동, 암석의 침식, 풍화 등에 의한 자연적 기원 외에도 염료생산 과정의 폐수, 반도체, 광물제련 과정과 같은 인위적인 기원에서 배출되는 대표적인 환경오염 물질로서도 주목받고 있는 금속으로 무기비소에 대하여 1988년 JECFA (FAO/WHO 합동 식품첨가물 전문가회의)에서 성인 1인 주간잠정섭취허용량(PTWI)을 15 μ g/kg으로 정한 바 있다. 비소는 독성이 강한 금속이므로 소량으로도 인체에 위해를 끼칠 수 있으며 암 유발물질이기도 하다.

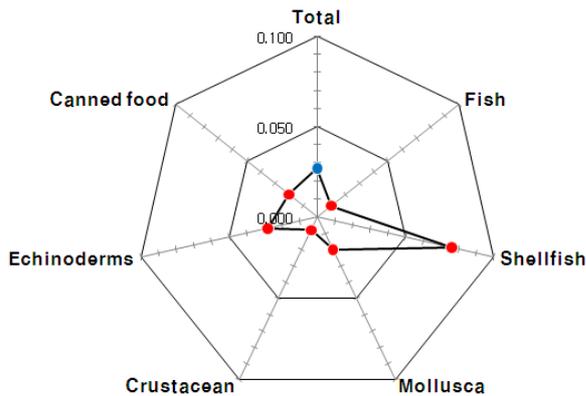


Fig 2. Detection characteristics of heavy metal (Pb) in seafood samples.

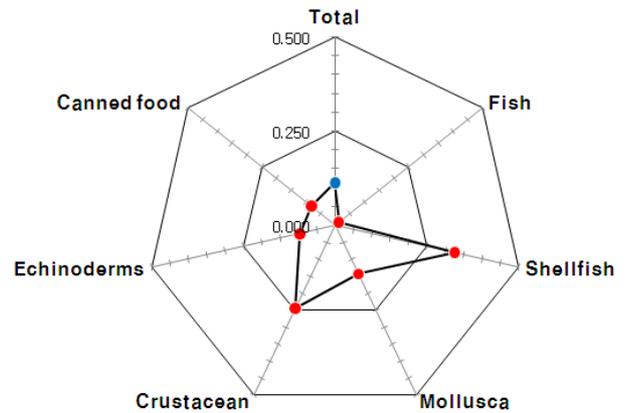


Fig 3. Detection characteristics of heavy metal (Cd) in seafood samples.

자연에서는 대부분 3가와 5가 비소 형태로 존재하며 3가 비소가 5가 비소보다 더 많은 유동성과 독성을 갖는데, 대체로 3가 비소는 5가 비소보다 25~60배 더 독성이 강한 것으로 알려져 있다. 작업장에서는 흔히 분진으로 흡입하게 되는데 이때 기침, 호흡곤란, 흉통 등 호흡기증상, 어지러움, 두통의 증상을 보이다가 소화관 장애로까지 발전하게 된다. 또한 체내로 흡수된 비소는 국소 자극, 부식작용, 피부에 직접 작용 접촉성·감작성 피부염, 상기도 점막의 염증을 일으키기도 하는데, 비소는 골 조직에도 쉽게 흡수되어 뼈와 피부가 주요한 축적장기로 알려져 있다. 비소의 체내 배출을 촉진하는 식품으로는 셀레늄, 철, 아연, 칼슘, 마그네슘, 비타민 C를 풍부하게 함유하는 식품 등이 있다.

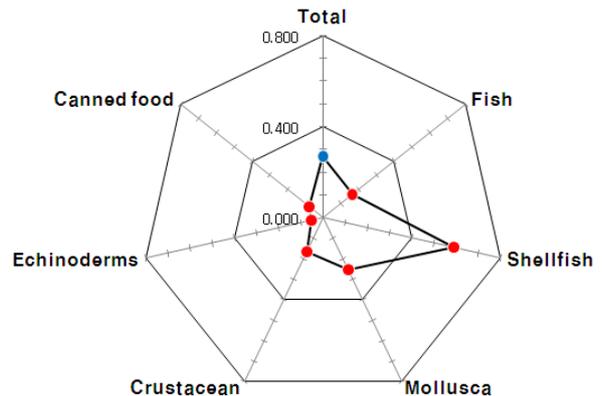


Fig 4. Detection characteristics of heavy metal (As) in seafood samples.

우리나라 중금속 섭취량 조사에서 비소의 섭취에 가장 높은 기여율을 보인 식품군은 해조류(65.9%)이고 어패류도 31.2%나 되며, 계절간의 큰 차이는 없으나 겨울철에 다소 높게 검출되는 계절적 성향을 보이는 것으로 알려져 있다.

수은(Hg)

본 실험에 사용된 수산물에서는 평균 0.056 mg/kg의 함량을 나타내어 현 식품공전 설정 기준(어류, 패류 및 연체류 0.5 mg/kg)에 훨씬 못 미치는 수치였다. 분류군별로는 Fig. 5와 같이 어류가 0.072 mg/kg으로 상대적으로 가장 높은 함량을 나타내었고, 다음은 어류(참치)를 재료로 한 통조림이 0.055 mg/kg으로 높았고 패류(0.034), 갑각류(0.033), 연체류(0.032)가 거의 유사한 수준을 보였으며 극피류가 0.015 mg/kg으로 상대적으로 가장 낮은 함량을 나타내었다.

수은은 금속수은, 유기수은, 무기수은의 형태로 자연계에 존재하는 독성 중금속으로 최근 수은이 함유된 치과용 아말감에서 발생하는 수은 증기의 흡입이 문제가 될 수 있다는 논란이 있었다. 또 수은은 인체의 대사와 관계없는 축적성 독성물질로서 일단 체내에 축적되면 쉽게 분해되지 않을 뿐 아니라 배출 역시 어려워 각종 부작용과 후유증을 초래한다. 수은은 그 화학적 형태에 따라 흡수, 배설, 생체 내 분포에 차이를 나타내므로 독성도 다르게 나타나는데, 유기수은이 무기수은 보다 독성도 강하고 분해속도도 느리기 때문에 후유증도 더 문제가 되고 있다. 수은은 1978년 JECFA (FAO/WHO 합동 식품첨가물 전문가회의)에서 성인 1인 주간 잠정섭취허용량(PTWI)을 $5 \mu\text{g}/\text{kg}$ 으로 정한 바 있는데, 다량의 무기수은염을 경구로 섭취하면 위의 작열감을 동반한 통증, 구토, 설사 등의 극심한 소화관 증상을 일으키며 만성 독성으로는 신장 기능장애를 일으키며 특히 메틸수은은 미나마타병을 비롯하여 종종 집단적인 중독증 발생의 원인이 되었다. 대형어류의 수은 농도는 바다말에 비하면 생체축적을 거쳐 몇 만 배에 달할 수도 있기 때문에 메틸수은이 태아에게 노출되면 여러 가지 후유증을 동반할 수 있기에 FDA에서는 임신한 여성, 임신계획을 가진 가임기 여성에게는 심해성 어류나 다랑어 및 새치류의 섭취를 삼갈 것을 권고하고 있다. 또 수은 배출을 촉진하는 방법으로는 갈슘, 마그네슘, 철, 아연, 셀레늄, 비타민 A, C, E가 풍부한 식품의 섭취를 권장한다.

우리나라 중금속 섭취량 조사에서 수은의 섭취에 가장 높은 기여율을 보인 식품군은 어패류(67.3%)이며, 수은의 경우 계절적 성향은 거의 없는 것으로 알려져 있다.

수산물의 중금속 위해평가

「국민건강영양조사(2008)」 자료에 따르면 우리나라 국민 1

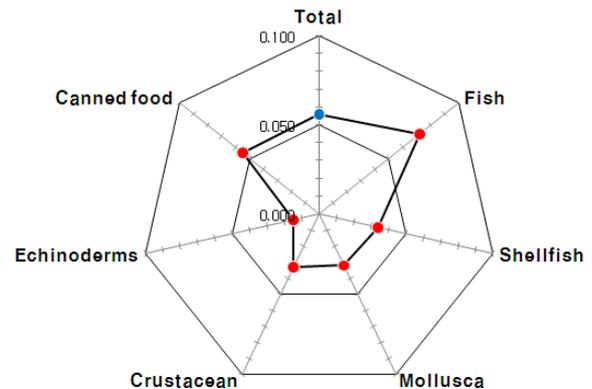


Fig 5. Detection characteristics of heavy metal (Hg) in seafood samples.

인당 하루 섭취량은 1,283 g이며, 이 중 식물성식품이 1,027 g(80.7%), 동물성 식품이 256 g으로 집계 되었다. 동물성 식품은 다시 육류 93.9 g, 우유류 88.6 g, 어패류 52.0 g 순으로 보고되었다. 이 자료의 '어패류'가 이번 우리 조사 대상의 모든 수산물을 포함하고 있음을 착안하여 국민 1인당 1일 어패류 섭취량(52.0 g)과 평균 체중(55 kg)을 이용하여 이번 조사에서 확인한 부산지역 유통 수산물의 각 중금속 평균 검출량에 대해 상대 위해도(%)를 평가한 결과는 Table 5와 같다. 4종의 중금속 모두 JECFA가 정하는 주간섭취허용량(PTWI) 대비 0.7~11.9% 범위의 낮은 상대 위해도(%)를 나타내어 안전한 수준임을 보여주었고, 개별 중금속의 상대 위해도는 비소(11.9) > 카드뮴(10.7) > 수은(7.4) > 납(0.7) 순이었다.

이러한 결과는 식품의약품안전평가원(2009)의 중금속 섭취에 기여하는 대표식품 103종에 대한 4계절 평균 국민 1일 중금속 섭취량의 PTWI 대비 상대 위해도(%), 즉 납 3.36, 카드뮴 18.10, 비소 3.60 및 수은 5.69와 비교해 볼 때 이번 우리 조사결과와는 약간의 차이가 있으나 이는 수산물에만 국한된 시료의 차이 등에 기인한 것으로 사료되나 전반적으로 JECFA 권고기준에 훨씬 못 미치는 양호한 결과를 보여주었다. 우리 국민 1일 중금속 섭취량도 다른 외국의 경우와 비교할 때 영국과는 유사한 수준이며 프랑스, 일본보다는 낮은 수준으로 알려져 있다. 이번 부산지역 유통 수산물에 대한 중금속 실태 조사는 하천과 바다에 인접해 있는 부산의 지리적 특성으로 인해 타 지역에 비해 수산물을 상대적으로 많이 섭취하게 되는 개연성으로 인해 중금속 축적으로 인한 위해가 더 클 것으로 우려하였으나, 총 397건의 수산물 시료를 대상으로 조사한 결과 대상 중금속 4종 모두 JECFA가 정하는 권고기준 이하로 안전한 수준임을 확인하였다. 이러한

Table 5. Hazardous level of heavy metals in seafood samples

	Pb	Cd	As	Hg
Average contents (mg/kg)	0.027	0.113	0.269	0.056
PTWI ($\mu\text{g/kg b.w/week}$)	25	7	15	5
Exposure value ($\mu\text{g/kg b.w/week}$)	0.179	0.748	1.780	0.371
Hazardous level (%)	0.7	10.7	11.9	7.4

사실을 관련 부서와 시민에게 알려 해당 부서에서는 기준 설정과 안전성 관리의 참고자료로, 시민에게는 막연한 불안감 해소를 위한 홍보자료로 활용할 예정이다.

요 약

부산지역에 위치한 대형 유통판매점 및 수산시장 등지에서 유통되는 수산물 총 397건을 대상으로 유해 중금속 4종(Pb, Cd, As, Hg)의 함량을 조사하였다. 실험대상 수산물의 구성은 어류 224건(56%), 패류 90건(23%), 연체류 51건(13%), 갑각류 16건(4%), 통조림 12건(3%) 및 극피류 4건(1%)이었고, 구입된 수산물 시료는 식품공전이 정하는 바에 따라 가식부 약 300 g을 취해 믹서로 균질화하여 일정량을 실험에 사용하였다.

유해 중금속 4종(Pb, Cd, As, Hg) 중 수은(Hg)의 함량은 Mercury Analyzer(NIC, Mercury SP, Japan)를 이용하여 가열기화금아말감법으로 분석하였고, 나머지 납(Pb), 카드뮴(Cd) 및 비소(As)의 함량은 ICP (Perkin-Elmer, Optima 7000DV, U.S.A.)를 이용하여 유도결합플라즈마분광법으로 분석하였다.

1. 평균 중금속 함량(mg/kg)은 납 0.027(ND~0.351), 카드뮴 0.113(ND~1.934), 비소 0.269(ND~10.627), 수은 0.056(ND~0.494)으로 전반적으로 기준치에 못 미치는 낮은 수준이었으며, 산지별로는 국내산과 수입산의 차이를 거의 볼 수 없었다.
2. 수산물 분류별 중금속 검출 결과는 어류의 경우 납 0.010(ND~0.152), 카드뮴 0.012(ND~0.523), 비소 0.164(ND~1.789), 수은 0.072(ND~0.494), 패류의 경우 납 0.076 (ND~0.351), 카드뮴 0.326(ND~1.934), 비소 0.590(0.024~10.627), 수은 0.034(0.002~0.195), 연체류의 경우 납 0.020(ND~0.192), 카드뮴 0.143(ND~1.535), 비소 0.254(0.002~2.675), 수은 0.032(0.005~0.110), 갑각류의 경우 납 0.008(ND~0.056), 카드뮴 0.244(ND~1.819), 비소 0.166(0.012~1.018), 수은 0.033(0.005~0.175), 극피류의 경우 납 0.028(0.009~

- 0.042), 카드뮴 0.097 (0.008 ~0.353), 비소 0.053 (ND~0.112), 수은 0.015 (0.001~ 0.031), 통조림의 경우 납 0.020(ND~0.154), 카드뮴 0.082(0.003~0.769), 비소 0.079 (ND~0.325), 수은 0.055 (0.021~0.116)이었다.
3. 중금속 항목별 검출 특성은 납, 카드뮴, 비소의 경우 패류에서 0.076, 0.326, 0.590으로 상대적으로 가장 높게 검출되었으며, 수은의 경우는 어류에서 0.072로 가장 높게 검출되었다.
4. 이번 부산지역 유통 수산물 중 중금속 검출 결과에 대해 주간섭취허용량(PTWI)과 비교하여 위해평가를 실시한 결과, 상대 위해도(%)가 납 0.7, 카드뮴 10.7, 비소 11.9, 수은 7.4로 JECFA가 정하는 권장기준 이하로 안전한 수준이었다.

참 고 문 헌

1. 이종욱 외 10인, 식품 중 중금속 실태조사(수산물 중 중금속 실태조사), 식품의약품안전청연구보고서, 제10권, p215 (2006).
2. 식품의약품안전평가원 & 고려대학교 산학협력단, 식품을 통한 중금속 섭취량 및 위해도 평가(2009).
3. 보건복지부 & 질병관리본부, 국민건강영양조사(2008).
4. 신현수 외 16인, 패류 중 중금속 함량에 관한 연구, 식품의약품안전청연구보고서, 제5권, pp.311~320(2001).
5. 남해안에서 서식하는 수산물의 중금속 함량에 관한 연구, 한국영양식량학회지, 22(1), pp.85~90(1993).
6. 황원무 외 5인, 건강기능식품에 대한 안전성 조사연구, Korean Journal of Veterinary Service, 31(2), pp.239~254(2008).
7. 황규철 외 4인, 자란만·사랑만 및 미륵도 일원의 해수 및 패류의 중금속 함량에 관하여, 수진연구보고.
8. 전옥경 외 2인, 시중 유통 가공식품 중의 중금속 함량에 관한 연구, 한국식품위생안전성학회지, 16(4), pp.308~314 (2001).
9. 광영세 외 2인, 광양만 조간대의 퇴적토 및 바지락

- (*Ruditapes philippinarum*)내 중금속 분포, 한국생태학회지, 24(5), pp.297~301(2001).
10. 김태진 외 6인, 어패류 위생에 관한 연구(수산물의 이화학적 오염조사), 수진연구보고, pp.199~212(2002).
 11. 김진희 외 1인, 수산물의 위생관리, Safe Food, 2(3), pp. 1~9(2007).
 12. 최달웅, 한국인의 대표식품 중 오염물질 섭취량 및 위험도 평가, 식품의약품안전청 연구보고서, 제11권, p.542(2007).