

Ⅱ 東京湾・相模湾・駿河湾水産海洋調査研究に関する研究会

主催 水産海洋研究会

日 時：昭和46年9月7日（火） 13.00～17.00

場 所：東海区水産研究所

コンピナー：上原 進

話題および話題提供者

1. 沿岸環境研究の一方法 杉浦 健三（東海区水産研究所）
2. 最近の東京内湾千葉県沿岸部における水質について
海老原 天生（千葉県内湾水産試験場）
3. 駿河湾奥部における沿岸流の二、三の動態について
中村 保昭（静岡県水産試験場）
4. 相模湾の海況一（I）季節変化について 岩田 静夫（神奈川県水産試験場）
5. 日平均水面の変動からみた相模灘への黒潮分枝流の流入について
大塚 一志（東京水産大学）

附 特別報告

異常潮位に関する情報交換 上原 進（東海区水産研究所）

1. 沿岸環境研究の一方法

杉浦 健三（東海区水産研究所）

1. 沿岸海域の環境要因と環境の認識

沿岸域に生息する動物、植物は、沖合域に生息する動物に比べ、かなり過酷な環境条件下で生命を維持し、種の保存を行なっている。その生活の場である沿岸海域の環境は、1) 物理学的環境、2) 化学的環境、3) 生物学的環境に大別されよう。

上記諸環境に含まれる諸要因の相互のからみ合いから環境条件が作られている。このことからまず、諸環境を形成している要因を知る必要がある。

- 1) 物理環境には、地理的要因として、位置、地形、海底地形、等があり、気象的要因として、日射量、気温、降水量、風向・風速、湿度、気圧等が含まれ、海況要因として、水温、

塩素量、密度、潮汐、流れ、波浪、これらをもとにする海水交流、混合拡散、濁り等が含まれている。

- 2) 化学環境には、栄養塩類（硝酸塩、亜硝酸塩、磷酸塩、珪酸塩、アンモニア）、酸素、pH等が挙げられる。
- 3) 生物環境は、対象生物が海中生物社会における食物連鎖のどの過程に存在するかで、害敵、餌料要因が変化しよう。また、物質循環に重要な役割をするバクテリア（好気性、嫌気性）の存在も重要な要因であろう。

いま、あげた諸要因は、生物と環境の大部分を形成している四元素（C, O, H, N）のもろもろの形成過程を追求する環境要因とも考えられよう。

しかし、環境要因の全要素を同時に調査研究を行なうことは不可能である。このことは、物理、化学、生物環境を同時に明らかにすることであるから、これらの諸環境が統一された形のもので表現されれば良いのではなからうか。

現在の沿岸増養殖の生産に対する考え方は、従来からの、獲れる時に最大限に獲るという思想がまだ見られる。例えば、接沿岸域にはノリ漁場が、その沖合にはワカメの漁場が、あるいは、カキの漁場というように、漁場が湾全域にひしめき合っている様を見かける。このような漁場での生産性は、急激に低下しており、今まで、1年間で出荷できたカキが1年半も経過しなければ出荷ができず、ワカメは成長が悪くなるという結果がでている。

これらの現象は、環境研究の一環としての海の基礎生産力、物質循環等の研究を通じて行なわれる漁場適性生産量の研究が行なわれていない結果であろう。

水産業者は、自からの手で自己の首を締めるように、漁場の生産性を弱めているのではなからうか。

増養殖を行なう生産物全部がそのような無思想の下で増殖は行なわれていない。それは、増殖する対象生物の単一種については、考えながら（適性量）行なわれているが、湾全域が総合された漁場という考えがなされていないのではなからうか。例えば、アサクサノリなどの漁場では、密殖などからくる成長不良、病害防止等からノリアミの枚数制限が行なわれ、また、増殖は、環境のバランスを一方的に破壊しているために、不足された要因の補給を行なっている（栄養塩不足をまねくために施肥をしている）。それも直接自己の利益に結びつく目先の要因であって、間接的に影響があると思われるものについては、なんら投資はされていない。

環境研究の水産における役割りは、海洋という生産の場をいかに上手に行使するのかその方法をあみだすことであろう。上手に行使することは、海の環境を如何に保護し、維持させるかに帰するのではなからうか。

現在、基礎生産に関する研究が徐々に行なわれ、その測定方法も、放射性炭素（ C^{14} ）法、溶存酸素法、クロロフィル法、リン酸塩法等が開発されてきている（このうち、STEEMAN NIELSEN（1952）が開発した C^{14} 法は精度が高いとされている）。この基礎生産量（一次生産量）が、海洋における生物生産に寄与していることは第1図に示した海洋の食物連鎖の模

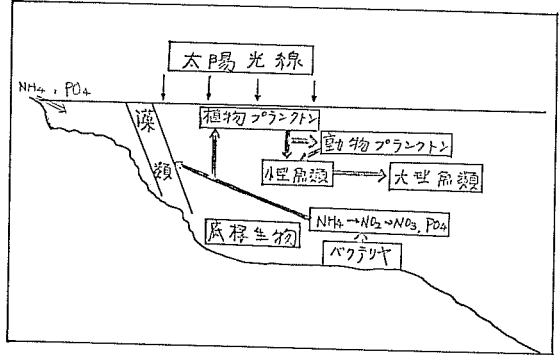
式図から明らかなることであろう。

このことから、漁場における基礎生産量が、漁場内の物理、化学環境とどのような関係にあるのだろうかを明らかにして、漁場環境の一つの指標として用いることは、前述の3大環境のある部分の総合の結果が得られるものと解釈することも許されるのではなかろうか。

本報においては、前記の考え方は

は矛盾するが、単一種に対する物理環境（地理的要因+気象学的要因+水理学的要因）に関して研究を行なった概要を示し、今後、総合した環境についての研究が進めば、機会のあるごとに報告したいと思っている。

ノリ漁場の環境研究は、神奈川県小田和湾内のノリ漁場をモデル海域として行なってきた結果である。



第1図 沿岸域の食物連鎖模式図

2. ノリ漁場の物理環境の考え方

ノリ生育に与える環境要素は、非常に多く、また、その環境要素は、単独で影響を与えていることもあろうが、ほとんどは、環境諸要因が総合された形で影響を及ぼしていると考えられる。総合された形で影響を与えている以上、それに関して、「場」の概念を用いて、研究をやり易くした。

物理学的環境における場を大別すると、1) 温度場、2) 流れの場、3) 両者が組み合わさった水塊の場 等即ち、1) はスカラー場 2) はベクトル場 3) はテンソル場に対応すると考えられる。これらの場に対応して、各々の問題点を統一すると、

1) 温度場（スカラー場）には、気温→表面水温→ノリ葉体温度という温度の移行に関してのノリ葉体乾燥度の機構についての問題が含まれ、このことは、干出時に、ノリ葉体の乾燥度がノリの成長特に病気に関係があると思われることがらである。静穏時の日和にノリ網が長時間干出すれば、ノリ群葉は、乾燥せず、あたかも「蒸され」状態になり、その結果、ノリ群体内での細菌類の繁殖が助長されて病気に移行するであろうとの想定である。また、風が強くて、ノリ葉体の乾燥が急速に行なわれる場合は、葉体表面に付着している細菌類に対する一時的消毒作用が行なわれるのではなかろうか、と推察される。

2) 流れの場（ベクトルの場）を構成している物理的要素は、恒流、潮汐流、風の応力（風浪）うねり、静振、流れの乱れ等が含まれている。

流れの場は、対象海域が漁場内のノリ網内のような小範囲な中での流動変動から海水の入

れ替り等のミクロな問題があり、また、漁場を含有する広大な周辺海域をも考慮したマクロな流れの問題が含まれている。これは、後者の広範囲の漁場周辺海域からの流れは、漁場周辺の流れになり、漁場内の流れとなることであって、沖合からの栄養塩類の補給機構を支配し、海底からの栄養塩類等の溶出機構にもすくなく影響していると考えられる。

漁場内での流れの変動が、ノリ葉体にどのような働きをしているのだろうか、このような "meso-scale" な "流れの場" は、漁場内海水と沖合海水との混合や海水交換などのような海水の入れ替りに関する機構をも含めた問題であろう。また、漁場内での "流れの乱れ" 風浪による海水攪乱などの海水運動の動きの scale の大小をも、ノリ成長に大きく関与しているのではなからうか。

流れが直接にノリ成長に影響を与えるのは、漁場内でのノリ網周辺での流動様式ではなからうか。すなわち、ノリ成長は、海水中に多量の化学的成分が溶解している漁場においても海水運動の少ない場合は、ノリが正常に発育せずかえって、ノリ葉体表面近傍で栄養障害をきたして、病気に対する抵抗力の弱い貧弱な葉体になるのではなからうか。これらは、"流れの場" においては、micro な境界層の問題である。しかし、これらに関して、実際の漁場におけるノリがどの程度の海水の動き（刺激）により、栄養吸収が始まるのだろうか、それとも、境界層での乱れによる海水交換があれば、ノリに直接刺激がなくてもノリ自身が栄養吸収作用を行なうのだろうか、この問題は、太陽光とともにノリ生理的研究を同時に研究しなければならない重要な課題である。

このような考え方をもち、環境研究を行なうものであるが、始めに、漁場周辺の観測を実施する前に、既往資料から漁場周辺の諸環境要因を明らかにして、その後、前記の考え方に基いて研究を行なった。

3. 既往資料からの海況の推定

研究対象となる沿岸域の動植物の生活場は、地理的条件、気象的条件があらかじめ諸資料から推定しうる海域である。このことは、沿岸域という特性であって、両条件から、海況の模様を推定することができる。

1) 地理的条件

地形等に関する資料は、国土地理院発行の5万分の一地形図でことたりるが、海底地形は、海図が必要である。しかし、沿岸域の海底地形は、一応の目安として利用できるが、細部については、観測が必要とならう。

得られる要素は、海域面積、容積（平均）、地上の降水面積等で、算出には、プラニメータで面積を、容積の場合は、各等深線の面積を求めた後、円錐台の体積を算出すればよい。すなわち、

$$V_i = \frac{\pi h}{3} (r_i^2 + r_i r_{i-1} + r_{i-1}^2) \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 r_i : 各等深線内の面積、 h : r_{i-1} から r_i までの深度、 V_i : 体積 である。

2) 気象条件

気象条件については、各県地方気象台観測の県気象月報が出版されている。その内容は、気象概況および県内観測所の気温、降水量の毎日の資料と月平均の風向、風速等である。しかし、最も必要な風向、風速は、各観測所に依頼して資料を入手しなければならない。

風向、風速のまとめ方は、まず、第2図のように平均的な風速図を作図するのが、取り扱い易いと思われる。図は神奈川県小田和を対象海域として、環境研究を行なった時の一例である。

3) 海況条件

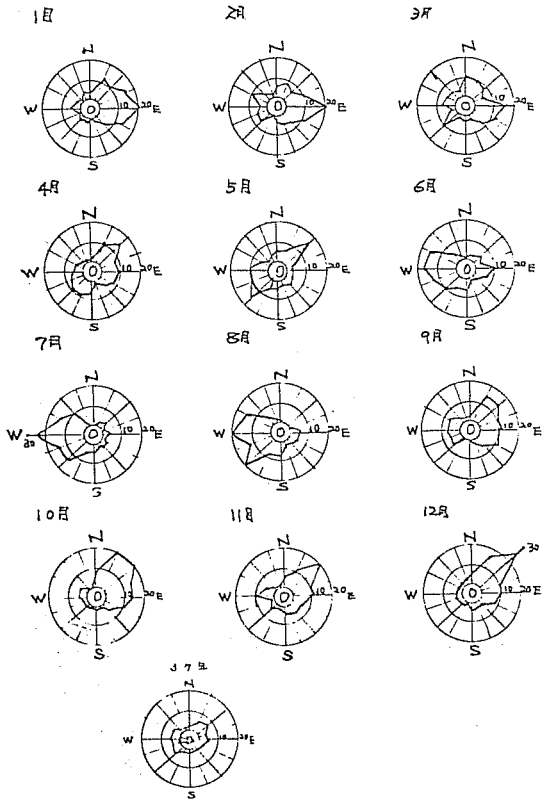
対象海域の近傍における海況観測の資料が無ければ、まず、地理的条件、気象条件からの諸要素を用いてその海域の海況を少しでも認識する必要がある。このことは、当然、種を対象にした環境研究の諸課題を設定する場合の有力な資料となり得る。

i) 静振 これは、対象海域が湾の場合に、湾内の海水振動に小さな湾固有の動きがあり、湾形とその大きさが判れば、推定できる。すなわち

$$T = \alpha 4l / \sqrt{gh} \dots\dots\dots (2)$$

で、ここに、 T : 周期、 l : 湾の長さ、 h : 湾の深度、 α : 湾口補正係数で湾口中(b)と l によって異なる。bと l との関係を第1に示した。

風速別風向出現率(%) (3.4~5.4%)昭和40年~43年



第2図 長井港における各月の風向図

第1表 湾口補正係数

b/l	1	$1/2$	$1/3$	$1/4$	$1/5$	$1/10$	$1/20$
α	1.32	1.26	1.22	1.19	1.16	1.11	1.06

ii) 流れ 流れは、測定そのものが仲々困難な項目であり、海況条件としては、明らかにしなくてはならない重要要素である。表層の流れは、往々にして風の応力によって発生するが、

この流れを吹送流と呼んでいる。

風速と吹送流の関係は、

$$U_0 = \frac{n}{\sqrt{\sin \phi}} V \quad \dots\dots\dots (3)$$

で示される。ここに、 U_0 :吹送流速度、 V :風速、 n :定数である。

また、(3)式を簡単に

$$U_0 = K_1 V \quad \dots\dots\dots (4)$$

とでき、 K_1 は風力係数である。この風力係数は第2表のように研究者によって異なっている。

第2表 各研究者により与えられている風力係数

	風力係数
NANSEN	0.019
MOHN	0.0322~0.0492
DINKLAGE	0.014
GALLE	0.044
(小田和湾)	0.0167

小田和湾の風力係数は、 $\frac{n}{\sqrt{\sin \phi}} = K_1$ として、 $n = 0.0127$ (ストルイスキー^{*1})

として求めたものである。

また、風が長時間にわたり吹きつけると海岸に海水の堆積が起り、傾斜流が発生するが、この海水堆積は、海岸線での水位上昇を η_0 とすると、次のように示される。

$$\eta_0 = k F (V \cos \theta)^2 / h \equiv K V^2 \quad \dots\dots\dots (5)$$

ここに、 F :風の吹送距離、 h :平均水深、 V :風速、 K :風圧係数、 k :湾によって異なる、 θ :風向と海岸線の法線のなす角である。

iii) 海水交流

海況資料が無くて、あらかじめ湾内の海水交流を知ろうとする場合、湾内海水が潮汐によって海水交流が行なわれていると仮定する必要がある。

いま、湾内の海水容積を W 、干満潮差の容積(平均)を P とし、河川流入がないとする。そうして、流出した湾内水は、次の潮時には流入しないものとする。このような湾では、一朝時に P/W の割合で湾内水が流出していることになる。このような条件下での湾内交換量を考えよう。

a. 漲潮時に流入する沖合水が湾内水と混合せずに、湾内水を湾外へ押し出す場合。

第1回目の落潮時において湾内に残留する湾内水は、

$$V - P \dots\dots\dots (6)$$

であって、n 潮時目に湾内に残留する湾内水は、

$$V \left(1 - n \frac{P}{V}\right) \dots\dots\dots (7)$$

となる。これは、 $n = \frac{V}{P}$ において完全に沖合水と入れ替ることになる。

b. 漲潮時に流入する沖合水が、湾内水と完全混合し、次の落潮時にその混合水が流出する場合。

第1回目の落潮時において、湾内水が湾内に残留する量は、

$$V - \left(P \cdot \frac{V}{V+P}\right) = V \times \frac{V}{V+P} \dots\dots\dots (8)$$

であって、n 潮時目には、

$$P \times \left(\frac{V}{V+P}\right)^n \dots\dots\dots (9)$$

の湾内海水が流出して、

$$V \times \left(\frac{V}{V+P}\right)^n \dots\dots\dots (10)$$

のもとの湾内水が残ることになる。

上記の諸条件を研究対象としている神奈川県小田和湾についてのべる。

小田和湾の地理、気象的条件

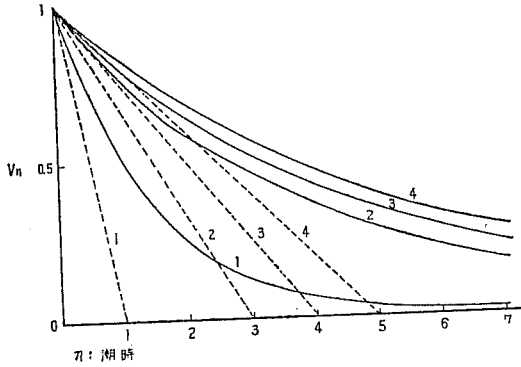
表 面 積	3.1 Km ²
10 m 以深の面積	全面積の 5 %
河 川 流 量	3.5 ton/day
降 水 量	1 4 1 0 mm/year
月平均最高雨量	2 0 2 mm (6月)
" 最低雨量	3 1.3 mm (1月)
気温の最高出現月	8月
" 最低出現月	3月

小田和湾の海況条件

$$\text{静振 } T = \alpha 4 \ell / \sqrt{gh} = 1.26 \times 4 \times 1.8 / \sqrt{9.8 \times 8} \text{ sec}$$

$$\text{風による流速 } U_0 = 0.0167 \times 3 \text{ m/sec} = 0.0501 \text{ m/sec}$$

海水交流は、式(7)、(9)から求めて第3図に示した。



$$- : V_n = V \cdot \left(1 - \frac{P}{V+P}\right)$$

$$\dots : V_n = V \cdot \left(1 - n \frac{P}{V}\right)$$

$$\left. \begin{array}{ll} 1 : P/V = 1 & 3 : P/V \div \frac{1}{4} \text{ (小田和湾)} \\ 2 : P/V = \frac{1}{3} & 4 : P/V \div \frac{1}{5} \end{array} \right\} \text{ の場合}$$

第3図 n 潮後における残存湾内水量 (V-1 とした場合)

4 あとがき

本報において、研究の全貌を記載せず(3)で終わっているのは、これらの一連の研究結果を東海区水産研究所漁場海況概報(特別号)に毎年1回報告をしているので重複を避けるためである。

2. 最近の東京内湾千葉県沿岸部における水質について

海老原 天 生 (千葉県内湾水産試験場)

1. 東京湾における千葉県沿岸の概況

東京湾に臨む千葉県沿岸線は浦安から富津までその距離約76Kmで、かつて広大な干潟を形成し、ノリ、アサリ、ハマグリ等全国一の生産を誇っていた。昭和25年に千葉市南部の埋立地に川崎製鉄が、昭和29年には隣接地に東京電力千葉火力が建設されたのを端緒として、30年以降は我が国経済成長伸展の波に乗って埋立による工場造成が盛んになり、昭和35年度までに、1684ヘクタールの工場敷地が造成され、これに60企業の進出がみられた。更に44年度に