食品中의 微量金屬에 關한 調査硏究
(沿岸 貝類中의 重金屬 含有量에 관하여)

白德禹·權右昌·元敬鑽·金準煥·金悟漢·蘇酉燮·金永珠
朴建相·成德花·徐錫春·李京眞·市道保健環境硏究所*

国立保健院 衛生部

*부산직할시 보건환경연구소 인천직할시 보건환경연구소
경 기 도 보건환경연구소 강 원 도 보건환경연구소
충청남도 보건환경연구소 전라북도 보건환경연구소
전라남도 보건환경연구소 경상북도 보건환경연구소
경상남도 보건환경연구소 제 주 도 보건환경연구소

Study on the Contents of Trace Elements in Foods
(on the Trace Element Contents of Shellfish in Korean Coastal Waters)

Duck-Woo Baik, Woo-Chang Kwon, Kyong-Poong Won, Joon-Hwan Kim, Oh-Han Kim, Yoo-Sub Sho, Yong-Joo Kim, Kun-Sang Park, Duck-Hwa Seong, Suck-Choon Seo, Kyong-Jin Lee, Provincial Institutes of Health and Environment*

Department of Hygiene, National Institute of Health
** Busan Metropolitan Institute of Health and Environment*
Inchun Metropolitan Institute of Health and Environment
Gyenggi Provincial Institute of Health and Environment
Kangwon Provincial Institute of Health and Environment
Chungchongnam-Do Provincial Institute of Health and Environment
Chollabuk-Do Provincial Institute of Health and Environment
Chollanam-Do Provincial Institute of Health and Environment
Kyungsangbuk-Do Provincial Institute of Health and Environment
Kyungsangnam-Do Provincial Institute of Health and Environment
Jeju-Do Provincial Institute of Health and Environment

ABSTRACT-In 1987, the level of heavy metals were determined in a total of 200 samples of 9 species of shellfish of Korea. The samples were collected at the fish markets by 10 Public Institute of Health.

The samples were whelk (*Buccinum striatissimum*), oyster (*Crassostrea gigas*), ark shell (*Tegillarca granosa*), shartnecked clam (*Venerupis semidecussata*), hard clam (*Meretrix lusoria*), top shell (*Turbo cornutus*), abalone (*Haliotis gigantea*), ark shell (*Scapharca broughtonii*), sea-mussel (*Mytilus conuscus gould*), respectively

The levels of total mercury, lead, cadmium, arsenic, copper, zinc and manganese were determined.

The total mercury levels were determined by mercury analyzer using the combustion gold amalgamation method. The arsenic level were determined by spectrophotometry using colorimetric sil-

ver diethyldithiocarbamate method after dry ash digestion of the samples with magnesium oxide and magnesium nitrate.

The levels of other metals were determined by inductively coupled plasma spectrophotometry after wet digestion of the samples with nitric acid and sulfuric acid.

The results were summerized as follows;

1. **The overallranges and mean(ppm) were;**
   Hg, ND-0.221 (0.036); Pb, 0.05-1.51 (0.37); Cd, 0.02-1.86 (0.61); As, 0.5-3.97 (1.22); Cu, 0.14-54.16 (4.93); Zn, 7.40-207.17 (30.09); Mn, 0.13-8.72 (3.40).
2. **The levels of all 6 metals were found to be below the maximum permissible limits set by the Japan for mercury, the Netherland for lead the Hong Kong for cadmium. The Finland for Arsenic no statutory limits for Zn and Mn in shellfish in any countries.**
3. **The results show that all the 9 species of shellfish studied, none have accumulated levels dangerous enough to pose a health problem.**

Key words□ Heavy metals, shellfish, inductively coupled plasma spectroscopy mercury analyzer.

重化學工業이 급속히 성장하면서 環境汚染으로 인한 殘留農業, 重金屬 等의 有害物質이 食品中에 汚染物로 殘留하게 되어 食品의 安全性 確保라는 見地에서 社會問題로 대두되고 있다[1].

食品中의 重金屬은 本來 自然界에 존재하는 것이 식품에 自然含有된 경우와 環境汚染에 由來하는 경우 등 그 함량분포는 어떤 正規分布를 갖기 때문에 식품 전반에 대한 유해금속의 Background 농도를 把握하여 汚染與否를 評價하는 것이 重要하다[2,3]. 또한 식품중의 유해성금속을 최근 각국에서는 중금속으로 一括的으로 갖고 있는 槪念에서 탈피하여 各 食品別로 각 금속의 存在形 및 이러한 오염물의 起源, 實態, 影響을 파악하고 그 對策樹立을 爲한 식품중의 오염물질 monitoring이 활발히 進行되고 있다[4].

이러한 調査를 通해서 식품을 통해 섭취되는 오염물질들중 중금속, 농약 등의 1일 攝取量을 推定하고 健康上 危害를 일으키지 않도록 오염물질의 最大許容攝取量을 設定하여 식품의 안전성을 확보하고 건강상 위해를 防止하고 있다[5,6,7].

當院에서도 1972년부터 農產物, 加工食品을 對象으로 調査硏究를 實施하였고, 1981년에는 콩나물중의 Hg의 暫定基準을 설정하였고 1985년 부터는 水產物中의 중금속 조사연구를 실시하고 있다[8-17].

Received for publication 17 February, 1988
Reprint requests; Dr. D.W. Baik at the above address

금년에는 水產物中 국내 주요 연안에서 人工養殖 또는 自然棲息하고 있는 貝類 9種 200件을 收集하여 중금속의 自然含有量 分布狀態와 汚染의 程度 等을 把握하고자 하였다.

國內產 貝類의 重金屬 含有水準에 대한 代表値를 얻기 위하여 檢體數를 擴大하였고 調査地域을 넓혀 좀더 精密한 Background値를 얻도록 하였다.

材料 및 方法

實驗材料

가. 연구기간 : 1986. 2~11월

나. 조사대상식품 및 지역

우리나라의 주요 연안에서 인공양식 또는 자연서식하고 있는 貝類 9種 200件을 魚販場 및 인공양식장 등에서 年中 4회에 걸쳐 조사연구에 참여한 10개 市道 保健硏究所(부산, 인천, 경기, 강원, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남, 제주)가 收集하여 試料로 使用하였다.

다. 대상금속 : Hg, Pb, Cd, As, Cu, Zn, Mn

實驗方法

가. 시료의 전처리

1회에 25~30개의 패류를 수집하여 흐르는 물로 씻어 스테인레스칼로 除殼하고 가식부를 취하여 (200~300g), 증류수로 씻고 물기를 제거한 후 Homogenizer 혹은 Blender로 갈아 균질하게 하여 시료로 하여 수분을 측정하고(100℃, 3시간),

Table 1. The operating condition of ICPS* (Labtest Equipment Model 710)

Classification		Condition
Wave length spectra(A)		Pb :2203.53 Cd :2144.38 Cu :3247.54 Zn :2138.56 Mn: 2576.10
Gas pressure (Kpa)	Line gauge	400
	Coolant gauge	200
	Sample gauge	280
Pump speed (RPM)		800
Neubulizer Gas pressure (Kpa)		280
Carrier gas flow rate (1/min.)		0.85
Pump rate (1/min.)		1.8
Integration period (Sec.)		3

* With 1000C computer and super 5-CP printer.

즉시 실험을 행할 수 없을 경우 냉동 보관하였다.

나. Hg의 분석

Mercury Analyzer을 사용하여 加熱氣化金아말감 법(Combustion-Gold Amalgamation Method)으로 前報[16]에 따라 하였다.

다. Pb, Cd, Cu, Zn, Mn의 분석

(1) 시험용액의 조제 : 시료 약 30~50g을 정밀히 달아 킬달플라스크에 넣고 물 50~70 m*l*, 질산 15 m*l*를 넣어 혼화하여 방치한다. 다음 조용히 가열하여 격렬한 반응이 그치면 식힌다음 황산 5~20 m*l*를 넣고 다시 조용히 가열한다. 내용물이 암색이 되기 시작하면 질산 2~3 m*l*씩을 추가하면서 가열을 계속하여 내용물이 미황색~무색이 되었을 때 분해를 그치고 식힌 후 물로 일정량으로 하여 시험용액으로 한다.

(2) Pb, Cd, Cu, Zn, Mn의 측정 : 시험용액을 ICPS로 Table 1의 조건에 따라 각 금속의 표준용액농도로 검량선을 작성하고 각 시험용액중의 금속함량을 5회 반복 측정하여 그 평균값을 취하였다.

結果 및 考察

한국연안 貝類중의 중금속 함유량 조사—한국 연안에서 자연서식 또는 인공양식되고 있는 貝類 9種 200件에 대하여 Hg, Pb, Cd, As, Cu, Zn, Mn의 함유량을 측정한 결과는 Table 2~3과 같다.

가. Hg

全 시료에서 97.0%의 검출율을 보였으며 Hg의 분포율은 N.D 3%, 0.01~0.05 ppm 범위가 76.5%, 0.05~0.1 ppm 13.5%, 0.1~0.2 ppm 5.5%, 0.2~0.3 ppm 1.5%이었다.

9종의 패류별로 Hg의 평균함량은 낮은 함량으로 부터 피조개, 꼬막, 전복, 홍합, 굴, 바지락, 백합, 소라고둥, 골뱅이의 순으로 높았으며, 그 범위는 0.011~0.090 ppm이고 평균은 0.036 ppm이었다. 또한 골뱅이와 소라고둥에 있어서는 최고치에

Table 2. Heavy metal contents in shellfish of korea (unit: Wet basis ppm)

Sample	Sample number	moisture (%)	Total Hg	Pb	Cd	As	Cu	Zn	Mn
	1	69.8	0.078	0.47	0.86	2.30	19.95	46.90	1.62
(20)	2	74.7	0.056	0.11	0.48	2.35	14.97	23.80	2.63
Whelk	3	74.2	0.063	0.05	0.59	2.94	10.11	26.91	0.97
	4	72.3	0.022	0.24	0.69	2.93	15.20	61.93	1.60
	5	77.9	0.147	0.11	0.77	2.12	4.53	29.20	0.78
	6	73.7	0.171	0.09	0.41	2.13	1.83	11.78	1.18
	7	74.5	0.198	0.14	0.67	2.06	4.60	28.16	1.60
Bucciman	8	77.9	0.108	0.20	0.31	2.15	1.53	28.27	0.74
striatissiman	9	77.7	0.011	0.15	0.09	1.15	3.28	22.99	2.48
	10	76.5	0.030	0.09	0.04	0.98	6.92	20.90	4.11
	11	80.7	0.025	0.08	0.03	0.90	7.92	17.93	2.50
	12	73.9	0.018	0.07	0.11	1.12	4.69	23.54	4.02
	13	75.6	0.012	0.30	0.17	2.13	4.04	20.39	4.42
	14	76.1	0.070	0.17	0.70	2.35	6.90	30.00	5.94
	15	75.8	0.016	0.28	0.98	2.22	8.42	29.29	4.66
	16	75.7	0.071	0.47	0.13	2.19	4.62	26.05	4.34
	17	80.4	0.194	0.75	0.79	2.41	19.09	50.02	0.98
	18	79.2	0.221	0.92	1.12	2.98	25.02	27.40	1.62
	19	73.4	0.198	0.40	1.28	2.45	12.25	52.23	2.26
	20	74.1	0.109	0.17	1.09	2.28	39.31	16.42	0.39
(24)	21	79.8	0.031	0.71	1.41	0.61	38.53	196.22	7.17
Oyster	22	79.9	0.045	0.84	1.50	0.60	47.06	207.17	7.10
	23	79.9	0.034	0.58	1.50	0.61	47.76	204.23	6.90
Crassostrea	24	79.8	0.044	0.54	1.56	0.68	12.43	200.50	7.43
gigas	25	85.7	0.008	0.35	0.84	0.84	10.22	62.09	4.67
	26	84.0	0.019	0.21	0.36	0.81	4.77	109.16	6.22
	27	86.2	0.058	0.14	0.42	0.81	5.94	91.93	6.12
	28	88.7	0.008	0.07	0.67	0.84	11.63	45.34	5.26
	29	87.2	0.013	0.42	0.64	0.59	19.51	41.59	6.09
	30	88.2	0.015	0.23	0.99	0.53	22.20	108.76	6.33
	31	87.9	0.029	0.53	1.01	0.55	29.46	135.33	7.96

Sample	Sample number	moisture (%)	Total Hg	Pb	Cd	As	Cu	Zn	Mn
	32	87.1	0.017	0.80	0.81	0.54	4.16	138.16	6.36
	33	80.0	0.013	0.17	0.19	1.17	4.16	41.79	5.91
	34	79.6	0.011	0.28	0.47	1.35	7.27	72.27	8.65
	35	79.8	0.014	0.22	0.81	1.36	8.02	68.21	7.26
	36	79.0	0.056	0.23	0.68	1.14	7.70	66.40	6.84
	37	77.7	0.011	0.33	0.92	1.49	15.04	61.94	7.01
	38	78.0	0.055	0.40	0.82	1.55	11.80	65.55	6.02
	39	77.3	0.016	0.31	0.85	1.57	10.80	66.31	8.72
	40	77.0	0.038	0.13	0.54	1.56	4.75	34.24	6.13
	41	80.6	0.047	0.08	0.57	0.52	9.92	72.03	8.55
	42	82.5	0.017	0.15	0.35	0.51	3.57	87.20	4.74
	43	82.5	0.002	0.22	0.36	0.51	4.22	87.97	5.09
	44	–	0.001	1.36	0.60	0.52	6.52	53.49	7.38
	45	73.6	0.025	0.37	1.76	0.89	1.17	19.13	5.95
(24)	46	78.4	0.021	0.24	1.31	0.97	2.91	17.47	6.55
Ark shell	47	78.9	0.011	0.11	1.28	1.20	1.69	13.96	4.57
	48	80.0	0.009	0.36	1.39	0.99	1.48	17.78	6.16
Tagillarca	49	79.6	0.010	0.38	1.89	0.61	0.51	17.95	6.93
granesa	50	81.6	0.020	0.21	1.82	0.63	0.91	15.98	6.36
	51	83.1	0.009	0.23	1.67	0.60	0.80	17.37	5.95
	52	81.2	0.006	0.26	1.85	1.50	1.06	17.01	5.07
	53	79.8	0.012	0.18	1.29	0.64	0.92	16.36	6.41
	54	86.7	O. D	0.14	1.23	0.66	0.91	16.70	6.95
	55	82.8	0.018	0.14	0.80	0.65	0.90	12.49	4.96
	56	–	0.022	0.10	1.10	0.69	0.37	12.92	7.69
	57	85.5	0.014	0.29	0.88	0.62	0.47	13.71	7.00
	58	84.8	0.014	0.35	0.99	0.64	0.65	12.62	6.65
	59	81.8	0.013	0.22	0.96	0.63	1.08	13.68	5.51
	60	83.8	0.028	0.18	1.20	0.68	0.89	12.16	5.25
	61	80.7	0.013	0.26	1.53	0.83	3.45	11.36	5.03
	62	85.4	0.022	0.27	1.40	1.41	1.73	12.06	4.93
	63	81.7	0.012	0.25	1.60	0.80	0.45	14.22	4.94
	64	81.8	0.025	0.14	1.43	0.86	0.53	13.91	5.64
	65	76.4	0.009	1.05	1.60	0.61	0.93	18.24	7.79
	66	–	0.006	0.12	1.43	0.62	0.85	14.11	6.04
	67	81.5	0.005	0.32	1.41	0.61	0.97	13.86	5.73
	68	82.5	0.005	0.45	1.18	0.60	0.83	14.49	6.74
(20)	69	81.6	0.017	0.58	0.09	1.48	1.23	11.52	4.05
Shartnecked clam	70	79.3	0.023	0.62	0.16	1.55	1.77	14.46	4.68
	71	76.1	0.024	0.38	0.20	1.85	1.13	14.74	4.80
Venerupis semidecussta	72	81.4	0.032	0.15	0.23	1.82	1.27	13.98	4.31
	73	82.2	0.029	0.40	0.15	1.57	0.97	13.88	5.97
	74	83.0	0.023	0.84	0.15	1.56	1.30	12.40	5.55
	75	81.2	0.015	0.76	0.14	1.49	0.91	8.61	5.37
	76	82.1	0.022	0.82	0.16	1.59	1.74	10.95	6.07
	77	83.6	0.010	0.36	0.10	0.63	1.74	11.39	3.85
	78	84.2	0.020	0.41	0.21	0.51	1.27	12.44	5.58
	79	83.8	0.014	0.62	0.24	0.64	1.74	13.53	6.07
	80	83.5	0.015	0.69	0.08	0.62	1.35	12.97	4.56
	81	83.3	0.025	0.51	0.04	2.14	4.44	13.20	2.07
	82	83.0	0.007	0.32	0.02	1.83	3.71	10.61	1.19
	83	82.5	0.058	0.21	0.06	1.98	4.05	12.40	1.67
	84	–	0.016	0.07	0.07	1.86	2.26	12.22	1.15
	85	85.9	0.025	1.14	0.15	0.61	1.69	11.27	5.25
	86	–	0.009	0.37	0.16	0.68	0.84	8.21	5.26
	87	82.8	0.002	0.51	0.16	0.69	1.04	10.35	6.99
	88	83.5	0.015	0.63	0.19	0.64	1.21	14.13	4.43
	89	79.5	0.018	0.63	0.12	0.63	2.12	19.85	2.13
(20)	90	80.2	0.014	0.47	0.43	0.62	1.23	16.37	2.93
Hard clam	91	80.8	0.030	0.51	0.27	0.61	1.41	28.54	3.41
	92	80.5	0.035	0.24	0.23	0.61	1.79	15.85	2.71

Sample	Sample member	moisture (%)	Total Hg	Pb	Cd	As	Cu	Zn	Mn
Meretrix	93	79.4	0.029	1.16	0.67	0.52	1.34	17.62	4.23
lusoria	94	79.7	0.032	1.47	0.63	0.53	1.55	17.17	4.32
	95	81.0	0.025	1.01	0.66	0.50	1.17	12.88	3.72
	96	79.0	0.024	0.82	0.61	0.51	1.63	14.58	4.29
	97	83.1	0.010	0.38	0.40	0.67	2.02	12.10	3.87
	98	84.3	0.008	0.49	0.20	0.66	1.47	12.96	4.23
	99	83.9	0.004	0.54	0.22	0.65	1.58	12.01	5.07
	100	83.4	0.010	0.54	0.11	0.71	1.16	7.80	4.00
	101	82.2	0.013	0.15	0.13	0.84	0.65	15.20	2.21
	102	80.5	0.022	0.57	0.29	0.82	1.51	14.20	3.43
	103	86.2	0.053	0.35	0.31	0.87	1.37	13.05	4.81
	104	80.6	0.090	0.13	0.11	0.94	1.50	11.52	1.58
	105	78.7	0.014	0.36	0.17	0.91	1.94	17.76	1.12
	106	"	0.015	0.23	0.12	0.96	0.79	14.75	0.47
	107	79.0	0.012	0.21	0.29	0.90	2.22	23.95	1.71
	108	"	0.020	0.41	0.12	0.98	3.22	18.03	0.64
	109	77.1	0.037	0.63	0.92	1.07	5.67	24.17	2.09
(24)	110	"	0.016	0.28	0.61	1.16	5.01	27.73	0.63
Top shell	111	80.1	0.035	0.15	1.07	1.03	3.43	27.60	0.51
	112	"	0.042	0.33	1.02	1.05	3.00	32.79	2.02
Turbo conutvs	113	76.7	0.041	0.27	1.04	1.93	21.89	59.78	2.04
	114	88.4	0.030	0.29	0.84	1.86	54.16	56.00	2.35
	115	86.9	0.076	0.42	0.55	1.56	42.37	37.62	2.45
	116	82.6	0.084	0.38	0.89	1.97	28.11	41.06	2.07
	117	75.9	0.094	0.09	0.13	2.53	1.56	26.57	0.98
	118	75.7	0.074	0.18	0.10	2.92	1.61	22.72	0.92
	119	75.8	0.089	0.21	0.12	2.70	1.27	16.97	0.73
	120	75.8	0.106	0.31	1.14	2.92	1.66	18.23	0.40
	121	75.4	0.043	0.06	1.07	3.45	2.45	26.22	1.09
	122	75.3	0.098	0.10	1.38	3.67	1.95	13.51	1.31
	123	75.5	0.102	0.09	1.11	3.38	2.94	28.56	3.04
	124	75.6	0.084	0.37	0.89	3.04	1.54	33.80	1.07
	125	79.5	0.205	0.65	0.13	3.31	7.94	34.37	1.41
	126	78.3	0.105	0.51	0.13	3.97	4.29	60.31	0.99
	127	74.7	0.139	0.21	0.10	3.28	7.79	96.03	0.18
	128	74.4	0.206	0.40	0.12	3.94	11.08	102.86	1.07
	129	65.7	0.044	0.66	1.14	0.92	5.55	32.14	1.99
	130	–	0.006	0.16	1.07	0.87	7.79	22.82	0.83
	131	76.4	0.008	0.51	1.38	0.91	6.73	34.07	2.33
	132	78.5	0.002	0.58	1.11	0.92	4.31	30.43	1.95
	133	75.0	0.012	0.30	0.05	1.09	6.15	9.66	0.40
(20)	134	79.8	0.009	0.11	0.04	1.14	4.71	7.40	0.13
Abalone	135	79.2	0.010	0.21	0.09	1.51	5.79	9.71	0.39
	136	77.3	0.011	0.38	0.06	1.39	5.20	10.41	0.46
Haliotis	137	82.7	0.005	0.10	0.09	0.83	3.81	10.42	0.47
gugantea	138	80.0	0.009	0.53	0.08	0.86	1.91	19.94	0.18
	139	80.1	N. D	0.17	0.06	0.86	2.92	11.11	0.63
	140	80.1	0.018	0.56	0.03	0.89	1.03	11.75	0.49
	141	81.7	0.011	0.78	1.59	1.99	4.41	59.38	2.84
	142	80.4	0.048	0.23	1.35	1.95	1.81	63.80	1.87
	143	81.7	0.038	0.19	1.41	1.92	1.91	61.20	1.74
	144	80.3	0.045	0.52	1.33	2.16	4.21	27.40	0.98
	145	79.6	0.005	0.29	1.07	1.42	2.45	24.29	1.18
	146	81.4	0.012	0.45	1.45	1.29	5.65	21.69	0.88
	147	82.3	0.010	0.19	1.52	1.28	6.94	15.87	1.79
	148	80.7	0.008	0.14	1.52	1.43	4.09	18.51	1.88
	149	–	0.005	0.62	1.02	1.95	1.49	10.58	0.60
	150	–	0.023	0.10	0.92	1.97	2.54	13.51	0.21
	151	77.4	N. D	0.46	1.08	1.99	3.80	15.06	1.42
	152	78.4	0.002	0.33	0.74	1.97	4.75	7.46	0.58

Sample	Sample member	moisture (%)	Total Hg	Pb	Cd	As	Cu	Zn	Mn
	153	—	0.020	0.33	0.74	1.97	4.75	7.46	0.56
(24)	154	—	0.014	0.13	0.99	1.27	1.97	25.20	2.60
Ark shell	155	—	0.018	0.21	0.89	1.23	1.22	21.16	3.55
	156	—	0.025	0.48	0.55	1.29	0.56	23.25	3.35
Scapharca	157	82.1	N. D	0.15	0.61	0.61	0.44	16.15	4.16
broughtonii	158	82.2	0.014	0.14	0.58	0.61	0.42	12.91	3.17
	159	82.4	0.023	0.11	0.55	0.64	0.26	9.67	2.65
	160	81.8	0.008	0.16	0.77	0.68	0.16	10.13	2.71
	161	78.1	0.005	0.15	0.26	0.79	0.24	16.14	2.64
	162	83.3	0.010	0.33	0.10	0.72	1.63	11.89	1.09
	163	83.5	0.007	0.15	0.27	0.72	0.70	14.69	2.45
	164	83.6	0.009	0.51	0.23	0.74	0.44	18.27	2.05
	165	79.8	0.005	0.32	0.92	0.83	1.10	18.77	2.86
	166	85.4	N. D	0.08	0.53	0.79	0.28	10.80	2.84
	167	83.9	0.017	0.55	0.68	0.75	0.87	10.87	3.69
	168	84.7	0.027	0.10	0.36	0.78	0.43	13.03	3.51
	169	82.0	0.003	0.89	0.56	0.57	1.19	26.71	4.10
	170	81.1	0.021	1.51	0.38	0.61	0.35	13.37	2.90
	171	84.5	0.008	0.14	0.74	0.58	0.62	14.81	3.27
	172	83.2	0.005	0.26	0.62	0.62	0.65	13.35	3.41
	173	79.4	N. D	0.17	0.35	0.59	1.38	10.57	1.50
	174	79.3	0.010	0.32	0.27	0.63	1.99	13.75	1.75
	175	79.3	0.016	0.26	0.45	0.63	.161	14.63	1.55
	176	78.4	0.006	0.08	0.30	0.61	2.79	30.55	3.52
	177	78.5	0.006	0.13	0.12	0.62	0.70	18.89	1.41
	178	81.6	0.004	0.25	0.25	0.64	1.11	16.74	2.59
Ark shell	179	80.8	0.022	0.22	0.32	0.81	0.61	23.10	2.68
sea-mussel-	180	81.0	0.013	0.16	0.26	0.63	0.65	19.45	2.25
fresh	181	82.6	0.019	0.31	0.02	0.59	0.67	12.88	1.58
	182	86.4	0.101	0.28	0.13	0.65	0.80	15.36	0.81
Mytilvs con-	183	—	0.031	0.24	0.09	0.63	0.94	12.66	1.77
uscus gould	184	82.6	0.027	0.87	0.07	0.62	0.36	16.29	1.71
	185	82.7	0.013	0.16	0.17	0.51	1.47	26.80	2.13
	186	84.7	0.015	0.11	0.16	0.69	1.02	22.03	2.15
	187	83.5	0.021	0.23	0.23	0.68	1.12	17.60	1.98
	188	77.6	0.010	0.08	0.25	0.58	0.76	20.18	2.52
	189	80.4	0.022	0.40	0.11	0.53	0.83	15.27	3.84
	190	84.0	0.016	0.41	0.07	0.62	0.99	19.20	2.11
	191	79.3	0.017	0.22	0.19	0.64	1.11	19.19	1.56
	192	78.9	0.021	0.23	0.21	0.81	1.52	23.39	2.00
	193	84.5	0.016	1.51	0.21	0.51	1.47	16.73	2.56
	194	83.2	0.006	0.69	0.17	0.60	1.60	16.17	3.47
	195	83.1	0.016	0.38	0.18	0.52	0.97	23.54	2.48
	196	83.5	0.006	0.38	0.30	0.64	1.70	26.63	1.61
	197	81.8	0.010	0.31	0.29	0.65	4.19	16.80	3.00
	198	80.4	0.015	0.29	0.19	0.85	4.35	18.27	1.98
	199	82.3	0.016	0.27	0.23	1.05	2.86	17.98	2.84
	200	81.5	0.017	0.13	0.26	0.62	1.41	17.78	2.99
total minimum			N. D	0.05	0.02	0.50	0.16	7.40	0.13
total maximum			0.221	1.51	1.86	3.97	54.16	207.17	8.72
total mean			0.036	0.37	0.61	1.22	4.93	30.09	3.40

* ND = Not-detected

있어서 0.2 ppm을 초과하는 것도 골뱅이 1건, 소라고둥 중 2건이 있었다.

각 産地別로 고찰하여 보면 골뱅이에 있어서는 경북산과 강원산이, 소라고둥에 있어서는 경북산과 경기, 강원산이 다른 産地의 것에 비해 높은 함유량을 보이고 있다. 특히 경북산 골뱅이는 대부분이 양식 패류이므로 이 지역에서 생산되는 貝類에 대해서는 좀더 광범위한 조사연구가 필요하다고 본다.

국내와 일본에서 조사한 패류중의 중금속 함량을 보면 Table 4와 같으며[18-23], 최고치에 있어서는 국립 수산진흥원의 분석치 보다는 높으며 元의 보고치 보다는 낮은데 이는 지역에 의한 환경의 차이와 가식부를 내장까지 포함시켰기 때문인 것으로 사료된다.

FDA에서 1983년 魚類, 貝類 및 水産製品중의 유해성물질 등에 대한 법적 규제치에 대해서 발간된 자료[24]에 의하면 97개국중 어패류에 대하여 각 금속별로 규제치를 설정하고 있는 나라는 Table 5와 같다. 97개국중 대부분의 나라에서 패류에 대해서는 규제하고 있지 않거나 규제하고 있다 하더라도 자연함량일 경우에는 규제치를 적용치 않고 있는 점 등을 감안할 때 본 사업에서 9種의 貝類중의 수은의 함량은 아직은 그렇게 높은 편은 아니다.

나. Pb

Pb는 全 시료에서 100%의 검출율을 보였으며 분포율은 0.1 ppm 이하 6.5%, 0.1~0.5 ppm 69.0%, 0.5~1.0 ppm 20.0%, 1.0~1.5 ppm 3.5%, 1.5~2.0 ppm 1.0%이다.

Pb의 평균함량은 골뱅이, 꼬막, 피조개, 소라고둥, 전복, 홍합, 바지락, 백합, 굴의 순으로 0.26~0.53 ppm의 범위였으며 평균은 0.37 ppm 이었다.

貝類의 種類別로 최저치와 최고치에 있어서는 큰 폭을 나타내고 있으나 비교적 고른 분포를 나타내고 있으며, 경기도産의 백합은 0.1 ppm을 넘고 있었다. 경기도産의 굴, 바지락, 백합과 경북産의 골뱅이는 다른 産地의 것에 비해 Pb의 함량이 높았으며 特히 백합의 경우에는 1.0 ppm 이상으로

Table 3. Range and mean contents of heavy metals in shellfish of Korea

Sample	No. of Samples	Element	minimum value (ppm)	90th Percentile (ppm)	maximum value (ppm)	mean value (ppm)	S.D	moisture (%)
		Hg	0.011	0.194	0.221	0.090	0.073	
		Pb	0.005	0.47	0.92	0.26	0.23	
		Cd	0.03	1.09	1.28	0.57	0.39	69.84
	20	As	0.90	2.93	2.98	2.11	0.61	—
Whelk		Cu	1.53	19.95	25.02	9.89	7.13	80.4
		Mn	0.39	4.42	5.94	2.46	1.60	
		Zn	11.78	50.02	61.93	29.71	12.99	
		Hg	0.001	0.047	0.058	0.025	0.018	
		Pb	0.07	0.84	1.36	0.43	0.33	
		Cd	0.19	1.41	1.56	0.79	0.39	77.0
	24	As	0.51	1.49	1.57	0.88	0.39	—
Oyster		Cu	3.75	38.53	47.76	13.96	14.11	88.7
		Mn	4.67	7.96	8.72	6.66	1.14	
		Zn	34.24	138.16	207.17	96.58	55.10	
		Hg	N.D	0.022	0.025	0.013	0.014	
		Pb	0.10	0.37	1.05	0.28	0.19	
		Cd	0.80	1.76	1.86	1.37	0.30	73.6
	24	As	0.60	0.99	1.50	0.79	0.25	—
Ark shell		Cu	0.37	1.69	3.45	1.10	0.74	86.7
		Mn	4.57	6.95	7.79	6.03	0.90	
		Zn	12.06	17.78	19.13	14.98	2.29	
		Hg	0.002	0.029	0.058	0.025	0.013	
		Pb	0.07	0.82	1.14	0.52	0.26	
		Cd	0.02	0.21	0.24	0.14	0.06	76.1
	20	As	0.51	1.86	2.14	1.29	0.58	—
Shartneck-ed clam		Cu	0.84	3.71	4.44	1.78	1.05	85.9
		Mn	1.15	6.07	6.99	4.44	1.69	
		Zn	8.21	14.13	14.74	12.16	1.82	
		Hg	0.004	0.035	0.090	0.056	0.038	
		Pb	0.15	1.01	1.47	0.53	0.35	
		Cd	0.11	0.63	0.67	0.20	0.20	78.1
	20	As	0.50	0.94	0.98	0.72	0.16	—
Hard clam		Cu	0.65	2.12	3.22	1.58	0.52	86.2
		Mn	0.47	4.32	5.07	3.04	1.37	
		Zn	7.80	19.85	28.54	15.84	4.60	
		Hg	0.002	0.106	0.206	0.074	0.055	
		Pb	0.05	0.58	0.66	0.33	0.19	
		Cd	1.10	1.07	1.38	0.80	0.36	65.7
	20	As	0.87	3.67	3.97	2.30	1.15	—
Top shell		Cu	1.27	21.89	54.16	9.73	13.59	88.4
		Mn	0.40	2.33	3.04	1.48	0.77	
		Zn	13.51	59.78	102.86	37.77	22.56	
		Hg	N.D	0.038	0.048	0.014	0.014	
		Pb	0.10	0.56	0.78	0.33	0.20	
		Cd	0.03	1.52	1.59	0.78	0.63	75.0
	24	As	0.83	1.99	2.16	1.49	0.46	—
Abalone		Cu	1.03	5.65	6.15	3.53	1.53	82.7
		Mn	0.13	1.87	2.84	0.96	0.74	
		Zn	7.40	59.38	63.86	21.46	18.11	
		Hg	N.D	0.021	0.027	0.011	0.008	
		Pb	0.08	0.51	1.51	0.32	0.32	
		Cd	0.10	0.89	0.99	0.53	0.24	75.8
	24	As	0.57	1.13	1.29	0.77	0.23	—
Ark shell		Cu	0.16	1.63	2.79	0.95	0.69	85.4
		Mn	1.09	3.55	4.16	2.80	0.82	
		Zn	9.67	25.20	30.55	16.58	6.03	
		Hg	0.004	0.022	0.031	0.018	0.007	
		Pb	0.08	0.41	1.51	0.34	0.30	
		Cd	0.07	0.26	0.32	0.19	0.16	77.5
	24	As	0.51	0.81	1.05	0.65	0.12	—
Ark shell		Cu	0.36	1.70	4.35	1.38	0.82	86.6
Sea-muss-el-frish		Mn	0.81	2.99	3.84	2.25	0.69	
		Zn	12.66	23.39	26.80	18.84	3.77	

Table 4. Compare with data from other source

(Unit: ppm)

Element / Source	Total Hg	Pb	Cd	As	Cu	Zn	Mn
NIH*	ND-0.221	0.005-1.51	0.02-1.86	0.50-3.97	0.16-54.16	7.4-207.17	0.13-8.72
(1986)	(0.036)	(0.37)	(0.61)	(1.22)	(4.93)	(30.09)	(3.40)
NIH** (1985)	ND-0.08	ND-4.82	0.12-2.61	0.15-7.28	ND-9.41	1.06-48.66	ND-10.41
FRDA***	0.001-0.11	0.40-0.87	0.02-0.10	—	0.64-17.2	—	—
	(0.05)	(0.52)	(0.06)				
BKFS****	0.002-0.36	0.60-3.80	0.03-0.78	—	—	—	—
Japan*****	ND-0.06	0.01-0.57	0.02-1.76	0.01-9.26	0.23-24.56	9.44-185.7	0.03-185.7
Clam	ND-0.02	0.30-0.65	0.12-0.23	3.4-4.2	1.40-1.52	16.0-19.5	1.2-2.07
Oyster	0.02-0.06	0.13-0.27	0.12-0.32	0.50-3.40	8.2-15.8	139-272	8.2-15.2

* In the present Study
** Reference 18
*** Reference 19
**** Reference 20
***** Reference 22-24, 41

Table 5. Legal limits for harzardous substances in fish and fishery products[1)-3)]

Trace element / Country	Hg (total) Fish, Crustaceans, molluses	Pb	Cd	As	Cu	Zn
Australia	0.5 fish content of fish products 1.0 fish (South Australia, Tasmania) Tasmania)	1.5 fish 2.0 fish (N.S.W, S.A, Victoria) 2.5 fish (in tin plate container molluscs 5.5 fish (N.S.W, S.A, Victoria) molluscs 5.0 fish, mussel (Tasmania) molluscs	2.0 molluscs and the molluse content of molluse product 2.5 Rasmania and the molluse content of molluse product 5.5 N.S.W. "	1.0 (Inorganic arsonic only) fish, crustaceans, molluscs (N.S.W, Vic. S.A. 1.5 as arsenious oxide)	10.0 fish, fish products (Except N.S.W, Vic, S.A.) 30.0 (N.S.W, Vic. S.A.)" 70.0 molluscs, mollusc products (Except N.S.W, Vic. S.A.) 30. N.S.W, S.A, Vic."	
Canada	0.5 (except sword fish)	0.5 fish protein 10 marine and fresh water animal		3.5 fish protein 3.0 marine and fresh water, animal products	50 marine and fresh water products	
Finland		2.0 mussel		5.0 shellfish, crayfish, fish		
West Germany	1.0 In edible part of freshwater and marine fish and fish and fish products	0.5 In edble part of freshwater fish: (recommended maximum level 1979)	5.0 In edible part of fresh water fish(recommended -maximum level, 1979)			
Hong Kong		0.6 all solid foodstuffs	2.0 Oysters. crabmeat, fish			
Italy	0.7 fish, fishery products inported from outsidte the EEC	2.0 domestic molluses	–	–		
Japan	0.4 (Provisional Guideline) 0.3 (", Methyl mercury as mercury)	–	–	–		
Netherland	1.0	0.5 fish, crustaces 2.0 molluscan shellfish	0.05fish 0.3 crustaces 1.0 molluscan shellfish	–		
Newzealand	0.5 fish, fish products	2.0 fish, fish products	1.0 fish, fish product, except shellfish	1.0 fish, fish products	30.0 fish, fish products	40.0 fish, fish products
Sweden	2.0 fishery products	1.0 edible part of the food 2.0 liver cincluding fish liver, preserved products in tin plate cans)	–	–		
Switzerland	0.5 fish, fishery products, imported crustaceans, molluscs	1.0 canned fish crustaceans molluscs. (inported)	0.1 canned fish, crustaceans, molluscs (inported)			
U. K.		2.0 fish(not otherwise specified) 5.0 dried fish 10 shellfish 3.0 canned fish	–	1.0 foods*	20**food(recommended as a general limit in food)	50**foods(recommended limit, natural) contain more than 50mg/kg such as herrings, shellfish, craustaces should not be objected to
U. S. A.	1.0 Other aquatic animals (edible portion only, fresh, frozen or processed)	–	–	–		

Source: 1) Reference 5, 23.
2) National Health and Medical Research Council, Model Food Regislation, Australia, Canberra, PA 12-2, Al 12-3, 1984.
3) International digest of Health Legislation, WHO, 34(3), 1983. International digest of health legislation 27(1) 1976.

뚜렷하였다. Table 4에서 Pb 함유량을 비교해 보면 本 調査研究事業에서 貝類中의 Pb 함유량은 최고치에서도 낮고 평균함량에서도 낮은 것으로 나타났다.

Table 5의 貝類中의 Pb 규제치가 있는 네델란드는 2 ppm, 호주는 조개류(mussel)에 있어서는 5 ppm[25], 영국, 카나다는 10 ppm까지 규제하고 있는 것을 볼 수 있으며 국내산 9種의 패류중의 Pb 함량은 아직은 높지 않은 편이다.

다. Cd

Cd는 全 시료에서 100%의 검출율을 보였으며 전체적인 분포율은 0.1 ppm 이하 10.5%, 0.1~0.5 ppm 38.0%, 0.5~1.0 ppm 28.0%, 1.0~1.5 ppm 16.5%, 1.5~2.0 ppm 7.0%로 나타났다.

Cd의 평균함량은 바지락, 홍합, 백합이 0.14~0.3 ppm, 꼬막, 골뱅이가 0.53, 0.57 ppm 이었으며, 전복, 굴, 소라고둥이 각각 0.78, 0.79, 0.80 ppm이었다. 또한 꼬막이 1.37 ppm으로 9種의 패류중 가장 높은 함유량을 나타냈으며, 꼬막 24건중 최저치에 있어서도 0.8 ppm을 나타내고 최고치에 있어서도 1.86 ppm으로 가장 높으며, 또한 Table 6에서 보는 바와 같이 6種의 패류중 꼬막이 높고, 본 조사연구 사업에서도 地域에 관계없이 높은 함량을 나타내고 있다.

또한 골뱅이는 경북産이, 굴은 경기産이, 소라고둥은 강원産이, 전복은 전북, 전남産이 다른 産地의 것에 비해 높은 함량을 나타내고 있다.

Table 5을 보면 대부분의 나라에서 패류에 대한 Cd의 規制値를 갖고 있지 않는 반면 네델란드 1.0, 뉴질랜드 1.0 ppm으로 규제하고 있으나 뉴질랜드에서는 패류를 제외시키고 있다.

일본의 1980~1981년 非汚染 地域에서의 패류중의 Cd 조사보고에 의하면 최고 1.76 ppm까지 보고되고 있으며 海産動物의 內臟에 많이 함유하고 있으며, 海産食品 0.05~3.66 ppm 패류의 肝臟중에는 30~50 ppm이 함유된 경우도 있다고 한다[26].

꼬막을 제외한 8種의 패류중의 평균 함량이 네델란드의 규제치인 1.0 ppm 이하를 나타내고 있음을 알 수 있었다.

패류가 重金屬을 섭취하는 方法으로는 體表面을 通한 흡착(adsorption) 및 흡수(absorption), 프랑크톤류의 먹이섭취, 그리고 無機性浮遊物質 섭취 등에 의한다고 한다[27,28]. 또한 海水나 海底堆積物 중에 함유된 중금속도 패류의 중금속 함량에 큰 영향을 미치게 된다고 한다.

패류는 體內에서 特異的으로 Cd을 濃縮하는 機

Table 6. Contents of heavy metal in shellfish of Korea in 1985

(Unit: ppm wet base)

Element / Sample	Total Hg	Pb	Cd	As	Cu	Zn	Mn
MM (14)*	0.01-0.03	0.58-4.82	0.53-2.06	0.23-2.88	ND-4.74	13.99-18.35	1.14-5.37
	(0.02)**	(1.45)	(1.26)	(1.03)	(1.16)	(16.44)	(14.17)
MMM (14)	0.01-0.03	ND-1.05	0.16-2.29	0.26-3.46	ND-2.29	9.28-21.13	0.73-4.59
	(0.02)	(0.51)	(0.39)	(1.35)	(0.67)	(15.05)	(2.65)
MM (10)	0.02-0.02	0.56-0.83	0.26-0.77	0.28-0.54	0.68-9.41	1.06-44.15	1.36-1.55
	(0.02)	(0.69)	(0.32)	(0.41)	(5.04)	(22.61)	(1.46)
MMMM (14)	0.02-0.08	0.20-1.79	0.26-2.61	0.55-3.38	0.20-4.90	11.20-30.01	1.82-2.76
	(0.04)	(1.18)	(0.54)	(2.07)	(1.95)	(22.85)	(2.24)
MMM (14)	ND-0.02	0.43-3.57	0.33-1.67	0.18-1.70	ND-0.96	1.99-48.66	0.27-10.41
	(0.01)	(1.21)	(0.60)	(0.64)	(0.33)	(18.52)	(3.93)
MM (14)	0.005-0.01	ND-3.57	0.28-0.55	0.57-2.07	0.29-1.40	10.40-26.13	1.11-4.11
	(0.01)	(1.18)	(0.44)	(1.67)	(0.79)	(16.49)	(3.03)

* number of samples
** mean value

構가 있다고 하며, 食品中에서 Zn이 異常的으로 많이 檢出될 경우에는 Cd에 의한 汚染을 고려하여 分析値를 해석할 必要가 있다고 한다.

또 Cd와 Zn은 自然界의 分布에서 共存 및 類似行動을 하며 共存金屬 및 食品成分에 영향을 미치고 Cd와 Zn의 存在比는 環境에서 1 : 100~1 : 수십에서 수백배까지 나타나기도 한다고 알려져 있다[26,29]. 이와 같은 상관관계 등을 고려할 때 Cd의 함량이 1.37 ppm으로 다른 패류에 비해 높은 꼬막의 Zn 함량은 평균 14.98 ppm이며 최고 19.13 ppm으로 20 ppm을 넘지 않으며, 다른 패류의 Zn 함량과 비교하여도 特別히 높은 숫치가 아닌 점으로 보아 꼬막중의 Cd 함량은 汚染된 量이라기 보다 自然含量으로 推定된다.

라. As

全 시료에서 100%의 검출율을 보였으며 분포율은 1 ppm 이하 59%, 1~2 ppm 26%, 2.0~3.0 ppm 11%, 3~4 ppm 4%로 나타났다. As의 평균함량은 홍합, 백합, 피조개, 꼬막, 굴, 바지락, 전복, 골뱅이, 소라고둥의 순으로 0.65~2.30 ppm이었으며 전체평균은 1.22 ppm이었다. 産地別로는 피조개는 부산産이, 바지락은 경남, 경기, 인천産이, 전복은 전북, 전남, 부산, 제주産이, 굴은 전남, 경남産이, 소라고둥은 경기, 강원, 경북産이 다른 産地의 것에 비해 함량이 높았다.

골뱅이와 소라고둥은 2.11~2.30 ppm으로 다른 패류에 비해 함량이 많음을 알 수 있었으며, 대부분의 水産物들이 As의 함량이 많기 때문에 As의 규제치를 적용시킬 때 이 점을 참조하여 원래부터 함유된 量은 除外토록 되어있다.

Table 5에서 패류중의 As를 규제하고 있는 나라는 핀란드로서 5.0 ppm으로 규제하고 있는데, 일본의 調査値에서 clam중의 5.63 ppm의 보고도 있으며 오징어, 새우 등에는 1.5~17.5 ppm까지도 함유하고 있다고 한다.

마. Cu

全 시료에서 100%의 검출율을 보였으며, 함유된 Cu의 분포율은 1 ppm 이하 23.0%, 1.0~5.0 ppm 53.5%, 5~10 ppm 10.5%, 10~20 ppm 7.0%, 20~30 ppm 3.0%, 30~50 ppm 2.5%, 50 ppm 이상 0.5% 이었으며, 전체 평균함량은 4.93 ppm이었다.

패류별 평균함량은 피조개, 꼬막, 홍합, 백합, 바지락 순으로 0.95~1.78 ppm, 전복 3.53 ppm 소라고둥, 골뱅이 9.73, 9.89 ppm 굴이 13.96% ppm이었다.

産地別로는 굴이 경기도, 전북産, 골뱅이는 경북, 부산産, 소라고둥은 인천産의 것이 다른 産地의 패류 보다 Cu의 함량이 높았다.

일반적으로 굴, 담치 등 패류의 중금속함량은 계절과 成長度에 따라 變하기 때문에 地域的 特性을 비교하기가 어렵고, 중금속을 섭취하는데는 水溫, 鹽分, pH 等이 중요한 역할을 한다고 한다. 또, 自然産 패류들은 海低에 서식하고 있어 패류의 중금속 오염여부는 海水와 패류의 먹이가 되는 植物性 플랑크톤의 중금속 오염 뿐만 아니라 堆積物의 중금속 오염에도 영향을 받게 된다고 하며 보통 海水中의 Cu量은 1 mg/ l 한다[30].

Cu는 植物 및 동물의 必順元素로서 모든 生物에 널리 분포되어 있으며, 海産物인 굴, 조개, 연체동물에 많고 食品에는 0~100 ppm, 굴 중에는 8~15 ppm이 함유되어 있다고 한다.

Table 5의 카나다 규제치 50 ppm을 넘는 것은 200건중 1건으로 인천産의 소라고둥이 해당되나 소라고둥의 24건중 인천産만이 30 ppm을 초과되고 평균함량은 9.73 ppm으로 나타나 特別히 소라고둥이 汚染되었다고 볼 수는 없다고 생각된다.

바. Zn

全 시료에서 100% 검출율을 보였으며, 그 분포율은 10 ppm 이하, 4.0%, 10 ppm~20 ppm 54.5%, 20~30 ppm 18.5%, 30~50 ppm 7.5%, 50~100 ppm 11.0%, 100~200 ppm 3.0%, 200 ppm 이상은 3건으로서 1.5%이었으며 전체 평균함량은 30.09 ppm이었다.

Zn의 평균함량은 바지락, 꼬막, 백합, 피조개, 홍합, 전복, 골뱅이, 소라고둥이 12.16~37.77 ppm이며, 굴이 96.58 ppm으로 가장 높아 다른 패류의 3배~5배의 함량을 나타내었다.

産地別로는 전복은 전북産, 굴은 경기와 전북産, 골뱅이는 경북과 부산産, 소라고둥은 인천産과 경북産이 다른 産地의 패류보다 비교적 높은 함량을 나타냈다.

100~200 ppm 이상의 Zn을 함유하고 있는 패류는 굴로서, 食品중 Zn을 가장 많이 함유하고 있으

며 1000 ppm까지 함유된 경우도 있다[31]고 하며, 특히 패류중에 Zn의 함량이 많은데 굴은 통상 140~270 ppm, 漁肉 3~10 ppm, 오징어, 문어 10~40 ppm 정도가 검출된다고 한다[26,32].

Zn은 다른 微量元素에 비하여 毒性이 적으나, 過量의 Zn 섭취는 구토를 초래하며, Zn 容器에 酸性 음료나 음식을 담아 오래 두었다가 섭취할 때 급성독성 현상으로 구토, 설사 등이 나타날 수 있다고 한다[30].

Table 4에서 보면 식품중에 Zn의 규제치를 갖고 있는 나라인 영국에서도 패류나 갑각류에 대해서 50 ppm 이상이 함유하더라도 적용시키지 않고 있다.

경기도産의 굴에서 Zn의 평균함량이 200 ppm을 넘고 있고 Cd의 평균함량도 1.5 ppm 정도이므로 Cd에 의한 汚染與否에 대한 廣範圍한 조사가 있어야 할 것으로 생각된다.

사. Mn

全 시료에서 100%의 검출율을 보였으며, 분포율은 1 ppm 15%, 1~5 ppm 58.5%, 5~10 ppm 26.5%이었으며, 전체 평균함량은 3.4 ppm이었다.

패류별 평균함량은 전복, 소라고둥, 홍합, 골뱅이, 피조개, 백합, 바지락, 꼬막, 굴의 순으로 0.96~6.66 ppm이었고, 전복이 제일 낮고 굴이 가장 높은 함량을 나타냈다.

産地別로는 비교적 고른 함량 분포를 나타내고 있었으며 식품을 통한 Mn의 중독 증상은 보고된 경우가 거의 없는 반면 大量吸入에 의한 氣管支 異常 等의 보고가 있다고 한다[33,34].

Mn의 가장 큰 문제는 軟體類의 可食部에서 濃縮이 문제되는데 이것은 生體濃縮(bioaccumulation factor)이 12,000까지 보고된 경우가 있어서 패류의 Mn 축적에 의한 人間의 健康을 가능한 保護하기 위하여 海水중의 Mn 基準을 100 mg/ *l*로 設定해 놓고 있다[30].

2. 패류를 통한 중금속의 1일 섭취량—세계 각국에서는 식품중의 중금속 및 농약 등의 오염 수준이 어느정도이며, 또 어떠한 推移를 나타내고 있나를 감시하는 monitoring programme과 日常食中 汚染物의 總 攝取量을 조사하여 건강상 영향을 미치는 정도를 파악하는 Assessment를 병행하고 있다[35].

미국에서는 중금속중 Hg, Pb, As, Se, Zn에 대해서 乳兒, 幼兒 및 成人에 대해서 Total Diet Study를 행하고 있다[5,7].

금번 패류중의 중금속 함량 결과를 토대로 한국인의 패류섭취를 통한 1인 1일 중금속의 섭취량을 추정해 보기로 한다.

1984년 농촌경제연구원 集計[36]에 의하면 한국인의 1인 1일 패류 공급량은 14.8g이었으며, 그중 본 연구사업에서 對象으로 한 9種의 패류에 있어 1974~1984년간 평균 공급량은 4.5g으로 한국인의 평균 체중은 49 kg[37]으로 하였다.

FAO/ WHO의 식품중의 중금속 오염물에 대한 ADI와 PTWI[38]을 基礎로 한국인의 패류섭취를 통한 1인 1일 중금속 섭취량은 Table 7과 같다.

Table 8은 식품 섭취량을 基準으로 한 것이 아니고 공급량을 기준으로 한 것이므로 多少의 增減이 있을 수 있다.

각국의 全 食餌을 通한 중금속 오염물의 섭취량을[39] 보면 Table 8와 같다.

일본에서 全 인구 평균 패류의 섭취량은 4g/ man/ day, 카나다는 0.4~0.5g/ man/ day이다. 일본에서 日常食에서 섭취되는 오염물의 유래

Table 7. Shellfish intake of heavy metals in Korea.

body weight: 49Kg

Element	Detection Range and mean(ppm)	Detection Ratio	Shellfish of heavy metals man/day(ug)*	FAO/WHO PTWI** and ADI(ug)*
Hg	ND-0.221 (0.036)	97.0	0.15	245
Pb	0.05-1.51 (0.37)	100	1.66	24.50
Cd	0.02-1.86 (0.61)	100	2.7	328.3-406.7
As	0.50-3.97 (1.22)	100	5.4	98
Cu	0.16-54.16 (4.93)	100	22.1	24,500
Zn	7.4-207.17 (30.09)	100	135.4	49,000

* Based on body weight

** Hg, Pb and Cd expressed in PTWI

Table 8. Deitary intake of heavy metals in other countries

Element / Unit / Country	Pb (ug/day)	Cd (ug/day)	Cu (mg/day)	Zn (mg/day)
Japan	54	67	—	14
Newzealand	—	60- 92	2-4	16-21
Netherland	105	—	—	—
U.S.A.	239- 318	26	2-4	12-15
U.K.	320±150	64±30	2-4	

되는 식품중 1980년 보고에 의하면 魚貝類의 關與率은 Pb는 17%, Cd는 12%, Hg 15%로 나타나고 있다.

Table 7에서 보면 한국인의 패류를 통한 중금속의 섭취량은 FAO/ WHO에서 설정한 PTWI의 Hg와 Pb는 각각 0.06%, Cd는 0.82~0.66%, ADI의 As는 5.5%, Cu는 0.09% Zn은 0.3% 정도로 나타났다.

국문 요약

食品中의 重金屬 汚染物質에 대한 推移를 감시하여 식품의 安全性을 確保하고 健康上의 危害을 防止하기 위한 노력을 계속하고, 水產食品中 貝類중의 重金屬 分布상태를 파악하기 위해 국내 주요 沿岸에서 自然棲息 또는 人工養殖되고 있는 패류 9種 200件을 對象으로 Hg, Pb, Cd, As, Cu, Zn, Mn의 7개 중금속을 ICP, Spectrophotometer를 使用하여 測定한 結果는 다음과 같다.

1. Hg의 전체 함량범위는 ND~0.221 ppm이었고, 각 패류별 평균 함유량은 피조개 0.011 ppm, 꼬막 0.013 ppm, 전복 0.014 ppm, 홍합 0.018 ppm, 바지락과 굴이 0.025 ppm, 백합이 0.056 ppm, 소라고둥 0.074 ppm, 골뱅이 0.090 ppm이었다.

2. Pb의 全體 함량범위는 0.05~1.51 ppm이었으며, 각 패류별 평균함량은 골뱅이, 꼬막이 각각 0.26~0.28 ppm 피조개, 소라고둥, 전복, 홍합이 0.32~0.33 ppm, 굴이 0.43 ppm, 바지락이 0.52 ppm, 백합이 0.53 ppm이었다.

3. Cd의 전체 함량범위는 0.02~1.86 ppm이었으며, 각 패류별 평균함량은 바지락 0.14 ppm, 홍합 0.19 ppm, 백합 0.30 ppm, 피조개 0.53 ppm, 골뱅이 0.57 ppm, 전복, 굴, 소라고둥이 0.78~0.80 ppm이며 꼬막이 1.37 ppm으로 가장 높았다.

4. As의 전체 함량의 범위는 0.50~3.97 ppm이었으며 각 패류별 평균함량은 홍합 0.65 ppm, 백합 0.72 ppm, 피조개 0.77 ppm, 꼬막 0.79 ppm, 굴 0.88 ppm, 바지락 1.29 ppm, 전복 1.49 ppm, 골뱅이 2.11 ppm, 소라고둥 2.30 ppm이었다.

5. Cu의 전체 함량의 범위는 0.16~54.16 ppm이었으며 패류별 평균함량은 피조개 0.95 ppm, 꼬막 1.10 ppm, 홍합 1.38 ppm, 백합 1.58 ppm, 바지락이 1.78 ppm, 전복이 53 ppm, 골뱅이 9.89 ppm, 소라고둥은 9.73 ppm, 굴에서 13.96 ppm, 골뱅이 9.89 ppm, 소라고둥은 9.73 ppm, 굴에서 13.96 ppm으로 가장 높았다.

6. Zn의 전체 함량의 범위는 7.40~207.17 ppm이었으며, 패류별 평균함량은 바지락 12.16 ppm, 꼬막 14.98 ppm, 백합이 15.84 ppm, 피조개 16.58 ppm, 홍합 18.84 ppm, 전복이 21.46 ppm, 골뱅이 29.71 ppm, 소라고둥이 37.77 ppm, 굴이 96.58 ppm으로 가장 높았다.

7. Mn의 전체 함량범위는 0.13~8.72 ppm이었고 각 패류별 평균함량은 전복 0.96 ppm, 소라고둥 1.48 ppm, 홍합 2.25 ppm, 골뱅이 2.46 ppm, 피조개 2.80 ppm, 백합 3.04 ppm, 바지락 4.44 ppm, 꼬막 6.06 ppm, 굴 6.66 ppm이었다.

8. 測定된 패류중의 중금속 분포 결과와 기타 국내에서 보고된 분석치, 외국의 분석치[1] 및 現制値를 綜合的으로 비교 檢討하여 볼 때 最高値에 있어서 다소 높은 것도 있었으나 평균함량과 90%치에 있어서는 문제시 될 수 있는 량은 아니었다.

9. 패류중 産地別로 다소 높은치를 나타낸 것에 대하여는 계속적인 調査研究가 必要하다고 생각된다.

참고문헌

1. 차철환 : 공해와 질병, 최신 의학사 298(1983).
2. 한국과학기술연구소 : 우리나라 식품 및 화학물질의 안정성 현황조사 및 방책수립, 23(1979).
3. 內山 充 : 環境汚染物質 攝取量 推計と 食品衛生, 食品衛生研究, 日本食品衛生協會, 33(6), 519(1982).
4. 內山 充 : 食品汚染物, 食品衛生研究, 日本食品衛

生協會, **30**(4), 327(1980).
5. Maricial J. *et al.*: Pesticides, Selected Elements and Other Chemicals in Infant and Toddler Total Diet Samples, October 1978-Sept. 1979. *J.A.O.A.C.* **68**(5), 842 (1985).
6. Maricia J. *et al.*: Pesticides, Selected Elements and Other Chemicals in Adult Total Diet Samples, October 1978, Sept. 1979. *J.A.O.A.C.***68**(5), 862 (1985).
7. Maricia J. *et al.*: Pesticides, Selected Elements and Other chemicals in Adult Total Diet Samples, October 1980-March 1982. *J.A.O.A.C.* **69**(1), 1986.
8. 노정배외 : 식품중 유해성 미량금속에 대한 연구 (제 1보) 국립보건원보, **9**, 389(1972).
9. 노정배외 : 식품중 유해성 미량금속에 대한 연구, 국립보건원보, **10**, 437(1973).
10. 노정배외 : 식품중 유해성 미량금속에 대한 연구 (제 3보), 국립보건원보, **11**,180(1974).
11. 노정배외 : 식품중 유해성 미량금속에 대한 연구 (제 4보), 국립보건원보, **12**,153(1975).
12. 노정배외 : 식품중 유해성 미량금속의 분포에 관한 연구, 국립보건원보, **15**,421(1978).
13. 송철외 : 쌀중의 미량금속에 대한 조사연구, 국립보건원보, **16**,435(1979).
14. 송철외 : 콩나물중의 수은함량에 대한 조사연구, 국립보건원보, **17**,523(1980).
15. 송철외 : 야채 및 과일류중의 미량금속의 분포에 관한 연구, 국립보건원보, **18**,363(1981).
16. 백덕우외 : 어류중의 미량금속 분포에 관한 조사연구, 국립보건원보, **22**,471(1985).
17. 문조종외 : 식품중의 중금속 함유량에 관한 연구, 국립보건원보, **22**,463(1985).
18. 수산진흥원 : 한국 연안어장 보전을 위한 환경오염 조사연구, 사업보고 제 58호, 540(1983).
19. 원종훈 : 한국산 어패류중의 수은, 카드뮴, 납, 구리의 함량, 수산학회지, **6**(1, 2) (1973).
20. 정동훈 : 식품의 독성 현대과학 신서 173(1980).
21. 日本 食品衛生 研究 : 食品衛生 協會, **30**(7) 78(1980).
22. 日本 食品衛生 研究 : 日本 食品衛生 協會, **32**(8) 72(1982).
23. 日本 食品衛生 研究 : 日本 食品衛生 協會, **32** (12), 57(1982).
24. FAO: Compilation of legal limits for hazardous substances in Fish and Fishery product, FAO, Rome (1983).
25. National Health and Medical Research Amendments series B, Australian Government Publishing Service, Canberra, A12-2, A12-3, A14-5, A14-15, A14-34 (1984).
26. 日本藥學會編 : 衛生試驗法註解, 金原出版社, 東京, 23, 44, 319(1983).
27. Phillips, D.J.H.: The use of biological indicator organisms to monitor trace metals pollation in marine and environments Environ, pollut, **13**, 146.
28. 이왕우외 : 생태계내에 있어서 오염물질의 이동체계에 관한 연구, 한국과학기술원, 해양연구소, 1(1982).
29. 近野喜正夫外 : 食品衛生學, 朝創書店, 東京 390(1984).
30. Quality criteria for water: U.S. Environment protection Agency, Washington, D.C. 20., 14, 27, 54, 82, (1978).
31. 승정자 : 극미량원소의 영양, 대우학술총서, 183(1983).
32. Reilly Conor: Metal contamination of Food Applied Science Publishers, London, England 1-55 (1980).
33. 堀口博 : 公害と毒, 危檢物 無機編, 三共出版社, 東京, 16, 50, 94.
34. WHO: Environmental Health Criteria No. 17. Managanese, WHO, Geneva (1980).
35. WHO: Guidelines for Establishing or Strengthening National Food Contamination monitoring Programmes. WHO, Geneva (1979).
36. 농촌경제연구원 : 식품수급표(1984).
37. 보건사회부 : 국민영양조사 보고서, 1980~1981 (1984).
38. FAO: Manuals of Food Quality Control, Additives contaminants Techniques, 139 (1980).
39. 송미란, 이서래 : 서울시내 대중식사로부터 중금속 Cd, Pb, Cu, Zn의 총섭취량 평가, 한국식품과학회지 **18**(1986).