

海藻中の有用微量成分に関する研究 —— マコンブ藻体中のヒ素および鉄の分布と変動 ——

福永健治¹⁾・鈴木 聡¹⁾・鈴木 鐵也¹⁾・高間浩蔵¹⁾・安本教博²⁾
(¹⁾北海道大学水産学部*, ²⁾京都大学食糧科学研究所**)

Studies on the Micro-Nutrients in the Seaweed Seasonal Fluctuation of Iron and Arsenic Distributions in Kombu, *Laminaria japonica*

Kenji FUKUNAGA¹⁾, Satoru SUZUKI¹⁾, Tetsuya SUZUKI¹⁾, Kozo TAKAMA¹⁾, and Kyoden YASUMOTO²⁾

¹⁾Laboratory of Food Hygiene, Faculty of Fisheries, Hokkaido University

²⁾The Research institute for Food Science, Kyoto University

Contents of iron and arsenic in the different parts of Kombu blade (*Laminaria japonica*) at different growth stages collected off the seashore of Aomori and Hokkaido prefectures in different seasons were determined by atomic absorption spectrometry. The iron content at the apex from the annual blades was higher than that of the base. However, the reverse tendency was recognized in the iron content in the samples obtained from the biennial blades: iron distribution in blades showed remarkable differences from other inorganic constituents. The arsenic content at the base, corresponding to the blade meristem, was higher than that of the apex at any stages examined. Although arsenic content varied with the season, and was highest in June, which was proportional to the increase in the size of blade length, it did not show any remarkable distribution change accompanied with growth of blade as recognized in iron.

海洋は地球全面積の約70%を占めている。最近、海洋生物資源が注目を集めているが、その一つにコンブの有効利用がある。コンブの食品としての歴史はきわめて古いが、最近では機能性食品素材、医薬品、飼料さらにはハイテク素材原料としても脚光を浴びており、マコンブ (*Laminaria japonica*) はその代表的なものである。コンブ藻体中に含まれている成分でよく知られ、かつ利用されているものはグルタミン酸と糖類である。また、ヨードをはじめとする無機化合物も多い。これは海水がほとんど全ての

*所在地：北海道函館市港町3-1-1(〒041)

**所在地：京都府宇治市五ヶ庄(〒611)

元素を溶存しているためであり、陸上植物が養分を根から吸収するのに対しコンブは藻体全体で吸収するため含まれる無機成分も陸上の植物に比べ、種類、含有量ともに高いためであろう¹⁾。しかし、個々の元素の化学的存在形態、生物学的存在意義などについては未だほとんど解明されていない。たとえば鉄は、その存在形態、生理機能、藻体内分布のいずれも不明である。また、ヒ素は海水中の低濃度の無機態ヒ素を吸収し、藻体中に濃縮・蓄積するものと考えられており、とりわけ褐藻類での含有量が高いことが判っている²⁾。ヒ素はコンブ藻体内で糖の分子を構成していることが判っているものの³⁾、成長や生理機能に対する作用などは明らかにはなっていない。

我々は、海洋生物の機能および有用物質の有効利用を目的に海藻中の微量栄養成分について調べている。微量成分の存在形態、生理機能を明らかにするのに先だって、藻体内における微量無機成分の変動を特に鉄とヒ素について藻体部位と藻体の成長時期との関係から比較検討した。

材料と方法

今回の実験にはマコンブ (*Laminaria japonica*) を用いた。但し、鉄の分析用試料には青森県大間町において1987年10月に採取した1年生および2年生の天然藻体を用い、ヒ素の分析には北海道函館市石崎町において1986年11月に沖出しした促成養殖藻体を、それぞれ藻体水分量が10~15%程度になるまで自然乾燥させたのち分析試料とした。試料藻体は Fig. 1 に示すように、鉄分析用の試料は A, B, C 部分

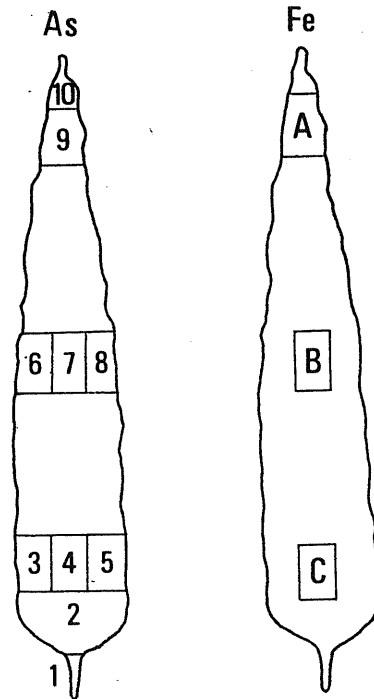


Fig. 1. Scheme showing sampled parts of Kombo frond.

に3分割し、ヒ素分析用試料は1～10で示した部分に分割して分析に供した。鉄分析用試料はB部分が藻体の中央に、またヒ素分析用試料は6, 7, 8の部分が藻体の中央にくるように分割した。各部位をセラミックハサミで細切し、湿式分解後フレイムレス原子吸光光度計(日立180-30型)を用いて定量を行った。

結果と考察

コンブ藻体中の主要元素の部位別含有量を Table 1 に示す。分析した無機成分の中で鉄の分布には際立った局在性が認められた (Table 1)。すなわち、鉄含有量は1年生藻体では藻体の先端部に高く、中央部、葉柄部付近と下部になるにしたがい著しく減少し、葉柄部付近は先端部の約1/8であった。一方、2年生藻体では葉柄部付近での含有量が高く、先端部から下部に向かうにしたがい鉄含有量は増加し、葉柄部付近では先端部の10倍以上もの鉄含量が認められた。子嚢班部と子嚢班部以外の部位での鉄含量に差が見られたという細田の報告⁴⁾からも鉄は藻体の成長になんらかの成長因子として関与しているものと考えられる。

Table 1. Inorganic elements of Kombu (*Laminaria japonica*)

		mg% on dry basis						
		K	Na	Ca	Fe	Cd	Cu	Mg
Annual	blade A	7,600	3,100	960	21.6	≤ 1	≤ 1	600
Annual	blade B	8,300	3,100	720	11.3	≤ 1	≤ 1	610
Annual	blade C	6,500	2,700	550	2.7	≤ 1	≤ 1	600
Biennial	blade A	5,300	2,800	1,050	2.8	≤ 1	≤ 1	620
Biennial	blade B	3,800	2,100	840	6.0	≤ 1	≤ 1	510
Biennial	blade C	3,100	1,700	660	30.4	≤ 1	≤ 1	430

ヒ素については3月採取試料から7月採取試料のいずれについてもヒ素含有量は葉柄部付近に多く、先端部には少ない傾向が認められた。また、月別に含有量を比較すると3月から6月にかけて、とくに茎葉移行部に相当する2, 3, 4, 5部位でヒ素含有量が増加する傾向が認められ、6月採取試料では3月採取試料の約1.5倍であった (Fig. 2)。藻体の中央部では顕著な月別変動は認められなかった。先端部では3月から4月に急減し茎葉移行部でのそれとは逆の変動傾向を示した (Fig. 3)。

各月のマコンブ全長の平均値と茎葉移行部に相当する2, 3, 4, 5の各部位におけるヒ素含有量の平均値を Fig. 4 に示す。マコンブ全長の平均値の季節的変動から判断して、3月から6月までの期間は明らかに成長期にあたり、6月が成熟期にあたることを示している。コンブの成長に伴い茎葉移行部のヒ素含有量も増加し、全長が最も長くなる6月にヒ素含有量が最高値を示し、先枯れする7月には減少している。同じ褐藻類であるヒジキについても田川⁵⁾らは成長に伴い、ヒ素含有量が増加すると報告している。彼らの結果も著者らがマコンブで得たのと同様、ヒジキにおいても成長とヒ素含有量との間に密接な関係があることを示唆するものである。

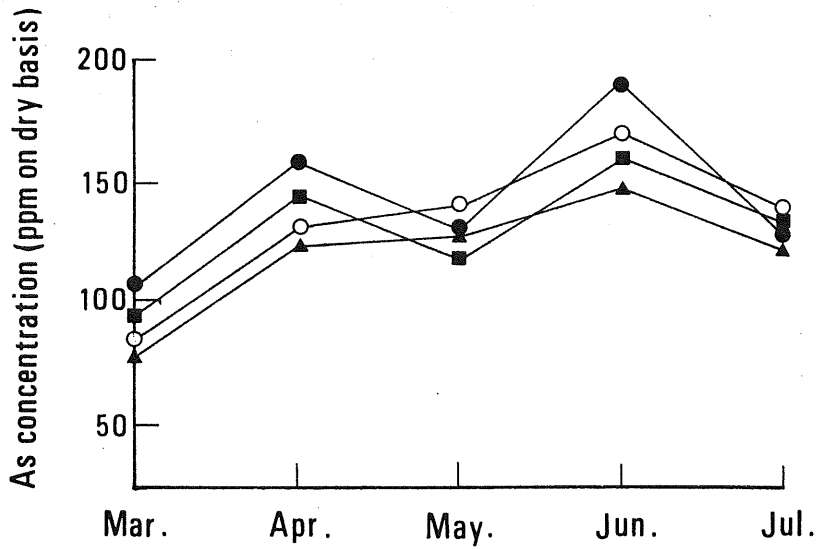


Fig. 2. Seasonal variations of arsenic concentration of Kombu, (*Laminaria japonica*) ●, Position No. 2 ; ▲, Position No. 3 ; ■, Position No. 4 ; ○, Position No. 5.

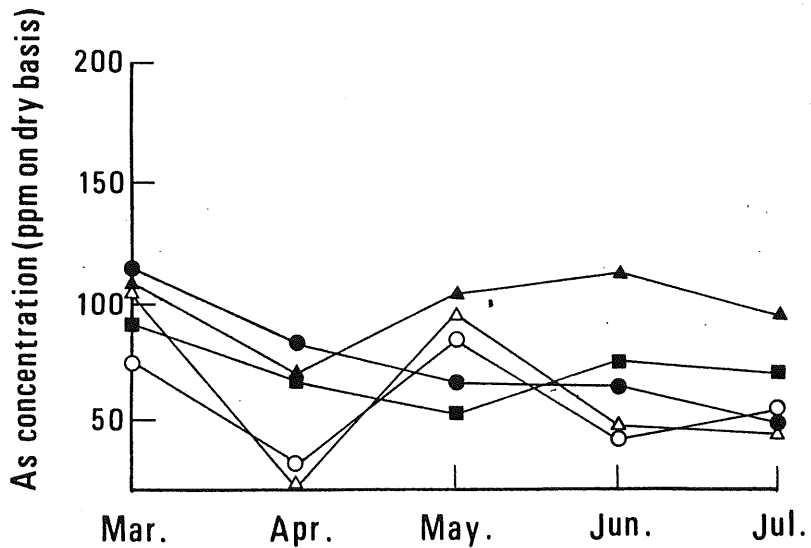


Fig. 3. Seasonal variations of arsenic concentration of Kombu, (*Laminaria japonica*) ●, Position No. 6 ; ▲, Position No. 7 ; ■, Position No. 8 ; ○, Position No. 9 ; △, Position No. 10.

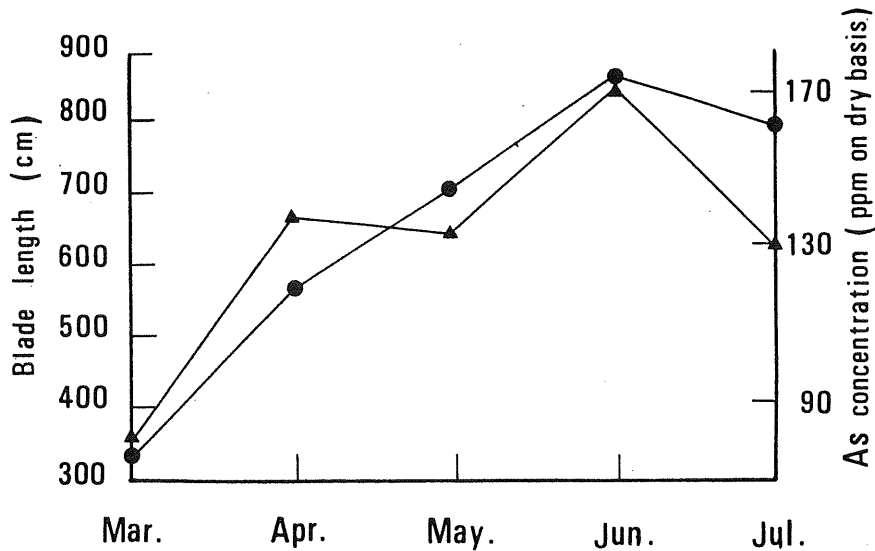


Fig. 4. Seasonal variations of blade length and arsenic concentration. The arsenic concentrations were mean values of three samples, position No. 2, 3, 4 and 5. The blade length was mean value of three samples, ●, Blade length ; ▲, Arsenic concentration.

今回の実験結果から鉄およびヒ素の成長に伴う藻体内分布の変動は、これらの元素がコンブの成長や代謝調節に関与する生体制御系と何らかの関係があるものと考えられるが、その詳細については全く不明である。コンブ藻体中の鉄はチトクローム系に関与していると言われている。一方、ヒ素はアルセノ糖として存在することが知られており、またある種の高産動物ではホスファチジルコリンのアナログとして存在することも知られているが⁶⁾、いずれもその生合成経路、生体における生理的意義については未解決の部分が多く、今後この分野での研究の進展が期待される。

謝 辞

本実験に使用したコンブを御提供いただいた北海道函館市石崎漁業協同組合、青森県大間町漁業協同組合に対し深く感謝の意を表します。

文 献

1. 土屋靖彦 (1965) 改訂水産化学, 恒星社厚生閣, 東京: pp. 386-388
2. 田川昭治 (1985) ヒ素—化学・代謝・毒性, 恒星社厚生閣, 東京: pp. 59
3. SHIBATA, Y., M. MORITA and J. S. EDMONDS (1987) Agric. Biol. Chem. 51(2): 391-398
4. 細田毅一 (1972) 日水誌 38(12): 1405-1409
5. 田川昭治, 小島良夫 (1981) 水大校研報 25(1): 67-74
6. 前田 滋 (1988) ぶんせき (9): 671-673