

日仏海洋学会賞受賞記念講演 植食性動物プランクトンの生産生態に関する研究*

谷 口 旭**

Production ecology of the planktonic grazers in the sea*

Akira TANIGUCHI**

このたびは思いもかけず、日仏海洋学会賞を賜ることになりました、大変名誉なこと、ありがたきことと存じております。

私は1965年に北海道大学水産学部を卒業したのち、同学大学院に進学して、元田茂先生、川村輝良先生のご指導の下で、西部太平洋における基礎生産力に関する研究に従事しました。この間に、北大の“おしよろ丸”や水産庁の“開洋丸”などの諸航海に参加して、多くの先輩や同僚の方々とともに、基礎生産力の測定をはじめとして、関連する栄養塩や動物プランクトンの定量データを数多く収集する機会に恵まれました。それらのデータをもとにして、西部太平洋南北にわたる基礎生産力の地理的変動を明らかにし、各海域の海洋学的特性、とくに水温躍層のありかたと基礎生産力との関連についても、いくぶん論議をすすめることができました。この関係の論文は7、8篇ありますが、引用された回数はあまり多くはなく、たまに引用されたときには、生産力に関する数値が引用されたり、図版がそのまま掲載される、というようなものでした。それは、私の論文そのものが descriptive な性格が強かったのですから、当然なことでした。

この研究が一段落したところに、基礎生産力と動物プランクトンとの関係の解析をはじめました。植物プランク

トン-動物プランクトン関係については、古くから研究された例は多いのですが、当時は、現存量による検討は判るところまで判ってしまい、より本当らしい、動的な植物-動物プランクトンの相互関係は、両者の生産量にもとづいて解析しない限りわからないであろう、という段階にありました。動的な解析は動的な資料にもとづいてという、至極もったもな話です。しかし、当時（今なお不十分ですが）、動物プランクトンの生産量のデータはほとんどなかったのです。現場の群集の生産量は言うもおろか、室内飼育実験による個体レベルの生産量すら十分に知られてはいませんでした。当時というのは、1971・72年ごろのことです。

私は同僚の池田勉博士の助言をえて、各海域の動物プランクトン現存量から、その食物要求量を計算し、これを動物プランクトン生産量のかわりの指標にすることにしました。この計算にはいくつもの仮定が必要になり、それだけ結果が不確かになるのはやむをえません。この種の研究では、与えられた仮定内容の確かさあるいは不確かさよりも、どうして、かれこれの項目について仮定を与えるに至ったのか、その思考過程に興味があるのではないのでしょうか。それに、当時、統一された手法を用いて、広汎な海域から基礎生産量と動物プランクトン現存量のデータをたくさん収集していたのは、世界中でも北大の浮遊生物学講座くらいしかありませんでしたから、このような計算を試みることは、講座員の1人としての義務でもあったと考えたのでした。

この研究で私が主張したかったことは、プランクトンの世界では、植物と動物のかかわりが極めて緊密で、その緊密な関係は、高水温貧栄養の熱帯・亜熱帯海域では

* 1987年6月1日 日仏会館(東京)で講演
Conférence à la remise du Prix de la Société
franco-japonaise d'océanographie

** 東北大学農学部海洋学教室 Laboratory of Oceanography, Faculty of Agriculture, Tohoku University

小型の植食性動物プランクトンによって、また低水温富栄養の高緯度海域では大型の植食性動物プランクトンによって達成されている、という点でした。貧栄養の低緯度海域には、小型の動物プランクトンが少量しかいないという現象は、植物-動物系を最も効率良く作動させるために必要不可欠な（適応と言ってもよい）ことであって、この現象を、動物プランクトンの生産性(生態効率)が貧栄養海域では低いことを示す標徴であるというふうには、誤解してはいけないということです。

この研究は speculative でしたから、引用される時には、結果として出て来た数値よりも、背景にある思考過程の方が尊重されました。動物プランクトンの生産（ここでは食物要求量）を考えるとときには、環境水温と体サイズについて配慮することの重要性が認識されました。それらは肯定的な引用の例ですが、否定的な引用例もないではありませんでした。多くの場合、否定的な意見の方が、その後の研究を発展させるためには、むしろ良い参考になりますが、この場合もそうでした。計算に微小動物プランクトンが入っていないという意見は、この研究の一つの弱点を指摘していますので、このあと、私は微小動物プランクトンの研究を始めることに致しました。

そのころ（1974年）私は北大から、いま在籍している東北大学農学部水産学科に移りましたので、新しい研究環境で新しい研究を始めてみたいという意欲もありました。野外での放射性同位元素使用の規制が、ものすごく厳しくなったために、もう基礎生産の研究は止めてしまおうと考えていた矢先でもありました。いずれにしても、微小動物プランクトンの研究に着手するように、全ての条件が揃っていたというわけです。

新しい研究は、まず現場における微小動物の現存量の測定から始められました。東京大学海洋研究所の“白鳳丸”や“淡青丸”はじめ水産庁の“わかたか丸”，南極地域観測船の“しらせ”などに乗船を許され、再び広範囲の海域にわたって、微小動物プランクトンの現存量を統一した手法を用いて測定してきました。その結果は、以下のように要約できます。

微小動物プランクトンの現存量は、絶対量で見れば、富栄養海域であるベーリング海や親潮流域に多く、貧栄養海域である熱帯・亜熱帯外洋域には少ない。しかし、その量をネット動物プランクトン現存量に対する相対量で表した場合には、傾向は逆になって、熱帯・亜熱帯海域に多く、亜寒帯海域で少なくなることは、ほぼ確実である。このような傾向は、近年明らかにされた植物プラ

ンクトン群集のサイズ組成、すなわちなノプランクトン（小型）とマイクロプランクトン（大型）の、それぞれの、絶対量あるいは相対量の地理的変動の傾向と符合する。このことは、微小動物プランクトンの食関係が主としてナノプランクトンとの間で成り立っていることを物語っているであろう。

元田先生の研究室運営の方針の影響の下で、私の研究姿勢は最初から、海洋現場に出かけて行って、その現場で生産量を測定したり標本を採集したりするという、現場指向の強いものでした。はっきり思い出せるだけでも、現在までに22の調査研究航海に参加し、航海日数の総計は1,000日に近くなっております。ところが、その結果にもとづいて出版できた原著論文は30篇を少しこえるくらい、1航海あたり1.4篇あるいは、航海日数33日あたり1篇の論文というところ、案外聞こえはいいのかも知れませんが、この間の年数（20年）で割ると、1年に1.5篇と、効率がかかなり悪いことがはっきりします。

微小動物プランクトンの研究を始めてから暫くして、室内での飼育実験も試みました。繊毛虫プランクトンの飼育は案外むづかしく、安心して実験に利用できる飼育方法を自分なりに確立するために、丸2年、足かけ3年を要しました。ちょうどこの時期に文部省の科研費の助成を3年つづけて得られたこと、また同じく文部省の旅費によって原生動物プランクトン生態学研究集会（1981年フランス）に参加できたことは、本当に幸運でした。これらの補助がなければ、私は飼育実験の計画を途中で投げ出さなければならなかったでしょう。川上玲子さんという、プランクトンの培養の名人とともに実験に当たることができたのも、幸運なことでした。

一旦、飼育方法が確立すると、航海に参加しない時期には、室内で飼育実験をすることができるようになりました。その結果による原著論文はまだ5,6篇しかありませんが、評価は悪くありません。大抵の場合、飼育実験は2～3か月で終わりますから、論文の生産効率は、前後の必要日数を含めても100～150日に1篇となり、航海上とする研究（1.5篇/年）よりも、おおむね効率は良くなります。仕事の早い人は、全ての場合に効率をもっともっと高くすることができるのでしようが、それでもなお、大きな航海に参加するよりも、陸上の実験室内での研究の方が効率が高いという点は変わらないと思われま。研究者間の競争が、主として論文数で戦われるようなところでは、航海に参加することが嫌われ、そのため海を体験しない海洋生物学者の数が増えてきつつある

とも聞きます。そうはならない範囲内で、私は室内飼育実験を続けて行こうと考えております。話が脇道にそれてしまいました。本筋にもどします。

飼育実験では、繊毛虫プランクトン、特に有鐘類の *Favella* の摂食速度、成長速度、呼吸率などの測定ならびに高速度 VTR を用いた摂食行動の観察を行ないました。これらの実験の結果は、それなりに苦労して得られたものではありませんが、ここでは簡単に要約して紹介させていただきます。

Favella taraiakaensis の平均的な体重は 330 pgC で、1 個体の虫は、1 時間あたり体重あたりの単位で示すと、0.1-50% 摂食して 6.2% 呼吸で消費し、4-13% 生産すると言えます。これらの幅広い変動値から、危険を承知で平均値を抜き出し、1 日あたりの量に換算（1 日間に増加する個体数および体重を考慮）すると、摂食量は 700%，呼吸は 320%，そして成長が 300% に達する、と言えます。これらの値を正しいとすれば、消化効率 (Assimilation efficiency) は 89%，総生産効率 (Gross growth efficiency = K_1) は 43%，純生産効率 (Net growth efficiency = K_2) は 48% となります。摂食・呼吸・成長ともに極めて活発であることと、消化効率および K_1 がともに大変高いことが明らかになりました。ただし、これらの値は、餌料条件に不足がない状態で得られた値です。

自然海洋中で餌料が充分にあるか否かは、研究者の間で論争的になっています。繊毛虫の餌料になる微細藻類（小型の植物プランクトン）の生長速度は、ほとんどの群で 1 日 1 回分裂（すなわち生産率 $100\% \cdot d^{-1}$ ）程度にすぎないので、繊毛虫の生産もそれを超えることはないであろう、と主張する人もあります。しかし、繊毛虫の栄養源は藻類に限らず、バクテリアを起点とする供給源も併存するから、やはり自然群の生産量は大きいであろう、という人もあります。このことは、微小動物プランクトン研究の分野における重要課題の一つです。

有鐘類の摂餌選択性が強いということは、高速度 VTR 観察によっても確認できましたが、このことも、微小動物プランクトンと基礎生産との関係を検討するためには、欠かせぬ情報です。これらの情報が揃ったところで、改めて、海の植物プランクトンと植食性動物プランクトンとのかかわりを解析したいと考えております。あるいは、ネット動物プランクトンの世界と、微小動物プランクトンの世界は、アメリカのある科学者がいうように、互に別々の世界であって、その間の連絡は希薄なのかも知れません。そうだとすれば、私の以前の研究から

微小動物プランクトンが抜けていたことは、特に欠点でも弱点でもなかった、ということになるかも知れません。

微小動物の飼育実験によって、もう一つ、その呼吸速度が以前に考えられていたよりも、はるかに速いということもわかりました。以前は、単細胞動物の単位体重あたりの代謝（呼吸）速度は、変温性の後生動物のそれよりも 1 桁低いと信じられていましたが、そういうことはなくて、変温動物の体重と代謝との関係が、原生動物・後生動物の区別なく、一本の関係式に収束するらしいことが確認できたわけです。このことは、証拠が揃わない以前からの私の確信の一つでありました。

あらゆるプランクトンの潜在的な生産や代謝のあり方（最適条件下での摂食率、呼吸率および生産率と言い換えてもよい）は、そのプランクトン自身の体重と環境水温とによって決定されている運命的なものであって、それがプランクトンの世界の動態を支配している自然の掟なのだ。従って、植食性動物プランクトンの生理や行動の一断面の適応価値を吟味するときには、摂食とか浮游といったように、人間の勝手なつごうによってバラバラに切り離されてしまった観点にだけ立つと、きっと誤解が生ずる、体重と水温とによって運命づけられている代謝速度にあくまで基礎をおいて、生産性の全体の収支の枠組の中で、ある生理・生態の適応価値が判定されなければならぬ、ということは 1975 年に出版した拙著で強調しておいたことであります。

このたび、栄誉ある日仏海洋学会賞をいただいたことをはげみにして、今後も、この基本的な考え方にそって、植食性動物プランクトンの生産生態に関する研究を進展させたいと存じます。

最後になりましたが、恩師である元田茂先生と川村輝良先生はじめ、北大と東北大の研究室で共に研究し、討論した仲間、また多くの研究航海等で、いろいろ有益な話を聞かせて下さった方々に、心より感謝の念を表します。故岡田雋先生ならびに川村輝良・西沢敏両先生には、私に職を与えて自由に研究をさせて下さったことを深く感謝致します。また、専門が異なるにもかかわらず、私の研究に理解を示して下さい、今般この賞に推薦して下さい野村正先生には、深心よりお礼を申し上げます。

私の両親と妻も、今回の受賞を大変よろこんでくれましたが、たしかに、私の研究成果の半分以上は、両親と妻の支援の賜物という気がします。頒ち合う喜びを得たことを、感謝せずにはられません。