

忍路湾産ホソメコンブの化学成分の季節変化

松山恵二・阿部英治・金子 孝

北海道立中央水産試験場 (046 北海道余市郡余市町浜中町238)

MATSUYAMA, K., ABE, E., and KANEKO, T. 1982. Seasonal variation of chemical components of *Laminaria religiosa* at Oshoro Bay, Hokkaido. Jap. J. Phycol. 30: 134-138.

The seasonal variation in the contents of ash, total nitrogen, total carbon and calorific values in *Laminaria religiosa* MIYABE from Oshoro Bay, Hokkaido were investigated. Ash content in dry fronds was at a maximum (32-40%) in April and at a minimum (ca 20%) in September, total nitrogen was at a maximum (ca 3%) in March to April and at a minimum (ca 0.5%) in July. Total carbon was at a maximum (34%) in October and at a minimum (26-29%) in May. The ratio of total carbon to total nitrogen in thalli collected from 0-1.2 meter depth attained a maximum (ca 25) in October and a minimum (ca 9.5) in March to April and that from 1.2-3.4 meter depth attained a maximum (45-65) in July and a minimum (10-14) in April to May. The calorific values were at a maximum (3.27-3.43 kcal) in September and at a minimum (2.69-2.81 kcal) in April to May.

Key Index Words: ash; calorific values; *Laminaria religiosa*; *Phaeophyta*; seasonal variation. total-C; total-N.

Keiji Matsuyama, Eiji Abe and Takashi Kaneko, Hokkaido Central Fisheries Experimental Station, 238 Hamanaka, Yoichi, Hokkaido, 046 Japan.

コンブ属植物の葉状体内成分の季節変化に関しては、マコンブ *Laminaria japonica* とミツイシコンブ *L. angustata* (横山・三本菅 1970, 横山ほか 1980), ホソメコンブ *L. religiosa* (福原・黒田 1951, 横山・三本菅 1979, 横山ほか 1980), *L. cloustoni* (BLACK 1948 a), *L. digitata* (BLACK 1948 b), *L. saccharina* (BLACK 1948 c), *L. hyperborea* (KAIN 1971 参照), *L. longicuris* (CHAPMAN and CRAIGIE 1977, 1978) を用いて、また熱量に関しては *L. complanata*, *L. saccharina*, *L. setchellii* (PAINE and VADAS 1969), *L. digitata*, *L. longicuris* (MANN 1972) を用いて研究した報告がある。

しかし、藻体内代謝や物質循環に重要な窒素量と炭素量の季節変化に関してはほとんど調べられていない。筆者らは今回ホソメコンブの灰分、全窒素量、全炭素量および熱量の季節変化を調べ、2, 3 の興味ある結果を得たのでここに報告する。

材料と方法

調査は1976年3月, 5月, 7月, 9月, 10月, 11月の6回, 1977年4月と7月の2回, 計8回行った。材料として用いたホソメコンブは忍路湾の湾口部西側 (Fig. 1) の斜面に帯状に設定した4区, 即ちa区 (水深+0.5-0 m), b区 (0-1.2 m), c区 (1.2-2.3 m), d区 (2.3-3.4 m) から坪刈によって採取し, 20個体について葉長, 葉幅を測定し BA* を算出した。さらにそのうちから5ないし10個体を80°C 48時間以上乾燥した後, 灰分, 全窒素, 全炭素および熱量を測定した。しかし, 1976年3月のa, c, d区と1977年4月のd区では個体が小さかったため測定を行わなかった。灰分は LARSEN (1978) の方法により, 400°C で恒量になるまで燃焼し測定した。全窒素および全炭素の測定には YANACO MT-500 を, 熱量の測定には島津製作所製, 熱研式自動ポンプ熱量計 CA-3p を用いた。

* BA (Blade Area) = 葉長 × 葉幅

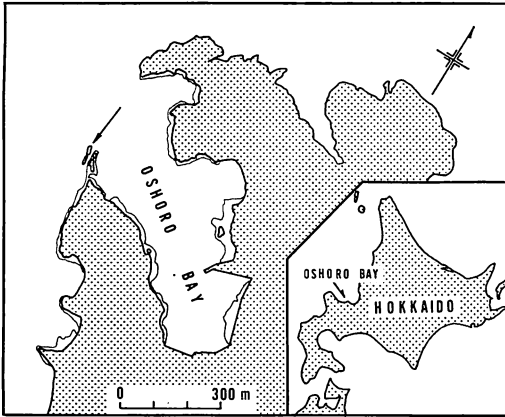


Fig. 1. Map of Oshoro Bay, arrow indicates location of sampling site.

結果および考察

1. 灰分の季節変化

乾燥重量および湿重量当りの葉状体灰分の季節変化を Fig. 2 に示す。すなわち、水深による灰分の季節変化の差は少なく、湿重量当りの灰分の季節変化ではどの区も同様の値がみられる。また葉状体乾燥重量当りの灰分では、b, c区においては共に春以後に減少し9月以後に増加する傾向を示した。福原・黒田(1951)は、余市産のホソメコブについて、1950年の4月から7月まで毎月の無機成分変化を調査し、4月および5月には約30%にも高くなるが、以後急速に減少し7月には約19%になったことを報告している。今回の結果では、この福原・黒田(1951)による数値より常に約10%高いが、春から夏までの変化に関しては傾向が

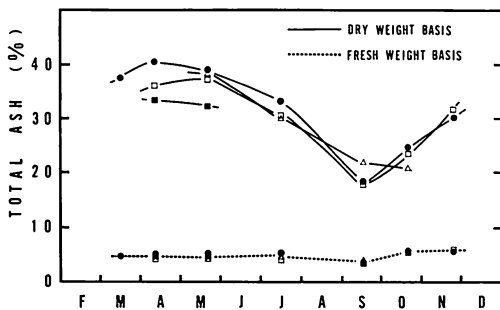


Fig. 2. *Laminaria religiosa*. Seasonal variation in total ash by means of dry and fresh weight at each zone, showing the average values of two years (1976-1977); +0.5-0 m (■), 0-1.2 m (●), 1.2-2.3 m (□), 2.3-3.4 m (△).

よく一致した。また、外国産の種類では *L. hyperborea* (KAIN 1971 参照), *L. cloustoni* (BLACK 1948 a), *L. digitata* (BLACK 1948 b), *L. saccharina* (BLACK 1948 c) で灰分の季節変化が詳細に調べられており、それらの結果によると、いずれも春に極大となり秋に極小となっている。今回の結果でも乾燥重量当りの灰分は、BA の増加量 (Fig. 3) が最大である3月から5月にかけて極大となり、成熟の始まる9月に極小となった。*L. hyperborea* の乾燥重量当りの灰分は5月に極大となり、9月に極小となる (KAIN 1971 参照)。この種では、5月に葉面積の増加量が最大となり (LÜNING 1971), 9月に成熟が始まる (KAIN 1975) と報告されており、今回のホソメコブの結果と極めてよく類似している。この様に灰分の変化は発育段階と共に大きく変化することが推測される。

2. 全窒素量と全炭素量の季節変化

Fig. 4 に見られるように、葉状体の全窒素の含有量は各区とも3月と4月に約3%のところでも高い値となり、以後7月までは減少し、b区ではその後12月まではほぼ一定の値を示し、c, d区では7月以後増加しb区とほぼ同水準となった。生育水深による葉状体内の全窒素量は7月を除き大きな差は認められず、7月はb, c, d区の順に含有量が減る傾向が認められた。

全炭素量は5月に極小値 (26-28%) となり、その後は7月まで急速に7月以後は緩やかに増加して10月に最大値 (33%) を示した (Fig. 4)。

筆者らの全窒素量の季節変化は BLACK (1948 a, b,

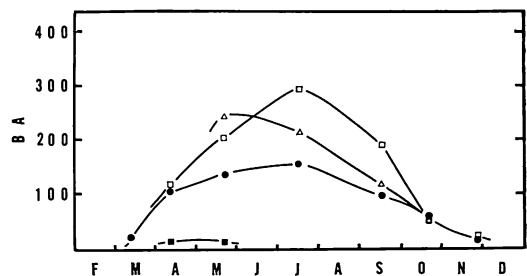


Fig. 3. *Laminaria religiosa*. Seasonal variation in BA* at each zone, showing the average values of two years (1976-1977); +0.5-0 m (■), 0-1.2 m (●), 1.2-2.3 m (□), 2.3-3.4 m (△).
* BA (blade Area) = Blade length × Blade width

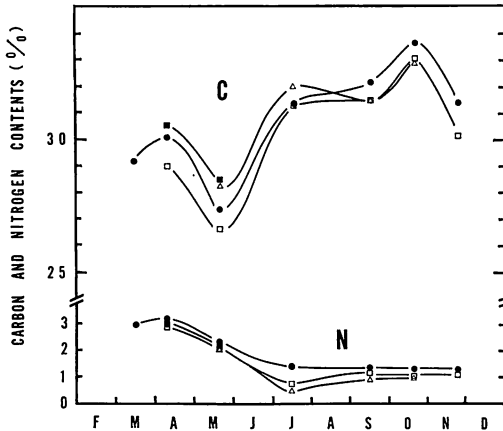


Fig. 4. *Laminaria religiosa*. Seasonal variation in total nitrogen and total carbon contents of dry matter at each zone, showing the average values of two years (1976-1977); +0.5-0 m (■), 0-1.2 m (●), 1.2-2.3 m (□), 2.3-3.4 m (△).

c), 福原・黒田 (1951), KAIN (1971 参照) によるコンブ属植物の粗蛋白質量の変化とはほぼ同一傾向を示した。7月には生育水深により葉体内の全窒素量に大きな差が現われたが、これに類する既往の報告はない。ただ CHAPMAN and CRAIGIE (1977) はカナダのノバスコシア州で水深 6, 9, 18m の 3 箇所を選び海水中に溶存する無機態窒素量とそこに生育する *L. longicuris* の生長や藻体内の窒素量の変化を測定し、体内の有機態窒素量は浅所 (6 m および 9 m) の個体では 3 月に極大となり、その後は 9 月まで減少するが、深所 (18 m) の個体では季節変化が少ないことを明らかにし、このことは深所では浅所に比較し海水中の無機態窒素量がそれほど減少しないことを反映していると推察し、さらに藻体内の硝酸態窒素は 7 月以後 10 月まではほとんど存在しないことを報告している。また、横山ほか (1980) は、硝酸態窒素以外の無機態窒素は養殖ホソメコンブでは検出されなかったことを報告しており、また横山・三本菅 (1979) は同じ養殖ホソメコンブで、藻体内の硝酸態窒素は 3 月に多く、6 月にほぼなくなることを報告している。今回の結果の全窒素量の 7 月以後の変化は前述の報告から推測してほぼ有機態窒素量の変化と考えられ、浅い b 区で変化が少なく、深いほど変化が大きかった。忍路湾の湾口部付近の海水中の無機態窒素量は一般に表層で春に高く (約 10 μ M Total-N) なるほかは全体に低く、また水深による差も少ない (渡辺智視氏私信)。今回の調査地点は浅く波浪による攪拌の影響を大きく受けるため、水深

の差による海水中の無機態窒素量の差は少ないと推察され、今回の調査の結果で、生育水深により葉体内の全窒素量に差が現われたのは海水中の無機態窒素量だけでなく波浪の影響や光条件に依存しているものと考えられる。

筆者らの得た全炭素量の季節変化のうち 5 月以降は BLACK (1948 a, b, c), CHAPMAN and CRAIGIE (1978), KAIN (1971 参照), 福原・黒田 (1951), 横山ほか (1980) が調べたコンブ属植物でのマンニトール量およびラミナラン量の変化と良く一致した。西沢 (1977) によれば、マンニトールおよびラミナランはそれぞれ光合成産物、貯蔵性多糖であることから、5 月以後光合成が活発になることが推測された。一方、アルギン酸もマンニトールおよびラミナラン同様本属植物には多量に含まれている。BLACK (1948 a, b, c) および KAIN (1971 参照) は多年性のコンブ属植物を用いて研究した結果、晩冬から春にかけてはマンニトールおよびラミナランが減少し、この時期にアルギン酸が極大値をとることを報告している。福原・黒田 (1951) は 1 年性である本種のアルギン酸量について 4 月から 7 月まで毎月調べた結果、4 月末から 5 月末にかけて急減すると報告している。本試験の結果 3 月および 4 月に全炭素量が多かったのはアルギン酸量による影響が大きいと思われる。

年間を通じた全炭素量と全窒素量の比率 (C/N) は Fig. 5 のようになる。ホソメコンブの生育に適した b 区では他の場所に比べ、C/N は低く、4 月以後 7

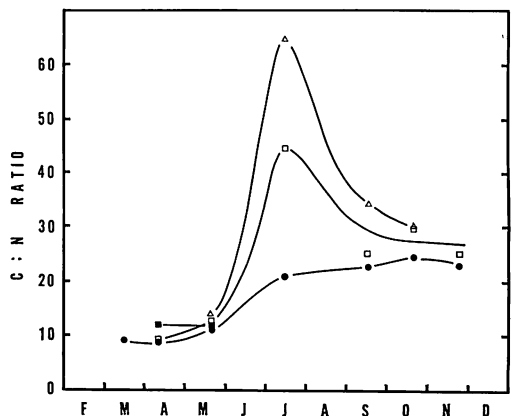


Fig. 5. *Laminaria religiosa*. Seasonal variation in total-C: total-N ratios at each zone, showing the average values of two years (1976-1977); +0.5-0 m (■), 0-1.2 m (●), 1.2-2.3 m (□), 2.3-3.4 m (△).

月まで緩やかに上昇し、7月以後ほぼ一定の値(21—25)を示した。一方、c区およびd区では7月に極めて高い値となり9月には減少した。

3. 熱量の季節変化

乾燥重量当りの熱量 (Fig. 6) は、b区で3月に2.95 kcal、4月から5月にかけて極小(2.69—2.81 kcal)となり、以後増加して9月に極大(3.27—3.43 kcal)となった。生育水深による差はあまり見られなかった。MANN (1972) はカナダ産コンブ属3種を用いて熱量を調べたところ、場所、時期、種についての差はほとんど認められないと述べている。しかし、本試験では熱量の季節変化は大きく、成熟の始まる9月

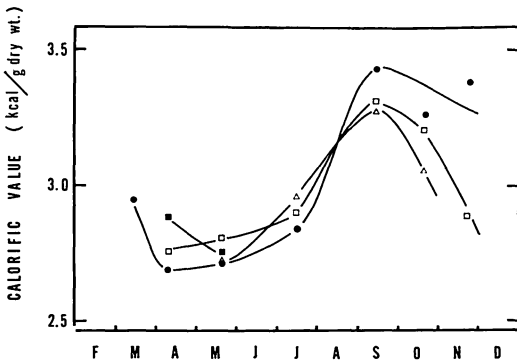


Fig. 6. *Laminaria religiosa*. Seasonal variation in calorific values of dry matter at each zone, showing the average values of two years (1976-1977); +0.5-0 m (■), 0-1.2 m (●), 1.2-2.3 m (□), 2.3-3.4 m (△).

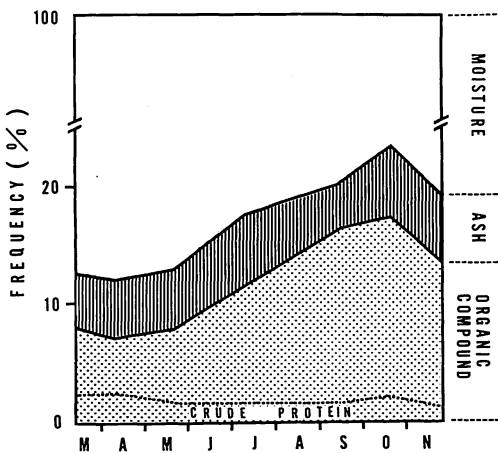


Fig. 7. *Laminaria religiosa*. Diagram showing the relative proportion (%) of each component at 0-1.2 m zone.

に極めて高い値を示した。

b区のホテルコンブについて、灰分を無機物とみなし湿重量当りの有機物と無機物、さらに全窒素量に6.25を掛けて粗蛋白質を求めそれらの季節変化をFig. 7に示した。これからも明らかのように、生長期には粗蛋白質は最高2.4%に達し、また成熟期には炭素同化物の量が最も多くなる。これに対して、無機物量は大きな変化はないが成熟の始まる9月に減少することがわかった。

したがって今後ホテルコンブの藻体内の全窒素量中の有機態窒素が占める割合やその季節変化、炭素および窒素同化がどのような条件で促進されるか等の生理作用を調べる必要がある。またホテルコンブ以外の海藻についても全炭素量、全窒素量および熱量を調べ、湾内における海藻類の生産力を明らかにし、植食性動物への物質循環を知ることが今後の重要な課題であると考えられる。

謝 辞

本稿の御校閲を戴いた北海道大学水産学部 齋 照 助教授に深く感謝するとともに、本研究に際し種々便宜を計って下さった北海道立中央水産試験場増殖部長田澤伸雄博士、北海道大学忍路臨海実験所信太和郎氏に、また水質に関する貴重な知見を御教示下さった北海道立中央水産試験場渡辺智視氏に感謝の意を表す。

引用文献

- BLACK, W.A.P. 1948a. Seasonal variation in chemical constitution of some of the sublittoral seaweeds common to Scotland. Part I. *Laminaria cloustoni*. J. Soc. Chem. Ind. 67: 165-168.
- BLACK, W.A.P. 1948b. Seasonal variation in chemical constitution of some of the sublittoral seaweeds common to Scotland. Part II. *Laminaria digitata*. J. Soc. Chem. Ind. 67: 169-172.
- BLACK, W.A.P. 1948c. Seasonal variation in chemical constitution of some of the sublittoral seaweeds common to Scotland. Part III. *Laminaria saccharina* and *Saccorhiza bulbosa*. J. Soc. Chem. Ind. 67: 172-176.
- CHAPMAN, A.R.O. and J.S. CRAIGIE 1977. Seasonal growth in *Laminaria longicuris*: Relations with dissolved inorganic nutrients and internal reserves of nitrogen. Mar. Biol. 40: 197-205.

- CHAPMAN, A.R.O. and J.S. CRAIGIE 1978. Seasonal growth in *Laminaria longicuris*: Relations with reserve carbohydrate storage and production. *Mar. Biol.* 46: 209-213.
- 福原忠信・黒田久仁男 1951. 余市産ホソメ昆布成分の季節的变化。北水試月報 8: 7-13.
- KAIN, J.M. 1971. Synopsis of biological data on *Laminaria hyperborea*. In FAO Fish. Synopsis no. 87. FAO, Rome.
- KAIN, J.M. 1975. The biology of *Laminaria hyperborea* VII. Reproduction of the sporophytes. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 55: 567-582.
- LARSEN, B. 1978. Brown seaweeds: Analysis of ash, fiber, iodine, and mannitol, 181-188. In J.A. HELLEBUST and J.S. CRAIGIE (ed.), Handbook of phycological methods. Physiological and biochemical methods. Cambridge Univ. Press, London.
- LÜNING, K. 1971. Seasonal growth of *Laminaria hyperborea* under recorded underwater light conditions near Helgoland, 347-361. In D.J. CRIPS(ed.), Proceedings of the 4th European Marine Biology Symposium. Cambridge Univ. Press, London.
- MANN, K.H. 1972. Ecological energetics of the seaweed zone in a marine bay on the Atlantic Coast of Canada. I Zonation and biomass of seaweeds. *Mar. Biol.* 12: 1-10.
- 西沢一俊 1977. 多糖類, 430-464. In 林 孝三(編) 核酸と生合成産物. 裳華房 東京.
- PAINE, R.T. and R.L. VADAS. 1969. Calorific values of benthic marine algae and their postulated relation to invertebrate food preference. *Mar. Biol.* 4: 79-86.
- 横山雅仁・三本菅善昭 1979. 促成コンブ葉体内における硝酸態窒素の時期的変化。北水研報告 44: 67-72.
- 横山雅仁・三本菅善昭・鳥居茂樹 1980. 促成コンブ各種成分の消長と生育過程との関係。北水研報告 45: 43-50.

新刊紹介

—— 南アフリカ産海藻の図譜二題 ——

我国での出版数に比して、外国で出版される海藻の図鑑あるいは検索図譜は少ない。とくに着色図鑑についてそうである。最近、海藻分布上注目される南アフリカ共和国 (RSA) の海藻図譜を二種類入手したので紹介する。

1) SEAGRIEF, S.C. 1967. **The Seaweeds of the Tsitsikama Coastal National Park.** National Parks Board of the Republic of South Africa 発行。A5 版, 147 pp. 売価表示なし。非売品?

著者自身による肉筆着色図が右ページに、対応する左ページにはその説明が与えられ、すべての文章ページの左コラムは英語、右コラムはアフリカーズ語で記される。各図版にはスケールが添えてある。本書は南アフリカ共和国で最初に出版されたこの種のガイドブックだそうである。分布地として記載された地名は地図一葉にまとめられてある。掲載された種は普通に見られるものなので多くなく、緑藻12種、褐藻11, 紅藻33, 石灰藻8である。石灰藻が別章となっているのは珍しい。俗名も少数であるが索引にあげられている。幾つかの誤った学名が見られる。1例は *Gelidium amanzii* OKAM であって、これは *Gelidium amansii* LAMOUROUX が正しい。本種の種小名の語源として MANZA, a botanist を挙げているが、これは誤りで、LAMOUROUX によれば M. de SAINT-AMANS に献名されたものである。命名者名の誤りの由来は推定し難いが岡村 (1934) による本種の新定義の発表と関係しているかも知れない。南アフリカでは他にも上記の誤った学名を用いた文献 (例えば L. F. JACKSON 1976) がある、誤綴の孫引きが重なっているように思われる。掲載図の外形は付着部も含めて良く描けているが、部分図或いは検鏡図は与えられていない。種名の決定されていないものが14もあり、これは全掲載種の20%を占める。この事実は南アフリカ共和国の海藻分類学が発展中であることを意味するのかも知れない。なお著者の所属は Botany Department, Rhodes University, GRAHMSTOWN, R. S. A.

2) SIMONS, R.H. 1976. **Seaweeds of Southern Africa: Guide Lines for Their Study and Identification.** Fish. Bull. S. Afr. 7. 113 pp, B5.

図は線画であるが、検鏡図も多数挿入されている。すべての種は二又式検索法に従って配列されている。学名から命名者名が削られているので不便な場合がある。著者はケープタウンの水産研究所で、利用についても記述している。それによれば、南アフリカで寒天原藻として多量に生育する種は *Gracilaria verrucosa* で、*Gelidium* は比較的に量が少い。日本のノリ養殖にも触れている。南アフリカの園芸家や作物栽培者は *Ecklonia maxima* を肥料として用いているという。分布論は具体的で詳しい。地理的分布の記述で重要なのは、掲載された種のほとんどは Cape Agulhas の東または西側のどちらか一方のみ生育するとの事実である。この岬は分布の障壁とはならないので、著者はこの極端な分布区分の第一の決定要因を水温に求めている。つまり南アフリカの西岸 (寒流域) と東岸 (暖流域) の間には明瞭な等温線境界があって、その区別は一年を通じてほとんど変化しないことによると考察している。他方 Cape Agulhas と Cape of Good Hope の間の海域は寒暖両流の混合域であって、水温は非常に変異するが、総じて Agulhas 暖流域よりも低い傾向にあるという。垂直分布論では、潮間帯の帯状分布 (模式図2枚付) 及びタイド・プールのそれについて、具体例をあげて述べている。世界における南アフリカの花藻分布の論議も一項を割いて行っている。なお検索部の後には形態と成長、生活史と生殖、分類表、術語解説及び分類群の索引があり、文献は53あげられている。世界でも海藻の生育種数の多いことで知られる我国と南アフリカの海藻の生態学的分布の比較のためには上記2書は手元に置く価値があると考える。

(赤塚伊三武)