J. Fd Hyg. Safety 17(3), 146–151 (2002)

서울시내 수산 시장에서 유통되는 수산물의 유해성 중금속(Hg, Cd 및 Pb) 분포에 관하여

함희진†
서울시 보건환경연구원

Distribution of Hazardous Heavy Metals(Hg, Cd and Pb) in Fishery Products, Sold at Garak Wholesale Markets in Seoul

Hee-jin Ham†
Seoul Health & Environmental Research Institute, Seoul 138-701, Korea

Abstract – The contents[average(minimum~maximum), Unit:mg/kg] of hazardous heavy metals(Hg, Cd and Pb) were estimated from 951 fishery products in Seoul(468 fishes, 373 shellfishes, 39 crustaceans and 71 others) from January to December in 2001 by Atomic Absorption Spectrometer. Hg contents showed in shellfishes [0.033(N.D.~0.19)]>others[0.026(N.D.~0.11)]>crustaceans[0.026(N.D.~0.09)]>fishes[0.018(N.D.~0.19)], *Misgurnus mizolepis*(0.19) and *Tegillarca granosa*(0.19) were the highest. Pb content were shellfishes [0.223(N.D.~1.38)] >fishes[0.213(N.D.~1.68)]>others[0.151(N.D.~0.39)]>crustaceans[0.144(N.D.~0.44)], and *Misgurnus mizolepis* (1.68)>*Hypomesus olidus*(1.44)>*Tapes philippinarum*(1.38)>*Anguilla japonica*(1.35). Also, *Tegillarca granosa*(1.85) was the most Cd contents among shellfishes[0.288(N.D.~1.85)].

Key words: Hg, Cd, Pb, fishery products

인체에 비교적 독성이 강한 Cd, Hg, Pb 등은 비필수 무기질로서, 식품 중의 함유량, 존재형태에 따라 인체에 유해한 영향을 끼치므로 위생학적, 안전성의 측면에서 중요한 오염물질이 되며, 동식물의 생육과정이나 식품의 가공, 제조 중에 외부에서 오염되어 들어가는 이른바 환경오염성 중금속(environmental heavy metal)이다[1-2]. 연안해역에 유입된 중금속류는 1차적으로 플랑크톤이 오염되어 생태계의 먹이 사슬을 통하여 점차 농축되는데, Hg, Cd 및 Pb 등은 고유한 독성을 갖고 축적성이 강하며 만성중독을 일으키기 쉬운 것들이다[3].

수은(Hg)은 "미나마타병"의 원인으로 잘 알려진 중금속으로, 1953년 일본의 질소비료공장에서 버린 폐수 중 포함된 수은이 황산수은화되어 해수에 유입되면서 여러 요인으로 메틸화되고, 어패류에 농축된 메틸수은(Methyl Hg)을 섭취한 사람에게 발병하는 등 현재까지 2,300명이 일본에서 발병하였고, 이 중 1,000명 정도가 사망한 것으로 알려져 있다[4-7].

카드뮴(Cd)은 "이따이이따이"병의 원인으로 잘 알려져 있는 중금속으로, 유전자의 돌연변이 유발원, 발암원 및 생식기의 기능 장애원 등으로 작용하는 경우가 있는데, 1956년 일본에서 아연 공장으로부터 나온 폐수 중 포함된 카드뮴이 중독사고를 일으키기도 하였다[5-7].

납(Pb)은 납중독의 원인물질이 되기도 하며, 체내 흡수는 호흡기계에 의한 흡수와 소화기계로의 흡수과정이 있는데, 체내에 흡수된 납은 연부 조직에 침착하기도 하 지만 90% 이상은 골격에 축적된다[7].

위와 같이 수산물은 주요한 단백질 공급원인 반면 납, 카드뮴, 수은등의 가장 큰 폭로원이 되고 있어서, 다른 식품에 대한 중금속 규제기준에 비교할 때 보다 높은 규제치들을 설정하고 있는데, 이는 수산식품 중의 천연 함유량을 최대로 제외시키면서 식품의 제조 가공 및 수질오염에 의하여 들어가는 것을 규제하기 위함이다[1].

본 조사는 시중에 유통되고 있는 수산물에 대한 중금속 원소 가운데 우리나라에서 허용기준치가 설정되어 있는 Hg, Cd, Pb를 분석한 후 품종별 중금속 함량의 차이를 파악하며, 이를 통해 시중에 유통되는 수산물의 식품 안전성 확보를 위한 기초자료로 활용하고자 실시하였다.

재료 및 방법

시험 재료

분석에 사용한 시료는 2001년 1-12월 서울시 가락농수산

†Author to whom correspondence should be addressed.

Table 1. Heavy metal contents of fishes in Korea **(Unit : mg/kg)**

어류(Fishes)	Samples	Hg	Pb
가자미(Flounder)*Limanda herzensteini*	26	0.016(ND-0.025)	0.204(0.05-0.52)
갈치(Cutlassfish)*Trichiurus lepturus*	32	0.015(ND-0.05)	0.211(0.06-0.51)
감성돔(Black porgy)*Acanthopagrus schlegelii*	3	0.007(ND-0.01)	0.077(0.05-0.11)
고등어(Common mackerel)*Scomber japonicus*	22	0.02(ND-0.15)	0.234(0.09-0.48)
광어(Flatfish)*Paralichthys oivaceus*	5	0.01(ND-0.02)	0.182(0.06-0.30)
꽁치(Saury)*Cololabis saira*	32	0.015(ND-0.03)	0.273(0.08-0.48)
농어(Sea bass)*Lateolabrax japonicus*	5	0.008(ND-0.018)	0.268(0.18-0.52)
대구(Alaska cod fish)*Gadus macrocepgalus*	19	0.016(ND-0.035)	0.191(0.03-0.36)
도다리(Finespotted flounder)*Pleuronichthys cornutus*	3	0.018(0.017-0.019)	0.22(0.12-0.28)
도미(Red seabream)*Pagrus major*	12	0.037(0.016-0.090)	0.186(0.08-0.38)
명태(Alaska pollack)*Theragra chalcogramma*	29	0.025(0.003-0.050)	0.257(0.02-0.41)
미꾸라지(Gunther)*Misgurnus mizolepis*	15	0.050(ND-0.190)	0.264(0.02-1.68)
미꾸리(Cantor)*Misgurnus anguillicaudatus)*	14	0.022(0.004-0.044)	0.306(0.12-0.68)
민어(Brown croaker)*Miichthys miiuy*	16	0.016(ND-0.025)	0.174(0.04-0.45)
뱀장어(Common eel)*Anguilla japonica*	8	0.019(ND-0.044)	0.348(0.09-1.35)
병어(Butterfish)*Pampus argenteus*	30	0.016(ND-0.07)	0.217(ND-0.53)
부세(Yellow croaker)*Pseudosciaena crocea*	26	0.015(ND-0.049)	0.188(0.04-0.46)
붕어(Gold fish)*Carassius auratus*	8	0.023(0.007-0.04)	0.16(0.03-0.36)
삼치(Spanish mackerel)*Scomberomorus niphonius*	25	0.017(ND-0.06)	0.248(0.06-0.77)
서대(Red tongue sole)*Cynoglossus joyneri*	8	0.021(ND-0.07)	0.193(0.05-0.45)
숭어(Striped mullet)*Mugil cephalus*	7	0.012(ND-0.029)	0.299(0.12-0.59)
아귀(Fishing frog)*Lophiomus setigerus*	8	0.012(ND-0.02)	0.179(0.06-0.51)
양태(Flathead)*Platycephalus indicus*	8	0.011(ND-0.026)	0.238(0.07-0.52)
옥돔(Red horsehead)*Branchiostegus japonicus*	3	0.007(ND-0.01)	0.10(0.11-0.14)
우럭(Armorclad rockfish)*Sebastes hubbsi*	10	0.013(ND-0.03)	0.265(0.04-0.53)
임연수어(Atka mackerel)*Pleurogrammus azonus*	10	0.020(ND-0.06)	0.226(0.01-0.50)
적투어(Forskal)*Myripristis murdjan*	10	0.014(ND-0.027)	0.185(0.08-0.50)
전어(Gizzard shad)*Clupanodon punctatus*	5	0.019(0.01-0.031)	0.222(0.06-0.41)
조기(Redlip croaker)*Pseudosciaena polyactis*	10	0.019(0.01-0.027)	0.198(0.02-0.44)
참돔(Red sea bream)*Chrysophrys major*	23	0.014(ND-0.03)	0.235(0.08-0.56)
청어(Herring)*Clupea pallasii*	6	0.013(ND-0.02)	0.132(0.04-0.15)
학공치(Horn fish)*Hemiramphus sajori*	2	0.014(ND-0.027)	0.23(0.12-0.34)
홍어(Skate ray)*Raja kenojei*	5	0.018(0.01-0.03)	0.18(0.11-0.27)
기타(Etc.)	23	0.021(ND-0.08)	0.186(0.03-1.44)
Subtotal	468	0.018(ND-0.19)	0.213(ND-1.68)

The values are averages(min~max), N.D.:not detected

물시장에서 수집한 우리나라 연안산 또는 수입산 등 총 951건의 수산물로써 어류 34종 468건, 패류 17종 373건, 갑각류 10종 39건 그리고 두족류 등이 11종 71건이었다.

시험 방법

수집한 수산물은 증류수로 가볍게 씻고 물기를 제거한 후 식용 가능한 부분만을 분리하고 균질하게 마쇄한 후 5g을 취해서 예비 탄화시킨 후 진한 질산(1+1) 2 ml을 넣고 유기물질을 분해시켜 450°C의 회화로에 넣고 완전히 회화시켰고, 회화가 끝나면 회분을 물로 적시고 염산 2~4 ml를 가하여 건조장치에서 건조한 다음, 회화된 물질을 0.5N-HNO_3으로 용해하여 Toyo 5B 여과지로 여과한 후, 0.5N-HNO_3를 채워 50 ml로 정용하였다[8]. 시료 중의 중금속 함량은 습중량으로 산출하였으며, Pb와 Cd는 atomic absorption spectrophotometer (SpectrAA 800, Varian Co., Australia)를 사용하여, graphite A.A.S.법(Atomic Absorption Spectrophotometry)으로 분석하였고, Hg은 cold vapor A.A.S법으로 분석하였으며, 그 때의 분석 파장은 Pb는 283.3 mm, Cd는 228.8 nm 그리고 Hg은 253.7 nm로 하였다.

Nitric acid, hydrochloric acid는 유해금속측정용 시약(Matunoen Chemical Ltd, Japan)을 사용하였고, 증류수는 물

Table 2. Heavy metal contents of shellfishes in Korea **(Unit : mg/kg)**

패류(shellfishes)	Samples	Hg	Cd	Pb
개조개(Purple washington)*Saxidomus purpuratus*	5	0.026(ND-0.06)	0.068(0.01-0.21)	0.136(0.03-0.18)
고둥(Snail)*Rapana venosa*	11	0.021(ND-0.04)	0.182(0.01-0.47)	0.195(0.13-0.34)
골뱅이(Whelk)*Buccimon striatissimum*	16	0.025(ND-0.09)	0.161(0.01-0.63)	0.149(0.03-0.32)
굴(Oyster)*Crassostrea gigas*	28	0.028(0.01-0.09)	0.212(0.01-1.07)	0.214(0.06-0.55)
꼬막(Ark shell)*Tegillarca granosa*	77	0.069(ND-0.19)	0.735(0.01-1.85)	0.282(0.03-0.75)
북방대합(Schrenck)*Spisula sachalinensis*	21	0.017(ND-0.05)	0.100(ND-0.39)	0.171(0.05-0.32)
동죽(Surf clam)*Mactra veneriformis*	20	0.023(ND-0.09)	0.104(ND-0.60)	0.205(ND-0.48)
맛(Gould)*Solen strictus*	22	0.027(ND-0.08)	0.105(ND-0.47)	0.233(0.04-0.85)
모시조개(Shortnecked clam)*Tapes japonica*	34	0.029(ND-0.08)	0.142(ND-0.46)	0.246(0.03-0.79)
바지락(Shortnecked clam)*Tapes philippinarum*	39	0.023(ND-0.12)	0.143(0.01-0.66)	0.223(ND-1.38)
백합(Shortnecked clam)*Meretrix lusoria*	16	0.018(ND-0.05)	0.187(0.01-0.64)	0.339(0.07-0.85)
비단조개(Pink butterfly shell)*Peronidia venulosa*	2	0.005(ND-0.01)	0.140(0.05-0.23)	0.140(0.13-0.15)
소라(Turban shell)*Batillus cornutus*	33	0.024(ND-0.06)	0.178(0.01-1.05)	0.179(0.07-0.54)
재첩(Marsh clam)*Corbucula fluminea*	7	0.024(ND-0.09)	0.43(0.01-0.86)	0.274(0.05-0.78)
키조개(Pen shell)*Pectinata japonica*	7	0.019(0.01-0.05)	0.404(0.01-1.68)	0.144(0.08-0.24)
피조개(Ark shell)*Scapharca broughtonii*	4	0.039(0.01-0.06)	0.62(0.02-1.70)	0.175(0.15-0.21)
홍합(Mussel)*Mytilus coruscus*	31	0.024(ND-0.09)	0.152(ND-1.09)	0.246(0.04-0.83)
Subtotal	373	0.033(ND-0.19)	0.288(ND-1.85)	0.223(ND-1.38)

을 재 증류하고 탈 이온화한 후 사용하였으며, 각 금속의 표준액은 농도 1 mg/ml의 원자흡광분석용(Wako Pure Chemical Industry Ltd, Japan)을 사용하여 0.5N-HNO_3 용액으로 희석한 후 사용하였다.

또한 각 중금속별 회수율은 시료와 동일한 방법으로 임의의 량을 첨가하여 분석하였는데, Hg은 88.6%, Cd 92.1% 그리고 Pb 91.9%의 회수율을 보였다.

결과 및 고찰

어류의 중금속 함량

어류에서 중금속 함량을 분석한 결과 Hg 0.018 (N.D.~0.19)mg/kg, Pb 0.213(N.D.~1.68 mg/kg)으로 각각 나타났다(Table 1).

Hg의 평균함량 0.018(N.D.~0.19)mg/kg은 현 등[9]이 0.081 mg/kg, 소 등[10]이 0.82(0.004-0.500)mg/kg, 성 등[11]이 0.067(0.010-0.162)mg/kg, 박 등[6]이 0.042-0.111 mg/kg, 남 등[4]이 0.044(0.0041-0.1585)mg/kg, Tam *et al.*[12]이 0.06 (<0.03-0.3)mg/kg로 보고한 것과 비교할 때 낮은 함량 결과를 나타내었으나, 강 등[3]의 Hg 함량을 0.001-0.014 mg/kg로 보고한 것과는 일치하였다. 가장 높은 Hg 함량은 0.19 mg/kg으로 분석된 미꾸라지이었다.

Pb의 평균함량 0.213(N.D.~1.68 mg/kg)은 차 등[7]의 0.111(0.015~0.499)mg/kg, 현 등[9]의 0.071 mg/kg, Tam *et al.*[12]의 0.03(<0.01-0.13), 오 등[13]의 0.003-0.174 mg/kg, 박 등[6]의 0.001-0.271 mg/kg, 강 등[3]의 0.005-1.422 mg/kg 등의 보고들보다는 높은 수치를, 소 등[10]의 0.29(ND-1.87)mg/kg, 성 등[11]의 0.308(0.108-0.463)mg/kg, 김 등[14]의 2.26 (0.02-4.80)mg/kg 등의 보고들보다는 낮은 수치를 나타내었다. 가장 높은 Pb 함량은 1.68 mg/kg으로 측정된 미꾸라지였고 그 다음, 빙어 1.44 mg/kg, 뱀장어 1.35 mg/kg 순이었다.

패류의 중금속 함량

패류에서 중금속 함량을 분석한 결과 Hg 0.033 (N.D.~0.19)mg/kg, Cd 0.288(N.D.~1.85)mg/kg, Pb 0.223 (N.D.~1.38)mg/kg으로 각각 나타났다(Table 2).

Hg 평균함량 0.033(N.D.~0.19)mg/kg는, 김 등[15]의 0.007 (ND-0.026)mg/kg 보다는 높은 결과치를 보였으나, 현 등[9]의 0.038 mg/kg, 소 등[10]의 0.029(ND-0.029)mg/kg, 백 등[16]의 0.036(ND-0.221)mg/kg, 남 등[4]의 0.032(0.0028-0.2141)mg/kg과는 일치하였다.

품종별로 살펴보면, 굴의 경우 0.028(0.01-0.09)mg/kg로 나타나 소 등[2]의 0.013(0.001-0.025)mg/kg, 황 등[17]의 0.008mg/kg, 황 등[18]의 0.006 mg/kg와 비교할 때 높은 수치를 보였고, Tam *et al.*[12]의 <0.03(<0.03-0.03)mg/kg과는 일치하였다. 홍합의 경우, 0.024(ND-0.09)mg/kg로 나타나 소 등[2]의 0.011 (0.001-0.075)mg/kg, 황 등[17]의 0.008 mg/kg, 황 등[18]의 0.005 mg/kg들보다는 높은 결과를, Tam *et al.*[12]의 <0.03 (<0.03-0.04)mg/kg, Hraiki *et al.*[19]의 0.528-0.713 μg/kg보다는 낮은 결과를 나타내었다. 바지락의 경우 0.023(ND-0.12) mg/

Table 3. Heavy metal contents of crustaceans and others in Korea **(Unit:mg/kg)**

갑각류(Crustaceans) 및 기타 (Others)	Samples	Hg	Pb
갑각류(Crustaceans)			
갯가재(Crayfish)*Cambaroides similis*	2	0.01(ND-0.02)	0.300(0.28-0.32)
꽃게(Blue crab)*Portunus trituberculatus*	2	0.025(ND-0.05)	0.085(0.05-0.12)
대하(Fleshy shrimp)*Penaeus trituberculatus*	5	0.03(ND-0.07)	0.148(0.04-0.31)
돌게(Shore crab)*Pachygrapsus crassipes*	3	0.035(0.01-0.06)	0.075(0.04-0.11)
민물새우(Oriental river prawn)*Macrobrachium niphonese*	2	0.045(0.04-0.05)	0.100(0.06-0.14)
방게(Ashiharagani)*Helice tridens tridens*	3	0.017(ND-0.03)	0.25(0.07-0.41)
백새우(Japanese paste shrimp)*Acetes japonicus*	5	0.014(ND-0.04)	0.238(0.10-0.44)
생새우(Flexed shrimp)*Heptacarpus geniculatus*	7	0.023(ND-0.06)	0.150(0.11-0.18)
중하(Shiba shrimp)*Metapenaeus joyneri*	5	0.038(0.01-0.08)	0.066(ND-0.10)
홍새우(Hiodoshiebi)*Acanthephyra purpurea*	5	0.021(ND-0.09)	0.152(0.07-0.33)
Subtotal	34	0.026(ND-0.09)	0.144(ND-0.44)
기타(Others)			
<두족류(Cephalopoda)>			
갑오징어(Cuttle fish)*Sepia esculenta*	10	0.017(ND-0.05)	0.145(0.04-0.39)
꼴뚜기(Beka squid)*Loligo beka*	5	0.024(ND-0.08)	0.142(0.04-0.29)
낙지(Poulp squid)*Octopus minor*	9	0.029(ND-0.07)	0.125(0.02-0.30)
문어(Common octopus)*Octopus dofleini dofleini*	7	0.030(0.01-0.09)	0.17(0.08-0.34)
오징어(Squid)*Todarodes pacificus*	7	0.027(ND-0.09)	0.116(0.05-0.19)
주꾸미(Webfoot octopus)*Octopus ocellatus*	8	0.031(ND-0.09)	0.114(0.06-0.26)
한치(Arrow squid)*Doryteuthis bleekeri*	3	0.033(ND-0.08)	0.120(0.08-0.17)
<원색동물(Protochodata)>			
멍게(Sea squirt)*Halocynthia roretzi*	2	0.010(ND-0.020)	0.170(0.15-0.19)
미더덕(Eboya)*Stylela clava herdman*	15	0.039(0.01-0.11)	0.155(0.07-0.30)
<극피동물(Echinodermata)>			
개불(Gae-bul)*Urechis unicinetus*	2	0.000(ND-ND)	0.120(ND-0.24)
해삼(Seacucumbers)*Stichopus japonicus*	3	0.035(0.01-0.06)	0.100(0.07-0.13)
Subtotal	68	0.026(ND-0.11)	0.151(ND-0.39)
Total	951	0.025(ND-0.19)	0.227(ND-1.68)

kg으로 나타나 소 등[2]의 0.010(0.001-0.020)mg/kg보다는 높았으나, 이 등[11]의 0.07 mg/kg보다는 낮은 결과를 나타내었다. 가장 높은 Hg 함량은 0.19 mg/kg으로 분석된 꼬막이었다.

Cd의 분석은 우리나라의 경우 패류에서만 규제[8]하고 있는 실정이므로 패류에서만 실시한 결과 0.288(N.D.~1.85)mg/kg로 나타났다. 이는 차 등[7]의 같은 종류의 평균함량 0.182(N.D.~1.905)mg/kg, 오 등[13]의 0.001-0.344 mg/kg, 김 등[15]의 0.069(ND-1.034)mg/kg들보다는 높은 결과를, 백 등[16]의 0.61(0.02-1.86)mg/kg, 권 등[20]의 1.03-1.95 mg/kg, 현 등[9]의 0.744 mg/kg, 소 등[10]의 0.508(0.02-1.93)mg/kg들보다는 낮은 결과로 나타냈다.

품종별로 살펴보면, 굴의 경우 0.212(0.01-1.07)mg/kg로 나타나 소 등[2]의 0.51(0.02-1.15)mg/kg, 황 등[17]의 0.37 mg/kg, 황 등[18]의 0.29 mg/kg, Tam *et al.*[12]의 1.40(<0.02-4.0), 소 등[10]의 0.02~1.71 mg/kg들보다 낮은 수치를 나타내었다. 홍합의 경우 0.152(ND-1.09)mg/kg로 나타나 소 등[2]의 0.17(0.02-0.37)mg/kg, 유 등[5]의 0.4-4.1 mg/kg, 황 등[17]의 0.19 mg/kg, 황 등[18]의 0.18 mg/kg, Tam *et al.*[12]의 0.15 (<0.02-0.87)mg/kg의 보고들과 일치하였으나, Lares *et al.*[21]의 0.00555 mg/kg, 소 등[10]의 0.02~0.37 mg/kg의 검출량보다는 높았고, Hraiki *et al.*[19]의 0.222-0.375 mg/kg보다는 낮은 함량을 보여 주었다. 바지락의 경우 0.143(0.01-0.66)mg/kg으로 나타나 이 등[11]의 0.86 mg/kg보다는 낮은 수치를 보였으나, 소 등[2]의 0.17(0.07-0.49)mg/kg, 소 등[10]의 0.02 ~0.49 mg/kg 결과들과 일치하였다. 꼬막의 경우 0.735(0.01-1.85) mg/kg로 나타나 소 등[2]의 0.71(0.11-1.48) mg/kg, 차 등[7]의 0.772 mg/kg, 소 등[10]의 0.11~1.93 mg/kg들과 일치하여 패류 중에서 가장 높은 함량을 나타내었다. 차 등[7]은 꼬막의 경우 최고 1.9 mg/kg의 Cd가 검출되어, 패류에 대한 규제기준인 2.0 mg/kg에 근접하는 경우도 있다고 보고하였는데 본 실험의

결과에서도 패류 가운데 가장 높은 수치는 꼬막에서 나타나는 등 일치된 결과를 나타내었다. 개조개의 경우 0.068(0.01-0.21)mg/kg으로 나타나 Tam *et al.*[12]의 0.32(<0.02-2.2)mg/kg, 차 등[7]의 0.027 mg/kg들보다는 높은 수치를 나타내었다.

Pb 평균함량 0.223(N.D.~1.38)mg/kg은 김 등[15]의 0.026 (ND-0.42)mg/kg, 차 등[7]의 0.138(0.013~0.462)mg/kg보다는 높았으나, 현 등[9]의 0.723 mg/kg, 소 등[10]의 0.38(0.01-1.51)mg/kg, 백 등[16]의 0.37(0.05-1.51)mg/kg, 권 등[20]의 0.90-1.17 mg/kg등보다는 낮은 수치를 나타내었다.

품종별로 살펴보면, 굴의 경우 0.214(0.06~0.55 mg/kg)로 나타나 김 등[2]의 0.08~1.20 mg/kg, 소 등[10]의 0.06~1.51 mg/kg, 황 등[17]의 0.008 mg/kg보다는 높았고, Tam *et al.*[12]의 0.26 (<0.01-0.86), 소 등[2]의 0.5 mg/kg(0.08-1.21 mg/kg), 황 등[18]의 0.31 mg/kg보다는 낮은 함량을 보였다. 홍합의 경우 0.246 (0.04~0.83mg/kg)으로 나타나 김 등[2]의 0.02~ 1.01 mg/kg, 소 등[10]의 0.02~1.51 mg/kg, 소 등[2]의 0.29 (0.02-1.01)mg/kg, 유 등[5]의 ND-5.8 mg/kg, 황 등[17]의 0.36 mg/kg, 황 등[18]의 0.33 mg/kg, Hraiki *et al.*[19]의 0.473-0.682 mg/kg, Tam *et al.*[12]의 0.37(<0.01-1.1)등 대부분의 보고들보다 낮은 수치를 보였고, 단지 Lares *et al.*[21]만이 0.00083 mg/kg으로 낮은 수치를 보고했을 뿐이다. 바지락의 경우 0.223 (ND~1.38) mg/kg으로 나타나 김 등[2]의 0.08~0.89 mg/kg, 소 등[10]의 0.07~1.14 mg/kg보다는 높은 수치를, 소 등[2]의 0.39(0.08-0.89) mg/kg, 이 등[11]의 0.93 mg/kg보다는 낮은 수치를 보였고, 꼬막의 경우 0.282(0.03~0.75)mg/kg으로 나타나 소 등[10]이 보고한 0.08 ~1.05 mg/kg보다는 낮은 결과를 나타냈다. 가장 높은 Pb 함량은 1.38 mg/kg으로 측정된 바지락이었다.

갑각류의 중금속 함량

갑각류에서 중금속 함량을 분석한 결과 Hg 0.026 (N.D.~0.09)mg/kg, Pb 0.144(N.D.~0.44)mg/kg으로 각각 나타났다(Table 3).

Hg의 함량은 비교 자료가 없어 비교하지 못하였고, 다만, 생새우의 경우 0.023(ND-0.06)mg/kg로 나타나 Tam *et al.*[12]의 <0.03(<0.03-0.07)mg/kg, Marx *et al.*[22]의 ND-1.65 mg/kg와 일치하였다.

Pb의 함량은 0.144(N.D.~0.44)mg/kg로 나타나 차 등[7]이 0.109(0.006~0.510)mg/kg로 보고한 것보다 다소 높은 수치를 보였다.

두족류 등의 중금속 함량

두족류 등에서의 중금속 함량을 분석한 결과 Hg 0.026(N.D.~0.11)mg/kg, Pb 0.151(N.D.~0.39)mg/kg으로 각각 나타났다(Table 3).

Hg의 함량은 0.026(N.D.~0.11)mg/kg로 나타나 Tam *et al.*[12]의 <0.03(<0.03-0.09)mg/kg보다는 다소 높은 수치로 나타냈고, Pb의 함량은 0.151(N.D.~0.39)mg/kg로 나타나 차 등[7]의 0.188(0.010~0.877)mg/kg보다는 낮았고, Tam *et al.*[12]의 0.08(<0.01-0.35)보다는 높은 수치를 보였다.

각 국가별 중금속 함량 규제기준 고찰

Hg의 경우를 살펴보면, 호주의 경우 어류에서 1.0 mg/kg, 덴마크에서는 민물어류에서 1.0 mg/kg, 프랑스는 어패류 0.5-0.7 mg/kg, 독일은 어류 가식부에서 1.0 mg/kg, 일본에서는 methyl-Hg로써 0.3 mg/kg, 스웨덴에서는 어류제품에서 2.0 mg/kg, 미국은 1.0 mg/kg 등으로 국가별, 종류별로 다양하고, 우리나라 경우 어류, 패류, 연체류에서 각각 2.0 mg/kg으로 설정하고 있다[15].

Cd의 경우를 살펴보면, 호주의 경우 어류 0.2 mg/kg, 연체류 2.0 mg/kg, 핀란드에서는 어류, 연체류 각각 0.1 mg/kg, 덴마크는 어류 0.05 mg/kg, 어류의 간, 갑각류, 연체류에서 각각 0.5 mg/kg, 홍콩에서는 굴, 게살, 어류 각각 2.0 mg/kg, 네덜란드는 어류 0.05 mg/kg, 갑각류 0.3 mg/kg, 연체류와 패류 각각 1.0 mg/kg 등으로 나라마다 서로 다른 기준인 것을 알 수 있고[7], 우리나라 경우 2000년 9월 이후부터 패류에 대하여만 2.0 mg/kg로 정하고 있는 실정이다.

Pb의 경우를 살펴보면, 호주의 경우 종류에 따라 1.5~5.5 mg/kg, 캐나다의 경우 어류 단백 0.5 mg/kg, 해산, 민물 어패류 각각 10 mg/kg, 덴마크의 경우 어류 0.3 mg/kg, 갑각류와 연체류 각각 1.0 mg/kg, 네덜란드는 어류와 갑각류 각각 0.5 mg/kg, 연체류와 패류 각각 2.0 mg/kg, 이탈리아의 경우 통조림 1.25~1.50 mg/kg, 연체류 2.0 mg/kg 등으로 국가별, 종류별로 다양하고, 우리나라 경우 어류, 패류, 연체류에서 각각 2.0 mg/kg으로 설정하고 있다[7].

본 실험에서 분석한 수산물 951건에 대한 Hg, Pb 함량 분석 결과 국내 규제기준 초과 시료는 없었고, 분석한 패류 373건에 대한 Cd 함량 분석 결과에서도 국내 규제기준 초과 시료는 없었다.

국문요약

2001년 1-12월 서울시 가락농수산물시장에서 총 951건의 수산물(어류 34종 468건, 패류 17종 373건, 갑각류 10종 39건 그리고 두족류 등 11종 71건)을 대상으로 중금속 함량[average(minimum~maximum), Unit:mg/kg]을 분석한 결과, Hg 0.025(N.D.~0.19), Cd 0.288(N.D.~1.85), Pb 0.227(ND~1.68)이었다. Hg의 경우, 패류[0.033(N.D.~0.19)]>두족류 등[0.026(N.D.~0.11)]>갑각류[0.026(N.D.~0.09)]>어류[0.018(N.D.~0.19)]순이었고, 가장 높은 함량은 미꾸라지(0.19)와 꼬막(0.19)이었으며, Pb의 경우 패류[0.223(N.D.~1.38)]>어류[0.213(N.D.~1.68)]>두족류 등[0.151(N.D.~0.39)]>갑각류[0.144(N.D.~0.44)]순이었고, 가장 높은 함량은 미꾸라지(1.68)>빙어(1.44)>바지락(1.38)>뱀장어(1.35) 순이었다. 한편, Cd의 경우 패류[0.288(N.D.~1.85)] 중 가장 높은 함량은 꼬막(1.85)이었다.

참 고 문 헌

1. 이서래: 식품의 안전성 연구. 이화여자대학교 출판부, pp.141-184 (1993).
2. 김길생, 이종옥, 소유섭, 서석춘, 강혜경, 서정숙, 김미희: 식품 중의 미량금속에 관한 조사 연구. 국립보건원보, **27**, 388-397 (1990).
3. 강태중, 조규옥: 수입 냉동어류 중의 중금속 함량에 관한 연구(II), 여수수산대학교 수산과학연구소 연구보고, **5**, 101-108 (1996).
4. 남은주, 박선주, 최정설, 이상업, 최순남, 송숙자, 정순영, 정근희: 서울 수산도매시장(가락동, 노량진)에서 유통되는 어패류의 수은함량분포에 관한 연구, 삼육대학교 논문집, **27**, 181-185 (1995).
5. 유광식, 류석환, 김병삼: 울산인근 해역의 어패류 및 해조류에 포함된 중금속 농도에 관한 조사연구, 울산대학교 자연과학 연구논문집, **1(2)**, 23-29 (1991).
6. 박원기, 차월석, 허남칠: 한국 서해안에서 어획된 어류중의 유해성 중금속 함량에 관한 연구, 조선대 환경공해연구, **5**, 13-23 (1988).
7. 차영섭, 함희진, 이재인, 이정자: 서울시내 수산시장에서 유통되고 있는 수산물의 비소(As), 카드뮴(Cd) 및 납(Pb)의 함량, *J. Fd Hyg. Safety*, **16(4)**, 315-323 (2001).
8. 식품의약품안전청: 식품공전. 문영사, pp. 45-46, 별책 p. 63 (2000).
9. 현대용, 이동배: 충남 서해안 어패류의 중금속 함량 조사, Res. Rep. Env. Sci. Tech. Chungnam Univ. Korea., **12**, 65-80 (1994).
10. 소유섭, 김정수, 정소영, 김미혜, 홍무기: 우리나라 어패류 중 미량금속 함량 및 안전성 평가. 한국식품영양과학회지, **29(4)**, 549-554 (2000).
11. 성덕화, 이용욱: 우리나라 일부연안 해산어류 중의 중금속 함량에 관한 연구, *Kor. J. Food Hygiene*, **8(4)**, 231-240, (1993).
12. Tam, S.Y.K., Mok, C.S.: Metallic contamination in oyster and other seafood in Hong Kong, *Food Additives and Contaminants*, **8(3)**, 333-342 (1991).
13. 오준세, 이석주, 성창근, 김성애, 정재홍, 오만진: 충청지역 농수산물의 잔류농약 및 중금속 함량에 관한 조사, *Res. Rep. Env. Sci. Tech. Chungnam Nat'l Univ. Korea.*, **16**, 57-70 (1998).
14. 김순경,이종화, 김애정: 서해안 지역의 환경오염에 의한 수산식품 오염실태 및 예방에 관한 연구(I.어류), *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **26(5)**, 851-859 (1997).
15. 김연천, 한선희, 박성규, 양혜란, 이찬수, 이강문: 시중에 유통중인 패류의 중금속 함량에 관한 조사, 서울특별시 보건환경연구원집, **34**, 110-125 (1998).
16. 백덕우, 권우창, 원경풍, 김준환, 김오한, 소유섭, 김영주: 식품 중의 미량 금속에 관한 조사연구(연안패류 중의 중금속 함유량에 관하여). *Kor. J. Food Hygiene*, **3(1)**, 7-18 (1988).
17. 황규철, 송기철, 위종환, 박정흠, 김성준: 자란만, 시량도 및 미륵도 일원의 해수 및 패류의 중금속 함량에 관하여, 수진연구보고, **48**, 217-225 (1993).
18. 황규철, 송기철, 위종환, 박정흠, 김성준: 가막만의 해수 및 패류의 중금속 함량에 관하여, 수진연구보고, **48**, 205-215 (1993).
19. Hraiki, A.E., Alaoui, M., Buhler, D.R.: The use of mussels to determine the extent of trace metal contamination along moroccan atlantic coast, *Toxicological and Environmental Chemistry*, **41**, 31-37 (1994).
20. 권용훈, 황갑수, 장재철: 만경강, 동진강 하구역 생물체(벼, 패류, 망둑어)중 중금속 함량 및 분포, 한국환경위생학회지, **26(2)**, 116-121 (2000).
21. Lares, M.L., Orians, K.J.: Natural Cd and Pb variations in Mytilus californianus during the upwelling season, *The Science of the Total Environment*, **197**, 177-195 (1997).
22. Marx, H., Brunner, B.: Heavy metal contamination of North Sea shrimp(Crangon crangon L.), *Z. Lebensm Unters Forsch* A, **207**, 273-275 (1998).