

比較生物地球化学の構想*

山本 俊夫**

はじめに

F. W. Clarke は、多数の地殻構成物質の元素組成に関する広範で系統的な研究を行い、1908年、その成果を "The Data of Geochemistry" として刊行した。地球科学に限らず一般に自然科学の研究の推進には、既報のデータを無辺自在に参照しうることが有利であることは言うをまたないが、これを可能にするための手法として、データの集積・流通・利用の道を整備することが必要である。この意味で上掲のClarkの書物は、現在、情報科学と称する学問分野の先鞭をつけたものであって、地球科学史的に、また、科学史的に時代を画した偉業である。

W. Vernadskyは、1924年 "La Geochimie" を著し、それまでの気圏、水圏、岩石圏という概念に、初めて生物圏という概念を加え、生物の総体が元素の地球循環に果たす役割が大きいことに注目した。生物地球化学の創始者とも、また現代の環境化学の先駆者とも言われるのはこのためである。

海洋生物による元素の濃縮に関して、Clarke の書物に匹敵するものは、Vernadsky の後継者である A. P. Vinogradov[1] が著した "The Elementary Chemical Composition of Marine Organisms" である。そしてこの延長線上に、E. D. Goldberg[2] による "Review of Trace Element Concentrations in Marine Organisms"

と R. Eisler[3] による "Trace Metal Concentrations in Marine Organisms" が並ぶ。この間、H. J. M. Bowen [4,5] は "Trace Elements in Biochemistry" および "Environmental Chemistry of the Elements" を著し、海洋生物中の元素含有量のデータを精度・確度の観点から洗い直し、最も信頼しうるデータに基づいて生物化学および環境化学の見地から元素の地球循環を精察した。

京都大学の石橋らの関心は、海洋の化学的研究の一環として海洋生物中の微量元素に置かれてきた。すなわち、海洋生物がその生活環境である海水中より微量諸元素を濃縮摂取している事実に注目し、海洋生物を一つの指標に用いて、海洋中での元素賦存の実体を探ろうとする着眼である。多くの研究者がこれに参画し、研究対象も次節に述べる海藻の他、海洋軟体動物（松本）、海洋魚（今西）、貝類（村上、上杉）、海洋プランクトン（重松、藤田）、淡水草（佐原、小山、高松、川嶋）などが取り上げられた。

この研究の中にあって特に海藻に着目した研究が石橋と佐原[6]によって開始され、後に、藤永、森井、桑本、久代、熊丸、寒竹、神山、山本らに継承された。このうち石橋と佐原の測定値は上述のVinogradov の著書に収録され、また、山本らのものはBowen、Goldberg、Eisler の

*第48回京化クラブ例会 [1994.06.04] 講演

**京都教育大学名誉教授、関西外国語大学教授

著書に引用されている。

本稿は石橋と山本の研究[7]以降、京都教育大学において系統的に行われてきた本邦産海藻に関する分析化学的研究の成果を一括して呈示し、比較生物地球化学的視点から考察するものである。

1. 天然物の元素分析データの意義と整理の必要性

天然物中の元素の存在量や分布に関する人類の基礎知識は、地球科学の研究成果に負うところが多い。近年の地球科学は、地球圏外の自然物質をも研究対象とすることもあって宇宙科学の発展にも寄与している。

これと並んで生物学は、生体中における微量元素の存在状態ならびにそれらの相互作用の究明を研究の中心課題の一つとし、最近は、極微量であっても生体に有害となる元素の拡散や蓄積の機構などを解明し、人類の生産活動が地球環境におよんで、そして、その影響が再び人類活動に作用するといった深刻な問題を指摘するに到っている。これら諸科学の現状を鑑みると、個々の自然物質中の元素の挙動の究明のみにとらわれず、広く生物圏全般における元素賦存の実体を総観することが重要な段階にきていると思われる。

幸いにも最近の機器分析の目ざましい発達は、各種の物質中の成分元素を同時定量することを可能にし、元素分析のデータ蓄積は飛躍的に進展した。しかし、今後、生物地球科学や環境科学のような新しい学問の基礎を築いてゆくためには、これら天然物の元素分析結果について、試料の採取法、前処理法の適否をも含めて、元素毎にその確度を慎重に評価・吟味する必要がある。次に、これらの莫大なデータを比較研究に有利に採用

できるように分類整理することが肝要となる。しかも、このような整理は、生物体をも含む天然物全般に共通した一定の定量的関係に基づいてなされるのがよい。この目的に沿って、Yamamotoらは海藻に関する分析データの整理の過程で対数的相関関係を見だし、これをその整理の基礎に置くことを提起することになった[8]。

2. 海藻の元素分析

京都教育大学において本研究に着手した1952年当時、海洋環境はいまだ現在のように汚染されておらず、最も自然な状態で生育した海藻試料が入手できる利点があった。しかしその反面、各種の機器分析法は漸く発達の際についたばかりで、今日のように自由自在に使用できる状態ではなかった。このような状況の下で、試料の処理と分析法の方針として次の諸点に留意した。

(1) 採取場所、採取年月日が明らかな試料について前処理条件すなわち水洗・乾燥・灰化の過程を共通にして分析値を得ることとした。

(2) 海藻試料中の各元素毎に最も確度の高い分析法を選択した。

(3) 海藻試料245件の由来と名称、並びに分類コードの一覧を附表3に示した。緑藻類にはコード番号としてG1~47を、褐藻類にはB1~149、紅藻類にはR1~49をそれぞれ付し、総灰分含量(乾燥体を基準とする百分率)、採取地(末尾の附図1を併せて参照のこと)、採取年月日を記した。試料の配列は瀬川による海藻分類[9]の順序に従ったが、同一種では採取年月日の順とした。海藻は手で抜き取るか、または船上からの竿状の器具で採取した。

(4) 海藻試料の前処理として水洗を行わ

ない場合には附着海水を取り除きえず、混入する異物の除去が困難となる。反面、水洗を行うと、試料中の成分の一部が溶出する[10,11]。洗浄乾燥した試料の灰化には、乾式と湿式の双方を比較検討した。電気炉を用いる乾式法では灰化温度の設定が重要である。不用意に高温にすると揮発性元素が散逸する[12]。他方、湿式灰化では添加した試薬による試料の汚染が心配される。このような諸要因を考慮して、一定の僅少な負誤差を許容し、逆に、予見不可能な正誤差の混在を極力避けるために、次の処理法を全ての試料に適用した。まず、試料を糸製の網に入れ、採取地の海水で洗って土砂などを除去し、十分水切りをした後、洗液に塩素イオンの反応がなくなまで蒸留水で手早く数回洗浄した。風乾後試料はさらに105℃で2時間乾燥して恒量（この重量を基準にして灰分含量を求める）とし、デシケーター中に保存した。試料の灰化は電気炉で行い、温度を徐々に上げたのち、400~500℃に8~12時間保った。放冷後、灰分重量を測定して灰分含量を求め、次のような化学分析に供した。

(5)原子番号順にそれぞれの元素の分析操作を記す。

ホウ素：灰化試料を酢酸で抽出し、シュウ酸およびクルクミン試薬を加え、水浴上で蒸発乾涸後、着色残渣を一定量のエタノールで抽出して、ホウ素を比色定量した[13,14]。

ナトリウム：灰化試料の熱湯抽出液に、酢酸ウラニルマグネシウム試薬を加え、ナトリウムを重量分析した[10,15]。

マグネシウム：灰化試料を希塩酸に溶解し、アンモニア沈殿法により鉄、アルミニウム、リン等を除去した後、カルシウムをシュウ酸塩として沈殿せしめ、そ

の口液についてオキシ法によりマグネシウムを重量分析した[16,17]。

アルミニウム：灰化試料を希塩酸に溶解し、ケイ酸を口別した後 pH 2.8で鉄オキシ錯体を生成せしめこれをクロロホルムに抽出して分離する。水層を pH 5.0に調節するとともにオキシ試薬を加え、生成したアルミニウム錯体をクロロホルムに抽出して比色定量した[18]。

ケイ素：炭酸ナトリウム熔融により、灰化試料中のケイ素をすべて比色可能な α ケイ酸に変え、硫酸で pH 1~2に調節した後、モリブデン酸アンモニウム試薬を加え完全発色させる。少量の酸を加えて、共存したリンモリブデン酸を分解し、ケイモリブデン酸の黄色を用いて、ケイ素を比色定量した[19]。

リン：灰化試料を希塩酸に溶解してケイ酸を除去した後、モリブデン酸アンモニウム法により分離後、ピロリン酸マグネシウムとしてリンを重量分析した[15,17]。

カリウム：灰化試料の熱湯抽出液に亜硝酸コバルチナトリウム試薬を加え、カリウムを重量分析した[10,15]。

カルシウム：灰化試料を希塩酸に溶解し、アンモニア沈殿法により、鉄、アルミニウム、リン等を除去した後、シュウ酸アンモニウム再沈殿法を行い、酸化カルシウムとしてカルシウムを重量分析した[15,17]。

チタン：灰化試料の希塩酸溶解液（フッ化水素処理を含む）から、鉄およびチタンをクペロン・クロロホルム法で抽出する。抽出液を蒸発乾涸後塩酸に溶解し、イソプロピルエーテルで鉄を抽出除去した溶液中のチタンを、過酸化水素法で比色定量した[20,21]。

バナジウム：灰化試料の希硝酸溶解液（フッ化水素処理を含む）から、バナジ

ウムを水酸化鉄に共沈させ、硫酸に溶解した後、N-ベンゾイルフェニルヒドロキシルアミン試薬を加え、生成するバナジウム錯体をクロロホルムで抽出して比色定量した[21,22]。

クロム：硫酸水素ナトリウムを用いて灰化試料を融解する。融解物を希硫酸に溶解し、溶液中のクロムをヒドロキシルアミンの存在で水酸化アルミニウムに共沈させ、希硫酸に再溶解した後、過酸化銀試薬で6価イオンに酸化し、ジフェニルカルバジッドで発色せしめて比色定量した[23]。

マンガン：灰化試料を希硫酸に溶解し、塩素イオンを硫酸第二水銀溶液でいん蔽し、硝酸銀を触媒としてビスマス酸ナトリウムを用いて、溶液中のマンガンをも過マンガン酸イオンに酸化して比色定量した[24]。

鉄：灰化試料の希塩酸溶液を除ケイ酸した後、pH3.5に調節し、ヒドロキノン溶液を加えて還元してから、鉄をo-フェナントロリン錯体として比色定量した[25,26]。

コバルト：灰化試料の希硝酸溶解液（フッ化水素処理を含む）を、過酸化水素の存在でpH 3.5に調節し、そのなかのコバルトを1-ニトロソ-2-ナフトール錯体としてクロロホルムに抽出し、大部分の他元素より分離する。クロロホルム層は硝酸および過塩素酸で完全に灰化後、希リン酸に溶解し、溶存するコバルトをニトロソR塩法により発色せしめて比色定量した[27,28]。

ニッケル：灰化試料の希硝酸溶解液（フッ化水素処理を含む）をクエン酸ナトリウムの存在で約pH9に調節し、そのなかのニッケルをジメチルグリオキシム錯体としてクロロホルム層に抽出し、大部分の他元素より分離する。クロロホルム

ム層に希塩酸を加えてニッケルを逆抽出した後、少量のクエン酸ナトリウムの存在で再びニッケルのジメチルグリオキシム錯体を生成せしめて比色定量した[20,29]。

銅：灰化試料の希塩酸溶液を除ケイ酸した後、酒石酸を加えて鉄をいん蔽し、ヒドロキシルアミン塩の存在で銅を一価に還元し、水酸化ナトリウムでpH 4~7に調節する。溶液にクプロイン試薬を加えて生成する銅錯体をイソアミルアルコールで抽出して比色定量した[30,31]。

亜鉛：灰化試料の希塩酸溶液を除ケイ酸した後、クエン酸ナトリウムの存在でpH9に調節し、亜鉛をジチゾン・四塩化炭素溶液で抽出し、続いて希塩酸に逆抽出する。抽出塩酸層を蒸発乾涸後、蒸留水に溶解し支持電解質を加えて、溶液中の亜鉛をポーログラフ法で定量した[32,33]。

ガリウム：灰化試料の希塩酸溶解液（硫酸水素カリウム融解を含む）中のガリウムを、水酸化アルミニウムに共沈させ、希塩酸に溶解させて後、エチルエーテルで抽出する。エーテル層を蒸発乾涸後、残渣を希塩酸に再溶解し、ヒドロキシルアミン塩の存在で、pH4に調節し、2-メチル-1-ヒドロキシキノリノール試薬を加える。溶液中のガリウム錯体をクロロホルムで抽出して、蛍光比色定量した[34,35]。

ストロンチウム：灰化試料の希塩酸溶液を除ケイ酸した後、共存元素の影響を免れるために、標準添加法を用いて、溶液中のストロンチウムを原子吸光分析した[36,37]。

モリブデン：灰化試料の希塩酸溶解液（フッ化水素処理を含む）に、ベンゾインオキシム試薬を加えモリブデン錯体をクロロホルムで抽出する。抽出層を蒸発

乾涸して、有機物を酸化分解する。分解物を酸に再溶解し、溶液中のモリブデンをジチオール錯体となし、酢酸ブチルで抽出して比色定量した[38,39,40]。

鉛：灰化試料の希塩酸溶液を除ケイ酸した後、クエン酸ナトリウムの存在で、鉛をジチゾン・四塩化炭素溶液で抽出し、続いて希塩酸に逆抽出する。抽出塩酸層を蒸発乾涸後、蒸留水に溶解し支持電解質を加えて、溶液中の鉛をポーラログラフ法で定量した[32,41]。

(6) 放射化分析:塩素、スカンジウム、ヒ素、セレン、臭素、ルビジウム、銀、アンチモン、ヨウ素、セシウム、バリウム、ランタン、セリウム、サマリウム、ユウロピウム、テルビウム、イッテルビウム、ルテチウム、ハフニウム、タンタル、水銀、トリウム及びウランの23元素は、以下のような条件のもとで熱中性子放射化分析を行った。

灰化試料は秤量前に105℃で2時間加熱乾燥した。1分照射には約10mgを、また60分照射には約20mgを精秤同様に処理した標準試料とともに、ポリエチレン製照射容器に入れ、京都大学原子炉実験所、KUR(5MW), 圧気輸送管、Pn-1 (熱中性子束： $1.93 \times 10^{13} \text{n} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)、またはPn-3 (熱中性子束： $2.34 \times 10^{13} \text{n} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)で1分および60分照射した。生成した放射能は、短寿命及び長寿命核種別にそれぞれ測定した。すなわち1分照射した試料は照射後速やかに測定し、さらに適当な冷却時間を置いて再度測定した。60分照射した試料は適当に冷却させた後、最終的には2年後迄繰り返して数回測定した。測定結果から、各エネルギーピークでの放射能値を妨害核種による補正を行ったうえで求め、標準試料の値と比較して定量した[42]。

(7) 元素分析の結果の総覧を附表1 (海

洋植物プランクトン)と附表2 (海藻)に、また海藻試料毎の元素別含有量を元素の原子番号順に配列して附表4に示した。

3. 天然物の元素含有量にみられる対数的相関関係

D. I. Mendelejeff は、1869年、元素の周期律に関する最初の論文において、「天然に最も広範に分布している元素は、比較的小さい原子量をもつ」ことを指摘した。W. K. F. Noddack と I. E. Noddack は、1934年、各種鉱物の系統的な分析結果を考察して、「すべての元素はすべての鉱物中に存在する」という、いわゆる「元素普存の法則」を導いた。

自然界において元素は、鉱物に代表される無機物質から生物に代表される有機物質へ、そしてこの逆の過程を経て再び無機物質へと、様々な経路と過程を通じて地球上を循環することになるが、いかなる過程においても各元素の物理的および化学的性質は保たれるはずであるから、たとえ形態を異にしている地球の諸物質の元素組成の間には、その物理的・化学的性質を反映したある種の量的関係が存在すると期待してよい。

表1は、元素組成の明らかな天然物9種を選び、これらのうちの任意の二者について元素の含有量の対数値を比較し、すべての組み合わせについて相関係数を求めたものである。作表に当たって使用した元素組成値(附表5参照)は、海藻、海洋動物並びに植物プランクトンについては、山本ら[43]によるもの、また、無結球キャベツ、ナマコ、河川水、地殻岩石、隕石および浅海底土についてはそれぞれ、Bowen[44]、松本ら[45,46]、Goldbergら[47]、Taylor[48]、Vinogradov[49]、およびYamamotoら[50]のものである。表1

表1. $\log U$ と $\log V$ の相関係数 (U:着目した一つの天然物質中の元素含有量、V: 比較する他の物質中の元素含有量)

	V	U	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	海藻		1.00								
2	無結球キャベツ		0.94	1.00							
3	ナマコ		0.94	0.84	1.00						
4	海洋植物プランクトン		0.71	0.53	0.26	1.00					
5	海洋動物プランクトン		0.90	0.83	0.86	0.79	1.00				
6	河川水		0.95	0.90	0.79	0.72	0.76	1.00			
7	地殻岩石		0.80	0.77	0.45	0.79	0.64	0.81	1.00		
8	隕石		0.51	0.66	0.36	0.68	0.52	0.67	0.83	1.00	
9	浅海底土		0.82	0.72	0.67	0.70	0.48	0.87	0.88	0.58	1.00

表2. $\log U/W$ と $\log V/W$ の相関係数 (U, V:表1に同じ; W:海水中の元素含有量)

	V	U	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	海藻		1.00								
2	無結球キャベツ		0.96	1.00							
3	ナマコ		0.99	0.96	1.00						
4	海洋植物プランクトン		0.98	0.94	0.96	1.00					
5	海洋動物プランクトン		0.99	0.97	0.99	0.98	1.00				
6	河川水		0.97	0.91	0.95	0.96	0.95	1.00			
7	地殻岩石		0.95	0.88	0.91	0.96	0.94	0.91	1.00		
8	隕石		0.89	0.86	0.86	0.94	0.93	0.87	0.92	1.00	
9	浅海底土		0.97	0.91	0.94	0.97	0.95	0.98	0.97	0.92	1.00

に見られるように、対数的相関係数は海藻と河川水の間、海藻と無結球キャベツ間では極めて高く、逆に、ナマコと海洋植物プランクトンの間、ナマコと隕石の間では極めて低くなっている。係数の低い後二者について山本[51]は次の新しい事

実を見出した。すなわち各物質の元素含有量を海水中の当該元素存在量に対して規格化すると、これらの組み合わせについても二物質間の対数的相関係数は飛躍的に上昇することである。ここで規格化のために用いた海水中の各元素存在量は、

Broeckerら[52、附表5]がまとめた値である。表2はこの結果を示すものである。先に表1で相関関係がとくに低いとして注目したナマコと海洋植物プランクトン、ナマコと隕石の組合せについても、 $\gamma = 0.86$ 以上の高い対数的相関係数が得られる。このことは、天然物中の元素含有量をそのまま用いるのではなく、海水中の当該元素存在量の値で重みづけを行ったこと、すなわちこの重みの基準に海水中の元素溶存量を用いたことが有意であったことを示している。ちなみに、重みの基準として海水以外のもの、例えば河川水や地殻岩石の元素組成を採用しても γ 値は改善されず、むしろ低下する場合が多くなる。それでは何故、海水の元素組成がすべての母集団に対して共通して最適の重みとなり得るのであろうか。その真の理由はさらに深い考察を待たねばならないが、目下妥当な説明の一つは、海洋が長い年代を通じて地球の大部分を覆い、生物を含めて地球上の各種物質の成因に関与し、元素の分布ないし地球循環に対して主動的な影響を与える共有因子として作用してきたことであろう。

4. 平均滞留時間 (x) と濃縮係数 (y)

海藻中の元素含有量のデータ(付表4)を整理するにあたって、海洋中における元素の平均滞留時間が優れた基準の一つになり得ることがわかった[53]。すなわち、検証したすべての海洋生物試料について、平均滞留時間(x)と濃縮係数(y)との間に明瞭な対数的相関が存在することである。ここで、平均滞留時間と濃縮係数は次のように定義される。

- (1) 平均滞留時間 (Mean Oceanic Residence Time)

$$X = A/B$$

A: 海洋中に溶存あるいは懸濁している元素の総量

B: 流入付加または沈降除去される単位時間(年)当りの元素量

- (2) 濃縮係数 (Concentration Factor)

$y =$ 湿潤状態における*物質の元素含有量(ppm)/その元素の海水中濃度(ppm)

(*含水率 75%を想定する)

上記の平均滞留時間は Barth[54]によって導入され、GoldbergとArrhenius[55]によって確立された概念である。海洋を大きな平衡状態にあると仮定し、ある元素について海洋中へ年間に導入される量と、海底へ年間に沈積除去される量とが釣り合っていると考えている。上の定義に現れるA値は、海水中の平均含有量に海水の全量(一定値)をかけて求められるもの、B値は世界の河川水あるいは海底沈積物のいずれかの平均化学組成にそれぞれ年間流入量あるいは沈積量を掛けて求められるものである。この平均滞留時間の概念は、海水中の各種元素の地球化学的反応性の度合を示す尺度の一つとして、現在の海洋化学の分野で広く受け入れられている[47]。定義から分かるように、平均滞留時間の短い元素ほど海洋中において活発に循環・移動することになる。

濃縮係数は Noddack や Vinogradov らによって古くから用いられている。最近放射生態学の分野などでもとみに重要性を認められてきた概念である。濃縮係数は、各元素が海水中から海洋生物へと移動する生化学的反応性の度合を示す尺度とも考えてもよい。

平均滞留時間および濃縮係数の概念は

独立して形成され、個々にその重要性が認識されてきたが、両者の関連が具体的に指摘されたのは、1971年である[56]。

ここで注意すべきことは、海水中の元素含有量が、濃縮係数の定義では分母にあるのに対し、平均滞留時間の定義では分子の変数部分として含まれていることである。後述の図1や表3において、平均滞留時間と濃縮係数との対数的相関係数が負となるのは、このためである。

図1は、海洋植物プランクトンを例として、平均滞留時間と濃縮係数との関係を図示したものである。海洋植物プランクトンの元素別含有量は附表1の値を用い、また、海水中の存在量ならびに平均滞留時間の値は、いずれもBroeckerら[52、附表5]の値を用いた。図に示すように、 $\log x$ と $\log y$ の間に $\gamma = -0.97$ の直線関係が認められ、直線の縦軸との切片及び勾配はそれぞれ $\log a = 9.8$ および $b =$

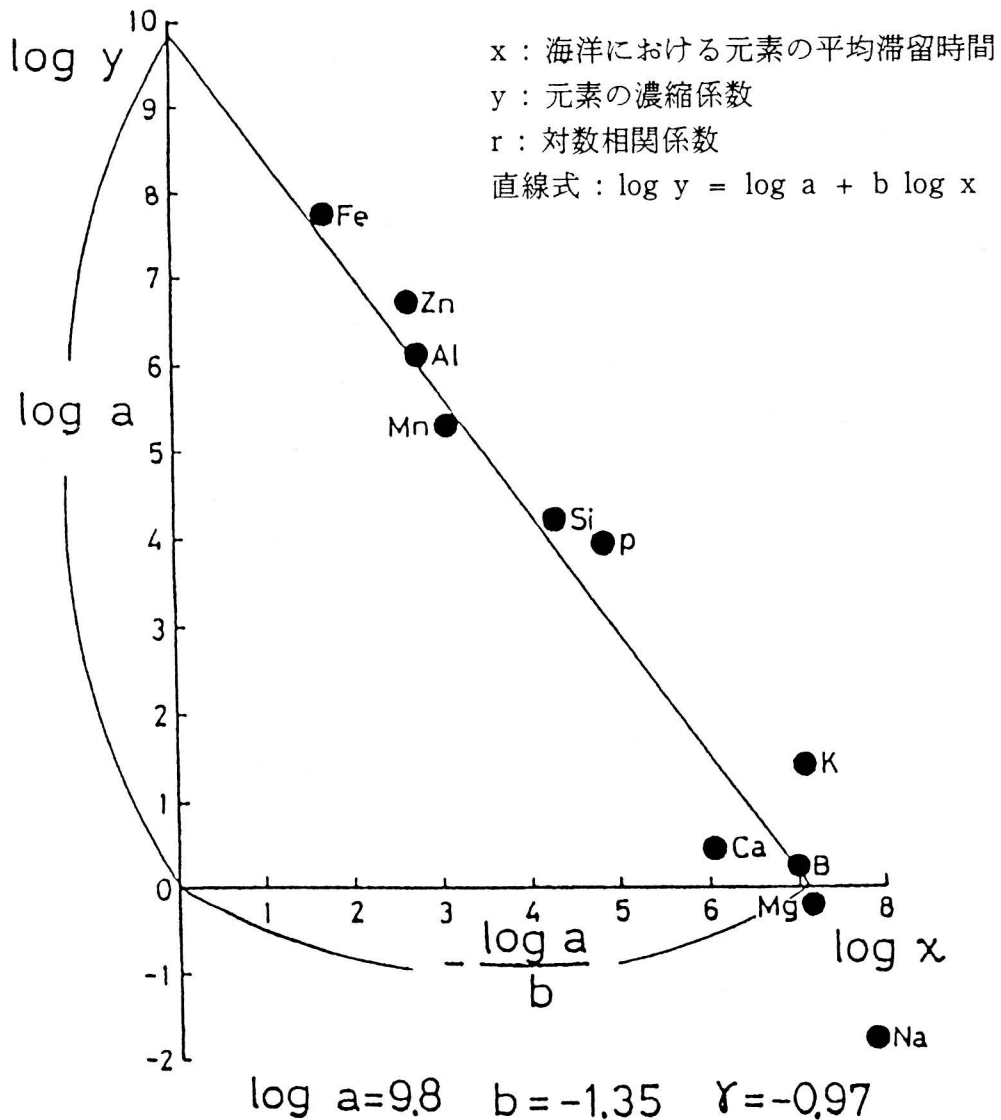


図1. 海洋植物プランクトン(平均値)にみられる濃縮係数(y)と平均滞留時間(x)の相関関係

-1.35である。後に述べるように、 a と b が既知の場合、平均滞留時間 x の一定値に対応する濃縮係数 y が図1から予想できる。

一般に $\log x$ と $\log y$ の相関図において、実測値は近似した直線からいくらか外れることになるが、このずれの値から、どの元素がその試料において過剰にあるいは不足しているかを定量的に観ることができる。例えば、海洋植物プランクトンに関する図1では、亜鉛、リンおよびカリウムのプロットは直線より上方に外れているので、これらの元素が生物に強く濃縮されていること、逆にカルシウムは下方に外れていて欠乏する傾向にあることが分かる。濃縮係数の実測値(y)と直線から計算した予想値(y_0)との比を各種生物群について求め、附表6にまとめて示した。

海洋化学における実験方法の進歩は目ざましく、海水中の各元素の平均含有量ならびに平均滞留時間値がより正確な値へと逐次改定されている。Goldbergら[47,55]、Broeckerら[52]による改定値を用いて、上述のように $\log x$ と $\log y$ の関係を再計算すると、改定値を用いた方がより良好な相関係数が得られる。平均滞留時間と濃縮係数の対数的相関関係の重要性がさらに認識される。

5. 各種生物における元素分布の比較

前節で述べた平均滞留時間を基準とする元素含有量のデータの解析方法は、広く生物を包含する天然諸物質全般に対して適用される可能性がある。

表3は、7種に類別した生物群について同様の解析を行った結果である。タイ産陸上生物[57]、海藻、海洋植物並びに動物プランクトン、淡水産植物[43]、および鹹水産海藻[58]に関するデータ(附表5)を

もとに、 $\log y$ vs. $\log x$ プロットを行い、それぞれの生物群ごとに $\log a$ 、 b および γ を求めた。表3の中の γ 値がいずれも1に近いことは予想したように、対数的相関関係が生物の種類によらず広く成立することを示唆している。なお、重要なことであるが、 $\log a$ と b 値は、各生物群に固有のものである。実際、等しく海藻群を選択し、一方は文献値から他方は山本らの測定値を用いた場合でも、両者は互いにほぼ等しい $\log a$ および b の値を与えるが、他の群に分類される海洋植物プランクトンとの間では明らかに異なった数値が算出される。この二つの生物群間では元素分布の仕方に、顕著な差異が存在することが分かる。

$\log y$ vs. $\log x$ プロットが生物の種類に依存することを概観的に把握するには、群の異なる二つの生物に関する対数的相関直線を同一平面に重ねるのがよい。図2は本邦産海藻類と海洋動物プランクトンを比べたものであるが、前者ではナトリウムやマグネシウムのような平均滞留時間の特に長い元素が多く含まれ、逆に後者には鉄やアルミニウムといった滞留時間の短い元素が濃縮されている。

以上の考察を進める中で、一群の試料間においては、 $\log a$ と b の絶対値の間に直線的相関が存在することが見いだされた[51]。例えば、7種の生物群(表3)を用いて、 $\log a$ を $|b|$ に対してプロットすると直線関係が描かれる(図3)ので、この直線から各種の海洋生物群間における元素分布の特徴を見抜くことができる。すなわち、鹹水産海藻が海藻に比して異常に高い $\log a$ の値を示していること、タイ産陸上植物は海藻や海洋植物プランクトンよりも海洋動物プランクトンに近い元素組成を有していることである。ここで注意すべきことは、図3のよ

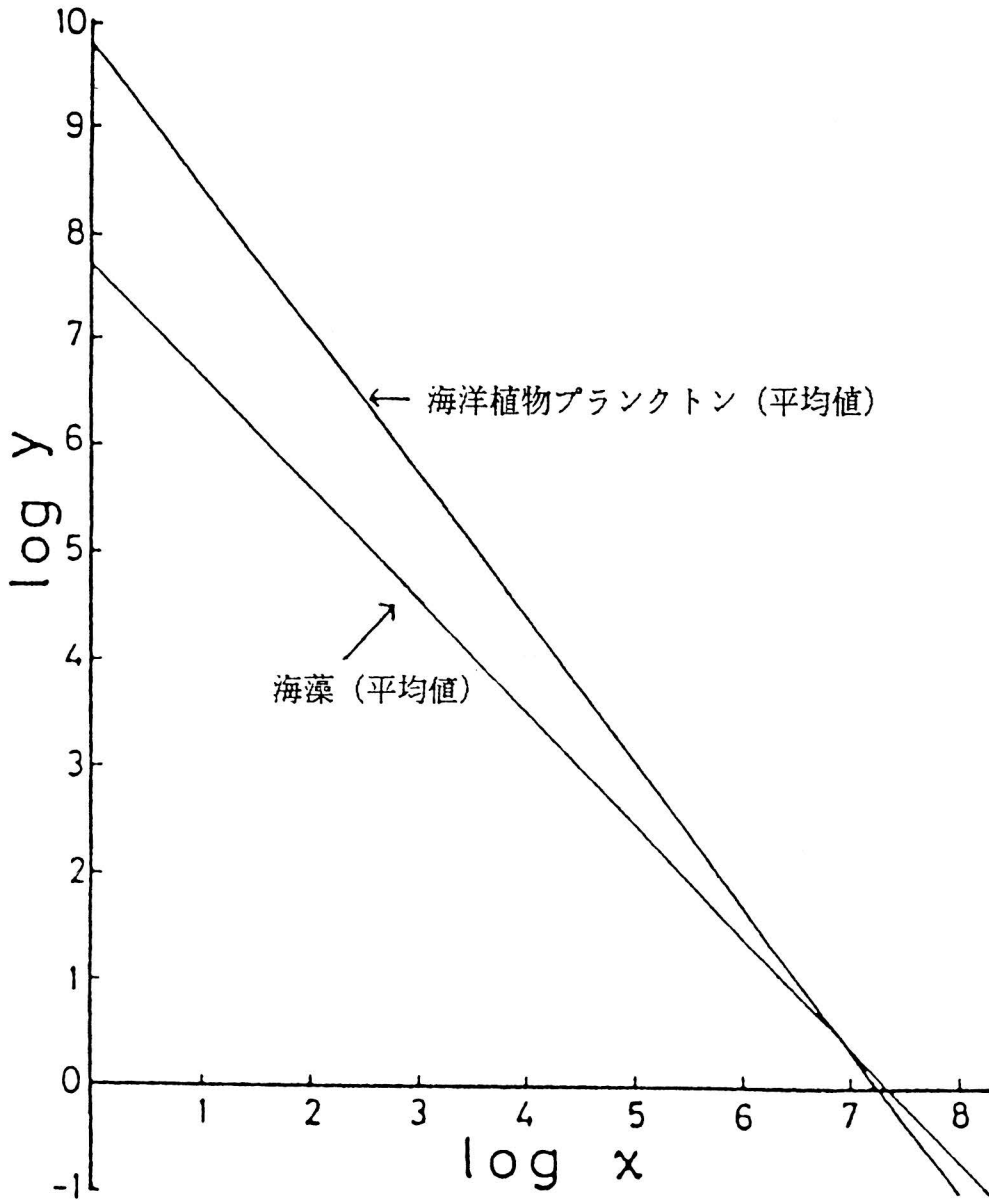


図2. 海藻と植物プランクトンに対する $\log y$ vs. $\log x$ プロットの比較

うな相関関係が見られるのは、データ解析において平均滞留時間を解析の基準とした場合だけである。他の地球化学的物質の海水に対する元素存在比を基準にすると、 $\log a$ と $|b|$ の相関は殆んどみられない[43]。元素分析データの解析の基準として平均滞留時間を選択した理由は、

ここにある。

海洋が長い年代を通じて地球上の元素の分布と循環に与えてきた影響の大きさを考えるとき、海洋生物のみでなく陸上生物やその他の種々の地球化学的物質についても、平均滞留時間の長短に応じた元素含有量の変動をもたらす同様な原因

表3. 各種生物群（平均値）にみられる $\log a$ と b の相関関係

生物	$\log a$ 相関直線と y軸との切片	b 相関直線と x軸との切片	r 対数的 相関係数
海藻	7.7	-1.05	-0.96
海洋植物プランクトン	9.8	-1.35	-0.97
海洋動物プランクトン	8.1	-1.16	-0.95
淡水産植物	8.9	-1.24	-0.96
海藻（文献値）	7.7	-1.06	-0.93
鹹水産海藻	8.0	-1.05	-0.96
タイ産陸上植物	8.0	-1.16	-0.94

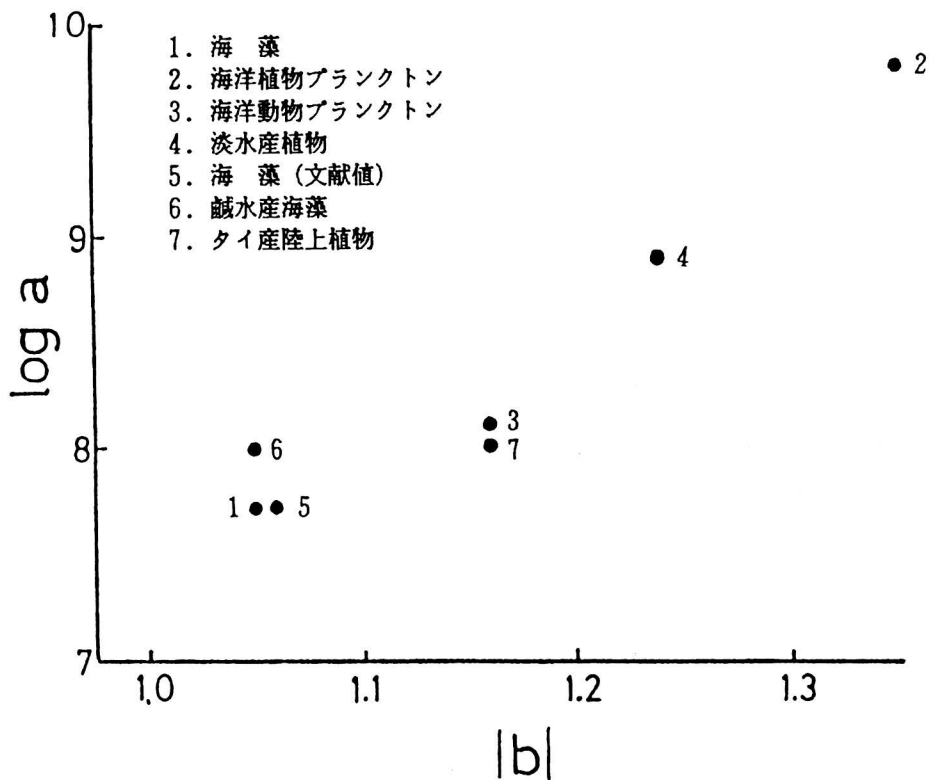


図3. 各種生物群の間にみられる $\log a$ と $|b|$ の相関関係

の存在するのは当然であるといつてよい。この原理に沿って、海洋環境中の元素分布に関して、海洋生物、動物プランクトン糞粒、河川水懸濁物、海湾水懸濁物、セディメントトラップ内懸濁物、遠洋海底沈積物などにおける元素組成に関する文献値を解析して、図3と同様な比較図を得ることとなった[59]。

6. 比較生物地球化学の構想

各種の生物地球化学的試料中の元素含有量の比較整理を直線関係図によって進める手法を要約すると次のようになる。海藻のデータ解析を例とする。

手順(1) 附表4の海藻試料に関するデータに注目し、各表に記せられたコード番号を参照しながら、平均滞留時間の短いものから長いものに亘って、測定し得た元素を並べ、試料中の各元素含有量に基づいて、 $\log y$ vs. $\log x$ プロットを行う(図1参照)。併せて、この図に描かれた直線から、 $\log a$ と b を読み取る。

手順(2) 異なった海藻種あるいは同一種でも採取条件を異にした試料二つを任意に選び、それぞれの $\log a$ および b の値に基づいて、同一のグラフ上に二つの元素分布直線を重ねて描く(図2参照)。

手順(3) 多くの海藻試料についての $\log a$ を $|b|$ に対してプロットする(図3参照)。この図上で、近似直線から個々の実測点の離散する程度を考察し、各分析試料中の元素分布の特徴を互いに比較する[43]。

おわりに

本邦産各種海藻中の元素含有量のデータを一括して提示することを主眼とし、海藻中の元素分布の生物圏全般に対する関係を考察した。海洋中の元素の平均滞留時間と濃縮係数の相関関係、すなわち

$\log x$ vs. $\log y$ プロット[56]は、その後 Fowler [60]、Whitfield ら [61]、その他の研究者によって例証され、Spaargaren ら [62]、Masuzawa ら [63] によって、海洋生物における元素分布に関する別個の規則性に導かれることとなった。本プロットに対して名古屋大学の増沢は、"Yamamoto's plot" と命名した。また、Higgins ら [64] をはじめ、その他の研究者によって実試料中の元素分析データの解析に応用されている。

石橋およびその関連研究室で行われた一連の海洋に関する化学的研究は、分析化学的方法論の開拓と海水中の元素溶存の規則性の発見につながった。例えば金沢大学の上田は浅海底土(汀土)を系統的に分析し、基礎的データの蓄積に貢献をした。最近では、故小山らによって実施された約400種 1000件にのぼる陸上植物試料中の45元素に関する分析成果がある。これらの各論的研究は、人類の将来の資源問題にも直接つながっており、学問的生命の持続性は長いと考えられる。そしてこれらの諸研究で明かとなった元素賦存に関する大系的知見は、将来さらに生物的・地球化学の見地から比較検討整理されて、新しい学問体系として独り立ちするものとする。この学問を "比較生物地球化学 (Comparative Biogeochemistry)" と名付けたい。

本稿に収録したデータの整理と図表は、著者が京都教育大学に在職中からの協同研究者である野村晃一教諭(箕面市立第六中学校)、岡本健一教諭(大阪市立東商業高等学校)によってなされました。また、海藻種の同定はすべて故広瀬弘幸博士(神戸大学)をわずらわせました。ここに記して、深甚なる謝意を表します。

なお、本稿をこのような形で公刊する

ことに関して、御懇切なる御指導と御尽力を賜った京都大学藤永太一郎名誉教授、堀智孝教授ならびに、京都工芸繊維大学木原壮林教授に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- [1] Vinogradov, A.P., "The Elementary Chemical Composition of Marine Organisms" (1953) Yale University, New Haven.
- [2] Goldberg, E.D., "Review of Trace Element Concentrations in Marine Organisms" (1970) Puerto Rico Nuclear Center.
- [3] Eisler, R., "Trace Metal Concentrations in Marine Organisms" (1982) Pergamon Press, New York.
- [4] Bowen, H.J.M., "Trace Elements in Biochemistry" (1966) Academic Press, London and New York.
- [5] Bowen, H.J.M., "Environmental Chemistry of the Elements" (1979) Academic Press, London and New York.
- [6] 石橋雅義, 佐原良太郎; 日化, 61, 277-279 (1940).
- [7] 石橋雅義, 山本俊夫; 日化, 79, 1179-1183 (1958).
- [8] Yamamoto, T., Otsuka, Y., Okazaki, M., Okamoto, K., "A Method of Data Analysis on the Distribution of Chemical Elements in the Biosphere" pp. 401-408 in "Analytical Techniques in Environmental Chemistry" J. Albaiges Ed., (1980) Pergamon Press, London.
- [9] 瀬川宗吉, "原色日本海藻図鑑"(1956) 保育社.
- [10] 石橋雅義, 山本俊夫; 日化, 79, 1179-1183 (1958).
- [11] 藤田哲雄, 山本俊夫, 山路勇, 重松恒信; 日化, 90, 680-686 (1969).
- [12] 河島達郎, 山本俊夫, 甲田善生; 分析化学, 31, T10-15 (1982).
- [13] Greenhalge, R., Riley, J.P.; Analyst 87, 970-976 (1962).
- [14] Yamamoto, T., Yamaoka, T., Fujita T., Isoda, C.; Rec. Oceanogr. Works Jpn., 11, 7-13 (1971).
- [15] 石橋雅義, "定量分析実験法" (1950) 富山房.
- [16] 石橋雅義, "基礎容量分析法 (中巻)" (1947) 富山房.
- [17] 山本俊夫; 日化, 81, 381-384 (1960).
- [18] 森井ふじ; 日化, 83, 77-81 (1962).
- [19] 渡辺定方; 分析化学 7, 771-775 (1958).
- [20] Sandell, E. B., "Colorimetric Determination of Trace Metals" (1959) Interscience Publ. Inc., New York.
- [21] Yamamoto, T., Fujita, T., Ishibashi, M.; Rec. Oceanogr. Works Jpn., 10, 125-135 (1970).
- [22] 富岡秀夫; 分析化学, 12, 271-279 (1963).
- [23] Yamamoto, T., Kadowaki, S., Carpenter, J. H.; Geochemical J., 8, 123-133 (1974).
- [24] 石橋雅義、山本俊夫; 日化、79、1184 - 1187 (1958) .
- [25] 久保彰治, "実験化学講座" Vol.15, p.276 (1958) 丸善.
- [26] 山本俊夫; 日化, 81, 384-388 (1960).
- [27] Saltzman, B.E.; Anal. Chem., 27, 284-287 (1955).
- [28] 山本俊夫, 藤田哲雄, 石橋雅義; 日化, 86, 49-53 (1965).
- [29] 山本俊夫, 藤田哲雄, 石橋雅義; 日化, 86, 53-59 (1965).
- [30] Hoste, J., Eeckout, J., Gills, J.; Anal.

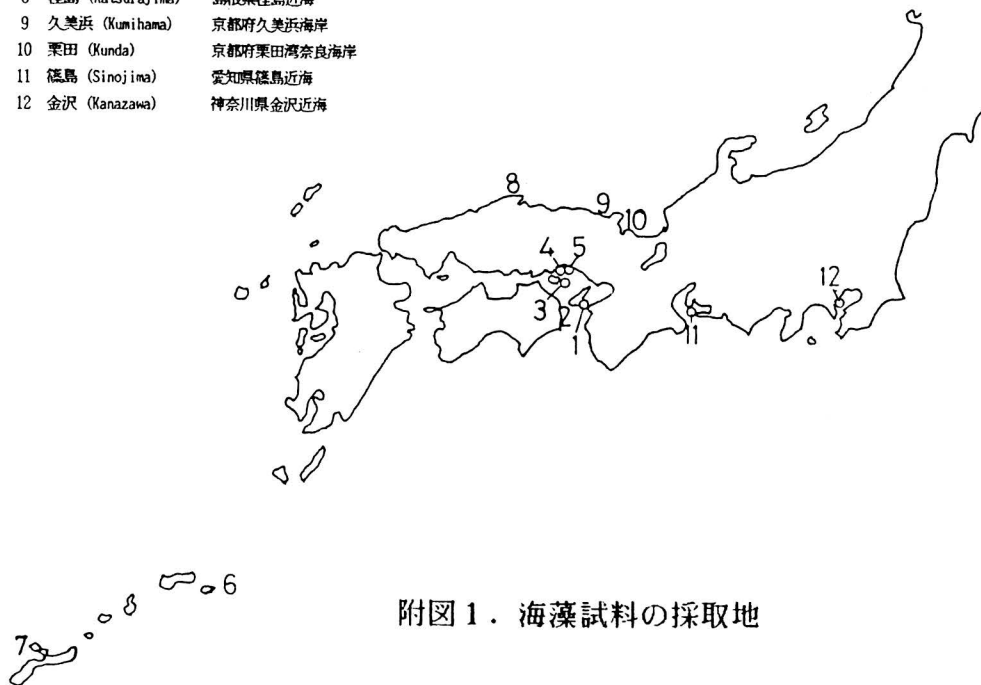
- Chim. Acta, 9, 263-274 (1953).
- [31] Ishibashi, M., Yamamoto, T., Morii, F.; Rec. Oceanogr. Works Jpn., 6, 157-162 (1962).
- [32] 藤永太一郎, 森井ふじ, 寒竹嘉彦; 日化, 83, 1033-1035 (1962).
- [33] 石橋雅義, 藤永太一郎, 山本俊夫, 藤田哲雄, 渡辺清勝; 日化, 86, 728-733 (1965).
- [34] 西川泰治; 日化, 79, 236-238 (1958).
- [35] Yamamoto, T., Otsuka, Y., Uemura, K.; J. Oceanogr. Soc. Jpn., 32, 182-186 (1976).
- [36] Yamamoto, T., Fujita, T., Shigematsu, T.; Rec. Oceanogr. Works Jpn., 10, 29-38 (1969).
- [37] 藤田哲雄, 重松恒信; 分析化学 19, 893-899 (1970).
- [38] Ishibashi, M., Shigematsu, T., Nakagawa, Y.; Bull. Inst. Chem. Res., Kyoto Univ., 32, 199-202 (1954).
- [39] Clark, L. J., Axley, J.H.; Anal. Chem., 27, 2000-2003 (1955).
- [40] Yamamoto, T., Fujita, T., Shigematsu, T., Ishibashi, M.; Rec. Oceanogr. Works Jpn., 9, 209-217 (1968).
- [41] Ishibashi, M., Fujinaga, T., Morii, F., Kanchiku, Y., Kamiyama, F.; Rec. Oceanogr. Works Jpn., 7, 33-36 (1964).
- [42] 河島達郎, 山本俊夫, 甲田善生; 日化, 1983, 368-379.
- [43] "Distribution of Trace Elements in Marine Algae: Comparative Biogeochemical Data" pp. 1-499, T. Yamamoto Ed., (1983) Kyoto University of Education, Kyoto.
- [44] Bowen, H.J.M.; J. Radioanal. Chem., 19, 215-226 (1974).
- [45] 松本保, 佐竹正忠, 平田寛; 日本海洋学会誌, 20, 110-116 (1964).
- [46] 松本保, 佐竹正忠, 山本順子, 春名幸子; 日本海洋学会誌, 20, 117-121 (1964).
- [47] Goldberg, E.D., Broecker, W. S., Gross, M. G., Turekian, K.K.; "Radioactivity in the Marine Environment", pp. 137-146, (1971) National Academy of Science, Washington, D.C.
- [48] Taylor, S.R.; Geochim. Cosmochim. Acta, 28, 1273-1285 (1964).
- [49] Vinogradov, A.P.; Geokhimiya, 4, 291-295 (1962).
- [50] Yamamoto, Y., Tanaka, Y., Ueda, S.; J. Oceanogr. Soc. Jpn., 33, 242-246 (1977).
- [51] 山本俊夫; "海藻中の元素分布" pp. 237-253, 上田, 小柳 編著「海洋における生物濃縮とそれに影響をおよぼす因子」(1980) 第8回放医研環境セミナー報文集, 放射線医学総合研究所(千葉).
- [52] Broecker, W.S., Peng, T.H., "Tracers in the Sea" pp. 26-27, in A Publication of the Lamont-Doherty Geological Observatory", (1982) Columbia University, New York.
- [53] Yamamoto, T.; Rec. Oceanogr. Works Jpn., 11, 65-72 (1972).
- [54] Barth, T.W., "Theoretical Petrology" (1952) John Wiley, New York.
- [55] Goldberg, E.D., Arrhenius, G.S.; Geochim. Cosmochim. Acta, 13, 153-212 (1958).
- [56] Yamamoto, T. Ishibashi, M., "The Content of Trace Elements in Seaweeds", pp. 511-514, in K. Nishizawa, Ed., "Proc. of the 7th Int. Seaweeds Symposium" (1971) University of Tokyo Press, Tokyo.
- [57] Chuaygud, S., 中山英一郎, 宗林由樹,

- 瀬尾充央, 増田和徳, 岡本健一, 山本俊夫; 微量栄養素研究, 6, 91-95. (1989).
- [58] Bojanowski, R; *Oceanologia* NR 2, 81-52 (1973).
- [59] Yamamoto, T., Otsuka. Y., "Environmental Measurement : Distribution of Chemical Elements in the Ocean" in M. G. Singh, Ed., "System and Control Encyclopedia : Theory, Technology, Application", Vol. 2, pp. 1513-1516 (1988) Pergamon Press, Oxford.
- [60] Fowler, S.W.; *Nature*, 269, 51-55 (1977).
- [61] Whitfield, M., Turner, D.R., "Chemical Periodicity and the Speciation and Cycling of the Elements", pp. 719-750, in E. Boyle, K.W. Bruland, J.D. Burton, E.D. Goldberg, Ed., "Trace Metals in Sea Water" (1983) Plenum Press, New York.
- [62] Spaargaren, D.H., H.J. Ceccaldi; *Oceanol. Acta*, 7, 63-76 (1984).
- [63] Masuzawa, T., Koyama, M., Terazaki, T.; *Marine Biology*, 97, 587-591 (1988).
- [64] Higgins, H.W., Mackey, D.J.; *Aust. J. Mar. Fresh. Res.* 38, 307-315 (1987).

附 録 (pp.36~53)

- 附図 1. 海洋試料の採取地
- 附表 1. 海洋植物プランクトンの元素含有量一覧
- 附表 2. 海藻中の元素含有量一覧
- 附表 3. 海藻試料のコード番号、灰分量、採取値並びに採取年月日一覧
- 附表 4. 海藻中元素分析結果一覧
- 附表 5. 各種天然物中の元素含有量
- 附表 6. 各種生物の元素別 y/y_0 値

- 1 友ヶ島 (Tomogashima) 和歌山県友ヶ島近海
- 2 福良 (Fukura) 兵庫県淡路島福良近海
- 3 上島 (Kanishima) 兵庫県上島近海
- 4 岩見 (Iwami) 兵庫県岩見海岸
- 5 八鹿 (Yaka) 兵庫県八鹿海岸
- 6 喜界ヶ島 (Kikajima) 鹿児島県喜界ヶ島近海
- 7 瀬底島 (Sezokojima) 沖縄県瀬底島琉球大学臨海実験所前海岸
- 8 桂島 (Katsurajima) 島根県桂島近海
- 9 久美浜 (Kumihama) 京都府久美浜海岸
- 10 栗田 (Kunda) 京都府栗田湾奈良海岸
- 11 篠島 (Sinojima) 愛知県篠島近海
- 12 金沢 (Kanazawa) 神奈川県金沢近海



附図 1. 海藻試料の採取地

附表 1. 海洋植物プランクトン中の元素含有量 (*mg/kg 乾燥体基準) 一覧

元素	試料数	最小値*	最大値*	平均値*	標準偏差
					平均値
B	2	2.9×10^1	6.1×10^1	4.5×10^1	0.50
Na	16	7.2×10^2	3.1×10^3	1.43×10^3	0.51
Mg	16	4.15×10^3	1.1×10^4	5.89×10^3	0.26
Al	3	3.67×10^3	4.51×10^3	4.07×10^3	0.10
Si	16	9.3×10^4	9.1×10^5	2.46×10^5	0.75
P	16	2.83×10^3	4.25×10^3	3.45×10^3	0.14
K	16	1.98×10^4	1.33×10^5	6.87×10^4	0.53
Ca	16	4.63×10^3	8.49×10^3	6.41×10^3	0.17
Mn	16	7.7×10^1	3.93×10^2	2.11×10^2	0.34
Fe	16	6.24×10^3	2.28×10^4	1.14×10^4	0.40
Zn	10	1.04×10^2	1.76×10^3	6.6×10^2	0.96

附表2. 海藻中の元素含有量 (mg/kg 乾燥体基準) 一覧

元素	試料数	最小値	最大値	平均値	標準偏差 平均値
B	102	1.0×10^1	3.37×10^2	9.9×10^1	0.62
Na	90	2.0×10^2	6.66×10^4	9.6×10^3	0.92
Mg	114	3.0×10^2	5.34×10^4	1.13×10^4	0.76
Al	161	2.6×10^1	5.7×10^3	6.97×10^2	1.3
Si	35	4.4×10^2	2.18×10^4	4.78×10^3	1.1
P	53	2.0×10^2	2.8×10^3	1.05×10^3	0.43
Cl	24	2.7×10^2	3.4×10^4	3.7×10^3	1.9
K	87	3.0×10^2	4.6×10^5	1.25×10^4	0.78
Ca	129	2.8×10^3	3.16×10^5	2.04×10^4	1.9
Sc	52	1.1×10^{-2}	6.5	3.15×10^{-1}	2.9
Ti	53	1.8	1.78×10^2	3.51×10^1	1.1
V	76	2.8×10^{-1}	1.1×10^1	3.65	1.2
Cr	88	2.6×10^{-1}	7.3	1.68	0.79
Mn	115	4	1.2×10^3	1.04×10^2	1.3
Fe	215	2.5×10^1	3.41×10^3	5.42×10^2	1.2
Co	107	4.3×10^{-2}	4.54	7.4×10^{-1}	0.89
Ni	77	1.1×10^{-1}	8.62	2.67	0.72
Cu	66	6.1	2.77×10^1	1.39×10^1	0.40
Zn	135	1.7×10^1	6.8×10^2	1.45×10^2	0.79
Ga	58	2×10^{-2}	6.4×10^{-1}	1.4×10^{-1}	0.89
As	43	1.2	1.3×10^2	2.4×10^1	1.4
Se	17	1.5×10^{-2}	3.6×10^{-1}	1.4×10^{-1}	0.74
Br	51	2.7	7.4×10^2	1.8×10^2	1.0
Rb	52	4.1×10^{-1}	2.6×10^1	6.9	0.82
Sr	90	2.0×10^1	1.15×10^4	1.19×10^3	1.4
Mo	73	6×10^{-2}	1.16	3.4×10^{-1}	0.71
Ag	17	6.8×10^{-2}	7.7×10^{-1}	2.6×10^{-1}	0.92
Sb	33	4.0×10^{-2}	6.1	3.6×10^{-1}	2.9
I	14	1.4×10^1	2.42×10^3	4.34×10^2	1.5
Cs	51	1.0×10^{-2}	3.5×10^{-1}	9.3×10^{-2}	1.1
Ba	35	5.8	6.4×10^1	3.0×10^1	0.47
La	23	8.9×10^{-2}	2.0	7.6×10^{-1}	0.69
Ce	46	9.0×10^{-2}	5.3	1.2	1.0
Sm	27	1.0×10^{-2}	4.3×10^{-1}	1.4×10^{-1}	0.76
Eu	51	1.2×10^{-3}	8.6×10^{-2}	1.8×10^{-2}	1.1
Tb	17	6.4×10^{-3}	7.4×10^{-2}	2.7×10^{-2}	0.78
Yb	12	2.3×10^{-2}	2.1×10^{-1}	8.8×10^{-2}	0.61
Lu	13	6.1×10^{-4}	4.8×10^{-2}	2.0×10^{-2}	0.77
Hf	26	1.2×10^{-2}	5.5×10^{-1}	1.8×10^{-1}	0.90
Ta	7	5.8×10^{-3}	7.7×10^{-2}	3.8×10^{-2}	0.64
Hg	9	5.7×10^{-3}	2.9×10^{-1}	1.1×10^{-1}	1.1
Pb	2	7	1.2×10^1	1.0×10^1	0.37
Th	43	1.8×10^{-3}	6.9×10^{-1}	1.8×10^{-1}	1.1
U	17	1.6×10^{-1}	7.1	1.1	1.6

附表3. 海藻試料のコード番号、灰分量、採取地並びに採取年月日一覧

試料名	コード	灰分量(%)	採取地	採取年月日	試料名	コード	灰分量(%)	採取地	採取年月日
ヒトエグサ	G-1	23.8	友ヶ島	1956年 1月26日	カヤモノリ	B-25	22.4	友ヶ島	'60. 4. 2
ヒトエグサ	G-2	21.2	上島	'62. 4. 22	カヤモノリ	B-26	23.9	桂島	'73. 4. 3
アナオサ	G-3	16.8	友ヶ島	'55. 10. 16	カヤモノリ	B-27	24.0	久美浜	'73. 4. 19
アナオサ	G-4	12.6	友ヶ島	'55. 10. 16	カヤモノリ	B-28	16.8	桂島	'73. 5. 15
アナオサ	G-5	19.0	友ヶ島	'56. 1. 26	アラメ	B-29	13.0	友ヶ島	'55. 10. 16
アナオサ	G-6	17.7	友ヶ島	'58. 8. 1	アラメ	B-30	16.1	友ヶ島	'56. 1. 26
アナオサ	G-7	13.9	友ヶ島	'59. 7. 27	アラメ	B-31	14.2	友ヶ島	'56. 8. 28
アナオサ	G-8	13.7	友ヶ島	'60. 3. 1	アラメ	B-32	16.1	友ヶ島	'56. 5. 16
アナオサ	G-9	17.0	岩見	'62. 7. 8	アラメ	B-33	13.8	友ヶ島	'57. 5. 26
アナオサ	G-10	15.4	岩見	'62. 7. 8	アラメ	B-34	14.4	友ヶ島	'58. 8. 1
アナオサ	G-11	18.8	栗田	'62. 7. 12	アラメ	B-35	11.7	友ヶ島	'57. 7. 27
アナオサ	G-12	17.6	八鹿	'62. 7. 8	アラメ	B-36	15.2	友ヶ島	'64. 3. 15
アナオサ	G-13	25.1	友ヶ島	'62. 7. 18	アラメ	B-37	12.2	友ヶ島	'71. 4. -
アナオサ	G-14	26.0	寛平ヶ島	'62. 8. 16	アラメ	B-38	10.6	金沢	'71. 10. 3
アナオサ	G-15	14.9	友ヶ島	'63. 8. 27	アラメ	B-39	19.3	久美浜	'73. 4. 19
アナオサ	G-16	20.6	友ヶ島	'64. 3. 15	サガラメ	B-40	14.3	桂島	'70. 4. 5
アナオサ	G-17	14.4	友ヶ島	'69. 7. 16	カジメ	B-41	12.7	友ヶ島	'69. 7. 16
アナオサ	G-18	24.0	久美浜	'72. 5. 19	カジメ	B-42	15.2	桂島	'74. 7. 31
アナオサ	G-19	25.6	桂島	'73. 4. 3	ワカメ	B-43	-	友ヶ島	'61. 2. 16
アナオサ	G-20	25.6	桂島	'73. 5. 15	ワカメ	B-44	-	友ヶ島	'61. 2. 16
アナオサ	G-21	34.1	篠島	'74. 7. 28	ワカメ	B-45	-	友ヶ島	'61. 2. 16
ボタンアサ	G-22	15.9	友ヶ島	'56. 8. 28	ワカメ	B-46	-	友ヶ島	'61. 3. 18
ヤブレグサ	G-23	10.3	友ヶ島	'59. 7. 27	ワカメ	B-47	-	友ヶ島	'61. 3. 18
ヒラアオリ	G-24	20.7	上島	'62. 4. 22	ワカメ	B-48	-	友ヶ島	'61. 3. 18
ヒラアオリ	G-25	28.3	栗田	'62. 7. 12	ワカメ	B-49	-	友ヶ島	'61. 4. 19
ヒラアオリ	G-26	15.7	友ヶ島	'64. 3. 15	ワカメ	B-50	-	友ヶ島	'61. 4. 19
ヒラアオリ	G-27	24.6	久美浜	'72. 5. 19	ワカメ	B-51	-	友ヶ島	'61. 4. 19
ヒラアオリ	G-28	27.8	桂島	'73. 4. 3	ワカメ	B-52	10.6	友ヶ島	'69. 7. 16
ヒラアオリ	G-29	17.0	久美浜	'73. 4. 19	ワカメ	B-53	-	友ヶ島	1961年 4月19日
ヒラアオリ	G-30	24.4	桂島	'73. 5. 15	ワカメ	B-54	10.6	友ヶ島	'69. 7. 16
ヒラアオリ	G-31	38.4	瀬底島	'76. 12. 26	ワカメ	B-55	19.0	福良	'72. 4. 12
ウスバアオリ	G-32	10.8	桂島	'70. 4. 5	ワカメ	B-56	20.0	福良	'72. 6. 19
ウスバアオリ	G-33	25.2	桂島	'73. 5. 15	ワカメ	B-57	24.0	桂島	'73. 4. 3
ウスバアオリ	G-34	20.6	久美浜	1973年 3月19日	ワカメ	B-58	21.1	久美浜	'73. 4. 19
ウスバアオリ	G-35	19.5	久美浜	'73. 3. 19	ワカメ	B-59	24.0	桂島	'73. 5. 15
チャシオグサ	G-36	18.0	友ヶ島	'55. 10. 16	ワカメ	B-60	25.0	福良	'73. 6. -
アサミドリシオグサ	G-37	17.2	桂島	'73. 4. 3	ジャロモク	B-61	16.0	上島	'62. 4. 22
アサミドリシオグサ	G-38	22.2	久美浜	'73. 4. 19	ジャロモク	B-62	20.6	友ヶ島	'64. 3. 15
フトジュズモ	G-39	9.1	友ヶ島	'60. 7. 15	ヒジキ	B-63	21.0	友ヶ島	'53. 2. 17
フトジュズモ	G-40	10.2	友ヶ島	'56. 1. 26	ヒジキ	B-64	19.5	友ヶ島	'53. 3. 15
フトジュズモ	G-41	12.1	友ヶ島	'56. 5. 16	ヒジキ	B-65	15.5	友ヶ島	'54. 2. -
フトジュズモ	G-42	11.6	友ヶ島	'59. 7. 27	ヒジキ	B-66	15.8	友ヶ島	'55. 1. -
フサイワツタ	G-43	18.2	友ヶ島	'58. 8. 1	ヒジキ	B-67	16.4	友ヶ島	'55. 2. -
コブシミル	G-44	36.0	友ヶ島	'56. 5. 16	ヒジキ	B-68	17.8	友ヶ島	'56. 1. 26
ミル	G-45	15.0	友ヶ島	'55. 10. 16	ヒジキ	B-69	19.6	友ヶ島	'56. 2. 29
ミル	G-46	6.7	友ヶ島	'59. 7. 27	ヒジキ	B-70	19.2	友ヶ島	'56. 5. 16
ミル	G-47	6.7	友ヶ島	'65. 8. 30	ヒジキ	B-71	16.9	友ヶ島	'64. 3. 15
ヘラヤハズ	B-1	10.5	友ヶ島	'56. 8. 28	ヒジキ	B-72	22.6	友ヶ島	'69. 7. 16
ヘラヤハズ	B-2	6.1	友ヶ島	'63. 8. 27	ヒジキ	B-73	29.7	桂島	'73. 4. 3
ヘラヤハズ	B-3	6.8	友ヶ島	'69. 7. 16	ヒジキ	B-74	32.8	桂島	'73. 5. 15
ウミウチワ	B-4	14.5	友ヶ島	'55. 8. 8	マメタワラ	B-75	9.6	友ヶ島	'55. 8. 8
ウミウチワ	B-5	13.3	友ヶ島	'55. 10. 16	マメタワラ	B-76	12.1	友ヶ島	'55. 8. 8
ウミウチワ	B-6	13.0	友ヶ島	'56. 1. 26	マメタワラ	B-77	15.3	友ヶ島	'69. 7. 16
ウミウチワ	B-7	12.5	友ヶ島	'56. 2. 29	マメタワラ	B-78	11.9	久美浜	'74. 3. 21
ウミウチワ	B-8	18.8	友ヶ島	'56. 5. 16	ヤツマタモク	B-79	13.5	栗田	'62. 7. 12
ウミウチワ	B-9	15.8	友ヶ島	'56. 8. 28	ヤツマタモク	B-80	19.2	桂島	'73. 5. 15
ウミウチワ	B-10	11.2	友ヶ島	'60. 8. 25	アカモク	B-81	10.2	友ヶ島	'56. 1. 26
ウミウチワ	B-11	14.3	友ヶ島	'62. 7. 18	アカモク	B-82	10.5	桂島	'70. 4. 5
フトモク	B-12	11.0	友ヶ島	'55. 10. 16	アカモク	B-83	26.0	久美浜	'72. 5. 19
フトモク	B-13	11.4	友ヶ島	'55. 10. 16	アカモク	B-84	29.3	久美浜	'73. 4. 19
イシゲ	B-14	12.4	友ヶ島	'56. 2. 29	ノコギリモク	B-85	16.4	友ヶ島	'55. 8. 8
イシゲ	B-15	12.0	友ヶ島	'58. 8. 1	ノコギリモク	B-86	12.1	友ヶ島	1955年 8月 8日
イシゲ	B-16	15.0	久美浜	'73. 4. 19	ヨレモク	B-87	11.2	友ヶ島	'55. 10. 16
イロロ	B-17	11.5	友ヶ島	'56. 2. 29	ヨレモク	B-88	14.3	上島	'62. 4. 22
イロロ	B-18	15.3	友ヶ島	1964年 3月15日	ヨレモク	B-89	17.4	友ヶ島	'63. 8. 27
ケウルシグサ	B-19	3.9	友ヶ島	'56. 5. 16	ヨレモク	B-90	11.0	友ヶ島	'64. 3. 15
ケウルシグサ	B-20	3.9	友ヶ島	'60. 3. 1	ヨレモク	B-91	13.6	友ヶ島	'73. 4. 3
イワヒゲ	B-21	14.2	友ヶ島	'56. 1. 26	オオバノコギリモク	B-92	12.5	友ヶ島	'55. 8. 8
カヤモノリ	B-22	29.3	友ヶ島	'56. 2. 29	オオバノコギリモク	B-93	11.9	友ヶ島	'56. 1. 26

附表3 (続) . 海藻試料のJOT番号、灰分量、採取地並びに採取年月日一覽

試料名	コード	灰分量(%)	採取地	採取年月日	試料名	コード	灰分量(%)	採取地	採取年月日
オオバモク	R-92	13.8	友ヶ島	'55. 8. 8	ハバノリ	R-148	19.5	桂島	1973年 4月 3日
オオバモク	R-93	13.4	友ヶ島	'55. 10. 16	ハバノリ	R-149	18.1	桂島	'73. 5. 15
オオバモク	R-94	15.3	友ヶ島	'56. 1. 26	ガラガラ	R-1	76.3	真界ヶ島	'62. 8. 16
オオバモク	R-95	15.5	友ヶ島	'56. 1. 26	マクサ	R-2	3.2	友ヶ島	'55. 8. -
オオバモク	R-96	15.3	友ヶ島	'56. 5. 16	マクサ	R-3	6.6	友ヶ島	'55. 10. 16
オオバモク	R-97	13.6	友ヶ島	'56. 8. 28	マクサ	R-4	2.7	友ヶ島	'56. 1. 26
オオバモク	R-98	11.8	友ヶ島	'59. 7. 27	マクサ	R-5	6.1	友ヶ島	'58. 8. 1
オオバモク	R-99	13.1	友ヶ島	'62. 7. 18	マクサ	R-6	6.7	友ヶ島	'59. 7. 27
オオバモク	R-100	13.8	桂島	'70. 4. 4	マクサ	R-7	7.2	友ヶ島	'60. 6. 9
オオバモク	R-101	12.6	桂島	'73. 4. 3	マクサ	R-8	7.9	友ヶ島	'60. 5. 25
オオバモク	R-102	20.1	久美浜	'73. 4. 19	マクサ	R-9	11.7	友ヶ島	'63. 8. 27
ホンダワラ	R-103	12.5	友ヶ島	'55. 10. 16	マクサ	R-10	7.0	友ヶ島	'69. 7. 16
ホンダワラ	R-104	11.4	友ヶ島	'55. 10. 16	マクサ	R-11	17.5	桂島	'73. 4. 3
ホンダワラ	R-105	13.2	友ヶ島	'55. 8. 8	ユイキリ	R-12	10.8	友ヶ島	'55. 10. 16
ホンダワラ	R-106	13.6	友ヶ島	'59. 7. 27	ユイキリ	R-13	13.9	友ヶ島	'56. 1. 26
ホンダワラ	R-107	12.6	友ヶ島	'60. 8. 25	ユイキリ	R-14	10.3	友ヶ島	'56. 5. 16
ホンダワラ	R-108	21.7	友ヶ島	'65. 8. 30	ユイキリ	R-15	13.7	友ヶ島	'56. 8. 28
ホンダワラ	R-109	15.6	桂島	'73. 4. 3	ユイキリ	R-16	11.9	友ヶ島	'60. 7. 25
ウミトラノオ	R-110	18.9	友ヶ島	'52. 10. 18	ナミノハナ	R-17	12.7	友ヶ島	'55. 10. 16
ウミトラノオ	R-111	20.7	友ヶ島	'54. 8. 13	ガラガラモドキ	R-18	70.2	真界ヶ島	'62. 8. 16
ウミトラノオ	R-112	19.5	友ヶ島	'54. 3. -	ムカデノリ	R-19	30.3	友ヶ島	'56. 8. 28
ウミトラノオ	R-113	17.8	友ヶ島	'55. 8. 8	ムカデノリ	R-20	16.2	友ヶ島	'64. 3. 15
ウミトラノオ	R-114	19.4	友ヶ島	'55. 10. 16	ムカデノリ	R-21	14.1	桂島	'73. 4. 3
ウミトラノオ	R-115	16.1	友ヶ島	1956年 1月26日	ムカデノリ	R-22	24.7	久美浜	'73. 7. 9
ウミトラノオ	R-116	17.7	友ヶ島	'56. 2. 29	キョウノヒモ	R-23	9.2	友ヶ島	'69. 7. 16
ウミトラノオ	R-117	16.4	友ヶ島	'56. 5. 16	ツルツル	R-24	15.9	友ヶ島	'62. 7. 18
ウミトラノオ	R-118	20.5	友ヶ島	'56. 5. 16	チャボキントキ	R-25	3.6	友ヶ島	'56. 5. 16
ウミトラノオ	R-119	22.3	友ヶ島	'56. 8. 28	コメノリ	R-26	9.9	友ヶ島	'55. 3. -
ウミトラノオ	R-120	17.0	友ヶ島	'60. 3. 1	コメノリ	R-27	10.6	友ヶ島	'58. 8. 1
ウミトラノオ	R-121	16.8	上島	'62. 4. 22	コメノリ	R-28	17.3	友ヶ島	'62. 7. 18
ウミトラノオ	R-122	15.8	岩見	'62. 7. 8	コメノリ	R-29	15.9	友ヶ島	'69. 7. 16
ウミトラノオ	R-123	17.8	岩見	'62. 7. 8	コメノリ	R-30	15.4	桂島	'73. 4. 3
ウミトラノオ	R-124	27.0	栗田	'62. 7. 12	イトフノリ	R-31	13.1	友ヶ島	'56. 5. 16
ウミトラノオ	R-125	16.1	八鹿	'62. 7. 8	マフノリ	R-32	14.6	上島	1962年 4月22日
ウミトラノオ	R-126	20.6	友ヶ島	'64. 3. 15	マフノリ	R-33	8.4	友ヶ島	'64. 3. 15
ウミトラノオ	R-127	24.6	久美浜	'72. 5. 19	フクロフノリ	R-34	20.8	桂島	'73. 4. 3
ウミトラノオ	R-128	27.8	桂島	'73. 4. 3	トサカノリ	R-35	16.4	友ヶ島	'56. 8. 28
ウミトラノオ	R-129	20.2	久美浜	'73. 3. -	ユカリ	R-36	19.9	友ヶ島	'56. 1. 26
ウミトラノオ	R-130	31.8	久美浜	'73. 4. 19	サイダイバラ	R-37	11.0	友ヶ島	'56. 1. 26
ウミトラノオ	R-131	24.9	桂島	'73. 5. 15	カズノイバラ	R-38	16.4	友ヶ島	'56. 1. 26
ウミトラノオ	R-132	25.4	久美浜	'73. 7. 9	イバラノリ	R-39	13.1	友ヶ島	'63. 8. 27
ウミトラノオ	R-133	20.7	久美浜	'77. 4. 20	イバラノリ	R-40	29.3	久美浜	'73. 7. 9
イソモク	R-134	16.6	友ヶ島	'59. 7. 27	アツバノリ	R-41	10.0	友ヶ島	'56. 2. 29
イソモク	R-135	17.1	栗田	'62. 7. 12	カイメンク	R-42	20.6	真界ヶ島	'62. 8. 16
イソモク	R-136	14.0	友ヶ島	'63. 8. 27	オキツノリ	R-43	8.1	友ヶ島	'59. 7. 27
イソモク	R-137	14.0	友ヶ島	'64. 3. 15	オキツノリ	R-44	17.0	岩見	'62. 7. 8
イソモク	R-138	18.1	友ヶ島	'69. 7. 16	ツノマタ	R-45	19.4	友ヶ島	'62. 7. 18
イソモク	R-139	22.4	久美浜	'73. 4. 19	ツノマタ	R-46	17.4	友ヶ島	'63. 8. 27
イソモク	R-140	15.8	桂島	'73. 5. 15	イギス	R-47	21.1	久美浜	'72. 5. 19
トゲモク	R-141	13.7	友ヶ島	'56. 8. 28	カバノリ	R-48	15.2	桂島	'73. 4. 3
ナラサモ	R-142	11.1	桂島	'70. 4. 5	シウジョウケノリ	R-49	13.7	上島	'62. 4. 22
ウスバモク	R-143	15.2	真界ヶ島	'62. 8. 16					
フシズモク	R-144	23.5	久美浜	'73. 4. 19					
フシズモク	R-145	23.7	久美浜	'73. 7. 9					
コモングサ	R-146	20.9	久美浜	'73. 4. 19					
コモングサ	R-147	25.2	久美浜	'73. 7. 9					

↑ コード G: 緑藻類 B: 褐藻類 R: 紅藻類

附表4. 海藻中の元素分析結果 (原子番号順) 一覧

ホウ素含有量 (mg/kg 乾燥体基準 比色分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ	G-1	5.0	イロロ	B-20	7.6
アナアオサ	G-4	2.8	ケウルシグサ	B-22	1.6
アナアオサ	G-7	9.0	イワヒゲ	B-23	10.2
アナアオサ	G-8	3.6	カヤモノリ	B-25	8.4
アナアオサ	G-9	5.9	カヤモノリ	B-26	1.0
アナアオサ	G-10	6.1	カヤモノリ	B-27	3.6
アナアオサ	G-13	6.8	カヤモノリ	B-28	8.0
アナアオサ	G-19	6.7	アラメ	B-34	8.4
アナアオサ	G-20	7.5	アラメ	B-36	8.8
ヤブレグサ	G-23	9.7	アラメ	B-39	11.8
ヒラアオノリ	G-24	3.0	ワカメ	B-55	6.7
ヒラアオノリ	G-25	1.71	ワカメ	B-56	1.6
ヒラアオノリ	G-28	9.7	ワカメ	B-57	9.4
ヒラアオノリ	G-29	1.14	ワカメ	B-58	2.4
ヒラアオノリ	G-30	8.1	ジョロモク	B-60	1.71
ウスバアオノリ	G-33	1.14	ヒジキ	B-67	10.9
アサミドリシオグサ	G-37	4.2	ヒジキ	B-68	10.8
アサミドリシオグサ	G-38	2.68	ヒジキ	B-71	11.3
フツジュズモ	G-39	8.0	ヒジキ	B-72	10.6
フツジュズモ	G-42	1.40	ヤツマタモク	B-77	4.3
フサイウツタ	G-43	10.0	ヤツマタモク	B-78	8.7
コブシミル	G-44	8.3	アカモク	B-79	7.0
ミル	G-45	1.7	アカモク	B-82	5.8
ヘラヤハズ	B-1	6.7	ヨレモク	B-88	7.0
ウミウチワ	B-10	10.0	ヨレモク	B-89	6.1
ウミウチワ	B-11	1.49	オオバモク	B-99	1.34
イシゲ	B-14	5.4	オオバモク	B-101	5.0
イシゲ	B-15	1.36	オオバモク	B-102	10.7
イロロ	B-18	7.1	ホンダワラ	B-106	1.49
イロロ	B-19	7.2	ホンダワラ	B-109	8.9
ウミトラノオ	B-119	2.00	ウミトラノオ	B-114	1.38
ウミトラノオ	B-122	7.8	ウミトラノオ	B-118	1.10
ウミトラノオ	B-123	9.7	マクサ	R-7	1.54
ウミトラノオ	B-124	1.39	マクサ	R-11	1.92
ウミトラノオ	B-128	1.32	ムカデノリ	R-20	8.1
ウミトラノオ	B-129	8.0	ムカデノリ	R-21	1.5
ウミトラノオ	B-130	10.8	ムカデノリ	R-22	6.6
ウミトラノオ	B-131	1.19	ツルツル	R-24	3.7
イソモク	B-135	1.26	ツルツル	R-25	10.1
イソモク	B-139	1.63	チャポキントキ	R-25	10.1
イソモク	B-140	7.6	コメノリ	R-28	6.0
ウスバモク	B-143	1.65	コメノリ	R-30	4.9
フシズモク	B-144	1.69	イトフノリ	R-31	3.19
フシズモク	B-145	1.24	マフノリ	R-32	3.4
コモングサ	B-146	9.0	マフノリ	R-34	1.8
ハバノリ	B-148	4.5	フクフノリ	R-34	1.8
ハバノリ	B-149	7.0	トサカノリ	R-35	1.19
ガラガラ	R-1	2.85	イバラノリ	R-40	3.37
マクサ	R-5	1.85	カイメンソウ	R-42	9.1
マクサ	R-6	1.08	オキツノリ	R-44	2.17
			ツノマタ	R-45	7.6
			カバノリ	R-48	1.8
			ショウジョウケノリ	R-49	1.33

ナトリウム含有量 (mg/kg 乾燥体基準 重量分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ	G-1	17900	カヤモノリ	B-24	9900
ヒトエグサ	G-2	20400	アラメ	B-29	13100
アナアオサ	G-3	3600	アラメ	B-30	16600
アナアオサ	G-5	3600	アラメ	B-31	14700
アナアオサ	G-6	2900	アラメ	B-32	17100
アナアオサ	G-7	370	アラメ	B-33	12300
アナアオサ	G-10	5500	アラメ	B-37	12000
アナアオサ	G-12	9300	アラメ	B-38	8100

アナアオサ	G-13	11000	サガラメ	B-40	15000
アナアオサ	G-15	6100	カジメ	B-41	14000
アナアオサ	G-17	2400	ワカメ	B-52	2500
アナアオサ	G-18	7500	ワカメ	B-53	22300
ボクタンアオサ	G-22	1000	ワカメ	B-54	28400
ヤブレグサ	G-23	1100	ジョロモク	B-59	3500
ヒラアオノリ	G-27	13000	ヒジキ	B-61	16900
ウスバアオノリ	G-34	4000	ヒジキ	B-69	12000
ウスバアオノリ	G-35	3600	マメタワラ	B-73	4000
フツジュズモ	G-39	3200	マメタワラ	B-75	8200
ホソジュズモ	G-41	6500	ヤツマタモク	B-77	8200
ホソジュズモ	G-42	4100	アカモク	B-79	3600
コブシミル	G-44	66600	アカモク	B-81	14000
ミル	G-45	7500	ノコギリモク	B-83	20000
ヘラヤハズ	B-1	4700	ヨレモク	B-85	2700
ヘラヤハズ	B-2	4900	ヨレモク	B-86	4100
ウミウチワ	B-4	5900	オオバノコギリモク	B-90	15000
ウミウチワ	B-8	16100	オオバノコギリモク	B-91	4800
フトモズク	B-12	2300	オオバモク	B-92	3600
アオモズク	B-13	5400	オオバモク	B-94	6900
イシゲ	B-14	15300	オオバモク	B-96	7000
イロロ	B-18	14000	オオバモク	B-97	7600
ケウルシグサ	B-21	400	マクサ	R-9	930
ケウルシグサ	B-22	620	ホソジュズモ	R-14	1700
ホンダワラ	B-103	7100	ウイキリ	R-15	1900
ホンダワラ	B-104	5900	ウイキリ	R-15	1900
ウミトラノオ	B-111	7200	ムカデノリ	R-20	22000
ウミトラノオ	B-112	7200	ウミウチワ	R-23	11000
ウミトラノオ	B-115	7100	ツルツル	R-24	23000
ウミトラノオ	B-116	8200	チャポキントキ	R-25	1100
ウミトラノオ	B-117	11000	コメノリ	R-26	10700
ウミトラノオ	B-118	11800	コメノリ	R-29	18000
ウミトラノオ	B-126	15000	イバラノリ	R-39	14000
ウミトラノオ	B-127	11000	カイメンソウ	R-42	23000
イソモク	B-136	6600	オキツノリ	R-43	8000
トゲモク	B-141	6700	ツノマタ	R-46	17000
ガラガラ	R-1	1400	イギス	R-47	3200
マクサ	R-2	200			

マグネシウム含有量 (mg/kg 乾燥体基準 重量分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ	G-1	14300	アナアオサ	G-12	13700
ヒトエグサ	G-2	11700	アナアオサ	G-13	34100
アナアオサ	G-3	38300	アナアオサ	G-15	25400
アナアオサ	G-5	44300	アナアオサ	G-16	25600
アナアオサ	G-6	37700	アナアオサ	G-18	22000
アナアオサ	G-7	17200	ボクタンアオサ	G-22	36500
アナアオサ	G-8	18700	ヤブレグサ	G-23	7200
アナアオサ	G-9	14800	ヒラアオノリ	G-24	19800
アナアオサ	G-10	19000	ヒラアオノリ	G-31	53400
アナアオサ	G-11	20700	ウスバアオノリ	G-34	12000
ウスバアオノリ	G-35	12000	ジョロモク	B-59	5900
フツジュズモ	G-39	5700	ジョロモク	B-60	13300
ホソジュズモ	G-41	8600	ヒジキ	B-61	8400
ホソジュズモ	G-42	13900	ヒジキ	B-63	6200
コブシミル	G-44	15400	ヒジキ	B-68	11800
ミル	G-45	11100	ヒジキ	B-69	13100
ヘラヤハズ	B-1	5800	マメタワラ	B-73	6800
ヘラヤハズ	B-2	3800	ヤツマタモク	B-77	9900
ウミウチワ	B-4	5100	アカモク	B-79	16900
ウミウチワ	B-8	11600	ノコギリモク	B-83	16500
ウミウチワ	B-10	7000	ヨレモク	B-85	7800
ウミウチワ	B-11	5300	ヨレモク	B-86	7700
フトモズク	B-12	7900	ヨレモク	B-88	10500
アオモズク	B-13	6700	オオバノコギリモク	B-90	2900
イシゲ	B-14	8400	オオバノコギリモク	B-91	13600
イロロ	B-18	8900			
イロロ	B-19	10200			

附表4 (続) . 海藻中の元素分析結果 (原子番号順) 一覧

イロロ	B-20	9 200	オオバモク	B-92	1 370 0	ワカメ	B-47	1 91	オオバノコギリモク	1 40	
ケウルシグサ	B-21	3 00	オオバモク	B-96	1 210 0	ワカメ	B-48	2 85	B-99		
カヤモノリ	B-24	1 070 0	オオバモク	B-97	9 700	ワカメ	B-49	2 63	オオバノコギリモク	1 65	
アラメ	B-29	6 600	オオバモク	B-98	7 800	ワカメ	B-50	1 73	B-91		
アラメ	B-31	9 900	オオバモク	B-99	1 010 0	ワカメ	B-51	2 06	オオバモク	B-92	7 2
アラメ	B-32	9 100	ホンダウラ	B-103	1 260 0	ワカメ	B-52	3 15	オオバモク	B-94	1 60
アラメ	B-33	7 900	ホンダウラ	B-104	3 800	ワカメ	B-55	1 14	オオバモク	B-95	6 5
アラメ	B-34	7 500	ウミトラノオ	B-110	8 800	ワカメ	B-56	2 65	オオバモク	B-96	1 4 3
アラメ	B-35	1 220 0	ウミトラノオ	B-111	9 500	ワカメ	B-57	2 51	オオバモク	B-97	6 9
アラメ	B-36	1 010 0	ウミトラノオ	B-112	7 500	ワカメ	B-58	2 33	オオバモク	B-100	6 2
アラメ	B-37	2 400	ウミトラノオ	B-113	1 230 0	ヒジキ	B-61	2 1 8	オオバモク	B-101	9 0
アラメ	B-38	3 400	ウミトラノオ	B-114	1 110 0	ヒジキ	B-62	3 1 3	オオバモク	B-102	1 0 5
カジメ	B-41	3 900	ウミトラノオ	B-115	7 500	ヒジキ	B-63	2 60	ホンダウラ	B-103	1 4 5
ワカメ	B-53	1 420 0	ウミトラノオ	B-116	6 900	ヒジキ	B-64	2 2 9	ホンダウラ	B-109	5 8
ワカメ	B-54	1 080 0	ウミトラノオ	B-117	1 060 0	ヒジキ	B-66	1 4 2	ウミトラノオ	B-110	5 6 6
ウミトラノオ	B-118	1 280 0	マクサ	R-8	3 300	ヒジキ	B-68	2 10	ウミトラノオ	B-111	1 6 1 5
ウミトラノオ	B-120	9 300	ユイキリ	R-12	2 500	ヒジキ	B-69	1 70	ウミトラノオ	B-112	2 4 7 8
ウミトラノオ	B-121	6 900	ユイキリ	R-15	2 200	ヒジキ	B-70	2 5 3	ウミトラノオ	B-113	1 3 8 7
ウミトラノオ	B-122	1 060 0	ユイキリ	R-16	2 200	ヒジキ	B-71	1 2 1	ウミトラノオ	B-114	8 4 4
ウミトラノオ	B-123	9 800	ガラガラモドキ	R-18	9 100	ヒジキ	B-72	7 9	ウミトラノオ	B-115	1 1 6 0
ウミトラノオ	B-124	1 750 0	ムカデノリ	R-20	5 100	マメタワラ	B-73	6 6 2	ウミトラノオ	B-116	9 20
ウミトラノオ	B-125	5 600	ツルツル	R-24	5 900	マメタワラ	B-74	7 6 2	ウミトラノオ	B-117	4 00
ウミトラノオ	B-126	8 700	コメノリ	R-26	7 800	マメタワラ	B-75	5 6 4	ウミトラノオ	B-118	1 0 8 7
イソモク	B-134	6 600	コメノリ	R-27	7 000	ヤツマタモク	B-77	6 1 5	ウミトラノオ	B-120	8 40
イソモク	B-136	1 130 0	マフノリ	R-33	3 300	ヤツマタモク	B-78	6 5	ウミトラノオ	B-127	2 1 5 4
イソモク	B-137	8 900	トサカノリ	R-35	8 400	アカモク	B-79	1 4 2	ウミトラノオ	B-128	1 1 4
トゲモク	B-141	1 180 0	イバラノリ	R-39	3 400	アカモク	B-80	5 9	ウミトラノオ	B-129	6 7 8
ガラガラ	R-1	1 240 0	オキツノリ	R-43	4 200	アカモク	B-82	1 4 4	ウミトラノオ	B-130	1 4 6 7
マクサ	R-2	5 000	ツノマタ	R-45	1 080 0	ノコギリモク	B-83	1 10	ウミトラノオ	B-131	1 0 5
マクサ	R-3	1 040 0	ショウジョウケノリ	R-49	8 100	ウミトラノオ	B-132	5 2 3	ムカデノリ	R-20	1 40
マクサ	R-5	800				イソモク	B-136	1 500	ムカデノリ	R-21	3 0 7
マクサ	R-7	7 200				イソモク	B-138	4 9 1	ムカデノリ	R-22	2 4 4
						イソモク	B-139	4 1 9	キョウノヒモ	R-23	1 4 1
						イソモク	B-140	1 0 5	コメノリ	R-26	3 30
						トゲモク	B-141	4 3 8	コメノリ	R-27	1 30
						ナラサモ	B-142	8 1	コメノリ	R-29	3 9 2
						フシスジモク	B-144	2 3 4	コメノリ	R-30	1 1 2
						フシスジモク	B-145	2 4 6 0	イトフノリ	R-31	6 0
						コモングサ	B-146	4 1 7	フクロフノリ	R-34	6 5
						コモングサ	B-147	3 30 3	トサカノリ	R-35	7 3 1
						ハバノリ	B-148	6 4	ユカリ	R-36	1 4 6 8
						ハバノリ	B-149	5 9	サイダイバラ	R-37	5 1 7
						ガラガラ	R-1	2 10	カズノイバラ	R-38	1 2 4 5
						マクサ	R-3	2 70	イバラノリ	R-40	3 2 9
						マクサ	R-10	7 4	アツバノリ	R-41	1 5 1
						マクサ	R-11	8 3	オキツノリ	R-43	4 20
						ユイキリ	R-12	3 3 2	イギス	R-47	2 6 20
						ユイキリ	R-13	30 9	カバノリ	R-48	1 4 3
						ナミノハナ	R-17	1 0 7 7			

アルミニウム含有量
(mg/kg 乾燥体基準 比色分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ	G-1	1 14 7	ホソジュズモ	G-42	5 30
アナアオサ	G-3	6 0 4	フサイウツタ	G-43	3 3 1 5
アナアオサ	G-4	4 60	コブシミル	G-44	7 1 7
アナアオサ	G-5	7 8 1	ミル	G-45	2 3 80
アナアオサ	G-6	1 200	ミル	G-46	6 40
アナアオサ	G-7	5 00	ミル	G-47	9 2 7
アナアオサ	G-10	2 100	ヘラヤハズ	B-1	1 0 5 5
アナアオサ	G-12	3 600	ヘラヤハズ	B-3	2 1 1
アナアオサ	G-13	2 800	ウミウチワ	B-4	3 6 0 0
アナアオサ	G-15	1 800	ウミウチワ	B-7	3 2 2
アナアオサ	G-17	9 30	ウミウチワ	B-8	9 7 7
アナアオサ	G-18	6 7 8	ウミウチワ	B-9	1 00 3
アナアオサ	G-19	6 5 2	フトモズク	B-12	2 3 6 5
アナアオサ	G-20	1 7 7	フトモズク	B-13	5 90
ボタンアオサ	G-22	1 0 1 1	イシゲ	B-14	6 8
ヒラアオノリ	G-27	9 3	イシゲ	B-16	1 2 7
ヒラアオノリ	G-28	7 60	イロロ	B-17	1 40
ヒラアオノリ	G-29	1 1 1 2	イワヒゲ	B-23	1 4 30
ヒラアオノリ	G-30	1 9 3	カヤモノリ	B-24	3 2 90
ウスバアオノリ	G-32	1 6 5	カヤモノリ	B-26	4 3 5
ウスバアオノリ	G-33	1 0 9 5	カヤモノリ	B-27	6 3 8
ウスバアオノリ	G-34	5 000	カヤモノリ	B-28	1 2 3 5
ウスバアオノリ	G-35	5 700	アラメ	B-29	1 2 4
チャシオグサ	G-36	7 6 5	アラメ	B-30	1 1 2
アサミドリシオグサ	G-37	1 1 4 9	アラメ	B-31	6 6
			アラメ	B-32	1 5 2
アサミドリシオグサ	G-38	1 60 2	アラメ	B-34	6 4
			アラメ	B-37	2 6
フトジュズモ	G-39	7 30	アラメ	B-39	5 5
ホソジュズモ	G-40	4 1 8	カジメ	B-41	5 7
ホソジュズモ	G-41	7 00	ワカメ	B-43	1 7 9
ワカメ	B-44	1 8 7	ヨレモク	B-45	9 7
ワカメ	B-45	2 8 1	ヨレモク	B-48	9 9
ワカメ	B-46	2 2 4	ヨレモク	B-49	4 8

ケイ素含有量 (mg/kg 乾燥体基準 比色分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
アナアオサ	G-6	2 4 20	ワカメ	B-49	1 1 10
アナアオサ	G-7	4 40	ワカメ	B-50	9 20
アナアオサ	G-8	2 600	ワカメ	B-51	1 200
アナアオサ	G-10	6 140	ヨレモク	B-88	1 410
アナアオサ	G-11	1 630	ウミトラノオ	B-110	5 330
アナアオサ	G-12	1 2 1 90	ウミトラノオ	B-112	2 070
アナアオサ	G-13	6 800	ウミトラノオ	B-113	1 4310
アナアオサ	G-14	9 580	ウミトラノオ	B-114	7 630
ヒラアオノリ	G-25	2 1 8 20	ウミトラノオ	B-118	1 960
イシゲ	B-14	1 5 50	ウミトラノオ	B-120	1 2 2 90
イロロ	B-19	1 3 8 90	ウミトラノオ	B-121	4 1 80
カヤモノリ	B-25	2 4 80	ウミトラノオ	B-122	4 5 40
ワカメ	B-43	8 70	ウミトラノオ	B-123	9 030
ワカメ	B-44	9 30	マクサ	R-2	2 250
ワカメ	B-45	1 6 80	マクサ	R-3	1 860
ワカメ	B-46	9 90	マクサ	R-7	3 110
ワカメ	B-47	6 90	マクサ	R-8	5 870
ワカメ	B-48	1 6 80			

附表4 (続) . 海藻中の元素分析結果 (原子番号順) 一覧

リン含有量 (mg/kg 乾燥体基準 重量分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ	G-1	900	マメタワラ	B-73	700
アナアオサ	G-3	1200	アカモク	B-79	1200
アナアオサ	G-5	1700	ノコギリモク	B-83	200
アナアオサ	G-8	1310	ヨレモク	B-85	700
ポタンアオサ	G-22	800	オオバノコギリモク		1100
ヤブレグサ	G-23	640		B-91	
ヒラアオノリ	G-31	900	オオバモク	B-95	800
フトジュズモ	G-39	640	オオバモク	B-97	700
ホンジュズモ	G-41	800	オオバモク	B-98	550
コブシミル	G-44	2800	ホンダワラ	B-103	900
ミル	G-45	1500	ウミトラノオ	B-110	1600
ヘラヤハズ	B-1	1800	ウミトラノオ	B-111	800
ウミウチワ	B-8	900	ウミトラノオ	B-112	900
ウミウチワ	B-10	810	ウミトラノオ	B-115	1200
フトモズク	B-12	1100	ウミトラノオ	B-116	1500
フトモズク	B-13	700	ウミトラノオ	B-117	900
インゲ	B-14	1700	ウミトラノオ	B-118	800
イロロ	B-19	1460	ウミトラノオ	B-120	1160
ケウルシグサ	B-21	900	イソモク	B-134	910
カヤモノリ	B-24	1800	トゲモク	B-141	500
アラメ	B-29	800	マクサ	R-2	200
アラメ	B-31	600	マクサ	R-3	1600
アラメ	B-32	1100	マクサ	R-8	980
アラメ	B-33	1100	ユイキリ	R-12	800
ジョロモク	B-59	1640	ユイキリ	R-15	1300
ヒジキ	B-61	1200	コメノリ	R-26	1200
ヒジキ	B-68	600	トサカノリ	R-35	1300

ポタンアオサ	G-22	1700	ジョロモク	B-59	11000
ヤブレグサ	G-23	2500	ヒジキ	B-68	34300
ヒラアオノリ	G-31	22000	ヒジキ	B-69	20000
ウスバアオノリ	G-34	13000	マメタワラ	B-73	3700
ウスバアオノリ	G-35	12000	マメタワラ	B-75	12000
フトジュズモ	G-39	11000	ヤツマタモク	B-77	11000
ホンジュズモ	G-41	13200	アカモク	B-79	6400
ホンジュズモ	G-42	2300	アカモク	B-81	34000
コブシミル	G-44	25800	ヨレモク	B-85	5400
ヘラヤハズ	B-1	7000	ヨレモク	B-88	6900
ヘラヤハズ	B-3	5200	オオバノコギリモク		11000
ウミウチワ	B-4	3900		B-90	
ウミウチワ	B-8	35700	オオバノコギリモク		8500
フトモズク	B-12	1400		B-91	
フトモズク	B-13	11200	オオバモク	B-92	7300
イシゲ	B-14	7600	オオバモク	B-94	16800
イロロ	B-18	10000	オオバモク	B-96	19500
ケウルシグサ	B-21	700	オオバモク	B-97	16000
ケウルシグサ	B-22	1100	ホンダワラ	B-103	13400
カヤモノリ	B-24	8700	ホンダワラ	B-104	7100
ウミトラノオ	B-111	17000	ユイキリ	R-15	1100
ウミトラノオ	B-112	13800	ムカデノリ	R-20	8000
ウミトラノオ	B-115	19400	キョウノヒモ	R-23	5800
ウミトラノオ	B-116	23500	ツルツル	R-24	11000
ウミトラノオ	B-117	19300	チャボキントキ	R-25	1000
ウミトラノオ	B-118	32600	コメノリ	R-26	6500
ウミトラノオ	B-126	30000	コメノリ	R-29	13000
ウミトラノオ	B-127	46000	イバラノリ	R-39	5700
イソモク	B-136	9800	カイメンソウ	R-42	8600
トゲモク	B-141	12500	オキツリ	R-43	5800
マクサ	R-2	300	ツノマタ	R-46	6500
マクサ	R-9	360	イギス	R-47	23000
ユイキリ	R-14	1100			

塩素含有量 (mg/kg 乾燥体基準 放射化分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
アナアオサ	G-13	4300	ヒジキ	B-69	3900
アナアオサ	G-18	5200	ノコギリモク	B-83	3500
ヒラアオノリ	G-27	8700	オオバノコギリモク		2800
ウスバアオノリ	G-34	540		B-90	
ウスバアオノリ	G-35	520	オオバモク	B-92	280
ミル	G-46	1600	ホンダワラ	B-104	310
ウミウチワ	B-4	720	ウミトラノオ	B-126	2100
インゲ	B-14	380	ウミトラノオ	B-137	34000
アラメ	B-33	1100	イソモク	B-136	6600
アラメ	B-37	2400	マクサ	R-9	270
アラメ	B-38	2500	ツルツル	R-24	330
カジメ	B-41	3800	カイメンソウ	R-42	1300
ジョロモク	B-59	370			

カルシウム含有量 (mg/kg 乾燥体基準 重量分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ	G-1	17200	アナアオサ	G-15	8600
ヒトエグサ	G-2	9900	アナアオサ	G-16	6500
アナアオサ	G-3	5700	アナアオサ	G-17	5700
アナアオサ	G-5	5600	アナアオサ	G-18	5900
アナアオサ	G-6	14300	ポタンアオサ	G-22	8300
アナアオサ	G-7	11700	ヤブレグサ	G-23	7300
アナアオサ	G-8	4200	ヒラアオノリ	G-24	11900
アナアオサ	G-9	7900	ヒラアオノリ	G-27	13000
アナアオサ	G-10	10500	ヒラアオノリ	G-31	27800
アナアオサ	G-11	5900	ウスバアオノリ	G-34	12000
アナアオサ	G-12	8000	ウスバアオノリ	G-35	11000
アナアオサ	G-13	7500	フトジュズモ	G-39	11500
ホンジュズモ	G-41	11300	ワカメ	B-52	24000
ホンジュズモ	G-42	9300	ワカメ	B-53	20100
コブシミル	G-44	8600	ワカメ	B-54	20800
ミル	G-45	11400	ジョロモク	B-59	32100
ミル	G-46	6400	ジョロモク	B-60	65200
ヘラヤハズ	B-1	14000	ヒジキ	B-61	18800
ヘラヤハズ	B-2	16100	ヒジキ	B-63	10100
ヘラヤハズ	B-3	6300	ヒジキ	B-68	19400
ウミウチワ	B-4	19000	ヒジキ	B-69	20500
ウミウチワ	B-8	12800	マメタワラ	B-73	19000
ウミウチワ	B-10	24200	マメタワラ	B-75	16000
ウミウチワ	B-11	20700	ヤツマタモク	B-77	16700
フトモズク	B-12	6300	アカモク	B-79	16400
フトモズク	B-13	11900	アカモク	B-81	25000
インゲ	B-14	14800	ノコギリモク	B-83	29200
イロロ	B-18	12500	ヨレモク	B-85	26600
イロロ	B-19	4300	ヨレモク	B-88	22200
イロロ	B-20	12300	ヨレモク	B-88	37500
ケウルシグサ	B-21	8700	オオバノコギリモク		12000

カリウム含有量 (mg/kg 乾燥体基準 重量分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ	G-1	7600	アラメ	B-29	17700
ヒトエグサ	G-2	6700	アラメ	B-30	23100
アナアオサ	G-3	4700	アラメ	B-31	21100
アナアオサ	G-5	5500	アラメ	B-32	26300
アナアオサ	G-6	2400	アラメ	B-33	22500
アナアオサ	G-7	760	アラメ	B-37	16000
アナアオサ	G-10	4900	アラメ	B-38	20000
アナアオサ	G-12	6500	サガラメ	B-40	23000
アナアオサ	G-13	14000	カジメ	B-41	16000
アナアオサ	G-15	4700	ワカメ	B-52	2900
アナアオサ	G-17	3300	ワカメ	B-53	20600
アナアオサ	G-18	33000	ワカメ	B-54	21800

附表4 (続) . 海藻中の元素分析結果 (原子番号順) 一覧

ケウルシグサ B-22	6700		
カヤモノリ B-24	31900	オオバノコギリモク B-99	15700
アラメ B-29	11400		
アラメ B-31	17800	オオバモク B-92	13200
アラメ B-32	18800	オオバモク B-96	24400
アラメ B-33	13100	オオバモク B-97	23100
アラメ B-34	14000	オオバモク B-98	22400
アラメ B-35	13800	オオバモク B-99	20700
アラメ B-36	16100	ホンダワラ B-103	19800
アラメ B-37	9800	ホンダワラ B-104	16000
アラメ B-38	9600	ウミトラノオ B-110	34000
サガラメ B-40	15000	ウミトラノオ B-111	27500
カジメ B-41	11000	ウミトラノオ B-112	28700
ウミトラノオ B-113	32900	マクサ R-8	7900
ウミトラノオ B-114	15700	マクサ R-9	39000
ウミトラノオ B-115	12300	ユイネリ R-12	3100
ウミトラノオ B-116	22800	ユイネリ R-15	4700
ウミトラノオ B-117	22400	ユイネリ R-16	6500
ウミトラノオ B-118	42100	オガラモドキ R-11	307000
ウミトラノオ B-120	21400	ムカデノリ R-20	5000
ウミトラノオ B-121	23400	キョウノヒモ R-23	4300
ウミトラノオ B-122	18300	ツルツル R-24	9000
ウミトラノオ B-123	24600	コメノリ R-26	3800
ウミトラノオ B-124	37300	コメノリ R-27	6300
ウミトラノオ B-125	38400	コメノリ R-29	5300
ウミトラノオ B-126	17200	マフノリ R-33	5100
ウミトラノオ B-127	14000	トサカノリ R-35	6200
イソモク B-134	35200	イバラノリ R-39	9600
イソモク B-136	33900	カイメンソウ R-42	17000
イソモク B-137	13800	オキツノリ R-43	2800
トゲモク B-141	24100	ツノマタ R-45	8300
ガラガラ R-1	316000	ツノマタ R-46	6300
マクサ R-2	3500	イギズ R-47	11000
マクサ R-3	7700	ショウジョウケノリ R-49	25100
マクサ R-7	8900		

チタン含有量 (mg/kg 乾燥体基準 比色分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ	G-2	23.6	ノコギリモク	B-93	14.5
アナアオサ	G-6	23.9	ヨレモク	B-86	7.7
アナアオサ	G-7	1.8	オオバモク	B-96	6.0
アナアオサ	G-9	60.3	オオバモク	B-99	5.3
アナアオサ	G-12	52.7	ホンダワラ	B-106	16.5
アナアオサ	G-13	58.0	ウミトラノオ	B-110	38.8
ボタンアオサ	G-22	33.1	ウミトラノオ	B-112	29.3
ヤブレグサ	G-23	47.5	ウミトラノオ	B-113	45.1
ヒラアオノリ	G-24	91.9	ウミトラノオ	B-120	76.6
ヒラアオノリ	G-25	134	ウミトラノオ	B-121	20.2
フトジュズモ	G-39	14.4	ウミトラノオ	B-123	21.8
ホソジュズモ	G-42	8.7	ウミトラノオ	B-124	45.4
フサイワツタ	G-43	161	ウミトラノオ	B-125	18.0
ミル	G-46	22.9	イソモク	B-134	16.8
ウミウチワ	B-4	73.4	ガラガラ	R-1	29.6
ウミウチワ	B-10	91.1	マクサ	R-2	8.7
フトモズク	B-12	178	マクサ	R-7	37.4
イシゲ	B-14	4.5	マクサ	R-8	23.2
イロロ	B-18	5.9	ユイネリ	R-16	40.7
イロロ	B-19	49.3	ツルツル	R-24	13.5
アラメ	B-32	9.8	コメノリ	R-27	7.3
アラメ	B-33	6.3	コメノリ	R-28	31.3
アラメ	B-34	2.9	マフノリ	R-32	8.4
アラメ	B-35	4.1	カイメンソウ	R-42	6.2
サガラメ	B-40	8.9	オキツノリ	R-44	2.4
ジョロモク	B-59	6.5	ショウジョウケノリ	R-49	53.3
ヒジキ	B-63	89.4			

バナジウム含有量 (mg/kg 乾燥体基準 比色分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ	G-2	0.60	イロロ	B-18	10.56
アナアオサ	G-5	1.60	カヤモノリ	B-25	2.31
アナアオサ	G-6	1.44	アラメ	B-29	0.28
アナアオサ	G-7	0.47	アラメ	B-32	0.29
アナアオサ	G-8	0.99	アラメ	B-33	0.92
アナアオサ	G-9	3.63	アラメ	B-34	1.05
アナアオサ	G-10	3.08	アラメ	B-35	1.59
アナアオサ	G-11	4.60	サガラメ	B-40	0.38
アナアオサ	G-12	3.62	ジョロモク	B-59	8.68
アナアオサ	G-13	4.87	ヒジキ	B-63	2.43
アナアオサ	G-14	8.85	ヒジキ	B-67	0.29
アナアオサ	G-15	2.0	ヤツマタモク	B-77	2.27
アナアオサ	G-17	1.8	ノコギリモク	B-83	2.59
アナアオサ	G-18	3.0	ヨレモク	B-86	6.05
ボタンアオサ	G-22	0.96	オオバノコギリモク	B-99	0.79
ヤブレグサ	G-23	2.84			
ヒラアオノリ	G-24	4.89	オオバモク	B-92	0.79
ヒラアオノリ	G-25	9.72	オオバモク	B-96	0.97
ウスバアオノリ	G-34	11.0	オオバモク	B-99	2.76
ウスバアオノリ	G-35	10.0	ホンダワラ	B-104	0.43
チャシオグサ	G-36	2.02	ホンダワラ	B-106	1.04
フトジュズモ	G-39	1.15	ウミトラノオ	B-110	3.58
ホソジュズモ	G-42	1.91	ウミトラノオ	B-112	6.09
フサイワツタ	G-43	10.09	ウミトラノオ	B-113	3.58
ミル	G-46	1.72	ウミトラノオ	B-120	5.74
ヘラヤハズ	B-1	1.87	ウミトラノオ	B-121	6.15
ウミウチワ	B-4	4.65	ウミトラノオ	B-122	2.52
ウミウチワ	B-10	2.77	ウミトラノオ	B-123	3.26
ウミウチワ	B-11	6.35	ウミトラノオ	B-124	4.63
フトモズク	B-12	3.70	ウミトラノオ	B-125	3.77
イシゲ	B-14	2.74	イソモク	B-134	4.24
イロロ	B-18	0.82	イソモク	B-135	1.97

スカンジウム含有量 (mg/kg 乾燥体基準 放射化分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ	G-2	0.055	ワカメ	B-52	0.13
アナアオサ	G-5	0.17	ジョロモク	B-59	0.075
アナアオサ	G-6	0.11	ヒジキ	B-63	0.034
アナアオサ	G-7	0.030	マメタワラ	B-75	0.23
アナアオサ	G-10	0.25	ヤツマタモク	B-77	0.14
アナアオサ	G-12	0.48	アカモク	B-81	0.088
アナアオサ	G-13	0.39	ノコギリモク	B-83	0.034
アナアオサ	G-15	0.27	ヨレモク	B-86	0.044
アナアオサ	G-17	0.15	オオバノコギリモク	B-99	0.050
アナアオサ	G-18	0.090			
ヤブレグサ	G-23	0.23	オオバモク	B-92	0.028
ヒラアオノリ	G-24	0.38	ホンダワラ	B-104	0.044
ウスバアオノリ	G-34	1.1	ウミトラノオ	B-120	0.23
ウスバアオノリ	G-35	1.0	ウミトラノオ	B-121	0.57
フトジュズモ	G-39	0.15	イソモク	B-134	0.12
ホソジュズモ	G-42	0.059	ガラガラ	R-1	0.028
ミル	G-46	0.13	マクサ	R-9	0.090
ヘラヤハズ	B-1	0.21	ムカデノリ	R-20	0.035
ウミウチワ	B-4	0.65	キョウノヒモ	R-23	0.058
イシゲ	B-14	0.063	ツルツル	R-24	0.064
イロロ	B-18	6.5	コメノリ	R-29	0.14
ケウルシグサ	B-22	0.25	イバラノリ	R-39	0.18
アラメ	B-33	0.030	カイメンソウ	R-42	0.025
アラメ	B-37	0.018	オキツノリ	R-43	0.052
アラメ	B-38	0.047	ツノマタ	R-46	0.47
サガラメ	B-40	0.011	イギズ	R-47	0.57
カジメ	B-41	0.027			

附表4 (続) . 海藻中の元素分析結果 (原子番号順) 一覧

マンガン含有量 (mg/kg 乾燥体基準 比色分析)

ガラガラ	R-1	2.28	コメノリ	R-28	3.04
マクサ	R-2	1.16	マフノリ	R-32	0.66
マクサ	R-7	3.39	カイメンソウ	R-42	5.38
マクサ	R-8	2.88	オキツノリ	R-43	1.96
ユイキリ	R-16	3.42	オキツノリ	R-44	2.10
ツルツル	R-24	2.20	シウジョウケノリ		4.80
コメノリ	R-27	3.26		R-49	

クロム含有量 (mg/kg 乾燥体基準 比色分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ	G-1	2.07	ヒラアオノリ	G-27	1.7
ヒトエグサ	G-2	2.8	ヒラアオノリ	G-31	1.67
アナアオサ	G-3	1.04	ウスバアオノリ	G-32	0.59
アナアオサ	G-5	1.34	ウスバアオノリ	G-34	1.2
アナアオサ	G-6	0.43	ウスバアオノリ	G-35	3.5
アナアオサ	G-7	0.40	フトジュズモ	G-39	1.03
アナアオサ	G-8	1.42	ホソジュズモ	G-41	1.82
アナアオサ	G-10	1.1	ホソジュズモ	G-42	0.41
アナアオサ	G-12	4.0	コブシミル	G-44	2.53
アナアオサ	G-13	0.88	ミル	G-46	0.38
アナアオサ	G-15	0.90	ヘラヤハズ	B-2	2.38
アナアオサ	G-16	3.21	ヘラヤハズ	B-3	1.24
アナアオサ	G-17	0.40	ウミウチワ	B-4	3.9
アナアオサ	G-18	1.25	ウミウチワ	B-8	1.42
ポタンアオサ	G-22	1.21	ウミウチワ	B-10	2.31
ヤブレグサ	G-23	2.30	アオモズク	B-13	1.26
ヒラアオノリ	G-25	2.36	インゲ	B-14	0.89
ヒラアオノリ	G-26	0.86	イロロ	B-18	2.9
イロロ	B-19	2.79	ウミトラノオ	B-116	1.50
イロロ	B-20	1.18	ウミトラノオ	B-120	1.60
ケウルシグサ	B-21	0.80	ウミトラノオ	B-126	4.3
カヤモノリ	B-24	6.46	ウミトラノオ	B-127	2.41
アラメ	B-29	0.74	ウミトラノオ	B-129	1.04
アラメ	B-30	0.71	イソモク	B-134	0.77
サガラメ	B-40	1.3	イソモク	B-136	0.34
カジメ	B-41	0.66	イソモク	B-137	2.83
ワカメ	B-52	1.7	トゲモク	B-141	1.24
ジョロモク	B-59	0.80	ガラガラ	R-1	1.4
ジョロモク	B-60	3.31	マクサ	R-2	0.50
ヒジキ	B-63	0.63	マクサ	R-8	1.18
ヒジキ	B-65	2.2	マクサ	R-9	0.57
マメタワラ	B-75	1.78	ムカデノリ	R-20	3.2
マメタワラ	B-76	0.37	キョウノヒモ	R-23	1.1
ヤツマクモク	B-77	0.84	ツルツル	R-24	0.99
アカモク	B-81	4.2	コメノリ	R-27	3.28
ノコギリモク	B-83	0.43	コメノリ	R-29	0.85
ノコギリモク	B-84	0.56	トサカノリ	R-35	1.93
ヨレモク	B-88	0.90	イバラノリ	R-39	7.3
オオバノコギリモク	B-91	0.52	カイメンソウ	R-42	1.42
	B-91		オキツノリ	R-43	0.62
オオバモク	B-96	0.47	ツノマク	R-45	4.31
オオバモク	B-98	0.26	ツノマク	R-46	1.98
オオバモク	B-99	0.85	イギス	R-47	3.26
ホンダワラ	B-105	0.47	シウジョウケノリ		2.31
ウミトラノオ	B-110	1.52		R-49	

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ	G-1	55	ウミウチワ	B-9	14.7
ヒトエグサ	G-2	22	ウミウチワ	B-10	27.7
アナアオサ	G-3	168	フトモズク	B-12	22.7
アナアオサ	G-4	111	アオモズク	B-13	12.2
アナアオサ	G-5	12	イシゲ	B-14	7
アナアオサ	G-6	35	イロロ	B-17	31
アナアオサ	G-7	24	イロロ	B-18	15
アナアオサ	G-8	19	イロロ	B-19	201
アナアオサ	G-10	127	ケウルシグサ	B-21	9
アナアオサ	G-12	5	イワヒゲ	B-23	54
アナアオサ	G-13	66	カヤモノリ	B-24	78
アナアオサ	G-15	58	アラメ	B-29	10
アナアオサ	G-17	45	アラメ	B-30	9
アナアオサ	G-18	170	アラメ	B-31	7
ポタンアオサ	G-22	97	アラメ	B-32	12
ヤブレグサ	G-23	302	アラメ	B-33	4
ヒラアオノリ	G-24	30	ワカメ	B-52	160
ヒラアオノリ	G-27	87	ジョロモク	B-59	135
ウスバアオノリ	G-32	61	ヒジキ	B-61	28
ウスバアオノリ	G-35	68	ヒジキ	B-62	31
チャシオグサ	G-36	87	ヒジキ	B-63	3.3
フトジュズモ	G-39	117	ヒジキ	B-64	4.2
ホソジュズモ	G-40	102	ヒジキ	B-65	25
ホソジュズモ	G-41	199	ヒジキ	B-66	2.4
ホソジュズモ	G-42	48	ヒジキ	B-68	19
コブシミル	G-44	52	マメタワラ	B-73	33
ミル	G-46	299	マメタワラ	B-74	4.3
ミル	G-46	58	マメタワラ	B-75	150
ヘラヤハズ	B-1	70	ヤツマクモク	B-77	51
ウミウチワ	B-4	190	アカモク	B-79	14
ウミウチワ	B-7	94	ノコギリモク	B-83	4
ウミウチワ	B-8	198	ヨレモク	B-85	20
ヨレモク	B-88	30	トゲモク	B-141	120
オオバノコギリモク	B-91	13	マクサ	R-2	41
	B-91		マクサ	R-3	70
オオバモク	B-92	9	マクサ	R-4	19
オオバモク	B-94	10	マクサ	R-8	124
オオバモク	B-95	9	マクサ	R-9	52
オオバモク	B-98	19	ユイキリ	R-12	42
オオバモク	B-97	17	ユイキリ	R-13	80
オオバモク	B-98	16	ユイキリ	R-14	54
ホンダワラ	B-103	28	ユイキリ	R-15	65
ホンダワラ	B-104	30	ナミノハナ	R-17	270
ウミトラノオ	B-110	169	ムカデノリ	R-20	62
ウミトラノオ	B-111	478	ツルツル	R-24	41
ウミトラノオ	B-112	305	チャボキントキ	R-25	44
ウミトラノオ	B-113	172	コメノリ	R-26	28
ウミトラノオ	B-114	263	コメノリ	R-27	102
ウミトラノオ	B-115	257	コメノリ	R-28	102
ウミトラノオ	B-116	235	コメノリ	R-29	140
ウミトラノオ	B-117	184	イトフノリ	R-31	76
ウミトラノオ	B-118	100	トサカノリ	R-35	337
ウミトラノオ	B-119	266	アツバノリ	R-41	48
ウミトラノオ	B-120	132	カイメンソウ	R-42	7
ウミトラノオ	B-126	400	オキツノリ	R-43	74
ウミトラノオ	B-127	1200	ツノマク	R-46	181
イソモク	B-134	48	シウジョウケノリ		24
イソモク	B-135	95		R-49	
イソモク	B-136	150			

附表4 (続) . 海藻中の元素分析結果 (原子番号順) 一覧

鉄含有量 (mg/kg 乾燥体基準 比色分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ	G-1	1434	アサミドリシオグサ		496
ヒトエグサ	G-2	366		G-17	
アナアオサ	G-3	500	アサミドリシオグサ		2718
アナアオサ	G-4	334		G-38	
アナアオサ	G-5	526	フトジュズモ	G-39	371
アナアオサ	G-6	942	ホソジュズモ	G-40	376
アナアオサ	G-7	194	ホソジュズモ	G-41	561
アナアオサ	G-8	431	ホソジュズモ	G-42	131
アナアオサ	G-9	1730	フサイワツタ	G-43	3023
アナアオサ	G-10	888	コブシミル	G-44	591
アナアオサ	G-11	945	ミル	G-45	2497
アナアオサ	G-12	1528	ミル	G-46	504
アナアオサ	G-13	1091	ミル	G-47	1000
アナアオサ	G-14	1158	ヘラヤハズ	B-1	900
アナアオサ	G-15	870	ヘラヤハズ	B-3	543
アナアオサ	G-17	500	ウミウチワ	B-4	627
アナアオサ	G-18	456	ウミウチワ	B-7	353
アナアオサ	G-19	547	ウミウチワ	B-8	643
アナアオサ	G-20	188	ウミウチワ	B-9	649
ボタンアオサ	G-22	609	ウミウチワ	B-10	1146
ヤブレグサ	G-23	847	ウミウチワ	B-11	1612
ヒラアオノリ	G-24	1282	フトモズク	B-12	2136
ヒラアオノリ	G-25	2510	フトモズク	B-13	584
ヒラアオノリ	G-27	1400	イシゲ	B-14	88
ヒラアオノリ	G-28	638	イシゲ	B-15	113
ヒラアオノリ	G-29	964	イシゲ	B-16	65
ヒラアオノリ	G-30	232	イロロ	B-17	144
ウスバアオノリ	G-32	216	イロロ	B-18	151
ウスバアオノリ	G-33	1440	イロロ	B-19	901
ウスバアオノリ	G-34	2500	ケウルシグサ	B-21	420
ウスバアオノリ	G-35	2800	ケウルシグサ	B-22	384
チャシオグサ	G-36	582	イワヒゲ	B-23	1193
カヤモノリ	B-24	3410	ヒジキ	B-61	112
カヤモノリ	B-25	1517	ヒジキ	B-62	258
カヤモノリ	B-26	663	ヒジキ	B-63	187
カヤモノリ	B-27	450	ヒジキ	B-64	270
カヤモノリ	B-28	1393	ヒジキ	B-66	133
アラメ	B-29	106	ヒジキ	B-67	109
アラメ	B-30	106	ヒジキ	B-68	167
アラメ	B-31	77	ヒジキ	B-69	71
アラメ	B-32	144	ヒジキ	B-70	198
アラメ	B-33	90	ヒジキ	B-71	98
アラメ	B-34	76	ヒジキ	B-72	48
アラメ	B-35	144	マメタワラ	B-73	493
アラメ	B-37	25	マメタワラ	B-74	739
アラメ	B-38	62	マメタワラ	B-75	392
アラメ	B-39	41	ヤツマタモク	B-77	459
サガラメ	B-40	29	ヤツマタモク	B-78	53
カジメ	B-41	85	アカモク	B-79	142
ワカメ	B-43	156	アカモク	B-80	86
ワカメ	B-44	140	アカモク	B-81	250
ワカメ	B-45	160	アカモク	B-82	109
ワカメ	B-46	193	ノコギリモク	B-83	92
ワカメ	B-47	132	ヨレモク	B-85	119
ワカメ	B-48	164	ヨレモク	B-86	153
ワカメ	B-49	230	ヨレモク	B-88	125
ワカメ	B-50	111	ヨレモク	B-89	50
ワカメ	B-51	116	オオバノコギリモク		52
ワカメ	B-52	317		B-90	
ワカメ	B-53	160	オオバノコギリモク		158
ワカメ	B-56	274		B-91	
ワカメ	B-57	252	オオバモク	B-92	80
ワカメ	B-58	292	オオバモク	B-94	70
ジャモク	B-59	256	オオバモク	B-95	154
オオバモク	B-96	113	ウミトラノオ	B-131	101
オオバモク	B-97	70	ウミトラノオ	B-132	308
オオバモク	B-98	66	イソモク	B-134	234
オオバモク	B-99	326	イソモク	B-135	408

オオバモク	B-100	55	イソモク	B-136	380
オオバモク	B-101	89	イソモク	B-138	885
オオバモク	B-102	79	イソモク	B-139	420
ホンダワラ	B-103	152	イソモク	B-140	81
ホンダワラ	B-104	130	トゲモク	B-141	367
ホンダワラ	B-106	265	ナラサモ	B-142	75
ホンダワラ	B-107	218	ウスバモク	B-143	81
ホンダワラ	B-109	41	フシズモク	B-144	141
ウミトラノオ	B-110	438	フシズモク	B-145	1629
ウミトラノオ	B-111	1203	コモングサ	B-146	250
ウミトラノオ	B-112	1935	コモングサ	B-147	2635
ウミトラノオ	B-113	1089	ハバノリ	B-148	95
ウミトラノオ	B-114	584	ハバノリ	B-149	90
ウミトラノオ	B-115	813	ガラガラ	R-1	196
ウミトラノオ	B-116	660	マクサ	R-2	224
ウミトラノオ	B-117	695	マクサ	R-3	255
ウミトラノオ	B-118	291	マクサ	R-5	534
ウミトラノオ	B-120	1131	マクサ	R-6	474
ウミトラノオ	B-121	385	マクサ	R-7	517
ウミトラノオ	B-122	506	マクサ	R-8	617
ウミトラノオ	B-123	268	マクサ	R-9	250
ウミトラノオ	B-124	898	マクサ	R-10	94
ウミトラノオ	B-125	290	マクサ	R-11	132
ウミトラノオ	B-126	440	ユイキリ	R-12	183
ウミトラノオ	B-127	2030	ユイキリ	R-13	293
ウミトラノオ	B-128	75	ユイキリ	R-16	227
ウミトラノオ	B-129	390	ナミノハナ	R-17	1091
ウミトラノオ	B-130	803	ムカデノリ	R-20	110
ムカデノリ	R-21	107	サイダイバラ	R-37	424
ムカデノリ	R-22	152	カズノイバラ	R-38	1013
キョウノヒモ	R-23	185	イバラノリ	R-39	700
キョウノヒモ	R-24	168	イバラノリ	R-40	510
コメノリ	R-26	221	アツバノリ	R-41	343
コメノリ	R-27	139	カイメンソウ	R-42	1074
コメノリ	R-28	461	オキツノリ	R-43	174
コメノリ	R-29	531	オキツノリ	R-44	382
コメノリ	R-30	144	ツノマタ	R-45	431
イトフノリ	R-31	58	ツノマタ	R-46	1400
マフノリ	R-32	160	イギス	R-47	2520
フクロフノリ	R-34	67	カバノリ	R-48	121
トサカノリ	R-35	465	ショウジウケノリ		854
ユカリ	R-36	1504		R-49	

コバルト含有量 (mg/kg 乾燥体基準 比色分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ	G-2	1.47	アナアオサ	G-17	0.31
アナアオサ	G-5	0.19	アナアオサ	G-18	0.55
アナアオサ	G-6	0.54	ボタンアオサ	G-22	0.75
アナアオサ	G-7	0.24	ヤブレグサ	G-23	0.29
アナアオサ	G-9	0.73	ヒラアオノリ	G-24	0.65
アナアオサ	G-10	0.68	ヒラアオノリ	G-25	1.69
アナアオサ	G-11	0.47	ヒラアオノリ	G-27	0.46
アナアオサ	G-12	0.89	ウスバアオノリ	G-32	0.38
アナアオサ	G-13	1.82	ウスバアオノリ	G-34	1.10
アナアオサ	G-14	1.06	ウスバアオノリ	G-35	0.96
アナアオサ	G-15	0.41	フトジュズモ	G-39	0.41
ホソジュズモ	G-42	0.15	マメタワラ	B-75	0.57
フサイワツタ	G-43	2.51	ヤツマタモク	B-77	0.76
コブシミル	G-44	0.68	アカモク	B-81	2.11
ミル	G-46	1.52	ノコギリモク	B-83	0.40
ヘラヤハズ	B-1	0.53	ヨレモク	B-85	0.18
ヘラヤハズ	B-3	0.24	ヨレモク	B-86	0.36
ウミウチワ	B-4	1.29	ヨレモク	B-88	0.51
ウミウチワ	B-9	0.99	オオバノコギリモク		0.76
ウミウチワ	B-10	1.41		B-90	
ウミウチワ	B-11	1.98	オオバノコギリモク		0.84
イシゲ	B-14	0.20		B-91	

附表4 (続) . 海藻中の元素分析結果 (原子番号順) 一覧

イシゲ	B-15	0.27	オオバモク	B-92	0.23
イロロ	B-17	0.72	オオバモク	B-98	0.14
イロロ	B-18	0.22	オオバモク	B-99	0.58
イロロ	B-19	0.76	ホンダワラ	B-104	0.54
ケウルシグサ	B-21	0.15	ホンダワラ	B-106	0.59
カヤモノリ	B-25	1.06	ホンダワラ	B-107	0.55
アラメ	B-29	0.52	ウミトラノオ	B-110	2.51
アラメ	B-31	0.11	ウミトラノオ	B-112	1.58
アラメ	B-32	0.33	ウミトラノオ	B-113	0.97
アラメ	B-33	0.25	ウミトラノオ	B-118	1.37
アラメ	B-34	0.29	ウミトラノオ	B-120	0.83
アラメ	B-35	0.25	ウミトラノオ	B-121	1.05
アラメ	B-37	0.043	ウミトラノオ	B-123	4.54
アラメ	B-38	0.22	ウミトラノオ	B-124	1.38
サガラメ	B-40	0.073	ウミトラノオ	B-125	1.05
カジメ	B-41	0.088	ウミトラノオ	B-126	1.50
ワカメ	B-52	0.44	ウミトラノオ	B-127	2.37
ジョロモク	B-59	0.60	ウミトラノオ	B-133	0.69
ヒジキ	B-63	0.63	イソモク	B-134	1.34
ヒジキ	B-67	0.33	イソモク	B-135	1.12
ヒジキ	B-69	0.23	イソモク	B-136	0.55
ウスバモク	B-143	0.55	コメノリ	R-28	0.80
ガラガラ	R-1	0.43	コメノリ	R-29	0.26
マクサ	R-2	0.18	マフノリ	R-32	0.53
マクサ	R-7	0.48	イバラノリ	R-39	1.10
マクサ	R-8	0.36	カイメンソウ	R-42	0.72
マクサ	R-9	0.28	オキツノリ	R-43	0.29
マクサ	R-10	0.14	オキツノリ	R-44	1.2
ユイキリ	R-16	0.40	ツノマタ	R-45	0.65
ムカデノリ	R-20	0.25	ツノマタ	R-46	0.77
キョウノヒモ	R-23	0.088	イギス	R-47	0.94
ツルツル	R-24	0.26	ショウジウケノリ	R-49	0.52
コメノリ	R-27	0.45			

オオバノコギリモク	0.72	コメノリ	R-27	1.69
		コメノリ	R-28	1.14
オオバモク	B-92	マフノリ	R-32	0.71
オオバモク	B-96	カイメンソウ	R-42	5.04
オオバモク	B-98	オキツノリ	R-43	0.82
オオバモク	B-99	オキツノリ	R-44	2.52
ホンダワラ	B-104	ツノマタ	R-45	1.53
ホンダワラ	B-106	ショウジウケノリ	R-49	3.68
ホンダワラ	B-107			

銅含有量 (mg/kg 乾燥体基準 比色分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
アナアオサ	G-1	11.2	ヒジキ	B-63	26.4
アナアオサ	G-4	12.1	マメタワラ	B-71	19.2
アナアオサ	G-5	9.2	マメタワラ	B-74	14.9
アナアオサ	G-8	20.0	アカモク	B-79	10.5
ボタンアオサ	G-22	21.1	ノコギリモク	B-83	12.3
チャシオグサ	G-36	13.2	ヨレモク	B-85	15.2
ホンジュズモ	G-40	14.1	オオバノコギリモク		9.5
ホンジュズモ	G-41	9.2		B-91	
フサイウツタ	G-43	18.1	オオバモク	B-92	9.8
コブシミル	G-44	27.7	オオバモク	B-95	9.6
ミル	G-45	19.6	オオバモク	B-96	10.4
ヘラヤハズ	B-1	17.8	オオバモク	B-97	10.6
ウミウチワ	B-4	12.1	ホンダワラ	B-103	6.1
ウミウチワ	B-8	11.7	ウミトラノオ	B-110	16.0
ウミウチワ	B-9	10.7	ウミトラノオ	B-112	12.8
フトモズク	B-12	12.7	ウミトラノオ	B-113	9.4
イシゲ	B-14	9.9	ウミトラノオ	B-114	26.3
イロロ	B-17	7.4	ウミトラノオ	B-115	11.8
ケウルシグサ	B-21	9.2	ウミトラノオ	B-116	15.3
イワヒゲ	B-23	12.6	ウミトラノオ	B-117	9.9
カヤモノリ	B-24	24.1	ウミトラノオ	B-118	17.0
アラメ	B-29	14.6	トゲモク	B-141	13.3
アラメ	B-30	12.7	マクサ	R-2	8.7
アラメ	B-31	14.5	マクサ	R-5	7.0
アラメ	B-32	19.4	ユイキリ	R-12	8.1
アラメ	B-33	13.3	ユイキリ	R-13	7.7
アラメ	B-34	8.5	ナミノハナ	R-17	26.7
ヒジキ	B-61	20.5	コメノリ	R-26	9.2
ヒジキ	B-62	13.7	コメノリ	R-27	7.1
ヒジキ	B-63	10.3	イトフノリ	R-31	13.8
ヒジキ	B-64	11.7	トサカノリ	R-35	24.0
ヒジキ	B-66	13.4	ユカリ	R-36	25.3
サイダイバラ	R-37	16.6	アツバノリ	R-41	11.4
カズノイバラ	R-38	15.1			

ニッケル含有量 (mg/kg 乾燥体基準 比色分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ	G-1	1.43	フトジュズモ	G-39	1.66
アナアオサ	G-4	2.70	ホンジュズモ	G-42	0.75
アナアオサ	G-7	0.90	フサイウツタ	G-43	5.64
アナアオサ	G-8	1.62	コブシミル	G-44	2.09
アナアオサ	G-9	2.09	ミル	G-46	2.08
アナアオサ	G-10	3.13	ヘラヤハズ	B-1	3.86
アナアオサ	G-11	2.30	ウミウチワ	B-4	4.25
アナアオサ	G-12	3.70	ウミウチワ	B-9	4.38
アナアオサ	G-13	3.47	ウミウチワ	B-10	3.43
アナアオサ	G-14	5.64	ウミウチワ	B-11	3.86
ボタンアオサ	G-22	1.57	イシゲ	B-14	0.74
ヤブレグサ	G-23	3.10	イシゲ	B-15	4.97
ヒラアオノリ	G-25	1.93	イロロ	B-17	2.99
イロロ	B-18	0.11	ウミトラノオ	B-110	6.15
イロロ	B-19	3.65	ウミトラノオ	B-112	4.97
カヤモノリ	B-25	2.92	ウミトラノオ	B-113	3.07
アラメ	B-29	1.70	ウミトラノオ	B-120	2.74
アラメ	B-31	0.58	ウミトラノオ	B-121	3.35
アラメ	B-32	1.01	ウミトラノオ	B-122	6.45
アラメ	B-33	0.44	ウミトラノオ	B-123	7.92
アラメ	B-34	0.69	ウミトラノオ	B-124	5.06
アラメ	B-35	0.80	ウミトラノオ	B-125	5.38
ジョロモク	B-59	1.04	イソモク	B-134	2.61
ヒジキ	B-63	5.70	イソモク	B-135	4.43
ヒジキ	B-67	2.40	ウスバモク	B-143	5.54
ヤツマタモク	B-77	4.10	ガラガラ	R-1	4.31
ノコギリモク	B-83	1.10	マクサ	R-2	0.44
ヨレモク	B-85	0.59	マクサ	R-7	1.83
ヨレモク	B-86	1.08	マクサ	R-8	1.39
オオバノコギリモク	B-91	0.36	ユイキリ	R-16	1.32
			ツルツル	R-24	0.23

亜鉛含有量

(mg/kg 乾燥体基準 ポーラログラフィー)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ	G-1	225	チャシオグサ	G-36	8.0
ヒトエグサ	G-3	200	フトジュズモ	G-39	153
アナアオサ	G-4	35	ホンジュズモ	G-40	3.7
アナアオサ	G-4	3.7	ホンジュズモ	G-41	26.8
アナアオサ	G-5	4.4	ホンジュズモ	G-42	15.7
アナアオサ	G-6	65	コブシミル	G-44	33.2
アナアオサ	G-7	19.1	ミル	G-45	6.2
アナアオサ	G-8	253	ミル	G-46	265
アナアオサ	G-9	205	ヘラヤハズ	B-1	4.7
アナアオサ	G-10	158	ヘラヤハズ	B-3	8.3
アナアオサ	G-11	9.2	ウミウチワ	B-4	7.7
アナアオサ	G-12	18.2	ウミウチワ	B-7	16.5

附表4 (続) . 海藻中の元素分析結果 (原子番号順) 一覧

アナアオサ G-13	8.0	ウミウチワ B-1	10.4
アナアオサ G-14	22.0	ウミウチワ B-9	10.6
アナアオサ G-15	2.1	ウミウチワ B-10	18.1
アナアオサ G-18	4.9	ウミウチワ B-11	18.8
ボタンアオサ G-22	6.2	フトモズク B-12	4.3
ヤブレグサ G-23	2.14	イシゲ B-14	6.8
ヒラアオノリ G-24	3.13	イシゲ B-15	15.0
ヒラアオノリ G-25	1.77	イロロ B-17	14.1
ヒラアオノリ G-27	1.80	イロロ B-18	17.3
ウスバアオノリ G-34	1.30	イロロ B-19	19.6
ウスバアオノリ G-35	1.20	ケウルシグサ B-21	4.5
ケウルシグサ B-22	3.3	オオバモク B-94	2.3
イフヒゲ B-23	6.5	オオバモク B-95	6.3
カヤモクリ B-25	1.89	オオバモク B-96	5.7
アラメ B-29	5.9	オオバモク B-97	2.4
アラメ B-30	1.27	オオバモク B-98	9.8
アラメ B-31	7.4	オオバモク B-99	9.4
アラメ B-32	1.26	ホンダワラ B-104	7.1
アラメ B-33	1.30	ホンダワラ B-106	9.4
アラメ B-35	1.08	ウミトラノオ B-110	17.9
アラメ B-37	7.3	ウミトラノオ B-111	20.2
アラメ B-38	6.5	ウミトラノオ B-114	16.3
サガラメ B-40	10.0	ウミトラノオ B-115	5.30
カジメ B-41	1.30	ウミトラノオ B-116	3.69
ワカメ B-52	5.80	ウミトラノオ B-118	15.4
ジョロモク B-59	3.40	ウミトラノオ B-120	16.2
ヒジキ B-63	5.3	ウミトラノオ B-121	2.38
ヒジキ B-66	7.2	ウミトラノオ B-122	5.49
ヒジキ B-67	1.12	ウミトラノオ B-123	6.80
ヒジキ B-69	7.7	ウミトラノオ B-124	3.30
マメタワラ B-73	2.0	ウミトラノオ B-125	3.23
マメタワラ B-74	5.9	ウミトラノオ B-126	2.90
マメタワラ B-75	1.90	ウミトラノオ B-127	4.7
ヤツマタモク B-117	2.32	イソモク B-134	1.11
アカモク B-81	3.7	イソモク B-135	10.0
ノコギリモク B-83	1.8	イソモク B-136	5.4
ヨレモク B-86	1.70	トゲモク B-141	5.3
ヨレモク B-88	7.2	ウスバモク B-143	1.79
オオバノコギリモク B-90	8.6	ガラガラ R-1	2.30
オオバノコギリモク B-91	4.0	マクサ R-2	2.8
オオバノコギリモク B-92	9.0	マクサ R-5	1.12
マクサ R-8	1.43	マクサ R-6	2.68
マクサ R-9	1.7	マクサ R-7	2.24
ユイキリ R-13	8.8	トサカノリ R-35	1.39
ユイキリ R-16	2.55	ユカリ R-36	6.4
ナミノハナ R-17	1.24	サイダイバラ B-37	3.7
ムカデノリ R-20	1.10	カズノイバラ R-38	1.28
キョウノヒモ R-23	1.50	イバラノリ R-39	1.70
ツルツル R-24	1.28	アツバノリ R-41	8.4
コメノリ R-26	2.17	カイメンソウ R-42	7.4
コメノリ R-27	1.49	オキツノリ R-43	6.5
コメノリ R-28	1.29	オキツノリ R-44	1.72
コメノリ R-29	4.60	ツノマタ R-45	1.69
イトフノリ R-31	2.05	ツノマタ R-46	7.8
マフノリ R-32	8.3	イギス R-47	7.1
		ショウジョウケノリ R-49	1.94

コブシミル G-44	0.20	アラメ B-32	0.04
ミル G-46	0.08	アラメ B-34	0.04
ミル G-47	0.25	アラメ B-37	0.04
カジメ B-41	0.02	ウミトラノオ B-113	0.25
ワカメ B-52	0.16	ウミトラノオ B-114	0.17
ヒジキ B-63	0.12	ウミトラノオ B-116	0.19
ヒジキ B-68	0.06	ウミトラノオ B-127	0.28
ヒジキ B-70	0.15	イソモク B-137	0.21
マメタワラ B-73	0.21	イソモク B-138	0.30
マメタワラ B-75	0.32	ナラサモ B-142	0.03
ヤツマタモク B-77	0.08	マクサ R-2	0.05
アカモク B-80	0.03	マクサ R-5	0.14
ノコギリモク B-83	0.04	マクサ R-10	0.02
ヨレモク B-88	0.03	ユイキリ R-13	0.08
オオバモク B-92	0.03	キョウノヒモ R-23	0.06
オオバモク B-95	0.04	コメノリ R-26	0.07
オオバモク B-98	0.08	コメノリ R-27	0.12
オオバモク B-97	0.05	コメノリ R-29	0.25
オオバモク B-100	0.04	イトフノリ R-31	0.11
ホンダワラ B-104	0.64	トサカノリ R-35	0.18
ウミトラノオ B-110	0.19	イギス R-47	0.26

ヒ素含有量 (mg/kg 乾燥体基準 放射化分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ G-2		1.6	カジメ B-41		2.9
アナアオサ G-5		3.2	ワカメ B-52		1.1
アナアオサ G-6		2.4	ジョロモク B-59		1.30
アナアオサ G-7		1.2	ヒジキ B-69		2.7
アナアオサ G-10		3.1	マメタワラ B-75		5.1
アナアオサ G-12		2.3	ヤツマタモク B-77		1.10
アナアオサ G-17		2.2	アカモク B-81		6.9
アナアオサ G-18		2.0	ノコギリモク B-83		9.2
ヤブレグサ G-23		6.8	ヨレモク B-88		1.30
ヒラアオノリ G-27		3.5	オオバノコギリモク B-90		3.0
ウスバアオノリ G-34		4.1	オオバノコギリモク B-91		
ウスバアオノリ G-35		3.6	オオバノコギリモク B-92		5.0
フトジュズモ G-39		1.7	ホンダワラ B-104		4.0
ミル G-46		3.2	ウミトラノオ B-116		7.6
ヘラヤハズ B-3		1.8	ウミトラノオ B-127		4.1
ウミウチワ B-4		6.3	イソモク B-136		4.0
イロロ B-18		8.2	ガラガラ R-1		1.7
ケウルシグサ B-22		1.3	キョウノヒモ B-23		4.2
アラメ B-33		2.7	コメノリ R-29		4.8
アラメ B-37		1.9	イバラノリ R-39		6.5
アラメ B-38		1.7	オキツノリ R-43		2.1
サガラメ B-40		2.4	イギス R-47		7.3

セレン含有量 (mg/kg 乾燥体基準 放射化分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ウミウチワ B-4		0.23	ホンダワラ B-104		0.027
ケウルシグサ B-22		0.26	ウミトラノオ B-126		0.36
サガラメ B-40		0.025	ウミトラノオ B-127		0.27
ワカメ B-52		0.25	イソモク B-136		0.12
ジョロモク B-59		0.044	ガラガラ R-1		0.16
ヒジキ B-69		0.075	マクサ R-9		0.051
アカモク B-81		0.083	カイメンソウ R-42		0.19
ノコギリモク B-83		0.015	イギス R-47		0.10
ヨレモク B-88		0.13			

ガリウム含有量 (mg/kg 乾燥体基準 比色分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
アナアオサ G-5		0.13	ヘラヤハズ B-3		0.11
アナアオサ G-7		0.05	ウミウチワ B-9		0.21
アナアオサ G-8		0.13	イロロ B-17		0.08
アナアオサ G-9		0.37	カヤモクリ B-24		0.62
アナアオサ G-17		0.18	アラメ B-29		0.06
アナアオサ G-18		0.14	アラメ B-30		0.07
ヒラアオノリ G-27		0.20	アラメ B-31		0.03
ウスバアオノリ G-34		0.07			

附表4 (続) . 海藻中の元素分析結果 (原子番号順) 一覧

臭素含有量 (mg/kg 乾燥体基準 放射化分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ	G-3	2.7	ヘラヤハズ	B-3	76
アナアオサ	G-5	6.7	ウミウチワ	B-4	250
アナアオサ	G-6	3.7	イシゲ	B-14	700
アナアオサ	G-7	4.3	イロロ	B-18	230
アナアオサ	G-10	5.0	ケウルシグサ	B-22	130
アナアオサ	G-12	120	アラメ	B-33	84
アナアオサ	G-13	130	アラメ	B-37	740
アナアオサ	G-15	110	アラメ	B-38	320
アナアオサ	G-17	7.1	サガラメ	B-40	130
アナアオサ	G-18	240	カジメ	B-41	210
ヤブレグサ	G-23	46	ワカメ	B-52	130
ウスバアオノリ	G-34	4.2	ジョロモク	B-59	230
ウスバアオノリ	G-35	3.8	ヒジキ	B-63	180
フトジュズモ	G-39	190	マメタワラ	B-75	290
ホソジュズモ	G-42	6.1	ヤツマタモク	B-77	470
ミル	G-46	56	アカモク	B-81	290
ノコギリモク	B-83	700	マクサ	R-9	46
ヨレモク	B-88	120	ムカデノリ	R-20	74
オオバノコギリモク	B-99	250	キョウノヒモ	R-23	72
			ツルツル	R-24	110
オオバモク	B-92	46	コメノリ	R-29	79
ホンダワラ	B-104	360	イバラノリ	R-39	420
ウミトラノオ	B-110	470	カイメンソウ	R-42	140
ウミトラノオ	B-112	250	オキツノリ	R-43	4.7
イソモク	B-116	220	ツノマタ	R-46	44
ガラガラ	R-1	63	イギス	R-47	100

ストロンチウム含有量 (mg/kg 乾燥体基準 原子吸光)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ	G-3	180	ウスバアオノリ	G-34	120
アナアオサ	G-5	130	ウスバアオノリ	G-35	87
アナアオサ	G-6	120	フトジュズモ	G-39	120
アナアオサ	G-7	180	ホソジュズモ	G-42	230
アナアオサ	G-8	900	ミル	G-46	88
アナアオサ	G-9	200	ヘラヤハズ	B-3	1040
アナアオサ	G-10	120	ヘラヤハズ	B-3	1300
アナアオサ	G-11	120	ウミウチワ	B-4	1270
アナアオサ	G-12	90	ウミウチワ	B-10	1500
アナアオサ	G-13	110	ウミウチワ	B-11	1120
アナアオサ	G-16	120	イシゲ	B-14	440
アナアオサ	G-18	70	イロロ	B-18	1440
ヤブレグサ	G-23	170	イロロ	B-20	900
ヒラアオノリ	G-24	330	ケウルシグサ	B-22	350
ヒラアオノリ	G-27	140	アラメ	B-31	1270
アラメ	B-33	940	ウミトラノオ	B-120	1410
アラメ	B-34	1340	ウミトラノオ	B-121	1640
アラメ	B-35	910	ウミトラノオ	B-122	2680
アラメ	B-36	1040	ウミトラノオ	B-123	1820
アラメ	B-37	660	ウミトラノオ	B-124	1190
アラメ	B-38	550	ウミトラノオ	B-125	1560
サガラメ	B-40	1100	ウミトラノオ	B-126	1720
カジメ	B-41	610	ウミトラノオ	B-127	970
ワカメ	B-52	1800	イソモク	B-134	3280
ジョロモク	B-59	2530	イソモク	B-136	2210
ジョロモク	B-60	2910	イソモク	B-137	1890
ヒジキ	B-63	830	ガラガラ	R-1	9280
ヒジキ	B-69	1450	マクサ	R-2	50
マメタワラ	B-75	2500	マクサ	R-7	140
ヤツマタモク	B-77	1740	マクサ	R-8	80
アカモク	B-81	1700	マクサ	R-9	1300
ノコギリモク	B-83	2360	ユイキリ	R-10	20
ヨレモク	B-88	2610	ガラガラモドキ	R-10	11500
ヨレモク	B-88	1350	ムカデノリ	R-20	96
オオバノコギリモク	B-99	940	キョウノヒモ	R-23	57
			ツルツル	R-24	130
オオバモク	B-92	1350	コメノリ	R-29	100
オオバモク	B-96	1940	マフノリ	R-33	30
オオバモク	B-99	1390	イバラノリ	R-39	180
オオバモク	B-99	1240	カイメンソウ	R-42	200
ホンダワラ	B-104	2000	オキツノリ	R-43	90
ウミトラノオ	B-110	1940	ツノマタ	R-46	180
ウミトラノオ	B-112	1770	ツノマタ	R-46	1200
ウミトラノオ	B-113	1830	イギス	R-47	84
ウミトラノオ	B-114	1340	ショウジョウケノリ	R-49	2360
ウミトラノオ	B-115	840			

ルビジウム含有量 (mg/kg 乾燥体基準 放射化分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ	G-3	3.8	ホソジュズモ	G-42	1.7
アナアオサ	G-5	3.1	ミル	G-46	2.0
アナアオサ	G-6	2.0	ヘラヤハズ	B-3	2.6
アナアオサ	G-7	0.70	ウミウチワ	B-4	6.1
アナアオサ	G-10	3.9	イシゲ	B-14	2.2
アナアオサ	G-12	7.3	イロロ	B-18	2.9
アナアオサ	G-13	7.3	ケウルシグサ	B-22	0.80
アナアオサ	G-15	4.3	アラメ	B-33	11
アナアオサ	G-17	2.2	アラメ	B-37	9.0
アナアオサ	G-18	13	アラメ	B-38	6.9
ヤブレグサ	G-23	2.3	サガラメ	B-40	15
ヒラアオノリ	G-27	17	カジメ	B-41	8.4
ウスバアオノリ	G-34	18	ワカメ	B-52	1.6
ウスバアオノリ	G-35	17	ジョロモク	B-59	4.7
フトジュズモ	G-39	2.5	ヒジキ	B-63	14
マメタワラ	B-75	8.5	ガラガラ	R-1	1.2
ヤツマタモク	B-77	5.7	マクサ	R-9	0.88
アカモク	B-81	17	ムカデノリ	R-20	4.3
ノコギリモク	B-83	0.41	キョウノヒモ	R-23	4.1
ヨレモク	B-88	4.5	ツルツル	R-24	5.1
オオバノコギリモク	B-99	7.1	コメノリ	R-29	8.3
			イバラノリ	R-39	8.2
オオバモク	B-92	4.5	カイメンソウ	R-42	7.3
ホンダワラ	B-104	3.6	オキツノリ	R-43	3.4
ウミトラノオ	B-110	17	ツノマタ	R-46	10
ウミトラノオ	B-112	26	イギス	R-47	12
イソモク	B-116	5.9			

モリブデン含有量 (mg/kg 乾燥体基準 比色分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ	G-3	0.06	ヒジキ	B-63	0.39
アナアオサ	G-5	0.13	ヨレモク	B-88	0.24
アナアオサ	G-7	0.22	ヤツマタモク	B-77	0.33
アナアオサ	G-8	0.08	ノコギリモク	B-83	0.42
アナアオサ	G-9	0.56	ヨレモク	B-88	0.31
アナアオサ	G-10	0.31	ヨレモク	B-88	0.09
アナアオサ	G-11	0.09	ヨレモク	B-88	0.15
アナアオサ	G-12	0.60	オオバモク	B-92	0.07
アナアオサ	G-13	0.19	オオバモク	B-96	0.32
アナアオサ	G-15	0.60	オオバモク	B-99	0.22
アナアオサ	G-16	0.14	オオバモク	B-99	0.13
ヤブレグサ	G-23	0.09	ウミトラノオ	B-110	0.30

附表4 (続) . 海藻中の元素分析結果 (原子番号順) 一覧

ヒラアオノリ G-24	0.24	ウミトラノオ B-112	0.18
ヒラアオノリ G-25	0.32	ウミトラノオ B-113	0.09
ヒラアオノリ G-26	0.32	ウミトラノオ B-114	0.63
フトジュズモ G-39	0.11	ウミトラノオ B-115	0.93
ホンジュズモ G-42	0.11	ウミトラノオ B-120	0.26
ミル G-46	0.09	ウミトラノオ B-121	0.92
ヘラヤハズ B-2	0.21	ウミトラノオ B-122	0.45
ウミウチワ B-10	0.25	ウミトラノオ B-123	0.98
ウミウチワ B-11	0.31	ウミトラノオ B-124	0.87
イシゲ B-14	1.16	ウミトラノオ B-125	0.42
イロロ B-18	0.87	ウミトラノオ B-126	0.39
イロロ B-19	0.58	イソモク B-134	0.19
イロロ B-20	0.25	イソモク B-135	0.25
アラメ B-31	0.14	イソモク B-136	0.28
アラメ B-33	0.22	イソモク B-137	0.42
アラメ B-34	0.26	ガラガラ R-1	0.64
アラメ B-35	0.21	マクサ R-2	0.14
アラメ B-36	0.32	マクサ R-7	0.33
ジョロモク B-59	0.39	マクサ R-8	0.33
ジョロモク B-60	0.50	ユイキリ R-16	0.25
ガラガラモドキ R-18	0.80	カイメンソウ R-42	0.30
ムカデノリ R-20	0.33	オキツノリ R-43	0.18
ツルツル R-24	0.35	ツノマタ R-46	0.30
マフノリ R-33	0.18	シウジョウケノリ R-49	0.23
イバラノリ R-39	0.22		

銀含有量 (mg/kg 乾燥体基準 放射化分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ G-2		0.76	ジョロモク B-59		0.21
アナアオサ G-5		0.10	ノコギリモク B-83		0.17
アナアオサ G-6		0.53	オオバノコギリモク B-99		0.095
アナアオサ G-7		0.21	オオバモク B-92		0.068
アナアオサ G-10		0.11	ホンダワラ B-104		0.14
アナアオサ G-12		0.13	ムカデノリ R-20		0.77
ホンジュズモ G-42		0.16	ツノマタ R-46		0.14
ミル G-46		0.56	イギス R-47		0.10
サガラメ B-40		0.12			

アンチモン含有量 (mg/kg 乾燥体基準 放射化分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ G-2		0.19	マメタワラ B-75		0.073
アナアオサ G-10		0.52	ノコギリモク B-83		0.081
アナアオサ G-12		0.30	ヨレモク B-88		0.081
アナアオサ G-15		0.24	オオバノコギリモク B-99		0.057
ヤブレグサ G-23		0.15	オオバモク B-92		0.072
ヒラアオノリ G-27		0.091	ホンダワラ B-104		0.14
ウスバアオノリ G-35		0.12	ウミトラノオ B-126		0.46
ミル G-46		0.11	ウミトラノオ B-127		0.12
イシゲ B-14		0.17	イソモク B-135		0.092
イロロ B-18		0.19	ガラガラ R-1		0.44
ケウルシグサ B-22		0.50	ムカデノリ R-20		0.19
アラメ B-33		0.063	ツルツル R-24		0.29
アラメ B-34		0.078	イバラノリ R-39		6.1
サガラメ B-40		0.040	カイメンソウ R-42		0.20
カジメ B-41		0.25	ツノマタ R-46		0.074
ジョロモク B-59		0.077	イギス R-47		0.081
ヒジキ B-69		0.089			

ヨウ素含有量 (mg/kg 乾燥体基準 放射化分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
イシゲ B-14		1.7	ノコギリモク B-83		3.40
アラメ B-33		24.20	オオバノコギリモク B-99		3.40
アラメ B-37		3.20	オオバモク B-92		7.6
アラメ B-38		14.00	ホンダワラ B-104		9.3
カジメ B-41		3.10	ウミトラノオ B-126		30.0
ジョロモク B-59		1.4	イソモク B-136		6.4
ヒジキ B-69		3.20			
マメタワラ B-75		6.4			

セシウム含有量 (mg/kg 乾燥体基準 放射化分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ G-2		0.025	カジメ B-41		0.025
アナアオサ G-5		0.12	ワカメ B-52		0.041
アナアオサ G-6		0.072	ジョロモク B-59		0.035
アナアオサ G-7		0.028	ヒジキ B-69		0.021
アナアオサ G-10		0.19	マメタワラ B-75		0.12
アナアオサ G-11			ヤツマタモク B-77		0.047
アナアオサ G-13		0.30	アカモク B-81		0.031
アナアオサ G-15		0.19	ノコギリモク B-83		0.012
アナアオサ G-17		0.10	ヨレモク B-88		0.014
アナアオサ G-18		0.069	オオバノコギリモク B-99		0.025
ヤブレグサ G-23		0.11	オオバモク B-92		0.019
ヒラアオノリ G-27		0.16	ホンダワラ B-104		0.022
ウスバアオノリ G-34		0.35	ウミトラノオ B-126		0.080
ウスバアオノリ G-35		0.32	ウミトラノオ B-127		0.18
フトジュズモ G-39		0.079	イソモク B-136		0.061
ホンジュズモ G-42		0.038	マクサ R-8		0.051
ミル G-46		0.058	ムカデノリ R-20		0.022
ヘラヤハズ B-2		0.076	キョウノヒモ R-23		0.024
ウミウチワ B-4		0.34	ツルツル R-24		0.032
イシゲ B-14		0.019	コメノリ R-29		0.081
イロロ B-18		0.017	イバラノリ R-39		0.11
ケウルシグサ B-22		0.054	カイメンソウ R-42		0.030
アラメ B-33		0.018	オキツノリ R-43		0.028
アラメ B-37		0.010	ツノマタ R-46		0.30
アラメ B-38		0.020	イギス R-47		0.23
サガラメ B-40		0.018			

バリウム含有量 (mg/kg 乾燥体基準 放射化分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ G-2		1.2	ジョロモク B-59		5.3
アナアオサ G-7		8.0	ヒジキ B-69		3.1
アナアオサ G-10		2.0	マメタワラ B-75		4.7
アナアオサ G-12		2.4	ヤツマタモク B-77		2.8
アナアオサ G-15		1.3	アカモク B-81		3.7
アナアオサ G-17		2.4	ヨレモク B-88		3.0
ヤブレグサ G-23		3.0	オオバノコギリモク B-99		1.3
ヒラアオノリ G-27		4.0	オオバモク B-92		2.4
ウスバアオノリ G-34		4.5	ホンダワラ B-104		2.7
ウスバアオノリ G-35		4.7	ウミトラノオ B-126		4.9
ヘラヤハズ B-2		3.3	ウミトラノオ B-127		4.3
ウミウチワ B-4		5.2	イソモク B-136		4.3
イシゲ B-14		1.5	ガラガラ R-1		3.3
ケウルシグサ B-22		2.5	マクサ R-8		5.8
アラメ B-33		2.7	ムカデノリ R-20		1.8
アラメ B-38		2.4	ツノマタ R-46		1.9
サガラメ B-40		2.9	イギス R-47		1.5
ワカメ B-52		6.4			

附表4 (続) . 海藻中の元素分析結果 (原子番号順) 一覧

ランタン含有量

(mg/kg 乾燥体基準 放射化分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ	G-2	0.14	ヘラヤハズ	B-3	0.26
アナアオサ	G-7	0.089	ウミウチワ	B-4	1.3
アナアオサ	G-10	0.91	ケウルシグサ	B-22	0.61
アナアオサ	G-12	1.2	ヤツマタモク	B-77	0.81
アナアオサ	G-13	0.73	ウミトラノオ	B-126	0.43
アナアオサ	G-15	0.53	ウミトラノオ	B-127	1.7
アナアオサ	G-17	0.39	マクサ	R-9	0.12
ヤブレグサ	G-23	0.50	ムカデノリ	R-20	0.87
ヒラアオノリ	G-27	1.0	オキツノリ	R-43	0.14
ウスバアオノリ	G-34	1.6	ツノマタ	R-46	0.80
ウスバアオノリ	G-35	2.0	イギス	R-47	0.74
フトジュズモ	G-39	0.59			

ユウロビウム含有量

(mg/kg 乾燥体基準 放射化分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ	G-2	0.0052	ワカメ	B-52	0.017
アナアオサ	G-5	0.0047	ジョロモク	B-59	0.0096
アナアオサ	G-6	0.0079	ヒジキ	B-69	0.0050
アナアオサ	G-10	0.024	マメタワラ	B-75	0.021
アナアオサ	G-12	0.040	ヤツマタモク	B-77	0.018
アナアオサ	G-13	0.018	アカモク	B-81	0.011
アナアオサ	G-15	0.021	ノコギリモク	B-83	0.0074
アナアオサ	G-17	0.011	ヨレモク	B-88	0.0029
アナアオサ	G-18	0.010	オオバノコギリモク	B-90	0.0034
ヤブレグサ	G-23	0.025			
ヒラアオノリ	G-27	0.040	オオバモク	B-92	0.0036
ウスバアオノリ	G-34	0.086	ホンダワラ	B-104	0.0094
ウスバアオノリ	G-35	0.084	ウミトラノオ	B-126	0.013
フトジュズモ	G-39	0.016	ウミトラノオ	B-127	0.059
フトジュズモ	G-42	0.0074	イソモク	B-136	0.013
ミル	G-46	0.0096	ガラガラ	R-1	0.0044
ヘラヤハズ	B-3	0.013	マクサ	R-9	0.011
ウミウチワ	B-4	0.077	ムカデノリ	R-20	0.0056
イシゲ	B-14	0.0063	キョウノヒモ	R-23	0.0058
イロロ	B-18	0.0098	ツルツル	R-24	0.0043
ケウルシグサ	B-22	0.030	コメノリ	R-29	0.014
アラメ	B-33	0.0019	イバラノリ	R-39	0.027
アラメ	B-37	0.0012	カイメンソウ	R-42	0.010
アラメ	B-38	0.0013	オキツノリ	R-43	0.0056
サガラメ	B-40	0.0016	ツノマタ	R-46	0.041
カジメ	B-41	0.0038	イギス	R-47	0.054

セリウム含有量

(mg/kg 乾燥体基準 放射化分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ	G-2	0.37	フトジュズモ	G-39	1.1
アナアオサ	G-5	0.31	ミル	G-46	1.1
アナアオサ	G-6	0.42	ヘラヤハズ	B-3	1.2
アナアオサ	G-10	1.6	ウミウチワ	B-4	3.5
アナアオサ	G-12	2.0	イロロ	B-18	0.72
アナアオサ	G-13	1.5	ケウルシグサ	B-22	1.4
アナアオサ	G-15	1.3	アラメ	B-33	0.28
アナアオサ	G-17	0.52	アラメ	B-37	0.50
アナアオサ	G-18	0.47	サガラメ	B-40	0.24
ヤブレグサ	G-23	1.3	カジメ	B-41	0.55
ヒラアオノリ	G-27	1.6	ワカメ	B-52	0.54
ウスバアオノリ	G-34	5.3	ジョロモク	B-59	0.59
ウスバアオノリ	G-35	4.5	ヒジキ	B-69	0.27
マメタワラ	B-75	1.4	マクサ	R-9	0.48
ヤツマタモク	B-77	1.4	ムカデノリ	R-20	1.2
ノコギリモク	B-83	0.16	キョウノヒモ	R-23	0.57
ヨレモク	B-88	0.21	ツルツル	R-24	0.46
オオバノコギリモク	B-90	0.16	コメノリ	R-29	1.2
	B-90		イバラノリ	R-39	1.2
ホンダワラ	B-104	0.22	カイメンソウ	R-42	0.090
ウミトラノオ	B-126	1.2	オキツノリ	R-43	0.33
ウミトラノオ	B-127	4.7	ツノマタ	R-46	2.2
イソモク	B-136	0.70	イギス	R-47	3.2
ガラガラ	R-1	0.44			

テルビウム含有量

(mg/kg 乾燥体基準 放射化分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヤブレグサ	G-23	0.022	ホンダワラ	B-104	0.0064
ヒラアオノリ	G-27	0.025	ウミトラノオ	B-126	0.014
ウスバアオノリ	G-34	0.068	ウミトラノオ	B-127	0.024
ウスバアオノリ	G-35	0.036	イソモク	B-136	0.0078
ミル	G-46	0.013	マクサ	R-9	0.0074
ウミウチワ	B-4	0.074	イバラノリ	R-39	0.046
イシゲ	B-14	0.0084	ツノマタ	R-46	0.032
ケウルシグサ	B-22	0.022	イギス	R-47	0.043
ノコギリモク	B-83	0.0078			

イッテルビウム含有量

(mg/kg 乾燥体基準 放射化分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヤブレグサ	G-23	0.046	ケウルシグサ	B-22	0.042
ヒラアオノリ	G-27	0.063	ウミトラノオ	B-126	0.043
ウスバアオノリ	G-34	0.11	ウミトラノオ	B-127	0.11
ウスバアオノリ	G-35	0.081	マクサ	R-9	0.023
ミル	G-46	0.16	ツノマタ	R-46	0.071
ウミウチワ	B-4	0.21	イギス	R-47	0.10

サマリウム含有量

(mg/kg 乾燥体基準 放射化分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ	G-2	0.027	ウミウチワ	B-4	0.22
アナアオサ	G-5	0.029	ケウルシグサ	B-22	0.15
アナアオサ	G-6	0.052	マメタワラ	B-75	0.23
アナアオサ	G-7	0.010	ヤツマタモク	B-77	0.11
アナアオサ	G-10	0.14	ウミトラノオ	B-127	0.43
アナアオサ	G-12	0.21	イソモク	B-136	0.23
アナアオサ	G-13	0.096	マクサ	R-9	0.062
アナアオサ	G-15	0.089	ムカデノリ	R-20	0.11
アナアオサ	G-17	0.047	キョウノヒモ	R-23	0.087
アナアオサ	G-18	0.046	コメノリ	R-29	0.10
ヤブレグサ	G-23	0.10	イバラノリ	R-39	0.11
ヒラアオノリ	G-27	0.14	オキツノリ	R-43	0.030
ウスバアオノリ	G-34	0.29	イギス	R-47	0.29
ウスバアオノリ	G-35	0.32			

ルテチウム含有量

(mg/kg 乾燥体基準 放射化分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
アナアオサ	G-10	0.00061	ケウルシグサ	B-22	0.0099
アナアオサ	G-12	0.0011	ワカメ	B-52	0.010
ヤブレグサ	G-23	0.014	ウミトラノオ	B-126	0.037
ヒラアオノリ	G-27	0.014	ウミトラノオ	B-127	0.048
ウスバアオノリ	G-34	0.023	マクサ	R-9	0.0073
ウスバアオノリ	G-35	0.031	イギス	R-47	0.022
ウミウチワ	B-4	0.042			

附表4 (続) . 海藻中の元素分析結果 (原子番号順) 一覧

ハフニウム含有量

(mg/kg 乾燥体基準 放射化分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ	G-2	0.024	ウミウチワ	I-4	0.32
アナアオサ	G-4	0.036	イロロ	I-18	0.23
アナアオサ	G-10	0.095	ケウルシグサ	I-22	0.046
アナアオサ	G-12	0.55	アラメ	I-37	0.49
アナアオサ	G-13	0.10	アラメ	I-38	0.25
アナアオサ	G-15	0.13	カジメ	I-41	0.30
アナアオサ	G-17	0.033	マメタワラ	I-75	0.059
ヤブレグサ	G-23	0.13	ウミトラノオ	I-127	0.14
ヒラアオノリ	G-27	0.11	マクサ	I-9	0.028
ウスバアオノリ	G-34	0.26	コメノリ	I-29	0.34
ウスバアオノリ	G-35	0.50	オキツノリ	R-43	0.012
フトジュズモ	G-39	0.034	ツノマタ	R-46	0.18
ヘラヤハズ	I-3	0.076	イギス	R-47	0.097

トリウム含有量

(mg/kg 乾燥体基準 放射化分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヒトエグサ	G-2	0.061	ワカメ	I-52	0.055
アナアオサ	G-5	0.027	ジョロモク	I-59	0.050
アナアオサ	G-6	0.099	マメタワラ	I-75	0.20
アナアオサ	G-7	0.021	ヤツマタモク	I-77	0.16
アナアオサ	G-10	0.22	アカモク	I-81	0.046
アナアオサ	G-12	0.49	ノコギリモク	I-83	0.012
アナアオサ	G-13	0.28	オオバノコギリモク		0.0018
アナアオサ	G-15	0.24		I-90	
アナアオサ	G-17	0.092	オオバモク	I-92	0.022
アナアオサ	G-18	0.053	ホンダワラ	I-104	0.025
ヤブレグサ	G-23	0.21	ウミトラノオ	I-126	0.094
ヒラアオノリ	G-27	0.33	ウミトラノオ	I-127	0.69
ウスバアオノリ	G-34	0.56	イソモク	I-135	0.10
ウスバアオノリ	G-35	0.51	マクサ	R-9	0.086
フトジュズモ	G-39	0.10	ムカデノリ	R-20	0.14
ホソジュズモ	G-42	0.10	キョウノヒモ	R-23	0.030
ミル	G-46	0.094	ツルツル	R-24	0.048
ヘラヤハズ	I-3	0.11	コメノリ	R-29	0.11
ウミウチワ	I-4	0.57	イバラノリ	R-39	0.17
ケウルシグサ	I-22	0.19	オキツノリ	R-43	0.042
アラメ	I-37	0.010	ツノマタ	R-46	0.53
カジメ	I-41	0.062	イギス	R-47	0.57

タンタル含有量

(mg/kg 乾燥体基準 放射化分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヤブレグサ	G-23	0.016	マクサ	I-9	0.0058
ヒラアオノリ	G-27	0.054	ツノマタ	R-46	0.046
ウスバアオノリ	G-34	0.042	イギス	R-47	0.025
ウスバアオノリ	G-35	0.077			

水銀含有量 (mg/kg 乾燥体基準 放射化分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
アナアオサ	G-5	0.27	ガラガラ	I-1	0.0057
アナアオサ	G-6	0.019	ムカデノリ	I-20	0.29
アナアオサ	G-12	0.012	イバラノリ	I-39	0.22
ヒジキ	I-61	0.0062	ツノマタ	R-46	0.086
ウミトラノオ	I-127	0.10			

鉛含有量

(mg/kg 乾燥体基準 ポーラログラフィー)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
アラメ	I-37	7	アラメ	I-37	12

ウラン含有量 (mg/kg 乾燥体基準 放射化分析)

試料名	コード	含有量	試料名	コード	含有量
ヤブレグサ	G-23	0.34	マメタワラ	I-75	0.18
ミル	G-46	0.16	ヤツマタモク	I-77	0.86
ヘラヤハズ	I-3	0.73	ノコギリモク	I-83	2.7
ウミウチワ	I-4	0.93	オオバノコギリモク		0.33
イシゲ	I-14	7.1		I-90	
イロロ	I-18	0.69	オオバモク	I-92	0.71
ケウルシグサ	I-22	0.25	ホンダワラ	I-104	0.92
アラメ	I-37	0.28	ツルツル	R-24	0.65
サガラメ	I-40	0.69	ツノマタ	R-46	0.48

附表5. 各種天然物中の元素含有量（特記しないかぎり単位はmg/kg 乾燥体基準）

元素	海藻 [Ref.43]	無結球 キャベツ [Ref.44]	ナマコ [Ref.45,46]	海洋植物 プランクトン [Ref.43]	海洋動物 プランクトン [Ref.43]	河川水 (mg/ℓ) [Ref.50]	地殻岩石 [Ref.48]	隕石 [Ref.49]	浅海底土 [Ref.50]	海水 (mg/ℓ) [Ref.52]	平均滞留 時間(年) [Ref.52]
Li				9.8	3.3×10 ¹	3.0×10 ⁻³	2.0×10 ¹	3.0		1.7×10 ⁻¹	5.7×10 ⁵
B	2.5×10 ¹	1.2×10 ¹				1.0×10 ⁻²	1.0×10 ¹	2.0		4.5	9.6×10 ⁶
F		1.2				1.0×10 ⁻¹	6.3×10 ²	2.8×10 ¹		1.3	5.0×10 ⁵
Na	2.3×10 ³	6.3×10 ²	7.6×10 ³	3.6×10 ²	4.0×10 ³	6.3	2.4×10 ⁴	7.0×10 ²	1.1×10 ⁴	1.1×10 ⁴	8.3×10 ⁷
Mg	2.9×10 ³	3.9×10 ²	1.1×10 ³	1.5×10 ³	3.9×10 ³	4.1	2.3×10 ⁴	1.4×10 ⁵	1.2×10 ⁴	1.3×10 ³	1.3×10 ⁷
Al	1.4×10 ²	9.6	7.3×10 ¹	3.3×10 ²	3.0×10 ²	4.0×10 ⁻¹	8.2×10 ⁴	1.3×10 ⁴	7.7×10 ⁴	8.1×10 ⁻⁴	6.2×10 ⁴
Si	1.2×10 ³	5.9×10 ¹	3.7×10 ²	4.9×10 ⁴	4.5×10 ³	6.5	2.8×10 ⁵	1.8×10 ⁵	2.3×10 ⁵	2.3	2.0×10 ⁴
P	2.7×10 ²	1.1×10 ³	4.0×10 ²	8.6×10 ²	4.8×10 ³	2.0×10 ⁻²	1.1×10 ³	5.0×10 ²	7.9×10 ²	7.1×10 ⁻²	6.9×10 ⁴
Cl		8.6×10 ²	1.1×10 ⁴			1.8	1.3×10 ²	7.0×10 ¹	3.7×10 ⁴	1.9×10 ⁴	
K	3.3×10 ³	6.2×10 ³	1.0×10 ³	1.7×10 ⁴	5.0×10 ³	2.3	2.1×10 ⁴	8.5×10 ²	1.2×10 ⁴	4.0×10 ²	1.2×10 ⁷
Ca	5.7×10 ³	1.0×10 ⁴	1.5×10 ³	1.6×10 ³	3.9×10 ³	1.5×10 ¹	4.2×10 ⁴	1.4×10 ⁴	2.9×10 ⁴	4.1×10 ²	1.1×10 ⁶
Ti	9.0					3.0×10 ⁻³	5.7×10 ³	5.0×10 ²	4.9×10 ³		3.7×10 ³
V	8.1×10 ⁻¹	9.0×10 ⁻²				9.0×10 ⁻⁴	1.4×10 ²	7.0×10 ¹		1.2×10 ⁻³	4.5×10 ⁴
Cr	3.2×10 ⁻¹	7.7×10 ⁻²				1.0×10 ⁻³	1.0×10 ²	2.5×10 ³		2.1×10 ⁻⁴	8.2×10 ³
Mn	2.3×10 ¹	3.7		5.4×10 ¹	3.2×10 ¹	7.0×10 ⁻³	9.5×10 ²	2.0×10 ³	2.3×10 ²	2.7×10 ⁻⁴	1.3×10 ³
Fe	1.3×10 ²	3.0×10 ¹	5.0×10 ¹	2.8×10 ³	5.6×10 ²	6.7×10 ⁻¹	5.6×10 ⁴	2.5×10 ⁵	4.6×10 ⁴	5.6×10 ⁻⁵	5.4×10 ¹
Co	2.0×10 ⁻¹	1.5×10 ⁻²				1.0×10 ⁻⁴	2.5×10 ¹	8.0×10 ²	5.0	1.8×10 ⁻⁶	3.4×10 ²
Ni	6.6×10 ⁻¹					3.0×10 ⁻⁴	7.5×10 ¹	1.4×10 ⁴	2.0×10 ¹	4.7×10 ⁻⁴	8.2×10 ³
Cu	3.5	1.2	1.9			7.0×10 ⁻³	5.5×10 ¹	1.0×10 ²	1.8×10 ¹	2.5×10 ⁻⁴	9.7×10 ²
Zn	3.8×10 ¹	8.3	8.7	1.5×10 ²	2.5×10 ²	2.0×10 ⁻²	7.0×10 ¹	5.0×10 ¹	1.4×10 ²	3.9×10 ⁻⁴	5.1×10 ²
Ga	3.6×10 ⁻²					9.0×10 ⁻⁵	1.5×10 ¹	3.0		2.1×10 ⁻⁵	9.0×10 ³
As		3.5×10 ⁻²				2.0×10 ⁻³	1.8	3.0×10 ⁻¹		1.7×10 ⁻³	3.9×10 ⁴
Se						2.0×10 ⁻⁴	5.0×10 ⁻²	1.0×10 ¹		1.3×10 ⁻⁴	2.6×10 ⁴
Br		6.5				2.0×10 ⁻²	2.5	5.0×10 ⁻¹		6.7×10 ¹	1.3×10 ⁹
Rb		1.3×10 ¹				1.0×10 ⁻³	9.0×10 ¹	5.0		1.2×10 ⁻¹	3.0×10 ⁶
Sr	3.5×10 ²	2.5×10 ¹				7.0×10 ⁻²	3.8×10 ²	1.0×10 ¹		7.6	5.1×10 ⁶
Mo	3.8×10 ⁻¹	5.7×10 ⁻¹				6.0×10 ⁻⁴	1.5	6.0×10 ⁻¹		1.1×10 ⁻²	8.2×10 ⁵
Ag						3.0×10 ⁻⁴	7.0×10 ⁻²	9.4×10 ⁻²		2.7×10 ⁻⁶	3.5×10 ²
Sb		1.7×10 ⁻²				2.0×10 ⁻³	2.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹		1.5×10 ⁻¹	5.7×10 ³
I						7.0×10 ⁻³	5.0×10 ⁻¹	4.0×10 ⁻²		5.6×10 ⁻²	3.4×10 ⁵
Cs		1.8×10 ⁻²				2.0×10 ⁻⁵	3.0	1.0×10 ⁻¹		2.9×10 ⁻⁴	3.3×10 ⁵
Ba		1.1				2.0×10 ⁻²	4.3×10 ²	6.0		1.4×10 ⁻²	8.8×10 ³
La		2.2×10 ⁻²				2.0×10 ⁻⁴	3.0×10 ¹	3.0×10 ⁻¹		4.2×10 ⁻⁶	3.2×10 ³
W		1.5×10 ⁻²				3.0×10 ⁻⁵	1.5	1.5×10 ⁻¹		1.1×10 ⁻⁴	
Au		5.5×10 ⁻⁴				2.0×10 ⁻⁶	4.0×10 ⁻³	1.7×10 ⁻¹		4.9×10 ⁻⁶	9.7×10 ⁴
Hg		4.2×10 ⁻²				7.0×10 ⁻⁵	8.0×10 ⁻²	3.0		1.0×10 ⁻⁶	5.6×10 ⁴
Pb		6.6×10 ⁻¹	1.4×10 ¹			3.0×10 ⁻³	1.3×10 ¹	2.0×10 ⁻¹	1.7×10 ¹	2.1×10 ⁻⁶	8.1×10 ¹
U		2.8×10 ⁻³				4.0×10 ⁻⁵	2.7	1.5×10 ⁻²		3.1×10 ⁻³	5.0×10 ⁵

附表6. 各種生物の元素別 y/y₀ 値.

元素	海藻	海洋植物 プランクトン	海洋動物 プランクトン	淡水産 植物	海藻 (文献値)	鹹水産 海藻	タイ産 陸上植物
Li					0.18		
B	2.4	1.2	0.57	0.86	0.83		0.30
F					0.023		
Na	0.72	0.24	0.92	1.2	2.2	1.2	0.14
Mg	1.5	0.73	0.77	0.41	1.8	0.69	0.51
Al	3.0	1.2	0.62	2.1	2.0		0.98
Si	0.32	2.2	0.19	0.35	0.050		
P	8.4	6.5	51	17	3.0	7.7	34
K	3.1	22	3.3	11	12	4.4	16
Ca	0.47	0.087	0.16	0.18	0.34	0.16	0.42
V	1.0			0.24	1.2		0.23
Cr	0.48			0.23	2.7		0.38
Mn	2.4	0.49	0.45		3.2	13.8	1.1
Fe	2.5	1.7	1.2	1.5	6.0	2.8	0.34
Co	0.92			0.25	1.4	0.67	4.6
Ni	0.35				0.83	0.45	0.21
Cu	0.47				0.94	0.15	0.17
Zn	1.4	2.9	1.5	0.55	0.79	0.70	0.23
Ga	0.44						
As	5.2			0.13	7.8		2.2
Se	0.20				0.15		17
Br	2.8			0.76	1.2		
Rb	1.4			14	17		
Sr	6.3			0.31	8.0	0.91	0.30
Mo	0.27			1.5	0.59		9.1
Ag	0.39			0.063	0.39		
Sb	0.092			0.045	8.5		5.6
I	24				42		
Cs	0.85			0.97	1.1		
Ba	0.16			0.27	0.30		0.11
La	2.7				1.8		
Ce	3.2			2.0	7.2		
Sm	3.2			2.4	2.3		
Eu	4.0			3.0	3.3		
Tb	4.7			4.8	3.7		
Yb	3.9			3.1			
Lu	2.7			2.2			
Au					0.26		
Hg	0.42						
Pb	6.4				2.6		2.4
U	1.6				0.71		

y/y₀ 値は、濃縮係数の実測値(y)と直線関係から予想した値(y₀)との比を示す。y/y₀ = 1 の場合は、その元素が丁度直線上に位置する。