

in Saitama Prefecture.

文 献

- 1) HIRANO, M. (1952): Plankton Desmids from Lakes of Shinano Province. Acta Phytotax. Geobot. 14 (6). 2) HIRANO, M. (1952): Notes on Phytoplankton from the Tsugaru twelve lakes. Acta Phytotax. Geobot. 15 (6). 3) HIRANO, M. (1952): The Desmids-Flora of Mt. Azuma and Gassan. Acta Phytotax. Geobot. 14 (6). 4) HIRANO, M. (1959-1960): Flora Desmidiarum Japonicarum. No. 7, 8, 9, 11. Contributions from the Biological Laboratory, Kyoto University. 5) 伊藤市郎 (1961): 水中微生物チリモの採集と観察. 遺伝, 15. 6) 伊藤市郎 (1965): 孀恋湿原の Desmids 相 (1), 藻類, 13 (1). 7) 伊藤市郎 (1965): 妙高高原イモリ池の Desmids 相. 藻類, 13 (2). 8) 小林・山岸・萩島 (1962): 埼玉県植物誌 (藻類). 9) 水野寿彦 (1964): 日本淡水プランクトン図鑑. 保育社. 10) OKADA, Y. (1934): The Desmid-Flora of the Northern Kurile Islands. Jour. Imp. Fish. Inst., 3 (3).

海中施肥に関する研究の今後の課題*

山 田 信 夫**

N. YAMADA: Problems to be solved for marine manuring

海中施肥を増殖対象で分けると、海藻の増殖を目的とするものと動物を対象とするものとの二つがある。

海藻類の増殖を目的とした施肥は、可成り昔から行なわれていたようで、アサクサノリでは、はっきりした文献は見られないが、すでに宝暦年間に行なわれ、当時は、主としてし尿が肥料とされたようである。最近十数年来、農業における化学肥料の普及と、浅海の農業的生産推進の要望とともに、海藻施肥に関する試験研究が行なわれるようになった。その結果、アサクサノリでは既に広く実用化されており、テングサでは試験の段階を終えて実用化の第一歩が踏み出され、コンブではもう一歩で実用化ということまできて

* 本篇は山田氏のテングサ施肥に関する学位論文審査の最終試験に際し提出された小論文を紹介したものである。一時田敏

** 静岡県水産試験場伊豆分場

いる。

動物類の増殖を目的とした施肥も、アコヤガイやカキなどに対して古くから断片的に試みられたが、いずれも実用化の段階には至っていないようである。

このように、海中生物の増殖手段として施肥が実用化され、またその実験が行なわれているが、実用化されているものも、さらに改善、普及させるには多くの問題を含んでいる。それらの問題は、陸上での施肥と異なって、海という特殊な環境での実験や観察が必要であることから来るが、これを解決することが、浅海の農業化を推進させる一つの方法としての施肥を、広く実用化する鍵になるものと思われる。ここには、海中施肥の中で、主として前記3種の海藻に対する施肥の現況を眺めながら、今後の研究課題について便宜上、技術的と行政的研究課題に分けて考えることにしたい。

I. 海中施肥に関する技術的な研究課題

1. 海中肥料についての問題点

現在、市販されている海中肥料は約10種類に及んでいる。まず、これらの肥料を形態別に分類すると、固体肥料と液体肥料に大別され、さらに固体肥料は固型肥料と粉末肥料に分けられる。

肥料成分について、現在市販の海中肥料のうち、6例についてみると第

第1表 海中肥料とその成分

商 品 名	用途	肥 料 成 分 (%)				製 造 会 社 名
		窒素	磷酸	加里	そ の 他	
のり液 S	ノリ	18	3	—	—	住友化学工業
ノリグロースト	"	25.8	4	—	えん酸鉄アンモン 1.6, 塩化マンガン 1.1, 塩化亜鉛 0.3, 硫酸銅 0.3, モリブデン酸ソーダ 0.2, 塩化コバルト 0.3, EDTA 11.0, 珪藻土 32.0	扶桑化学
2次芽用肥料	"	—	—	—	えん酸鉄アンモン 4.3, 塩化マンガン 2.8, 塩化亜鉛 0.6, 塩化コバルト 0.3, 硫酸銅 0.6, モリブデン酸ソーダ 0.4, EDTA 11.0, 珪藻土 80.0	"
ノリフード	"	14.6	1.1	1.1	—	玄洋工業
アトニック混合後期肥料	"	25	5		硼素 0.5, 珪酸 2, 増量分散剤 61.7, EDTA 複合キレート金属 1, 植物生長調整剤(アトニック) 5	朝日化学
海中肥料伊豆1号	テングサ	8	9		—	昭和電工

1表に示したとおりである。

第1表。この表から、同じアサクサノリに対する肥料でも、肥料成分や配合比に大きな違いのあることがわかる。

このようなささまざまな肥料の出現は、昭和25年頃から各地の試験研究機関によって行なわれたノリ施肥の基礎的研究とその実用化試験の結果によるものであって、それぞれの研究結果の違いと、研究者の考え方の違いが、異なった肥料となつて表われたものと考えられる。

このような経緯をも併せて考えて、現在市販されている肥料について次のような問題点が考えられる。

第1の問題点として海中肥料の主成分について考えてみたい。すなわち、海中肥料は、主成分中に加里を含有しているものもあるが、おおむね陸上肥料の3要素から加里を除いた窒素と磷酸を主成分としている。これは、加里は海水中に約0.4g/l含有されているという一般的な考え方に基づいている。しかし、ここで考えなければならないのは、海中肥料として加里の必要性に関する実験がないこと、とくにアサクサノリの場合、密植による漁場海水中の栄養塩類の減少が多くのノリ漁場の水質調査結果からみているが、加里についての測定結果が殆んどみられないことである。

従つて、加里は海水中に約0.4g/lも含有されているので海中肥料の成分としては不要であるという考え方でなく、海水中に含有されている濃度以上の加里を添加したときの海藻類の栄養吸収や生長に与える影響について実験を行なうと同時に、加里を含めた水質分析を行なった上での検討が必要であろう。岡山県水産試験場などに、この点について指摘している研究者もいる。

第2の問題点は、海中肥料には主成分の他に多くの微量成分を含み、とくに比較的高価なEDTAを含有しているもののあることである。海中肥料中の微量成分についてみると、PROVASOLI氏などによって示されている藻類の室内培養に必要な成分組成と極めて類似している。この点に関連した問題についてはあとで述べるが、ここでは、EDTAの海中肥料成分としての意義について考えてみたい。

一般に、EDTAの金属塩を藻体が吸収したときは、その金属の単体を吸収したときにくらべて藻体の生長が促進されることが、スケルトネマ、クロレラ、アオサ、アサクサノリなどを用いての実験で確かめられているが、EDTA添加の真の意義は、むしろ室内培養での微量成分の隠べい剤としての

効果にある。

このようなことから考えると、海中肥料中の EDTA は、ノリの密植によってもたらされた海水中の栄養塩類を含む微量物質の欠乏を補なう目的とは云え、水の動きのある開放的な漁場において、EDTA の隠ぺい剂的な効果がどの程度期待出来るであろうか。このことは、海中肥料の価格とも関連があるので、充分検討の要があろう。

第3に、いずれの海中肥料も、主として室内実験の結果に基づいて出来たものであることを考えねばならない。

テングサ用の肥料は、現在のところ筆者らの開発した「海中肥料伊豆1号」だけであるが、その肥料成分や配合比も室内実験の結果によったものである。

コンブ用の肥料として試験的に製造されている固型尿素も、北海道区水研を主とした室内実験の結果をもとにしたものである。

ノリ用の肥料も、主として室内培養や藻体の化学分析の結果から生まれている。

このように、現在市販されている海中肥料は室内実験の結果から生まれたものであって、それを漁場で実験し、殆んどそれを改良することなしに実用に供しているのが実状である。

したがって、室内実験の結果と実際の漁場での実用的効果との関連性が充分かどうかについて検討する必要がある。

とくに、EDTA を含む微量金属の問題については、漁場で或いは漁場環境に類似した条件下で実験を行ない、それらの実用的な効果を充分把握しなければならないであろう。

第4に、すでに述べた問題点を解明するために、海中施肥に関連した基礎実験を行なう実験装置について考えなければならない。

現在、アサクサノリの室内培養は、大学、水産研究所、水産試験場、さらに、農業電力研究所、協和醸酵 K.K. 研究所などで行なわれており、その目的はそれぞれ異なるが、培養方法にも大きな違いがみられる。

これらの中で、室内で、産業的にノリを生産することを目的にしている農電と協和の場合は別であるが、少なくともノリ漁場での施肥の基礎資料を得るためには、自然環境を再現出来るような実験装置が必要となる。このような観点から各地のノリの培養装置をみると、自然環境とは可成りのへだた

りが感じられる。そこで、筆者は各種の培養装置の光と水流について検討する必要があると考える。まず、現在の培養装置での光は蛍光灯を使用しているが、筆者がテングサを用いて行なった実験では、たとえ照度がほぼ同じであっても、太陽光線と人工光線との間には、栄養吸収や生長に対して可成りの違いのあることをみている。最近では、太陽光線に類似した波長を有する蛍光灯が市販されているが、その効果も充分ではないようである。

ノリの生長と水流との関係については多くの研究報告がみられるが、その多くは海藻類の培養のさいに与える水流を、一つの方向をもった流れの強弱で処理しているのではなからうか。実際に、海中での海藻類の動きを潜水して観察すると、いわゆる「ゆれ動く」という状態にあり、一方向になびいていることは殆んどない。

このようなことから筆者は、海藻類の室内培養は太陽光線を利用し、水流は実際に海中で観察されるような、往復運動を伴った流れを与え、しかも或る程度規模の大きい装置で行なうべきであると考えた。したがって、これに関連した研究を、光と水流に限らず、その他の条件をも充分吟味した上で進めるべきであろう。

第5に、既成の肥料についての問題点はすでに述べたが、それらの概念から離れて、さらに効果的な肥料をつくるのに必要な点について考えてみたい。

ここで、海中肥料の成分を考えるに当たっての二つの考え方を示しておきたい。

それは、ノリ漁場のように、密植などによって海水中の栄養塩類が不足しているところに与えるものと、テングサ、コンブ漁場のようにそうでないところに与えるものである。前者については、不足しているものを補うという考え方が中心になるだろうが、後者の場合には、筆者らの実験結果から、藻体が与えられた或る物質を吸収すると、もともと海水中に含有されている栄養塩を吸収する端緒を得、従って生長が促進されるということが充分考えられたので、この線に沿った考え方が必要になるだろう。若し、このような物質が究明されて肥料として使われるならば、栄養塩類の最大の宝庫である海水を有効に利用することになる。このためにはまず、海藻の特異な生理機構をも含めて一般的な海藻生理について一層の研究が進められねばならない。

海中肥料は価格が高くてはいけない。この条件を満たすためにも、単純

で安価な肥料の出現のための研究が必要である。

第6に、海中肥料の成分の溶出期間について考える必要がある。

従来の海中施肥の溶出期間は、長期間にわたって徐々に溶出しなければならぬという考え方が強かった。しかし、少なくともテングサの栄養吸収についての実験からは、必ずしもそのようなことは必要なく、むしろ効果的な肥料を藻体の吸収条件の良いときに与えれば、短期間で良いと考えられる結果が得られた。

かりに、長期間にわたって肥料成分の溶出が持続する肥料を製造することが可能であるとしても、溶出した肥料成分の海水中における濃度は、自然海水中に含まれている栄養分の濃度とさして変らないものとなり、海藻に対する積極的な施肥にはならないのではなからうか。

このような考え方から、海藻が短期間に能率的に吸収する肥料を与えることが必要と考えられる。これに関連した実験的な結果は殆んど見られないようであるが、これは、水中施肥の基本的な考え方にも関連する問題であるので、今後充分検討の要があろう。

2. 施肥効果の確認の方法について

海中施肥にあたって、陸上の施肥にくらべて幾多の困難な問題にぶつかる。その一つは、施肥効果の確認ということであろう。

アサカサノリのように、多くの人が肉眼的に認めることの出来る状態の場合には効果の判断が比較的容易であるが、テングサやコンブのように深所に生育する海藻に対しては、潜水調査を要するなど、大きな困難を伴う。

そもそも、海中施肥の普及は、その効果を漁民に充分納得させた上ではじめて期待できるものであるので、真の効果を知ること努めなければならない。いままで、テングサやコンブに対する施肥の試験研究が推進されなかったのも、施肥効果の確認方法にむずかしさがあったためではなからうか。現在の潜水による調査は、アクアラング、簡易潜水器、ヘルメット式潜水器などによって行なわれているが、技術を要することや多少の危険性を伴うなどのためにいずれも一般的なものとは云えない。

そこで筆者は、施肥効果を充分把握するための方法としての簡易な潜水艇の出現を望みたい。「よみうり号」、「くろしお」のように規模の大きいものでなく、2人程度で取り扱いが出来、極めて浅いところから30m程度の水深までの潜水能力があれば充分と考える。このような潜水艇が実現すれ

ば、施肥の面ばかりでなく、浅海増殖の他の面でも大きな役割りを果たすことが出来よう。

科学技術庁や水産庁を中心に、昭和42年度から3年計画で「大陸棚を海底牧場に」の目標で、潜水船の建造が計画されている。これと併行して、簡易潜水艇実現のための研究も進めたいものである。

II. 海中施肥に関する行政的な研究課題

1. 施肥の補助事業化について

アサクサノリのように、個人の漁場が相互に接近して独立している場合であっても、農業の施肥のように個人で施肥を行なうことは殆んどなく、漁協などを中心としての共同施肥が行なわれる。

テングサの場合にも、伊豆半島の例をみると、すべての漁場は漁業協同組合の管理によるものであるので、組合の経費によって施肥を行なうことになる。施肥を実施するにあたっては、アサクサノリのように直接施肥効果が認められるものはそれほど問題がないが、これから実用化されようというテングサやコンブの施肥は、その効果が誰にでもはっきりわかるのでない、その実施にむずかしさを伴うと思われる。

伊豆半島のテングサの場合についてみると、過去数年間に行なった実験の結果、その効果の著しかった所では実用化されているが、効果がそれ程顕著でなかった所や、実験を行なわなかった所では多くは消極的である。

これは施肥効果ははっきりわからないことによるものであるが、このような場合新しい増殖技術の普及という点から、国費或いは県費による補助事業として行ない、施肥効果を広く漁民に納得させることが必要であろう。

アサクサノリの施肥では、国費による構造改善事業の一環として施肥船の建造が各県で行なわれ、共同施肥の際に有効に利用され効果をあげている。

もともと補助事業は、施設的な事業に対して行なうという基本的な考え方であるので、施肥に対しての適用はむずかしいかもしれないが、新しい技術の普及という点から少なくとも3年間の継続事業として行なってみたい。このような行政的な面での努力も研究者に課せられた問題の一つであろう。

2. 施肥に関する協議会について

我国における試験研究機関の中で、海藻類の増殖をその目的のひとつとしているところでは、必らずといって良いほど施肥に関連した項目がみられ

る。しかしながら、これら施肥に関する研究結果をここ数年間について研究報告や事業報告からみると、それほど大きい前進がないように思われる。これは、海という困難な環境のところで行なうためでもあろうが、それと同時に、施肥に関連した事項についての研究者の話し合いの場がないことにもよるのではなかろうか。現在、海中施肥の面でこれに類する協議会の如きものを強いてあげれば、国の指定試験研究のひとつである「適地適種浅海増殖技術研究」の中で、アサクサノリの施肥に関連した問題が愛知、岡山、熊本、大分の4県でとりあげられているに過ぎない。浅海増殖の他の部門では、たとえばイセエビ、アワビの増殖に関係している研究者による協議会が、それぞれ昭和37年から東海区水産研究所を中心に発足し、大きな前進をみているようである。

施肥の分野でも、対象とするものは違うが、海中施肥という共通な面での討論は是非必要なものであろう。とくに海中施肥は、生物学、化学、さらに生理学的な基礎の上に立って進められなければならないのに、今までは生物学的な方向のみ強く進み、他の面はおろそかにされがちであった。これらの各分野の研究者が、総合的な調整のもとに研究を進めるという点からも、是非このような協議会の実現を望みたいものである。

聞くところによると、本年2月、水産資源保護協会の主催で「藻類施肥に関する協議会」が開催されるということである。この種の協議会はいままでにみられなかったので、早急にその成果を期待することはむずかしいであろうが、今後藻類施肥に関する技術の向上が期待されよう。

3. 施肥に関する知識の普及

一般に海中施肥に対して、大海に放尿するようなものであるという考え方をもっている人が多いのではなかろうか。とくに伊豆半島のように、気候などの条件に恵まれているところでは、浅海でとれる水産物は自然の恵みであるという考え方もあり、施肥などによる増殖手段に対して消極的な考え方をもっている人がある。これは、施肥そのものに対する知識の不足によることが多い。したがって、一般の人をも対象として、施肥に関する普及活動を行なうことも研究者に課せられた仕事の一つであり、一般的な施肥の知識とともにその実用的効果の理解を啓発するように努力すべきであらう。

以上3種類の海藻施肥を中心に、その問題点をみてきたが、その他の海藻、とくに養殖ワカメやイワノリなどへの施肥を広く普及させるために、ま

た動物類の施肥を実用化させるためにも多くの研究課題があろうと考えられる。

気生藻類および土壌藻類綜述 I***

広瀬弘幸*・秋山 優**

H. HIROSE and M. AKIYAMA: A Review of Aerial and Soil Algae I

Introductory

藻類をその生態的な面から、海水中に生育する海藻 marine algae と陸水中に生育する淡水藻 fresh-water algae とに分けて扱うことは、研究の方法の上からも、また材料としてのまとまりの上からも極めて便利な分け方であることはいうまでもない。しかし一般に海藻という概念の中には、海産のすべての藻類、たとえば珪藻類のようなプランクトンまでを含めている場合は案外少なく、むしろこのようなものは浮遊生物学として扱われている場合が多く、また研究の方法の上からもその方が便利ことが多い。同じようなことは淡水藻という場合にもあり、特に気生藻 aerial algae あるいは土壌藻 soil algae とよばれているものの中には、淡水藻の研究の一部として扱われているものもあるが、また一方では土壌微生物学の一部として、農学あるいは生態学の見地から研究されている場合も多い。最近特に土壌中の藻類についての研究が進められ、Chlorococcales あるいは Chlorosphaerales などに関する分類学的新事実が明かにされつつあるが、また土壌中の藻類相はその複雑さや種類数の上などからも、海水や淡水のフロラに匹敵する程の、見逃すことのできない藻類フロラのひとつであることが認められるようになってきた。

本邦における気生藻および土壌藻の分類学的研究は極めて少なく、その大部分が未知である。筆者等は、この数年来土壌藻および気生藻についての

* 神戸大学理学部生物学教室

** 島根大学文理学部生物学教室

*** 本研究の一部は文部省総合科学研究課題番号 4084 による。

The Bulletin of Japanese Society of Phycology Vol. XIV. No. 1, April 1966