

## 海藻類의 無機成分

李鍾祐 · 成洛珠

慶尙大學 食品營養學科

### The Content of Minerals in Algae

Jong-Ho Lee and Nak-Ju Sung

*Dept. of Food and Nutrition, Gyeongsang National Univ.*

#### Summary

Sixteen species of algae (4 species of green algae, 5 species of brown algae and 7 species of red algae) were collected from the coast of Chungmu, Gyeongnam, from June to October, 1976. The content of minerals in algae were analyzed by Atomic Absorption Spectrophotometer.

The results were as followed

- 1) The content of Iron and Nickel in green algae were abundant, and those of Lead, Nickel and Manganese in brown algae were low.
- 2) The content of Cadmium were in the range of 0.58-1.04ppm (average: 0.85ppm) in green algae, 0.32-2.10ppm (average: 1.08ppm) in brown algae and 0.54-1.70ppm (average: 1.04ppm) in red algae. The content of Cadmium were in the range of 0.3-0.6ppm in laver, Porphyra tenera, sea mustard, Undaria pinnatifida, and tangle, Laminaria japonica, but its content was lower than those expected.
- 3) The content of Lead were in the range of 0.67-1.40ppm (average: 1.03ppm) in green algae, 0.60-1.00ppm (average: 0.82ppm) in brown algae, 0.56-2.40ppm (average: 1.28ppm) in red algae and its content in algae were lower than in fish and shellfish.
- 4) The content of Copper were in the range of 10.8-24.2ppm (average: 18.95ppm) in green algae, 7.4-24.6ppm (average: 18.16ppm) in brown algae, 6.4-31.2ppm (average: 19.94ppm) in red algae and those content were considerably abundant except for some algae.
- 5) The content of Nickel were in the range of 5.4-16.6ppm (average: 9.1ppm) in green algae, 1.0-4.4ppm (average: 2.32ppm) in brown algae and 0.7-4.6ppm (average: 2.59ppm) in red algae.

- 6) The content of Iron were in the range of 686.4-1159.0ppm (average: 916.5ppm) in green algae, 131.0-499.2ppm (average: 310.16ppm) in brown algae and 156.0-530.4ppm (average: 248.2ppm) in red algae. Especially, that of Iron in green algae showed higher value than in any other.
- 7) The content of Manganese were in the range of 48-221ppm (average: 157.25ppm) in green algae, 12-65ppm (average: 41ppm) in brown algae and 72-162ppm (average: 121ppm) in red algae. Especially, that of Manganese in brown algae showed lower value than in any other.
- 8) The content of Zinc were in the range of 191.3-451.1ppm (average: 290.05ppm) in green algae, 89.9-374.2ppm (average: 202.64ppm) in brown algae and 106.4-281.4ppm (average: 188.93ppm) in red algae.
- 9) The content of Magnesium were in the range of 0.48-1.83% (average: 1.27%) in green algae, 1.04-1.71% (average: 1.21%) in brown algae and 0.42-1.24% (average: 0.097%) in red algae.
- 10) The content of Fluorine were in the range of 29.2-92.7ppm (average: 53.03ppm) in green algae, 33.3-43.5ppm (average: 39.18ppm) in brown algae and 32.4-59.0ppm (average: 44.84ppm) in red algae.

## 緒 論

海藻의 種類는 約 8,000 種으로써 水溫, 鹽分의 濃度, 光線의 強弱, 潮汐의 干滿, 海流의 水深 등에 따라 分布되어 있으며 우리나라 沿岸에 自生하는 것은 414 種으로 報告되어 있다 (Kang, 1966).

海藻類는 一般植物에 비해 炭水化合物 및 蛋白質이 豊富하고 無機成分도 그 種類나 含量이 豊登하여 옛 부터 食用, 湖料, 藥用 또는 家畜飼料 및 肥料 등으로 널리 利用되었을 뿐만 아니라 最近에는 未來의 食糧 資源으로 指目되어 活潑한 研究가 進行되고 있다.

海藻類의 成分에 關한 報告로써는 權과 李 (1960), 李 등 (1960), 李 등 (1961, 1962 a, 1962 b), 李 (1965), 朴 등 (1967a, b)에 의한 海藻類의 一般成分, 遊離아미노酸, 비타민 그리고 蛋白質抽出 등에 대한 報告들이 있고, 無機成分含量에 關한 研究는 石橋와 山本 (1956 a, b, c), 山本 (1960 a, b), 山本 등 (1965), 石橋와 藤永 (1965)의 日本産 海藻類의 無機成分에 대한 일련의 報告와 Black 와 Mitchell (1952)의 英國産 海藻類의 망간, 철, 크롬 등의 含量調査가 있었으며 森井 (1962)는 同一地方에서 季節別로 海藻類를 採取하여 알루미늄 및 철의 含量을 定量하는 등 그外 다소의 報告가 있었으나 지금까지 韓國産 海藻類의 無機成分에 대한 研究는 거의 報告되어 있지 않으므로 著者들은 比較的 利用도가 높고 生産量이 많은 海藻類 16 種을 選定하여 重金屬을 中心으로 한 無機成分의 含量을 分析 檢討하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 試 料

1976年 6月부터 10월에 걸쳐 慶南 忠武에서 綠藻類 4種, 褐藻類 5種, 紅藻類 7種을 採集하여 海水中에서 雜藻類, 土砂 등을 選別 除去하고 水道水로 2回, 蒸溜水로써 3回 迅速히 洗滌한 後 日乾하여  $1 \times 1 \text{ cm}$ 의 크기로 切斷한 다음 均一하게 混合하여 試料로 하였다.

### 2. 實驗方法

水分은 常法에 準하였고 灰分은 ADAC法의 植物試料 灰分定量法에 의해 定量하였다.

철, 망간 및 마그네슘: 堤忠一 등 (1976)의 方法에 따라 各 試料 5g을 精秤하여  $450 \sim 500^\circ \text{C}$ 에서 灰化한 後 過鹽素酸과 窒酸 各 5ml를 加하여 炭塊를 分解하고 N HCl 溶液으로써 100 ml로 만들어 동양여지 No 5B 로써 濾過한 後 濾液을 取하여 Table 1과 같은 條件으로 原子吸光分光光度計를 使用하여 吸光度를 測定하여 標準曲線으로부터 各 成分을 定量하였다.

카드뮴, 납, 구리, 니켈 및 아연: APDCMIBK 抽出法 (1972)으로 上記 方法으로 濾過한 濾液 30 ml을 分液깔때기에 取하여  $\text{NH}_4\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$  (1 + 1 v/v) 溶液 및 B. P. B 脂系藥 2滴을 加하여 PH 3.5~4.0으로 調節하고 飽和黃酸암모늄溶液 40 ml와 1% APDC 溶液 2 ml을 加하여 가볍게 混和, 定置 (3分間)한 後 MIBK 溶液 5 ml를 加하

Table 1. Conditions of Atomic Absorption Spectrophotometer

(Hitachi 207)

Classification Element	Wave length (A°)	Lamp current (mA)	Air flow (ℓ/min)	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> flow (ℓ/min)	Slit width (A°)
Cd	2288	10	13	2.5	1
Pb	2833	10	13	2.5	1
Cu	3247	10	13	2.5	1
Ni	2320	10	13	2.5	1
Zn	2138	10	13	2.5	1
Fe	2483	15	13	2.5	1
Mn	2795	10	13	2.5	1
Mg	2852	10	13	2.5	1

여 5분간激烈히 混和하고 3분간 定置한 다음 MI-BK 層을 分離하여 Table 1 과 같은 條件으로 原子 吸光分光光度計로써 吸光度를 測定하고 標準曲線으로 부터 各 成分의 含量을 求하였다.

불소: 細碎한 試料 5 g에 Ca(OH)<sub>2</sub> 1 g, 再蒸溜水 20 ml 를 加하여 加熱蒸發 乾固한 後 600 ± 50 °C 에서 灰化하여 再蒸溜水 20 ml 와 Phenolph-talein 3 滴을 加하고 10 % NaOH 溶液으로써 알카리성으로 하여 再蒸溜水 20 ml 을 使用하여 Kjeldahl flask 에 옮기고 黃酸 20 ml 와 Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.5 g 을 加하여 glass beads 를 넣고 水蒸氣 蒸溜하여 流出液 160 ml 를 捕集한 後 再蒸溜水로써 200 ml 로 만들었다. 蒸溜條件은 Bunsen burner 를 使用하여 flask 內의 溫度가 135 °C 로 된 後 水蒸氣를 通하기 시작하여 flask 內의 溫度가 145 ± 5 °C 를 維持하도록 加熱調節하였다. 그리고 流出液 20 ml 를 Volumetric flask 에 取하여 Zirconium-Alizarine 溶液 2 ml 를 加하고 再蒸溜水로써 100 ml 로 만들어 30분간 放置한 後 Backman Dn 型 分光光度計를 使用하여 520 mμ 의 極大波長에서 吸光度를 測定하고 불소 標準溶液으로 作成된 檢量曲線으로 부터 算出하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 灰 分

海藻類의 無機成分은 環境海水로 부터 選擇의 吸收集積되는 것으로 그 含量은 季節, 環境 등의 自然的인 條件에 상당한 影響을 받는 것으로 報告되어 있으므로 (Fujikawa, 1971) 地域別로 秀節의 인 含

量變動의 檢討가 必要하나 本 實驗에서는 우선 秀節에 關係없이 代表的인 含量을 밝히기 爲하여 海藻類의 主要生産地에서 收穫適期에 採取하여 試料로 하였으며 試料調製時 附着海水와 土砂 등의 異物質에 의하거나 水滲에 의한 溶出이 미치는 影響을 灰分量으로 미루어 충분히 檢討한 後 試料調製條件을 定하였다.

海藻類別 灰分量을 比較해 보면 綠藻類 20.6 ~ 27.6 % (平均: 23.2 %), 褐藻類 16.4 ~ 20.4 % (平均: 18.46 %), 紅藻類 16.7 ~ 21.3 % (平均: 19.77 %)의 分布로써 綠藻類가 比較의 많은 편으로 나타났다.

### 2. 無機成分

海藻類 16種에 대한 藻類別 無機質 含量은 Table 2 와 같다. 全體적으로 檢討해 볼 때 綠藻類에서는 鎳, 니켈의 含量이 特히 많고 褐藻類에서는 망간, 니켈 含量이 낮은 것을 除外하고는 海藻類別 커다란 含量着異는 없었으며 同一系 海藻中 種類別 含量差異도 구리, 마그네슘 및 카드뮴 등에서 몇가지 海藻가 特異한 含量着異를 나타내었을 뿐 大體로 均等한 含量分布를 나타내고 있으므로 環境海水가 海藻類의 無機成分 含量에 큰 影響을 미치고 있는 結果로 推察된다. 特히 褐藻類中의 鬚과 모자반의 경우에는 카드뮴, 니켈, 철의 含量이 높은 반면 구리, 아연의 含量은 낮은 것을 볼 수 있었는데 이는 다른 海藻에 비해 無機成分 吸收集積의 選擇性이나 藻體의 特異성에 基因된 것으로 생각된다.

카드뮴: 韓國產 魚貝類의 카드뮴 含量은 0.02 ~ 0.78 ppm (平均: 0.12 ppm) 으로 報告되어 있으나 (元, 1973), 海藻類의 경우는 魚貝類보다 약간 높

Table 2. The contents of Minerals in Algae ( on wet base, ppm )

Species	Moisture (%)	Ash (%)	Cadmium	Lead	Copper	Nickel	Iron	Manganese	Zinc	Magnesium	Fluorine (%)
<u>남각파래</u> <i>Enteromorpha compressa</i>	16.24	27.6	0.86	1.04	20.4	6.0	1159.0	221	224.3	1.62	42.8
<u>가시파래</u> <i>Enteromorpha prolifera</i>	17.42	23.2	0.58	0.67	10.8	5.4	968.0	146	191.3	1.13	92.7
<u>구렁알파래</u> <i>Ulva pertusa</i>	15.68	21.4	0.92	1.26	24.2	8.4	852.6	214	451.1	1.83	47.4
<u>칭각</u> <i>Codium fragile</i>	15.05	20.6	1.04	0.78	20.4	16.6	686.4	48	293.5	0.48	29.2
<u>미역</u> <i>Undaria pinnatifida</i>	18.21	16.4	0.48	0.82	24.6	1.6	265.4	36	374.2	1.11	42.3
<u>다시마</u> <i>Laminaria japonica</i>	18.36	18.4	0.56	0.98	36.0	1.0	234.0	12	120.1	1.07	36.8
<u>곰피</u> <i>Ecklonia stolonifera</i>	17.14	20.4	0.32	0.60	14.8	1.2	131.0	38	325.9	1.12	33.3
<u>북꽃</u> <i>Hizikia fulvellum</i>	16.46	18.3	1.94	1.00	8.0	3.4	499.2	65	103.1	1.04	43.5
<u>모자반</u> <i>Sargassum sagamianum</i>	18.24	18.0	2.10	0.71	7.4	4.4	421.2	54	89.9	1.71	40.0
<u>우뚝가사리</u> <i>Celidium amansii</i>	17.24	21.3	1.42	1.16	22.4	2.4	212.2	162	143.0	0.95	59.0
<u>돌가사리</u> <i>Gigartina tenella</i>	19.65	21.2	1.70	1.70	31.2	4.6	202.8	162	158.1	1.01	45.8
<u>풀가사리</u> <i>Gloiopeltis tenax</i>	19.81	20.8	1.06	1.50	28.0	3.2	244.0	120	281.4	1.06	32.4
<u>불등가사리</u> <i>Gloiopeltis furcata</i>	18.84	20.4	1.01	0.71	23.6	2.4	234.0	146	196.7	1.09	40.4
<u>김</u> <i>Porphyra tenera</i>	15.14	16.7	1.54	0.56	13.6	0.8	530.4	78	106.4	0.42	34.4
<u>진두랄</u> <i>Chondrus ocellatus</i>	19.10	19.4	0.58	0.92	14.4	4.0	156.0	107	265.5	1.03	55.4
<u>도박</u> <i>Pachymeniopsis elliptica</i>	18.26	18.6	0.96	2.40	6.4	0.7	158.6	72	171.4	1.24	46.5

은 값을 보여 綠藻類 0.58~1.04 ppm (平均: 0.85 ppm), 褐藻類 0.54~1.70 ppm (平均: 1.04 ppm)의 分布이었으며 그 중 툫과 모자반은 1.94 ppm, 2.10 ppm으로써 상당히 높은 含量이었고 日常 食用으로 가장 많이 利用되고 있는 김 (0.54 ppm), 미역 (0.48 ppm), 다시마 (0.56 ppm) 등은 魚貝類에 비해 예상외로 낮은 含量을 나타내었다. 此外 청각과 가사리類는 모두 1.0 ppm 以上の 含量을 보이고 있음이 注目된다.

납: 납의 含量은 綠藻類 0.67~1.40 ppm (平均: 1.03 ppm), 褐藻類 0.60~1.00 ppm (平均: 0.82 ppm), 紅藻類 0.56~2.40 ppm (平均: 1.28 ppm)으로써 도박의 2.4 ppm을 除外하고는 全部 2.0 ppm 以下の 含量이었으며 褐藻類는 모두 1.0 ppm 以下로써 상당히 낮은 값을 보이고 있다. 美國, 캐나다 등지에서 水産物의 납 허용량이 大體로 2.0~5.0 ppm으로 되어 있고 韓國産 魚貝類의 납의 含量이 0.06~4.84 ppm으로 報告되어 있음을 볼 때 이들 海藻類의 납의 含量은 특히 낮은 것으로 判斷된다.

구리: 구리의 含量은 個體間的 差異가 약간 엇보이는 것으로써 綠藻類 10.8~24.2 ppm (平均: 18.95 ppm), 褐藻類 7.4~24.6 ppm (平均: 18.16 ppm) 紅藻類 6.4~31.2 ppm (平均: 19.94 ppm)으로 들어가나 石橋와 山本 (1958 a, b, c)의 報告值 (6.1~27.7 ppm)에 비하면 全般的으로 높은 含量을 보이고 있는데 도박 6.4 ppm, 모자반 7.4 ppm, 툫 8.0 ppm 등은 10 ppm 以下로 나타나 있으나 20 ppm을 超過하는 것이 9種이나 되어 이는 韓國産 魚貝類의 구리 含量 0.12~28.7 ppm에 비해서 상당히 높은 값이었으며 특히 다시마는 36.0 ppm으로 가장 높은 含量을 보이고 있다.

니켈: 니켈의 含量은 綠藻類 5.4~16.6 ppm (平均: 9.1 ppm), 褐藻類 1.0~4.4 ppm (平均: 2.32 ppm), 紅藻類 0.7~4.6 ppm (平均: 2.59 ppm)으로써 海藻類別의 平均 含量을 比較해 보면 綠藻類가 가장 높고 褐藻類가 가장 낮은 값을 보이고 있으나 山本 등 (1965)의 報告에 의하면 綠藻類 0.75~10.90 ppm, 褐藻類 0.36~8.62 ppm, 紅藻類 0.23~4.31 ppm으로 紅藻類가 가장 낮은 값을 보이고 있어 약간 相異한 結果였다. 海藻別로 比較해서 가장 낮은 含量은 紅藻類의 도박 (0.7 ppm)과 김 (0.8 ppm)이었고 綠藻類인 청각은 16.6 ppm으로 가장 높은 含量이었다.

철: 철은 各 海藻間에 含量 差異가 크게 나타난 것으로 그 含量을 살펴보면 綠藻類 686.4 ~ 1,159.0

ppm (平均: 916.5 ppm), 褐藻類 131.0 ~ 499.2 ppm (平均: 310.16 ppm), 紅藻類 156.0 ~ 530.4 ppm (平均: 248.2 ppm)으로써 綠藻類는 다른 海藻類에 비하여 높은 값을 나타내었고, 김은 530.4 ppm으로써 紅藻類中에서 특히 높은 含量이었다. 海藻類의 철 含量에 對하여 Black 와 Mitchell (1952)이 138 ~ 3380 ppm, 山本 (1960 a, b)가 52 ~ 3,410 ppm으로 밝혀지며 森井 (1962)는 綠藻類 300 ~ 3,020 ppm, 褐藻類 40 ~ 3,310 ppm, 紅藻類 50 ~ 1,460 ppm으로 報告되어 있어 海藻類中의 철 含量은 綠藻類 48~221 ppm (平均: 157.25 ppm), 褐藻類 12~65 ppm (平均: 41 ppm), 紅藻類 72 ~ 162 ppm (平均: 121 ppm)이었는데 Black 와 Mitchell (1952)의 分布值 (90~800 ppm)나 石橋와 山本 (1958 a, b, c)에 의하여 報告된 含量과 比較해 볼 때 약간 相異한 含量 分布를 나타내고 있으며 山崎 (1966)는 海藻類中의 平均 含量은 철 含量과 비례關係가 있다고 했는데 本 實驗 結果에서는 部分的으로 비슷한 傾向을 나타내고 있을 뿐이었고 褐藻類는 다른 海藻類에 비하여 상당히 낮은 含量임을 볼 수 있다.

아연: 아연은 海藻類中에 많이 分布되어 있는 Phycobilin 色素의 生成 因子일 뿐 아니라 生長과 蛋白質 生成에도 必須의인 元素로 알려져 있다 (野田, 1971).

褐藻類의 아연 含量은 綠藻類 191.3 ~ 451.1 ppm (平均: 290.05 ppm), 褐藻類 89.9 ~ 374.2 ppm (平均: 202.64 ppm), 紅藻類 106.4 ~ 281.4 ppm (平均: 188.93 ppm)으로 나타났는데 石橋와 山本 (1958 a, b, c)의 結果 綠藻類 35~332 ppm, 褐藻類 16~680 ppm, 紅藻類 25~268 ppm와 比較해 볼 때 含量의 上下 限線 및 各 海藻類間의 含量 比較에 多少 相異한 結果를 볼 수 있었으며, 最少 含量은 모자반 89.9 ppm, 最多 含量은 구멍갈파래의 451.1 ppm이었다.

마그네슘: 마그네슘 含量은 綠藻類 0.48~1.83 % (平均: 1.27 %), 褐藻類 1.04~1.71 % (平均: 1.21 %), 紅藻類 0.42~1.24 % (平均: 0.97 %)의 分布를 보이고 있는데 山本 (1960 a)의 報告에 의하면 0.03~4.43 %의 含量으로써 보다 폭이 넓은 分布를 나타내고 있다.

Mita (1961)는 綠藻類나 紅藻類의 無機成分에 對한 研究에서 綠藻類에는 특히 마그네슘 含量이 높다고 報告하였으나 本 實驗 結果에서는 파래類가 다른 海藻類에 비해 높은 含量이었으나 청각은 오히려

0.48 ppm 으로써 김 (0.42 ppm) 과 함께 가장 낮은 함량을 나타내고 있어 Mita (1961) 등에 詳細한 結果를 提示하고 있다.

불소: 불소는 海藻類中에 特히 많이 含有되어 있어 綠藻類 29.2~92.7 ppm (平均: 53.03 ppm), 褐藻類 33.3~43.5 ppm (平均: 39.18 ppm), 紅藻類 32.4~59.0 ppm (平均: 44.84 ppm) 으로 나타났는데 韓國產 食品中의 불소함량을 살펴보면 植物性 食品中의 불소함량은 0.5~12.0 ppm 으로 참깨種子 (11.0 ppm), 들깨잎 (9.5 ppm), 들깨種子 (12.0 ppm), 고추種子 (8.0 ppm) 등을 除外하고는 모두 낮은 함량이었으며 海藻類의 경우는 미역 26.0 ppm, 김 20.58 ppm, 파래 20.80 ppm 으로써 本實驗結果보다 約 14~20 ppm 정도 낮은 함량으로 報告되어 있다 (張, 1967).

### 要 約

1976年 6月부터 10月 사이에 慶南 忠武 一圓에서 比較的 利用度가 높고 生産量이 많은 海藻類 16種을 採集하여 重金屬을 中心으로 한 無機成分을 分析하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1) 一般的으로 綠藻類에는 철, 니켈 등의 함량이 높은 반면 褐藻類에는 납, 니켈 및 망간 등이 낮은 함량을 보였으며 카드뮴, 구리, 니켈 및 마그네슘 등에서도 몇 가지 海藻類가 特別한 含量差異를 나타내었다.

2) 카드뮴함량은 綠藻類 0.58~1.04 ppm (平均: 0.85 ppm), 褐藻類 0.32~2.10 ppm (平均: 1.08 ppm), 紅藻類 0.54~1.70 ppm (平均: 1.04 ppm) 이었는데 김, 미역, 다시마 등은 0.3~0.6 ppm 의 分布로써 예상외로 낮은 함량을 나타내었다.

3) 납의 함량은 綠藻類 0.67~1.40 ppm (平均: 1.03 ppm), 褐藻類 0.60~1.00 ppm (平均: 0.82 ppm), 紅藻類 0.56~2.40 ppm (平均: 1.28 ppm) 으로써 魚貝類에 比해서 상당히 낮은 함량이었다.

4) 구리의 함량은 綠藻類 10.8~24.2 ppm (平均: 18.95 ppm), 褐藻類 7.4~24.6 ppm (平均: 18.16 ppm), 紅藻類 6.4~31.2 ppm (平均: 19.94 ppm) 의 分布이었는데 몇 種의 海藻를 除外하고는 全般的으로 높은 함량을 보이고 있다.

5) 철의 함량은 綠藻類 686.4~1,159.0 ppm (平均: 916.5 ppm), 褐藻類 131.0~499.2 ppm (平均: 310.16 ppm), 紅藻類 156.0~530.4 ppm (平均: 248.2 ppm) 으로써 綠藻類는 다른 海藻類에 比하여 特히 높은 값을 나타내었다.

6) 망간의 함량은 綠藻類 48~221 ppm (平均: 157.25 ppm), 褐藻類 12~65 ppm (平均: 41 ppm), 紅藻類 72~162 ppm (平均: 121 ppm) 의 分布로써 褐藻類는 特히 낮은 함량을 나타내었다.

7) 아연의 함량은 綠藻類 191.3~451.1 ppm (平均: 290.05 ppm), 褐藻類 89.9~374.2 ppm (平均: 202.64 ppm), 紅藻類 106.4~281.4 ppm (平均: 188.93 ppm) 이었다.

8) 마그네슘함량은 綠藻類 0.48~1.83 % (平均: 1.27 %), 褐藻類 1.04~1.71 % (平均: 1.21 %), 紅藻類 0.42~1.24 % (平均: 0.97 %) 이었다.

9) 불소는 海藻類中에 特히 많이 含有되어 있어서 綠藻類 29.2~92.7 ppm (平均: 53.03 ppm), 褐藻類 33.3~43.5 ppm (平均: 39.18 ppm), 紅藻類 32.4~59.0 ppm (平均: 44.84 ppm) 이었다.

### 文 獻

1) Black W.A.P, R.L. Mitchell (1952) : Contents of mineral in brown algae. J. Marine Biol. Associ. U.K. 30, 575.

2) 張阪燮 (1967): 韓國產 食品의 弗素含量에 關한 研究 (1). 中大論文集., 12, 413~424.

3) Fujikawa, J., M. Yahiro, T. Hignchi and M. Wada (1971): Correlation between the chemical composition of lavers and the environmental factors - II. Influences by change of components in the culture seawater on the chemical composition of lavers. Bull. Japan, Soc. Sci. Fish., 37 (5), 654~670.

4) 石橋雅義·藤永一郎 (1965): 海藻中の亞鉛含有量. 日水誌., 86 (7), 78~83.

5) 石橋雅義·山本俊夫 (1958a): 海藻の化學的研究 (その 3). 海藻中の灰分, ナトリウム, カリウムの定量分析. 日化誌., 79 (10), 33~37.

6) 石橋雅義·山本俊夫 (1958b): 海藻の化學的研究 (その 4). 海藻中のマンガンの定量分析 (1). 日化誌., 79 (10), 38~41.

7) 石橋雅義·山本俊夫 (1958c): 海藻の化學的研究 (その 5). 海藻中のマンガンの定量分析 (2). 日化誌., 79 (10), 41~44.

8) Kang, J. W. (1966): On the geographical distribution of marine algae in Korea. Bull. Pusan Fish. Col., 7, 1-138.

9) 權泰完·李泰寧 (1960): 미역 중의 단백질 및

비단백질 획득 중의 아미노산 정량에 대하여 農化誌., 1, 55~62.

10) 李基寧·李春寧·李泰寧·權泰完(1960): 海藻類의 아미노酸 組成에 관하여 科연 휘보., 5, 129~132.

11) 李敏載·洪淳佑·李仁圭(1961): 褐藻類의 유리 아미노산 함량과 그의 상관성 연구 I. 藻類의 화학적 성분조성 및 계통적 상관성에 대하여 서울大論文集(D)., 10, 1~14.

12) 李敏載·洪淳佑·李仁圭(1962a): 數群 紅藻類의 유리 아미노酸 分布에 따른 系統學的 研究 藻類의 化學成分과 系統學的 相關성에 대하여 서울大論文集(D)., 11, 1~16.

13) 李敏載·洪淳佑·李仁圭(1962b): 數群 綠藻類의 유리 아미노酸 分布에 따른 系統學的 相關성에 대하여(III). 한국식물학회지, 5, 25~32.

14) 李鉉琪(1965):: 미역의 아미노산 및 비타민에 대한 營養學的 研究. 化學會誌., 9, 201~210.

15) Mita(1961): Chemical studies on the green sea weeds -II. on the inorganic components of ENTEROMORPHA COMPRESSA ULVA DERTUSA and their mucilages. Bull. Jap. Soc. Fish, 22(9), 558~559.

16) 森井ふじ(1962): 海藻のアルミニウムおよび鐵の含有量. 日化誌., 93(1), 78~81.

17) 日本分析化學會關東支部, 公害分析指針. 7. 食品編, 1-a, 51-67(1972).

18) 堤忠一·小泉英夫·吉川誠次(1976): 溶媒抽出による原子吸光法のための各種食品の乾式灰化方法. 分析化學, 25, 155-158.

19) 元鍾勲(1973): 韓國產 魚貝類中の 水銀, 카드뮴, 납, 구리의 含量. 韓水誌., 6, 1-19.

20) 野田宏行(1971): 海藻の生化學的研究-III. アサクサノリの品質化無機成分との關係. 日水誌., 37(1), 3-39.

21) 山崎傳(1966): 微量要素と多量要素. 博友社.

22) 山本俊夫(1960a): 海藻の化學的 研究(その6). 海藻中のカルシウム, マグネシウム, リンの含有量について. 日化誌., 81(3), 32~34.

23) 山本俊夫(1960b): 海藻の化學的 研究(その7). 海藻中の鐵含有量について. 日化誌., 81(3), 34-38.

24) 山本俊夫·藤田哲雄·石橋雅義(1965): 海藻中のユベルトおよびニッケル含量. 日化誌., 86(1), 53~58.