KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL.
Vol. 14, *No.* 2 (1982)

淡水魚中의 總水銀含量에 關한 硏究

孫東憲·洪淳珏·宋哲鏞*·田相麟**
中央大學校 藥學大學, *生物學科, **祥明女子師範大學
(1982년 3월 27일 수리)

A Study on the Total Mercury Content in Fresh-Water Fishes

Dong Hun Shon, Soon Gag Hong, Chul Yong Song* and Sang Rin Jeon**
*College of Pharmacy, *College of Liberal Arts and Sciences, Chung-Ang University, Seoul 151*
***Sang Myung Women's Teachers College, Seoul 110*
(Received March 27, 1982)

Abstract

The present study was carried to observe the total mercury contents in fresh-water fishes which were collected from 24 streams in the South-East area, Korea. These total mercury contents were determined by quartz tube combustion gold amalgamation method.

The value of total mercury contents in collected fresh-water fishes ranged from 0.02 ppm to 0.12 ppm and the mean value were 0.07 ppm. The total value of mercury contents differed with the fish species showing 0.09 ppm in *Carassius auratus*, 0.10 ppm in *Coilia ectenes*, 0.11 ppm in *Moroca lagowskii* and *Squalidus majime* and 0.12 ppm in *Cobitis taenia* which were highly more than the mean value of collected fishes. The mean value of the total mercury contents in the Yeong Il Gun (0.09 ppm), Gim Hae Gun (0.08 ppm) and Meong Ju Gun (0.08 ppm) were highly detected than those of other surveyed areas.

序 論

陸水生態系에 대한 重金屬汚染이 날로 增大되어감에 따라 각종 穀物類 및 魚貝類에 濃縮되어 이를 攝取한 人間에게 직접적인 피해를 주고 있다.

1950年代 日本에서 發生한 미나마다病이 原因物質이 水銀化合物로 밝혀진 이래[1,2], 水銀은 環境衛生學的으로 가장 관심있는 金屬中의 하나가 되었다. 水銀은 猛毒性이지만 特異한 性質때문에 다방면에 걸쳐 使用되어왔다[3]. 과거 phenylmercuric acetate農藥의 무차별 살포 및 急速한 工業化의 副産物인 각종 수은폐기물이 河川으로 직접 流入되어, 이러한 水圈에서 棲息하는 淡水魚가 體內에 生物濃縮[4]되어가고 있다.

外國에서는 水銀에 依한 中毒事故가 여러 곳에서 發生한 바 있으며[5], 이에 따라 魚貝類를 비롯한 環境試料中의 水銀含量報告가 많지만[6~11] 우리나라의 경우 별로 많지 않은 실정이다.

本硏究에서는 淡水魚中의 水銀汚染評價를 爲한 基礎作業으로서 우리나라 河川中 비교적 汚染 可能性이 적은 嶺東, 嶺南地方의 河川을 中心으로 淡水魚를 採集하여 總水銀含量을 測定하였기에 報告하는 바이다.

方法 및 材料

試 藥

가. 1 ppm 水銀標準溶液

日本 關東化學株式會社의 原子吸光分析用 水銀標準

100 ppm 溶液 1 *ml*를 取해 증류수를 加하여 100 *ml*로 한 것을 1 ppm 標準溶液으로 하였으며 사용할 때 調製하였다.

나. 粉末水酸化칼슘

Merk試藥 一定量을 약 500°C의 전기로에 넣고 約 3時間 加熱하여 試藥中에 含有된 水銀을 제거하여 데시케이터中에 保存하였다. 使用直前에 石英보트에 Ca$(OH)_2$를 넣고 800°C의 전기로에서 산소流量을 1 *l*/min로 하여 Ca$(OH)_2$ 속에 存在할지 모르는 水銀을 완전히 燃燒시켜 제거하였다.

水銀分析裝置

日本 杉山元醫理器의 石英管燃燒一金·amalgam捕集一原子吸光裝置를 使用하여 水銀을 分析하였다.

試料의 採取時期 및 場所

1979年 8月中에 慶尙南北道 및 江原道 所在 24個 河川에서 投網으로 11種의 淡水魚를 直接 採取하였으며 採取場所는 Fig. 1과 같다.

試料操作

採取한 淡水魚의 筋肉 50~100 *mg*을 取하여 上記 水銀分析裝置의 石英보트에 넣고 粉末水酸化칼슘 100 *mg*을 덮은 다음 電氣爐에 넣어 1 *l*/min의 速度로 산소를 注入하면서 800°C로 加熱하여 5分間 燃燒하였다. 이때

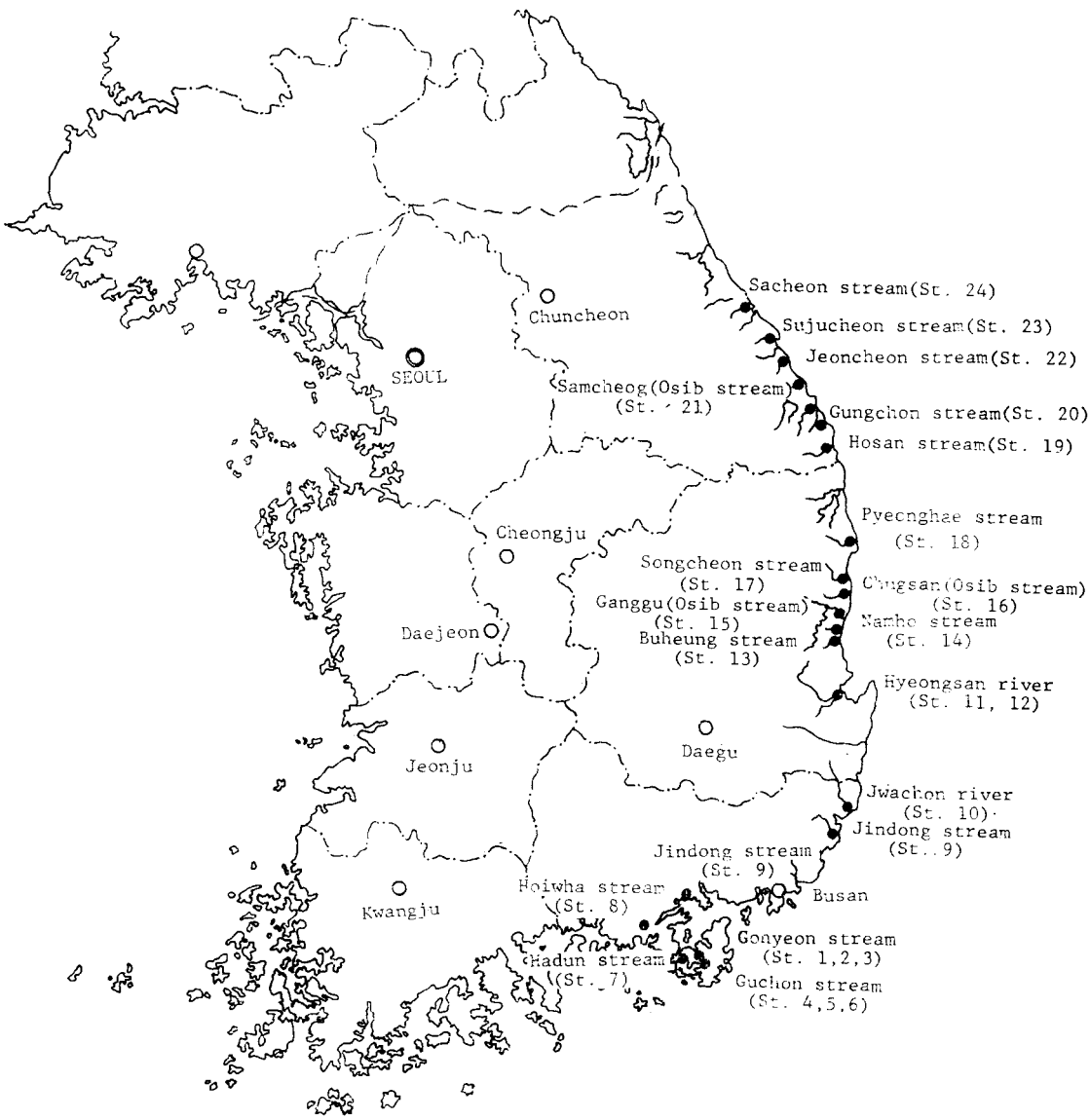

Fig. 1. Stations sampled for total mercury content in fresh-water fishes

Table 1. Total mercury content in fresh-water fishes

Station	Stream No.	Species		No. of samples	Concentration (ppm)	Mean (ppm)
Geo Je Gun	1	*Carassius auratus*	붕어	1	0.15	0.06
		Chaengobius urotaenia urotaenia	국저구	1	0.03	
		Zacco temmincki	갈견이	1	0.07	
		Acanthogobius flavimanus	문절망둑	1	0.03	
		Narke japonica	징게미	1	0.02	
		Cobitus taenia	기름종개	1	0.12	
		Lateobrax japonicus	농어	1	0.03	
	2	*Carassius auratus*	붕어	1	0.14	0.11
		Zacco temmincki	갈견이	1	0.08	
	3	*Carassius auratus*	붕어	1	0.07	0.07
		Plecoglossus altivelis	은어	1	0.04	
		Tridentiger obscurus	검정망둑	1	0.10	
	4	*Zacco temmincki*	갈견이	1	0.15	0.11
		Rhinogobius brunneus	밀어	1	0.07	
	5	*Chaenogobius urotaenia urotaenia*	국저구	1	0.04	0.05
		Zacco temmincki	갈견이	1	0.07	
		Rhinogobius brunneus	밀어	1	0.04	
	6	*Plecoglossus altivelis*	은어	1	0.02	0.04
		Zacco temmincki	갈견이	1	0.06	
		Tridentiger obscurus	검정망둑	1	0.03	
		Chelidonichthys kumu	송개	1	0.04	
		Tribolodon taczanowskii	황어	1	0.05	
	7	*Carassius auratus*	붕어	1	0.04	0.04
		Plecoglossus altivelis	은어	1	0.03	
		Zacco temmincki	갈견이	1	0.04	
		Rhinoglobius brunneus	밀어	1	0.07	
		Tridentiger obscurus	검정망둑	1	0.03	
Go Seong Gun	8	*Carassius auratus*	붕어	1	0.05	0.07
		Squalidus majimae	긴몰개	1	0.08	
Chang Won Gun	9	*Carassius auratus*	붕어	1	0.09	0.07
		Moroco lagowskii	버들개	1	0.04	
Gim Hae Gun	10	*Carassius auratus*	붕어	1	0.15	0.08
		Hemiramphus kurumeus	줄공치	1	0.08	
		Pseudorusbora parva	참붕어	1	0.03	
		Squalidus coreanus	몰개	1	0.03	
		Coilia ectenes	웅어	1	0.10	
Wul Ju Gun	11	*Carassius auratus*	붕어	1	0.04	0.05
		Zacco temmincki	갈견이	1	0.06	
		Acanthogobius flavimanus	문절망둑	1	0.04	
Yeong Il Gun	12	*Carassius auratus*	붕어	1	0.10	0.09
		Plecoglossus altivelis	은어	1	0.03	
		Moroco lagowskii	버들개	1	0.13	

Table 2. (continued)

Station	Stream No.	Species		No. of samples	Concentration (ppm)	Mean (ppm)
Youn Deog Gun	13	*Plecogossus altivelis*	은어	1	0.04	0.05
		Chaenogobius urotaenia urotaenia	꾹저구	1	0.06	
	14	*Plecoglossus altivelis*	은어	1	0.03	0.07
		Chaenogobius urotaenia urotaenia	꾹저구	1	0.10	
	15	*Plecoglossus altivelis*	은어	1	0.07	0.07
		Zacco temmincki	갈견이	1	0.06	
	16	*Plecoglossus altivelis*	은어	1	0.02	0.03
		Chaenogobius urotaenia urotaenia	꾹저구	1	0.04	
	17	*Carassius auratus*	붕어	1	0.09	0.09
		Plecoglossus altivelis	은어	1	0.04	
		Squalidus Majimae	긴몰개	1	0.13	
Wul Jin Gun	18	*Plecoglossus altivelis*	은어	1	0.03	0.03
Sam Cheog Gun	19	*Plecoglossus altiveli*	은어	1	0.02	0.02
	20	*Plecoglossus altivelis*	은어	1	0.04	0.07
		Chaenogobius urotaenia urotaenin	꾹저구	1	0.10	
	21	*Zacco platypus*	갈견이	1	0.08	0.08
	22	*Plecoglossus altivelis*	은어	1	0.06	0.09
		Acanthogobius flavimanus	둥절망둑	1	0.12	
Myeong Ju Gun	23	*Plecoglossus altivelis*	은어	1	0.04	0.04
		Chaenogobius urotaenia urotaenia	꾹저구	1	0.04	
		Tridentiger obscurus	검정망둑	1	0.05	
	24	*Plecoglossus altivelis*	은어	6	0.08	0.12
		Chaenogobius urotaenia urotaenia	꾹저구	6	0.14	
		Moroco lagowskii	버들개	1	0.15	
Total				76	0.07	

水銀은 捕集劑上에 金·amalgam으로 捕集된다. 다음 500°C로 急速히 加熱하여 遊離된 水銀蒸氣를 flameless 原子吸光裝置의 測定 cell로 보내어 波長 253.7 *nm*에서 吸光度를 測定하였다.

結果 및 考察

採取된 淡水魚 19種 76마리의 總水銀含量은 Table 1과 같다. 평균값은 0.07 ppm(濕量基準, 이하 同一)이었고 0.02~0.15 ppm의 範圍를 나타내었다. 最近 漢江流域 淡水魚中의 總水銀含量 평균값이 0.167 ppm으로 發表[13]된 바 있으며 金 等[14]에 의하면 錦江下流 淡水魚中 總水銀含量은 0.351 ppm으로 發表된 바 있다.

日本에서는 魚貝類 總水銀 잠정허용규제값을 0.4 ppm, FDA에서는 0.5 ppm으로 정하고 있으나 우리나라에서는 확실한 규제값이 정해져 있지 않다. 本調査에서의 평균값 0.07 ppm은 이러한 外國의 규제값에 훨씬 미달하였으며 비교적 汚染된 漢江과 錦江의 淡水魚 總水銀含量에 비해서도 매우 낮은 값을 보여주고 있다.

D'Itri[15]는 汚染되지않은 魚類에 있어서 水銀의 background값이 0.2 ppm이하라고 報告한 바있으나, 一般的으로 魚類의 몸길이, 몸무게, 種別, 기타 계절적인 要因에 의하여 많은 變化를 나타내고 있다. 本調査對象 河川은 대부분 태백산맥을 중심으로한 東韓亞地域(East Korea subdistrict)의 河川으로서 流域이 짧고 비교적 청청한 河川이라고 할 수 있다. 또한 採取

Table 2. Comparsion of total mercury content in fresh-water fish species

Species		No. of samples	Length (*cm*)	Mean(ppm)
Carassius auratus	붕어	10	6~17	0.09
Plecoglossus altivelis	은어	20	7~16	0.04
Chaenogobius urotaenia	꾹저구	13	5~9	0.08
Zacco temmincki	갈전이	8	7~10	0.07
Moroco lagowskii	버들개	3	5~10	0.11
Rhinognbus brunneus	밀어	3	4~7	0.06
Tridentiger obscurus	검정망둑	4	5~8	0.05
Acanthogobius flavimanus	문절망둑	3	4~12	0.06
Squalidus majimae	긴몰개	2	5.5~8.5	0.11
Hemiramphus kurumeus	줄공치	1	11.5	0.08
Narke japonica	징게미	1	10	0.02
Pseudorusbora parva	참붕어	1	7	0.03
Squalidus coreanus	몰개	1	7.5	0.03
Chelidonichthys kumu	솜개	1	7	0.04
Cobitis taenia	기름종개	1	7.2	0.12
*Lateobrax japonicus**	농어	1	7.7	0.03
Zacco platypus	피라미	1	8.5	0.08
Tribolodon taczanowskii	황어	1		0.05
Coilia ectenes	웅어	1	7.2	0.10
Total 19 species		76	5~17	0.07

*Marine fish

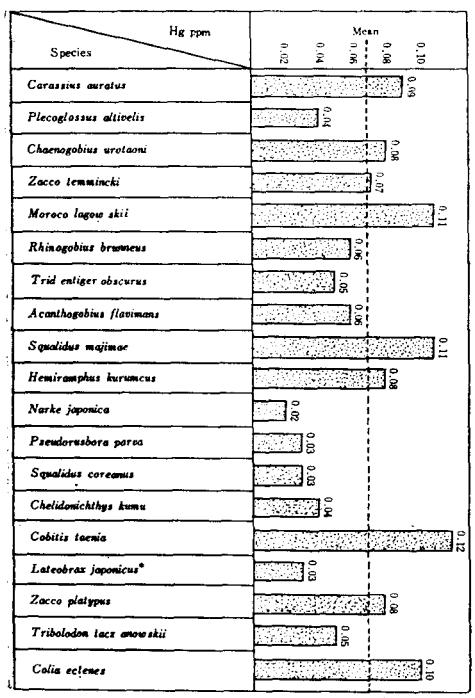

Fig. 2. Comparison of total mercury content in fresh-water fish species

된 魚類의 몸길이는 5~17 *cm*로서 왜소하기 때문에 낮은 含量을 나타내는 한 要因으로 作用하고 있다. 魚類의 몸길이와 水銀含量과의 相關關係는 Rungan[16], Jahman 等[17]에 依하여 밝혀진 바 있으며 筆者도 붕

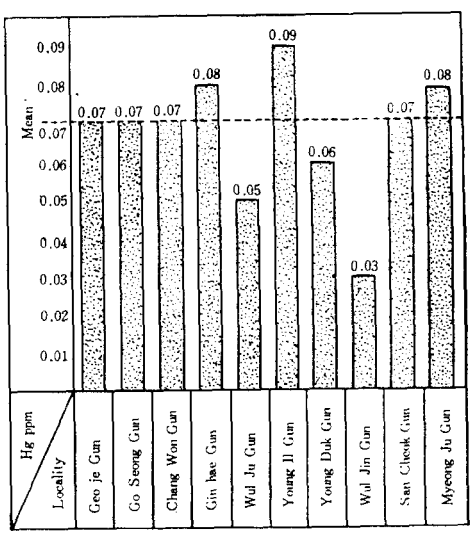

Fig. 3. Comparison of total mercury content in fresh-water fishes by the surveyed areas

어(*Carassius auratus*)에서 確認한 바 있다[13].

한편, 採取된 魚種別 總水銀含量은 Table 2과 같았다. 平均값보다 높은 含量을 보이는 魚種은 붕어, 버들개(*Moroco lagowskii*), 긴몰개(*Squalidus majimae*), 기름종개(*Cobitis taenia*), 웅어(*Coilia ectenes*)등 이었다. 各 魚種別 總水銀含量 比較는 Fig. 2와 같다. 또한 本調査 對象地域인 嶺東, 嶺南地域의 河川中에 서식하는 淡水魚를 郡別로 區分하여 비교해 보면 Fig. 3과 같다. 대부분 비슷한 含量分布를 보여주고 있으며 영일군과 김해군, 영주군 所在 河川中의 淡水魚가 다소 높은 含量을 나타내었다.

要 約

韓國의 嶺南, 嶺東地域 所在 24個 河川의 淡水魚 19種 76마리(길이 5~17 *cm*)를 1979년 8월중 採取하여 石英管燃燒一金·amalgam捕集一原子吸光法에 依하여 總水銀含量을 測定한 結果는 다음과 같았다.

1. 採取된 淡水魚 19種 76마리의 總水銀含量 平均값은 0.07 ppm이었고 0.02~0.15 ppm의 範圍를 나타내었다.

2. 平均값인 0.07 ppm보다 높은 含量을 나타내는 魚種은 붕어 0.09 ppm, 버들개 0.11 ppm, 긴몰개 0.11 ppm, 기름종개 0.12 ppm, 웅어 0.10 ppm 등이었다.

3. 平均값보다 다소 높은 含量을 보이는 地域으로서 경남 김해군의 0.08 ppm, 경북 영일군의 0.09 ppm, 강원도 명주군의 0.08 ppm 등이나 大部分 비슷한 含量을 나타내었다.

文 獻

1. 熊本大學醫學部編：10年後の水俣病に關する疫學的, 臨床學的ならびに病理學的研究(第2年度), 熊本大學, 熊本, p. 1 (1973)
2. 有馬澄雄編：水俣病 20年の研究と今日の課題, 青林舍, 東京, p. 90 (1979)
3. 日本化學會編：水銀, 丸善株式會社, p. 111(1977)
4. 山縣登編：生物濃縮, 産業圖書, p. 49(1977)
5. Baker, F., *et al*: *Science*, **181**, 230 (1973)
6. Walsh, F. D., Berger, B. L. and Bean, J. R.: *Pesticides Monitoring J.*, **11**(1), 5 (1977)
7. Kelso, J. R. M. and Frank, R.: *Trans. Am. Fish. Soc.*, **103**(3), 577(1974)
8. Kent, J. C. and Johnson, D. W.: *Pesticides Monitorings J.*, **13**(1), 35(1979)
9. Ciusa, W., D'Arrigo, V., Di Donato F. and Santoprete, G.: *Quad. Merceol.*, **13**(2), 125(1974)
10. Ciusa, W., D'Arrigo, V., Fiorenzi, G., Giaccio, M. and Santoprete, G.:*Quad. Merceol.*, **16**(12), 101(1977)
11. 青木弘：日衛誌, **24**(5, 6), 84 (1970)
12. 田中克彦, 深谷勝久, 福井昭三, 菅野三郎：衛生化學, **20**(6), 344 (1974)
13. 孫東憲, 丁海允：환경보전, **2**(3), 86(1982)
14. 金明姬, 朴聖培：서울특별시 보건연구소보, **16**, 47 (1980)
15. D'Itri, F. M.: *The Environmental mercury problem*, CRC Press, Cleveland, Ohio, p.124 (1971)
16. Hall, A. S., Teemy, F. M., Lewis, L. G., Hardman, W. H. and Garglitz, E. J.: *J. Fish. Bull.*, submitted for publication (1976)
17. Rungan, K. W.: Ms. thesis, Idaho State University, Pocatello, Idaho, (1972)
18. Jarman, T.L.: Ms. thesis, Idaho State University Pocatello, Idaho (1973)