

## 韓國產 主要 食用 海藻中의 水銀 카드뮴 납 및 구리의 含量

金 章 亮\*

STUDIES ON THE CONTENTS OF MERCURY, CADMIUM, LEAD,  
AND COPPER IN EDIBLE SEAWEEDS IN KOREA

by

Chang Yang KIM\*

1. The present paper deals with the contents of heavy metals such as mercury, cadmium, lead and copper in 17 species of edible seaweeds collected from Jumunjin, Pohang, Pusan, Chungmu, Yeosu and Wando areas.

2. The concentration of mercury in the air-dried seaweeds ranged from 0.02 to 0.52 ppm, as shown by the following species: 0.36ppm (0.09-0.50) in *Enteromorpha* spp., 0.25 ppm (0.14-0.31) in *Undaria* sp., 0.19 ppm (0.02-0.52) in *Porphyra* spp., and 0.10ppm (0.02-0.24) in *Laminaria* spp. in that order. If these concentrations are converted to the wet bases, they will be about 1/4 to 1/5 of the present levels. In general, the samples collected from the east coast showed relatively lower levels than those from the south coast. The mercury concentrations found in the Korean seaweeds are lower than the permissible levels reported.

3. The concentration of cadmium in the air-dried seaweeds ranged from 0.02 to 1.48 ppm, and the levels in the different species showed in the following order: 0.97 ppm (0.41-1.18) in *Hizikia* sp., 0.33 ppm (0.03-0.63) *Undaria* sp., and 0.32 ppm (0.04-0.67) in *Porphyra* spp. The concentration of cadmium in the samples on the wet bases become 1/4 to 1/5 of the present level.

The laver *Porphyra* spp. collected from the east coast showed relatively lower levels than those of the cultured species along the south coast. All of the concentrations are still below than the permissible levels.

4. In general, lead concentration is 0.20-1.31 ppm which is lower than the permissible level. The concentration becomes about 0.05-0.3 ppm on the wet base.

5. Copper concentration ranged from 0.90-17.0 ppm on the dry base which is about 0.2-4.0 ppm on the wet base. It is interesting to note that the samples collected from Busan region showed relatively higher levels than those sampled from other regions

## 緒 論

中毒性 重金屬에 의한 環境汚染은 지금 世界的으로 問題視되고 있다. 그 典型的 例가 日本의 水銀, 카드뮴에 의한 公害病이라 하겠다. 그래서, 各國마다 이같은 重金屬의 排出에 對해서는 嚴格히 規制를 하고 있으며, 또한

\* 釜山水產大學, Pusan Fisheries College

## 食用海藻中の水銀, 카드뮴, 납 및 구리

이들에 의한 環境汚染實態에 關해서도 廣範하고 綿密한 調査를 하고 있다. 그러나, 우리나라에서는 아직도 公害防止法 施行規則에 重金屬이 汚染物質로 規定되어 있지도 않고, 各 重金屬에 對한 許容基準도 마련되어 있지 않다. 最近에 와서 겨우 環境汚染에 關한 注意를 돌리기 시작했으나, 이 무서운 蓄積性 公害物質에 의한 汚染實態는 農産物에 對한 약간의 調査가 있을 뿐 아직도 組織的이고 廣範한 調査는 없다.

陸上에서의 汚染物質은 농도의 고하를 막론하고 結局은 바다로 集合되어 그 곳에서 다시 生物의 먹이 연쇄를 따라 段階的으로 濃縮되는 것이니, 水産物이 一律的으로 그리고 가장 많이 被害를 입게 되는 것이다.

水産物이 우리 食生活에서 차지하는 位置를 볼 때 水産物의 汚染은 農産物 以上으로 關心事가 아닐 수 없다. 이러한 觀點에서 著者는 沿岸이 生活圈인 食用 海藻類에 있어서 水銀, 카드뮴, 납, 구리 등의 重金屬 含量 分布를 우선 調査하여 이들 重金屬에 의한 汚染의 與否 및 自然量으로서의 含量을 살펴 보기로 했다.

## 試 料

主要集散地인 東草, 浦項, 釜山, 忠武, 麗水, 莞島를 中心으로 하여 17種의 試料를 漁場에서 直接 또는 市場에서 生体 또는 乾燥物을 求해 비닐봉지에 넣어 實驗室에 運搬하였다. 비닐종이는 安定劑로 加해진 重金屬에 依해서 있을 수 있는 汚染을 막기 위해 미리 充分히 세척하여 使用하였다.

實驗室에 運搬된 試料는 즉시 水道水와 蒸溜水로 가볍게 세척하여 風乾시켜 密封 保管하였다. 風乾物의 水分은 實驗時에 灰化와는 別途로 105℃에서 水分量을 測定하였다.

## 實 驗 方 法

### 1. 납

#### a) 試 藥<sup>1)</sup>

구연酸암모늄: 구연산암모늄 45g을 물 100ml에 溶解시켜 페놀렌 指示藥 2~3방울을 加해 赤色이 될 때까지 濃암모니아水を 滴加한다. 不純物의 납을 除去하기 위해 이 溶液을 디티존-클로로포름(dithizone-chloroform, 40mg/100ml) 10ml씩으로 클로로포름층이 디티존 固有의 綠色이 될 때까지 抽出한다. 만약 水層에 디티존이 남을 때는 클로로포름으로 抽出해낸다.

구연酸으로부터 만들 때는 구연酸 40g을 少量의 물에 溶解시켜 암모니아水로 中和시킨 後 (pH8.5~9.0) 물을 加해 100ml로 한다. 不純物의 납을 除去할 必要가 있을 때는 위에서와 같이 操作한다.

시안화칼륨·亞黃酸나트륨: 시안화칼륨 25g, 無水亞黃酸나트륨 38g을 물에 溶解시켜 500ml로 한다. 구연酸 암모늄 때와 같이 必要하면 납을 除去한다.

1%시안화칼륨: 시안화칼륨 50g에 물 50ml를 加해 구연酸암모늄 때와 같이 납을 除去하고 다시 클로로포름으로 水層에 남아 있는 디티존을 抽出한다. 이 液을 50倍로 稀釋하여 100ml에 對해 암모니아水 1ml를 加한다.

디티존벤젠溶液: 벤젠 250ml에 純디티존 25mg을 溶解시킨다.

標準납溶液: 最高純度의 金屬납 0.2g을 窒酸(1:1) 約 8ml에 加溫溶解시켜 물로서 1l로 하여 플라티넨 瓶에 넣어 둔다. 使用時에 20倍로 稀釋한다(10μgPb/ml).

#### b) 試料의 前處理

原則的으로 AOAC法<sup>2)</sup>에 따라 하였다.

即, 風乾試料 20g를 250ml 파이렉스 비이커에 取해 100℃ 부근에서 일단 乾燥시켜 電氣爐에서 1時間에 約50℃ 程度로 徐徐히 溫度를 올려서 450~500℃에서 完全히 灰化시켰다. 灰分을 鹽酸(1:1) 50~70ml로 加熱溶解시켜 유리濾過器로 濾過한다. 殘渣는 濃鹽酸-50% 구연산(1:1)의 뜨거운 液 10~20ml로 세척하고 다시 40% 醋酸암모늄의 뜨거운 液 10~20ml로 세척하여 濾液과 습혀 여기에 티몰볼루를 몇 방울 加해 濃암모니아水로 黃色이 될 때까지 中和시킨다. 물을 加해 250ml로 한다.

c) 抽出 및 定量

디티존-벤젠法<sup>8)</sup>에 의한 單色法에 의해서 標準添加法으로 定量하였다. 위의 試料液 25ml 또는 50ml(Pb 1~100 $\mu$ g)를 分液깔때기에 取해 標準납 10 $\mu$ g, 구연산암모늄 10~20ml(灰分量이 많은 試料液에는 增量한다)를 加하고 암모니아수로 靑色이 될 때까지 中和시킨다. 다음에 시안화칼륨-亞黃酸나트륨 溶液 10ml를 加해 다시 암모니아수로 弱알칼리性(pH 約9.6)으로 한다. 여기에 디티존-벤젠 10ml를 正確히 加해 約 1分間 진탕, 靜置 分離시킨다. 下層이 分明히 橙色을 띠면 디티존의 量은 充分한 것이다. 만약 벤젠層이 濃赤色을 띠고, 下層이 거의 無色 또는 微橙色일 때는 디티존 量이 不足한 것이니 다시 디티존-벤젠을 正確히 10ml 더 加해 1分間 진탕한다. 下層은 버리고 벤젠層에 1% 시안화칼륨 40ml(벤젠層 10ml에 對해)를 加해 約 30秒間 진탕한 다음 下層은 버린다. 벤젠層을 100mm 큐벳에 取해 520mm의 吸光度를 測定한다.

d) 計 算

$$Pb(ppm) = \left\{ \frac{C_b(A - A_o)}{A_b - A_o} - C \right\} \times \frac{f}{w}$$

A : 試料의 吸光度

A<sub>b</sub> : 블랭크에 標準납 C<sub>b</sub>  $\mu$ g를 加해 주었을 때의 吸光度

A<sub>o</sub> : 블랭크의 吸光度

C : 吸光度가 0.2~0.5로 되도록 試料에 加해 준 標準납의  $\mu$ g數

C<sub>b</sub> : 吸光度가 0.2~0.5로 되도록 블랭크에 加해 준 標準납의  $\mu$ g數

W : 測定에 使用된 試料의 g數

f : 標準납 溶液의 濃度係數

2. 카 드 례

a) 試 藥

鹽化암모늄-암모니아 緩衝液(pH 10): 鹽化암모늄 35g을 少量의 물에 溶解시켜 암모니아水(比重 0.90)280ml를 加해 물로 500ml로 한다. pH 미터로 確認한다.

디티존 A液 : 디티존 200mg을 클로로포름 500ml에 溶解시켜 갈색 유리병에 넣어 鹽酸하이드로키실아민의 飽和溶液 約 50ml를 加해 진탕後 冷藏庫에 둔다. 一 個月은 安定하다.

디티존 B液 : 디티존 4mg을 클로로포름 500ml에 溶解시켜 A液과 같은 要領으로 保管한다. 一 個月은 安定하다  
標準 카드뮴 溶液 : 最高純度の 金屬카드뮴 0.2g을 少量의 鹽酸(1:1)에 徐徐히 溶解시켜 물로 1l로 한다. 폴리에틸렌병에 넣어 둔다. 使用할 때 20倍로 稀釋한다(10 $\mu$ gCd/ml).

b) 操 作

前處理에서 납 分析用 試料를 取한 나머지 에 암모니아水를 加해 靑色으로 될 때까지 中和시킨 後에 물을 加해 250ml로 한다.

이 中에서 50ml를 分液 깔때기에 取해 山本勇麓等<sup>4)</sup>의 方法과 Saltzman<sup>5)</sup>의 方法을 結合 조합한 標準添加法으로 定量하였다.

即, 試料에 標準 카드뮴 10 $\mu$ g, 飽和酒石酸나트륨·칼륨 10ml, 20% 鹽酸하이드로키실아민 2ml 및 티몰 블루 몇 방울을 加해 1N 암모니아水로 靑色이 될 때까지 中和시킨 後 鹽化암모늄-암모니아水 緩衝液 10ml를 加한다. 여기에 디티존 A液 10ml씩을 加해 約 2分間 진탕 抽出하여 클로로포름層이 디티존의 元來 靑色이 될 때까지 抽出을 되풀이 한다. 抽出液을 물 約 100ml로 세척한 다음 클로로포름層에 鹽酸(1:12) 10ml를 加해 約 3分間 진탕하여 납, 카드뮴, 亞鉛을 逆抽出한다. 클로로포름層은 구리의 分析用으로 保管한다. 逆抽出한 水層에 티몰 블루

## 食用海藻中の水銀, 카드뮴, 납 및 구리

몇 방울을 더해 암모니아수로 일단 中和시킨 다음 飽和酒石酸나트륨-칼륨 10ml, 40% 水酸化나트륨-1% 시안화칼륨 5ml, 20% 鹽酸하이드로키실아민 2ml 및 디티존 A液 10ml를 더해 3分間 진탕하여 抽出한다. 이 抽出을 클로로포름층이 원래의 디티존의 綠色이 될 때까지 되풀이 한다. 抽出液을 2% 酒石酸 25.0ml가 들어 있는 分液깔때기에 합쳐 넣어 2分間 진탕하여 카드뮴을 다시 水層에 逆抽出한다. 클로로포름층은 버리고 새로이 클로로포름 5ml로 세척하여 클로로포름층은 빨리 分離하여 버린다. 水層에 하이드로실아민 0.25ml, 디티존 B液 15ml 및 40% 水酸化나트륨 0.05% 시안화칼륨 5ml를 더해 1分間 진탕하여 水層을 버리고 클로로포름층을 乾燥過紙를 통해 큐벳에 옮겨 520mm의 吸光度를 測定한다.

### c) 計 算

납 때와 같은 式으로 계산한다.

## 3. 구 리

### a) 試 藥

0.1% 디에틸디티오카바민산나트륨(DDTC) : DDTC 100mg을 물에 溶解시켜 100ml로 한다. 폴리에틸렌에 넣어 黑色紙로 싸서 冷藏庫에 두면 1週日間은 使用 可能하다.

標準구리溶液 : 最高純度の 黃酸구리 0.393g을 물에 溶解시켜 1l로 한다. 使用時에 10倍로 稀釋한다(10 $\mu$ gCu/ml)

### b. 操 作

카드뮴分析 操作에서 납, 亞鉛, 카드뮴을 鹽酸(1:1)으로 逆抽出하고 나머지 클로로포름층에서 구리를 分離하여 0.1% DDTC로 AOAC法<sup>9)</sup>에 準해 標準添加法으로 定量하였다.

위의 逆抽出한 나머지 클로로포름층을 250ml容 分液깔때기에 옮겨 標準구리 10 $\mu$ g 및 鹽酸(1:1) 10ml를 더해 約 2分間 진탕하여 水銀, 비스무트, 구리를 水層에 逆抽出한다. 有機層은 버리고 水層에 20% 하이드로키실아민 0.25ml 및 티몰블루 몇 방울을 더해 암모니아수를 黃色이 될 때까지 滴加한다. 여기에 10% EDTA, 10% 구연산나트륨 各各 1ml씩을 加한 다음 다시 1N 암모니아수로 티몰 부루가 겨우 靑色을 띠는 程度(pH 9)로 하여 冷却後 0.1% DDTC 5ml, 四鹽化炭素 10.0ml를 加해 約 2分間 진탕하여 有機層을 乾燥濾過紙를 통해 큐벳에 옮겨 436mm의 吸光度를 測定한다.

## 4. 水 銀

試料의 前處理는 原則적으로 Uthe<sup>7)</sup>등의 方法에 따라 溶解시켰고, 定量은 디티존 抽出에 의한 標準添加法으로 했다<sup>8)</sup>.

### a) 試 藥

디티존-四鹽化炭素 : 精製디티존 25mg을 四鹽化炭素 500ml에 溶解시킨다.

디티존-벤젠溶液 : 精製디티존 10mg을 벤젠 500ml에 溶解시킨다.

20% 鹽酸하이드로키실아민 : 炭酸나트륨溶液을 滴加해서 티몰 블루로 橙色 또는 겨우 黃色이 될 程度로 한다 (pH 2~3).

鹽화나트륨鹽酸溶液 : 20% 鹽화나트륨溶液과 稀鹽酸(2.8ml 約 0.03N)의 同容 混液.

요오드칼륨 鹽酸溶液 : 0.05N鹽酸 1l에 요오드칼륨 8.3g을 溶解시켜, 0.1N티오黃酸나트륨 1滴을 加해 준다 使用할 때 調製한다.

암모니아 세척液 : 濃암모니아水 600ml에 0.01M EDTA 100ml와 물을 加해 1l로 한다(約 9N)

標準水銀溶液 : 鹽化第二水銀 1.353g을 물에 溶解시킨 後 黃酸 30ml와 물을 加해 1l로 한다. 使用時에 100倍로 稀釋시킨다(10 $\mu$ g Hg/ml).

b) 試料의 前處理

風乾試料 5g을 600ml容 비이커에 取해, 冷却시키면서 (50℃以上이 되지 않도록) 濃黃酸 40ml을 徐徐히 加한 後 50°~60°에서 浸漬시켜 完全히 溶解시킨다. 여기에 30% 過酸化水素 50ml를 5ml씩 나누어서 비이커를 冷却시키면서 加해 過酸化水素가 完全히 分解된 다음에 다시 다음의 5ml를 加한다. 비이커를 50°~60°에 유지하면서 6% 過망간酸칼륨 約 100ml를 加해 脫色이 된 後에 다시 固体 過망간酸칼륨 少量씩을 加해 試料液이 거의 透明하게 될 때까지 有機物을 分解시킨다. 여기에 50%鹽酸하이드로키실아민을 少量씩 加해 망간酸化合物을 거의 溶解시킨 後에 濃암모니아수로 中和시킨다. 이것을 500ml容 分液 깔때기에 옮겨 全容積에서 計算한 量의 濃黃酸을 加해 約 1N 濃度 溶液으로 한다.

c) 抽出 및 定量

分液깔때기內 試料에 標準水銀 10μg 및 20%鹽酸하이드로키실아민 2ml를 加해 3時間以上 放置한다. 디티존-四鹽化炭素 10ml를 加해 1分間 진탕하여 四鹽化炭素層을 다른 分液깔때기에 옮긴다. 水層을 다시 디티존-四鹽化炭素 10ml로 抽出하여 앞에서의 四鹽化炭素와 합친다. 이렇게 하여 四鹽化炭素層이 원래의 디티존의 綠色이 그대로 있을 때까지 抽出을 되풀이 한다. 全四鹽化炭素 抽出液에 同容의 물을 加해 세척한 後, 鹽化나트륨鹽酸溶液 10ml를 加해 진탕한 다음 四鹽化炭素層을 다른 液깔때기에 옮긴다. 여기에 同容의 요오드化칼륨鹽酸溶液을 加해 진탕逆抽出한다. 四鹽化炭素層을 다른 分液깔때기에 옮겨 다시 요오드化칼륨 5ml를 加해 逆抽出하여 四鹽化炭素層을 버리고 水層은 앞의 것과 합친다. 四鹽化炭素의 液滴을 될 수 있는대로 分離해 버린 다음 鹽酸하이드로키실아민 數滴, 水層과 同容의 0.1N 炭酸나트륨溶液 및 디티존-벤젠 10.0ml를 加해 2分間 진탕하여 水層을 分離해서 버린다. 벤젠層에 암모니아 세척液 20ml를 加해 30秒間 진탕하여 水層을 버린다. 벤젠層을 乾燥濾過紙를 통해 큐벳에 옮겨 495mm의 吸光度를 測定한다.

d) 計 算

남 때와 같은 식으로 한다.

實驗結果 및 考察

試料 17種에 對한 各產地別 水銀, 카드뮴, 납, 구리의 風乾試料量에 對한 含量은 表1과 같다.

1) 水 銀

全地域을 通해 그 含量이 <0.02~0.52 ppm의 範圍에 있으며 1.0ppm을 넘는 것은 없다. 이 값을 生体量에 對한 含量으로 換算한다면 生体の 分水을 約 80~90%라고 보고 約 <0.005~0.13 ppm의 範圍가 된다.

種類別로는 一般的으로 크게 差는 보이지 않지만 과래가 0.09~0.50ppm, 平均이 0.36ppm으로서 가장 높고, 곰피가 0.14~0.46, 0.26, 미역이 0.14~0.31, 0.25, 김이 <0.02~0.52, 0.19, 툫이 0.19~0.46, 0.18, 모자반이 <0.02~0.39, 0.17, 다시마가 <0.02~0.24, 0.10의 順으로 적다. 生体에 對한 含量은 위의 값을 역시 1/4~1/5로 해주어야 한다. 地域別로는 大体로 浦項以北의 東海岸産이 가장 적고, 群山김에서 나타난 바와 같이 西海岸産이 다음으로 많고, 釜山近海를 包含한 南海岸産이 가장 많은데 이것은 注目할 만한 事實이다.

食品에 있어서의 總水銀의 許容基準은 各食品마다 다르지만, 魚貝類에 있어서는 美國은 0.5ppm, 日本, 西歐는 大体로 1.0ppm를 取하고 있다. 海藻類에 있어서는 分明치는 않으나 1日 平均 攝取量이 魚貝類보다 적으므로 許容基準은 1.0ppm 以上으로 잡아도 無妨할 것이다.

그렇게 보면, 우리나라 海藻類는 아직은 水銀含量에 있어서 安全하다고 할 수 있다. 그러나, 海藻類에 있어서의 水銀의 自然含量이 不明이므로 分明치는 않지만 上記한 바와 같이 같은 種類에 있어서는 含量變動範圍가 相當히 크다는 것은 人爲의 汚染이 全然 加해지지 않았다고도 볼 수 없다.

食用 海藻中の 水銀, 카드뮴, 납 및 구리

Table 1. The Contents of Mercury, Cadmium, Lead and Copper in Edible Seaweeds in Korea

Species	Produced area	Produced date	Collected place	Collected date	H <sub>2</sub> O(%) of dried sample	Contents(ppm, dry base)			
						Hg	Cd	Pb	Cu
	Yogjido, Chungmu	Dec. 25, 1971	Chungmu market	Dec. 26, 1971	22.1	<0.02	0.61	1.31	5.07
	Hwajeong-myeon, Yecheon-gum	Dec. 30, 1971	Yeosu market	Dec. 30, 1971	12.7	0.52	0.67	0.40	7.12
	Yeosu	Feb. 5, 1972	Yeosu	Feb. 5, 1972	15.3	0.15	0.43	0.25	5.87
	Wando	Dec. 30, 1971	Wando market	Dec. 31, 1971	21.4	0.25	0.22	0.60	4.79
<i>Porphyra tenera</i> (cultured)	Yongweon, Changweongun	Jan. 7, 1972	Yongweon	Jan. 7, 1972	18.5	0.29	0.23	1.30	6.99
(양식김)	Hongti, Busan	Jan. 7, 1972	Hohgti	Jan. 7, 1972	20.3	<0.02	0.21	0.20	—
	Hongti, Busan	Mar. 17, 1972	Hongti	Mar. 17, 1972	19.6	0.21	0.04	0.64	6.67
	Ogguguo, Jeonbug		Gunsan	Feb. 5, 1972	17.3	0.30	0.64	0.50	7.56
<i>Porphyra yezoensis</i> (방사무늬김)	Ganggu	Dec. 30, 1971	Pohang market	Jan. 7, 1972	14.3	0.14	0.27	0.1	5.79
<i>Porphyra pseudolinearis</i> (긴잎돌김)	Daebo, Guryongpo	Dec. 30, 1971	Pohang market	Jan. 7, 1972	11.9	0.12	0.08	0.50	6.50
	Jumunjin	Jan. 8, 1972	Jumunjin	Jan. 14, 1972	12.7	<0.02	0.10	0.85	4.10
	Suyeong, Busan	Jan. 6, 1972	Suyeong	Jan. 6, 1972	10.3	0.31	0.63	0.92	9.21
					11.8	0.35	0.02	0.38	1.68
<i>Undaria pinnatifida</i> (cultured)	Suyeong, Busan	Mar. 18, 1972	Suyeong	Mar. 18, 1972	15.2	0.26	(sporophyll)		2.11
	Jumunjin	Jan. 14, 1972			12.3	0.26	(blade)		4.03
	Yeosu	Feb. 5, 1972	Yeosu	Feb. 5, 1972	14.5	0.16	0.56	0.40	6.83
<i>Undaria pinnatifida</i> (natural) (자연미역)	Janggin, Yeongilgum	Jan. 6, 1972	Pohang market	Jan. 17, 1972	14.1	0.14	0.03	1.0	3.36
	Gampo	Jan. 6, 1972	Pohang market	Jan. 71, 1972	13.3	0.30	0.60	0.45	11.77

金 章 亮

Table 1. Continued

Species	Produced area	Produced date	Collected place	Collected date	H <sub>2</sub> O(%) of dried sample	Contents(ppm, dry base)			
						Hg	Cd	Pb	Cu
<i>Enteromorpha linza</i> (앞파래)	Namcheon, Busan	Jan. 6, 1972	Namcheon	Jan. 6, 1972	18.8	0.09	1.20	1.10	17.0
	Namcheon, Busan	Mar. 18, 1972	Namcheon	Mar. 18, 1972	9.48	0.40	0.07	0.35	11.46
	Hongti, Busan	Mar. 17, 1972	Seomyeon market	Mar. 19, 1972	9.27	0.47	0.14	1.0	10.42
	Bijindo, Chuogmu	Dec. 25, 1971	Chungmu market	Dec. 26, 1971	15.1	0.44	0.63	0.55	5.07
	Jinhae	Jan. 18, 1972	Jinhae market	Jan. 18, 1972	12.3	0.40	0.02	0.45	16.06
	Hwajeong-myeon, Yeosu	Jan. 18, 1972	Yeosu market	Jan. 18, 1972	17.4	0.20	0.45	1.0	4.23
<i>Enteromorpha prolifera</i> (적자파래)	Wando	Dec. 30, 1970	Wando market	Dec. 31, 1971	20.5	0.50	0.72	0.65	7.90
	Yeosu	Feb. 5, 1972	Yeosu	Feb. 5, 1972	18.4	0.35	0.14	0.20	5.26
<i>Ecklonia stolonifera</i> (곰피)	Chugsan, Yeongilgun	Apr. 1971	Pohang market	Jan. 17, 1972	12.6	0.46	0.82	1.0	4.08
	Jeisongdo, Busan	Jan. 7, 1972	Jeisongdo	Jan. 7, 1972	11.0	0.14	0.62	1.0	4.87
	Namchon Busan	Mar. 18, 1972	Namcheon	Mar. 18, 1972	13.8	0.22	0.03	0.57	1.84
<i>Laminaria japonica</i> (참다시마)	Weolpo, Yeongilgun	Aug. 25, 1971	Pohang	Jan. 7, 1972	10.2	0.12	0.38	1.3	1.90
	Jumunjin	Jan. 8, 1972	Jumunjin	Jan. 14, 1972	11.2	0.02	0.24	0.20	2.07
	Namcheon, Busan	Mar. 18, 1972	Namcheon	Mar. 18, 1972	10.8	0.24	0.14	0.43	1.60
<i>Laminaria religiosa</i> (애기다시마)	Pohang	Aug. 25, 1971	Pohang	Jan. 7, 1972	11.1	0.02	0.13	1.3	5.72
	Chudo, Chungmu	Dec. 25, 1971	Chungmu market	Dec. 26, 1971	17.8	0.02	1.18	1.2	1.97
	Wando	Dec. 31, 1971	Waneo market	Jan. 11, 1972	18.0	0.12	1.13	0.35	2.13
	Yeosu	Feb. 5, 1972	Yeosu	Feb. 5, 1972	15.7	0.35	1.04	0.43	3.46
	Gijang, Gyeongnam	Jan. 7, 1972	Songjeong, Gijang	Jan. 7, 1972	16.5	0.20	1.08	1.3	9.68
	Gijang, Gyeongnam	Mar. 18, 1972	Dongrae market	Mar. 20, 1972	18.8	0.22	0.41	0.38	0.90

食用 海藻中の 水銀, 카드뮴, 납 및 구리

Table 1. Continued

Species	Produced area	Produced date	Collected place	Collected date	H <sub>2</sub> O(%) of dried sample	Contents(ppm, dry base)			
						Hg	Cd	Pb	Cu
<i>Codium fragile</i> (청각)	Namchon, Busan	Jan. 6, 1972	Namcheon	Jan. 2, 1976	13.5	0.29	0.52	2.4	6.84
<i>Sargassum flvellum</i> (포자반)	Wando	Dec. 31, 1971	Wando market	Jan. 1, 1972	10.9	<0.02	1.48	0.35	2.73
	Namcheon, Busan	Jan. 6, 1972	Namcheon	Jan. 6, 1972	13.6	0.10	0.57	0.75	3.88
	Yeosu	Feb. 5, 1972	Yeosu	Feb. 5, 1972	11.0	<0.02	1.35	1.22	3.66
<i>Cystophyllum sisymbriooides</i> (외톨모자반)	Haeundae, Busan	Apr. 3, 1972	Haeundae	Apr. 3, 1972	14.9	0.31	<0.02	0.25	2.09
<i>Sargassum horneri</i> (평생이모자반)	Namcheona, Busan	Apr. 3, 1972	Haeundae	Apr. 3, 1972	16.3	0.39	0.30	0.58	2.73
<i>Gloiopeltis furcata</i> (불등가사리)	Yeosu	Jan. 17, 1972	Yeosu	Jan. 17, 1972	13.2	0.11	0.65	1.25	3.21
	Namcheona, Busan	Mar. 18, 1972	Namcheon	Mar. 18, 1972	20.3	0.28	1.26	<0.01	4.13
<i>Ishige sinicola</i> (넙패)	Yeosu	Jan. 17, 1972	Yeosu	Jan. 17, 1972	12.1	0.27	0.60	1.0	1.80

2) 카 드 뭍

全体的 範圍은 역시 風乾物에 對해서 <0.02~1.48ppm이며, 그 變動範圍도 크고 種類에 따라서는 1.0ppm 以上인 것도 있으나 김, 미역 같은 主要食用種은 아직도 安全水準以下이다. 種類別로는 뜻이 0.41~1.18ppm, 平均이 0.97ppm으로서 가장 높고, 모자반 <0.02~1.48, 0.74, 곰피 0.03~0.82, 0.49, 파래 0.02~1.20, 0.42, 미역 0.03~0.63, 0.33, 김 0.04~0.67, 0.32의 順으로 적어진다. 生체에 對한 값은 水銀 배와 마찬가지로 이 값을 1/4~1/5로 해준 값이 된다. 大体로 바위에 부착 서식하는 뜻, 모자반이 높은 값을 나타낸다. 미역은 귀部分이 葉體部分보다 적다.

地域的인 差는 크게 나타나지 않으나 김은 東海岸의 돌김이 南海岸의 養殖김 보다 낮은 값을 나타낸다. 미역 역시 浦項과 注文津 것이 약간 낮은 값을 나타낸다.

海藻類에 있어서의 카드뮴의 許容基準은 아직 定해져 있지 않은 것으로 알고 있으나, 海藻類는 海水中에서 서식하는 까닭에 農産物보다는 自然含量이 높으리라는 것은 能히 짐작된다. 그리고, 海藻類의 一日 平均 攝取量이 쌀이나 다른 農産物보다 훨씬 적으므로 許容基準도 相當히 높혀도 無妨할 것이다. 카드뮴의 一日 安全 攝取量을 0.3mg 以下이라고 보고 乾燥海藻類의 一日 平均 攝取量을 10g 以下라고 본다면 乾燥海藻類에 있어서는 3ppm까지도 許容될 수 있으리라 생각된다.



### 3) 납

風乾試料에 對한 납含量的 全體的 變動範圍은 0.20~1.31ppm이며, 比較的 變動範圍가 좁다. 種類別로 보면 곰피가 0.57~1.0ppm, 平均이 0.86ppm로서 가장 높고, 다시마 0.20~1.3, 0.81, 톳 0.35~1.3, 0.73, 김 0.20~1.31, 0.69, 파래 0.20~1.10, 0.66, 모자반 0.25~1.22, 0.63, 미역 0.38~1.0, 0.63順으로 적다. 水銀 이나 카드뮴 含量과는 反對로 납 含量은 톳, 모자반이 比較的 적다. 그리고 地域別의 含量差는 그다지 없다.

납의 許容基準은 美國에서 野菜類 7ppm, 一般食品 2.75ppm이고, 水産物은 캐나다에서 10ppm로 定해져 있다. 이것을 基準으로 한다면 韓國海藻類의 납 含量은 乾燥海藻類일지라도 極히 安全한 狀態이다.

### 4) 구 리

全體的으로 보면 風乾試料에 對해서 0.90~17.0ppm이며 그 變動範圍가 크다. 種類別로는 파래가 4.23~17.0 ppm에 平均이 9.68ppm, 김이 4.10~7.56에 6.05, 미역이 1.68~11.8에 5.56, 톳이 0.90~9.68에 3.65, 곰피 가 1.84~4.87에 3.59, 모자반이 2.09~3.88에 3.02, 다시마가 1.60~5.72에 2.82이며 모자반, 다시마가 比較的 낮은 값이다. 地域別로는 釜山近海産이 大體로 높은 값이다. 海藻類에 있어서의 구리의 許容基準量은 勿論 定해져 있지 않지만, 사람은 一日 平均 2mg의 구리를 攝取해야 한다는 程度이므로 17.0ppm의 含量은 別로 問題가 되지 않는다.

## 要 約

1. 注文津, 浦項, 釜山, 忠武, 麗水, 莞島를 中心으로 한 食用海藻類 17種에 對한 水銀, 카드뮴, 납 구리 등 中毒性 重金屬의 含量分布를 調査하였다.

2. 水銀은 全國的으로 風乾物에 對해 <0.02~0.52ppm의 範圍에 있다. 파래가 <0.09~0.50ppm에, 平均이 0.36ppm로 가장 높고, 미역이 0.14~0.31에 0.25, 김이 <0.02~0.52에 0.19, 다시마가 <0.02~0.24에 0.10으로 가장 낮다. 그러나, 이 값을 生體에 對한 값으로 換算한다면 이것의 1/4~1/5 값밖에 되지 않는다.

各種類가 大體로 東海岸産보다 南海岸産이 含量이 많으나, 全般的으로는 安全基準값보다 낮다.

3. 카드뮴은 全體적으로 <0.02~1.48ppm이고, 톳이 0.41~1.18에 平均이 0.97로 가장 높고, 미역이 0.03~0.63에 0.33, 김이 0.04~0.67에 0.32ppm로 가장 낮다. 역시 生體試料에 對한 값은 이들의 1/4~1/5이 된다.

東海부의 돌김보다 西海부의 養殖김이 더욱 높은 값이고, 南海부의 養殖김이 가장 높으나, 역시 安全基準값보다 낮다고 볼 수 있다.

4. 납도 全體적으로 0.20~1.31ppm이며, 許容基準値以下이다. 生體의 含量은 0.05~0.3ppm 程度로 생각된다

5. 구리 역시 全體的으로 0.90~17.0ppm이므로, 問題되지 않으며, 生體로는 約 0.2~4.0ppm로 생각된다. 釜山近海産이 比較的 높은 값이다.

6. 韓國産 食用海藻類에 있어서는 中毒性重金屬含量的 水準은 아직 安全한 狀態이다.

(이 研究는 文敎部 研究助成費로 이루어졌으며, 本學敎授 元鍾勳博士, 그리고, 千炳浩, 徐閔熙, 尹泰守 諸君의 助力에 感謝합니다)

## 文 獻

- 1) 日本化學會, “化學と工業”, 21 : 289 (1970).
- 2) “Official Methods of Analysis of the AOAC” 11th ed., p. 412 (1970).
- 3) 日本化學會, “化學と工業”, 21 : 292 (1970).
- 4) 山本勇範, 熊丸尙宏, 林康久, 菅家惇, 分析化學, 20: 347(1971).
- 5) B. E. Saltzman, Anal. Chem., 25: 493 (1953).
- 6) “Official Methods of Analysis of the AOAC” 11th ed., p. 404 (1970).
- 7) J. F. Uthe, F. A. J. Armstrong and M. P. Stainton, J. Fish. Res. Bd. Canada, 27: 805 (1970).
- 8) 日本化學會, “化學と工業”, 23 : 476 (1970).
- 9) 日本厚生省公害課, “カドミウムによる環境汚染暫定對策要領” 1969年 9月 11日,