

漢江에 棲息하는 淡水魚中の 重金屬含有量에 관한 研究

水質保全科

金教鵬·魚秀美·吳秀暎·朴聖培

Studies on the Contents of Heavy Metals in Freshwater Fishes of the Han River.

Water Preservation Division

Gyeo Bung Kim, Soo Mi Ahu, Soo Kyoung Oh, Sung Bae Park

=Abstract=

This study was performed to investigate the contents of 5 kinds of heavy metals in 5 species of freshwater fishes, collected from 3 regions of the Han River.

The samples were dissected into 3 parts and analyzed by Atomic absorption spectrophotometer. The results were as follows;

1. The range of heavymetal contents in each organic part-in order of muscle, bone and gill-were as follows; Pb was shown 0.48~0.84ppm, 2.00~3.56ppm, 1.27~1.94ppm respectively, and Cu was 0.96~2.24ppm, 2.14~2.99ppm, 2.08~2.90ppm, Cr was 0.58~0.91ppm, 2.47~4.17ppm, 2.09~3.45ppm, Cd was 0.026~0.034ppm, 0.148~0.256ppm, 0.094~0.167ppm, Zn was 6.96~11.62ppm, 18.31~24.47ppm, 19.75~33.21ppm and Mn was 0.68~1.29ppm, 5.49~7.79ppm, 1.54~8.53ppm.

The contents of edible part(muscle) was lower than the other country's standard contents.

2. The order of mean value of lead, chromium and cadmium in the three parts was shown as bone>gill>muscle. But Zinc concentration was shown the highest value in gill.
3. Regional difference was not significant between each region.

緒 論

水中生態系에 排出된 많은 유기, 무기물질중 重金屬은 그 毒性 및 많은 水中棲息生物로의 축적능력에 의해서 주목을 받고 있다.

일반적으로 金屬은 生物의 生理機能과 깊은 관계를 갖고 있는 것이 많고 10數種의 金屬이 生體에 있어서 영양적으로 필수 불가결한 金屬이다.¹⁾

반면에 生理活性이 높다는 것은 金屬이 용이하게 강한 毒性物質로 변할 수 있으며, 과량을 生體가 섭취하던 현저한 毒作用을 일으킨다고 한다.²⁾

특히 이러한 重金屬들은 이미 環境性인 각종 질환을

일으켰거나 일으킬 가능성이 있으며, 微量일지라도 生物에 농축, 축적되어 自然生態系에 잔류하여 커다란 위해성을 발휘할 수 있기 때문에 공중보건에 직결되는 심각한 문제로 대두되고 있다.^{3,4,5)}

이러한 문제성에 부응하여 環境中에서의 重金屬汚染에 대한 감시가 여러가지 방법으로 행해지고 있으며, 그 중 魚類에서의 重金屬含量 測定은 食品衛生上 安全性 견지에서 뿐만 아니라 重金屬汚染의 指標로서 널리 실시되고 있다.⁶⁾

都市下水, 産業廢水등으로 汚染되고 파괴되었던 漢江을 되살리려는 目的에서 施行된 漢江綜合開發事業으로 漢江은 河川의 기능이 開發事業以前에 비해 점진적으로 改善되는 경향을 보이고 있으나, 여전히 漢江

大橋以下 下流水域에서는 支川으로부터의 汚水流入으로 상당한 水質汚染狀態가 나타나고 있다고 한다.^{7,8)}

또한 上下流에 각각 설치한 水中淤로 인하여 서울시 일원의 漢江은 점차 湖沼化되고 있기 때문에 湖沼水에서 나타나는 富營養化가 발생할 우려가 있으며 이는 漢江生態系에 또하나의 문제점으로 대두 될 수 있다고 한다.⁹⁾

漢江에 棲息하는 魚類中的 重金屬含量에 대한 研究는 이미 당소에서 金등¹⁰⁾(1980) 崔등¹¹⁾(1985)에 의해 報告된 바 있으며, 漢江開發事業으로 인하여 漢江生態系에 보다 많은 변화가 있을 것으로 예상됨에 따라 本 調査는 漢江에 棲息하는 淡水魚에서의 重金屬含量을 調査, 分析하여 食品衛生上的 有害성을 검토하였고 또 漢江棲息魚類의 重金屬汚染 여부 및 정도를 파악하여 將來 漢江生態系의 保存에 有用한 資料로 提示하고자 本 연구를 施行하였다.

材料 및 方法

1. 材料

1987年 5月에서 6月까지 Fig. 1과 같이 서울시界의 漢江의 廣나루, 반섬, 행주등 3個 地點에서 定置網을 使用하여 採集한 잉어, 붕어, 메기, 동자개, 살치등 5個 種類의 魚類 총 74首를 試料로 使用하였으며, 이들의 體長 및 體重은 Table 1과 같다.

2. 試藥

本 實驗에 使用된 試藥은 有害金屬測定用을 使用하였으며, 표준시약 (Cr, Pb, Cu, Cd, Zn, Mn)은 純正化學社製를 使用하였고, 증류수는 ion交換樹脂를 通過한 純水를 使用하였다.

3. 機器

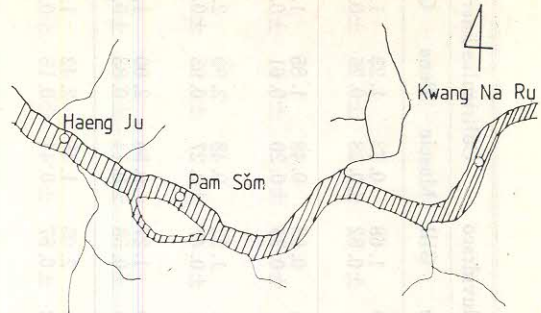


Fig. 1. Sampling sites in Han-river.

Atomic Absorbption Spectrophotometer (A.A.S): Hitachi 170-30型

4. 定量方法

重金屬 定量方法은 前報¹²⁾(1986)의 실험방법에 준하여 실험하였다.

結果 및 考察

1. Pb 含量

漢江 3個地域에 棲息하는 淡水魚의 魚種別, 部位別 Pb含量을 分析한 結果는 Table 2와 같다.

魚種別로 筋肉部位에서의 Pb의 平均含量은 메기에서 0.84 ± 0.26 ppm으로 가장 높았으며, 그외의 魚種은 살치 > 잉어 > 붕어 > 동자개 順으로 높았다.

地域別로는 메기가 調査地點中 汚染度가 가장 높은 下流地點인 行주에서 가장 높았으나 ($p < 0.05$) 그외의 魚種에서는 有意한 차이를 나타내지 않았다.

各 部位別로 檢出된 Pb의 平均含量범위는 뼈部位에서 $2.00 \sim 3.56$ ppm으로 가장 높았고, 아가미部位에서

Table 1. Length and Weight of the 5 kinds of Freshwater Fishes in Three Sites.

Species	Kwang Na Ru			Pam Söm			Haeng Ju		
	Case	Length (cm)	Weight (g)	Case	Length (cm)	Weight (g)	Case	Length (cm)	Weight (g)
Cyprinus carpio	5	43.3 ±5.1	1,029.5 ±289.2	5	37.2 ±3.7	791.4 ±258.8	3	36.7 ±6.7	720.4 ±232.6
Carassius auratus	5	22.0 ±1.1	195.3 ±11.5	5	20.8 ±3.6	184.0 ±91.6	5	33.4 ±4.5	763.0 ±48.6
Silurus asotus	4	37.0 ±4.9	305.7 ±93.3	4	48.4 ±6.2	641.1 ±233.0	5	31.7 ±3.4	313.0 ±127.7
Pelteobagrus fluvidraco	6	16.2 ±2.6	53.0 ±28.2	6	19.0 ±2.2	78.6 ±16.3	6	17.3 ±0.8	56.5 ±8.5
Cultricolus kneri	4	21.0 ±2.4	75.8 ±12.3	6	21.3 ±2.5	111.3 ±10.4	6	22.4 ±3.2	117.0 ±13.7

Mean ± S.D.

Table 2. Contents of heavy metals in freshwater fishes in Han-river.

Heavy metals	Part	Species	Cyprinus carpio			Carassius auratus			Silurus asotus			Pelteobagrus fluvidraco			Cultricolus kneri				
			Muscle	Bone	Gill	Muscle	Bone	Gill	Muscle	Bone	Gill	Muscle	Bone	Gill	Muscle	Bone	Gill		
Pb	Kwang Na Ru		0.57 ±0.14	2.44 ±0.61	1.83 ±0.36	0.57 ±0.29	3.19 ±1.24	1.59 ±0.42	0.89 ±0.27	3.68 ±1.54	2.60 ±0.76	0.37 ±0.15	1.29 ±1.21	1.68 ±0.82	0.73 ±0.28	1.25 ±0.26	1.26 ±0.48		
			Pam Söm		0.59 ±0.18	2.14 ±1.09	1.70 ±1.13	0.50 ±0.28	2.20 ±1.42	1.93 ±0.65	0.57 ±0.17	2.37 ±0.93	0.74 ±0.65	0.80 ±0.40	2.65 ±0.24	0.93 ±0.36	0.48 ±0.20	1.85 ±0.61	1.23 ±0.55
					Haeng Ju		0.36 ±0.17	3.03 ±1.13	0.42 ±0.26	0.44 ±0.14	3.79 ±0.86	2.11 ±1.40	1.07 ±0.43	4.64 ±1.33	2.47 ±0.67	0.28 ±0.12	2.65 ±0.82	1.22 ±0.47	0.48 ±0.27
	Average						0.51 ±0.13	2.54 ±0.45	1.32 ±0.78	0.50 ±0.07	3.07 ±0.79	1.88 ±0.26	0.84 ±0.26	3.56 ±1.14	1.94 ±1.04	0.48 ±0.27	2.19 ±0.79	1.27 ±0.38	0.56 ±0.14
			Kwang Na Ru				0.95 ±0.26	2.23 ±0.46	2.64 ±0.96	1.70 ±0.57	2.49 ±0.42	2.68 ±1.11	1.05 ±0.80	3.21 ±0.51	2.59 ±1.08	1.33 ±0.52	2.15 ±0.12	2.05 ±0.87	1.45 ±0.44
					Pam Söm		0.85 ±0.23	2.37 ±0.66	2.24 ±1.37	2.20 ±0.68	1.85 ±0.43	2.61 ±0.81	1.39 ±0.38	2.67 ±0.08	2.55 ±1.57	1.88 ±0.17	2.85 ±0.50	3.03 ±0.67	2.15 ±0.88
	Haeng Ju						1.07 ±0.08	1.82 ±0.18	2.74 ±0.19	2.81 ±0.22	2.33 ±1.10	2.03 ±0.61	1.30 ±0.09	2.04 ±0.04	2.44 ±0.11	1.70 ±0.83	2.38 ±0.48	3.63 ±1.61	1.42 ±0.07
			Average				0.96 ±0.11	2.14 ±0.28	2.54 ±0.27	2.24 ±0.56	2.22 ±0.33	2.44 ±0.36	1.25 ±0.18	2.64 ±0.59	2.53 ±0.07	1.63 ±0.28	2.46 ±0.36	2.90 ±0.79	1.67 ±0.41
					Kwang Na Ru		0.63 ±0.33	2.14 ±0.40	3.47 ±1.08	0.85 ±0.30	4.19 ±1.18	2.38 ±1.48	0.66 ±0.42	3.58 ±1.11	4.83 ±2.60	0.81 ±0.25	3.63 ±0.83	1.99 ±0.57	0.49 ±0.02
	Pam Söm						0.62 ±0.21	2.62 ±1.58	2.36 ±1.42	0.62 ±0.34	3.69 ±1.01	2.86 ±1.60	0.53 ±0.08	2.57 ±0.77	2.46 ±0.68	0.67 ±0.31	3.18 ±1.05	2.19 ±0.37	0.59 ±0.18
			Haeng Ju				0.85 ±0.27	3.40 ±1.04	2.92 ±1.13	1.26 ±0.15	4.64 ±1.38	3.22 ±0.49	0.79 ±0.24	2.67 ±0.85	3.06 ±1.41	0.79 ±0.26	2.67 ±0.29	2.09 ±1.01	0.67 ±0.24
					Average		0.70 ±0.13	2.72 ±0.64	2.92 ±0.56	0.91 ±0.33	4.17 ±0.48	2.92 ±0.42	0.66 ±0.13	2.94 ±0.55	3.45 ±1.23	0.76 ±0.07	3.16 ±0.48	2.09 ±0.10	0.58 ±0.09

Mean ± S.D.

Table 3. Contents of heavy metals.

Heavy metals	Part Site	Species	Cyprinus carpio			Carassius auratus			Silurus asotus			Pelteobagrus fluviadraco			Cultricolus kneri			
			Muscle	Bone	Gill	Muscle	Bone	Gill	Muscle	Bone	Gill	Muscle	Bone	Gill	Muscle	Bone	Gill	
Cd	Kwang Na Ru		0.037	0.224	0.117	0.025	0.126	0.139	0.042	0.247	0.095	0.026	0.182	0.160	0.016	0.113	0.092	
			±0.018	±0.075	±0.022	±0.016	±0.045	±0.028	±0.015	±0.082	±0.046	±0.019	±0.062	±0.018	±0.010	±0.048	±0.042	
			0.013	0.162	0.168	0.031	0.212	0.112	0.033	0.244	0.126	0.028	0.215	0.135	0.029	0.145	0.084	
				±0.020	±0.109	±0.062	±0.038	±0.016	±0.087	±0.032	±0.010	±0.067	±0.039	±0.007	±0.082	±0.021		
	Haeng Ju		0.040	0.243	0.109	0.024	0.274	0.249	0.027	0.278	0.056	0.037	0.182	0.113	0.036	0.186	0.107	
			±0.008	±0.085	±0.023	±0.008	±0.104	±0.109	±0.009	±0.062	±0.062	±0.016	±0.030	±0.025	±0.012	±0.025	±0.042	
			0.030	0.209	0.131	0.026	0.204	0.167	0.034	0.256	0.105	0.031	0.193	0.136	0.027	0.158	0.094	
				±0.014	±0.042	±0.032	±0.004	±0.074	±0.072	±0.007	±0.018	±0.013	±0.006	±0.019	±0.022	±0.010	±0.036	±0.015
	Average		9.33	25.37	32.25	10.99	20.71	24.35	5.66	15.26	19.39	6.27	16.41	14.69	9.37	18.46	24.63	
			±4.52	±9.50	±8.88	±4.90	±7.83	±9.70	±0.88	±5.81	±7.95	±1.99	±7.36	±7.68	±3.85	±6.82	±5.65	
			8.48	25.28	37.71	13.63	16.19	38.36	7.51	21.88	24.35	7.81	17.59	21.06	12.09	22.73	28.40	
				±3.65	±5.29	±5.87	±4.56	±5.44	±7.21	±4.20	±6.77	±5.97	±8.12	±7.96	±4.13	±8.92	±6.75	
Zn	Kwang Na Ru		12.62	22.76	29.66	10.22	32.35	25.58	7.72	22.47	21.69	8.80	20.92	23.50	6.94	18.98	11.96	
			±4.76	±8.47	±10.13	±3.14	±10.87	±7.33	±2.67	±8.31	±7.42	±2.44	±2.61	±4.16	±0.06	±9.49	±3.90	
			10.14	24.47	33.21	11.62	23.08	29.43	6.96	19.87	21.81	7.63	18.31	19.75	9.46	20.06	21.66	
				±2.19	±1.48	±4.11	±1.79	±8.34	±7.76	±1.13	±4.01	±2.48	±1.27	±4.55	±2.58	±2.33	±8.61	
	Haeng Ju		0.94	6.45	5.96	0.83	7.93	8.01	0.42	7.30	7.04	0.31	5.45	7.68	1.37	6.43	11.96	
			±0.26	±1.74	±2.57	±0.16	±3.16	±0.39	±0.04	±1.36	±3.37	±0.13	±1.56	±1.11	±0.64	±0.95	±3.85	
			0.34	8.32	10.89	0.95	6.20	9.47	0.94	6.29	5.23	0.94	5.42	7.87	1.63	5.91	9.18	
				±0.05	±3.52	±3.65	±0.15	±2.43	±2.58	±0.37	±0.73	±0.99	±0.43	±2.15	±0.35	±1.06	±3.15	
	Average		0.75	4.72	8.74	0.33	9.26	6.87	0.68	6.33	4.30	0.89	5.60	4.46	0.88	7.20	7.48	
			±0.13	±0.09	±1.24	±0.12	±2.36	±1.42	±0.21	±1.24	±1.33	±0.19	±1.65	±0.37	±0.25	±1.43	±2.17	
			0.68	6.50	8.53	0.70	7.79	8.12	0.68	6.64	5.52	0.71	5.49	6.66	1.29	6.52	1.54	
				±0.31	±1.80	±2.47	±0.33	±1.54	±1.30	±0.26	±0.57	±1.39	±1.91	±0.38	±0.65	±2.26		
Mn	Kwang Na Ru		0.94	6.45	5.96	0.83	7.93	8.01	0.42	7.30	7.04	0.31	5.45	7.68	1.37	6.43	11.96	
			±0.26	±1.74	±2.57	±0.16	±3.16	±0.39	±0.04	±1.36	±3.37	±0.13	±1.56	±1.11	±0.64	±0.95	±3.85	
			0.34	8.32	10.89	0.95	6.20	9.47	0.94	6.29	5.23	0.94	5.42	7.87	1.63	5.91	9.18	
				±0.05	±3.52	±3.65	±0.15	±2.43	±2.58	±0.37	±0.73	±0.99	±0.43	±2.15	±0.35	±1.06	±3.15	
	Haeng Ju		0.75	4.72	8.74	0.33	9.26	6.87	0.68	6.33	4.30	0.89	5.60	4.46	0.88	7.20	7.48	
			±0.13	±0.09	±1.24	±0.12	±2.36	±1.42	±0.21	±1.24	±1.33	±0.19	±1.65	±0.37	±0.25	±1.43	±2.17	
			0.68	6.50	8.53	0.70	7.79	8.12	0.68	6.64	5.52	0.71	5.49	6.66	1.29	6.52	1.54	
				±0.31	±1.80	±2.47	±0.33	±1.54	±1.30	±0.26	±0.57	±1.39	±1.91	±0.38	±0.65	±2.26		
	Average		0.68	6.50	8.53	0.70	7.79	8.12	0.68	6.64	5.52	0.71	5.49	6.66	1.29	6.52	1.54	
			±0.31	±1.80	±2.47	±0.33	±1.54	±1.30	±0.26	±0.57	±1.39	±1.91	±0.38	±0.65	±2.26			
			Mean ±															

1.27~1.94ppm, 筋肉部位에서 0.48~0.84ppm으로 나타났다.

이는 崔등(1985)¹¹⁾이 報稱한 漢江 淡水魚의 뼈部位 3.460~3.919ppm, 아가미部位 2.216~2.960ppm, 筋肉部位 0.679~1.073ppm보다 낮게 나타났으며, 姜등(1985)¹³⁾이 報告한 北漢江 淡水魚의 Pb含量과 비슷하였다. 또한 뼈部位가 아가미나 筋肉部位보다 높게 농축되어 있는 것으로 보아 Pb의 주된 蓄積部位가 뼈部位임을 증명하고 있으며, 이는 다른 報告들과도^{11,14,15)} 일치하고 있다.

魚類 및 水産製品中에서 각국의 Pb 함량에 대한 規制基準는 0.5~5.0ppm으로¹⁶⁻¹⁸⁾ 可食部分인 筋肉에서의 本 調査値는 영국 2ppm, 오스트레일리아 2.5ppm 보다는 상당히 낮았으며, 네델란드 基準値인 0.5ppm의 수준이었다. 또한 北漢江등 非汚染地域의 淡水魚에서의 含量과 비슷한 것으로 보아 漢江淡水魚에서 어류 섭취로 인한 Pb의 中毒性은 아직 우려할 단계는 아니라고 본다.

2. Cu 含量

각 魚種의 筋肉部位에서 Cu의 平均含量은 0.96~2.24ppm의 범위로 붕어>살치>동자개>메기>잉어順으로 높았다.

部位別로는 아가미部位에서 平均 2.08~2.90ppm, 뼈部位 2.14~2.99ppm으로 魚種別로 큰 차이가 없었다. 地域別로는 살치가 밭섬에서 가장 높았으나(p<0.05), 그밖의 魚種에서는 有意한 差異가 없었다.

또한 本 調査値는 崔등(1985)이¹¹⁾ 報告한 漢江 淡水魚의 Cu含量 筋肉部位 0.924~1.201ppm, 뼈部位 0.883~1.113ppm, 아가미部位 0.998~1.342ppm보다 높았으나 姜등(1986)이¹²⁾ 報告한 南漢江 淡水魚의 筋肉部位 1.391~1.912ppm, 뼈部位 1.315~2.351ppm, 아가미部位 1.582~2.769ppm의 수준이었다.

魚類中 各국에서의 Cu의 規制値는 10~30ppm의 범위로 이에 비하면 本 結果値는 현저히 낮은 含量으로 Cu에 대한 食品衛生上 有害性은 아직 문제시되지 않는다고 생각한다.

3. Cr 含量

각 魚種의 筋肉部位에서의 Cr含量은 붕어에서 平均 0.91±0.33ppm으로 가장 높았으며 살치에서 平均 0.58±0.09ppm으로 가장 낮았다. 部位別로는 뼈部位가 2.47~4.17ppm의 범위로 가장 높았고, 아가미部位가 2.09~3.45ppm으로 나타났으며, 地域別로는 有意한 差異가 없었다.

각 部位別 Cr含量은 崔등(1985)¹¹⁾이 報告한 漢江 淡水魚의 筋肉部位 0.423~0.736ppm, 뼈部位 2.907~

3.583ppm, 아가미部位 1.795~2.487ppm과 姜등(1986)이¹²⁾ 報告한 南漢江 淡水魚의 筋肉部位 0.461~0.582ppm, 뼈部位 2.497~3.151ppm, 아가미部位 2.144~2.617ppm과 모두 비슷한 含量이었다.

Cr의 魚類內 基準는 아직 外國에서도 찾아보기 어려우며, 一般食品을 通한 人體에 대한 有毒性은 아직 발견되지 않았다.¹⁹⁾ 또한 本 實驗値도 北漢江등 非汚染地域淡水魚의 Cr含量과 大差가 없는 것으로 보아 自然 含量수준이라고 생각한다.

4. Cd 含量

魚種別, 部位別로 각각 Cd含量을 分析한 結果는 Table 3과 같다.

각 魚種의 筋肉部位에서의 Cd含量은 平均 0.026~0.034ppm의 범위로 메기에서 가장 높았으나 魚種別로 큰 差異를 나타내지 않았다.

部位別로는 뼈部位가 平均 0.148~0.256ppm, 아가미部位 0.094~0.167ppm의 범위로 Pb의 경우와 같이 뼈>아가미>근육順으로 높았으며 地域別로는 모든 魚種에서 有意한 差異를 나타내지 않았다.

崔등(1985)은 漢江 淡水魚의 Cd含量을 筋肉 0.027~0.036ppm, 뼈 0.134~0.168ppm, 아가미 0.090~0.144ppm으로 報告하였으며, 이에 비해서 本 調査値는 筋肉部位에서는 비슷한 含量이었으나, 뼈, 아가미 등은 이보다 다소 높은 경향을 나타내었다. 또한 漢江 淡水魚中 可食部分인 筋肉의 Cd含量은 各국의 規制値인 0.05~0.5ppm보다 낮은 含量이었다. 그러나 Cd은 食品을 통해 섭취하면 蓄積된 Cd이 대부분 人體에 殘留하며, 生物學的 半減期가 매우 길고 日本의 이따이 이따이 병에서의 경우와 같이 매우 有毒하다는 점에서¹⁹⁾ 계속 注視해야 한다고 생각한다.

5. Zn 含量

각 魚種의 筋肉部位에서의 Zn含量은 平均 6.96~11.62ppm의 범위로 붕어에서 가장 높았고 메기에서 가장 낮았으며 그 외 魚種은 잉어>살치>동자개順으로 높았다. 뼈部位에서는 18.31~24.47ppm의 범위로 잉어>붕어>살치>메기>동자개順이었다. 아가미部位에서는 잉어에서 33.2±4.11ppm으로 가장 높았고 동자개에서 19.75±4.55ppm으로 가장 낮았다.

部位別로는 아가미部位가 가장 높게 檢出되었으며 뼈, 筋肉順으로 높았으나 地域別로는 有意性이 없었다.

筋肉部位에서의 Zn含量의 本 調査値는 崔등(1985)이 報告한 평균 2.414~7.490ppm보다 높았으며 姜등(1986)이 南漢江 淡水魚의 筋肉部位 Zn含量을 平均 5.848~8.592ppm, 뼈部位 9.311~16.152ppm, 아가미部位 12.787~24.709ppm으로 보고한 數値보다도 다소

Table 4. Significance test (F-value) for partial comparison in 5 fish species.

Species Element	Pb	Cu	Cr	Cd	Zn	Mn
Cyprinus carpio	9.973*	26.575**	17.274*	17.176*	40.208**	17.590*
Carassius auratus	35.594**	0.174	121.905**	10.753*	4.195	25.340**
Silurus asotos	28.039**	13.101*	17.863*	118.769**	67.047**	45.952**
Pelteobagrus fluvidraco	9.153*	8.295*	47.405**	55.135**	39.217**	21.055**
Cultricus kneri	11.878*	39.762**	18.003**	39.568**	8.170	25.355**

* : p<0.05 ** : p<0.01

Table 5. Significance test(F-value) for regional comparion in 4 regions

Species Element	Pb	Cu	Cr	Cd	Zn	Mn
Cyprinus carpio	0.361	0.140	0.799	0.141	0.358	1.326
Carassius auratus	1.071	0.083	5.686	2.462	0.280	0.004
Silurus asotos	9.454*	0.781	2.941	0.154	6.065	1.577
Pelteobagrus fluvidraco	0.122	3.623	0.693	0.540	6.280	0.691
Cultricus kneri	1.828	17.253*	4.186	3.597	3.338	0.762

* : p<0.05

높은 함량이었다. 또한 특이하게 다른 重金屬들과 달리 육식성어류보다 잉어, 붕어등 잡식성어류에서 높게檢出되었으며, 이는 다른 報告들과도^{11,21)} 일치한다.

可食部位인 筋肉에서의 Zn함량은 외국의 規制値인 50ppm보다는 상당히 낮았으며 食品衛生上 安全한 含量이라고 생각한다.

6. Mn含量

각 魚種의 筋肉部位에서 Mn함량은 平均 0.68~1.29 ppm의 범위로 살치>동자개>붕어>잉어>메기 順이었다. 脰部位에서는 붕어에서 7.79±1.54ppm으로 가장 높았으며 동자개가 5.49±0.10ppm으로 가장 낮았다. 아가미部位에서는 잉어가 8.53±2.47ppm으로 가장 높았고, 살치가 1.54±2.26ppm으로 가장 낮았다.

部位別로는 脰와 아가미部位가 비슷한 含量을 보였고, 筋肉部位에서 가장 낮았으나 地域別로는 有意한 差異가 없었다.

崔등(1985)이 漢江 淡水魚 筋肉部位에서 平均 0.908~1.988ppm, 脰 3.408~3.983, 아가미 4.465~9.238 ppm으로 報告한 數値에 비해 本 調査値는 筋肉部位에서는 높았으나 脰, 아가미部位는 낮게 나타났다. 또한 姜등(1985)이 報告한 北漢江 淡水魚의 筋肉 0.208~0.624ppm, 脰 3.664~6.777, 아가미 3.394~8.785ppm 보다는 다소 높은 含量을 나타내었다.

Mn은 섭취한 量의 10%以下만이 吸收되며, 그 대부분도 배설된다는 점에서¹⁹⁾ 魚類로 인한 Mn의 中毒性

은 문제시 되고 있지 않으며 魚類에서 Mn含量을 規制하고 있는 나라도 없다. 또한 北漢江등 非汚染地域 淡水魚의 Mn含量과 大差가 없는 것으로 보아 本 調査値는 自然含量 수준인 것으로 생각한다.

7. 魚種의 組織部位別, 地域別 重金屬含量

각 魚種의 組織部位와 重金屬含量과의 관계는 Table 4와 같이 대부분의 魚種에서 部位別로 有意한 差異를 나타내었다.

Pb, Cd함량은 모든 魚種에서 脰>아가미>筋肉 順으로 有意성을 나타냈으며 Cu함량은 붕어를 제외하고 아가미>脰>근육 順으로 有意한 差異를 나타낸 魚種은 잉어(p<0.01), 동자개(p<0.05)였으며, 脰>아가미>筋肉 順으로 有意한 差異를 나타낸 魚種은 메기(p<0.05), 살치(p<0.01)였다. Cr은 붕어, 동자개가 脰>아가미>筋肉 順으로 높았고(p<0.01), 아가미>脰>筋肉 順으로 有意한 差異를 나타낸 魚種은 잉어(p<0.05), 메기(p<0.05), 살치(p<0.01)였다. Mn은 붕어, 살치를 제외하고 모든 魚種에서 아가미>脰>筋肉 順으로 높았다(p<0.03), Mn은 아가미>脰>筋肉 順이 잉어(p<0.05), 붕어(p<0.01), 동자개(p<0.01)였고, 메기, 살치는 脰>아가미>근육순으로 높았다(p<0.01).

漢江 3個地域의 魚種과 重金屬含量과의 관계는 Table 5와 같이 Pb는 메기가 漢江地域에서 가장 높게 檢출되었고(p<0.05), Cu는 살치가 漢江地域에서 가장 높았으

나($p < 0.05$) 그의 魚種에서는 有意한 差異가 없었다.

結 論

서울市界의 漢江 3個地域(광나루, 밤섬, 행주)에서 棲息하는 5種 淡水魚(잉어, 붕어, 메기, 등자개, 살치) 74首를 組織部位別로 Pb, Cu, Cr, Cd, Zn, Mn 등 6種의 重金屬含量을 分析하여 다음과 같은 結論을 얻었다

1. 각 重金屬의 部位別 平均含量 범위는 근육, 뼈, 아가미에서 각각 Pb가 0.48~0.84ppm, 2.00~3.56ppm, 1.27~1.94ppm, Cu는 0.96~2.24ppm, 2.14~2.99ppm, 2.08~2.90ppm, Cr은 0.58~0.91ppm, 2.47~4.17ppm, 2.09~3.45ppm, Cd은 0.026~0.034ppm, 0.148~0.256ppm, 0.094~0.167ppm, Zn은 6.96~11.62ppm, 18.31~24.47ppm, 19.75~33.21ppm, Mn은 0.68~1.29ppm, 5.49~7.79ppm, 1.54~8.53ppm으로 可食部分인 筋肉部位에서의 重金屬 含量은 外國의 基準에 비해 낮은 含量이었다.

2. 각 魚種의 組織部位別 重金屬含量的 差異는 Pb, Cr, Cd은 뼈 > 아가미 > 筋肉 順으로 有意한 差異를 나타내었으며, Cu, Mn은 뼈와 아가미部位가 비슷한 含量을 나타내었고 筋肉部位에서 가장 낮았다. Zn은 아가미 > 뼈 > 筋肉 順으로 有意성을 나타내었다.

3. 각 魚種의 地域別 重金屬 含量 差異는 거의 나타나지 않았다.

參 考 文 獻

1. 國立環境研究所: 環境汚染物質의 毒性管理, 84-118 (1983).
2. 長谷川弘道: 公害關連物質의 毒性, 219-237 (1974).
3. 鄭勇: 有毒性 廢水의 保健學的 問題와 管理, 延世大學校, 5-11 (1984).
4. Friberg L. Vostal J.: Cadmium in the Environment. 2nd edn. (1974).
5. 嚴景淑, 宋民永, 鄭在春, 鄭勇: 수은 납, 카드뮴, 크롬이온이 송사리(*Apiochilus latipes*)에 미치는 毒性에 관한 研究, 韓國水質保全學會誌, 3:53-62 (1987).
6. Dean, R., Oscar, C.: Metal Concentrations in Muscle of fish from aquatic systems in East Tennessee, U.S.A., Water, Air and Soil Pollution 29:361-371 (1986).
7. 서울特別市: 漢江生態系調查研究報告書, 55-61 (1987).
8. 李靜子, 崔漢榮, 李承洲, 金洪濟, 成始慶, 金蓮千, 朴相賢, 朴聖培: 漢江原水의 水質汚染度 調查研究 (第17報), 서울市 保健環境研究所報, 22:396-409 (1986).
9. 崔基哲: 서울의 漢江에 棲息하는 淡水魚에 關하여 漢江生態系調查 研究報告書, 299-321 (1987).
10. 金明姬, 吉龍煥, 嚴石源, 姜熙坤, 朴聖培: 漢江淡水魚中の 重金屬含量에 관한 研究, 서울市保健環境研究所報, 16:54-65 (1980).
11. 崔漢榮, 裴清鎬, 尹源庸, 朴聖培: 漢江에 棲息하는 淡水魚의 部位別 重金屬含量에 관한 研究, 서울市 保健環境研究所報, 21:157-165 (1985).
12. 姜熙坤, 金敎鵬, 吳秀環, 朴聖培: 南漢江에 棲息하는 淡水魚中の 重金屬含量에 관한 研究, 서울市 保健環境研究所報, 22:183-189 (1986).
13. 姜熙坤, 蔡伶周, 魚秀美, 朴聖培: 北漢江에 棲息하는 淡水魚中の 重金屬含有量에 관한 研究, 서울市 保健環境研究所報, 21:166-171 (1985).
14. Hartung R.: Heavy metals in the lower Mississippi, Persistand Chem Aquat Ecosyst 1:93-98 (1974).
15. 永長久德: 魚類における 重金屬의 蓄積に 關する 研究(I), 奈醫誌, 28:362-368 (1977).
16. 白德禹: 魚類中の 微量金屬 分布에 關한 調查研究 22:471-494(1985).
17. 權右昌: 「食品等의 規格 및 基準」 解說, 87號: :1322 (1986).
18. W.H.O.: List of Maximum Levels Recommended for Contaminants by the Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission (1976).
19. Conor Reilly: Metal Contamination of Food (1981).
20. 永長久德: 魚類における 重金屬의 蓄積に 關する 研究(II), 奈醫誌, 28:369-375 (1977).