

Ⅱ のり漁場に関する水産海洋研究座談会

共 催 水産海洋研究会
浅海増殖中央協議会
全国苔海貝類漁業協同組合連合会

主 題 のり漁場と海況気象との関連に関する座談会

日 時 昭和40年6月29日午前10時—午後5時

場 所 東京都港区全海苔会館

コ ン ビ ー ナ ー 齋 藤 泰 一 (東京水産大学)

水産海洋研究会と浅海増殖中央協議会及び全国海苔貝類漁業協同組合連合会との共催で実施されました。

当日は座談会形式で進められ、いろいろ今後の浅海増殖部門にとつて参考となる意見が続出した。当日の出席者は左記の通りです。

宇田道隆、片田実、新野弘、石野誠、三浦昭雄、里見雅子(以上東水大)

佐藤鉦一、田村静夫、関達哉(以上千葉県内湾水試)

須藤俊造、丸山武男、新田忠雄、平野敏行(以上東海区水研)

進士福太郎、根本順吉(以上気象庁) 吉田昭三(水路部)

福岡二郎、菱田耕造(以上気象研) 吉牟田長生、飯倉敏夫(以上農業土木研究所)

新崎盛敏(東大水産学科) 渡辺信雄(東海大) 門田定美(日本大)

長沢良助(千葉県幕張海苔研) 殖田三郎(浅海増殖中央協議会)

青柳輝雄(全海苔組合)

なお此の編集に於ては座談会の速記の一部をのせ(これは全海苔組合発行の海苔タイムスより転載させて頂きました。)又片田実氏、門田定美氏、新田忠雄氏の三氏より特別原稿を頂きましたので座談会記事と共に掲載されて居ります。(更に特別原稿がありました場合は次号に掲載の予定です。)

1 のり養殖における海洋・気象及び土木学的諸問題、特に海水の交換

片 田 実 (東京水産大学)

のり養殖業は浅海養殖のうちで生産が極めて大きいだけでなく、技術的にも高度のレベルに達していると広く評価されているらしいが、それにも拘らず最大の欠点である生産の不安定性が一向に克服されていない。その原因は「採苗・移殖・育成技術が著しく発達したのに、一方の脚である漁場の生産力から合理的行使に至る漁場環境学が発展せず、勢い採苗競争、速成・大量栽培

競争を生んで、漁場面積の無制限な拡大と養殖施設の過密を招き、それらが後述のように漁場生産力を低下させているからである」と筆者は考える。こうした技術の跋扈は研究者構成の偏り即ち養殖漁場学の不在がもたらしたといえよう。

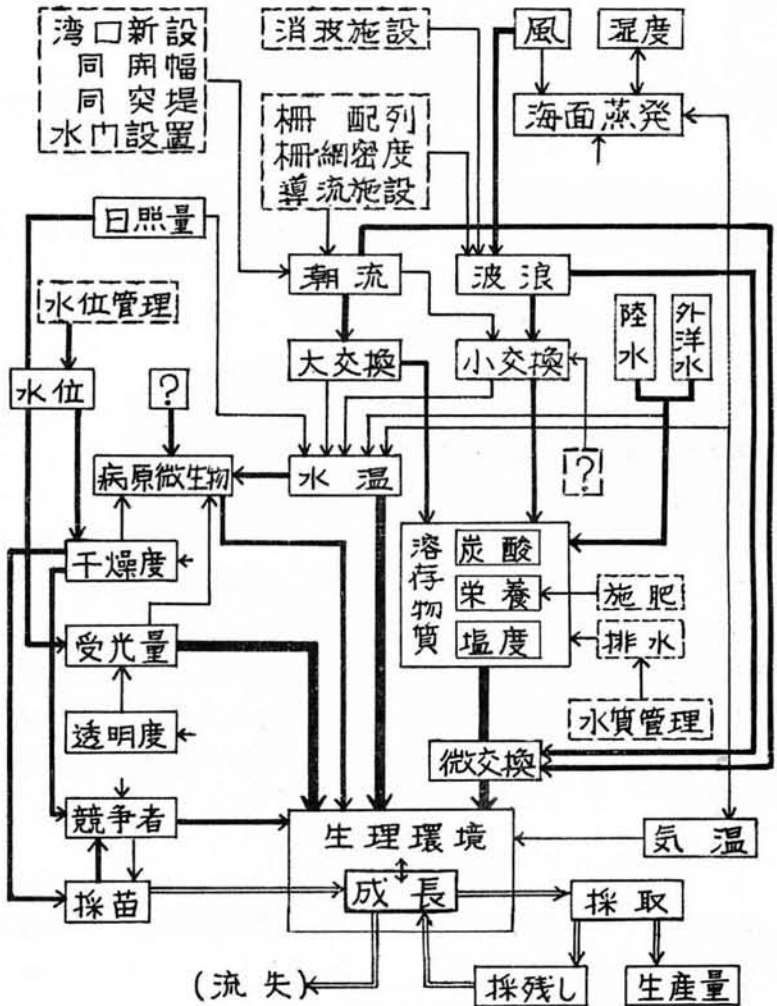
筆者はここに浅海海洋学始め気象学、水産土木学などの諸学者に対して、のり養殖業が当面している問題点を提示し、協力を要請するものである。

1) のり漁場の環境系

問題点を明らかにするためにはのり漁場の環境諸要素の因果関係から検討するのがよいと思う。1図は筆者

の知見にもとづいたのり漁場の仮説環境系である。実験的うらづけに乏しいものではあるが、一応これによつて論を進めよう。

環境系は全体として極めて複雑な構成をもつが、幾つかの小系の組合せであるといえる。それらの小系を(1)物質供給小系、(2)温度小系、(3)水位調節小系、(4)相互作用小系としておく。これらの中現在最も重要とみられ海洋学者の研究を必要とするのは物質供給小系であろう。



才1図 のり漁場の環境系
(破線の内は人工要因)。

2) 物質供給小系における問題点

この小系は生理学的、生態学的に最も複雑難解であり、海水に含まれる無機物質の質・量の問題と海水の流動交換の問題とが密接に結びついている。前者としては栄養塩類、炭酸 \leftrightarrow pH及び塩分濃度があげられる。

栄養塩類の重要性はいうまでもないので一応おく。炭酸については従来海洋はその一大貯蔵庫であり、海藻は遊離炭酸の外重炭酸イオンをも利用できるとされてきたので、「自然の海では炭酸不足は起り得ない」というのが生態学者の一般的見解のようであるが、重炭酸イオンを能率的に利用できない海藻が少なくないらしく、のりの場合 pH 8.5 以上では実験的に成長が甚だ不良である。最近ではのりの重炭酸イオン利用度は遊離炭酸に較べて格段に低いという実験結果もぼつぼつ現われ始めた(須藤 1961)。また外海岸などの高所のタイドプールが、低潮時に長時間孤立する時、アオサ、アオノリ、ジユズモなどの緑藻が繁茂し、褐藻や紅藻がほとんどみられないのは重炭酸イオンをよく利用できるこれら緑藻の急速な光合成による pH の著しい上昇が後者の存続を許さないためであるとされる(Feldmann 1951)が、実質的には遊離炭酸の不足の問題であろう。これらからみて、のりが濃密に生育している養殖場において、小潮の満潮、無風、かなりの日射が重なるときののりに接触している水が少しも動かず、pH が高まる結果として必要な炭酸の供給が間に合わなくなるのではないだろうか、検討を要する問題であろう。

栄養、炭酸とも海水との接触を通じて始めてのりに作用するのであるから、海水の流動・交換を無視しては意味がない。海水交換については、それを大交換、小交換、微交換に分けて考察するのがよいと思う。

大交換：漁場の内と外との水塊の交換を指す。沿岸地形、海底地形、沿岸海流始め季節風が潮流に及ぼす影響は極めて重大であり、柵及び網の配置・密度のような漁場行使の面もゆるがせにできない。

小交換：主に漁場内の小さい垂直交換を意味する。これは潮流に伴つても起るが、主として風浪・ウネリによる垂直交換である。波浪といえば、防波柵・防波網によつて荒浪水域を漁場化することが熱心に行なわれ、それについて力学的検討も始まつているが、それより既存の内湾漁場の波立ちを如何にして大きく保持するかということの方が遙かに普遍的かつさし迫つた課題なのである。

微交換：葉体に接触してのりに直接利用される海水の交換を指す。如何に栄養に富んだ海水が漁場内外を流動していても、接触海水が入れ換わらなければ役に立たない理である。ヒビの動揺を業者が重視するのは、彼等がそうとは知らないにせよ微交換の良否に帰せられよう。一丈網を何段にも張つたり、種網を1ヶ月以上も重ねておくような現状は補償照度の極めて低いのりにとっては受光よりも微交換を不良にする点に特に問題があるに違いない。微交換は波浪及び潮流の強弱で大きく左右されるから、大小交換が良ければ微交換も良いことになるが、前二者と後者とは生態学的に異質の要素であるからその間の関係は簡単でない。微交換は潮流が

それ程弱くなくてもそれが層流である限り葉体との摩擦によつて小さくなり、また潮流の停滞する時刻に波浪がなければほとんどなくなるであろう。反対に強い乱流があつて、しかも地形の関係で潮流の停滞が短かければ波浪は全く不要になるであろう。そのような条件を備えた漁場も詳しくは述べないが稀には存在する(例、徳島県撫養川漁場)。

接触水量を僅かな時点、地点における流速や波高の測定によつて有効にとらえることはできない相談であろう。この点松平・浜田(1964)が発表した鉄板酸化度法は或時間内の接触水量総計の指標を簡易につかめる点ですぐれていると思う。現在「のり増殖振興会」の主唱下に各地の漁協が筆者の決めた統一方法でのりの生長量調査と併せて実施している。これまでに報告のあつたものは僅かであるが、「純鉄板の酸化減耗度(単位表面積当りの減耗量)は漁場内の地点による成長速度をよく表現している」といえる。ところでここに例外が出ることを無視してはならない。即ち満潮時前後でも低塩分水塊の停滞し易い地点で成長速度が極めて小さいのに、鉄板減耗量は案外大きいのである。実際にこれらの水域はせいぜい抑制場一工場(イケバ)ともいい、予備の種網の芽の成長を抑えて保存しておく場所ぐらいにしか使えないのである。つまりこのような場所の低生産性は低塩分がもたらしているのであつて、接触水量ではないのである。

この例にまつまでもなく、塩分濃度は多くの漁場で、その生産力分布の大区画を決めている。しかし低塩分による低生産性も結局は水の流動・じょう乱に帰せられるであろう。何となればのり養殖業の発達に伴い、その漁場は河口附近→岸寄り→沖へと拡大されてきたが、皮肉にも河口附近や岸に近い場所は或いは漁場価値を失ひ或いは抑制場にならざるを得なくなつてゐる。現在使われていない高場や抑制場がさして遠くない以前には主漁場或いは漁場のすべてであつた地先が多く見られるが、これは何を物語るか。ヒビ面積の増大、ヒビ配置の不合理性や密殖など的人為的要素が淡水水の混合を妨げて、塩分濃度の断層を形造つてゐるのではないだろうか。とはいえ筆者としても何ら定量的なデータをもつてゐるわけではない。漁場における淡水海水的混合を時間的にも、地域的にもきめ細かにとらえる必要がある。

なお、大小交換に関連して解決を迫られているものに投棄廃油の附着による被害がある。港に近い漁場ではその周囲に「油止め」を囲らすことがあるが、これは反面波浪を抑えるという不利を招き、その功罪が問題になる。また油の潮流、風向きに伴う移動、拡散なども研究課題にならう。

以上の物質供給小系は1図には示さなかつたが、沿岸、海底の地形・地質の影響を顕著に受けるものであるから、その方面への顧慮は基本的に重要であろう。野沢(1964)の内湾の浅海漁場に関する地形学的考察はその方面への開拓者的な業績として価値がある。

3) 温度小系その他

水温・気温の変動状況が年豊凶と密接な相関を示す漁場が東京湾始め多くの大漁場でみられている(但し福島県以北などについては必ずしも成り立たないらしい)。秋口の水温が低いとその後の降下勾配が緩やかになり、クサレをもたらしやすことが多いので、「早冷は凶作の前触れ

とみてよい。特に初摘採前後に水温が停滞し、なぎが続くとき大規模のクサレが起つて大凶作を招くものである。ところが、室内培養実験ではその時期の水温(15~18℃)では光合成は旺盛で、とり立てて傷害はみられないし、水温の急上昇に対しても案外に強い。筆者は「水温はクサレを間接に起すものである」とする下記の仮説をたててみた。この時期には漁場におけるのりの全現存量が漁期を通じて最大でしかも同化力が強いので、栄養や炭酸の供給が間に合わなくなり易い状態にある。こうした時期に小潮、無風が合併するなら、(1)大・小・微交換は極度に不良となり、(2)海面蒸発が小さくなるため水温の上昇乃至停滞も益々著しくなり、更に(3)小潮の満潮が昼間に当る故のりは表面または表面近くとあつて受光量が大きく、高水温とあいまつて同化がいよいよ盛んになることになる。こうして炭酸(若しくは栄養)の供給不足が顕著になつて白クサレ病のような生理失調状況が現われるのではないだろうか。しかもこの頃の水温は赤クサレ病原菌や壺状菌などの寄生性病原微生物の繁殖に好都合である故、これらが追打ちをかけることにもなり易いと考える。こうした仮説の是非を検討することはいわゆる藻類学者だけの仕事ではあり得ない。他面水温は図1に示すように外の多くの要因と密接に関係しているから、その異常は何らかの他の要因の異常を示すものと解され、温度は直接要因でないことは勿論間接要因でもなく、むしろ指示要因に過ぎないのではないかという考えも出てくるのである。海洋・気象学者によつてこうした環境系の精細な把握がなされるなら、その意義は極めて高いと思われる。

水位調節小系は光線小系と乾燥小系という異質の系から成るが、何れもヒビの水位調節という同じ人為的手段によつて制禦されているので、一つにまとめたのである。これについてはほとんど解決されているので特に説明しない。ただ、沿岸の埋立、築港などに伴う浚渫や河川工事、鉱工業排水による濁りのため水位調節では禦しきれない光量不足が近年かなり問題になつている。

最後に相互作用小系は競争生物群と病原性寄生生物群との系から成り、群集生態学的に或いは病理学、病理生態学的に重要かつ興味ある課題が少くないが、海洋・気象学者の協力を必要とするのは大体外の小系に関して上述した範囲を出ないのではないかと考える。

4) 漁場の生産力と施設量

上述した海水の交換の問題は漁場の生産力の見地からも検討する必要がある。のり、オゴノリなどの植物は勿論、動物の場合でも浅海養殖場の生産力は農場におけるそれとは根本的に違う面をもっている。土地においては単位面積当り生産量は個体密度が或程度を越えれば一定となり、いわゆる「収量一定則」が成り立っている。即ち土地の生産力(地力)は単位面積当り生産量で示され、始めの個体密度がかなり高くても特に減少しないとされる。これと同様のことがのりでもいえるか、つまりのりの単位面積当り生産量は或漁場が本来もっている地力を示すことになるかという点とそうではない点とがある。この場合誤り易いので断つておきたいのは1枚ののり網を1枚の田や畑に対応させてはならないということである。或漁場内に芽つきのやや薄い網からかなり濃い網まで並べて育成するとすれば、薄いものは伸びが良く濃いものは

悪くて、結局網全体としては略同量になつてしまうから、一応上の法則にあてはまることになる（吉田1965）。しかし柵は漁場内に随意の密度で間隔をおいて配置されており、柵面積と漁場面積比は一定しないが、大体1:8~7位であり、網は1柵に1枚乃至3.5枚位使われている。つまり漁場面積は柵や網の面積とは全く別のものである。従つてのり網1枚を1本の立木と考え、漁場全体を人工林にたとえるのが最も妥当であらう。なおのりはいわゆる二次芽（単孢子）による繁殖を行ないつつ成長するのであるから、この繁殖は成長の一部とみるべきで、これを拡大して1枚の網ののり全部が1本の立木に相当するとみるのは少しも不自然でない。

土地においては1株重量の逆数が一定面積における株数（株密度）に比例する、つまり全収量は株密度が大きくなると一定値に無限に接近する。これに対してのり漁場においては、幾つかの漁場の生産、施設量などの資料から検討した所では一応次のようになりそうである。網1枚当りの収量 y の対数は網数 x の増加に比例して低下する（図2）。

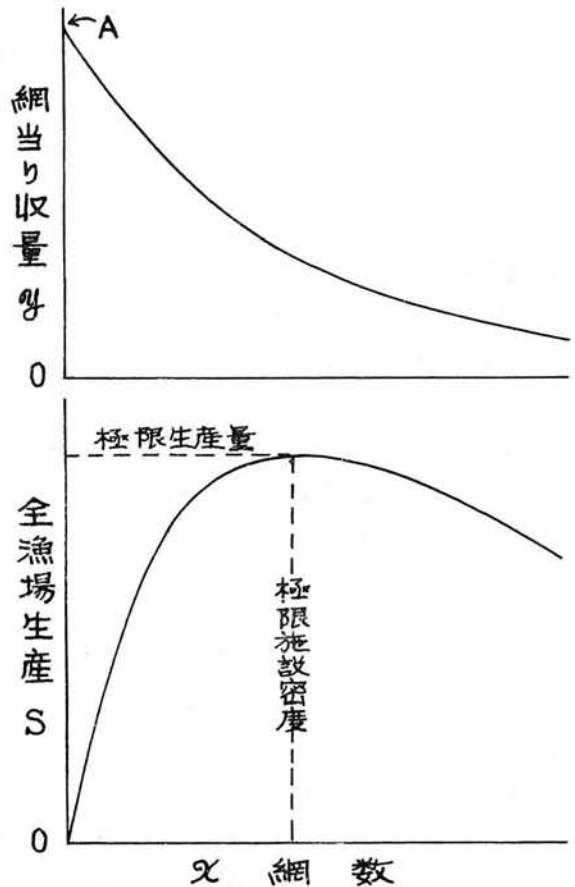
$$y = Ae^{-Bx}$$

従つて漁場全域の収量を S' とすれば、

$$S' = xy = Ae^{-Bx} \cdot x$$

S' は極限值に達してから網密度の増大に伴つて低下する。

上式において、 A は抽象的な極限収量であるから、その漁場が特性としてもつ潜在生産力の指標となり、また B は施設の増加に伴なり生産低下度の指標となる。また S' の極限值は実際的な極限生産をその時の x の値は最適施設密度を指示することになり、何れも漁場の生産特性を示す重要な意義をもつ数値である。またこれらの値は同じ漁場でも豊年と凶年で多かれ少なかれ開きがある。丸山(1965)が小田和湾（三浦半島西部）の長井漁協の資料によつて検討したところでは、 y と x は直線関係で従つて S' は x に対して垂直軸をもつ放物線を描くことになっている。



オ2図 施設密度に伴なり収量（厳密には生長量）の変動

実際問題としてはこのような取扱いの方が便利であろう。この資料はこういった種類のサンプルとしては最高度の精度をもっているが、しかし x が小さい年は創業期で y が小さかつたであろうこと及び x が大きくなつた近年ではそれに含まれていない販売を目的とした種網が甚だ多かつたことを考慮すれば、事実は上式に近かつたのではないかと思う。とはいえ資料は一般に精度が低く、以上の考え方も仮説の域を出てはいない。ただ施設の過密は網当り生産を低下させるに止まらず、漁場全体の生産力を弱めることは疑いない。土地との大きな差異は前述した大・小・微交換が施設とそれに着生するのりによつて妨害されるためであると考えられ、その意味で漁場の面積は単に見掛上のそれに過ぎず、実質的な面積は大・小・微交換の度合なのである。これはカキ、真珠養殖、魚族の生州養殖にもいえると思われるが、精密な解明は浅海の海洋学に期待する外はなく、最近の渡辺・鈴木(1961)の研究はとり上げている要因が未だ少ないけれども、その種のものとして本邦における最初の業績であり、注目に値しよう。

以上では海水の流動・交換の問題にほとんど絞つたが、海洋・気象・土木学者並びに生産生態学者の研究にまつ事項はなお多々ある。今回は逐一述べる余裕がないので、最後に一括して掲げるに止めた。

5) 研究課題一覧

I. 海水の流動・交換

1. 潮流の効用

- a. 潮流の強弱・方向と漁場地形
- b. 陸水と海水との混合
- c. 潮流若しくは大交換率の簡易測定法
- d. 潮通しと柵配置
- e. 導流堤・柵の力学的理論
- f. 小潮時の微流測定法

2. 波浪の効用

- a. 風向・風速とじょう乱
- b. 同上と水平流動
- c. 波浪と柵配置、網量

3. 波浪の害

- a. 消波施設の力学的理論
- b. 同上施工法

II. 環境要因—環境系

1. 漁場の地理・地形—環境特性—生産性
2. 諸要因の干渉と変動
 - a. 要因間干渉(特に水温に関連して)
 - b. 気・気象の予知

c. 外洋水と内湾水の交換・混合、特に海流の内湾への影響性

Ⅲ. 漁場の生産性

1. 潜在生産力と実現生産の関係

2. 潜在生産力の測定方法

a. 水質からみた生産力

b. 交換を考慮した真の生産力

3. 適正張込密度の発見

Ⅳ. 水質汚染、油害（省略）

引用文献

FELDMANN, J. (1951) Manual of Phycology, 313~334.

丸山武男(1965) 浅海増殖研究中央協議会研究会報12、16~18

松平近義・浜田篤信(1964) 日本水産学会昭和39年度年会講演要旨、38.

野沢治治(1964) 鹿大水産紀要13、5~25.

須藤俊造(1961) 農産加工技術研究会誌8(1)、52~59.

渡辺競・鈴木健三(1967) 宮城県水試研報3、1~22.

吉田忠生(1965) 日本植物学会第30回大会講演要旨、52.

2 のりと汚水と環境

新田 忠雄（東海区水産研究所）

のりの養殖場は利用出来る限りの広範囲な水域を利用しているため、しばしば汚水による被害問題が起る。のりが油にまみれるとか、癌腫病にかゝるといふような場合には、汚水が原因であることは明らかであるが、芽いためが起つたとか、くされが出来てのりが駄目になつたといふような場合には果して汚水によつたものかどうか、判別しなければならぬ。芽いたみや、くされなどののりの被むる不測の損害には、環境条件が期待を裏切つた場合、環境条件に人為的な汚濁の原因が加わつた場合、及び明らかな人為的な汚濁による場合の三つの原因があろう。被害の原因を明らかにすることは、のりの生産を向上させるため必要なことであるが、そのためには、若し関係のあるものが容易に判らないときは関係のないものを少しでも数へあげて除いていくことが必要な方法になる。（これは、例へば犯罪捜査の場合、アリバイなどによつて、容疑者をリストから除いていくのと同じことであらう。）

環境原因について生産に及ぼす影響も、或る要員については考えることが出来るのであろう。それに比べれば、おそらく、人為的な汚濁による関係の有無を検討することはかなり容易ではないかと思われる。その理由は、人為的な汚濁は、実存するそのものの動きを知ればよいことであり、その汚水の流れも、自然の法則に従がう流れであるからである。勿論、予想に上らない原因が他にあれば、それを見出すことは困難である。そのために、例えば魚の斃死事件が起り、原因不明であれば聞き込みによつて、誰かが毒を流したとか、過つて薬品が流れたといふような情報