

## 自然産 및 養殖뱀장어의 重金屬 含有量 調査研究

食品衛生科

裴清鎭 · 孫秉穆 · 李圭男 · 李德行

### Studies on the Contents of Heavy Metals in *Anguilla japonica*

Food Sanitation Division

Chung Ho Bae, Byeong Mog Son, Kyu Nam Lee, Duk Heng Lee

#### —Abstract—

This study was performed to investigate the contents of heavy metals in *Anguilla japonica* habiting in Korea.

The samples were collected along by Nak Tongriver, Young San river and culture farms.

Lead, Cadmium, Copper, Manganese, Chromium were tested by the Atomic Absorption Spectrophotometer after wet digestion, Mercury was tested by using mercury analyzer.

The results were as follows:

1. Arsenic, Copper contents in the four parts were the highest values in liver.
2. In total mercury contents of the each parts, the highest value was detected in muscle.
3. In all metals, Zinc and Manganese were detected with high contents, Mercury and Cadmium were detected with low contents. Lead, Cadmium, Zinc, Chromium, Manganese were detected with high in bone.
4. The difference was not significant between natural and feeding *Anguilla japonica*, but significant correlation with parts.

#### 緒 論

오랜 歷史를 통하여 人間の 知能이 發達하고 自然資源을 생활방편으로 이용하게 됨으로서 農耕 蓄産 漁業 등의 기술이 향상됨과 더불어 食糧을 풍부히 얻게 되었다 이와함께 産業의 發達は 人口의 급속한 增加을 가져왔고 도시인구의 激增은 環境汚染의 가장 큰 원인이 되었다.

특히 産業場에서 排出하는 重金屬類는 水中에서 殘留性이 매우 길어 自然生態系중의 生物들은 대부분 이들을 分解하지 못하고 또한 排泄하지도 못한다. 그러므로 이들은 생물이 먹이연쇄에 따라 蓄積되고 濃縮된 다음 최종적으로 인간이 이를 攝取 함으로서 人體에 축적되어 公중보건과 직결되는 심각한 문제를 야기시킬 수도 있다.

水産物 増産方法의 일환으로 實施되고 있는 뱀장어

養殖事業은 오랜역사를 갖고 있으며 우리나라는 1960年 이후 政府의 뱀장어 養殖振興策에 힘입어 국내수요는 물론 日本으로 수출에 의한 외화 획득을 목적으로 企業養魚로 발전하여 왔고 우리나라 內水面 養殖魚業의 중요한 비중을 차지하고 있다.<sup>1)</sup> 뱀장어의 종류는 世界的으로 16種 3亞種이 있으나 우리나라는 뱀장어 (*Anguilla japonica*)와 무태장어 (*Anguilla marmorata*)의 2種이 있고 양식대상은 뱀장어 (*Anguilla japonica*) 1種으로 일본 중국 대만 베트남등 광범위하게 分布하고 있다.<sup>2)</sup> 따라서 우리나라에서는 예로부터 強壯食品으로서 뱀장어에 대한 선호도가 매우 높은편이다.

그러나 淡水魚 및 魚貝類에 대한 研究는 金등<sup>3)</sup> 崔등<sup>4)</sup> 白등<sup>5)</sup> 많은 研究報告가 있으나 뱀장어에 대한 調査는 미흡하여 뱀장어를 自然産과 養殖産으로 구분하여 部位別로 重金屬 含有量을 調査하여 몇가지 지견을 얻었기 그 結果를 보고 한다.

## 材料 및 方法

### 1. 材料

1988年 7月中 洛東江과 榮山江 流域인 釜山 大邱 麗水 木浦 羅州에서 자연산 민물장어를 총 25首를 求得하였고 養殖배장어는 養殖處에서 Carophyll yellow 色素를 투여한 양식배장어 8首와 일반 양식배장어 20首를 求得하여 體長과 體重이 비슷한 배장어를 각각 6수씩 선택하여 試料로 하였으며 이들의 體長과 體重은 表 1과 같다.

### 2. 試藥

本 實驗에 使用된 試藥은 有害金屬測定用을 個用하였으며, 표준시약(Cr, Pb, Cu, Zn, Mn, Hg, As, Cd)은 純正化學會社製를 使用하고, 1 증류수는 ion 交換樹脂를 通過한 純水를 使用하였다.

### 3. 機器

1) Atomic Absorbption Spectrophotometer(A.A.S) Jarrell Ash AA-835 型

2) Arsenic Measurement Unit: Jarrell Ash, AU-1A

3) Mercury Analyzer: SUGIYAMA-GEN ENV. MV-253

Table 1. Length and Weight of *Anguilla japonica*.

Sample	Item	No. of Test	Length (cm)	Weight (g)
Natural Anguilla		6	58.3~63.8 *(61.2)	345.2~360.4 (350.1)
Feeding Anguilla		6	59.1~65.3 (61.6)	320.3~340.1 (328.6)
**Color Feeding Ang.		6	59.3~66.1 (63.3)	331.0~361.2 (353.2)

\* Mean value

\*\* Carophyll yellow feeding Anguilla

Table 2. Operating Condition of Atomic Absorption Spectrophotometer.

Condition	Element	As	Pb	Cd	Zn	Cr	Mn	Cu
Wave length (nm)		193.7	283.3	228.8	213.9	357.9	279.5	324.7
Lamp current (mA)		—	6	10	10	10	10	8
Acethylen flow rate (L/min)		—	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
Air flow rate (L/min)		—	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
Range		20	20	20	20	10	20	20

## 4. 實驗方法

### 1) Pb, Cu, Zn, Mn, Cd의 分析

食品等の 規格 및 基準<sup>4)</sup> 日本衛生 試驗法 注解<sup>5)</sup>에 의한 습식회화법에 따라 試料를 전처리하여 실험하였으며 측정조건은 表 2와 같다.

### 2) Hg의 分析

試料 약 0.1g을 정밀히 평량하여 가열기와 금아말감법(Gold Amalgamation)에 따라 測定하였다.

### 3) As의 分析

試料를 濕式分解하여 原子흡광분석기에 부착된 Arsenic Measurement에 의해 分析定量하였으며 공시험을 하여 보정하였다.

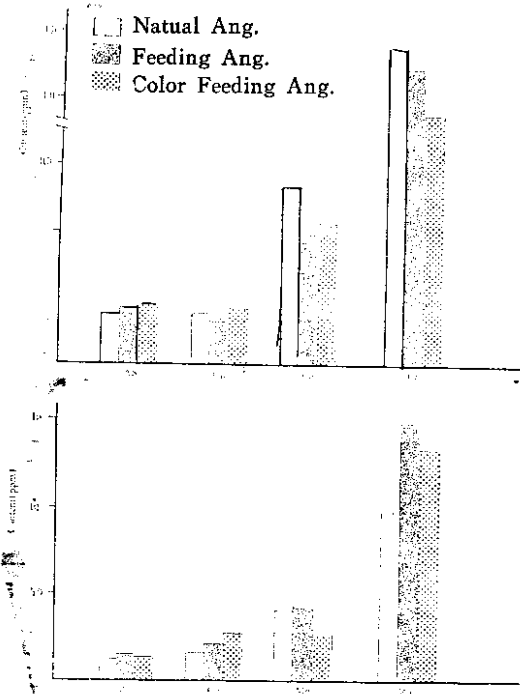


Fig. 1. Comparison of content of each heavy metal in *Anguilla japonica*.

### 結果 및 考察

**As:** 自然産 및 養殖鰻장어의 部位別 含量을 分析한 結果는 表 3과 같다. 部位別로는 肝部位가 0.106~0.113ppm으로 가장 높았고 筋肉에서 0.042~0.059ppm으로 가장 낮았으며 含有順序는 肝>외피>뼈>근육 순이었다. 自然産과 養殖産의 含量分布를 비교해보면 自然産에서 0.059~0.130ppm이었고 養殖産에서 0.049~0.103ppm, 色素를 투여한 養殖鰻장어 에서도 0.042~0.113ppm으로 나타나 部位別에 있어서만 多少의 차이를 발견할 수 있었다.

白등<sup>8)</sup>이 報告한 바에의 하면 水産物에서 魚種別 As 含量의 差異는 크며 갯장어에서 As分布率이 68.6% 이상이 1.0ppm이하였고 1.0~1.5ppm사이로 6.8%였다고 보고하였으나 形態學的으로 비슷한 本調査對象인 민물장어 에서는 이와는 다소차이가 있었다. 이는 魚種 習性 棲息環境의 環異에서 오는 結果일것으로 思料된다.

As의 中毒量은 亞砒酸으로서 5~50mg이라하며<sup>14)</sup> 우리나라 食品規格에는 干체식품에서 원래의 食品에 含有된 砒素量을 제외하고 1.5mg/kg이하로 규제하고 있어 本 結果值는 이에 비하여 훨씬 못미치고 있음을 볼 수 있었다.

**Hg:** 총수은에 대한 含有量 分布는 0.022~0.138ppm

Table 3. Contents of heavy metals.

Heavy metals	Part <i>Anguillajaponica</i>	Muscle	Bone	Skin	Liver
As	Natural	0.059	0.048	0.062	0.130
	Feeding	0.053	0.114	0.049	0.106
	*Color feeding	0.042	0.110	0.095	0.113
Hg	Natural	0.119	0.067	0.025	0.092
	Feeding	0.105	0.063	0.022	0.138
	Color feeding	0.097	0.089	0.043	0.105
Pb	Natural	1.324	2.825	0.937	0.082
	Feeding	1.231	3.254	1.163	0.326
	Color feeding	1.414	3.058	0.821	0.215
Cd	Natural	0.025	0.016	0.044	0.024
	Feeding	0.037	0.407	0.064	0.267
	Color feeding	0.054	0.382	0.140	0.291
Zn	Natural	4.581	18.724	3.425	15.813
	Feeding	5.824	26.237	8.426	23.173
	Color feeding	4.723	22.615	5.082	20.126
Cr	Natural	0.533	4.321	0.635	0.362
	Feeding	0.156	3.937	0.535	0.264
	Color feeding	0.127	2.224	0.875	0.213
Mn	Natural	0.719	9.071	3.857	3.182
	Feeding	2.383	8.315	3.611	4.654
	Color feeding	1.924	3.016	2.615	4.052
Cu	Natural	1.324	1.571	0.785	2.447
	Feeding	0.591	5.624	1.563	3.610
	Color feeding	0.632	6.835	0.678	3.542

Mean (ppm)

\* Carophyll yellow feeding *Anguilla*.

이었으며 養殖맹장어의 筋肉部位에서 0.097~0.119ppm으로 가장 높게 나타났고 外皮에서는 0.022~0.043ppm으로 가장 낮았다.

魚 등<sup>7)</sup>의 한강 淡水魚종의 총수는 함량에 관한 調查報告에 의하면 淡水魚종의 水銀含量의 分布는 筋肉에서 平均 0.263±0.025ppm으로 가장 높았다고 보고하여 本調查研究와 비교해 볼때 비슷한 결과였다. 이 조사결과는 外國의 魚類에서의 허용치 0.5~2.0ppm과 비교해 볼때 현저히 낮은 수치였다. 또한 白등<sup>8)</sup> 文등<sup>10)</sup>의 우리나라 近海연안의 魚類와 貝類의 수은농도 報告에서도 이와 비슷한 낮은 결과를 보고하여 아직까지 水産食品의 水銀汚染度는 保健衛生上 큰 문제가 되지 않는다고 생각된다.

**Pb:** 鉛에 대한 含有量 分布는 0.125~3.058ppm이었고 뼈部位에서 2.825~3.058ppm으로 가장 높았고 가식부위인 근육 및 外皮에서는 각각 1.231~1.324ppm과 0.831~1.163ppm으로 나타나 Pb의 주된 蓄積部位는 뼈部位임을 증명하고 있다. 이결과치는 다른 연구 보고<sup>6,12,13)</sup>들과도 일치 하며 各國의 水産製品중 Pb의 規制基準인 0.5~5.0ppm과 비교해 볼때 맹장어의 Pb 含量은 아직까지 우려할만한 농도는 아닌것 같다.

**Cd:** 部位別 Cd含量的 分析結果도 그 分布가 0.016~0.407ppm으로 나타나 Pb와 마찬가지로 뼈部位에서 가장 높은 농도였고 뼈>간>외피>근육의 순이었다. 특히 자연산맹장어에서는 0.016~0.044ppm인 반면 양식 砒장어에서는 0.037~0.407ppm의 分布를 보여 自然産보다 養殖맹장어가 높은 결과를 보였다. 비록 본 조사의 결과는 매우 낮은 濃度이나 Cd은 動植物에 잘 축적되며 環境汚染과 밀접한 관계가 있고 有毒하기 때문에 계속 調查研究되어야 할 것으로 생각된다.

**Zn:** 아연의 含量 分布는 4.723~26.237ppm의 범위였고 전체 중금속류중 가장 높은 농도였으며 部位別로는 뼈部位와 肝部位 가비교적 높은 농도인 18.724~22.616ppm, 15.813~23.173ppm으로 각각 나타났다. 이러한 結果는 金등<sup>6)</sup> 姜등<sup>11)</sup>의 淡水魚에 대한 報告와도 비슷하였다.

Zn은 自然界에 널리 존재하고 있으며 少量의 섭취는 生理的으로도 필요하나 過量섭취의 영향에 대하여는 아직 잘 알려지지 않았으나 多量의 可溶性인 化合物은 嘔吐, 설사등의 急性中毒을 야기한다고 보고된 바있다.<sup>14)</sup> 그러므로 본 연구의 결과치는 食品 利用上 별 문제가 되지 않는 것으로 思料된다.

**Cr:** 部位別 크롬의 含量 分布는 뼈部位가 2.224~4.321ppm으로 가장 높으며 肝部位가 0.213~0.362ppm으로 가장 낮았고 자연산 맹장어가 0.362~4.321ppm으로

양식맹장어의 0.213~3.937ppm보다 다소 높은 결과를 보였다. 크롬은 鍍金工場等 工場폐수에 의하는 경우가 크므로 이의 檢出은 비록 量이지만 주의해볼 필요가 있다.

**Mn:** 망간은 動植物의 미량필수원소일 뿐만 아니라 대부분 排泄되는 물질이라 中毒의 위험은 없으나 部位別로는 뼈部位에서 3.016~9.071ppm으로 비교적 높은 含有量을 보였다. 姜등<sup>11)</sup>의 보고에서도 북한강 淡水魚에서 뼈部位에서 3.664~6.777ppm의 分布를 보여 他部位보다 높은 含有量을 보였다고 報告한바 있으며 本研究結果와 일치 하였다.

**Cu:** 自然産맹장어 및 養殖맹장어의 Cu含有量 分布는 각각 0.735~2.447ppm, 0.632~6.835ppm이었고 部位別로는 뼈部位가 1.571~6.835ppm 肝部位가 2.447~3.942ppm으로 비교적 높았다. 外皮에서는 0.678~0.785ppm, 筋肉에는 0.591~0.632ppm으로 비교적 낮았고 魚類에 있어서 各國의 規制値는 10~30ppm으로 本調查研究와 비교해볼때 가장 높게 측정된 6.835ppm보다 훨씬 높아 맹장어중 Cu함량은 食品衛生上의 큰 문제가 없을 것으로 思料된다.

## 結 論

우리나라에 棲息하는 自然産맹장어와 一般 養殖맹장어 및 色素含有飼料로 養殖한 맹장어에 대하여 部位別로 As, Hg, Pb, Cd, Zn, Cr, Mn, Cu의 含有量을 分析하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. As의 含有量 分布는 0.042~0.130ppm이었고 肝部位에서 가장 높았다.
2. Hg의 含有量 分布는 0.022~0.138ppm이었고 筋肉部位에서 가장 높았다.
3. Pb의 含有量 分布는 0.082~3.254ppm이었고 뼈部位에서 가장 높았다.
4. Cd의 含有量 分布는 0.016~0.382ppm이었고 뼈部位에서 가장 높았다.
5. Zn의 含有量 分布는 3.425~26.237ppm이었고 뼈部位에서 가장 높았다.
6. Cr의 含有量 分布는 0.127~4.321ppm이었고 뼈部位에서 가장 높았다.
7. Mn의 含有量 分布는 0.719~9.071ppm이었고 뼈部位에서 가장 높았다.
8. Cu의 含有量 分布는 0.591~6.835ppm이었고 肝部位에서 가장 높았다.
9. 自然産과 養殖産맹장어 別重金屬 含有量은 뚜렷한 差異를 나타내지 않았다.

### 參考文獻

1. 韓國內水面漁業現況 및 輸出案內：韓國內水面漁業協會
2. 韓國魚圖鑑：鄭文基 一志社(1986).
3. 벨장어 養殖：국립수산진흥원 청평 내수터연구소 수산기술지 13호
4. 食品等の 規格 및 基準：保健社會部
5. 日本衛生試驗法 注解(1983).
6. 金敎鵬, 魚秀美, 吳秀暻, 朴聖培：한강에 서식하는 淡水魚中の 重金屬含有量에 관한 연구, 서울특별시 보건환경연구원보, 23:114-120(1987).
7. 魚秀美, 裴清鎭, 李忠彥, 崔秉玄：韓江淡水魚中の 總水銀含量에 관한 연구, 서울특별시 보건환경연구원보, 23:121-124 (1987).
8. 白德氏, 權右昌, 辛光勳等：魚類中 微量金屬分布에 관한 調查研究, 국립보건원보, 22:471-494(1985).
9. Conor Reilly: Metal Contamination of Food(1981).
10. 文兆鍾外人：食品中の 重金屬含有量에 관한 研究, 국립보건원보, 22:463 (1985).
11. 姜熙坤, 蔡伶周, 魚秀美, 尹源庸, 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, 서울특별시 保健環境研究所報, 21:166-171(1985).
12. 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).
13. 崔漢榮外3人：漢江에 棲息하는 淡水魚의 部位別 重金屬 含量에 관한 調查研究, 서울특별시 保健環境研究所報, 21:157-165 (1985).
14. 環境保健學：曹允承, 新光出版社(1985).