

汽水域における生物生産—中海水系における生産関係を中心にして—*

川 那 部 浩 哉**

(1968年5月7日受理)

古生物学は地質学の一部であると同時に生物学の一部でもあるといった認識が、現在では徐々に高まって行き、古生態学の分野の重要性もしだいに大きくなって来ているという。『古生態学』と銘うった手に入りやすい単行本も、ГЕККЕР(1957;市川・桑野訳, 1959), LADD 編(1957), АГЕР (1964) と出版されている。

現世の生物についての生態学は、私の考えによれば、1927年 ELTON の『Animal ecology』によってその現代史を開いたが(川那部, 1966a), それは「生物の生活に関する科学である」(渋谷, 1954) といつてよい。この分野は、それ自身生物学の中で独自の領域を占めていると同時に、その方法論において、広く生物科学の中へ浸透していかなければならないものといえよう。なぜならば、生命現象はつねに生活の場の中で営まれているものだからである。

LACK (1965) はイギリス生態学会の会長就任講演の中で、生態学を functional ecology と evolutionary ecology とに分けて、後者の必要性を強調している。確かにここ30年ばかり、生態学は過去に関する問題を文字どおり敬遠して、もっぱら「現在主義」の立場をとって来た。しかし、個体群生態学や生産生物学の発達にともなう、各種によるその相違が明らかになって来て、再び対象とする生物種、あるいは生物種群が、どのようにして現在の生活様式をとるに至ったのかという問題を、避けて通ることができないようになっていた。このような意味で、生態学の研究者にとっても古生態学的な知識が必要になって来ているのである。

ひるがえって古生態学は、私のまずしい知識だけから見ると、古くは個体の形態からの類推か、当時の気候条件との対比に終始していたように思われる。しかし最近では堆積条件を十分に考慮に入れたうえでの生物相全体の調査や、生痕などのような生態的資料の調査がつけ加えられてきて、かなり広い立場での研究が可能になって来ているようである。そうはいっても、資料の本質的な制約によって、生物相互の関係を個々に具体的に追求することは、なかなか困難なことのように感じられる。

そこで私は、この話題提供においては、1960年前後に行なった山陰地方の中海水系の私どもの調査を中心に、汽水域を材料として、生物の相互関係の具体例を提出し、その生産に対する役割について少し考えてみたいと思う。

話題提供の機会をあたえて下さった、日本地質学会記念シンポジウム「環境と生物」の世話人のかたがた、とくに前もっていろいろ御意見を賜った京都大学地質学鉱物学教室の亀井節夫氏と地質調査所の水野篤行氏に、深く感謝する。

中海水系の生物生産

中海水系は、西から弱汽水性の宍道湖、強汽水性の中海、外洋性の高い美保湾とつづく、ひとつづきの水系で、それぞれは大橋川・境水道と呼ばれる細い水路で連なっている(第1図)。

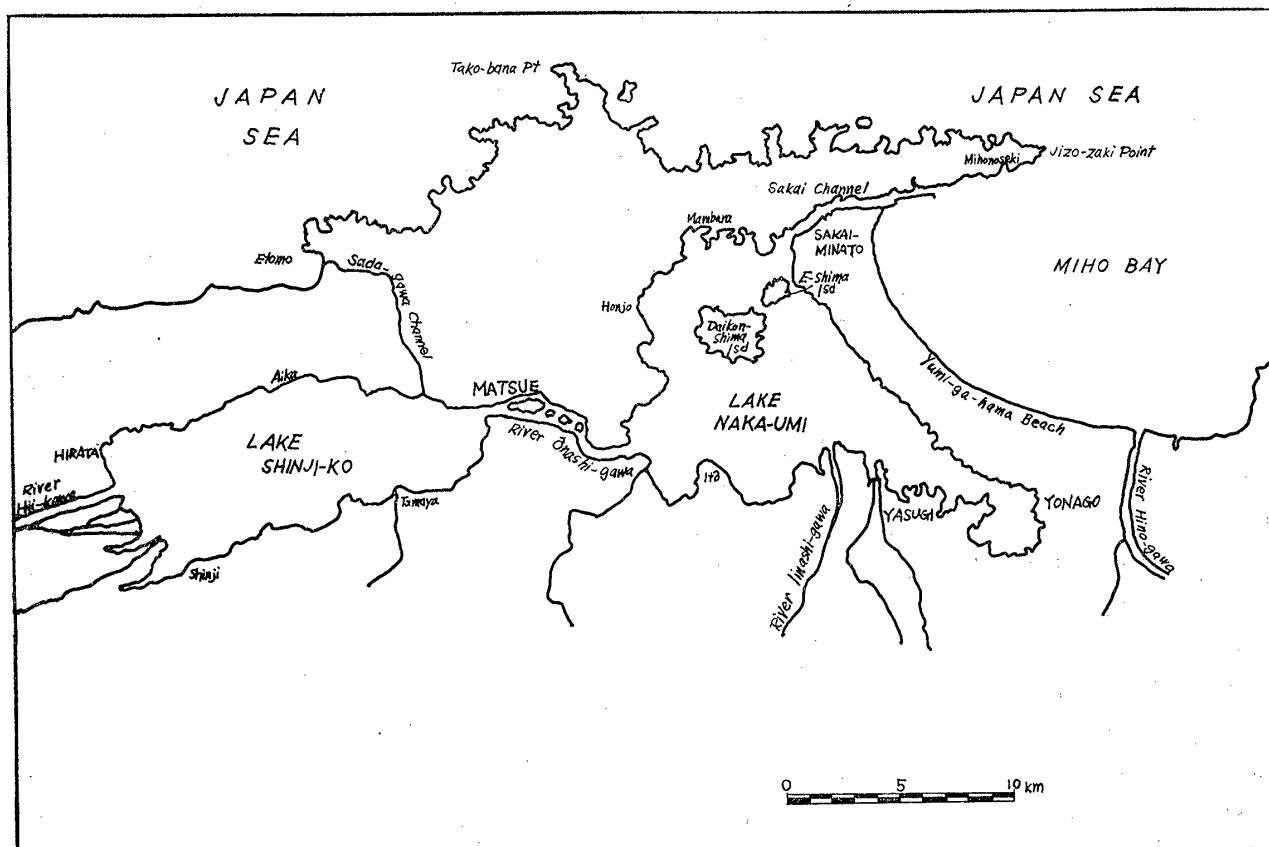
宍道湖は塩素量1.3%以下で、水温の年較差は25°Cに達する。中海は水深2.5~3mで上下両層に分けられ、表層は11%以下と比較的甘く、底層はこれに対して15~18%に達する。中央に大根島と江島があり、水は多くその北西岸を通過するので、東南部はいちじるしく停滞し、溶存酸素量も夏にはほとんど0に近くなってしまふ。ただし冬には回復し、また北西部は夏でも40%を割らない。水温の年較差は表層で23°C、底層で19°C程度である。美保湾は塩素量15%以上、水温の年較差は15°C程度である。3水域の各地点での環境条件を比較すると、互いに連なっているにもかかわらず、各水域内の各地点の条件は極めて一様であり、大橋川・境水道の出入口のごく近くでだけ、やや異なっているにすぎない。

このような条件に対応して、プランクトンやベントスの分布も、3水域で確然と区別され、同一水域内では比較的一様である。もっともベントスについては、深度(塩素量・底質)や溶存酸素量によって、異なっている。

まず宍道湖のばあいには、沿岸の砂質ないし砂泥質部にはヤマトシジミ (*Corbicula japonica*) がいちじるしく優先しており、深底部の泥質のところには、ユスリカ (*Tendipes plumosus*) とイトミミズ (*Tubifex* sp.)

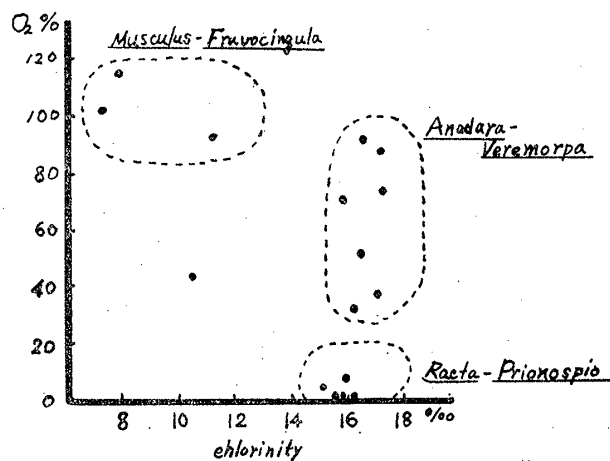
* 1968年4月3日日本地質学会75周年記念討論会において講演

** 京都大学理学部動物学教室



第1図 中海水系略図

がすんでいる。つぎに中海においては、沿岸部にはホトトギス (*Musculus senhousia*) とカワグチツボ (*Fluviocingula nipponica*) が、深底部のうち北西部にはサルボウ (*Anadara suborennata*) とヒメカノコアサリ (*Vermolpha micra*) が、同じく南東部にはチョノハナガイ (*Raeta pulchella*) ・シズクガイ (*Theora lata*) ・ヨツバネスピオ (*Prionospio pinnata*) が、それぞれ優占している。この3つのちがいは、塩素量と溶存酸素量を両軸に展開してみると、その要因が極めてはっきりしてくる。すなわち、沿岸で甘い表層水が底質直上を占めている場所には *Musculus-Fluviocingula* association が、中央部で底質直上を15%以上の塩素量を持った水が占めている場所のうち、溶存酸素の年中多い所には、多年生ものを中心とする *Anadara-Venemorpha* association が、いっぽう夏期に溶存酸素量がいちじるしく低くなる所には、生活環が短かいあるいは酸素欠亡に抵抗性の強い *Raeta-Prionospio* association が成立している (菊池, 1964)。美保湾については資料が多くないが、クモヒトデの類が中心になっており、中海とはまたすっかりちがっている。



第2図 中海における底生塩素量・夏季の底生溶存酸素量と底生動物相との関係。菊池(1964)による。

ところで、宍道湖・中海・美保湾のベントスについては、すでにいくつかの報告がある。このうち中海のものについての宮地ほか (1945, 1952, 1954) のもの、また美保湾についての宮地ほか (1952, 1954) のものと、今回のものをくらべてみると、非常に大きい変化は認めら

れない。これに対して宍道湖のものについては、私どもの調査より先に宮地（1932）と上野（1943）があり、あとに水野（未発表）があるが、これらの調査結果にはいちじるしい差がある。すなわち、宮地（1932）はほぼ私ども（菊池，1964）のばあいと同様の結果を得、水野（私信）のも同じであるのに、上野（1943）は塩素量 5.43（表層）ないし 10.06 %（底層）を記録し、その前後にいたようなベントスは全く生存せず、強汽水性の *Noto-mastus* sp., *Cyathura* sp., *Syncera japonica*, ハマグリ (*Meretrix meretrix*) がわずかな個体数だけ生息していたと報告している。

この事実、汽水域の不安定な事実をよくあらわしているものといえよう。季節変化においても、汽水域は、すでにのべたように、極めていちじるしいものであるが、年変化においてもそれは、かなりの程度におこっている。もしいま埋積の過程において、強汽水性の種のほうが弱汽水性の種よりも保存が良いとすれば、現代の宍道湖の堆積物は、大型の底生動物に関する限り、強汽水性のものとして後世には認識されることとなるかもしれない。

閑話休題（あだしごととはさておき）、魚類や甲殻類の分布を次には見てみよう。合併以前の旧町村単位で漁獲物組成の類似度をしらべてみると、たしかに 3 水域でいちじるしくちがっている。しかし同時に、2 水域あるいは 3 水域のすべてを季節に応じて使いわけている種類もある。たとえばワカサギ (*Hypomessus olidus*) やシラウオ (*Salangichthys microdon*) は、宍道湖に本拠をもっているが寒い季節には中海にも、またワカサギのばあいは美保湾にさえも、移動するし、サツパ (*Harengula zunasi*)・ヒイラギ (*Leiognathus nuchalis*)・クルメサヨリ (*Hemiramphus kurumeus*)・マハゼ (*Acanthogobius flavimanus*)、それにボラ (*Mugil cephalus*) とスズキ (*Lateolabrax japonicus*) の幼魚は、中海を中心に、夏は宍道湖、冬は美保湾にも入る。さらに、マアジ (*Trachurus japonicus*)・カタクチイワシ (*Engraulis japonicus*) などなどは、美保湾にいますが、夏には中海へも入ってくる（川那部ほか，1963）。

さて、これらの魚類の 3 水域における食物連鎖を図示してみると（第 3 図）、まず宍道湖では、プランクトン食のものとベントス食のものとが確然と区別され、季節的にもそれは移行しない。美保湾においても同様に、プランクトン食のもの、付着生物食のもの、ベントス食のものがはっきりと区別されている。これに対して、中海においては、わずかの例外をのぞいて、すべての魚がプ

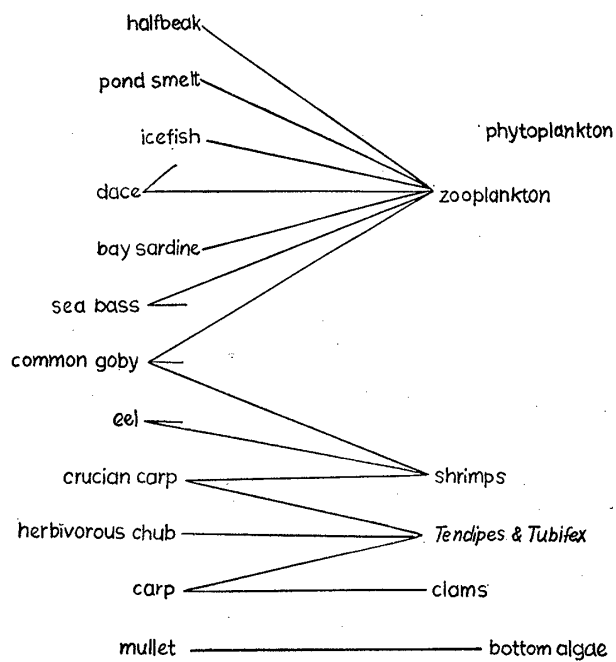
ランクトンも付着生物もベントスも、すべてのものを食っている。また季節的にみても、付着生物食からプランクトン食へ、プランクトン食からベントス食へ、ベントス食からふたたび付着生物食へと、変るのが一般的である。また同じ種の魚でも、宍道湖ないし美保湾にすんでいるときには、狭い範囲の餌をとり、中海においては種々様々な餌をとることになっている（川那部ほか，1968）。

中海におけるこれらの餌生物の年間の消長は、生物群によってこととなるが、いずれのばあいにもその変動の幅はいちじるしい。したがって、どれかの生活様式群だけを食うことに固執するならば、その魚にとって餌条件は決して良くない。しかし、あらゆる生物を食うという広い食性をもてば、つぎつぎに量を増大させてくる生物群を食べることができ、その餌条件はつねに他の 2 水域よりも良好である。したがって中海での魚類の生産性は、このような魚種の存在によって、いちじるしく高くなっていると考えられるのである。

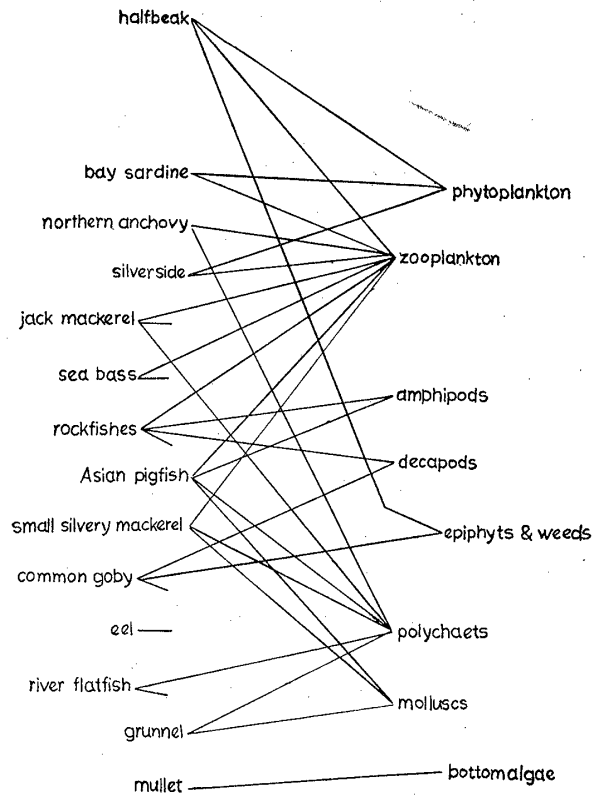
餌生物の生産速度と、年間漁獲量と成熟年令から推定した生産速度の指数との関係を、前に試算してみたことがあるが（川那部ほか，1963）、それによると、魚類生産の餌生物生産に対する効率は、中海においていちじるしく高かった。この原因にはいろいろのものが考えられるが、ここでのべた問題もその一翼になっているのではないかと考えている。

汽水域における生産性

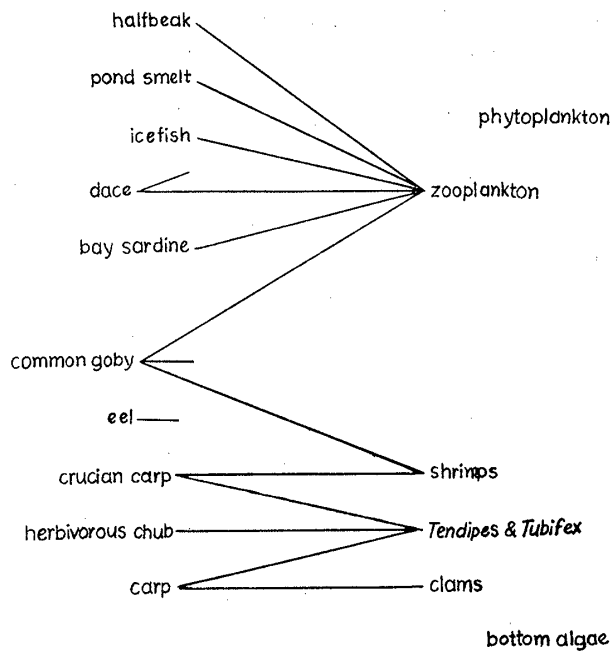
汽水域における生物生産の特徴については古くからいろいろなことがいわれており、最近に出た LAUFF 編（1967）の本の中でも、いろいろと触れられている。そのおもなものを私なりに要約してみると、まず栄養塩類の多いことがあげられる。海洋における第 1 次生産の制限要因としては、多くの場合に栄養塩類があげられているが、汽水域はその陸地からの供給がかなり十分に行なわれている所である。また、栄養塩類だけでなく、有機物の流入もいちじるしい。デトリタス食の動物はかなり広く存在し、デトリタスが動物生産に重要な役割を果たしていることは、最近重要視されるようになって来ていることだが、このデトリタスのうち、とくに陸上性のものの多い水域でもある。さらに、環境条件が複雑であるために、いろいろな生活場所を要求する群が、多くすみ得る場所でもある。沖合にくらべてまず多量の底生生物があり、また大型の植物とそれに付着する生物群が存在する、このように、浮遊性のものと付着ないし底生性の



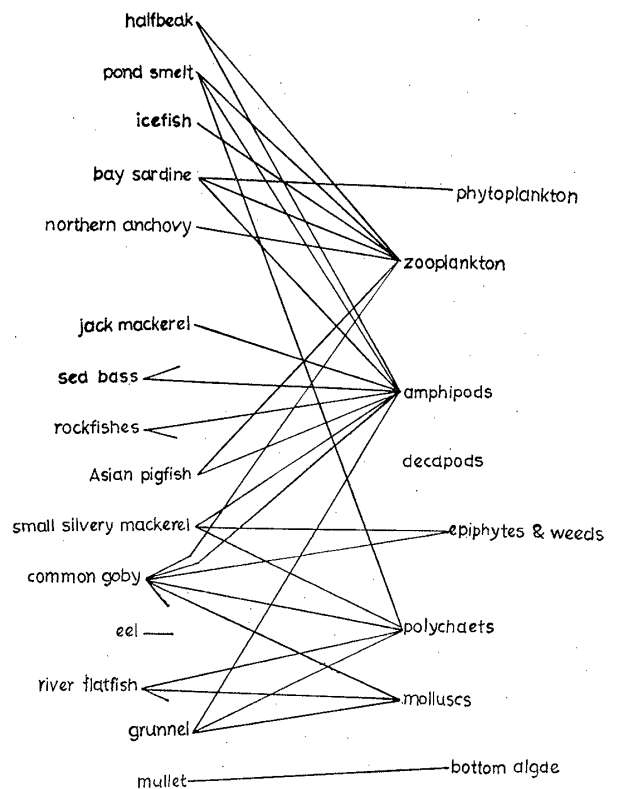
第 3 図 中海水系における主要魚と餌生物の関係。
川那部ほか (1968) による
A: 突道湖の夏秋



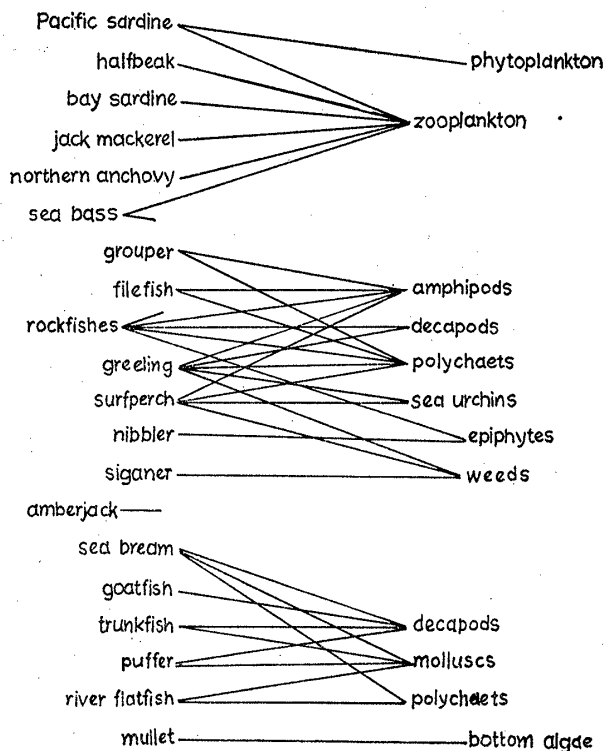
C: 中海の夏秋



B: 突道湖の冬春



D: 中海の冬春



E: 美保湾.

ものが双方生息するのは、沿岸のみの特徴である。

KORRINGA (1965) などは、このほかに、移動性の動物の産卵場ないし幼体の生息場となっている点をあげており、これも原因といってよいかも知れない。

それと同時に、私は、動物の広食性と、それによっておこる PETERSEN (1918) のいう意味での「無用生物」の少なさをあげたいと思う。中海にすむ魚類の広食性については、上にのべたとおりであるが、従来報告されて来たいろいろの場所での、魚の胃内容物表を見てみると、中海水系で得られたような汽水域生息種が広食性であるという事実は、広く認められてよいものようである (川那部ほか, 1968)。このようになると、食物連鎖の上位にある動物から全く食われないような生物は、ほとんどなくなってしまって、すべての生物がその上の動物にとって、いわば有用化されることになる。じっさい中海においては、ホヤの類さえも魚の餌となっているのである。このように多くの生物が有用化されればされるほど、累進効率ないし生態効率は高くなり、第1次生産速度に比較して、その上にたつ動物の生産速度は大きくなることとなる。

広食性を示すことのできる魚類が、発育のある段階に汽水域に來遊するという事実も、その理由の一部はここ

に存在するといえよう。

* * *

つぎには、汽水域の一部ともいうべき潮間帯・亜潮間帯をとって、そこにすむ生物の分布要因として、他の生物の影響が働いている著しい例をあげてみよう。

フジツボの類が、潮間帯のある位置にだけに、種ごとに帯状に分布していることは周知の事実である。この各種ごとの分布上限と下限の規定要因を調査して、CONNELL (1961) はおよそつぎのような一般法則に達した。すなわち、たしかに上限のほうは、その種のもつ耐乾性によっている。しかし、その生理的な要求範囲と環境条件からみると、各種はその下限よりもいちじるしく低いほうまで生息可能で、無機環境の条件ではその下限は決められていない。下限を決めているのは、他種のフジツボとの競争である、というのである。実際彼は諸種の取り除き実験をやってそのことを確かめ、わが国でも星合 (1958, 1959, 1960, 1961, 1964) は、潮間帯生物の分布とその量に対して、幼生の付着時期およびその直後における相互作用が、極めて重要な働きをしていることを明らかにしている。

ついでながら、McARTHUR & CONNELL (1966) は教科書のなかで、このような現象は樹木の垂直分布においても同様であろうとのべている。すなわち、落葉針葉樹林帯・常緑針葉樹林帯・落葉広葉樹林帯・常緑広葉樹林帯など、それぞれのものの上限は、温度によっておもに規定されているけれども、その下限はひとつ下の樹林帯に属する種ないし種群との競争によるのだというのである。じっさい、スギの木は植えてやればどこにでも生えるのに、その自生地は意外に少ない。放っておけば他の種との競争によって絶滅してしまうのである。

ふたたび海岸にもどって、最近 SOUTHWARD (1964) は、Ulva 属の海藻の分布と量に笠貝がいちじるしい影響を及ぼしていることを見つけた。すなわち、ある地域から笠貝を取り除いてやると、今までほとんど植生のなかった場所に、3年後 Ulva が密生し、取り除きを止めると、周囲から侵入してきた笠貝がばくだいな量に達し、3年後には元のように植生はなくなり、笠貝の個体数も従来通りのレベルに復した。このばあい、Ulva のこの種はその付近には全く見られなかったものであるという。

また余談になるが、食われることによって生物量が規定されているかどうかという点については、近年その意義を認めない風潮が強かった。例えば HAIRSTON, et al. (1960) らは動物と植物との間の食う食われるの 関係に

においてはそれを認めたが、その反論は何人かから提出され (MURDOCH, 1966, EHLRICH & BIRCH, 1967) それに答えた SLOBODKIN, *et al.* (1967)にも生彩がない。しかし, HAIRSTON, *et al.* もその段階ではおこらないとした, 植物と動物との関係においても, 最近つぎつぎと, 動物は餌である植物量に制限され, 逆に植物は動物に食われることによって制限される例がでてきた。シカと樹林との関係などにおいても, 大きくなった木の葉をシカが食いつくすようになるまでには, 他の要因がシカの密度を抑えるけれども, 苗木の芽を全部食って天然更新がおこらないようにすることは, 広く認められる現象なのである。そのうえ, 上のものが食うことによって, 逆に下のものの量 (このばあいには現存量でなく生産速度) の増加する例も明らかになってきており, それに直接に下のものの密度効果を減少させるばあいと, 栄養塩類などを媒介するばあいと, 2つのケースのあることも判って来ている (例えば, 川那部, 1966b参照)。

汽水域のものについては, 栄養塩類上の問題についてははっきりした資料を私は知らない。しかしこれに関連しては, この項の最初のほうでものべたデトリタスの問題が, とくに汽水域では重要になることを重ねて指摘しておきたい。たとえば TEAL (1962) を見るだけでも十分であろうし, 小笠原ら (1962) のカキの養殖場の特性に関する研究を見ても明らかなことであろう。

古生態学における群集

こうして, おのおのの種が, 他の生物の影響を受けて生活していることは, 従来からもちろん言われてきたところではあるが, 最近つぎつぎと具体的に明らかになって来た。ここに見られた「生物間の相互関係の総体」が, 生物群集 (community) と呼ばれるものである (川那部, 1960)。相互関係の存在には当然のこととして時間空間的な制約があるから, 群集もその結果として時間空間的にある程度限定されるのはいうまでもないが, しかし, 時間空間的に範囲を決めて, そこにすんでいるすべての生物が群集を構成しているとみることはできない。それと同時に, 関係の総体として群集をとらえるからには, その関係をおこしている主体, すなわち種個体群が問題にされなければならないのは当然であろう。

しかし, 古生態学のばあい, 群集はいかにとらえうるであろうか。堆積の過程でおこる移動の問題は別におくとしても, ある生物相のリストが得られただけでは, 相互関係を明らかにすることはきわめて困難であるといえよう。このことは, 現生生物の生態学において, 群集構造

論がもっともおくれていることにも若干の責任がある。

生態学と進化との関係について, 生態学の側から論じたものには, ELTON (1927, 1930)・ALLEE, *et al.* (1949)・LACK (1947, 1954) などがある。しかし, たとえば変異といった現象ひとつをとっても, その生物体の形態や機能についての研究はあるが, 生活の変異については資料がきわめてとぼしい。しかも若干の問題をとりあげた渋谷 (1961) にしても, 生物間の関係にみられる変異あるいは生物間の関係によっておこる変異については, ほとんど論じていない。また田端 (1966) も, そのあたりに触れてはいるが, 結論には至っていない。ただ現生生物の群集についても, その関係を構成する種の進化の立場から, 必然的なものと偶然的なものを区分して考えようとしている点は, 今後の考慮に入れてよさそうである。

すなわち, 古生態学と生態学は, 一方が他方の影響を受けるという形だけではなくて, 方法論のうえでも交流して行くことが, 生物の相互関係を明らかにし, 群集の問題を解いて行くためにも, 重要なことと思われる。

文 献

- AGER, D. V. (1963), *Principles of paleoecology*. McGraw-Hill, New York.
- ALLEE, W. C., EMERSON, A. E., PARK, O., PARK, T. and SCHMIDT, K. P. (1949), *Principles of animal ecology*. Saunders, Philadelphia. [第5章のみ訳あり。伊藤嘉昭訳(1955), 生態と進化。みすず書房]
- CONNELL, J. H. (1961), The influence of interspecific competition and other factors on the distribution of the barnacle *Chthamalus stellatus*. *Ecol.*, vol. 42, p. 710~723.
- EHLRICH, P. R. and BIRCH, L. C. (1967), The „balance of nature” and „population control”. *Amer. Nat.*, vol. 101 p. 97-107.
- ELTON, C. S. (1927), *Animal ecology*. Sidgwick & Jackson, London. [渋谷寿夫訳(1955), 動物の生態学。科学新興社]。
- (1930), *Animal ecology and evolution*. Oxford Univ. Press.
- ГЕККЕР, Р. Ф. (1957), Введение в палеоэкологию. Госгеолтехиздат. [市川輝雄・桑野幸雄訳(1959), 古生態学入門。築地書館]。
- HAIRSTON, N. G., SMITH, F. E. and SLOBODKIN,

- L. B. (1960), Community structure, population control, and competition. *Amer. Nat.* vol. 94, p. 421—425.
- HOSHIAI, T. (1958, 59, 60, 61, 64), Synecological study on intertidal communities. I, II, III, IV & V. *Bull. Mar. Biol. Stat. Asamushi*, vol. 9, p. 27-33, 123-126; vol. 10, p. 49-56, 203-211; vol. 12, p. 37-41.
- 川那部浩哉 (1960), 川の生物群集をどうとらえるか. 生理生態, vol. 10, p. 1—10.
- (1966a), 生態学の歴史と展望. 岩波講座, 現代の生物学, vol. 9, p. 1—18.
- (1966b), 群集における種の生産. 同上, vol. 9, p. 123—152.
- KAWANABE, H., SAITO, Y. T., SUNAGA, T., MAKI, I. and AZUMA, M. (1968), Ecology and biological production of Lake Naka-umi and adjacent regions, IV: Distribution of fishes and their food. *Spec. Pub. Seto. Mar. Biol. Lab., ser. II*, part 2, p. 45—73.
- KIKUCHI, T. (1964), *ditto*. III. Macrobenthic communities of Lake Shinji-ko and Lake Nakaumi. *Ibid.*, part 1, p. 21—46.
- KORRINGA, P. (1965), Characteristics of fishes in European estuaries. *Conf. Rep. Estuaries*.
- LACK, D. (1947), Darwin's finches. *Cambridge Univ. Press*.
- (1954), The evolution of reproductive rates. In *Evolution as a process* (ed. HUXLEY, J., HARDY, A. C. and FORD, E. B.), *George Allen & Unwin*, London, p. 143—156.
- (1965), Evolutionally ecology. *J. Anim. Ecol.*, vol. 34, p. 223—231.
- LADD, H. S. (ed.) (1957), *Treatise on marine ecology and paleoecology* vol. 2. *Paleoecology. Geol. Soc. Amer. Mem.*, vol. 67, p. 1—1067.
- LAUFF, G. F. (ed.) (1967), *Estuaries. Amer. Assoc. Adv. Sci.*, Washington.
- MCARTHER, R. M. and CONNELL, J. H. (1966), Biology of populations. *J. Wiley*, New York.
- MiyADI, D. (1932), Studies on the bottom fauna of Japanese lakes, IV: Lakes of Japan Sea coast of southern Honshu. *Jap. J. Zool.*, vol. 4, p. 41—79.
- 宮地伝三郎・波部忠重・川口正雄・山根謹爾 (1945), 中海の底生動物群集と遺骸群集. 京大生理生態業績, vol. 31, p. 1—24.
- ・——・山路勇 (1952), 美保湾と中海の海況と生物群集. 1. 同上, vol. 76, p. 1—29.
- ・——・——・布施慎一郎 (1954), 同上, 2. 同上 vol. 78, p. 1—43.
- MURDOCH, W. W. (1966), Community structure, population control, and competition—a critique, *Amer. Nat.*, vol. 100, p. 219—226.
- 小笠原義光・小林歌男・岡本亮・古川厚・久岡実・野上和彦 (1962), カキ養殖における抑制種苗の使用とその生産的意義. 内海区水産研報, vol. 19, p. 1—153.
- PETERSEN, C. G. J. (1918), The sea bottom and its production of fish food. *København. Ber. Biol. Stat.*, vol. 20, p. 1—76.
- 渋谷寿夫 (1954), 生物の生活と進化——ハチの生活の進化を例にした——. 生物科学, 進化特集号, p. 1—6.
- (1961), 古生態について. 動物生態学, 朝倉書店, p. 398—420.
- SLOBODKIN, L. B., SMITH, F. E. and HAIRSTON, N. G. (1967), Regulation in terrestrial ecosystems, and the implied balance of nature. *Amer. Nat.* vol. 101, p. 109—124.
- SOUTHWARD, A. J. (1964), Limpet grazing and the control of vegetation on rocky shores. In *Grazing in terrestrial and marine environments* (CRISP, D. J., ed.), *Blackwell*, Oxford.
- 田端英雄 (1966), 生態学における種, 岩波講座現代の生物学, vol. 9, p. 19—48.
- TEAL, J. M. (1962), Energy flow in *Spartina* saltmarsh ecosystem. *Ecol.*, vol. 43, p. 614—624.
- 上野益三 (1943), 本邦汽水域とくに汽水湖の生態学的研究, I, 日本海沿岸の汽水湖における底生動物. 服部報公会科学報告, vol. 10, p. 409—425.

**Biological Productivity and Production Relationships
in Estuarine Waters with Reference to
the Relation between Ecology and Paleoecology**

Hiroya KAWANABE

(abstract)

1) From the investigation carried out in the water system connecting Lake Shinji-ko (weakly brackish), Lake Naka-umi (strongly brackish) and Miho bay (oceanic), the following results were obtained. The distribution of planktonic organisms and benthonic animals was restricted to each of the three water bodies, and seasonal change of their biomass was most remarkable in Lake Naka-umi. The benthonic fauna of Lake Shinji-ko changed during the last three decades, from a freshwater fauna to brackish, and then to a freshwater one.

Nektonic animals were not restricted to any one of the three water bodies. In Lake Shinji-ko and in Miho bay, the food items of each species of fish were limited in narrow range, but were very broad in Lake Naka-umi. That is, most fishes were monophagous in the former two areas throughout the year, but euryphagous throughout the year or changed their foods seasonally in Lake Naka-umi.

2) In general, brackish water is known to be one of the most productive of all habitat areas. Although it has not been pointed out specifically, that fishes living in brackish waters are more euryphagous than those of freshwater or marine water has been clearly recognized in previous works. The present investigation shows that the production efficiency of fish to food organisms was much higher in Lake Naka-umi than in the other two water bodies, probably partly due to that most fishes were euryphagous and there were

virtually no useless organisms in Petersen's sense.

3) It was recently discovered, not only in estuarine waters but also in other aquatic and terrestrial habitats, that the distribution and biomass of organisms can be determined in some cases by the competitive or predatory organisms, and that the production rate of the organisms changed greatly under the presence of predatory animals. This appears to indicate that the interrelations between organisms should be taken into consideration to a greater extent in analysing the distribution of organisms.

4) The biotic community should not be recognized as an organismic unit or a simple assemblage of organisms of different species living in the same area. It must be recognized in the context of the relations among organisms. The whole relation among species is, however, very difficult to detect if sought only through the investigation on the assemblage of organisms. So, paleo-synecological studies can not be based solely on the investigation on the assemblage of fossils, but also on an investigation on the relationship of recent organisms and its application to the fossil ones.

5) To understand fully the ecology of recent organisms, paleoecological information is needed for interpretation of the origins of their life modes and of the interrelations between species; on the other hand paleoecology may be in the needs of the knowledge from the community ecology on recent organisms to acquire its guiding principles.

指 名 討 論

水 野 篤 行*

(1963年4月10日受理)

* 地質調査所地質部

川那部氏によって、汽水域の生物生産の一例として、

中海・宍道湖・美保湾のそれが紹介された。私は、生態学ないし古生態学的観点というよりはむしろ堆積学的観点から、この数年間、共同研究者とともに、中海・宍道湖の水質・底質の研究を続けている。底棲動物群集の分布・構成、それと無機的環境との関係については、川那部氏が紹介された概要とほぼ同様な結論に達している。ここでは、底棲動物の一部、シジミ (*Corbicula japonica*) をとりあげて、その形態変異と環境要因との関係をのべ、討論に対する補足的資料としたい。

宍道湖・中海の水理、水質条件の年間・経年変動はかなり顕著であるが、概括的にいえば、宍道湖は低鹹汽水を主とし、中海は高鹹汽水を主とする。

宍道湖では、沿岸の2~3mまでは普遍的に、ほとんどヤマトシジミからなる群集によってしめられる。いっぽう中海では沿岸の2m台まで、ヤマトシジミ・ホトトギス・アサリからなる群集がみられる。この場合ヤマトシジミは部分的には分布していない。またアサリは例外なく非常に小型である。

シジミの棲む水域の水質は次のようになり異なっている。底層水の塩素量についてみれば、宍道湖では数百ないし2,000ppm前後であるが、中海では7,000~8,000ないし10,000~12,000ppm前後に達する。pHもかなり異なり、宍道湖では7.0~7.6であるのに対して中海では8.6~8.9に達する。底層水の流速についてみれば大橋川

＞宍道湖＞中海となる。このような条件のちがいはシジミの生活に対して何らかの影響をおよぼすだろうと考えられる。最初の手がかりとして、形態をしらべると、かなり明瞭な相違がみとめられる。

外形の点では、宍道湖のものより背が高く、殻頂がひいで、三角形をおびる。中海のものは楕円形に近づく。すなわち、頂角がより大きい。また、全般的に前者では後者よりも殻の（とくに中上部の）ふくらみが強い。すなわち、宍道湖のものは典型的な *Corbicula japonica* であるのに対し、中海のものは *Corbicula japonica sadoensis* に近ずき、一部には形態的にそれと区別できないものもみられる。大橋川のは概して中海型である。

底質とこれらとの間には一定の相関関係がない。以上のことから、ヤマトシジミの殻の形態変異と塩分濃度との間には何らかの関係が存在することが予想される。しかし、その関係が直接的なものか、あるいは間接的なものかについては現在不明である。この点については、今後、くわしい計測処理をおこなうと同時に、飼育実験を通じて、塩分濃度が形態変異にあたえる影響とそのメカニズムを追求したい、また、川那部氏が指摘された、「生活様式の成立過程」の古生態学観点からのアプローチが必要であろう。

質 疑

大森昌衛（東教大）：community は biological な概念で、ecosystem の場合にはかなり space の概念が入っていると考えてよろしいか。

川那部浩哉（京大）：community の概念もecosystem の概念も時代とともに変わってきている。現在の段階ではcommunity はある地域にあるすべての生物という、いわば「地域群集」の概念よりも、互いに関係をもった生物のあつまり、という考え方に移っている。もちろん、関係をもつからには地域の限定がある程度は存在するわけだが、これはあくまで副次的なものである。いっぽうecosystem の概念は、その提唱されたときから曖昧であった。少し前までは「地域群集」として捉えた場合のcommunity に、まわりの非生物的環境をプラスしたも

のとして理解されていた。しかしこの立場に立って具体的に研究できる内容は、また、現在までに進んできたのは、energy flow あるいは material cycle としてとらえる場合であった。すなわち、地域的あるいは地理的に、さらにいうなら生物地球化学的にとらえた方が、有効な概念であろう。

徳田御稔（京大）：シジミの var. *sadoensis* の産地はどこか。その産地の条件と、中海の *sadoensis* 型のものを産する環境条件との類似性はどうか。

水野篤行（地調）：佐渡であるが、現在比較資料を準備していない。地域の変異と一つの地域のなかでの環境条件による変異との関係は一般的にかなりあると思われるのでそのような面から追求したい。