

I 論 文

1. 沿海漁場の特性に関する研究

第9報 漁況および海況変動の現象のスケール

Studies on the property in coastal fishing ground.

K Time scale in the fluctuation of fishing and sea conditions.

小川 嘉彦・中原 民男 (山口県外海水産試験場)

Yoshihiko OGAWA and Tamio NAKAHARA

(Yamaguchi Prefectural Gaikai Fisheries Experiment Station)

1. 緒 言

沿岸漁場内のカタクチイワシを中心とする浮魚類の漁況を左右する要因として、対象生物の再生産量の変動の他に、(1)餌料生物と捕食者の問題、(2)漁場内での異種間ないしは同種間の空間占拠の問題、および(3)物理的環境と関連しての問題、がそれぞれ考えられる(中原・小川、1973、小川・中原、1974)。ところで、沿岸海域を操業の場として、日帰り航海の時間単位で漁業に従事している漁業者の立場に立って“漁況”の意味を考えると、それは「出漁日についてその日その日の漁獲量の変動」または、“このところ漁が好い、あるいは悪い”という表現での「数日間の漁獲量の変動」として受けとめられる。すなわち、それは時間のスケールで1日から数日のスケールでの変動現象を意味していると考えられる。これまでの筆者らの調査(中原・小川・藤井、1972)によれば、漁場の空間占拠をめぐる競合問題は、これと同じ時間スケールの中で認められるが、同時に漁場内外への魚群の補給・逸散の間のいわゆる“魚群の滞留期間”のスケールが、漁況変動の時間スケールに一致している。一方、餌料生物の問題は生物にとって基本的に重要な問題であるけれども、1日単位の時間スケールでみた場合には餌料生物と対象魚群との関係は決定論的なものではなく、むしろ魚群の量的変動は漁場の水塊の交代にもなり魚群の移動によっているらしくみえる(小川・中原、1972)。

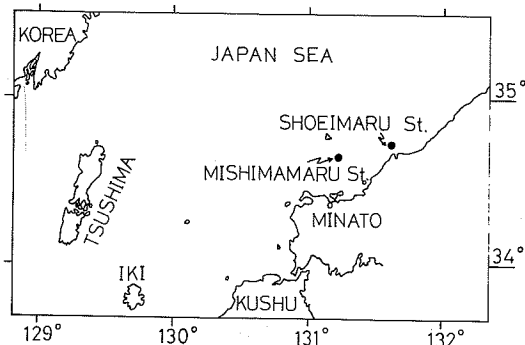
そこで今回は、まず日々の漁獲量の変動で代表される最も直感的な意味での“漁況”の意味を再考して、それを時間スケールの上でどのような変動現象としてとらえ得るかを調べ、さらに、漁況変動のスケールに見合うスケールでの海況変動が実際海の中で認められるかどうか、又海況変動が過去の若干の知見から想定されるように、漁場の水塊の交代としてとらえ得るものとしたら、一体それはどれくらいのスケールのものであるのか、を考察した。

2. 資料と方法

漁況に関する資料としては山口県日本海中部海区の湊漁業協同組合の日別魚種別銘柄別漁獲報告

のうち、漁獲努力量の指標として日別の棒受網出漁隻数を、漁況変動をあらわすものとして棒受網によるカタクチイワシの日別漁獲量を使用した。これは中原・小川(1973)の第5図に使用されたものと基本的に同じ資料である。検討の対象にカタクチイワシを選定した理由は、本種が最も長期間にわたり漁場に来遊して漁獲の主対象となっていることによる。

漁況に関する資料 — 日別の漁獲変動に対応する時間スケールで海そのものについての情報を提供し得るもの — は現在のところ定地水温観測資料のみである。ここでは山口県外海水産試験場が萩海運有限会社の見島～萩間定期船“見島丸”と後に“たちばな”に委託して1963年以降実施している水温観測資料を使用した。測点位置を第1図に示す。観測は荒天もしくは船舶の定期ドック



第1図 海況観測点近傍概図

のために欠航時を除いては、原則として1日1回午前9時にバケツ採水により表面水温の測定が行なわれている。また、水温の資料として1966年当時、漁海況予報事業の中で標本漁船として委託して測定したのも一部併用した。この資料も測定要領は“見島丸”の場合と同じである。

ところで、1日1回午前9時前後に得られた水温の観測値から、最も簡単に年変化を除いて変動のみを考えるために、 n 日の水温を T_n として $|\Delta T| = |T_n - T_{n-1}|$ を考えることにすると、 $|\Delta T|$ は基本的に時間についての微分量であって、それを議論することは、とりもなおさずオーダーがひとつ高い議論になる。それ故正しく $|\Delta T|$ を議論するためには、 T_n について1日1回程度の観測値では不十分で、少なくとも連続記録からの日平均水温程度のものであることが厳密には要求されよう。しかし、もし1日1回の観測値 T_n について、その性質を明らかにすることが出来れば、ある一定の誤差の範囲内で $|\Delta T|$ を議論することが可能であると考えられる。

今、オイラー型に水温 θ の変化を考えると、それは次のような関係になる。

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} + U \frac{\partial \theta}{\partial x} + V \frac{\partial \theta}{\partial y} + W \frac{\partial \theta}{\partial z} = \lambda Q e^{-\lambda z} / \rho c + \frac{\partial}{\partial x} (A_x \frac{\partial \theta}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (A_y \frac{\partial \theta}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (A_z \frac{\partial \theta}{\partial z}) - (R_e + E_e + E_c) / \rho c$$

ここで、 A_x, A_y, A_z はそれぞれの方向への熱伝導係数を、 U, V, W は水粒子の速度を、 Q

は太陽高度、雲量などの関数、 λ は消散係数、 Re は気温と水温、雲量に關係し、 Ee 、 Ec は気温、水温、風速に關係する変数である。ここで、水平的に温度傾度を持たない場合、例えば同じ水塊内について考え、その水塊の水平スケールでは氣象等の諸条件が一定であると考えることが出来るとすると、上式は、

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} + W \frac{\partial \theta}{\partial z} = \lambda Q^{-\lambda z} / \rho c + \frac{\partial}{\partial z} (A z \frac{\partial \theta}{\partial z}) - (Re + Ee + Ec) / \rho c$$

となる。ここで左辺第1項はある深さでの水温の時間変化を示し、第2項は鉛直方向への移流を示す。また、右辺第1項は単位体積当り吸収する輻射エネルギーによる温度変化を示し、第2項は伝導、第3項は海面で失なわれるエネルギーを示す。右辺で日変化の一番大きいのはやはり第1項で、水温の日変化はほぼ日射によるものと考えられる。

小長(1961)は表面水温への天氣の影響を考察して、熱伝導係数を小さく考えた場合の雲量0の時でも、日水温の較差1.2℃、また、1日当りの水温上昇量は0.25℃であると理論的に推算している。この場合、水温は06~07時頃を極小、15~16時頃を極大とする日変化を示すが、この変化傾向は近藤他(1972)による平塚沖の観測塔による観測結果にもよく一致している。しかし、ここで使用する水温観測が行なわれた点でのこれらの水温の変化に關与する諸要因については、現実には明らかにされていない。とは言えこの測点からさほど遠くない対馬海峡、日本海浜田沖の沖合域などでほぼ1時間おきに観測された資料があるので、水温日変化の程度はこれらの結果からある程度判断できそうである。結果を第1表に示す。これらの結果から考えると、今考

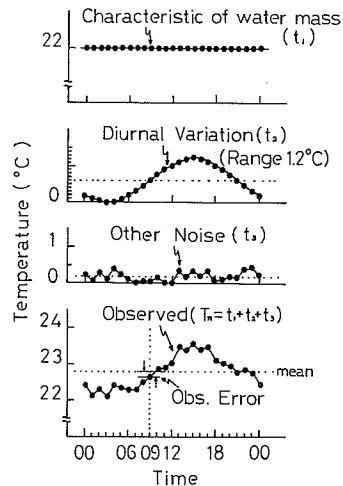
第1表 見島丸観測点近傍海域での表面水温日周変化についての若干の情報

観測時期	位置	日平均水温	標準偏差	日較差	観測者
1966 Nov. 8th 16.00 ~9th 17.00	34° 03' 8N 129° 32' 3E	21.9℃	0.31℃	1.2℃	三井田・角
1967 Apr. 24th 14.00 ~25th 13.00	34° 25' 3N※ 131° 09' 2E	14.7	0.37	1.2	小川
1970 Nov. 25th 08.00 ~26th 07.00	33° 54' 7N 130° 38' 7E	18.2	0.33	1.1	三井田
1971 Jul. 30th 08.00 ~31st 07.00	34° 04' 3N 130° 23' 2E	28.7	0.38	1.2	三井田
1973 Jun. 29th 00.00 ~29th 23.00	35° 20' N 132° 00' E	22.6	0.13	0.3	山崎
1973 Jun. 30th 00.00 ~30th 23.00	35° 20' N 132° 00' E	22.9	0.31	1.0	山崎
1973 Aug. 22nd 04.00 ~23rd 04.00	33° 39' 0N 129° 48' 3E	23.7	0.22	0.6	市原与猶
$\bar{\lambda} = 0.29$					

※印：湾内

えている海域の近辺域では日変化はそれほど大きくなく、日平均水温に対する標準偏差は0.3℃程度である。一般に日周変化の極値が出現する時間帯で観測される水温値は、その日の天候などの条件の相違によって、その前日差には著しく大きな値が生じ得ることも予想されよう。これに対して筆者らの資料の得られた午前9時という観測時刻は、水温日周変化の両極値の出現時の間にあって、ほぼ日平均値に近い水温値を観測できると期待される時刻に当たっている。すなわち1日1回午前9時の観測値は、ある誤差の中をもって近似的に日平均水温を示すであろうと期待できそうである。第1表の近傍海域での日変化の中はそれほど大きくないこと、前述の小長(1961)の理論的推定値の大きさなどを考慮しながら、後に示す結果(第6図)から $|\Delta T| \leq 0.4\text{℃}$ を通常の変動による誤差の中と考え、 $|\Delta T| \geq 0.5\text{℃}$ の変動は水温水平傾度をともなった水平移流の効果として出現するものと考えられる。以上の考え方は、第2図のようにモデル化して考えることができよう。このモデルでは水塊の特性的水温を2.2℃(一定)として与え、その上に日変化を較差1.2℃、その他の要因にもとづくノイズを乱数表から作り出して、それぞれ与え、実測される水温はこれら3つの成分によって合成されたものとしてある。このモデルからも明らかなように、実際に午前9時に観測される水温は厳密には日平均水温値とは同一ではなく、ある誤差をともっており、 $|\Delta T_n| \geq 0.5\text{℃}$ が水塊固有の水温の変化を意味するためには誤差(Obs. Error) $< 0.25\text{℃}$ におさまることを要求している。ちなみに第1表に示した資料について午前9時の観測値と日平均値の差はこの条件を満足している。

以上の考え方にもとづき、ここでは $|\Delta T| \geq 0.5\text{℃}$ をひとつの判断の基準として議論をすすめることにする。本来 ΔT の符号まで含めて議論するのがより有益であると考えられるが、資料の質そのものがここで述べたようなものであること、又、 ΔT の正負にかかわらず、水温の大きな変化—その判断をここでは、 $|\Delta T| \geq 0.5\text{℃}$ に求めているのであるが—は水温水平傾度をともなった水平移流の効果として出現する



第2図 表面水温日周変化のモデル

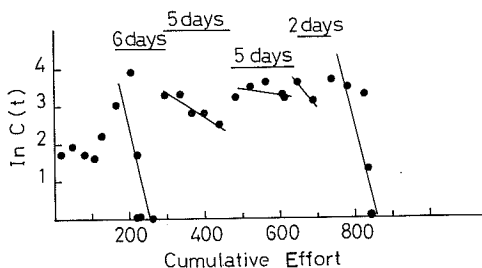
ものと考えているので、水温の変化は一括して絶対値で処理することとした。ただし、Cross Covariance の計算にはもとの水温値から処理を行なってある。なお、こうした処理の性格上、時間スケール1日以下で起きる $|\Delta T| \geq 0.5\text{℃}$ の変動はとりあつかえないはずであるが、もしこの現象が観測時刻を含んで生起していれば、そのことの当然の結果として、これを測定してしまうことになるので、そうしたことによる誤差の含まれ得ることも後の結果を見る時には考慮しておく

必要があるだろう。

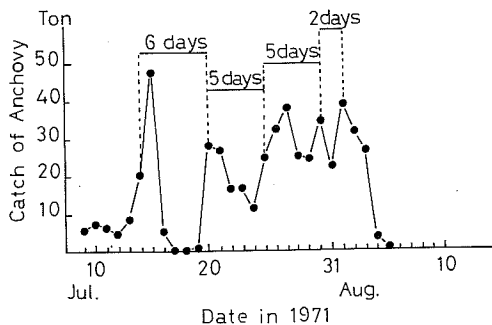
3. 結果と考察

日々の漁獲量の変動には緒言においてもふれたように、少なくとも3つ以上の要因が関与していると考えねばならないが、日々の漁獲量の資料から直接、魚群の漁場内への補給の時間間隔を知ることが可能か否かを、水産資源学で用いられる DeLury の方法 (吉原・久保: 1957) に従って、まず漁獲量の資料を検討した。第3図はその結果の一例を示したものである。図の下段は日々の漁獲量をそのまま単純に時系列に示したもの、上段は同じ資料について DeLury の方法にならって漁獲量 (実際には対数として)

と累積漁獲努力量との関係で示したものである。こうした結果から、日々の漁獲量の山の最初の漁獲増加時が、漁場への魚群の補給時を示すことが確認される。実際の漁獲量-累積漁獲努力量関係での直線への“のりぐあい”はカタクチイワシが単独種で漁場に卓越している時に最もよく、複数の魚種が漁場に混在している時には悪くなる。



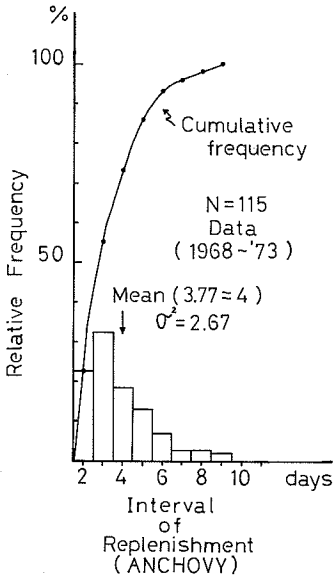
これは先にあげた漁場内での魚種間の競合問題が無視し得るものではないことを示すものであると考えられるが、若干の例外的少数例を除いて、魚群の補給時期を判断できるので、次に魚群の補給の行なわれる時間間隔を調べた。第4図にその結果を示す。魚群の補給が行なわれる時間間隔のモードは3日にあり、その平均は4日で2項分布に近い型を示す。これは江崎沖で得られた結果 (中原・小川・藤井, 1972)



ともよく合っており、漁業者がその経験にもとづいて日頃主張しているところとも矛盾しない。さらに注目される点は、その分布型からして、魚群の漁

第3図 カタクチイワシ漁獲量変動の一例
(下段は毎日の漁獲量を時系列に示したもの、上段は同じ資料について漁獲量-累積漁獲努力量関係を示したもの)

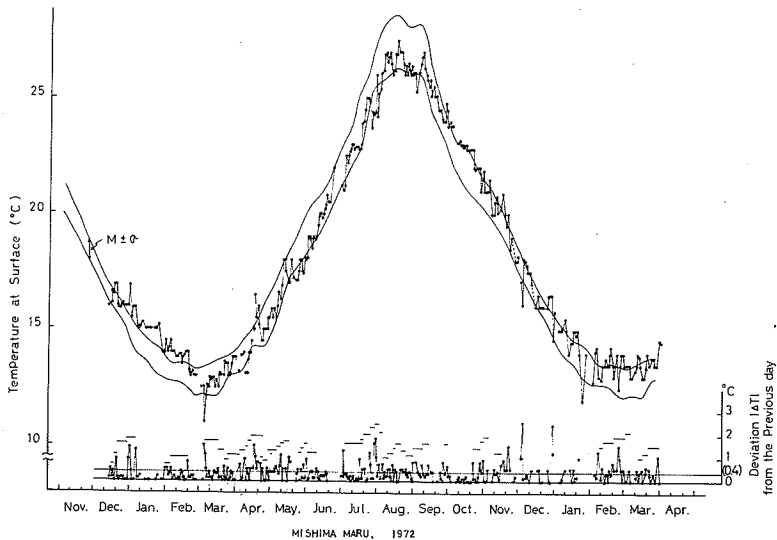
場への補給はほぼランダムに近い過程であると考えられる点で、第4図の時間間隔で補給される魚群量そのものは、まったくランダムである。



第4図 カタクチイワシ魚群が漁場に補給される時間間隔の出現分布

ところで、漁場に魚群が補給されるのと同じ時間のスケールで、実際に漁場内の海況に変動が認められるであろうか、ということが次に問題である。第5図に海況変動の指標として選んだ毎日の水温変動を1972年を中心にして例示した。大きくは2~3月に極小を8~9月に極大を示す季節変動を示すが、より細かく日々の水温変動に着目してみると、数日程度の時間スケールで水温の相対的急変が起っているように見える。そこでまず水温の前日差(前項で議論した $|\Delta T|$)の分布を調べたのが第6図である。

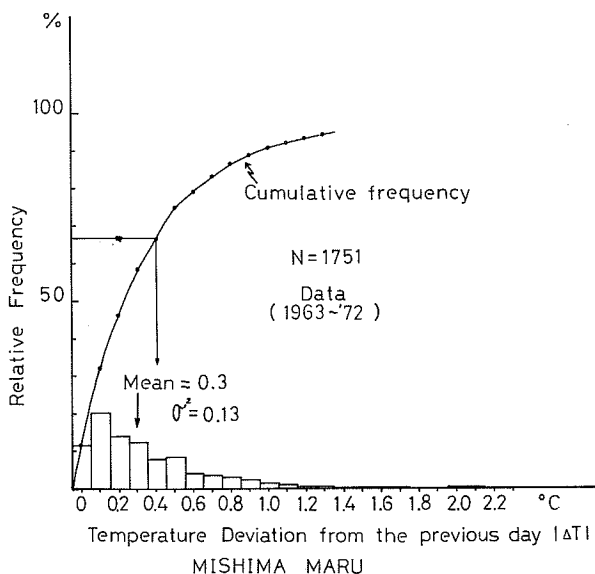
水温前日差の分布はモードは 0.1°C にあり、平均値で 0.3°C のいわゆる排列型分布を示す。ここで分布の2/3までの変動を通常の変動と考えると、 $|\Delta T| \leq 0.4^{\circ}\text{C}$ が通常の変動を示すことになる。すなわち、これが前項で議論した問題である。さて、基本的に前項で議論した考え方に従って、水温変動 $|\Delta T| \geq 0.5^{\circ}\text{C}$ がどれくらいの時間間隔で生起しているかを調べた結果が第7図で、分布はモードを3日に持ち、平均値は5日で、いわゆる負の2項分布に代表される集中分布型を示す。モードの3日という時間間隔は、漁場へ



第5図 見島丸による表面水温観測結果の一例

の魚群の補給の行なわれる時間間隔のモードに一致しているが、海況変動は漁況変動のようにランダムな過程によっているとはその分布型からして言えない点で注目される。いずれにしても、魚群の補給という生物学的変動の時間スケールと同じスケールで、海そのものの変動が起きているらしいことが判断される。

このような海況変動が漁場の水塊の交代にともなうもとであると



第 6 図 見島丸測点における水温前日差 |ΔT| の出現分布

したら、その“水塊”とはどのようなものであるのだろうか、という問題を調べるための資料は、さらに不十分なものであると認めざるを得ないが、1966年に見島丸の観測点からおよそ22渾東(第1図)で標本船調査の中で得られた水温観測資料から検討を試みる。第8図は2点での水温を時系列に示したものであるが、両点での日々の水温を併記して特徴的であると考えられる点は、見島丸による観測値の変動が昇栄丸のそれに数日先行して生起している傾向が認められることである。そこで2点での水温の間のCross Covarianceを時間差 $\tau = 0.1, 0.2, \dots$ 日について嶋崎(1966)に従って次のように計算した。

$$P_m = \frac{\text{Cov.} (\eta_2 t, \eta_1 t - \tau)}{\text{Var.} (\eta_1)}$$

ここに、 η_1 : 見島丸の水温、 η_2 : 昇栄丸の水温である。第10図はその結果で、そのピークから

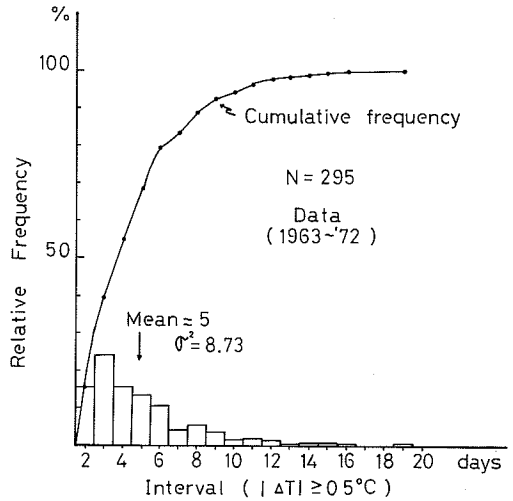
時間差3日のところで最も相関がよいかちで示される。時間差4~5日も $Pm > 0.4$ でかなりの相関が示されるが、これは第5図第8図にもみられるように、 ΔT の大きな変化がしばしば2~3日にわたって引き続いて生じていることによるものと解される。また第8図に指摘される傾向からして、第10図では時間差 $\tau \geq 0$ の範囲のみ問題としている。乱流理論(例えば、井上、1952)からの類推で、水塊の平均的スケールを L 、その平均移動速度 V 、固定点での水塊の通過時間を T とすると、

$$L = V \cdot T$$

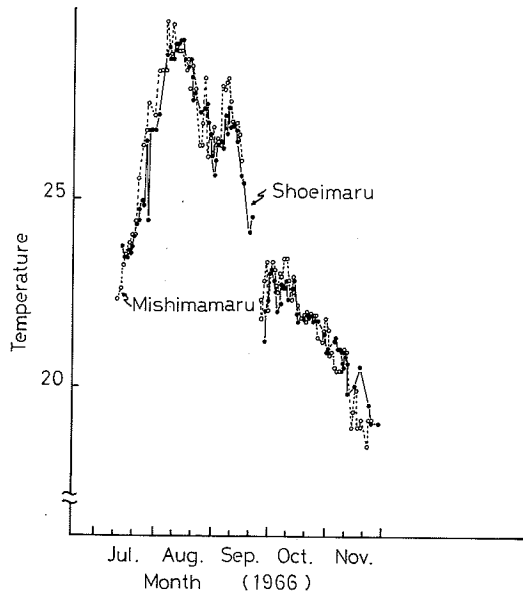
の関係が成り立つと考えられる。先の2点間の水温変動の時間差を最も相関のよい3日ととって、3日という時間差の生じる原因を水塊の移動にともなうものと考え、水塊の平均移動速度 $V \approx 2.2 \text{ miles}/3 \text{ days} \approx 0.3 \text{ kt}$ とする。この値は先に

小川(1974)が日本海の高塩分水の平均的移動速度として得た値と一致しており、水塊の移動速度として考えられないような値ではないと思われる。さらに第7図に示した海況変動の時間間隔を、水塊の通過時間と読みかえて、水塊の水平スケールを推定するとモードの3日ととって $L = 2.2$ 哩、平均値の5日ととって $L = 3.6$ 哩という値になる。

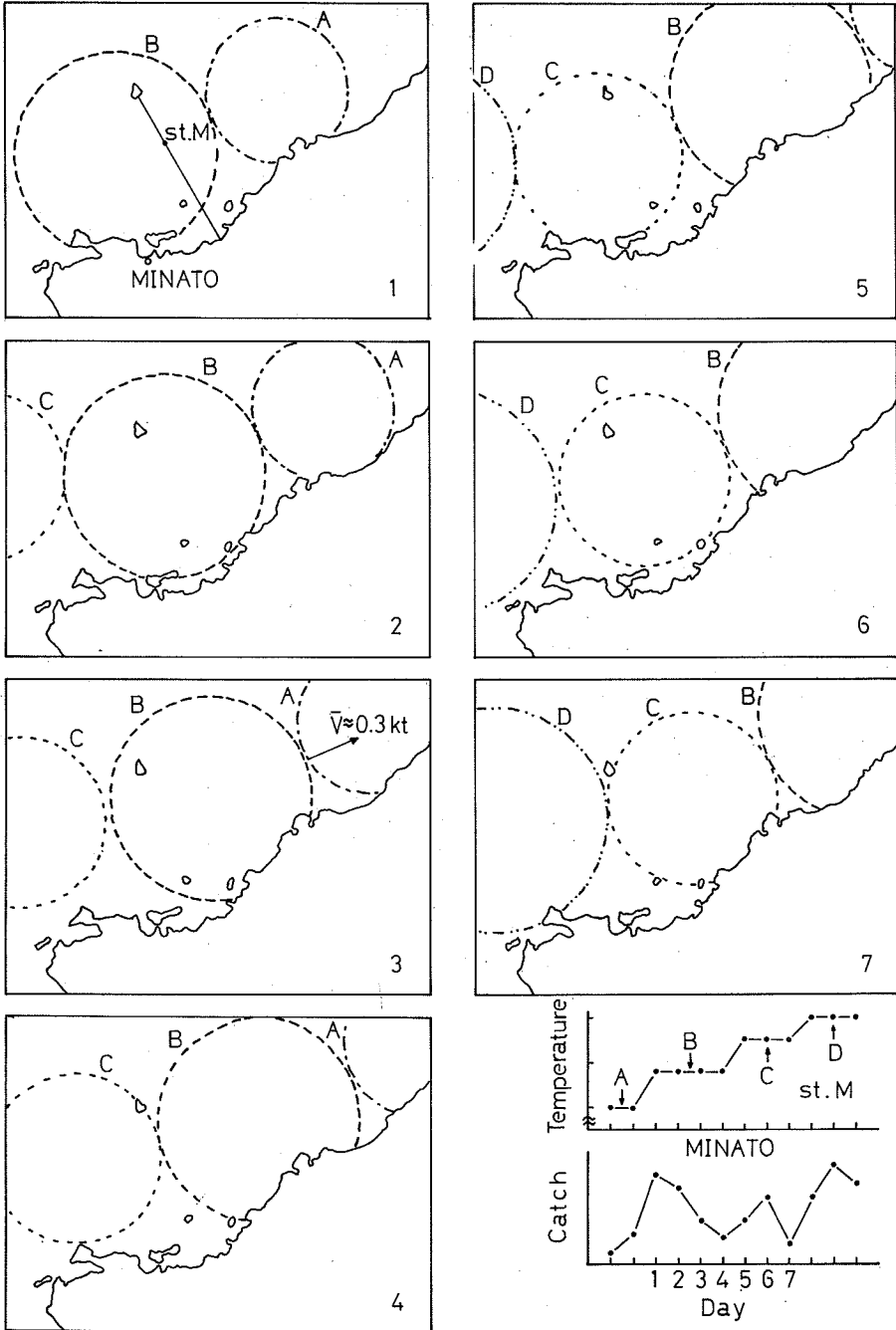
これらの試算をもとに、非常に単純に、しかも大胆にモデル化したのが第9図である。すなわち、平均的空間スケール20~40哩くらいの水塊が平均移動速度0.3 kt程度で移動しており、その水塊ごとに、すでに何か他の原因で決定された固



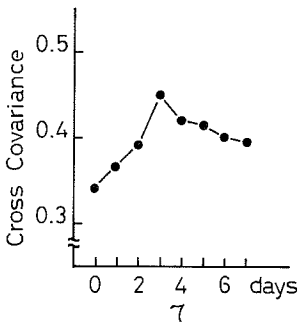
第7図 見島丸測点における $|\Delta T| \geq 0.5^\circ\text{C}$ の変化の生起する時間間隔の出現分布



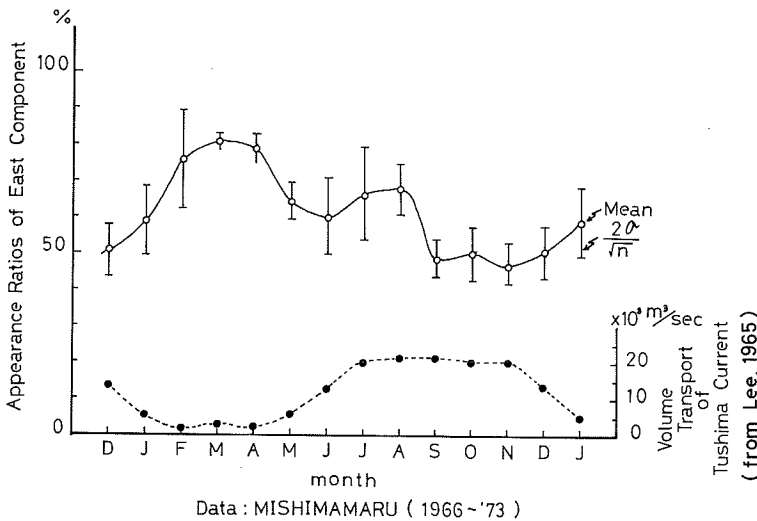
第8図 見島丸測点と昇榮丸測点との水温の比較



第9図 単純化した水塊モデル



第10 図 見島丸測点と昇栄丸測点との間の水温の相関性



第 11 図 見島丸測点付近における東向流出現率の季節変化と対馬暖流北上流量の季節変化(李:1965)

は考慮せず、流向の東方成分 (NNE から SSE までを含む) の出現率のみに着目して処理した。水塊の移動方向と固定点における流向とはまったく性格の異なったものであるから同列に議論することはできないが、モデルの単純さに注意を与えるひとつの材料とはなろう。この図で注目される点は、対馬暖流の北上流量が極小を示す早春に東向流が沿岸で卓越し、逆に対馬暖流が最も卓越する秋に東向流が沿岸でおとろえることである。第 11 図には李 (1965) の対馬海峡における暖

有の量の魚群が分布していて、それが漁獲されると考えれば、第 9 図の右下に示したように、一より具体的には第 4 図と第 7 図に示したように一漁況と海況の変動がみられるであろうと考えられる。ただし、このモデルについては少なくとも次の点を考慮しなければならないだろう。ひとつは平均移動速度 $V \sim 0.3 \text{ kt}$. はあくまでも平均であって、ある期間はほとんど静止状態である期間に 0.3 kt . よりはるかに大きな移動速度で移動するのか、やはり常に平均速度に近い速度で移動するのか、というような点についてはまったく不明であるということである。水塊の移動の方向もたえず東向きとは、わずかな資料から断定してしまふことは出来ない。第 11

図は見島丸からの船の偏流にもとづく、流向に関する毎日の報告を統計処理したもので、情報は水温測定点近傍のものである。流速については「速い」「普通」「おそい」の 3 段階について報告されているが、ここでは流速について

流北上流量の計算値を併せて破線でプロットしてある。この現象は魚群の北上(春)、南下(秋)回遊という生物現象と考え合わせてさらに興味深いものと思われる。

第9図のモデルについて注意すべき点として、ひとつの円として示した水塊は単に考え得る水平スケールを円で近似しただけのものであって、何ら実際の構造を示すものではない、ということ指摘しておきたい。また、水塊は永久不滅のものではなく、そのスケールに応じた寿命をもつであろう。一仮に寿命(τ)についてNan-niti(1964)に従って言えば、 $L \sim 10^6$ cm (10 Km) で $\tau \sim 4.2 \times 10^5$ sec (約5日)、 $L \sim 10^7$ cm (100 Km) で $\tau \sim 2.7 \times 10^6$ sec (約1ヶ月)となる。一ことも考慮しなければならない。もしそうでなければ、2点での水温変動の相関は $P_m \sim 1$ となるであろうし、漁獲も漁場の西部で常によくなるはずである。それは現実に矛盾する。それ故、第9図のモデルは現実に海で起りつつある過程を示すものでなく、単に水塊の時空間スケールについておぼろげな概念を与えるだけのものにすぎない。

しかし、このモデルについて忘れてはならないより重要な点は、次の2つの条件が仮定されていることである。ひとつは、 $|\Delta T| \geq 0.5$ °C の水温変動が水塊の交代を示すという仮定、もうひとつは、2点間の水温の相関が水塊の移動にもなりものであるという仮定である。 $|\Delta T| \geq 0.5$ °C という値は速水他(1964)が白浜海洋観測塔の連続記録の中から“水温の異常変動”と名付けたものと値においては等しいけれども、微分量としての意味はまったく異なったものであり、 $|\Delta T| \geq 0.5$ °C の起きる時間間隔がモードで3日、平均5日という分布を示す(第7図)ことから、 $|\Delta T| \geq 0.5$ °C の変動そのものも気象要因にもとづく変動である可能性も検討しなければならない。事実、気象現象のスペクトラムには、ほぼ4日周期に相当する山が知られており、それは高低気圧の通過に関係すると考えられている(例えば、Kolesnikova et al. 1965)。それ故、 $|\Delta T| \geq 0.5$ °C の変動もまた主として気象要因にもとづくものであるかも知れないことをまったく否定することは出来ない。しかしながら、わずか22哩という至近距離の2点間での変動に3日の時間差で相関の認められることを、高低気圧の一般的通過速度の大きさを考え合わせると、水温の大きな変動と2点での相関は、水塊の交代と移動にもとづくものと考えた方が考えやすい。もし、水温の大きな変動も気象現象— 高低気圧の通過— によるとすれば、わずか22哩離れた2点での水温は気象現象の水平スケールから考えて同じ変動を示すであろうと考えられる。

一方、海況変動と漁況変動のかかわり方について考えると、それは第4図と第7図の変動様式の差に示唆されているように思われる。すなわち、漁況、海況いずれの変動も3日にモードを持ちほぼ同じ時間スケールで見られるものの、何らかの規則性を期待される海況変動とは漁況変動は分布型において一致せず、逆にランダム過程として現象していることは、海況変動の漁況変動へのかかわり方は決定論的なものでなく、かかわり方そのものが確率的にランダムであることを示しているものと考えられる。第9図の水塊のモデルに照らして言えば、魚群がたまたまどの水塊に分布することになるかも、また、どれだけの魚群量が分布することになるかも、まったく確率的にランダムな過程によっていると考えられる。しかし、ここで両者の分布の差を十分議論するに足りるほど資料の精度は必ずしも十分でなく、こうした問題に立ち入って議論するためには、さらに時間スケール

の小さい海況についての連続観測が必要であると思われる。

ここでは、魚群の漁場内への補給が行なわれる時空間スケールと同じスケールでの海況変動の存在することを指摘し、漁況・海況現象のかかわり方を含めてのひとつの妥当な解釈として“水塊モデル”を提示するにとどめたい。水塊モデルは現象の解釈のひとつの妥当な概念的モデル以上のものでは決してなく、その妥当性は今後きめのこまかい実測によって検討されなければならない。一体、魚の“水塊移動説”に類する概念は内橋(1960)以来かなり一般的にしばしば聞かれるところのものであるけれども、魚群の分布・移動にかかわる“水塊”とは具体的にどのような実体をもつものなのかという点に関してはきわめてあいまいであると思われる。ここで考えた“水塊モデル”がこうした概念の明確化に対してどれだけ有効であるか、また今後実測によってどれだけ検討できるかにかかってくる問題であるけれども、現実の漁況変動の現象のスケールによく合う点をひとつの足がかりとして、前報に示したモデル(小川・中原、1974)との関連をも含めてさらに検討を進めたいと考える。

4. 要約

漁況変動の指標としてカタクテイワシの日別漁獲量、海況変動の指標として定地水温観測結果をもとに変動の特性を主として時間スケールに着目して検討した。その結果、

- (1) 漁場への魚群の補給の行なわれる時間間隔はモードで3日、平均値で4日の分布を示すこと、
- (2) 海況変動にもほぼ同じ時間スケールでの変化がみられ、モードでは魚群補給の時間間隔と同じ3日、平均値で5日の分布を示すこと、を明らかにし、(3) 漁況と海況の変動を統一的に解釈し得るモデルとしてひとつの“水塊モデル”を考察した。

終りに、長年にわたり貴重な観測を継続していただいている萩海運有限会社“見島丸”、同“たちばな”の歴代船長および乗組員各位に深く感謝する。また、沿岸海洋過程、とりわけ現象のスケールの問題について筆者らを啓発され、水温変動の解釈に有益な助言をいただいた京都大学理学部国司秀明教授、種々有益な批判と助言をいただいた東京大学海洋研究所蓮沼啓一氏、同松山優治氏、確率分布に関して御指導いただいた島根県水産試験場安達二郎氏、文献入手に御配慮いただいた神戸海洋気象台黒田一紀氏、同桜井澄雄氏、西海区水産研究所畔田正格氏、安藤喜久子嬢の各位にそれぞれ厚くお礼申し上げます。さらに、資料の整理・計算処理と作図に御協力いただいた秦功子嬢に心から感謝する。

文 献

- 1) 中原民男・小川嘉彦(1973): 沿岸漁場の特性に関する研究、第7報 漁況変動からみた魚群の集合様式についての一考察。水産海洋研究会報、第23号。
- 2) 小川嘉彦・中原民男(1974): 沿岸漁場の特性に関する研究、第8報 物理的環境の評価

のためのモデル 水産海洋研究会報、第 24号。

- 3) 中原民男・小川嘉彦・藤井泰司(1972) : 沿岸漁場の特性に関する研究、第3報 漁場内での浮魚魚群の分布様式と補給逸散の動態。水産海洋研究会報、第20号。
- 4) 小川嘉彦・中原民男(1972) : 沿岸漁場の特性に関する研究、第5報 動物プランクトンと魚群分布の日変動。水産海洋研究会報、第21号。
- 5) 小長俊二(1961) : 表面水温についてⅣ、天気の影響 2. 日本海洋学会誌、第17巻第2号。
- 6) 近藤純正・内藤玄一・藤縄幸雄(1972) : 海水温度の半日周期変化。海と空、第48巻、第2号。
- 7) 吉原友吉・久保伊津男(1957) : 水産資源学。共立出版。
- 8) 嶋崎昭典(1966) : 時系列解析、農林水産試験研究における数理統計学的手法の理論と応用。農林水産技術会議事務局。
- 9) 井上栄一(1952) : 地表風の構造。農業技術研究所報告、A第2号。
- 10) 小川嘉彦(1974) : 日本海の高塩分水と対馬暖流。水産海洋研究会報、第24号。
- 11) 李錫祐(1956) : 韓国海峡を通過する海水容積輸送量の季節変化。大韓民国水路局水路年報、NO. 1101.
- 12) Nan-niti, T(1964) : Oceanic Turbulence. The Oceanographical Magazine, Vol. 16, Nos. 1~2
- 13) 速水頌一郎・国司秀明・西勝也(1964) : 白浜海洋観測塔の設備と二、三の観測記録について。京大防災研年報、第7号。
- 14) V. N. Kolesnikova & A. S. Monin (1965) : Spectra of Meteorological Field Fluctuations. Izv. Atmospheric and Oceanic Physics Series, Vol. 1, No. 7.
- 15) 内橋潔(1960) : 魚の生態について。水産石川、第24号。