

- 4) 水質汚濁防止京浜地区協議会 (1956) : 相模川調査報告。
- 5) 福島 博 (1957) 千曲川水系藻類の定量的研究, ハケ岳硫黄鉱山開発に伴う千曲川の水質変化が, 水産業に及ぼす影響をさけるために, 千曲川の水質を水産業用水として適切な範囲に保持する必要な廃水の基準について, 2 : 53—63
- 6) 二瀬ダム建設水産科学調査団 (1961) 二瀬ダム (埼玉県) 建設の荒川漁業への影響と今後の開発に関する調査報告。1—369.

海藻および水草の元素含有量の比較

山本俊夫*・島田淑子**

T. YAMAMOTO. and Y. SHIMADA: On the comparison of chemical abundance between seaweeds and limnetic weeds.

著者らは海洋に関する生物地球化学的研究の一環として, 本邦産各種の海藻ならびに近海産各種海洋プランクトン中の微量元素に関して系統的研究を行ってきた。^{1,2)} この研究との関連において, 主として琵琶湖産の淡水生物に関する化学的研究に着手しようとするものである。本報では10種19試料の琵琶湖産水草に関し, 11の微量元素についての含有量を測定した結果を報告する。

I. 実験試料

本研究に用いた水草種は表1に示されている。

II. 定量方法

本実験に採用した各元素の定量方法の概略を次に記す。なお水草は採取後, 蒸留水にて十分洗濯した後風乾し, 電気炉で450°C~500°Cで注意深く灰化した。

(1) カルシウム (Ca)

水草灰の希塩酸溶液に塩化ストロンチウムの一用量を妨害元素抑制剤として加え通常の検量線法により原子吸光分析した。

(2) マグネシウム (Mg)

水草灰の希塩酸溶解液に, 塩化カルシウムの一用量を妨害元素抑制剤として加え通常

*京都教育大学 Kyoto University of Education, Fujinomori Fushimi-ku, Kyoto (京都市伏見区深草藤森町一)

**守山女子高校 Moriyama Girls High-school, Moriyama, Shiga pref. (滋賀県守山勝部)
The Bulletin of Japanese Society of Phycology, Vol. XVIII No.1, 28—32, Apr. 1970

表1 琵琶湖水草試料名

種 名		種 名
和 名		学 名
サ サ バ モ		<i>Potamogeton malaianus</i>
エ ビ モ		<i>Potamogeton crispus</i>
セ ニ シ モ		<i>Potamogeton maackianus</i>
ネ ジ レ モ		<i>Vallisneria asiatica</i> var. <i>biwaensis</i>
コ ウ ガ イ モ		<i>Vallisneria denseserrulata</i>
ク ロ モ		<i>Hydrilla verticillata</i>
イ バ ラ モ		<i>Najas major</i>
ホザキノフサモ		<i>Myriophyllum spicatum</i>
コカナダモ		<i>Elodea occidentalis</i>
マ ツ モ		<i>Ceratophyllum demersum</i>

の検量線法で原子吸光分析した。

(3) ストロンチウム (Sr)

等容の水草灰希塩酸溶解液をとり、一方にストロンチウム標準溶液の一定量を加えて標準添加法による原子吸光分析を行った。

(4) ケイ素 (Si)

水草灰を炭酸ナトリウム熔融し、熔融物を希硫酸で溶解し、pH 1~2に調節しモリブデン酸アンモニウムを添加する。次に酒石酸および硫酸を加えて、リンモリブデン酸錯体を分解して後、一定容に希釈し420m μ で吸光光度定量した。

(5) 鉄 (Fe)

水草灰希塩酸溶液にクエン酸ナトリウム溶液を加えpH 3.5に調節しヒドロキノン溶液で鉄を還元してのち、1 \cdot 10 \cdot フェナントロリンで発色せしめて510m μ で吸光光度定量した。

(6) アルミニウム (Al)

水草灰溶解液にオキシソ酢酸溶液を加え、酢酸ナトリウムでpH 2.8に調節し、クロロホルムで鉄およびチタンを抽出除去する。水層にオキシソ酢酸溶液および酢酸ナトリウムを加えた後、アンモニア水を用いてpH 5.0に調節し、再びクロロホルムを用いアルミニウム・オキシソ錯体を抽出し、390m μ で吸光光度定量した。

(7) 亜鉛 (Zn)

水草灰希塩酸溶解液にクエン酸ナトリウム溶液を加え、水酸化ナトリウムと塩酸でpH 9.0に調節し、ジチゾン-四塩化炭素溶液で抽出、抽出液を塩酸で逆抽出する。塩酸層を蒸発乾固して、残留するジチゾン-を硝酸で酸化分解する。乾固物を蒸留水に溶解しポーラログラフ分析した。

(8) ホウ素 (B)

水草灰を希酢酸に溶解し、蒸発皿にとり修酸、およびクルクミン試薬(クルクミンフェノール、氷酢酸混合)を加える。沸騰せる水浴上で蒸発乾固し、更に一定時間加熱する。残渣をエタノールで抽出し、一定容として $548\text{m}\mu$ で吸光光度定量した。なお同時にホウ素標準液添加実験を行い、用いるべき吸光係数を決定した。

(9) ニッケル (Ni)

水草灰溶解液にクエン酸ナトリウム、アンモニア水を加え、ややアルカリ性とする。ジメチルグリオキシムアルコール溶液を加え、生成したニッケル錯体はクロロホルムで完全に抽出分離する。クロロホルム溶液に塩酸を加えてニッケルを逆抽出し、塩酸層をクエン酸ナトリウムで再び弱アルカリ性にし、ジメチルグリオキシム溶液を加え蒸留水で一定容に希釈して $450\text{m}\mu$ で吸光光度定量した。

表2 琵琶湖各水草の微量元素含有量 (ppm/乾燥体)

試料番号	種名	採集年月日	灰分量	微量元素
			($\times 10^3$)	
1	ササバモ	36・8・5	98	Fe-650, Zn-268
2	エビモ	36・6・6	172	Si-5,954, Fe-1,203, Al-1,067, Zn-254
3	エビモ	36・8・6	150	Fe-1,391
4	エビモ	43・12・20	173	B-12, Mo-0.54
5	センニンモ	36・8・5	95	Fe-1,281, Zn-93
6	センニンモ	36・8・5	136	Fe-2,657, Zn-159
7	ネジレモ	36・8・4	69	Si-8,800, Fe-929, Al-2,448, Zn-201, Mo-0.18
8	ネジレモ	43・7	193	Fe-5,343, B-26, Mo-0.43
9	コウガイモ	36・6・6	217	Fe-5,448
10	コウガイモ	36・8・27	151	Si-10,226, Fe-5,650, Al-3,128, Zn-598, Ni-3.74, Co-2.86, Mo-0.36
11	クロモ	36・6・6	200	Ca-10,200, Mg-3,500, Sr-34, Si-11,801, Fe-1,336, Al-2,425, Zn-244, Mo-0.74
12	クロモ	43・7	112	Fe-1,064, B-18, Mo-0.74
13	イバラモ	36・8・16	107	Fe-2,747, Zn-94
14	イバラモ	36・8・27	120	Fe-1,295, Zn-111
15	イバラモ	43・7	139	B-17, Mo-0.18
16	ホザキノフサモ	63・6・6	246	Ca-168,000, Mg-2,400, Sr-42, Fe-3,309, Zn-136, B-17, Ni-0.70
17	ホザキノフサモ	36・8・5	131	Fe-2,096, Zn-112, Ni-7.32, Co-1.65
18	コカナダモ	43・7	129	Fe-1,962, Mo-0.23
19	マツモ	43・12・20	232	Fe-4,221, B-12, Mo-0.26

表3 水草および海藻の元素含有量の平均値 (ppm/乾燥体)

元素名		灰分	Ca	Mg	Sr	Si	Fe	Al	Zn	B	Ni	Co	Mo
水 草	最大	($\times 10^3$) 246	168,000	3,500	42	11,801	5,650	3,128	598	26	7.32	2.86	0.74
	最小	($\times 10^3$) 69	10,200	2,400	34	5,954	650	1,067	93	12	0.70	1.65	0.18
	平均	($\times 10^3$) 148	135,000	2,950	38	10,231	2,436	2,267	206	17	5.53	2.25	0.40
海 藻	平均	($\times 10^3$) 153	16,310	11,460	1,100	6,900	591	711	150	107	2.78	0.78	0.33
	種数 試料 数	60 (133)	30 (42)	30 (42)	28 (63)	7 (25)	57 (124)	40 (68)	50 (107)	41 (52)	38 (78)	38 (77)	34 (74)

(10) コバルト (Co)

水草灰溶解液を過酸化水素水の存在でクエン酸ナトリウム溶液で pH 3.5 に調節し, 1-ニトロソ-2-ナフトール溶液を加え, 生成したコバルト錯体をクロロホルムで抽出分離する。クロロホルム層に 0.1N 塩酸を加えて振とうして後, クロロホルムを蒸発乾固して濃硫酸に溶解し, ニトロソ R 塩溶液と酢酸ナトリウム溶液を加えて加熱し冷却後, 一定容に希釈して 530 μ で吸光光度定量した。

(11) モリブデン (Mo)

水草灰の塩酸溶解液に α -ベンゾインオキシム溶液を加えクロロホルムで抽出する。クロロホルム層を蒸発乾固し有機物を分解後, 塩酸および少量のクエン酸を添加し, ジチオール試薬を加え一定時間加温する。冷却後一定量の酢酸パチルでモリブデン錯体を抽出し, 670 μ で吸光光度定量した。

III. 実験結果

水草に関する実験結果を表2に示す。各元素の定量値は 105°C で約2時間乾燥し恒量値とした乾燥体を基準として ppm の単位で示した。次に比較のため水草の各成分元素量の最大, 最小および平均値と, 著者がすでに報告した海藻に関する各成分元素の平均含有量を表3に示した。尚, 平均値の算出に用いた海藻の種類および試料数を合せて付記した。

IV 考 察

従来淡水産生物の微量元素含有量について組織的に行なわれた研究はほとんどない。著者らは淡水産生物の一つの代表として水草を選び, 琵琶湖産各種水草における微量元素の分布の概要をまず知ろうとした。将来さらに詳細な研究を行い, 又プランクトンなど他の淡水生物類との組成の関係を求める。一方水産生物の化学組成に対する環境水の

組成の影響を比較する立場から、従来著者らが系統的に行ってきた海藻に関する研究との関連を求めて行こうとするものである。なお琵琶湖産のクロモおよびコウガイモの2種の水草については、石橋、佐原³⁾の灰分百分組成に関する報告がある。海藻と比較して琵琶湖水草の各成分含有量の特徴とみられるものを次に列挙する。

- (1) 灰分量, カルシウム, モリブデンは海藻類と同程度の含有量を示す。
- (2) 鉄およびアルミニウムは、海藻に比べ著しく多く含まれている。これは海水および湖水におけるこれらの元素の存在量, および存在状態が異なるためと考えられる。
- (3) 亜鉛, ニッケル, コバルトおよびケイ素は海藻に比べて多く含まれている。
- (4) マグネシウム, ストロンチウムおよびホウ素は海藻に比べ著しく少ない。これは生活環境水としての湖水ならびに海水の化学的組成の差を明らかに反映している。

終りに琵琶湖産水草試料の採取ならびに同定に関し、御懇切な御指導を賜った京都大学付属大津臨湖実験所、根来健一郎博士に心から謝意を表します。又海藻ならびに水草に関する著者らの一連の研究について、終始御指導を載ってきた神戸大学理学部、広瀬弘幸博士に深甚なる謝意を表します。

Summary

Nineteen samples of limnetic weeds of 10 species have been collected from Lake Biwa. Contents of total ash, Calcium, Magnesium, Strontium, Silica, Boron, Aluminium, Zinc, Iron, Nickel, Cobalt and Molybdenum in these samples have been determined.

The results have been compared with the values of those found in some Japanese seaweeds made by the present authors.

- (1) Contents of total ash, Calcium and Molybdenum in the limnetic weeds are nearly equal to those of the seaweeds.
- (2) Contents of Iron and Aluminium in the limnetic weeds are much more than those in the seaweeds. It may be due to the difference in the contents of these elements between the sea water and Lake Biwa water.
- (3) Contents of Zinc, Nickel, Cobalt and Silica in the limnetic weeds are more than those in the seaweeds.
- (4) Contents of Magnesium, Strontium and Boron in the limnetic weeds are much less than those in the seaweeds. These results reflect difference in the chemical abundance between the sea water and Lake Biwa water.

文 献

- 1) 山本俊夫 (1969) 海洋生物の微量元素 海洋科学 I (3): 26, 海洋出版。
- 2) 藤田哲雄, 山本俊夫, 山路 勇, 重松恒信 (1969) 各種海洋プランクトンの灰分, 鉄およびマンガン含有量 日化誌 90: 680
- 3) 石橋雅義, 佐原良太郎 (1940) 海洋に関する化学的研究 (第5報) 水産植物中の無機成分について。 日化誌, 61: 277