

8. 南海域における卵稚仔分布と主要魚種補給域としての黒潮の役割

浅見 忠彦 (南西海区水産研究所)

総合討論 (座長) 辻田 時美 (北海道大学水産学部)

1. 沖縄水域の現状と調査の問題点

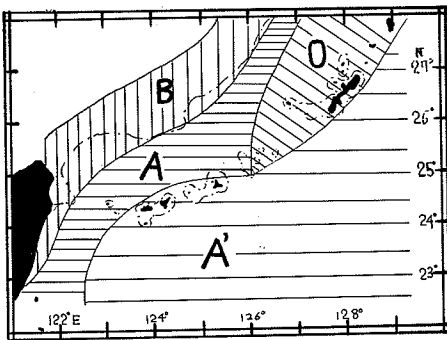
友利 昭之助 (沖縄県水産試験場)

はじめに

南西諸島のうち沖縄群島、宮古群島、八重山群島等の73ヶの島々からなる沖縄県は24°~28°N, 122°~133°Eの範囲にある。この海域を流れる黒潮は琉球列島の気候海洋環境に多大の影響を与え、いわゆる亜熱帯海域として各島々周辺に造礁サンゴを発達させるとともに熱帯、亜熱帯性の生物相を生み出す。沖合にはカツオ、マグロ等回遊性魚類も多く、それらは黒潮の勢力及び季節変動により、その漁況に大きな影響をもたらす。

1. 海洋環境

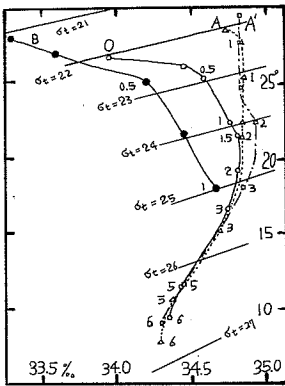
台湾東方海域から琉球列島と東支那海大陸棚の間を流れる黒潮が沖縄海域の海洋環境を著しく特色づけている。水塊分布をみると表層が高温高鹹な黒潮主流域(A)が台湾東方海域から先島列島北側



第1図 沖縄近海水塊分布模式図  
A. 黒潮主流域 A' 黒潮系水  
O. 黒潮系水(反流域)  
B. 混合水域

と大陸棚の間に分布する。黒潮主流域に比べ表層がより高温高鹹な黒潮系水(A')が琉球列島の南方及び東方海域に分布する。沖縄群島と黒潮主流域の間に表層が高温やや低鹹、中層が高鹹な黒潮反流域(O)が分布する。東支那海大陸棚200m等深線から奥部にかけては、大陸沿岸水と黒潮系水との混合水域(B)が分布する(第1, 2図)。

琉球近海の海流系を1966年の夏と冬についてみると第3, 4図にみるとおり黒潮流域(1.0~2.9 kt) 沖縄群島北西海域に反流域(0.5~0.9 kt) 八重山群島南方に南下流域(0.5~1.9 kt) があり、22°~24°N, 125°~127°E 付近に渦流域



第2図 各海域のT-Sダイアグラム

- A : 24°40'N, 123°E
- A' : 23°30'N, 124°E
- O : 27°21'N, 127°30'E
- B : 28°N, 125°46'E

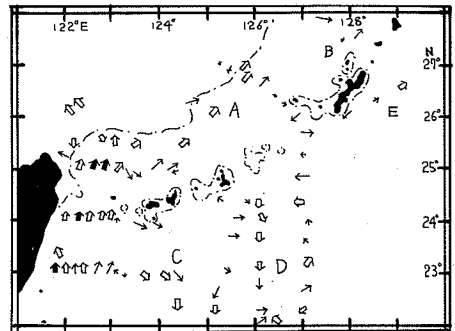
(1973年6月~7月観測)

(0.5~1.9 kt), 沖縄島東方海域に北東流(0.5~1.9 kt)の海流系に大別される。

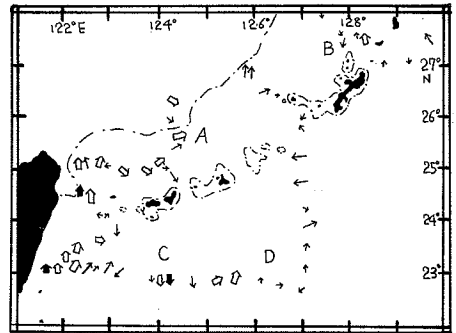
沖縄近海の海底地形をみると種子島屋久島に始まりトカラ、奄美群島、沖縄、先島列島へ台湾までつらなる島海山列(A)があり、トカラ海域から久米島に至る琉球海嶺(B)がみられる。

また琉球列島と大陸棚の間には細長い沖縄海盆(C)が、奄美大島東方から台湾東方海域にわたって琉球海溝が存在する。

沖縄近海における海況の季節変化を示すてがかりとして水温、塩分の季節変化をみると、沖合(黒潮流域)の表層水温は22.2°C(2月)~29°C(7月)、塩分は34.23‰(9月)~34.94‰(3月)の範囲にある。沿岸(中城湾内)では水温が21.2°C(1月)~28.8°C(9月)、

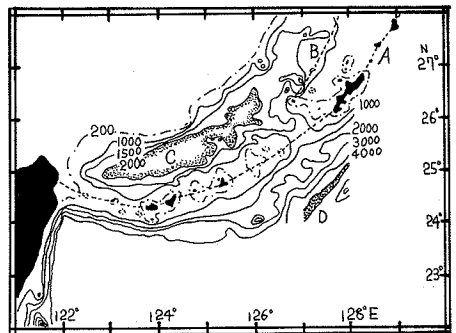


第3図 1966年夏季海流図



第4図 1966年冬季海流図

- A : 黒潮海域
- B : 反流域
- C : 南下流
- D : 渦流域

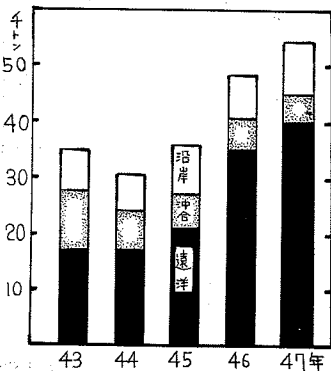


第5図 沖縄近海海底地形図

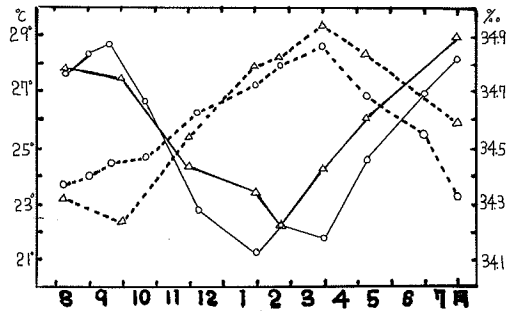
塩分が34.33‰(7月)～34.86‰(3月)の範囲にあり、沿岸沖合とも夏季に高温低鹹、冬季に低温高鹹の傾向を示す。夏型海況への移行は梅雨明けと共にみられ、冬型海況への移行は北東季節風の吹きだしの頃となる。

2. 沖縄県漁業の概況

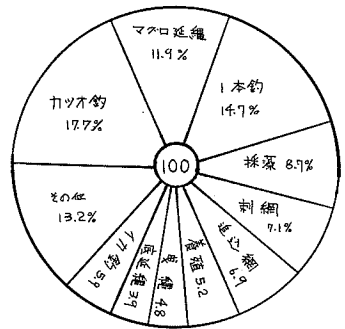
沖縄県船による漁業生産を昭和43～47年についてみると、第7図にみるとおり漸次増加傾向にあり、特に遠洋漁業生産の伸びが著しい。昭和47年水産統計によると生産量54,335トン、2,885隻、就業者数8,175人である。



第7図 沖縄県年次別漁獲量



第6図 表面の水温塩分季節変化 (昭和47年8月～昭和48年7月)  
 ○—○：沿岸水温，△—△：沖合水温，  
 ○…○：沿岸塩分，△…△：沖合塩分 (“沿岸”は中城湾内，“沖合”は27°24'N，126°40'Eにて観測)



第8図 昭和47年沖縄海域(沿岸沖合)漁業種類別漁獲量割合  
 100% = 14,500トン

これを海域別生産量についてみると沿岸(5トン未満)は18%、沖合(5～50トン)は9%、遠洋(50トン以上)が実に73%を占める。従って実際に沖縄沿岸沖合における生産量は14,500トン程度にすぎない。沖縄海域に限定し漁業種類別の漁獲量割合をみると第8図にみるとおりカツオ釣17.7%、一本釣14.7%、マグロ延縄11.9%の順である。その他追込網、底延縄、イカ釣、曳網、潜水漁業と漁業種類は多岐にわたる。とくに沿岸漁業においては種類数が多く、量的に少ない亜熱帯性魚族を対象資源にするため、いずれの漁業においても小規模である。しかしながら沖合性のカ

ツオ、マグロ、トビイカは回遊性であり、夫々短期間でありながらある程度漁獲され、沖縄県の漁業としてみるとかなりのウエイトを占めている。また近海漁業のうち深海一本釣漁業も重要な漁業の一つである。

1) トビイカ釣漁業

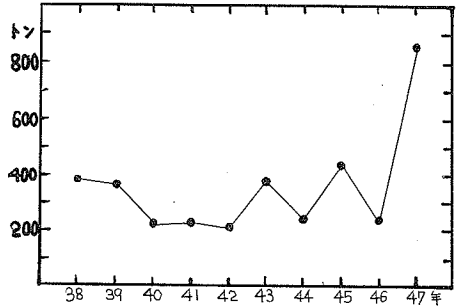
沿岸イカ釣漁業はトビイカ *Symplecteuthis oualaniensis* (Lesson) を対象にしておりその他バカイカ、ツメイカ、ソデイカが若干混獲される。昭和47年の漁獲量は860トンである。トビイカは亜熱帯、熱帯海域に広く分布しているが、漁業の対象にされるのは沖縄海域だけでありその生態、生活史等についての研究は少ない。

沖縄においては例年6～11月が漁期であり9月に漁獲量のピークを示す。第9図にみるとおり漁期間210トン～860トンの生産量であり隔年変動がみられる。大部分サバニと称される沖縄独特の1名乗漁船による夜間操業で、漁法は集魚灯と手かぎを用いた友餌釣りである。尚このイカ釣りはマグロ1本釣りも狙い併せた漁法である。

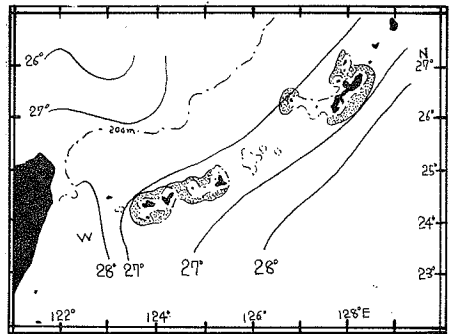
魚体出現傾向は漁期の移行に従い変化がみられ初漁期は大型(約1kg前後)と小型(100g未満)が現われ盛漁期には中型(200g～300g)が出現し終漁期には中大型魚が出現する。

トビイカ漁場は第10図に示したように沖縄島東側の200m等深線から北東流縁辺域と久米島周辺が主漁場であり、先島周辺の200m等深線から沖合も漁場となる。

海況と漁期の関連をみると沖縄島東海域では漁期に入るのは表面が27℃以上3.4%以下を示した時で、終漁期には26℃以下3.45%以上を示す。また漁期間における同海域の thermocline は100m以浅にあり off season には100m以深にあった。操業船の動きと聞き取り情報によると、主漁場は南から北へ200m等深線沿いに次第に移動する傾向があ



第9図 沿岸イカ釣漁業生産の経年変化



第10図 トビイカ漁場図

● .....トビイカ漁場  
(等温線は昭和47年9月中旬における結果)

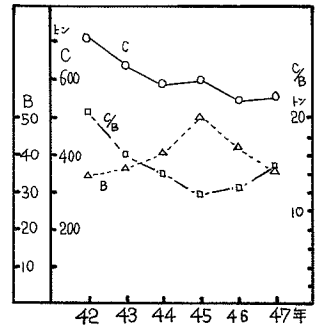
る。また先島漁場における漁期は5～10月であり沖縄漁場とは約1ヶ月のズレがある等、トビイカもスルメイカ同様季節的に回遊していることを示唆している。

2) 深海一本釣漁業

深海一本釣漁業は沖縄の沖合漁業のうちカツオ釣漁業と並んで漁獲量、生産量の高い中核的漁業である。対象魚種はフエダイ科のヒメダイ属、ハマダイ属、イシフエダイ属、チビキモドキ属、ウメイロ属の魚種で、それらは広く熱帯、亜熱帯海域に分布している。昭和47年の5～50トン船による漁獲量は562トンである。

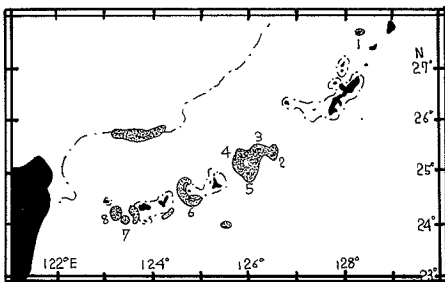
第11図にみるとおり漁獲量は昭和42年の712トンから漸減傾向にあり、漁船数は昭和45年の51隻をピークにその後減少し昭和47年は37隻であった。一隻当漁獲量(CPUE)は20.4トン～11.7トンでありその年傾向は漁獲量のそれとは異なり昭和42～45年までは減少しているが、昭和45年以降は上向きにある。

1970年那覇地区漁協市場における水揚統計によると漁獲割合の高いのはハマダイ *Etelis carunculus* Cuvier et Valenciennes で約40%を占め、次いでアオダイ *paracaesio caeruleus* (Katayama) が30%、ヒメダイ *Pristipomoides sieboldii* (Bleeker) が17%の順である。



第11図 深海一本釣漁業について

○—○ C 漁獲量  
 △…△ B 漁船数  
 □…□ C/B 一隻当漁獲量



第12図 深海一本釣漁場図

- 1.偉業ソネ, 2.大九ソネ, 3.西大九ソネ, 4.重宝ソネ, 5.宝山ソネ, 6.多良間南東ソネ, 7.台湾ソネ, 8.中ノソネ。

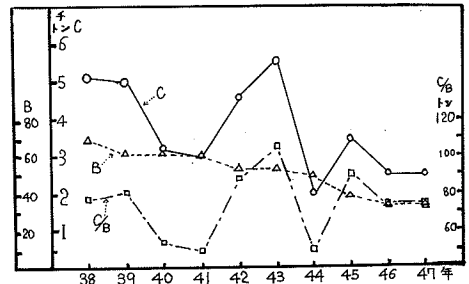
漁期は周年で春と秋に水揚げは増加する。例年4月に漁獲のピークがみられるが、1～6月の前半はハマダイの水揚げが卓越し、7～12月の後半はアオダイが卓越する。

深海一本釣漁場図は1967年の標本船資料と聞取り結果をまとめたものである(第12図)。漁場は100m以深の堆礁の傾斜地域の岩礁地帯にある。時期により又漁場により差異があるが、ハマダイは水深230m付近でアオダイは水深130m付近が多獲水深である。海況と一本釣漁況の関連をみるため1969年—1972年3—4月の先島南海域における150m層、200m層の水温

の年変化をみると150m層は20.9°C~22.6°Cであり一本釣のCPUEは水温が高目を示す年程良い傾向がみられた。しかし200m層は19.1~21.2°CであるがCPUEと200m層水温の間に相関はみられない。

### 3) 近海カツオ釣漁業

カツオ釣漁業は沖縄県水産業の基幹漁業としての地位を占め、遠洋、沖合、沿岸における生産量は23,000トンで総生産量の43%を占める。しかしながらニューギニア方面の基地漁業及び大型船による水揚が20,000トンを超えており、実際に沖合即ち沖縄近海におけるカツオ漁獲量は2,500トン(昭和47年)に過ぎない。近海カツオ釣漁業の昭和38~47年における推移を第13図に示した。漁獲量は年変動があり全体として減少傾向にある。漁船数は70隻(38年)~34隻(47年)と減少している。CPUE(一隻当漁獲量)は50~106トンの範囲にあり、やはり減少傾向にある。

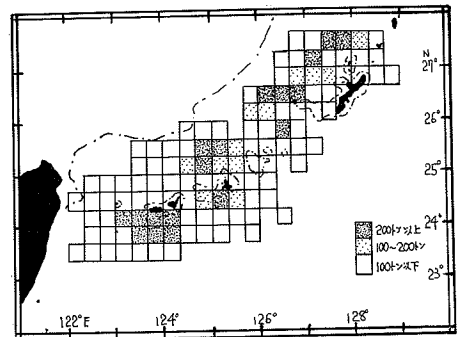


第13図 沖縄近海カツオ釣漁業の経年変化

○-○ C漁獲量, △-△ B隻数,  
□-□ C/B 一隻当漁獲量

漁期は4~10月で7, 8月の夏に盛期となる。漁場は各根拠地から60~1000哩の日帰りできる範囲にある。第14図に示したカツオ漁場図では沖縄群島西側から先島周辺海域に到るまで広範囲にわたっているが、実際のカツオ船の行動半径は上記のとおりである。

漁場は各島周辺、ソネの存在する反流域、宮古南の渦流域に形成される。本土船のカツオ釣漁業と沖縄船のカツオ釣漁業との決定的な違いは使用する活餌が全く異なる点である。また活餌は県内でも各地域により異なる。本部船はキピナゴ等イワシ類を、宮古の池間船はバカジャコを、佐良浜船はテンジクダイ類タカサゴ類幼魚を、石垣船は佐良浜船と同様である。活餌の使用量は各地域の漁船勢力にほぼ比例しているが使用割合はテ



第14図 沖縄近海カツオ漁場図  
1965年~1967年の3年分合計した20分柵目毎の漁獲量分布

ンジクダイ33%, タカサゴ24%, キピナゴ9%, バカジャコ6%である。このように活餌に種類が多く、かつ大量出現期が夏に集中すること、餌取りに低生産性の追込漁法も行なわれていること、イワシ類は活力が弱い等活餌の面からカツオ船の行動半径が制限されている現状にある。

カツオ魚体については近年2才魚の漁獲が増加しており魚体の小形化が著しい。昭和43年は3, 4才魚(中大判魚)が83%を占めていたのに比べ、昭和47年は2才魚(小判)が78%と卓越している。

海況とカツオ漁況との関連をみると冬季低温→夏季カツオ好漁の傾向が過去においてみられたが、近年その相関性が崩れてきている。琉球近海におけるカツオの長期予報にあたっては西部太平洋全域におけるカツオの stock を捉えた漁況変化に基づくことが必要であろうし、海洋環境としては沖合餌料の消長が大きなウエイトを占めると考えられるのでその方面の調査研究が必要である。

## 要 約

1. 琉球列島線と東支那海大陸棚の間を北上する黒潮は沖縄海域の海況気象に大きな影響を与え、特色ある亜熱帯海域として位置づけている。
2. 沖縄県の漁業は遠洋漁業依存度が高く、沖縄海域に限定すると昭和47年は14,500トン程度で総生産の26%にすぎない。
3. トビイカ釣漁業はトビイカを対象にし6-11月に漁獲され、年間200-860トンの漁獲量があり、島しょ200m等深線から沖合が漁場である。今後努力量の増加により生産増が期待されよう。
4. 深海一本釣漁業はフエダイ科のハマダイ、アオダイ等を対象にしており100m以深のソネ岩礁帯が漁場であり、昭和47年は562トン(5-50トン船)の漁獲で、CPU Eは昭和45年に降増加している。
5. 近海カツオ釣漁業は4-10月に操業し昭和47年の漁獲量は2,500トンであり、日帰り操業慢性的餌不足等本土船に比較して形態が異なる。

カツオ、トビイカは回遊性でありそれらの漁況は黒潮の変動により多大の影響をうけていることが容易に想定されるが、沖縄海域においては海洋環境の調査研究が未だ充分なされていないため、今後は海洋環境の調査を充実し資料の蓄積をはかりつつ、生物学的調査も平行し、トビイカ及びカツオについての漁場形成機構、漁況変動要因の解明をはかりたい。深海一本釣漁業対象資源についても同様である。

## 文 献

- 浅見忠彦・花岡藤雄・松田星二：1969 “3, 日本南海域～台湾東方海域の海洋構造” 冷水塊の水産資源の分布、消長に及ぼす影響に関する研究。農林水産技術会議事務局, 39～45。
- 和達清夫編：1969 海洋の辞典。東京堂出版。

- 当真副誠：1971 トビイカ釣漁業試験。琉球水産試験場，1970年度事業報告，11  
～15。
- ：1972 トビイカ釣漁業試験。琉球水産試験場，1971年度事業報告，34  
～39。
- 当真 武：1971 琉球近海におけるトビイカについての基礎研究—I。琉球水産試験場，  
1970年度事業報告，57～59。
- 当真 武：1972 琉球近海におけるイカ類の基礎研究—II。琉球水産試験場，1971  
年事業報告，78～83。
- 篠原士郎：1966 琉球産フエダイ科魚類の形態，分類ならびに分布に関する研究。琉球  
大学文理学部紀要理学編，9。
- 長崎海洋气象台：1966 海洋速報。66-07，8。
- 長崎海洋气象台：1966 海洋速報。66-01，6。
- 琉球水産研究所：1968 1967年琉球海域におけるカツオ漁況と現況。
- 沖縄総合事務局：1972 第1次沖縄農林水産統計年報1971～1972，108～118。
- 友利昭之助：1972 カツオ資源変動についての調査。沖縄県水産試験場1971年度事  
業報告，45～61。
- 友利昭之助：1967 深海一本釣漁業及び魚市場調査について（中間報告）。琉球水産研  
究所 くらしお，14，71～80。
- Jiro Isa：1970 The Skipjack Fishery in the Ryukyu Islands.  
Proc. of the 2nd C S K Symposium Tokyo, 385-410.

## 2. 薩南海域の海況変動と漁業

竹 下 克 一（鹿児島県水産試験場）

はじめに

今回、「南日本海域における黒潮の消長と漁業に関する諸問題」と云うテーマで討論がなされることになっているが、各分野から討論していただくための前提として、南日本海域に位置している私としては、薩南海域の漁業の現況や、私等の海洋調査等から得られている海況資料や、海況の変動に関する情報を話題として提供したい。

又、地方水試にあって漁業研究に従事している者の立場から、海洋調査と漁業に関する問題について、海洋調査結果を如何に漁業分野に活用するかと云う点について、若干私見を付け加えて討論の材料としたい。



なお、私の話題は鹿児島県の沿岸漁業、又は沖合漁業の操業されている薩南海域と云う、全くローカル的な範囲内での話題であることを附記する。

### 1. 海況から見た薩南海域の漁業

海況が漁況を左右する大きな要因の一つであることは、他の海域で数多くの立証がなされていると同様に、薩南海域でも経験的に、類似的に、あるいは理論的推定等により数多く明らかにされている。

しかし、これらの関係を立証、あるいは証明することが本日の私の話題の主旨ではないので、現象だけを2-3説明する。第1図のように薩南海域では、漁場あるいは漁業形成時期から見ても多くの漁業が交錯している。一般的に見て、薩南海域では漁業種類が多く、一漁業の漁期、あるいは盛期が割合短いのが普通である。従って、漁場の形成は海況に影響されることが多いと云えよう。

これを漁業別に見ると、

#### ○ カツオ釣漁業

薩南海域の北部海域が盛期となるのは、4~6月頃が一般的であるが、漁期の遅速、漁況の良否は、水温値の高低よりも、水温の上昇過程が問題である。

#### ○ 瀬魚一本釣漁業

黒潮本流域の流軸は、短期変動による流軸の移動もあり、本流域が漁場を直接洗うような場合は不漁となる。

#### ○ トビウオ敷網漁業

5~6月頃の黒潮増強期には、屋久島周辺にトビウオの産卵回遊群が見られるが、これが漁況を左右するのは黒潮勢力の強弱に支配され、屋久島に流軸が接岸し過ぎても、離岸し過ぎても好漁は期待し難い場合が多い。

#### ○ ヨコワ曳縄漁業

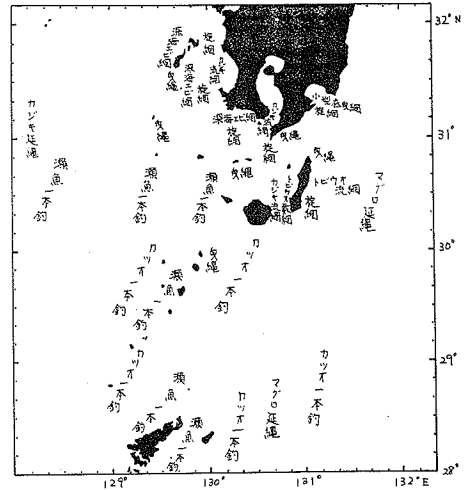
本県南岸沖で11月前後から、例年ヨコワ曳縄漁場が形成されるが、このヨコワ群は九州東岸を南下して来る群より、西岸域を南下して来る群が主体をなし、漁期、漁況は沿岸冷水系の消長(特に後述する)、こしき南下水、五島反流の如何に支配される。

#### ○ カジキ流し網漁業

鹿児島湾内~湾口附近、その他沿岸域で夏~秋期に漁場は形成されるが、これは湾内、あるいは沿岸域に対する黒潮系水の影響度による漁況の変化が大きい。

#### ○ 深海エビ曳網漁業

水深300m~400mで操業される深海エビ曳網漁業でも暖流系水が接岸し水温値が高くなると好漁する場合が多い。

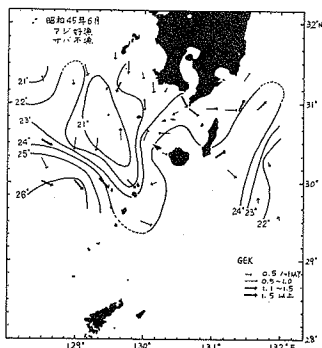


第1図 鹿児島県主要漁業漁場図

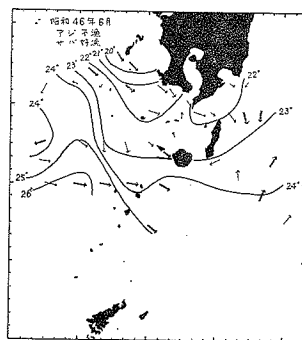
○ 旋 網

サバ、アジ、ムロ類、イワシ類を対象に第1図のように広く漁場は形成されるが、サバ漁の場合、日向冷水と、こしき南下水が黒潮系により2分されるような場合は不漁となる(第2図、第5図参照)。又、黒潮が接岸すると種子島方面の漁場は消滅し西方へ移る。

次にアジとサバの漁場分布を調べると、本県域では、アジはサバより北側に分布しているためか、アジ漁況の方が黒潮の消長に敏感である。従って、本県域では冷い年の方がアジ漁は好漁の場合が多い。第2図は、黒潮域が接岸し、サバ漁場は消滅して西側に草垣冷水が発達した時のもので、冷水域の北東域、即ち、本県西岸域でアジの好漁が見られた一例である。第3図は、黒潮の接岸が強くなく種子島東岸域では、GEKの結果が示すように、南下流か、渦流があって、屋久島北部海域でも渦流が出来ていると見られる結果になっており、サバの好漁を見た海況図である。



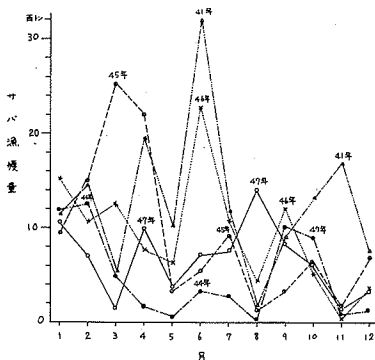
第2図 薩南海域の水温水平分布と海流図(0m層)



第3図 薩南海域の水温水平分布図(0m層)

○ 旋網によるサバの月別漁獲量

一般的な漁況は春期と秋期に好転して盛期を迎えるのが普通である。しかし、薩南海域の場合、黒潮と沿岸系水との消長によって、漁況が変わるので、毎年の盛期を何月頃と予測することは出来難い。第4図はそれらの状況を示したもので、8月、11月は非常に不漁となる確立の高い月であるが、このような月でも年によっては好漁しており、盛漁期は毎年違った月に出来ると云う例を示したものである。(以上の



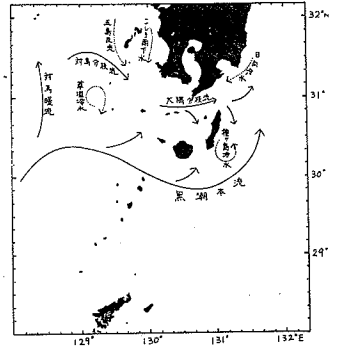
第4図 年度別月別サバの漁獲量(薩南海域 枕崎港の水揚量)

ことは、単に海況と漁況だけについて述べたもので、他要因との相互関係は省略した)

## 2. 海況のパターン

第5図は、当海域の海流模式を示したもので、対馬暖流を分岐させた黒潮本流は、屋久島南方を通過して太平洋側へ抜けるが、しかし、屋久島南方での離接岸、分岐点の位置は常に変化している。従って、薩南海域では数多くの海況パターンを見ることが出来る。

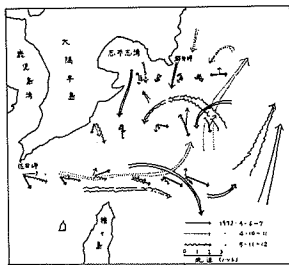
一般的パターンは、対馬暖流との分岐点が北偏すれば、屋久島南部では接岸し、種子島東方域では離岸して、種子島冷水ができたりに、反流域が発達したりする。この種子島冷水は、長崎海洋気象台や第十管区海上保安部で報告されているように、湧昇流によると思われる。しかし日向冷水や、大隅分枝流が取り残され小規模な冷水塊を形成する場合もあると考えられる。又暖流域が本県南西域で強くなるような場合には、第2図のように草垣冷水域も出現する。これも暖流帯の接岸による海底状況との関係に影響された下層水の這い上り現象ではないかと考えられる。対馬暖流との分岐点が南下すると、黒潮の蛇行現象は少なくなり種子島東岸へ接岸する場合が多くなる。



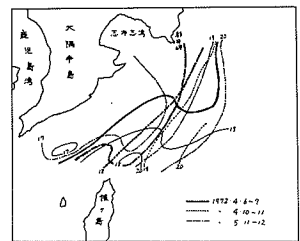
第5図 薩南海域の海流模式図

この他、薩南海域では、こしき南下流、対馬分枝流、又は五島反流、大隅分枝流、日向冷水等が見られる。これらの沿岸流は時期、あるいは前述の黒潮本流や分岐点の位置により変わるので、全体的海況パターンも千差万別なものが出る。

各々の海況パターンは、ある期間持続されるが、局部的に、あるいは時期的には急激な変化を起すのが普通である。その例を大隅東岸域の繰り返し観測で見ると、始め黒潮本流域は離岸傾向にあり、



第6図 連続観測におけるG.E.K.結果と海流模式



第7図 連続観測における水温分布の変化(大隅海峡)

大隅分枝流も強く、東岸域は反流と思われる南下流が出来ていたが(第6図1972年4月6日~7日観測), 3日後の観測(4月10日~11日観測)では、本流域は接岸傾向に変わり、反流は減少し、始めとは $90^{\circ}$ ~ $180^{\circ}$ 違った流況となっており、1ヶ月後の観測では2回目と略同じ様相が見られる。又、これらのことは、第7図の水温分布からも窺うことが出来る。

### 3. 海況条件の指数化

このように、薩南海域の海況の動向と、漁況の変動に関する知見と情報を述べたが、海況変化が漁況を左右する大きな要因の一つであることは、何人も異存のないことであろう。しかし、漁況変化は海況だけでなく、資源の状態、餌料対象生物の多寡等、多くの要因に支配されるであろうことも異存のないことであろう。如何に地域的に海況条件が相関度の高い理想的な海況条件になっても、不漁の場合もあり、資源状態が良くても不漁の場合も現実に起っている。

このように如何に漁況との相関度が高くても、その関係において相関しなかった場合の十分な説明がなされなければ、相関度が高いとは云えず疑問が残る。即ち、漁況を左右するであろう多くの要因は、総合的に検討されなければならないと思うからである。海況の変動にしても、黒潮では10年以内の周期性があると云われており、それ以外にも短期、あるいは長期的な変動がある。資源の状態にしても短期的変動の外に、種の交代と云う相当な長期的変動がある。その外に卵、稚子の発生、プランクトンの発生量、漁獲努力の変化等、数多くの異なったサイクルの組み合わせで変化しているもの間で、単一の要因と漁況だけを取り上げることだけでは説明出来ないだろうと考える。

然らば、総合的に検討する場合、個々の要因を漁況との関係で、個々の要因相互間で、あるいは同一要因間内で、各々比較でき得るよう、まずその要因を指数化、数量化、標準化しておく必要がある。勿論そうした要因では当然指数化、標準化が既に行なわれているわけであるが、それはあくまでその要因だけの指数化であって、漁況との関係を意識した指数化とは云えない場合が多い。

一定のパターンの見られる海域では、水温或いは塩分の平均値(又は積算値)等、数量化が使用されていることは勿論であるが、前述したような変化の多い薩南海域では、何時何処の観測値を使用すれば良いか、その観測値を平均値として使い得るか、どのように暖流系水(沿岸系水)を数量的に捕えるか、と云うことに問題がある。即ち、その時の海況条件を示すにはまず、1)各観測点の各要素を水平的、垂直的に知り、2)現在に到るまでの上昇、あるいは下降変化の過程を示し、3)暖流水系と沿岸水系との力関係を捕えておく必要がある。

我々が一般に海況を漁況との関係で表示する場合、私自身が前述したように、黒潮が接岸したとか、沿岸水の張出しが云々、あるいは水温の低い年は漁が……等、観念的言葉で表現することが非常に多い。言葉で表現されたものを平年、あるいは前年、前月と比較して具体的にどこが如何程変化しているか、と云う変化量について論議することは難しい。我々が海況と漁況との関係を論議する場合、海況条件を何らかの型で指数化することからまず始める必要がある。

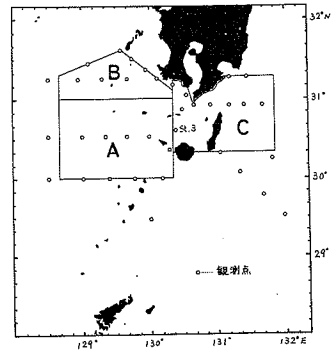
4. 海況条件を指数化する試み

指数化の初期の段階として、暖流水系と沿岸水系との力関係を、水温値と水温値の差、並びに、ある範囲の水温値の占める範囲（面積）の3つの要因を一ブロックとして簡単な最も初歩的な指数化を試みた。

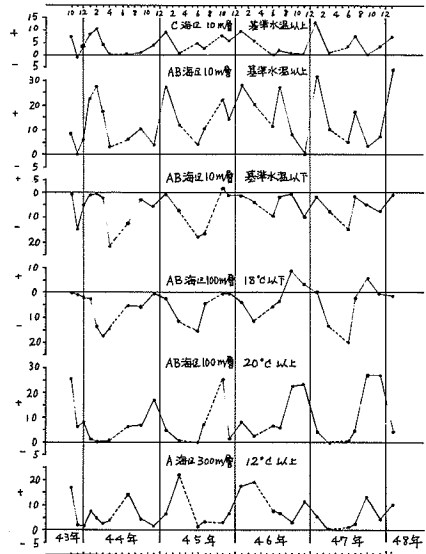
まず、海況の短期変動、日偏差の誤差を少なくするため、50万分の1の海図上に大きく10m層、100m層、300m層の各水平水温分布を書き、その分布図上で地理的漁場形成を考慮し、AB海区とC海区とに二分した。更に、AB海区については、水深300m以深で300m層の水平分布図を書くことの出来る海区をA海区、それ以浅の海区をB海区とした（第8図）。次に、各層において周年を通じ見られる水温値を基準水温値とした。ただ、水深10m層の場合、周年を通じて同一の水温値は得られないので、st. 3の過去10年間の月別平均水温値を求め、その平均水温値より1°Cと、その端数だけ低い水温値を基準水温値とした（例えば平均値18.5°Cの場合は基準水温は7°C）。又、水深300m層の場合は、略周年見られた水深値は12°Cで、水深100mの場合は、18°C~20°C台が見られたので暖かい方の指標として20°Cを、冷たい方の指標として18°Cを使用し、次式より指数値を算出した。

$$\text{指数値} = \text{面積} \times [\text{最高水温値 (又は, 最低水温値)} - \text{基準水温}]$$

上式により算出した昭和43年10月から昭和48年1月までの指数値が第1表である。第1表の数値を図表化したのが第9図である。一般に冷水の張り出しが強くなれば、暖水勢力は減少するが、必ずしもそうでない場合がある（例：第9図10m層46年10月と100m層45年11月）。冷暖水勢力の強弱の現われ方は、毎年異なった月に現われ、年により違い、また、各水深別にも異なっている。その位相のずれは、水深300m層に出現した暖流勢力の発達は、4~6ヶ月後に水深100m層で見られる場合が多く、水深100m層と10m層との位相のずれは少なく、1~2ヶ月程度である。もし、この位相のずれが表層より逐次下層に及ぶものであれば、毎年同月頃に中下層にその強



第8図 海域区分並に観測点図



第9図 暖冷水勢力値図

第 1 表 暖冷水指数値表

海 域 水温水深	月 年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		C	43									7.46	-0.23
10m	44	8.68	10.71	4.31	0.35			0.49		0.93		3.97	
基準水温	45	8.79		0.77			5.18	3.12			8.25	6.11	
以上	46	10.20		5.71			0.03	1.57		0.41		0.17	
	47	13.49		1.18			3.57	7.42		0.05		3.37	
	48	7.78											
AB	43									9.01	0.23	6.36	
10m	44	22.29	27.76	16.50	2.95			6.50		10.67		4.21	
基準水温	45	27.34		12.17			4.48	10.59			22.39	14.16	
以上	46	27.96		2.060			11.65	27.66		8.42		0.77	
	47	31.78		10.36			5.13	17.72		3.46		7.51	
	48	34.20											
AB	43									-0.37	-1.497	-4.92	
10m	44	-1.01	-0.18	-1.95	-2.163			-1.213		-2.48		-5.24	
基準水温	45	-1.07		-6.95			-17.40	-11.18		+1.43		-0.73	
以下	46	-1.09		-3.53			-9.12	-1.72		-0.05		-9.73	
	47	+1.22		-7.24			-14.87	-1.12		-4.82		-7.08	
	48	-0.38											
AB	43									-0.04	-0.46	+1.80	
100m	44	-2.37	-13.36	-17.53	-14.40			-5.24		-5.72		-0.01	
18℃以下	45	-2.27		-11.32			-16.24	-4.59			-0.21	-0.19	
	46	-3.51		-11.04			-5.28	-3.17		+8.82		+3.42	
	47	-0.33		-13.24			-19.90	-2.35		+5.85		-0.67	
	48	-1.19											
AB	43									25.15	6.11	8.16	
100m	44	1.36	0.44	0.20	0.50			6.19		6.78		16.70	
20℃以上	45	4.86		0.85			0.01	7.12			25.35	1.59	
	46	8.62		2.68			6.75	6.37		22.86		23.11	
	47	4.63		0.00			0.54	4.99		27.04		26.94	
	48	4.25											
A	43									17.62	1.92	1.84	
300m	44	7.35	5.23	2.75	3.90			14.61		4.45		1.33	
12℃以上	45	6.62		21.72			1.40	3.24			3.14	6.66	
	46	17.88		19.16			7.76	6.69		3.32		11.43	
	47	5.34		0.89			1.02	2.54		13.43		4.25	
	48	10.11											

指数値 = 面積 × [ 最高水温 (最低水温) - 基準水温 ]

- 注. (1) 最高,あるいは最低水温値は計画海区内及び,その海区に接する観測点の最高,あるいは最低観測値を使用した。
- (2) 表中100m層及び300m層の値は年間及び,月間の比較はできるが,10m層の場合,毎月基準水温値が変わるので各月の年度比較は可能であるが,月間の比較はできない。しかし,10m層の場合でも指数絶対値の月間比較に誤差を考慮すれば,100m層以下同様,その月が年間で低い,あるいは高い(勢力の弱い,あるいは強い)月であったか,否かが判断できる。

弱が見られるはずである。しかし、水深300m層ではっきり見られるように、現われる月が年により異なっている。これは下層から上層への変化と見ることが妥当ではなからうか。しかし、冷水系の消長を見ると、水深100m~1000m層までは位相のずれは殆んど見られず、沿岸冷水系の張出しの場合は水深1000m層まで同時に現われている。このように暖水勢力の強弱は、極短期の小変動を除けば、下層より逐次上層へ及ぶ場合が普通であると云う推論がたえられるなら、漁業に最も関係の深い、中層以上、表層付近の水温変化の力関係を、下層から推定出来る目安が得られるのではないかと考える。

今回使用した資料は、昭和43年10月~昭和48年1月まで5ケ年足らずのものであり、また観測間隔も2~3ヶ月毎と非常に粗いものである。しかしながら海況条件の指数化として、海況条件を予想する手掛りとして利用出来ないかと試みたものである。この他にも指数化として黒潮流軸の位置、潮流の強さ、分布の型をこの内にどのような型で指数化し、表示組合せを行なうか、今後の課題である。

## 5. 結 び

最後に我々漁業研究に従事している者が、海洋と漁況に関するかかわり合いを研究する場合、海洋構造自体を知らなければならぬことは勿論、海況変動と漁況との関係を証明することも重要で、我々がまず手掛けなければならぬ研究課題であるが、そのみでは海洋観測が実施され、海況状況が明らかにされた時には、既に漁業が操業され、事後証明にしかならない場合が多いのではなからうか。

私は何時、何処でどう漁業条件とかかわり合いのある海況条件となるか、現在の海況条件がどう変化するのであろうか、と云うことが解明されるような研究をも併せて進展することを願う。

なお、前述した海況条件の捕え方も漁況との関連で進めなければならぬものであって、目下漁業との関連についても検討中で、その手掛りが得られていることも申し添えて話題提供の責を果したい。

## 3. トカラ海嶺を越える黒潮の偏向角について

吉田 賢二・高橋 淳雄(鹿児島大学水産学部)

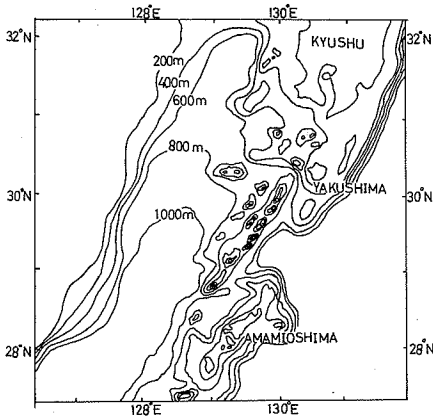
### 1. 序 文

東支那海の陸棚斜面に沿って北上してきた黒潮は、奄美大島西方海域で対馬暖流を分枝した後、トカラ海嶺を越えて太平洋に流出するが、黒潮がトカラ海嶺を越えるときには、海嶺の効果によって高気圧的に偏向されている。海流に対する海底地形の効果は、EKMAN(1923, 1927, 1928, 1932)や福岡(1957, 1958, 1960)によって研究されている。EKMAN(1932)は均質海の海流における海底地形の効果を定量的に研究している。又、非均質海の海流における海底地形の

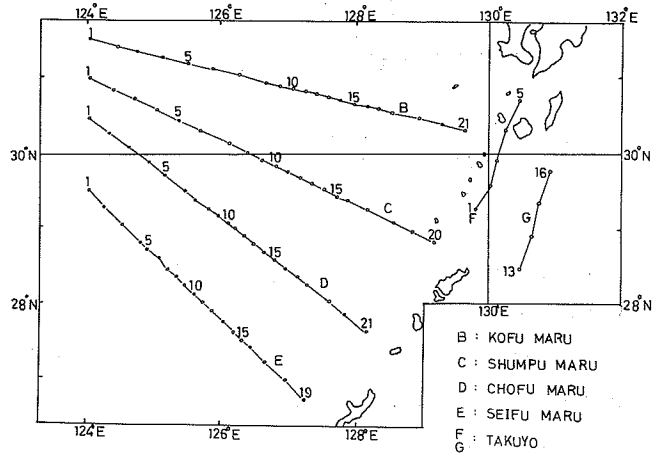
効果は定性的に研究されているが、定量的には研究されていない。福岡はBOLIN (1950) のジェット気流における山脈の効果の考えを海洋に應用して、海嶺の効果を定量的に調べている。本論文では、黒潮がトカラ海嶺を越えるときの偏向を海底地形の効果と考え得るかどうかについて、海洋観測資料を使って定量的に明らかにすることを企てている。

海嶺付近の海底地形は第1図に示す。

資料は、気象庁海洋気象観測資料(1965, 1966, 1968)とG. E. K. 観測資料(1968)を利用した。第2図に1968年10月の観測点位置を示す。



第1図 トカラ海嶺付近の海底地形



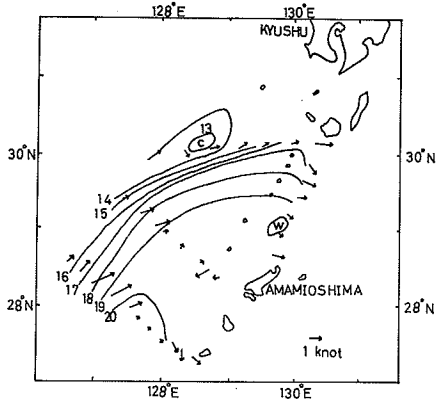
第2図 1968年10月における観測点位置

## 2. 200m層水温分布とG. E. K. 観測からみた偏向角

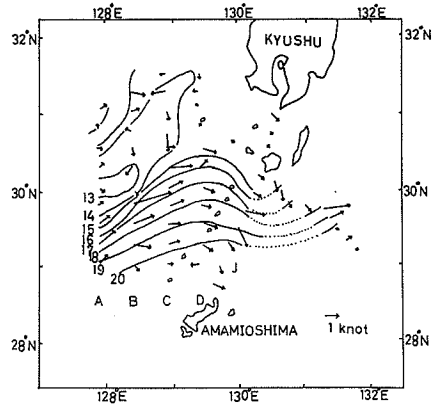
G. E. K. 観測で黒潮として考えるのは、200m層の水温が15°Cから20°Cを占めていて、流速が0.5 kt 以上であり、かつ、G. E. K. 観測では黒潮主流東側の奄美大島西方海域には、海嶺を越えきれない南向きの反流が見い出せるため、流向が海嶺の南北の拡がりの方向の30°と220°以内に収まっているのを黒潮と考える。

1965年8月には、200m層の水温分布(第3図)をみると、屋久島西方の31°20' N, 128°30' Eの海域に冷水域が存在していて、黒潮は冷水域の外側を流れている。又、黒潮主流域の17°Cと18°Cの等温線間隔は海嶺上で最大の幅をもっている。G. E. K. 観測では、奄美大島西方の29°30' N, 127°30' E付近でそれまでの50°の平均流向から70°に向きを変えているが、当海域での水深は1,000m程度であり、海底地形の効果とは考えられない。この変化は冷水域の存在の為であろうと考えられる。この70°の流向を海嶺到達前の流向と考えると、屋久島と奄美大島との間の海嶺通過後の流向は110°の流向であるので、黒潮は海嶺上で約40°右へ偏向されていると考えられる。又、海嶺到達前後の平均流速はそれぞれ1.2 kt である。





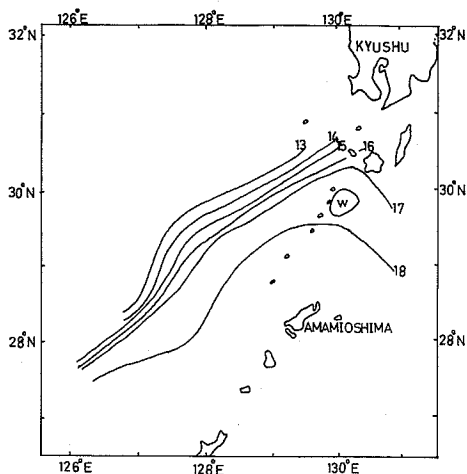
第3図 1965年8月における200m層水温分布とG.E.K.により観測された表面流



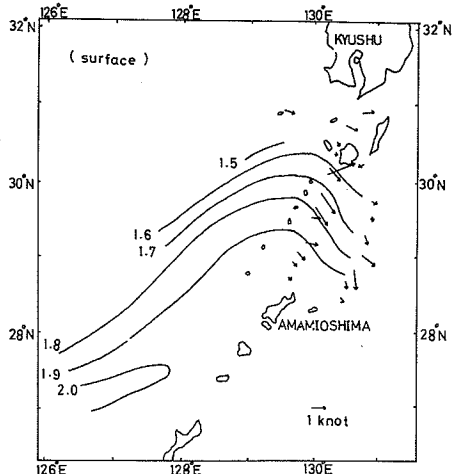
第4図 1966年4月における200m層水温分布とG.E.K.により観測された表面流

1966年4月には、200m層の水温分布(第4図)をみると、 $30^{\circ}\text{N}$ 、 $128^{\circ}\text{E}$ の海域に冷水域があり黒潮はその外側を流れている。等温線間隔は海嶺に近づくにつれて広がり、海嶺通過後には再び縮まってきている。G. E. K. 観測からみた各観測線の平均流向と平均流速は、A線の3つの観測点で $50^{\circ}$ と1.4 kt、B線の4つの観測点で $70^{\circ}$ と1.9 kt、C線の5つの観測点で $70^{\circ}$ と1.4 kt、D線の5つの観測点で $100^{\circ}$ と1.3 kt、J線の4つの観測点では $120^{\circ}$ と1.4 ktとなっている。B線での1.9 ktの平均流速が得られるのは、冷水域と黒潮の境界近くで3.4 ktの強い流れがあるためで、この流れを除くとB線の平均流速は1.4 ktとなる。表層の平均流速は海嶺上で多少弱まっているが、その他の海域ではほぼ同じ平均流速をもっている。ここで、B線とC線での流向を海嶺到達前の流向と、D線での流向を海嶺上の流向と、又、J線での流向を海嶺通過後と考えると、黒潮は海嶺の頂上付近で右へ $30^{\circ}$ 、海嶺全体でおよそ右へ $50^{\circ}$ 偏向されていると考えられる。又、A線からB線にかけて流向が右へ $20^{\circ}$ 違っているのは、1965年の場合と同じく、冷水域の影響をうけているのではないかと考えられる。

1968年10月の場合を、200m層水温分布(第5図)よりみると、黒潮主流が流れている $17^{\circ}\text{C}$ と $18^{\circ}\text{C}$ の等温線間隔は海嶺に近づくにつれて徐々にひろがり海嶺上で最大の幅をもっている。又、800 dbを基準面とする表層の力学的的高低図(第6図)をみると、黒潮は奄美大島西方海域より徐々に高気圧的に偏向しつつカラ海嶺を越えて太平洋に流出している。黒潮主流域のC16-17(第2図)を中心とする、1.8と1.7の等高線間隔はC観測線では約1.2マイルであるが、海嶺上では約2.0マイルとなっている。又、種子島南沖では約1.5マイルとなっている。又、第6図よりみて、海嶺到達以前の黒潮流向は約 $70^{\circ}$ である。海嶺通過後の平均流向はG. E. K. 観測よりみて $125^{\circ}$ であることから、このときは黒潮はおよそ右へ $55^{\circ}$ 偏向していると考えられる。これらの



第5図 1968年10月における200m層水温分布



第6図 1968年10月における800db力学高低図とGEKにより観測された表面流

G. E. K. 観測からみて、第1表に示されるごとく海嶺を越える黒潮の偏向角は、1965年8月には右へ40°、1966年4月には右へ50°、1968年10月には右へ55°と年によってかなりの変動があるよ

うである。200m層の水温分布では、海嶺上で等温線間隔は最大の幅をもち、海嶺通過後には再び縮まっているようである。

第1表 GEK観測から求めた黒潮の偏向角

	Aug., 1965	April, 1966	Oct., 1968
current direction in front of the submarine ridge	70° (1.2 knot)	B: 70° (1.4 knot)	70°
		C: 70° (1.4 knot)	
current direction in rear of the submarine ridge	110° (1.2 knot)	D: 100° (1.3 knot) just above the submarine ridge	125°
		J: 120° (1.4 knot)	
deflected angle	40°	50°	55°

### 3. 偏向角の推算

前章で、黒潮がトカラ海嶺を越えるさいの高気圧的偏向の角度は、G. E. K. 観測からみた範囲内ではかなり変動していることがわかった。本章では、偏向角を定量的に推算するとともにその変動の原因を調べてみる。海流における海底地形の効果の定量的研究はEKMAN (1932)や福岡(1957, 1958, 1960)によってなされている。EKMANの海底地形の効果の定量的研究は、均質海の仮定のもとになされている。それによると、海流が海嶺を越える場合には海流の幅は変化せずに速度の増加を伴って海嶺を越え、その結果、高気圧的に偏向すると論じられている。ここで、1966年4

月の200 m層の水温分布とG.E.K. 観測(第4図)をみると、前章で述べられているごとく、海嶺上で流速は強くなっておらず、むしろいくぶん弱まっている。しかも、等温線間隔は海嶺上で最大の拡がりをもち、水温の水平傾度も弱くなっていることからみて、EKMANの定量的研究は現実には合致していないようである。又、非均質海の流れにおける海底地形の効果の定性的な研究によると、海流が海嶺の峰に近づくと海流は右に曲り、峰を過ぎると左に曲ると論じられている。しかし、G.E.K. 観測(第3, 4, 6図)からみて、海嶺の峰をすぎた屋久島と奄美大島との間の海域で黒潮は依然として右へ偏向をとっていて現実と合致していないようである。

福岡はBOLIN(1950)のjet 気流における山脈の効果の研究を海洋に應用している。この場合には海流が海嶺を越えるさいの水柱の垂直収縮は、それに等しい水平発散によって補なわれていて、水平発散は流れの中で高気圧性の渦度を発生させるという仮定が満足されておらねばならない。ここで、海嶺上では観測がなされていないので、種子島南沖の水深が深くなる海域で黒潮は垂直的に伸張して、収斂を伴い低気圧性の渦度を発生させて低気圧的に偏向していると仮定して、種子島南沖で黒潮は収斂しているかどうか調べることにより、海嶺上で黒潮は水平発散を伴って高気圧性渦度を発生させているかどうか推察してみたいと思う。

速度の発散は次の式で示される。

$$\text{div } C = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \dots\dots\dots (1)$$

C : 海流の速度

ここで、格子点微差計算法を用いると、速度の発散は各格子点の速度より求められる。

$$\text{div } C \doteq \frac{1}{d} [(u_4 + v_1) - (u_2 + v_3)] \dots\dots\dots (2)$$

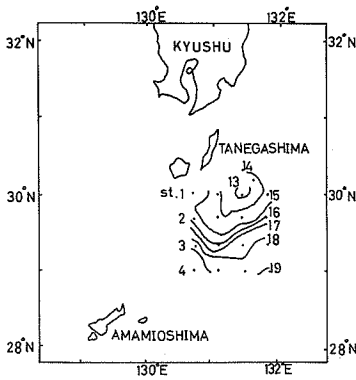
d : 格子点の間隔

$v_1, u_2, v_3, u_4$  : 各格子点の速度

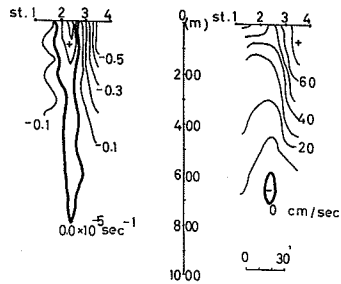
1968年5月の種子島南沖の海況を200 m層の水温分布(第7図)よりみると、種子島南沖には冷水域が存在していて、黒潮はその外側を迂回している。ここで、St. 1, 2, 3, 4の地衡流速の鉛直分布(第8図)をみると、黒潮はSt. 3-4を約70 cm/secの最大流速で東へ流れているのがわかる。又、St. 1-2の冷水域にも表層には約60 cm/secの強い流れがある。

ここで、St. 1-8の観測点からなる各格子点の地衡流速(1,000 db 基準面)を求めて、(2)式より速度の発散の値を求めると、第8図に示されているごとく、黒潮主流域では130 m深までは約 $-0.5 \times 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$ の値を示しているが、500 m以深では速度の発散の値は小さくなる。黒潮主流域の500 m深までの速度の発散の平均値は約 $-0.3 \times 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$ が得られ黒潮は種子島南沖で収斂しているのがわかる。

しかし、St. 1-2の冷水域では表層に約60 cm/secの速い流れがあるが、速度の発散の値は表層でも約 $-0.1 \times 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$ の値しか示していない。又、冷水域と黒潮主流域との間には発



第 7 図 1968年5月における200 m層水温分布



第 8 図 1968年5月における div O (左側) と地衡流 (右側) の垂直図

散の海域が見い出せる。川合等 (1969) は、日南海岸沖合から四国沖合の黒潮主流の表層混合層の収束と発散に関して研究している。これらの研究の際の黒潮の流路は著しい蛇行はなく、ほとんど直線であったと報告されている。それによると、黒潮主流の表層混合層の上部と下部には収束と発散が相対応して分布し、鉛直方向に積分するとそれらはほとんど打ち消し合っているが、それらの水平発散と収束値は、 $10^5 \text{ sec}^{-1}$  から  $10^{-4} \text{ sec}^{-1}$  のオーダーであると論じられている。しかし、種子島南沖での黒潮主流域では、上層と下層に収束と発散が対応するような分布はせず、水柱の全層にわたって収束している。これらのことから種子島南沖の低気圧的偏向をとっている海域で黒潮は収斂して低気圧性渦度をもっていると考えられる。

ここで、高気圧的偏向をとっている海嶺上の黒潮について考えてみると、上述されているごとく、G. E. K. 観測 (第 4 図) からみた範囲内では海嶺上で流速は強まっておらず、海嶺の前後の流速とほとんど同じ流速で海嶺を越えている。又、200 m 層の水温分布をみても (第 3-5 図) 等温線間隔は海嶺上で最大の幅をもっていて水温の水平傾度が弱っている。表層の力学的的高低図 (第 6 図) においても、等温線間隔は海嶺上で最大の幅をもっていることを考え合わせると、黒潮がトカラ海嶺を越えるさいの水柱の垂直収縮は水平発散を伴って高気圧性渦度を発生させて高気圧的に偏向していると推察される。

これらのことより、トカラ海嶺を越える黒潮の偏向角を定量的に推算するために、BOLIN の jet 気流における山脈の効果の研究を応用してもよいと考えられる。

ここで、海嶺に到達していない黒潮の相対渦度は 0 であり、相対渦度は海嶺上で生じると仮定すると、

$$\frac{f_0 + \varphi}{D} = \frac{f_0}{D_0} \dots\dots\dots (3)$$

- $\varphi$  : 相対渦度
- $f_0$  : コリオリのパラメーター
- $D_0$  : 海嶺到達前の海流の厚さ
- $D = D_0 - h$  ( $h$  : 海嶺の高さ)

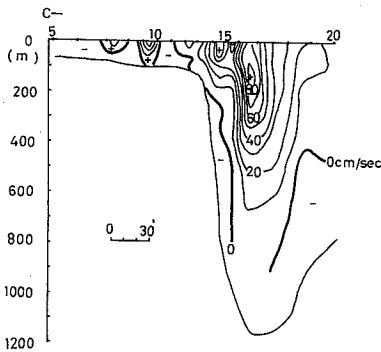
(3)式より, 海流の偏向角を得ることができる。

$$\sin \alpha = \frac{f_0}{C \cdot D_0} \int_x^{x + \Delta x} h \, dx \dots\dots\dots (4)$$

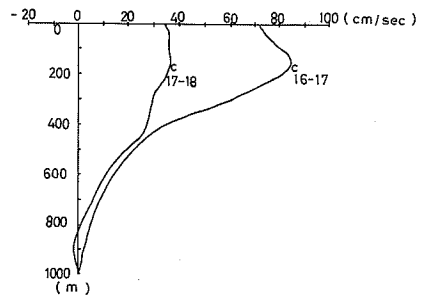
- $\alpha$  : 偏向角
- $C$  : 海流の平均流速
- $\Delta x$  : 海嶺の幅

ここで, 海流の厚さ ( $D_0$ ), 海流の平均流速 ( $C$ ), 海嶺の幅 ( $\Delta x$ ), 海嶺の高さ ( $h$ ), コリオリのパラメーター ( $f_0$ ) を知るならば偏向角を定量的に推算することができる。ここで, 1968年10月の観測(第2図)からこれらの因子を求めてみる。

黒潮の平均流速 ( $C$ ) と厚さ ( $D_0$ ) は, 奄美大島西方のC観測線の地衡流速分布(第9図)より求める。ここで, 黒潮主流域(C16-17, C17-18)の流速曲線(第10図)を見てみると, 流速20cm/sec, 深さ500mで流速曲線の傾向が変化している。このことから黒潮そのものを考えるさいには, 当海域での黒潮の厚さは500mであると考えてもよいようである。ここで, C観



第9図 1968年10月, C線における地衡流(1,000 db)の垂直図



第10図 深度—流速関係

測線における500m以浅での20cm/sec以上の平均流速は約44cm/secである。

海嶺の高さ(h)と幅(Δx)は海図No.182A(1/500,000)に500m, 300m, 100m, 0mの等深線を描き、各深度ごとの面積をplanimeterを用いて求めた後、次の式より求めた。

$$\text{mean } h = \left\{ \sum \left( \frac{S_n + S_{n+1}}{2} \times \Delta h \right) \right\} \div S_5 \quad \dots\dots\dots (5)$$

S<sub>5</sub> : 500m深の面積 (4320 km<sup>2</sup>)

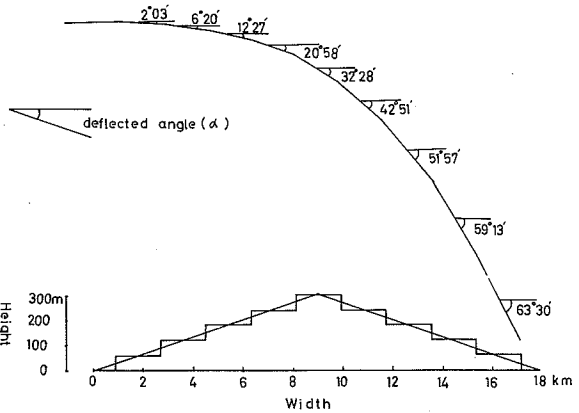
$$\Delta x = S_5 / l_y \quad \dots\dots\dots (6)$$

l<sub>y</sub> : 海嶺の長さ (240 Km)

(5)式, (6)式より, Δxとmean hを求めると, Δx=18 Km, mean h=150 mが得られる。

これらより, 偏向角を求めるのに必要な値として, D<sub>0</sub>=500 m, C=44 cm/sec, h=150 m, Δx=18 Km, f<sub>0</sub>=7.292×10<sup>-5</sup> sec<sup>-1</sup> (φ=30° N) が得られる。トカラ海嶺は現実には複雑な海底地形であるが, ここで, 三角形と仮定して計算すると, (4)式より第11図のような偏向角が得られる。こ

れより, 1968年10月には黒潮はトカラ海嶺の頂上で右へ32°28' 偏向されていて, 海嶺の終端にいたるときには最初の流向より右へ63°30' 偏向されていると推算される。



第11図 海嶺地形と偏向角

ここで, 1968年10月の実際の偏向角は, 表面の力学的高低図とG.E.K.観測(第6図)からみて, 右へ約55°である。計算値の偏向角, 右へ63°30'と, 表面の力学的高低図とG.E.K.観測からみ

た偏向角の右へ55°との間に8°30'の違いが見い出せるのは, 黒潮の正確な実際の流速がつかみにくいことと, 海底地形の複雑さのためではないかと考えられる。

又, (4)式より, 海流の厚さ(D<sub>0</sub>)が500mでほぼ一定であると仮定すると, 海流の平均流速(C)が増大すれば偏向角は小さくなり, 海流の平均流速が減少すると偏向角が大きくなることわかる。

我々は, 今後, 黒潮の流速と厚さがどのように変化するか研究していくとともに, 航空機や人工衛

星をもちいて、海流が海嶺を越えるさいの状態を正確につかまねばならない。又、多層モデルの数値実験を行なって、海嶺を越える海流の研究を併用して行なわねばならないと考える。

#### 4. 結 論

- 1) 多数の G. E. K. 観測によれば、海嶺到達前の流向と海嶺を越えた後の流向との間には、約  $40^\circ$  から  $55^\circ$  の右への偏向がある。
- 2) 力学的高低図、及び  $200\text{ m}$  層の水温分布の解析によれば、黒潮がトカラ海嶺を越えるさい、等高線間隔と等温線間隔はいずれも海嶺上で最大の幅をもって太平洋に出た後に再び縮少の傾向がある。海嶺を越えた後、黒潮が低気圧的に偏向する種子島南沖で速度の発散の計算をすると、 $500\text{ m}$  までの平均値では、 $-0.3 \times 10^{-5}\text{ sec}^{-1}$  の値で、種子島南沖では黒潮が収斂していることになる。これらのことから、黒潮は海嶺上で水平発散を伴っていると推察される。
- 3) 1968年10月の観測から、ジェット気流における山脈の効果の考えを海洋に應用して得られた偏向角 ( $-63^\circ 30'$ ) は、同時に行なわれた G. E. K. 観測からみた範囲内の偏向角、右への  $55^\circ$  とかなりよい一致を示している。

#### 5. 参考文献

- BOLIN, B. (1950): On the Influence of the Earth's Orography on the General Character of the Westerlies. *Tellus*, 2 (3), 184-195.
- EKMAN, V. W. (1923): Über die Horizontalzirkulation winderzeugter Meeresströmungen. *Ark. Math. Astr. O. Fys.*, 17 (26).
- EKMAN, V. W. (1927): Meeresströmungen. *Handbuch d. physikalischen U. technischen Mechanik*. 5 (i), 177-206.
- EKMAN, V. W. (1928): Note on the theoretical causes of ocean current. *J. Cons. Intern.*, 3 (3).
- EKMAN, V. W. (1932): Studien zur Dynamik der Meeresströmungen. *Gerl. Beitr., Z. Geophys.*, 36, 385-438.
- FUKUOKA, J. (1957): On the Tushima Current. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 13 (2), 57-60.
- FUKUOKA, J. (1958): On the Kuroshio near the Izu Island. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 14 (1), 11-14.
- FUKUOKA, J. (1960): An Analysis on the Mechanism of the Enshu-nada. *Oceanogr. Mag.*, 11 (2), 127-143.
- 川合英夫・坂本久雄・百田方子 (1969): 黒潮表層水の収束発散に関する研究……… 1

南西海区水産研究所研究報告, 第1号 1-14.

川合英夫・坂本久雄(1969): 黒潮表層水の収束発散に関する研究 ..... II

南西海区水産研究所研究報告, 第2号 19-38.

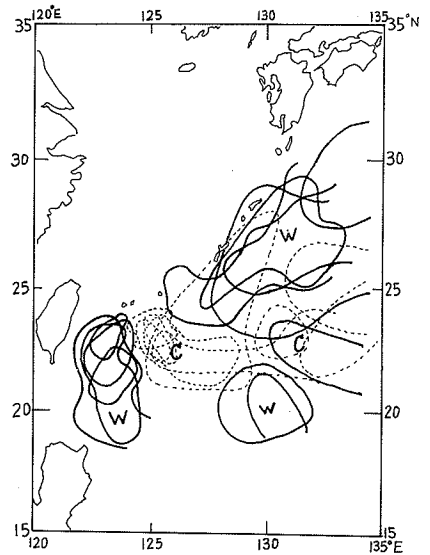
#### 4. 南海域に於ける最近の黒潮の動向

二 谷 穎 男 (海上保安庁水路部)

##### 1. 南方諸島南東海域の海流系

この海域で系統的に行なわれた海洋観測は比較的少ない。戦前戦中の1939, 1940, 1942年(水路部)のもと、黒潮共同調査(CSK)の初期の頃(1965~1968頃)のものが比較的シノブチックである。従ってこの海域の海況は複雑であるにも拘らず、知られていないことが極めて多い。例えば、黒潮の一分枝と考えられる北東流がほぼ恒常的に存在するか否か、また近時発見された亜熱帯反流の源泉はこの海域に存在する筈であるが、どのような機構で存在するのか等は重要であるにも拘らずその実態は明瞭でない。

第1図は1940年及び1965~1968年の、主として夏期に於ける暖水渦と冷水渦の分布を示すものである。年によって差はあっても、その存在場所はかなり一定に近いといえるだろう。北赤道海流及び黒潮の右側の最高暖水帯の中で特に顕著なものが閉じて暖水渦となり、図の範囲の中では、 $20^{\circ}$  N,  $130^{\circ}$  E付近、ルソン海峡及び台湾の東方、沖縄島~奄美大島の南東付近にほぼいつでも存在する。又これらの中に二、三の冷水渦が存在する。特に上記第2, 第3の暖水渦の間に存在する、石垣島及び宮古島南方の冷水渦は安定性がある様である。第2図は過去から1970年までの総ての資料を用いて、1,000デシパール基準の力学深度偏差の高低図であり、緯度経度の1度方形毎の統計的平均値(米国海洋資料センターの計算に依る)から作成したものである。概略的には第1図と同じ様なパターンを示す様である。こゝに興味のあることは、南西諸島の南東には力学深度アノマリーの峯と谷がほぼ



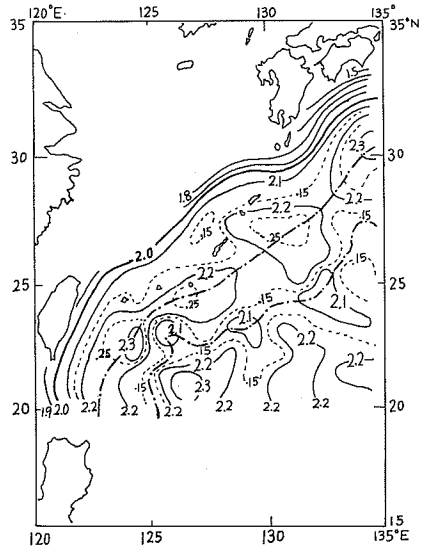
第1図 南西諸島東南海域の暖冷水渦の分布(1940, 1965~1968)

実線: 暖水渦, 点線: 冷水渦

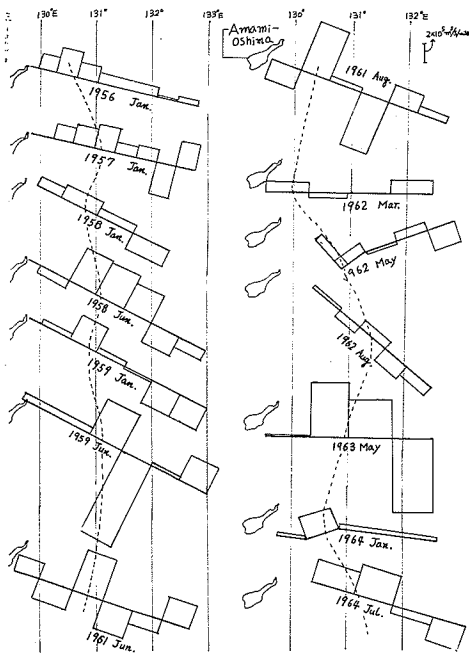


諸島に平行して連続していることである。

この図をマクロ且つ平均的に見るならば、南方諸島のすぐ南東には諸島に沿う北東流（黒潮分枝）と、更にその南東側の南西流（黒潮反流と考えてよい）、更に谷線の南側の北東流（亜熱帯反流か？）の存在が裏付けられる。勿論この図は季節を無視し且つ何十年かの平均値であり、又資料の少ない所（一般に図中の南東部）は1度方形に数個の観測値しかない事もあるので、第1図の様に個々の時期のものとは差があることを考慮しなければならぬ。然しながら両図にはいくつかの暖冷水渦が存在し、実際の流れは上述の様な簡単なパターンよりもより複雑であり、例えば黒潮分枝や亜熱帯反流等の origin については簡単に述



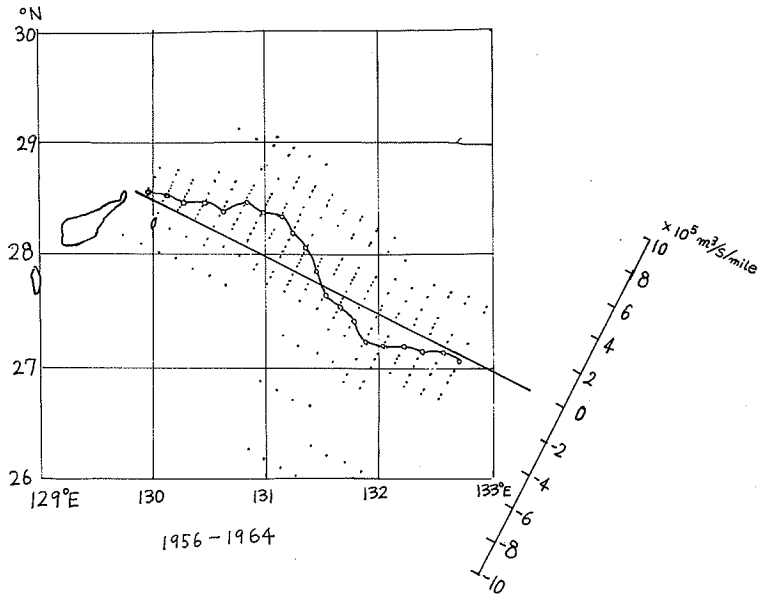
第2図 南西諸島東南海域の力学高低図  
(1,000 db基準)



第3図 奄美大島東方の流量変動  
(1,000 db基準) 1956-1964年

べられる様なものではなく、今後の調査研究に俟たねばならない。

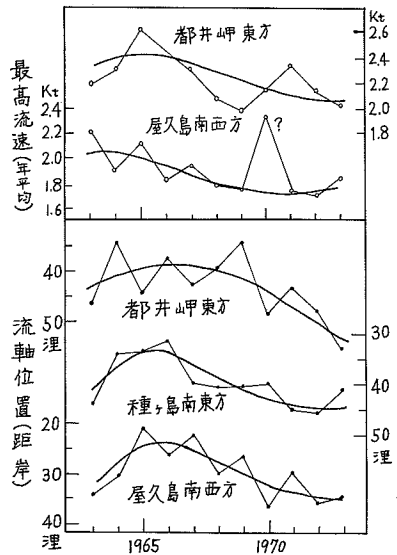
1956~1964年に於ける奄美大島東~南東に延びた測線に直角な地衡流量成分(1,000 db基準)を第3図に示し、これを総合したものを第4図に示す。両図から、奄美大島から東南東に延びた線と $132^{\circ}E$ 及び $133^{\circ}E$ との交点付近が、北東流(黒潮分枝)と南西流(黒潮反流)の中心に相当する事が明瞭である。前者は平均で $14 \times 10^6 m^3/sec$ 、後者は $10 \times 10^6 m^3/sec$ の流量を有し、東支那海を北東進する黒潮主流の $\frac{1}{2}$ 及び $\frac{1}{3}$ に達する相当な海流と考えるべきである。尚この分枝流の流量変動は上記主流の変動と位相がほぼ逆であり、又九州南方の黒潮流量とはほぼ同相位であることは既に述べられている(二谷, 1972)。



第4図 奄美大島東方の流量統計 (1,000 db 基準)

## 2. 九州南方及び東方の黒潮変動

本節では主として水路部の実施している月2回の海流通報の資料を基礎にして最近10年の黒潮変動現象を考察する。第5図から明らかな様に、屋久島南西、種子島南東及び都井岬東方では、ほど1965~1966年頃を中心に流軸が最も接岸し、現在(1973年)は最も離岸している時期に相当する。一方G.E.K.で測定されたものうちの最高流速(年平均)は1963~1965年頃にピークが現われ、現在は最も流速が小さいか又はやや上向きの状態である。更に油津及び土佐清水での年平均水位は1962~63年頃に最小があり、現在は最高か又は下向きの状態である。この様な変動の理由については、この海域だけでなく、日本南岸は勿論、黒潮の源に遡った亜熱帯海域に及ぶ範囲をも含めて、気候長期変動とも関

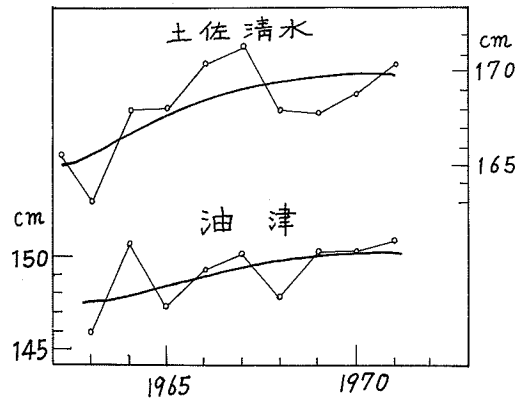


第5図 黒潮長期変動 (1963~1973)  
 上図: 最高流速 (G.E.K.) の年平均変動  
 下図: 流軸 (距岸) の年平均変動

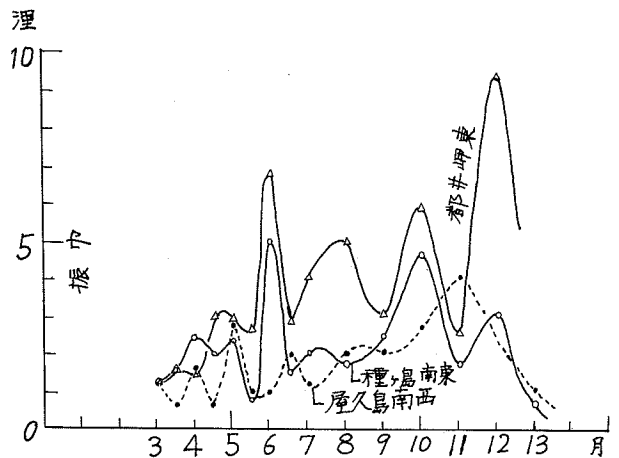
連して究明されねばならぬ問題であろう。たゞここで注目される事は、流速が強ければ流軸は一般に接岸し、沿岸水位は低下すると云う関係が見出される事である。尚この事は一般に本州南岸の黒潮流域すべてでよく見出される。最高流速は表面流量（平均流速×黒潮の平均巾）にほぼ比例すると仮定すれば、流速と沿岸水位との上述の関係については、既に異常高潮位の原因の一つとして著者によって指摘されている。又流軸が離岸すれば沿岸水位が上昇する原因の一つとして、岸と黒潮の間の反流の発達が発達することも事実であろうが、それにしても流速（又は表面流量）と流軸との関係の原因についてはよく判らない。

次に数ヶ月周期の黒潮流軸変動について考察しよう。第7図は1963～1971年の9年間の流軸位置の毎月平均値から調和分解した結果である。屋久島南西を除けば、種子島南東及び都井岬東では、その変動量は余り大きくないが、6、8、10、12ヶ月の周期が卓越しているようである。図示はしなかったが足摺岬南方や御前崎南方の本州南岸沖での流軸の位置変動には、4、6、8、12ヶ月のものが著しい。又、油津に於ける平均水位にも4、6、8、12ヶ月周期が顕著である。この事は上述の長期変動に於て、流軸と沿岸水位の関係が見出される事からも予期されるところである。

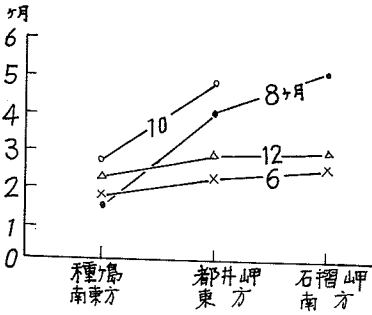
次にこれらの位相角について考える（第8図では各位相角を月に換算してある）。卓越周期によっても異なるが、種子島南東から足摺岬南方にかけて平均約2ヶ月の位相のずれが存在する。又第9図から明らかな様に屋久島南西、種子島南東、都井岬東の順に、ほぼ1年に2～3回位の流軸の離岸が伝播し、平均では屋久島南西から種子島南東まで、及びそこから都井岬東方まで夫々約1.5ヶ月で進行する。離岸距離の大きさも上記の順に発達して、種子島沖で



第6図 沿岸年平均水位変動（1963—1971）



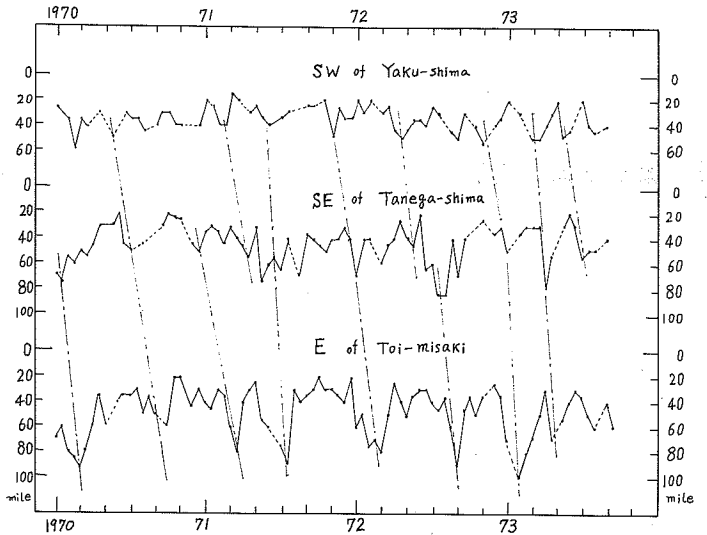
第7図 黒潮流軸変動の振幅



第8図 黒潮流軸変動の位相角

も、この様な伝播現象が東支那海域の黒潮本流又は南西諸島南東の黒潮分枝にも存在するか否かについて調査を進めて行くことが望ましい。

の離岸にはかなり顕著な冷水渦を伴い、これが土田・山形等(1969)の種子島沖冷水である。この様な現象は一種の波動と考えられ、黒潮の上流から下流に向かっての伝播は本州南岸の黒潮域一帯に存在することも知られている。そこではロスビー進行波としての説明も試みられている(著者に依れば遠州灘沖の定常的大冷水塊の存在しない期間では平均約5-6哩/日の速さで東進する)。これら中期変動現象も当海域の問題であると共に、黒潮全体についての興味ある問題である。従って今後は当海域は勿論、本州南岸の黒潮変動の予報可能性の見地から



第9図 九州南方及び東方の黒潮流軸距岸距離変動 (1970-1971)

文 献

Nitani, H. (1972): Beginning of the Kuroshio. Kuroshio-Its Physical Aspects. Univ. of Tokyo Press, Chap. 5, 129~164.

二谷 顕男 (1973) : 黒潮システムの表面流量と沿岸水位. 海洋科学, 1973年4月号  
(通巻42号), 55-59.

Takahashi, T. and M. Chaen (1969) : Oceanic condition near the  
Ryukyu Islands-II. — Oceanic conditions on 125° E in  
Spring and Summer of 1966. Mem. Fac. Fish., Kagoshima  
Univ. Vol. 18, 99-114.

土田武雄・山形忠和 (1969) : 種子島沖冷水について. 海と空, 44, 81-89.

Uda, M. and K. Hasunuma (1969) : The eastward Subtropical  
Countercurrent in the western North Pacific Ocean. Jour.  
Oceanogr. Soc. Japan, 25, 201-210.

Yoshida, K. and T. Kidokoro (1967) : A Subtropical Counter-  
current in the North Pacific. — An eastward flow near  
the Subtropical Convergence. Jour Oceanogr. Soc. Japan,  
23, 88-91.

## 5. 東シナ海の海況

進 士 福太郎 (長崎海洋气象台)

他の方との重複をさけるため, 今回は最近当課で行なわれた (いる) 2~3の調査について, 概要を紹介したい。

- 1) 東シナ海の表面水温の旬・月・季節別累年平均図 (20年間・1953~1972)
  - 2) その前月差・年較差図
  - 3) 20年間月別累年平均値とこの間の前半10年・後半の10年間の月別平均値との差図以上は, 佐原勉が中心になり調査したものであるが, 注目されることは, 最近の低温化であろう。資料は当台発行の“西日本海況旬報”の原図から読みとったものである。
2. 東シナ海の冬季と夏季の50mと200mの水温・塩分・溶在酸素量の累年平均図 (20年間・1951~1970)

この調査は, 土田武雄が中心になり調査したものであるが, 概要は次のとおりである。

- 1) 50m水温は冬季より夏季の方がやや傾度が急で高温であるが, 塩分はやや低鹹である。
- 2) 200mの水温と塩分は, 冬季・夏季とも同程度である。
- 3) 溶在酸素量は, 50mも200mも夏季より冬季の方が豊富であり, 夏季50mの大陸棚寄りには貧乏がみられる。

なお、20年間の資料で黒潮域・対馬暖流域・大陸沿岸水域の3地点の、水温・塩分・溶在酸素量の標準偏差を算出している。

使用した資料は、当台の定期海洋観測資料である。

### 3. 東シナ海の潮汐流

この調査は、山野省三が中心になり調査しているものであるが、概要は次のとおりである。

- 1) 東シナ海の潮汐流の流向の時間的变化は、概ね時計回りである。
- 2) 東シナ海中央部の潮汐流は、日周潮流より半日周潮流の方が大きく、潮流長円は円型に近い。
- 3) この半日周潮流を使用すれば、中央部のある地点の潮汐流を概ね知ることができる。

なお、あらかじめ基準とする港との関係を調べておけば、海難などにも応用できるであろう。

資料は、当台と海上保安庁水路部の資料である。

### 4. 東シナ海の有機物のついたニゴリ

この調査は、松崎正夫が中心になり栄養塩測定との関係から始めたものであるが、概要は次のとおりである。

- 1) ニゴリのあるところの水色は、緑色から灰褐色を呈している。
- 2) ニゴリは浮遊する微砂泥に生物の破片などがからんだものである。
- 3) 底層ほど濃度が大きい。
- 4) 比色分析の妨害はニゴリの量と一定の関係がある。

資料は当台の資料である。

## 6. 東シナ海の家況変動と漁況

近 藤 正 人 (南西海区水産研究所)

玉 井 一 寿 (西海区水産研究所)

(原稿未着)

## 7. 南海域における卵・稚仔輸送機能としての黒潮

藤 本 実 (東海区水産研究所)

はじめに

沿岸重要資源と一般に呼ばれるアジ・サバ・イワシ類の再生産および資源量変動は発生初期のいわゆる critical period における卵稚仔の生残率に大きく影響されるといわれている。

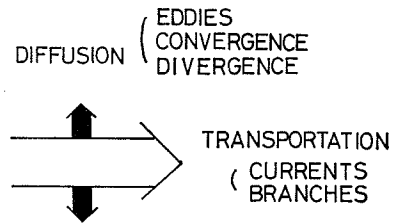
この発生初期の生残率に影響する要因として浅見<sup>(1)</sup>は、餌の問題、捕食関係(外敵)など生物学的諸問題、水温・塩分ひいては浸透圧の変化など生理生態学的問題および波浪や不適正な環境への輸送による死亡など物理学的問題があることを指摘した。

東海区水産研究所海洋部では、昭和41年から同43年にかけて黒潮共同調査に参加したのを契機として、当研究室の研究課題の3本柱の1つ<sup>(2)</sup>として、卵稚仔輸送拡散機構としての黒潮の調査研究を実施してきている。この調査は、特殊目的調査であり、従来からの海洋観測とは多少異なった実験的の海洋調査や、卵稚仔の海洋における輸送拡散に対応した時空間で海洋現象を捉えるため、多船による短期反復調査を行なった。

この結果、興味ある現象の把握ができた反面、基礎的な海洋調査としては不十分な面も生じてきた。ここでは、こういった方向からの反省を含めて、得られた結果の概要と反省すべき点、今後の問題点についてふれてみたい。

### 1. 海流の輸送機能の考え方と具体的な方法

海流の輸送機能を模式的に第1図に示す。海流の輸送機能には大きく分けて2つの働きがあると考えられる。1つは、漂流物を海流の上流から下流に、すなわち流れと平行に運ぶ機能で、これは通常海流と呼ばれている大規模なものそれらの分流(分枝流)も含めて考える。ここでは、この機能を“輸送機能”と称することにする。輸送機能は一週間単位の比較的短期間の機能と、卵稚仔の輸送が成就されると推察される約2ヶ月程度の長期間の機能を考え、前者については、時空間的に密な調査定線を設けて数隻の調査船で反復調査をしたり、海流瓶や海流板を追跡することで把握し、後者については、それぞれの調査定線上で可能な限り密に海流瓶を投入し、その漂着の結果から漂流の中間経路を推定する方法をとった。



第1図 海流の輸送拡散機能(模式図)

海流の機能の他の一つは、海流を横切る方向への運搬機能で、潮目付近にみられる収束発散や島嶼による渦流の作用などが考えられる。これら海流を横切る海水流動を我々は海流の“拡散機能”と称

して“輸送機能”と区別したが、この流動を測定する海洋測器はまだないので、これについては大規模な染料拡散実験を洋上で行ない、この結果から推算する方法を採用した。

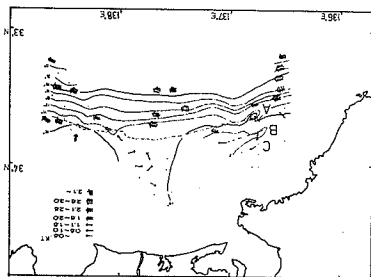
以上のように海流の輸送機能と拡散機能を別々に測定、推察し、最後にこれをまとめて海流の輸送機構を総合的に検討すると同時に、それぞれの機能を増大あるいは減少させる要因をも明らかにしていこうとするのが、本調査の目的であった。

## 2. 短期間の“輸送機能”の具体例と問題点

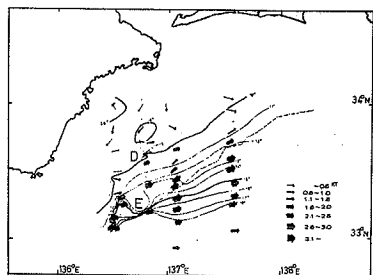
第2, 3, 4図は、昭和41年7月27日から8月15日にかけて約1週間おきの3回の反復調査から、200 m層水温分布と海流瓶の投入点、海流瓶追跡の航跡を示したものである。昭和41年7月27～30日の黒潮はほぼ当海域を真東に流れていた。約1週間後の同年8月3～6日の黒潮は、遠州灘沖合でやや北東～東北東の流向を示していた。ところが、さらに約1週間後の観測で把えられた黒潮は大王崎沖で大きく離岸し、遠州灘を大きく迂回した後、伊豆諸島西側海域を石廊崎に向けて北上しており、前2回の調査結果と比べるとかなり大規模の流軸位置の変動が生じたことが判る。

つぎに、この3回の反復調査で投入した海流瓶の漂着状況をみてみよう。

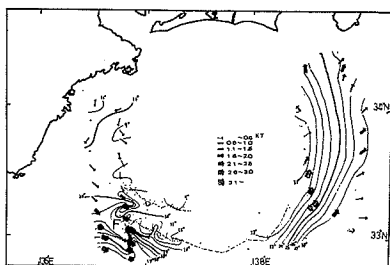
表はそれぞれの観測点で投入された海流瓶の拾得場所、所要日数および拾得枚数が一覧されるようになっている。7月28日投入のA点の海流瓶は投入後10日前後過ぎてから豆南～房総沿岸で拾得されたが、約25日経過すると、犬吠崎以北の鹿島灘沿岸で拾得されるようになる。B, C両点の海流瓶の拾



第2図 200 m層水温分布(°C)および表層海流分布 昭和41年7月27～30日 蒼鷹丸, 俊鷹丸



第3図 200 m層水温分布(°C)および表層海流分布 昭和41年8月3～6日 蒼鷹丸, 俊鷹丸



第4図 200 m層水温分布(°C)および表層海流分布 昭和41年8月10～15日 蒼鷹丸, 俊鷹丸



表. 海流瓶の拾得場所、経過日数および拾得枚数

		拾 得 月 日										
投 入 月 日	投 入 点	拾 得 場 所	July	August						September		
			28-31	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-31	1-5	6-10	
			経過日数									
			1-3	4-8	9-13	14-18	19-23	24-28	29-34	35-39	40-44	
July 28	A	大吠崎以北 豆南～房総			1	2	2	2	1	2	1	1
	B	大吠崎以北 豆南～房総			1							1
	C	豆南～房総 遠州灘	7	1		1				1		
			経過日数									
Aug. 4	D	豆南～房総 遠州灘		1	2-6	7-11	12-16	17-21	22-27	28-32	33-37	
			経過日数									
Aug. 5	E	豆 南			1-5							
			経過日数									
Aug. 11	F	熊 野 灘					5-9	10-14	15-20	21-25	26-30	
			経過日数									
							23	22	2	2	1	

得報告も豆南～房総以北の沿岸で拾得されるが、A点より沿岸よりのこの2点の方が拾得成績が悪い。この表で最も興味をひくのは8月11日F点で投入された海流瓶の漂着である。G. E. K. の測定結果が120°, 2.3 kt のこの地点で投入された海流瓶はすべて熊野灘沿岸に漂着している。この海流瓶については、7時間余の追跡調査を行ない、ESE方向に2.5 kt で漂流しているのを見届けていることから、これらの海流瓶は一旦黒潮に沿って遠州灘を大きく迂回し、駿河湾沖に達したのち、伊豆諸島沿いに北上、ここから黒潮から離れて、遠州灘を西に向い、熊野灘に達したものと推定できる。第4図に見られるように黒潮が遠州灘沖で大きく離岸した場合、遠州灘沿岸海域に西向流が卓越することは、従来からよく言われていることであり、漂流物の漂着が局所的に限定されてなされる場合に、この西向流が重要な働きをすることは明らかなようである。ちなみに、このように経路を推定して得られる平均漂流速度は、約1.5 kt で、現実に存在の可能性ある値となる。F点は黒潮の強流帯よりやや岸寄りに位置しており、最近服部<sup>(3)</sup>が指摘しているように、黒潮に沿って帯状に分布する卵稚仔の育成場への到達を考慮する際の重要な海洋情報といえるのではないだろうか。

次に、8月4日のD点の海流瓶が、黒潮の蛇行を生じた8月9～10日<sup>(4)</sup>から約3週間程経過して豆南・房総海岸に漂着した現象も、前記の黒潮の変動に伴って遠州灘海域全般にわたる流況に大きな変化があったこと、さらに遠州灘をめぐる環流の存在を立証するものとして興味のある現象といえる。

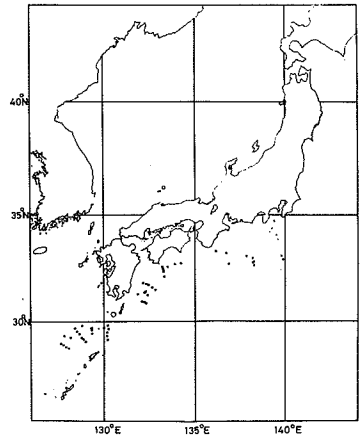
以上述べたことは、卵稚仔の輸送拡散に関する情報としては、仲々興味あるものであるが、卵稚仔輸送に関する黒潮の短期変動の効果としては必要条件であっても、十分条件でないという弱点がある。しかも、7月23日から8月15日というごく短期間に、2隻の調査船を動員して、従来になく密に調査した結果、たまたまそうした現象を把握することができたといえるので、このきわめて偶然性の強い結果を、実際に卵稚仔輸送拡散、ひいては資源の再生産の予察へと一般性を増していくにはさらにもどのような企画をたて、調査研究を進めていけばよいか今後検討すべき問題である。

### 3. 長期にわたる“輸送機能”の具体例と問題点

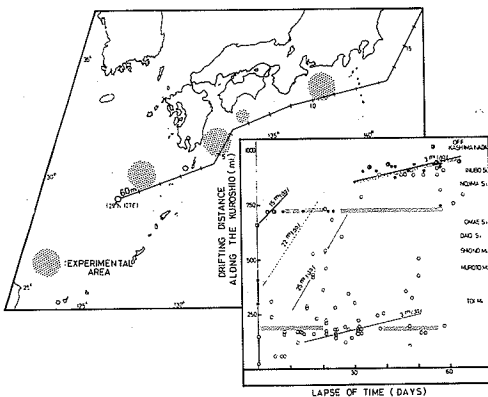
この輸送機能の調査は主として海流瓶（海流クラゲも含む）によることは、前に述べた。ここでは、その例として、黒潮上の漂流物が、海域によりどのような漂流状況を示すか、その漂流を特徴づけるものは何であるかにふれてみたい。

第5図に昭和40年～43年の黒潮流域における海流瓶調査地点を示した。このうち、昭和40年の10月実施を除くと、他はいずれも7～8月の夏期に投入したものである。

いま、これらの点で投入された海流瓶の漂着をまとめて第6図に示した。図中の左上図は主たる調査海域と、漂流距離算出のための原点（29°N, 127°E）を示したもので、右下図の縦軸には、原点から投入3海域の幅（湊）を太線および丸印で



第5図 九州南西～琉球南海域の黒潮流域における海流瓶投入点  
昭和40年10月, 同41年8月, 同42年8月, 同43年8月 蒼鷹丸, 後鷹丸, 陽光丸



第6図 黒潮流域で投入された海流瓶の漂流距離と拾得までの経過日数との関係

示し、横軸は投入から拾得までの経過日数をとってある。拾得資料としては、投入後60日以内の拾得を採用した。右下図中の点線状の帯は、漂流経路を横切るように存在する琉球海嶺（下側）および伊豆マリアナ海嶺（上側）の存在位置を示してある。

まず、遠州灘海域で投入された瓶の漂着結果をみると、これらの海流瓶は投入後、間もなく伊豆諸島周辺で拾得され、その平均漂流速度は1.5 哩/日である。また、これらの海流瓶は、投入後30～60日経て、犬吠崎以北の鹿島灘沿岸に漂着する。平均漂流速度は3 哩/日である。

四国沖および九州東岸日向灘沖の黒潮域で投入された海流瓶は、投入後約10日程経って伊豆諸島近海に達する。その漂流速度は、2.2 哩/日と速く、九州東岸より伊豆諸島近海に達するのに、約1.5日かかることになる。これらの海流瓶の拾得は、投入後約30日までは伊豆諸島近海でみられるが、30日を経過すると、その漂着先は房総・鹿島灘沿岸に限られてくる。そして、その漂着数は伊豆諸島近傍のそれより多く、投入点からの漂着速度は3 哩/日と低下する。一方、九州南西海域の黒潮流域で投入された海流瓶の漂着は2つの系統に分けられる。1つは、トカラ海峡を抜け、太平洋沿岸で拾得されるグループで、他の1つは、大隅諸島、奄美諸島および九州南岸に漂着するグループである。前者の伊豆諸島までの漂流速度は約2.5 哩/日と一番大きい速度を示し、投入後約30日での近海に到達する。以後は、30～60日経過して房総～鹿島灘に漂着する。当海域への漂着速度は3 哩/日と極端に低下する。一方、後者の漂流速度は約3 哩/日で、前者と好対照な結果を示す。このグループの海流瓶は、投入後40日位経って太平洋岸に流出し、時間の経過と共に下流沿岸に漂着しながら、約60日後には伊豆諸島を抜けて房総海域に漂着する。

以上の結果で注目すべき点は、琉球海嶺から伊豆マリアナ海嶺にいたる黒潮域の漂流物は、ほとんど直線状に漂流すること、琉球海嶺近傍海域および伊豆マリアナ海嶺を越えた海域に漂着する海流瓶の漂流速度はいずれも3 哩/日ときわめて小さいこと、遠州灘海域、日向灘海域および九州南西海域から、海流瓶漂着の一番多くまとまってみられた房総～鹿島灘沿岸への漂着状況をみると、距離の遠近にかかわらず、30～60日経過して到達していることである。以上の結果は、黒潮の輸送機能を考慮すると、薩南から東海区への補給の可能性が十分ありうることを示唆している。

ここで問題になるのは、著者ら<sup>(5)</sup>も指摘したように、卵稚仔の生存可能な漂流期間あるいは海流による漂流の有効期間がどのくらいであるかという、生物生態学的な問題である。

卵稚仔の輸送を考える場合、是が非ともまず明らかにされるべき重要課題で、この方面の成果によっても、海流による輸送機構に関する環境研究の考え方も、当然のことながら、修正されなければならないと考える。

いずれにしても、黒潮を横切るように横たわる2つの海嶺は、黒潮の輸送機構ひいては、資源の再生産に好影響を及ぼしていることは間違いないことと思われる。

それでは、これらの海嶺が黒潮に及ぼす影響の実体はどのようなものであろうか。

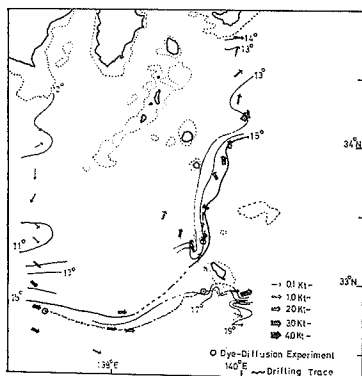
東海区水研海洋部では、これを明らかにするため何度か特殊目的調査の企画をたてて、観測を実施しようとしたが、残念ながらいずれも台風など気象条件のため実行し得てない。

次章でこの問題に取組むきっかけとなった昭和42年の観測結果を紹介するに留める。

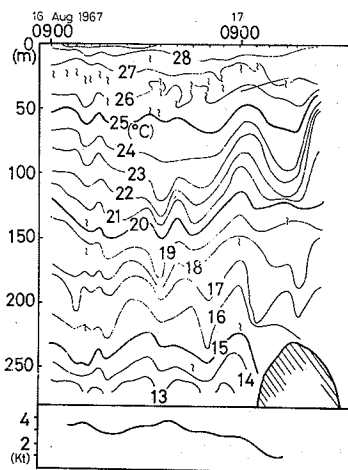
#### 4. 伊豆マリアナ海嶺近傍の黒潮

昭和42年8月2日、九州南東海域から豆南海域にかけての黒潮表層水の流動を一貫して追跡調査

するため都井岬沖から追跡を開始し、8月7日遠州灘沖合に達した。この間の所要時間は、5日4時間、平均漂流速度は6.4 浬/日であり、この海域で漂流物は黒潮およびその隣接流によってほぼまっすぐ東へ流去することを確かめた。この調査は、一貫して伊豆マリアナ海嶺まで実施する予定であったが、台風のため一時中止せざるを得ず、同月15日より御前崎沖から追跡調査を継続した。第7図



第7図 表層水追跡調査経路、200 m層水温分布(°C)および表層海流分布  
昭和42年8月15~19日  
蒼鷹丸



第8図 鉛直水温アイソプレスおよび表層水平平均漂流速度(3点移動平均)  
昭和41年8月16~17日  
蒼鷹丸

に黒潮横断定線および表層水追跡の経路を示した。

追跡距離は85 浬、追跡時間3.4時間であった。第

8図に追跡中に実施したBT観測によるアイソプレスと表層水の移動平均(3点)漂流速度を示した。御前崎沖では3.6 ktの強流を示したのに、八丈島に近づくにつれ速度が減少し、八丈島南の浅瀬ではついに1 kt以下となった。強流の存在を確かめるため、追跡調査終了点より南東および北西に観測を設定したが、御前崎沖の黒潮に匹敵する黒潮は見出せなかった。さらに、追跡調査を打切って野島崎に向い観測で、三宅島東北東2.5 浬付近に4.2 ktの強流を見出している。御前崎沖では典型的な黒潮強流分布および鉛直水温構造を示していたのが、下流域の伊豆諸島近傍では、きわめて不明瞭な水温構造、流況を示し、さらに下流域の伊豆諸島東側海域で、御前崎沖における黒潮より強い流れを示していたということは、従来あまり知られていなかった興味ある現象で、海嶺の効果がどのように黒潮に及んでいるかのメカニズム、それに伴う表層水の挙動の実体はいかなるものであるかという問題があらためて浮彫りにされたといえる。

最近海況変動に関する海底地形の影響の効果が注目されるようになってきたが、同様に水産資源の再生産に関しても重要な意味をもつと思われる海流に対する海嶺効果を、水温や塩分、流動などの実

測をもとに、明らかにしていきたいものである。

### 5. “拡散機能”と問題点

黒潮を横切る海水の流動を調べるためには、ウラン<sup>235</sup>溶液400ℓを調査船から投入し、これを航空機から垂直に写真撮影して得た染料雲の映像から、海水の拡散の目安とする方法を採用した。

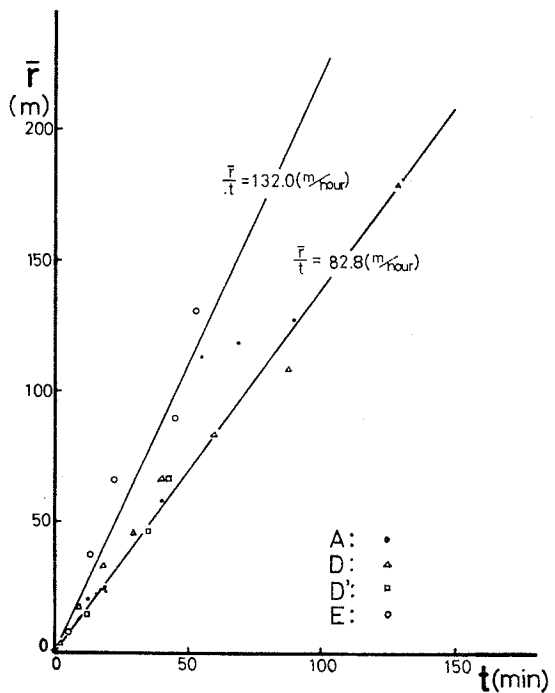
第9図は、これらの写真から求めた染料雲の面積を円に換算して得られた半径の時間変化を示したものである。染料雲は、1時間に83～132mの割合で広がっていく。表層中を浮遊する卵稚仔が、染料雲の広がりと同時に拡散していくものとする、例えば潮岬沖のパッチは豆南～房総海域ではどの位に広がるであろうか。いま黒潮の流速を2ノット、3ノットと仮定して計算してみると、豆南～房総海域のパッチの半径は前者の場合、10Km～16Km、後者の場合7～11Kmとなつて、黒潮がよほど接岸していない限り、黒潮の拡散機能によってのみでは沿岸域に達し得ないことになる。

染料拡散実験は、考慮している漂流期間に比べれば比較にならないほど、短時間の実験にしかすぎず、果してこの結果を時間的にそのまま延長して議論して意味があるかどうか、潮目付近に見られる収束発散域での実験結果はどうなるか、

海嶺から海面に突出する島嶼近傍では実験の結果がいかに出るか、気象の影響はどうであろうかなど、残された研究課題も多く、今後より多くの実験を行ない検討する余地がある。

### 6. 黒潮表層水への卵稚仔の添加

今まで述べてきた黒潮の“輸送機能”、“拡散機能”は、どちらかという、黒潮上の漂流物がどのように沿岸に達するかのみを問題にしている。ところが、本研究で対象としているアジ、サバ、イワシ類は沿岸性魚類であつてその再生産は黒潮の内側域で成就される。黒潮が稚仔の産卵場から成育場への移動の一端を担っているとするならば、当然黒潮内側域で生まれた卵稚仔が黒潮にどのようなメカニズムで乗り移るのかを問題とせねばならなくなる。このことは、海洋学の面からみると、沿岸



第9図 染料雲を円に換算して得られる半径の変化

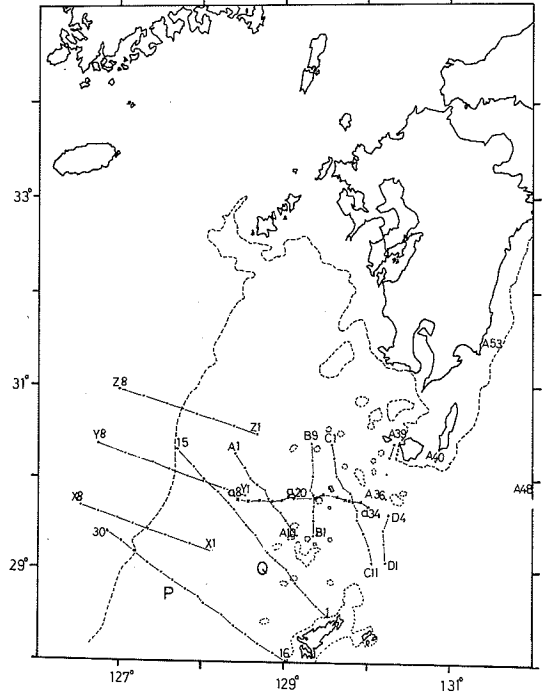
水と黒潮の混合作用，相互作用のメカニズムを明らかにすることである。

そこで，昭和 4 3 年 7 ～ 8 月に実施した黒潮の海嶺による擾乱調査（前述のように本調査の当初の目的は台風のため失敗に終わった）の際に海洋調査資料から得た大陸沿岸水と黒潮表層水との混合に関する情報を報告する。第 1 0 図に昭和 4 3 年 7 ～ 8 月に水産庁で実施した定線調査点（黒点）および黒潮表層水追跡経路（×印）を示した。追跡距離は約 8 9 浬，追跡時間は 2 日 4 時間，平均漂流速度は 4 1 浬／日であった。

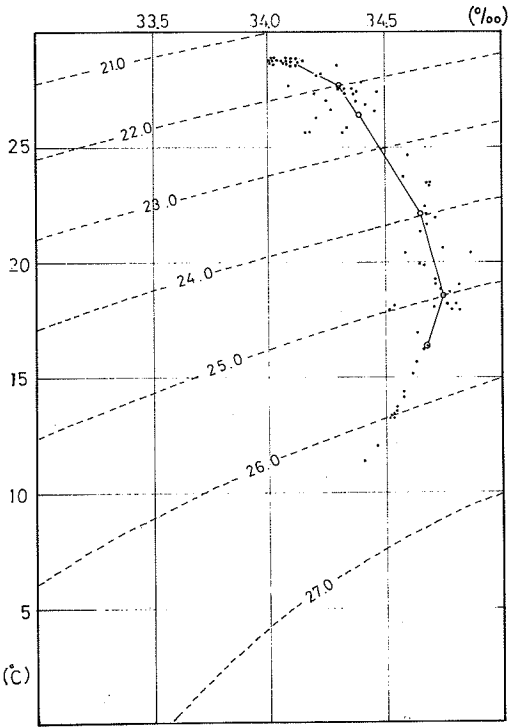
この追跡中に 4 時間毎に表面～ 3 0 0 m の採水測温を実施したがこの全測点全観測層の水温・塩分をプロットしたのが第 1 1 図の T - S ダイアグラムである。図中の実線は各層の平均値を示している。追跡距離，追跡時間および漂流速度から，この T - S ダイアグラムの集合は，当海域の平均的黒潮上層水塊（K 水塊と称する）と判断することができる。いま，この水塊を判り易く点線で範囲を定め，第 1 0 図の最南端定点（P 線；St. 1 6 ～ 3 0）およびトカラ海峡西側定点（C 線；St. C<sub>1</sub> ～ C<sub>10</sub>）の T - Cl ダイアグラムをまとめて示したのが第 1 2，第 1 3 図である（第 1 2，1 3 図は T - Cl ダイアグラムであるのに注意）。

第 1 2 図から，P 線では K 水塊の出現は全くなく，東シナ海系水と北西太平洋上層水とが相接している様子がはっきり判る。P 線の測点間隔は，約 1 0 浬であるから，P 断面では K 水塊は少なくとも 1 0 浬幅以上の分布を示していなかったと判断できる。

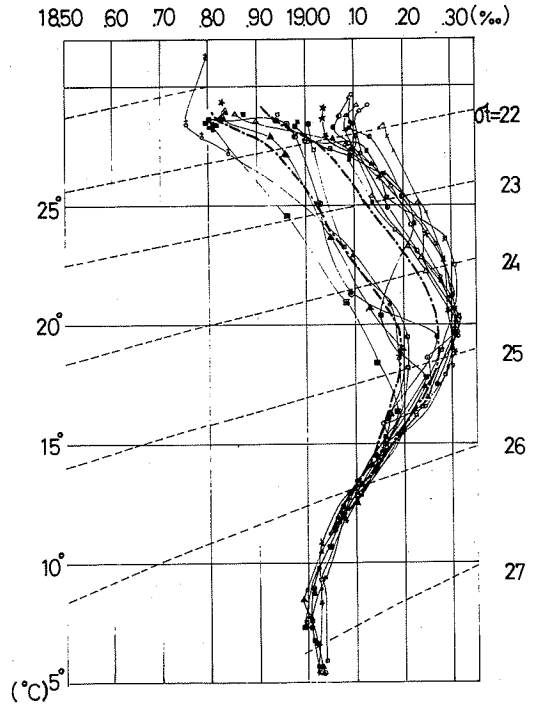
一方，C 線を見ると C 線に出現する上層水はほとんど K 水塊で占められている。C 線は，C<sub>1</sub> から C<sub>11</sub> まで約 8 0 浬であるから，P 線で 1 0 浬以下（あるいは存在しなかったかも知れぬ）であった K 水塊が，わずかに 1 4 0 浬離れた C 線で，少なくとも 8 0 浬幅の分布をするに至ったことになる。追跡開始海域は，東シナ海大陸棚沿いに北東流してきた黒潮が大陸棚を離れ，太平洋に流出する途中経



第 1 0 図 表層水追跡調査経路および黒潮横断観測定線図  
昭和 4 3 年 8 月 2 日～ 8 月 1 2 日  
蒼鷹丸，俊鷹丸，陽光丸



第11図 黒潮表層水塊 (K水塊) の出現  
昭和43年8月10~12日  
蒼鷹丸

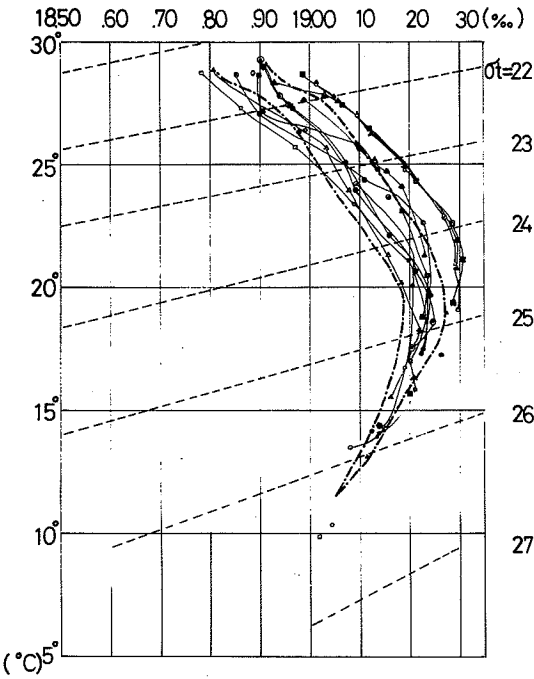


第12図 奄美大島北西定線 (P線) に出現した T-S ダイアグラム  
昭和43年8月8~9日 俊鷹丸

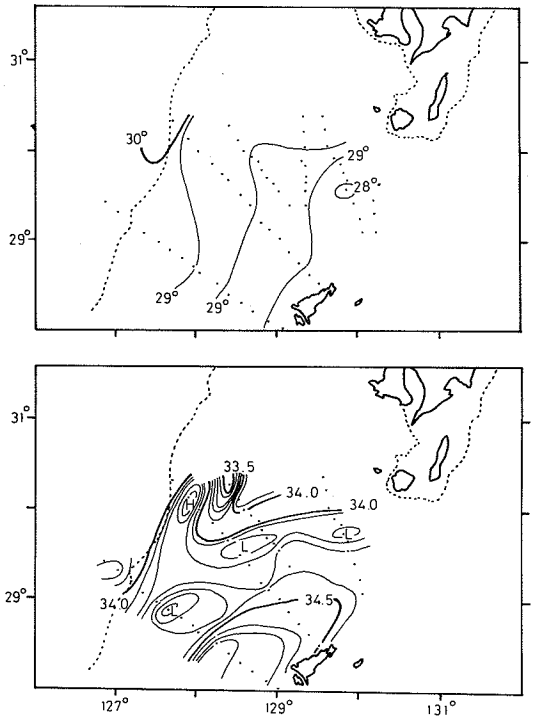
路に該当しており、この間に黒潮上層水は東シナ海大陸系水と盛んに混合しながら変質し、新しい特性を有するようになって太平洋に流出するといえる。図は省略するが、昭和43年同月の気象庁長風丸の観測によると、沖永良部島北西定線 (X1~3) の T-S ダイアグラムは、P線のそれと全く同様の分布を示す。

また、日本南岸 (遠州灘~豆南海域) の同年同月の黒潮の T-S カーブをみると、K水塊に良く一致する。

それでは、この表層の混合はどのようなメカニズムでなされると考えたら良いであろうか。これについての詳細は、今後の調査に待たざるを得ないが、著者の有する断片的な資料を情報として提供しておきたい。図14は、昭和43年8月の表面水温と塩分分布である。夏場のことで、表面水温分布は不明瞭であるが、塩分分布をみると34.1‰台の低塩分水が黒潮に沿って東北東にパッチ状に分布するのが判る。このパッチ状水塊の黒潮への取り入れが、上記のK水塊形成のメカニズムに重要な役割を果していると考えられる。



第13図 トカラ海峡西方定線(C線)に出現したT-Cダイアグラム  
昭和43年8月11~12日  
俊鷹丸



第14図 表面水温(上)および塩分(下)分布  
昭和43年8月8~12日  
俊鷹丸, 蒼鷹丸

おわりに

以上, CSKの一環として東海区水研海洋部で行なってきた卵稚仔輸送機構としての黒潮の研究の概要を紹介した。

当初の調査海域は, 東海区であり, 逐次南海区, 薩南海区と文字通り(時の)流れに逆って, やつと産卵場という出発点にたどりついたという, 多少不細工な調査ではあったと思うし, 生物調査は全く無視する(せざるを得ない)という片肺調査ではあったが, 資源再生産に関する数々の情報を得ることができた。

幸いなことに, 当海洋部は昭和48年度から科学技術庁の特別研究促進調整で, 「東シナ海に関する総合研究」の一端を担うことになった。今までの蓄積を参考に, 反省すべき点は大いに反省し, 黒潮の卵稚仔取込みのメカニズム解明に当らうと思っている。皆様のご意見・ご批判を仰ぐ次第である。



引用文献

- (1) 浅見忠彦 1962 : 太平洋南区のカタクチイワシ *Engraulis japonica* (HOUTTUYN) に関する研究. 南海区水研報, 45, 1~30.
- (2) 平野敏行ほか 1966 : 東海区水産研究所における環境研究について (1) 物理的環境の研究. 漁業資源研究会議報, 第5号, 8~14.
- (3) HATTORI, S. 1970 : Preliminary note on the structure of the Kuroshio from the biological point of view, with special reference to pelagic fish larvae. The Kuroshio — A symposium on the Japan Current —, 399-404, East-west Center Press, Honolulu.
- (4) 平野敏行ほか 1968 : 黒潮流の上層水温成層状態と海底地形との関連について. 昭和43年度日本海洋学会春季大会講演.
- (5) 藤本 実 1972 : 卵・稚仔輸送拡散機構としての黒潮の研究 — 1. 海流瓶の漂着からみた黒潮の輸送機能. 東海区水研報, 71, 51~68.

8. 南海域における卵稚仔分布と主要魚種補給域としての黒潮の役割

浅見 忠彦 (南西海区水産研究所)

(原稿未着)