
海洋環境の指標生物に関する研究

Studies on indicator organisms in marine environments

代表研究者 東京大学海洋研究所教授 丸 茂 隆 三
協同研究者 東京大学海洋研究所教授 多 賀 信 夫
東京大学海洋研究所教授 堀 越 増 興
東京大学海洋研究所助教授 梶 原 武
東京大学海洋研究所助教授 根 本 敬 久

Ryuzo MARUMO, Nobuo TAGA, Masuoki HORIKOSHI, Takeshi KAJIHARA
and Takahisa NEMOTO

(Ocean Res. Inst., Univ. of Tokyo)

The purpose of this study is to discover and compare different indicator species in various marine environments and to use these species to monitor environmental changes in the study areas. In these investigations samples of phytoplankton, zooplankton, bacteria, benthos and attached organisms are examined.

Chaetognaths are useful indicator organisms because they show characteristic distributional pattern corresponding to the feature of watermasses. By comparing species composition of chaetognath communities in the upper 150 m layer of different sea areas, the continuity and transition of watermass were clearly indicated from the Kuroshio to Sagami and Suruga Bays and Tokyo Bay. In Tokyo Bay, oceanic chaetognath species occurred on some occasion in 1947, though they were not found in the recent surveys.

The generic composition of heterotrophic bacterial population of seawater and sediment from different coastal environment was surveyed. Members of Vibrionaceae predominated in the bacterial flora of the seawater samples from non-polluted Sagami Bay, Suruga Bay and Otsuchi Bay, whereas *Vibrio* spp. formed only a small proportion of the bacterial population of Tokyo Bay, which is heavily eutrophicated. Thus, the occurrence of Vibrionaceae seemed to reflect the degree of eutrophication of coastal seawater.

For the selective enumeration of marine Vibrionaceae, which will serve as an indicator organism, a non-inhibitory medium and GasPack anaerobic culture system (BBL) were employed. The results of a series of experiments showed that vibrios present in seawater and sediment samples were recovered satisfactorily by the method.

The sessile fauna on navigation buoys and walls of breakwater was investigated in Tokyo Bay. From the distributional patterns of sessile animals, it was suggested that the most useful species for indicating the eutrophic condition of water into embayment are as follows: *Mytilus edulis galloprovincialis* (Bivalvia), *Hyale plumicornis* (Amphipoda), *Balanus amphitrite amphitrite*, *Balanus ebruneus*, *Balanus improvisus* (Cirripedia), *Ciona robusta* and *Molgula manhattensis* (Ascidiacea). Three foreign species of *B. ebruneus*, *B. improvisus* and *M. manhattensis* recently immigrated into the coastal waters of Japan. A cyclopoid copepod, *Pseudomyicola ostreae*, associated with *M. e. galloprovincialis* was found frequently in the mouth part of the bay, but not in the uppermost part such as Tokyo Harbor. The larval development of *P. ostreae* and the growth of *H. plumicornis* were studied in the laboratory.

It has become clear that the occurrence of benthic indicator species is related to the physical environmental structure of an ecosystem. In the locality of a strong gradient in the environmental factors the distribution of indicator species shows a clear habitat segregation, while in another locality of a weak gradient, their distribution overlaps each other.

The recognition of biogeographical submarine climatic zone is important on the study of benthic indicators. From the study on the bathymetrical distribution of molluscs, crustaceans and demersal fishes in Suruga Bay 5 zones were recognized from the shelf to the depth of 2800 m.

研究目的

内湾, 沿岸, 外洋の海洋環境の指標となる植物プランクトン, 動物プランクトン, 微生物, 付着生物, ベントスの種類および群集を開発し, これを用いて海洋環境の現状, 変化(悪化, 回復など)を判定する方法を確立することを目的とする。

研究経過

1. プランクトン

やむしは海洋動物プランクトンの中で, かいあし類について量の多い重要な生物群である。ま

た, 種類数の最も少ない動物門の一つであり, 分類もかなりよく整備されていて, 同定もわりあい容易であり, 水系と対応して特徴的な分布を示すので, 指標生物としてもすぐれている。

本研究では, 外洋から日本沿岸へのやむし種組成の変化を解析し, また, 東京湾に出現するやむしについて現在と30年前とを比較し, 指標生物としてのやむしの有用性を検討した。なお, 試料は150 m以浅から0.33 mm網目のネットで得られた。

表 1. 各海域のやむし種組成(%)の比較

海 域	熱帯海域	黒 潮	相模湾	駿河湾	浦賀水道	東京湾
	1968	1955~1960	1964~1965	1964~1965	1971~1976	1971~1976
<i>Sagitta crassa</i>	—	+	—	—	—	0.4
<i>S. crassa f. naikaiensis</i>	—	—	1	+	23	99.5
<i>S. nagae</i>	—	3	62	59	40	0.2
<i>S. bipunctata</i>	1	1	—	—	+	—
<i>S. enflata</i>	28	9	13	12	13	+
<i>S. hexaptera</i>	5	2	9	8	+	—
<i>S. minima</i>	1	29	6	15	15	+
<i>S. pacifica</i>	19	16	4	3	6	—
<i>S. pseudoserratodentata</i>	2	5	1	+	+	—
<i>Pterosagitta draco</i>	13	13	1	+	+	—
<i>Krohnitta subtilis</i>	2	2	1	+	+	—
<i>Sagitta bedoti</i>	3	—	—	+	+	—
<i>S. ferox</i>	1	1	+	+	+	—
<i>S. neglecta</i>	3	+	+	+	+	—
<i>S. pulchra</i>	1	+	+	—	—	—
<i>S. regularis</i>	14	13	2	2	1	—
<i>S. robusta</i>	2	2	+	+	—	—
<i>Krohnitta pacifica</i>	3	1	+	+	+	—
<i>Sagitta bedfordii</i>	+	—	—	—	—	—
<i>S. oecania</i>	+	—	—	—	—	—
<i>S. decipiens</i>	—	—	+	+	+	—
<i>S. lyra</i>	3	4	+	+	+	—
<i>S. neodecipiens</i>	—	—	+	+	1	—
<i>Eukrohnia hamata</i>	—	—	+	+	2	—
出現種類数	18	17	19	19	19	5
1 m ³ 中の個体数	5	7	14		8	235

(1) 熱帯海域(フィリピン東方), 黒潮, 相模湾, 駿河湾, 浦賀水道, 東京湾のやむし種組成の比較(表1)

熱帯には黒潮と異なり, *Sagitta bedfordii*, *S. oceania* が出現する一方, *S. crassa*, *S. nagae* など内湾種, 沿岸種はまったく見られない。また, *S. enflata* が高率(28%)を占め, さらに熱帯種, *S. ferox*, *S. neglecta*, *S. pulchra*, *S. regularis*, *S. robusta*, *Krohnitta pacifica* が重要になる。

相模湾と駿河湾のやむしの種組成は驚くほどよく似ている。このことは, 両湾の表層水の平均的環境の類似を意味するものといえる。また, 黒潮(本州東方)とこれら両湾を比較すると, 前者で *S. minima* (29%), 後者で *S. nagae* (相模湾62%, 駿河湾59%)の高率が目立つ。*S. minima* は異なった水の混合域に多く現われ, 水塊との関連は少ないといわれており, また, *S. nagae* は典型的な沿岸種であるので, ここで得られた組成から黒潮が本州南方を流れる際, 沿岸水をまきこんでいることが分る。

相模湾, 駿河湾と浦賀水道の比較では, やむしの種組成はかなりよく似ているが, 浦賀水道へは東京湾から *S. crassa* f. *naikaiensis* (23%)が浸入し, *S. nagae* (40%)がやや減少している。このことは, 浦賀水道は相模湾や駿河湾と同系の水であるが, 東京湾水の混合をある程度うけていることを意味する。

東京湾には5種だけ(そのうち, *S. enflata*, *S. minima*はごくまれ)が出現し, しかも *S. crassa* f. *naikaiensis* が99.5%を占め, 顕著な単調組成を示しており, その著しい内湾性がうかがえる。これに対し, すでに述べた他の5海域では, やむし群集の構成種には共通種が非常に多く, 黒潮源泉→黒潮→関東沿岸という水の連続性が認められる。一方, 組成が単調化して, 沿岸性に推移してゆく様子がよくうかがえる。なお, やむし個体数(1m³中)は, 外洋と沿岸では10前後かそれ以下であるが, 東京湾で235に達し, 本湾のきわめて高い生産性が示されている。

(2) 東京湾のやむしの変遷

現在(1971~1976), 湾口に近い点 T4(図1)

では *S. nagae*, *S. enflata*, *S. minima* がまれに現われるが, 湾奥の T2(図1)では, 1年を通して *S. crassa* f. *naikaiensis* (低温期には *S. crassa* が出現)の単独組成である。このことは, 現在外洋水の影響が湾内にきわめて及びにくいことを示している。

ところが, これを村上(1957)の1947~1948年当時の東京湾における出現種と比較すると, 1948年3月と1947年5月は, 現在とほとんど変わらないが, 1947年12月は典型的な外洋種の *Pterosagitta draco*, *K. subtilis*, *S. ferox*, *S. pulchra*, *S. regularis*, *K. pacifica* などが少数ではあるが出現し, 黒潮水の湾内流入を明瞭に物語っている。この結果は相模湾では季節的に夏から秋にかけて熱帯種が多く出現する傾向と一致しているが, 当時の一般的な季節的分布であるか, 特殊な出現であるかは明らかでない。しかし, いずれにせよ, 現在ではこのような外洋種は湾内ではまったく見られなくなっている。東京湾における1947年と現在との珪藻群集の比較においても, 前者で外洋種が多数出現しているのに対し, 後者ではま

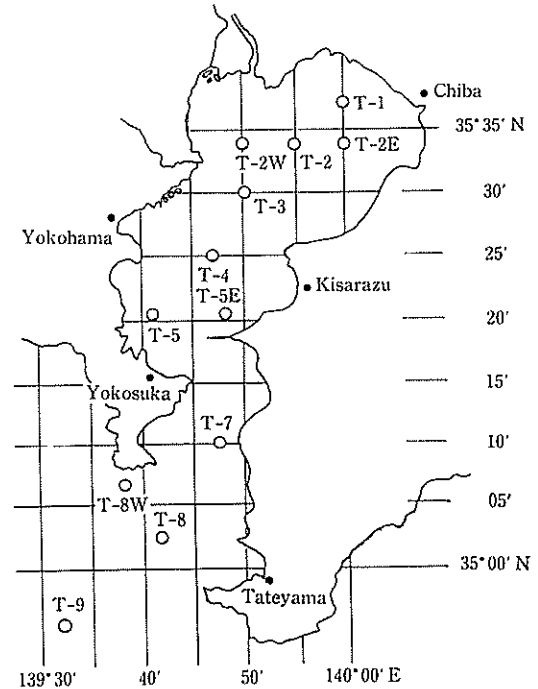


図1. 東京湾における観測点

まったく見られず、やむしと同様な傾向を示している。

2. 細菌

指標生物としての海洋細菌の研究は、従来、淡水河川・湖沼細菌の研究に比べて著しく遅れていた。本研究では、海洋の環境の変動、とくに沿岸海洋の汚濁・富栄養化に伴う海洋細菌群集の変遷を定量的に測定し、ついで海洋の環境変動およびこれによる高等生物群集の動態を判定および予測し得る指標細菌を選択し、さらにこれら指標微生物を短時間に定量する方法を開発した。

海域現場における調査は 1975~1978 年の 4 年間にわたり、東大海洋研究所の研究船淡青丸による 4 次の研究航海 (KT-75-8, KT-76-9, KT-77-11, KT-78-13) において、また岩手県大槌湾において行なった。淡青丸による研究航海では、夏期

の東京湾、相模湾、駿河湾および伊豆諸島周辺の黒潮水域において、また大槌湾においては夏期および秋期に湾内において、海水の汚濁・富栄養化を示す指標 (透明度、溶存および粒子状有機物量、栄養塩量、クロロフィル量、総細菌数、生菌数など) を測定するとともに、細菌群集の属組成の定量的検索を行なった。

また、1977 年からは上記の調査と並行して、指標細菌として有用性をもつと思われる細菌属について、海域におけるその数量的分布を短時間に正確に測定するための方法を検討した。

(1) 海域の汚濁・富栄養化と細菌群集(表 2)

相模湾、駿河湾、大槌湾など、沿岸水域の海中の細菌群集は、Vibrio 科、Pseudomonas 属、Acinetobacter-Moraxella 属に属する細菌種が優勢種であり、とくに Vibrio 科細菌は、調査の全

表 2. 東京湾の細菌群集と Vibrio 群集

観測点	深さ (m)	計 (A)	直接法生菌数 (B)	平板法生菌数 (C)	Vibrio 数 (D)	B/A (%)	D/C (%)
T-2	0	7.6×10^6	3.0×10^6	3.3×10^4	6.5×10	39.8	0.20
	5	8.4×10^6	1.3×10^6	5.1×10^4	3.0×10	15.1	0.06
	10	5.8×10^6	1.2×10^6	1.4×10^4	7.4×10^2	20.6	5.3
	堆積物			3.1×10^6	3.5×10^4		1.1
T-2W	0	7.8×10^6	2.6×10^6	1.5×10^4	1.6×10^2	33.1	1.1
	5	7.8×10^6	9.2×10^5	9.4×10^3	3.6×10^2	12.5	3.8
	10	5.7×10^6	6.3×10^5	6.9×10^4	1.5×10^2	11.0	0.22
	堆積物			3.2×10^7	3.0×10^4		0.09
T-3	0	6.2×10^6	8.5×10^5	7.4×10^3	1.5×10^2	13.6	2.0
	5	6.4×10^6	6.4×10^5	5.0×10^4	8.5×10	10.0	0.17
	10	5.1×10^6	2.2×10^5	6.2×10^3	2.1×10^2	4.4	3.4
	20	2.8×10^6	3.8×10^5	4.3×10^4	1.0×10^3	13.7	2.3
T-4	0	4.7×10^6	9.9×10^5	5.9×10^3	7.0×10	20.8	1.2
	5	5.2×10^6	4.5×10^5	4.1×10^3	9.5×10	8.6	2.3
	10	3.9×10^6	2.1×10^5	3.1×10^3	1.2×10^2	5.4	3.9
	20	3.0×10^6	3.1×10^5	1.5×10^4	4.6×10^2	10.2	3.1
堆積物			4.4×10^7	2.7×10^5		0.61	
T-5	0	5.4×10^6	3.9×10^5	5.9×10^3	7.0×10	7.3	11.0
	5	5.6×10^6	3.1×10^5	1.4×10^4	1.6×10^2	5.6	1.1
	10	3.9×10^6	2.4×10^5	2.2×10^3	4.7×10^2	6.2	21.4
	20	3.4×10^6	6.0×10^4	2.3×10^3	1.3×10^2	1.8	5.7
T-7	0	1.5×10^6	2.8×10^4	1.0×10^3	6.0×10^2	1.9	60.0
	5	1.4×10^6	2.2×10^4	3.6×10^3	1.6×10^2	1.5	4.4
	15	1.3×10^6	2.9×10^4	4.8×10^2	2.0×10^2	2.3	41.7
	25	1.4×10^6	1.9×10^4	1.8×10^3	2.0×10^2	1.3	11.1

期間を通して、これら沿岸海水中の細菌群集の40% 近くの高率を占めていた。

汚濁・富栄養化の進行した東京湾においては、湾内海水の細菌群集の組成にも著しい変化が見られた。すなわち、*Vibrio* 科細菌の比率は著しく減少し、湾奥においては、しばしば全細菌群集の1% 以下であった。この *Vibrio* 科細菌の比率は、湾奥から湾口にかけて、海水の富栄養化の度合いが低減するに従って上昇し、湾口付近においては40% 内外の値に達した。一方、湾奥の細菌群集中の他の属の細菌、とくに、*Acinetobacter-Moraxella*, *Flavobacterium* 属細菌の比率は上昇し、とくに前者の比率は、夏期において、ときに100% 近くに達する場合も観察された。

これらのことは、細菌群集中のいくつかの細菌種、とくに *Vibrio* 科細菌の比率が、海域の汚濁、富栄養化の指標になり得ることを示している。

(2) 指標細菌の測定方法

従来、海水細菌の個々の菌株の同定には、ときには数週間に及ぶ時間と手間を要する生物性状試験が必要であった。本研究で、海洋の富栄養化の指標として有用であると思われる *Vibrio* 科細菌について、GasPack 法 (BBL) を応用する嫌気培養法によって、20°C、2~3日 で試料中のこの科の細菌数を正確に測定する方法を開発した。この方法によって、従来正確な定量が困難であった東京湾湾奥部の海水、海底堆積中の *Vibrio* 数も容易に測定することが可能になった。

表2に1978年8月の淡青丸研究航海における測定値の一例を示す。なお、DVCは直接顕微鏡法による生菌数の測定値(木暮ら, 1979)を示す。東京湾(図1)の湾奥から湾口の測定点にかけて、直接法、平板法の生菌数が減少し、同時に生菌数中の *Vibrio* 数の比率が増加していることが見られる。

3. 付着動物

付着動物の生物量は、海中構造物の増加に伴って増大する。大都市周辺や臨海工場地帯の沿岸域には海中構造物が多数あり、このような水域では付着動物は生態系の重要な一員となっている。また、このような水域では、富栄養化が進んでいる

ことが多い。

付着動物は、特定場所における一定期間中に累積された生物的・非生物的環境の指標となる。付着動物の分布に関する従来の知見は、貧栄養状態の沿岸域あるいは湾奥の一部が富栄養化している内湾におけるもので、東京湾のように湾口近くまで富栄養化した内湾についての知見はない。

本研究では、東京湾において富栄養化の進んだ水域の指標となる付着動物を探索し、さらにこれらの種類の生態・生活史を明らかにした。

付着動物の調査を、東京湾内にほぼ均等に分布設置されている航路標識用灯浮標と湾口より湾奥に連続している護岸岸壁を主体に、さらに東京港で1~3か月浸漬した試験板についても行なった。

東京湾における付着動物の分布より、腔腸動物、多毛類、二枚貝類、端脚類、フジツボ類およびホヤ類が、富栄養化水域の指標生物として利用できることが分かった。なお、これらの中で、暖流系沿岸域で分布域の広いことより、ムラサキガイ (*Mytilus edulis galloprovincialis*)、端脚類のフサゲモクズ (*Hyale plumicornis*)、タテジマフジツボ (*Balanus amphitrite amphitrite*)、アメリカフジツボ (*Balanus ebruneus*)、ヨーロッパフジツボ (*Balanus improvisus*)、ユウレイボヤモドキ (*Ciona robusta*) およびマンハッタンボヤ (*Molgula manhattensis*) は指標種として利用度が大きい。

アメリカフジツボ、ヨーロッパフジツボの2種とマンハッタンボヤは、ごく最近日本に入ってきた外来種であり、ユウレイボヤモドキは最近になって新種であることが判明した種類である。フジツボ類およびホヤ類では、貧栄養水域の指標種としてアカフジツボ、サンカクフジツボ、ユウレイボヤがある。前二者は富栄養化水域にも少数分布するが、ユウレイボヤは富栄養化水域ではほぼ完全にユウレイボヤモドキと交代する。

東京湾では、湾口から湾奥までムラサキガイが優占しており、湾全域が富栄養化していることを示す。本種の浮遊幼生は、海藻やヒドロゾアのような毛状基盤に着生(第一次付着)して変態

し、その後にムラサキイガイ床に移動する（第二次付着）といわれている。第二次付着の期間は、東京湾の湾奥から湾口へいくにつれて長くなることが分かった。第一次付着期の調査は、天然の毛状基盤を採集して行なうが、これらの採集は容易ではない。そこで、これらに代わる人工の毛状基盤を使用して、東京港において第一次付着仔貝の出現の季節変化を明らかにした。

橈脚類の1種、*Pseudomyicola ostreae* は湾口域のムラサキイガイの外殻腔には生息しているが、湾奥域のムラサキイガイには生息していない。*P. ostreae* のこのような分布は、湾内の塩分の分布と関係があると推察される。実験室で *P. ostreae* の飼育を行ない、各期幼生の形態、変態の期間を調査し、さらに室内で世代を連続させて飼育することが可能になったので、この橈脚類の生活史が明らかになった。

ムラサキイガイ床には端脚類2種、フサゲモクズとイソヨコエビ (*Elasmopus japonicus*) がしばしば生息する。前者は富栄養化した水域の低かんな場所の指標種であり、後者はやや高かんな場所に分布する。フサゲモクズを実験室で飼育して、さまざまな水温、塩分条件下における生長の差異を調べた。

4. ベントス

ベントスは定住性であるので、ある海域の環境条件の累積された結果や制限要因の年間の極大値・極小値などの指標として、有効に利用される。

ベントスの無機環境は媒質（水）と基質（底）とからなる。ベントスの分布と関連して、前者では海水の性質や運動、後者では底質などがこれまで研究されてきた。しかしながら、これら媒質や基質の特性を規定するさらに高次の（間接的）要因である、中・小規模の地理・地形や局地的海底地形とベントス群集との関係は、従来あまりとりあげられなかった。

ある海域において、環境条件の勾配が大きい場合には、ベントスは判然とすみわけており、指標種を選定するのが容易である。しかし、その勾配が小さいと、分布が重複する傾向が現われる。その一つの例として、クモヒトデ類の2種、ミヤジ

クモヒトデ *Amphioplus miyadai*、クシノハクモヒトデ *Ophiura kinbergi* では、内湾度が大きく、海水の交換が悪い（勾配の大きい）海域では、明確にすみわけているが、内湾度が小さく、海水がよく交換する（勾配の小さい）石垣島川平湾では、両種はそれぞれ特有の分布をみせつつも、著しく分布が重なっていた。もうひとつの例として、駿河湾やインド洋ベンガル湾のベントスに見られるように、海底の傾斜が緩やかな海域では、各種類の深度分布は重なり合いつつ、種類は順次交代してゆく。

ベントスの環境指標種は海洋条件に規定されるとともに、生物地理学的海洋気候区とも深い関連を有している。パラオ (6°N)、香港 (24°N)、石垣島 (29°N)、相模湾 (36°N) におけるベントス群集の比較研究において、次の結果が得られた。

パラオと石垣島は熱帯性海洋気候区にあるため、両者は距離が離れているにもかかわらず、ナマコ類の指標種がよく一致し、また、香港と相模湾はともに亜熱帯—暖帯性海洋気候区にあるため、地理的には離れているが、二枚貝の内湾度指標種がよく一致していた。このような結果は、これら4海域内の貝類相の類似度（共通種類に基礎をおく野村・シンプソン指数）から見た気候区の異同によく一致する。すなわち、類似度は、パラオ・石垣島間が高く (0.69)、両域の間に位置する香港とこれら両域との間ではかえって低い (0.16と0.14)。さらに、香港と相模湾の間では0.32とかなり高い。

従来、ベントスの生物指標については、内湾度の指標、内湾の有機汚濁の指標などの側面から研究が行なわれ、外海や深海での生物指標に関する研究はほとんどなかった。本研究では、近年駿河湾をモデル海域として、各ベントス生物群の深度分布を明らかにし、その生息環境と関連させて比較研究を行ない、生物指標の確立を推進してきた。現在までに得られた知見は次の通りである。

駿河湾は陸棚は狭いが、陸棚斜面（深海系漸深海帯）は傾斜が緩やかで広く、地形的にも変化が少ない。水深50～2800 mの90地点で、ビーム・トロール採集を行ない、貝類（二枚貝類・角貝類）

108 種、甲殻類 78 種、底生魚類 122 種の深度分布を調べた。貝類では、次の六つの群が認められた。すなわち、陸棚上の浅海系の群 (I)、深海系では、陸棚縁～約 400 m の群 (II)、400～700 m の群 (III)、700～1300 m 前後の群 (IV)、陸棚縁～1300 m 前後の広分布の群 (V)、約 1300 m 以深の群 (VI)。また、甲殻類でも貝類の I～IV に当たるものが認められた。さらに、底魚でもこれらとほぼ同様な結果が得られた。しかし、底魚では、浅海系種群の下限が 200 m (他の生物群では 150 m) と深くなっていたが、これは底魚が移動力を有することと関係があると思われる。

今後の問題点

生物はそれを取りまく複合的な環境を反映して生存する。したがって、逆にある生物の存在やその性状から環境の状態を推定することができる。生物指標では、物理的・化学的手法におけるように、環境要因を個々に測定・解析する必要はない。しかし、生物指標におけるこの複合的・総合的指標という利点は、その裏腹に主観的・経験的という弱点にも通じるものといえる。

貴重な助成金をいただき、生物指標に関し、いくたの新しい成果が得られたが、今後も息の長い研究が必要であり、上に述べたような生物指標が本来的にもっている利点や弱点を十分に理解し、下記の二点に留意しながら、さらに研究を進展させたい。

第一に、生物の分布や生物の示す過程と環境要因との関係について、基礎資料をできるだけ多く蓄積・整備することを心がける。このことは別のいい方をすれば、海洋現場における生態学や生理学の確立こそが生物指標の研究を進展させる途であるということである。さらに、当然のことであるが、正確な種の同定は最も基本的な問題であり、このために分類学の確立が必須である。基礎的な知見に裏付けられない、主観的な生物指標の扱いは厳に慎まなければならないと考える。

第二に、研究に先立って、指標の対象とする現象を明確にすることである。生物は種類やその生育期によって、生活のあり方が変わり、指標し得る環境も変わる。水質、水塊、海流、汚染、富栄養

化、漁況など、指標の対象により、それぞれに適合した種類やその扱いを決めなければならない。たとえば、バクテリアは増殖が速いので、短期間の環境の解析に適している。小型のプランクトンは海流によって他動的に運ばれるので、流れの起源や経歴について情報を提供してくれる。附着生物やベントスは固着性あるいは定住性であり、周囲を通過する水の性質や基盤の状態を反映して生活しているので、それらの累積的あるいは平均的な環境を教える。

発表論文

- 1) Horikoshi, M. and G. Thompson: Distribution of subtidal mollusks collected by trawling in Tolo Harbour and Tolo Channel, Hong Kong, with special reference to habitat segregation in two venerid bivalves. Proceedings of the Malacology Workshop-Hong Kong 1977 (1979) (in press).
- 2) Kajihara, T. and N. Oka: Seasonal occurrences of plantigrade of mussel in Tokyo Harbor. Bull. Japan Soc. Sci. Fish., 46, 145-148 (1980).
- 3) 梶原 武, 浦 吉徳, 伊藤信夫: 東京湾の潮間帯におけるムラサキガイの附着, 生長および死亡について. 日本水産学会誌, 44, 949-953 (1978).
- 4) Kogure, K., U. Simidu and N. Taga: A tentative direct microscopic method for counting marine bacteria., Can. J. Microbiol., 25, 415-420 (1979).
- 5) 丸茂隆三: プランクトンを中心とした生態系, 151-182, 昭和 51 年度特定研究海洋環境保全の基礎的研究, 東大出版会 (1977).
- 6) 丸茂隆三, 梶原 武, 川口弘一, 今島 実, 清水潮, 平野礼次郎: 生物指標, 91-105, 環境科学としての海洋学, 東大出版会 (1977).
- 7) 永沢祥子, 丸茂隆三: 相模湾における表層性やむしの季節変動. うみ, 15, 185-195 (1977).
- 8) 永沢祥子, 丸茂隆三: 走査電子顕微鏡によるやむし *Sagitta nagaе* ALVARIÑO の繊毛感覚器官の構造. うみ, 16, 7-17 (1978).
- 9) 永沢祥子, 丸茂隆三: 駿河湾における *Sagitta nagaе* ALVARIÑO の生殖と生活史. 日本プランクトン学会報, 25, 67-84 (1978).
- 10) Nakamura, K. and T. Kajihara: Distribution of a cyclopoid copepod, *Pseudomycolia ostreae*, associated with the marine mussel, *Mytilus edulis galloprovincialis*, in Tokyo Bay, Japan. Proc. Jap. Soc. Syst. Zool., 16, 17-22 (1979).
- 11) Simidu, U., E. Kaneko and N. Taga: Microbiological studies of Tokyo Bay. Microbial Ecology, 3, 173-191 (1977).