

2/A

No. 218

268

日本近海の海洋条件

宇田 道隆

緒……筆者は日本近海の海況について昭和2年以來研究を続け、海況予報の原理を見出すこと、海況と漁況の相関々係を知つて漁況予報に役立てることのため努力を重ねて来た。本文はこれまでの海況関係の成果を略述したものであるが、水産の問題に関連の深いものに限り重点的に記述した。水産資源の開発保存に関心を持つ方々に参考ともなれば幸いである。

日本近海に世界第一の水産を生む源泉はその恵まれた自然環境にあり、日本沿海を寒暖両流が南北から浴流して入り混り且降水量(雨雪)に富み河川の注入で豊かな沿岸水がその長い凸凹の多い列島の沿岸線にわたり発達して、沖合海水と接触混合し、到る処靉靄や渦流を生じ、随つて魚族の揺籃、憩い場となり、島礁等海底起伏に富み且台風季節風等気象変化も大きいため湧昇流がよく発達する。こうして寒暖両流に或は深海浅海に固有の多種多様な魚族が群をなして来游する天然の宝庫を形成するからである。しかもこの流れは始終変轉してやまず気象の変動と相まつて、魚族の種類による資源の消長従つてその豊凶も年々移り動いてやまない。

水族はそれぞれの生活に適した水温、水質、流れなど適水帯をもち、各魚種についてまとめると「適温スペクトル」図表が得られる。これに魚群集散の原理を併せて漁期、漁場を予想でき、年齢級別の組成や標識放流、魚探などを海況と併用して漁の豊凶を予想できる。(宇田：「海」増補版、1953参照)。

ニシン、イワシ、タラ、カレイなど重要な多獲魚は何れもその産卵後稚魚の独り立ちして餌をとるまでの期間が資源の最危険期で、この時分風や流れで不適な場所へ運ばれたり、異常に低温だったり、環境条件が悪いと大量に稚仔が斃死して後年の凶漁を生ずる。これは自然減耗だけの話で、もちろん漁獲努力過度による減耗(濫獲)を戒め、稚魚、産卵魚を保護して、鉱山、化学工場等よりの汚毒水流出や乱伐による土砂流失による資源荒廃は

厳戒せねばならぬ。海況(水温、塩分、酸素等)には日変化、年変化、季節変化があり、長年変動がある。筆者はまづ平年の分布(長年統計平均)により基本型を調査し、各年のこれに対する偏差を図示してその特徴をしらべた。等変化線図も描いた。表層及び100m深の図を主にした。詳細は省略するが、沖合定線と共に定地観測値について研究した。このほか近岸、河口など及び島では潮汐の影響が水温、塩分などの変化に明示せられ、半日周潮、日周潮、大潮、小潮の影響までしらべた。内海、内湾では潮時別に海況を示さねばならない。又浅海では気象(風、雨、雪、河川水流入、気温等)の影響が非常に大きいことを忘れてはならない。冬季季節風猛吹によつて気冷のため内湾奥に冷潮を発生して養殖真珠に被害あり、内海に冷水波、近岸に冷潮がしばしば凍死魚を生ずるに至るものである。又旱天にひきつづき雨が降つて晴れると赤潮が内湾奥によく発生し斃死魚介を見るに至る。出水後の二重潮、シケの前後に現われる「シケ潮」と唱える急潮は高浪と共に漁網などに大きな被害をもたらしている。(台風の際豊後水道を通じ盛んな流入があつた。)北海道沿岸では流水も着生海藻に大被害を及ぼすことがある。海況には長年に亘る大きな変動がある。それに應じて魚介類も年により異常大発生をする。烏貝、藻貝、アサリ、タイラギなど何年おきかの大発生が各地でみられる。昭和23年には日本海側沿岸にアミの異常群来が冬春に亘つて長崎五島の方から石川縣の方まで順々に起つて対馬暖流域の大漁が見られた。筆者の調査によると北海道春ニシンは極端低温年(太陽黒点数極小年に多い)の大かた4年后に大凶漁になつている。これはニシンの回游が4年魚として最多補充群として現われることから推して結局産卵して稚魚に生残る数が寒流の極端に強い年に激減するためであろうと考えられる。又北歐ニシンと北海道春ニシンの豊凶は合致し、イワシ、カツオ、マグロなど暖水魚の豊凶とは相反の傾向が認め

られた。

又海流による魚卵稚魚の散布、拡散及び内湾島周辺沿岸への漂着、運び入れにつき研究して重要な結果が得られた。

海況原理

水温、塩分(比重)、密度、水色、透明度、海潮流、潮汐、酸素、pH、栄養塩、水深、底質、プランクトン等の海洋要素の測定は近代的に器械化され、精度も高められた。海洋観測は優秀装備の調査船多数を同時に一斉に動かして行のが最も近代的方法として採用され、成功を収めた。船位置と観測水深の確実ということが大切な要素である。かようにして水平分布、断面分布、鉛直分布が図示され、その分布傾度の最も急な潮境を見出し、分布の様な水塊の芯(Core)をTS曲線などで確定する。並行ソレノイド場では流線は略これら諸要素(スカラー量)の等値線に沿って走っている。この場合海水混合による見掛上のくいちがいに注意せねばならぬ。特に大洋では等密度線の走向はだいたい海流と一致しており、その線の密集程度で流速も推算される(精密にはBjerknes-Sandströmの循環定理による。近岸でもWerenskiöld法で出せる。)密度分布は主に水温、塩分に支配されるから、水温、塩分の分布から大たい推察できる。ざつとした推定は等塩分線、等温線、酸素、珪酸などの分布からもできる。

海面は海流の存在によつて傾斜し、地球自轉の影響を受けて傾斜海面の等高線に平行に流れる。流去方向に向つた観測者(北半球)では海面が右手に高く左手に低くなつてゐる(Gulfstream 米國東岸沖3ノットに対し1呎/1哩の傾斜程度)。流速は深さと共に減り、深層では海水密度がほぼ一様で流れも微弱、水圧も一定に近いから、この一定面(無流面)に水圧を及ぼす水柱の高さは平均の海水密度より、低密度の所は高密度の所より水柱が長く、従つて低密度(暖水)域から高密度(冷水)域へと斜降する。従つて「流れが傾斜海面の等高線に沿うとき北半球では流れは下流に向つて右手に暖水域、左手に冷水域の在るような方向に流れる」から、主躍層の深さは流れの右手に増すことになる。これで孤立冷水塊をめぐると反時計廻り渦流、孤立暖水塊をめぐると時計廻り渦流が明かになる。黒潮域では水温の鉛直積算値をつかつて400~600mの水柱につき近似的に海流を求めることができ。対馬暖流域では300m位までよい。

北水洋を探検したノルエーのフラム号、ソ連のセドフ号によれば、吹送漂流の速さは風速の約1/10で、水の漂流は地球自轉偏向力のため風向の右手に30~40°偏向され、経路は等圧線に沿ひ、高圧部が右手に低圧部が左手に来るよりに起り、流速は気圧勾配に比例する。純吹送流による輸送は風向と直角に、北半球では右手に、南半球では左手に向く。従つて亜熱帯の半永久の高気圧

(時計廻りの吹き廻し)の中央部に向つて表層暖水の集積が維持せられて、海面はその区域を中心に盛り上る。この形は卓越風の方向に走る海流の存在するとき恒常に保たれる。同様に岸に沿うて岸を右手に見るように風の吹く場合の純吹送流は表層水を岸に向つて押し、流れは岸に沿うて風向に流れる(例えば春夏の対馬暖流、冬の北鮮寒流、秋冬の親潮)。逆に岸を左手に見るように風の吹く場合、暖い表層水は岸から押し出され、岸近くの200~300m深の下層から冷水湧昇して沖へひろがる(例へば、カリフォルニア海流、ペルー海流、ベンゲラ海流、冬春の黒潮流域)。

黒潮、Gulfstreamなどの世界的大海流の起源はその動力源が風のエネルギーにあり、先づ卓越風系による水平大循環が起つて海水密度の分布を地球自轉偏向力の関係で流れの西方強化が起るよりに決定するためと解釈される。

河口などではKnudsen法則で示されるように上層淡水乃至低鹹水の流出、下層沖合水流入が多い。

水温變動の豫測法

一般にP点におけるdt時間内の水温(θ)変化は $\delta\theta_P = \left(\frac{\partial\theta}{\partial t}\right)dt + u\left(\frac{\partial\theta}{\partial s}\right)dt$ であらはされる。第1項はその場所での水温変化の項、第2項は隣接する他の場所の水温変化が水平流uで運ばれ来ることを示す項である。まづ第1項について考えると、最も簡単な場合は、冬季表層で冷却されて鉛直対流で底層へ沈んだ水塊がそのまま(塩分、水温略同じ)春夏を通じて残存する場合で、これに近い例は黃海北部で見出され、伊勢湾底層水もこれに近似し、瀬戸内海の中央部の備后灘掃磨灘底層水もこの傾向がある。これらの場合海底水温春夏季他の年にくらべての高低順序が冬季(2,3月)のそれで略決定せられるのであつて、冬季に現れた前年との水温差がそのまま夏季に持ち越される。冬夏水温変化の既往年との類似度 $\chi' = \sqrt{\frac{\sum (\theta_m - \theta_k)^2}{n}}$ と高低温年度級番号(m)、水温変動度も役立つ。

東北海区では渦流の著しいため水温置換のおそい区域および中下層から上層へと冬冷の影響を受けた水塊が水平流の乱渦熱傳導と上昇流で補給される水域即ち東北海区中部南部の近岸沿海で比較的長く冬季の水温偏差を保持し、新しい状態に移り渡るため第1項の東北海区自身は季節風の強度持続が関與すると考えられる。次に第2項の方は、北部では西方より津輕暖流、南西より黒潮暖流、北東より親潮およびその潜流が影響し、これら因子の函数である。異常高低温はこれら因子の消長で結果する。

その予測法として、(1)水温偏差(平年偏差、前年偏差)の動向追跡外挿法、(2)水温偏差の季節相関、(3)

水温偏差の地域的移動、(5)傾向、(7)正負偏差轉換の況による判定、(9)況異徴による判定など、水温であり、炭色の塊出現による紀南、すべきである。

日本近海の水塊

水塊は水温、塩分、流動等の諸海洋要素と區別される。異で、その間に潮境が然餌料生物が集積する(第1図参照。)日本夏8月~9月上旬に水温低極を示し



K...黒潮、O...津道海流、KF...黒潮大変流、LC...北鮮寒流、JCC...日本海中央海寒流前線、JWC...暖流、YWC...大陸沿岸水前線、連線

北西太平洋では最も主要である以下、100m層10~15m、透明度15~4~6で比較的濁つて、養塩も豊富で、通は先端が銚子沖まあり、夏は海霧を多で湧昇性をもつが

て表層暖水の集
心に盛り上げる。
正するとき恒常に
見るように風の
て押し、流れは
対馬暖流、冬の
に見るように風
され、岸近くの
沖へひながる(例
流、ベングエラ海

流の起源はその
越風系による水
自轉偏向力の関
するためと解釈さ
るように上層淡
が多い。

(C)変化は $\partial\theta_p =$
。第1項はその
する他の場所の水
示す項である。ま
場合は、冬季表
水塊がそのま
存する場合、こ
湾底層水もこれ
層底層水もこ
夏季他の年にく
とで略決定せら
の水温差がそのま
既往年との類近
番号(m)、水温

換のおそい区域
を受けた水塊が水
水域即ち東北海
系の水温度差を保
頂の東北海区自身
東北海区の冬冷に
られる。次に第2
南西より黒潮暖
流、これら因子
の消長で結果す

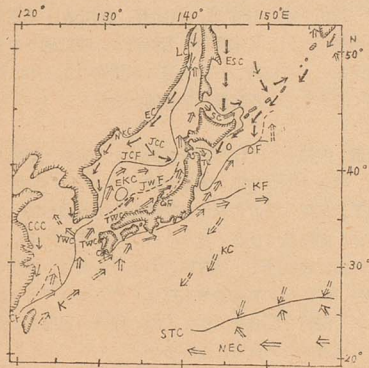
年偏差、前年偏
季節相関、(3)

水温偏差の地域的移行追跡相関法、(4)水温偏差の周期的変動、(5)傾向、分布類似年法、(6)水温偏差持続度(7)正負偏差轉換の相関的結合関係、(8)流水、結水状況による判定、(9)太陽黒点数消長による判定、(10)漁況異徴による判定などがある。特に重視すべきは年最低温であり、歳色の現れる冬季の海況である。春季の冷水塊出現による紀南、豆南黒潮流路変化で暖水北上も注意すべきである。

日本近海の水塊

水塊は水温、塩分、透明度、溶存酸素、栄養塩流動等の諸海洋要素が固有で均等であることから他の水塊と区別される。異なる水塊はお互いに混り合い難いもので、その間に潮境があり、潮目を伴うような前線には天然餌料生物が集群する。(諸要素の分布図からつくつた第1図参照。)日本近海表面水温は $-2^{\circ}\sim 30^{\circ}\text{C}$ で、盛夏8月~9月上旬に1年中での水温高極、冬季2~3月に水温低極を示している。

第1図



K...黒潮、O...親潮、KC...黒潮反流、NEC...北赤道海流、KF...黒潮前線、OF...親潮前線、ESC...東樺太寒流、LC...リマン寒流、EC...沿海州寒流、NKC...北鮮寒流、TC...津輕暖流、EKC...東鮮暖流、JCC...日本海中央寒流、SC...宗谷暖流、JCF...日本海寒流前線、JWF...日本海暖流前線、TWC...対馬暖流、YWC...黄海暖流、CCC...大陸沿岸流、CF...大陸沿岸水前線、COF...沿岸前線、STC...亞熱帯集線

北西太平洋では親潮系統の冷水塊と黒潮系統の暖水塊が最も主要である親潮系統の水塊は低温(表面水温 15°C 以下、100m.層 10°C 以下)、塩分少く(33~33.7‰ぐらい)、透明度15m.以下(時に10m.以下)、水色番号4~6で比較的濁つていてプランクトンに富み、酸素も栄養塩も豊富で、通常金華山以北の海に分布するが、冬には先端が銚子沖まで南下する。高い生産力をもつ水塊であり、夏は海霧を多く起す原因になる。流れはゆるやかに湧昇性をもつが黒潮との潮境では沈潜する。

黒潮系統の水は水温が高く(100m.水温 $15^{\circ}\sim 30^{\circ}\text{C}$ ぐらい)、塩分多く(34.5~35‰余り)、透明度は沖合で大きい25m.以上(春豆南海区で15m.以下に降る)、水色1~2の清澄、藍青色で、酸素は1l.に5.5cc.ぐらい落けており、珪酸塩、窒素化合物、磷酸塩の栄養塩には乏しい。この水塊は銚子沖以南の南方海区に分布するが、夏は北方海区の表層に北上を示す。南方暖水域内でも湧昇水域では栄養塩豊富に下層より上昇して生産力の高い漁場を形成する。

北緯 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 附近には北太平洋高気圧があつて、日射強く、蒸発が盛んで塩分35‰以上という北太平洋高塩水団を現わしており、黒潮はこれをめぐつて時計廻りの水平大循環流を見せている。この中軸として東西に走るのが亞熱帯集線であり、黒潮反流が南下して北赤道流系水とぶつかつて沈潜し、このあたりは暖水が深く、800m.位の下層まで高温である。冬季亞熱帯集線をこえた南は水温急昇するのでビンナガマグロ分布南限になつている。(黒潮反流は0.5~1ノットで南西~西流する。)

オホーツク海の水塊は親潮系統の水塊に通つて親潮の主な起源をなすもの(一部はベーリング海から)と見られるが、大へん低温で(表面は盛夏も 20°C 以下、100m.層の水温は大概 0°C 以下で最低 -2°C に近い)、夏は50~100m.深に中冷水が樺太東岸沖を中心にひろがり、塩分は少く(32.3~33‰)、水色4以上、透明度15m.以下で濁つて緑色を帯びている。ベーリング海の底冷水も特性的である。

日本海ではその南部と本土側に対馬暖流水塊があり、高温(100m.深水温 10°C 以上)、塩分多く(34.2~34.6‰、表層は夏季に流入した東シナ海・黄海系の塩分の少い海水におおわれる)、透明度多く20m.をこえ、水色2~4°C比較的清澄である。リマン寒流と北鮮寒流系の水塊は日本海北部に分布し、大陸側を南下、低温(概ね 10°C 以下)で塩分少く、透明度10m.以下、水色5内外の日本海下層の200m.以深に固有冷水塊があり、水温多く $0^{\circ}\sim 1^{\circ}\text{C}$ で 5°C 以下、塩分大かた34.1‰前後の一様である。100~200m.深に躍層を見出すことが多い。

東シナ海、黄海の水塊はシナ大陸棚の100m.等深線内にひろがり、大陸から流出の淡水により著しい低塩分となり、常に33.7‰以下、黄海北部31~32.5‰、底水温は夏 $7^{\circ}\sim 10^{\circ}\text{C}$ 、塩分32.2~32.5‰(30m.深以浅)、水色4以上、透明度は20m.以下、ぶつう10m.ぐらい、濁つた黄味を帯びたところ(黄土の泥粒子による)が広い。

瀬戸内海では32‰以下の沿岸水と塩分34‰以上、透明度10m.以上の外洋水とが組合つてできた水塊で、外洋水の入りこみは主に豊后水道、紀伊水道より、少量は下関海峡よりの3系統をなし、内海の奥部ほど沿岸水

のため低鹹である。

日本近海の海流

黒潮 (一名日本海流) は台湾の南東方に発し、北赤道流の延長となつている。

北赤道流は冬季南限 $5^{\circ}\sim 7^{\circ}\text{N}$ 、夏季南限 10°N 。附近に存在し厚さ約 200m、で、東から西へ進むほど流速を増し、ミンダナオ島附近で 2 分し、1 分枝は北上して黒潮に連なり、1 分枝は南下する強勢なミンダナオ海流となり、赤道逆流に連なる。赤道逆流は冬弱く幅 100 哩くらい、夏 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}\text{N}$ に幅 300 哩の顯著な冷水帯として現れ、東流 1 ノットくらいである。

黒潮は台湾の東方から北上して東シナ海に入り、琉球西方から奄美大島と九州の間のトカラ水道、大隅海峡を通過して太平洋に出て、日向・土佐・紀州沖から伊豆沖～八丈島・青ヶ島間を通り、房州沖を北東進し、流幅 100 哩以下、流速台湾沖～薩南沖 1～2 ノット、薩南～房総沖 2～3 ノット (最強 4～5 ノット)、厚さ最大 600m、平均 400m、深である。その運ぶ水量・熱量・塩分量はおよそ毎秒 $222 \times 10^9 \text{ m}^3$ 、 $38 \times 10^{10} \text{ kg cal}$ 、78.8 万トンで、ガルフストリームに次ぐ世界第 2 の大海流とされる。黒潮の流れに沿うてたえず水塊の混合変質があり、特に低鹹なシナ海系水や、本州沿岸水、親潮系水が混り、塩分の多い亜熱帯系水が混る。

黒潮も定常でなく年々にも季節的にも消長するが、大体春から夏にかけて強勢となり、秋に衰え、冬に又 2 次的に強くなり、春の始めは、1 時衰えるという年変化があり、低気圧通過の前後に急潮といった短期的変化もあり、一方 10 数年、30 数年という長周期変化もある。(「黒潮異変」参照)

親潮 (一名、千島海流) は千島に沿うて南西下し、三陸沖に流れて来る寒流 ($0.3\sim 1$ ノット) で、厚さ 200～400m、表層では風の影響を受け冬春最も発達するが、三陸沖では夏・秋ふつう $141^{\circ}\sim 143^{\circ}\text{E}$ 、 $145^{\circ}\sim 147^{\circ}\text{E}$ 、 $150^{\circ}\sim 151^{\circ}\text{E}$ の 3 分枝が目立つ。主にその起源はオホーツク海、一部ベーリング海、千島沿海の水のとけて出来た、低鹹で冷たい高密度水塊が南下して来たもので、親潮潜流は北太平洋中層流の 1 部を形成する。

日本海の高流は、黒潮から奄美大島西方で分岐した対馬暖流が主要で、黄海・東シナ海の大陸沿岸水が黒潮に混入してその起源をなしている。五島西方から対馬海峡を通り本州沿岸を北上し、津軽海峡から太平洋側へ津軽暖流を分岐 (対馬暖流の 7 割流出)、宗谷海峡から宗谷暖流を分岐、主流は樺太西方で終つて沈降する。対馬海峡西側で対馬暖流から分れた東鮮暖流は朝鮮東岸沖を北東上し津軽海峡西口に向う。日本海北部にリマン海流、沿海州寒流、北鮮寒流、日本海中央寒流があつて南～南西～西に下り、暖流との間に潮境を形成する。

東シナ海の海流は 100m、等深線の外側に黒潮暖流系

水 (対馬暖流起源水帯を含む) があり、大陸棚上にはシナ大陸沿岸流という南下寒流が著しい。黄海底層には冬季に成生された固有低冷水 (32.2% 余) があり、表層には春夏黄海暖流 (濟州島西南沖で対馬暖流より分岐) が北上し、黄海に反時計廻り環流をつくる。

オホーツク海の海流もシナ海同様に反時計廻り環流を示し、樺太東岸を南下する東樺太寒流 (冬季オホーツク海に生成された海水がとけて源泉を形成) が目立つており、オホーツク海から千島列島の海峡を通じて流出する冷水が親潮の主要起源をなしている。

内湾、内海では潮汐流が顯著であつて有名な阿波の鳴門では最強 10 ノットに及び、5～6 ノットの所はたくさんある。内湾には潮汐流を主体とするが概して黒潮のような優勢な海流はなく、多くは微弱な環流で特に湾口の狭いもの (例えば大村湾、有明海) では湾内で弱いが、湾口の瀬戸では強流をみる。

環流の方向は地球自轉偏向力によつて、北半球の日本近海内湾では左旋反時計廻りのもの、卓越が多い (豊后水道、紀伊水道、伊勢湾、駿河湾、相模湾、東京湾、噴火湾等)。但し日本海側の若狭湾では時計廻りの右旋環流をなし、富山湾、石狩湾等この傾向のあるのは沖合を強く北上する対馬暖流が地形的に誘起したものである。

波浪 風浪としては冬の季節風による波浪、夏秋多い颱風、冬春に多い突風 (寒前線)、その他「台湾坊主」「双子低気圧」などの温帯低気圧による波浪が特に注目せられ、向岸風でひどく波が立つが離岸風では少い。ウネリは主に颱風性で、季節風性のものもある。黒潮や海峡瀬戸、岬角など海潮流の強烈なところでは「シオ波」がひどく海難を警戒せねばならぬ。颱風一過海水の混合を起し成層のこわれることが多い。

潮境 (前線) の北太平洋日本近海で顯著なものをあげると、親潮前線 (極前線、亜寒帯集連線ともよぶ)、黒潮前線、日本海の対馬暖流前線 (第一前線、寒流外縁前線 (第 2 前線)、沿岸前線、亜熱帯集連線、赤道逆流前線、大陸沿岸水前線等で、いずれも漁場としてそれぞれ注目すべきものである。そしてこの潮境が波形をなし、冷水塊湧昇の反時計廻り渦流部と暖水塊沈降の時計廻り渦流部が S 字形をなして正負渦列をなし、好漁場中心を伴っている。

潮境は季節的に移動する。年々の変動もある。潮境を示すのに水温、塩分、密度等の水平分布傾度の極大部と共に水温の上下差 (例えば表面水温と 100m、層水温の差) と溶在酸素飽和の上層積算値 (例えば $\sum_{0}^{25m} \Delta O_2 \Delta z$ 、 $\sum_{0}^{50m} \Delta O_2 \Delta z$) の分布を描きその極大部から判定できる。これはプランクトン豊富な光合成作用の盛んな水域に繁殖回遊魚群が誘引されることによつて説明できる。

潮境の移動で著しく三陸地方に「厄水」常に海が濁つて揚げり、その水が去る (キツ水ともいう) けて水温 2°C 以上の水の中へ侵入する繁殖が起るからである。

黒潮暖流は「梅雨潮」などといわれ、秋季低気圧通過のときより対照である。流して南下するが、南下傾度の目安

黒潮流域下の成層深は 800m、深を中軸とすると 1500～3000m、深で各々ゆるやかに、礁海嶺附近は特に域下にまでつながら

潮目

潮目は海面に現れミをみせ、ふつとの漂流物を伴い、ことが多い。そして多い。北原多作先帝で潮目線附近には観測と実験に基動的性に関する潮比例すること、潮比例することなど、在する正負の渦巻の漁場に密接な関係が顕著する。河口、湾、岬、せられ、各々漁場況急変も注目され、重潮) が現われ、する。水温塩分の底層までなど奇現象

急潮

日本沿岸に時々 (急潮) が入りこ、これは低気圧、によつて外洋水のブリ好漁と密接な～3 日中に水温 1 相模湾、駿河湾で

沿岸水と大洋水

沿岸水は一般に塩分が少く、濁っていて水色悪く透明度も小さい。大洋水は反対に塩分が多く澄んでいるものが多い。水温は沿岸水では冬季沖合よりも冷えて低いが夏季には比較的高くなるものがあり、陸地の影響と大気の影響を受け易い。沿岸水は磷酸塩、硝酸塩、珪酸塩など栄養塩類豊富でプランクトンなど生物が繁殖する。青く澄み切った大洋水は、「海の沙漠」のように生産力乏しい。沿岸水は気象海象による変動が大きく、降水量に比例して消長する。

沿岸水の発達は河川の注入と上流域の降水量による。昭和13年は多雨年（特に6、7月豪雨）で、同年7月表面塩分は瀬戸内海で平年、前年に比し2~5%低く、伊勢湾では平年より約2%低鹹という異常を示したが、翌年の昭和4年には6月カラ梅雨で7、8月旱魃という寡雨年で前年と逆に内海その他の沿岸水を著しく高鹹（8月表面塩分平年より1~3%高）にした。

昭和9年夏も四國、九州旱魃で、内海は平年より1~3%高鹹を示した。又旱魃年は日射、日照が多いので水温も高いが、多雨年は日射、日照不足で水温も低い。

沿岸水は海底からかき立てられた泥や河から流出する泥など無機物質で濁る場合もあるが、プランクトンが水中にたくさん繁殖するため光線の深く水中に透入するのを妨げ自然濁ることが多く、沖合大洋水の濁りには後者の原因がふつうである。豪雨年の昭和13年7月の内海の透明度は著しく低く、水色不良であるが、これに反して早ばつ年の昭和9年および同14年の7月の瀬戸内海では透明度高く、水色良好で、前者の多雨年との差は透明度5m、内外、水色番号1に及ぶ。これは多雨のため陸から流出した沿岸の濁水が混入拡散したためであろう。沿岸水には泥粒、塵埃の外に有機物の残骸やおそらく有機物に起源する黄色色素の物質が透明度減少に大に関与する。

日本近海ではプランクトンを主とする濁りの増減に対応して、春季3、4、5月に透明度が年中で最低の時期を示し（春トワリ、潮腐れ、厄水などという）、秋季第2の低極、夏と冬とに高極を示す。珪藻類の繁殖が支配的影響をもつ。

沿岸水は内海、内湾の奥部の河口の多い場所を中心に発達する。河口汽水域の海況は浅海沿岸水域の中でも養殖漁場と関連し特に重視されており、インド、濠洲、米、加等でも熱心に観測研究されている。ミクロの海洋学の進歩は内外共に要請されている今日の問題である。沿岸水と外洋水の間には潮境…沿岸前線があり陸棚縁附近に存在し漁場を形成する。

海底と海況

海底の起伏は海況に著しい特性を現わし、水温塩分の分布に関係する。日本海海盆の200m、以深に存在する

固有大冷水塊はその好例で冬季北部水域での冷却による鉛直対流がその水温塩分 O_2 等を決定し、対馬海峡が海關なるため100m、深ぐらいまでの上層がこれと異っている。瀬戸内海の各海盆の海況も連続して轉移するさまも亞濠地中海に似ている。日本海溝の中層水南下及び黒潮に及ぼす影響、シナ大陸棚、南西諸島海嶺、豆南小笠原諸島海嶺、千島列島、アリューシャン列島などの海況学上の意義、海底山脈のマグロ漁場、魚道との関係など今後多くの研究問題が残されている。

海底谷、礁堆等の特殊海況も細密調査を必要とする。河口、海峡、岬角周辺、島廻りの海況も特殊なものでいづれも実測と共に模型実験による研究を進めている（例宇田：八丈島周辺の海況（1953））。底質分布と海流の間にも密接な関係があり、底流速の推定ができる。

黒潮異変 昭和9年秋ごろ和歌山縣水産試験場、ついで三重縣水産試験場から紀州熊野灘沖に冷水塊が現れ、黒潮が変化して漁況に異変を生じたという報告が来るようになり調査を行った（宇田：水試報告 No. 10、1940年）。先づ古い観測記録や水路部刊行の「海流通報」に基づいて距岸36哩内の流れの変化を月旬別に統計してみると、大正9年~昭和8年までは東流の順調を示していたのが、昭和9年9月中旬ごろから逆に西へ流れるようになっていた。昭和10年9月日高博士（当時神戸海洋气象台）が春風丸で潮岬沖の2機測流を行って近岸上層の西行逆流を確めた。筆者は昭和12年沿岸を1巡して漁業者古老達から種々実地に調べた結果、このような異変が10年位と30数年、60年ぐらゐの周期でくり返えされていることを知った。そこで筆者は昭和8年の黒潮が順調に強勢だった時の全国一斉海洋調査から黒潮変調時の昭和13年以降昭和16年まで毎年一斉調査に参加し紀州沖も自ら観測調査した結果からこの冷水塊の大体の性質を知ることができた。即ちこの冷水塊は中心が潮岬沖100哩附近にあり、直径100哩ぐらゐの円形の範囲に出現したものであつて、この水塊は水温が低く、塩分も淡く、透明度低く、水色不良、栄養塩類は比較的豊富で、表層では酸素に富むが、50m、以深では貧酸素で海水の化学成分、プランクトン等からみても周囲の黒潮系水塊と著しく異なつていて、TSダイアグラムから追跡して明かに親潮潜流系の中層水が上昇して水面に現われたものであることが示され、これが反時計廻りの発散性渦流をなすことも分つた。黒潮異変はこの異常冷水塊を迂廻する特異な黒潮の流れと、黒潮の岸からの遠退によつて認められたものである。この異変はちょうど室戸嵐風のあつた昭和9年の秋ごろに始まり、だんだん発達して昭和13年ごろ最も強盛となり、特に同年2月~6月（3、4月を中心に）絶頂に達し、この時分に冷水塊の範囲も最大で円形をなして中心の水温も最低極になつた。昭和13、14年を山にして冷水塊もだんだん衰弱して行き、形が円形から楕円と

細長く、狭範囲に…昭和16年頃には日本海の名残りが続いた。伊水道南沖から盛衰し、昭和2年6月1日昭和22年時々小規模で見られなくなり、優勢を示すに至り、あつた。

結局今回の黒潮中心に前後10~11ヶ月の変化から漁況冷水塊の潮境に近づく、ロマガロ、ビンナ回游にも幸いした。小規模の紀南冷水塊が現れた。

昭和9年の冷害は、当時寒流南下で表面水温は異常に親潮寒流が極端な増勢によつて昇して（潜流々速る）持続した。同様の東北海区異常明治39~40年の正2年、4年の冷6~8年の黒潮異変昭和28年の冷害寒るとせば昭和30~かようにして黒潮として日本南海に異常に強勢で冷害である。昭和11~は昭和9~10年の南下増勢にあつてなつた2次的原因気象擾乱の昭和9、10、冬、季節風が球海区では黒潮を季節風で黒潮を加すため（流量連続シオ）…鮪漁船紀州沿岸にかけて方の親潮潜流水系

での冷却による、対馬海峡が海がこれと異つて転移するさま層水南下及び黒海嶺、豆南小笠列島などの海況道との関係など

を必要とする。特殊なものでい進んでいる(例分布と海流の間

産試験場、ついに冷水塊が現という報告が来試報告 No. 10

の「海流通報」別に統計して見順調を示してい

西へ流れるよう当時神戸海洋気

つて近岸上層のを1巡して漁業

のような異変がり返えされてい

の黒潮が順調に潮変調時の昭和

加し紀州沖も自体の性質を知る

潮岬沖100哩附近に出現したも

分も淡く、透明富で、表層では

海水の化学成分、冷水塊と著しく異

て明かに親潮層のものであること流をなすことも

細長く、狭範囲になり(初期の昭和11年ごろと似て来て昭和16年頃には目立つて衰へ、同20年秋ごろまでは現象の名残りが続いた。しかもその中心位置は初期位置の紀伊水道南沖から盛期潮岬南東沖に移り次第に東方へ移動し、昭和22年6月以降黒潮の平調に近い回復をみると、昭和22年時々小規模に八丈島西方に突発的に出現を除いて見られなくなり、昭和23年には完全に平調になつたわけで、昭和24年から同25年にかけては黒潮は平年以上に優勢を示すに至り、昭和27年は異常高温、暖流優勢年であつた。

結局今回の黒潮異変はその盛期の昭和12~16年を中心に前後10~11年の長期に亘つておる。このような海況の変化から海況の変化の起るのは当然であつて、春季冷水塊の潮境に近い暖水側にカツオ漁場、冷水塊側にクロマグロ、ビンナガマグロを示し、ブリ、サンマの南下回遊にも幸いした海況を示しておる。(昭和26、27年も小規模の紀南冷水塊を中心に春季顕著なビンナガ鮪好漁場が現れた。)

昭和9年の冷害は北方の東北海区表層に親潮寒流が強くて表面水温の低かつたことに基因すると考えられるが、当時寒流南下のため金華山沖から房州近海あたりまで表面水温は異常な低下を示していた。昭和9年、10年に親潮寒流が極端に優勢だつたため、親潮潜流南下の異常な増勢によつて黒潮流域の表層に2~3年後に強く湧昇して(潜流々速約3cm/s)、冷水塊が昭和11~16年ごろ持続した。同様の現象が過去に明治35年、38年の冷害年の東北海区異常低温で親潮寒流優勢の影響がおくられて明治39~40年の熊野灘方面黒潮異状となつて現れ、大正2年、4年の冷害低温年の親潮寒流優勢の影響が大正6~8年の黒潮異変となつて現れたと見ることができる。昭和28年の冷害寒流優勢の影響がもし同様に南海に現れるとせば昭和30~32年頃であろう。

かようにして黒潮異変を起す冷水塊が親潮潜流を媒介として日本南海に出現するのは、東北海区に親潮寒流が異常に強勢で冷害年となつたときから1~4年おくれている。昭和11~16年の黒潮異変現象の主因(原動力)は昭和9~10年の寒冷水循環流の卓越による親潮系水の南下増勢にあつて、その湧昇のきっかけ(引金作用)となつた2次的原因には冬季季節風の持続的強勢と強大な気象擾乱の昭和9年9月21日室戸台風通過があげられる。昭和9年、10年(冷害年)の冬には大陸高気圧が強くて、冬の季節風が強勢であつたため北東季節風が薩南琉球海区では黒潮を抑圧し、日本南海では北西~西寄りの季節風で黒潮を加速し、この間黒潮の流量の不足をみたすため(流量連続条件)土佐、日向沖から南岸流(入りシオ)・鮪漁船報告あり)が強くなりこむと共に薩南~紀州沿岸にかけて岸深のところに湧昇を誘起し、特に北方の親潮潜流系水の強く入りこんだ紀州沖に、上層水塊

の対流不安定の冬季に強く湧昇して冷水塊を広汎に誘起したものと見られる。薩南でも近岸底層に冷水湧昇が見られた。室戸台風もその通路の回りに湧昇を誘起し、これが冷水塊(反時計廻り渦流)を初期に紀伊水道沖に示しその後東遷を見た有力な原因として指摘されよう。

この異常冷水塊の根源は陸水注入による沿岸水の侵入切断とは異なり、主に親潮潜流系水塊(中層水この附近では平年でも400m、深位)が湧昇し黒潮系水の混合した水塊であることがTSダイアグラムから判明した。300~400m、深より表面まで湧昇するきっかけは持続的大風の方であつて、台風、冬の季節風が関連する。沿岸水は昭和9年にも低温であつたが、昭和19年、20年に近年最も低温を示し、昭和22年冬春にも珍しく低温で凍死魚など示したが、昭和11~16年には特に変つたことはなかつた。

東北地方の豊凶と東北海区海水温の高低ならびに太陽黒点数の極小と凶冷とはよく合致して現れている。過去熊野灘の黒潮異変は東北海区の異常低温の2,3年後に現れ、又東北海区の夏冬水温偏差の高低逆相関の年とよく一致する。

近年のイワシ不漁と黒潮異変と関連がある。イワシは昭和16年から北鮮でも北海道の方でもとれなくなつた。昭和8,9年から同15年にかけて昭和12,13年ごろを頂点として北方水域(且極東全域)イワシ豊漁時代が見られ、当時は暖流が優勢に北方にのびていた。それが昭和16年春ごろから目立つて北方の寒流系水が強くなつて南下(日本海も著しく寒海化し)、沿岸を南下するにつれ不漁域が次第に北から南へ傳播した。それが昭和22年まで続いた。一方沿岸に産卵されたイワシの稚魚が沖合にはお出され、黒潮異変のため速く南方の高温でプランクトンの少い水域に運び出されて大量に死滅したと推定(中井甚二郎氏)ら、薩南海区も海況変化により産卵に不適となり産卵場、稚魚生育場の中心が九州西海に移つた。このような海況変化によるイワシ資源激減説に対し乱獲による減少説がある。昭和13年、同14年頃から対馬暖流の方へ支那東海の黒潮の向きが多少偏れ移つた。それで太平洋側にくらべて日本海側は不漁の度がひどくなく、長崎五島灘方面は逆に過去の2倍以上の数千万貫の豊漁で昭和23年、24年以來全国的に回復に向つている。筆者は漁獲の変動による海洋層を作つた。

ニシン、イカ、サンマ、イワシ、カツオ、マグロ、サバ、ブリなど過去の漁獲量の豊凶と海況を対比すると、暖流型の魚族と寒流型の魚族の豊凶が黒潮と親潮の消長によく一致して大体交互に現われている。歴史的に調べるにイワシにはこれまで3回の豊漁の山(1720年頃、1830年頃、1938年頃)があり、間隔凡そ110年を示し、黒潮異変前期の暖流強勢時代にはイワシ、カツオ、マグロ、シイラ、トビウオ等の豊漁時代、黒潮異変後期の寒

流型勢時代には前のべた魚族の不漁に反し、ニシン、サンマ、イカ、タラ、ホッケなどの豊漁時代を示す。

南海の黒潮異変に対応して著しい海況異変が特に北方水域に起り、異常冷水塊発達期に暖流北上優勢で、冷水塊衰退と共に急速に北上暖流が衰退して、沿岸表層に寒流が発達するようになり、前記の漁況変動もこれに伴って起る。薩南海区の黒潮異変は冬季昭和11~15年、特に昭和13, 14, 15年に顕著に現われ、黒潮が南西方に退縮したが流軸は西偏して対馬暖流として東シナ海から対馬水道を通じて日本海流入の優勢を示し、当期イワシ豊漁で日本南海及び九州西海はカツオ豊漁、イカ不漁、北海道ニシン不漁だったが、薩南沿海では沿岸に冷水塊が上昇卓越し、この沿岸冷水と沖合暖水塊の間に冬季目立つた潮境を作りクロマグロ漁場を形成した。又赤道反流域の冷水帯（殊にその赤道海流との潮境附近）はキハダマグロ漁場になっているが大正14年~昭和3年のころにくらべ昭和14~15年ころはずつと範囲がひろがり、その中心水温も $1^{\circ}\sim 2^{\circ}\text{C}$ 低い。以上を総合して紀南に黒潮異変の起った当時北太平洋西部全汎に寒冷水循環流の表層下に卓越していたことが認められる。

近年北大洋昇温の問題があり、筆者も日本近海水温の

経年変化をしらべ北部の昇温傾向を示したが、日本海側に於ける間宮海峡埋立による昇温説には賛同し難いことを論じた。

凶冷と海況 流水のとけた冷たい水が親潮寒流をつちかかつて主にオホーツク海から、それに少量はベーリング海から加つていて、この寒流勢力の旺盛なほど、しかもその上南方から来る黒潮暖流の弱勢（対馬暖流とその分派の津軽暖流も弱勢）なほど、北海道東北地方沖合水温を低くするので、夏季7, 8月の海水温度が低いとその上に冷涼な高気圧がへばりついて動かないので、米のみに最も悪い影響を及ぼす冷たい北東風が眞夏にまで吹いて陰曇な天候が続き東北日本の凶冷を起すことになる。昭和8年夏には暖流北上強く青森縣八戸沖に 20°C 等温線と潮境がみられカツオ漁場があつたのに、昭和9年夏は宮城縣金華山沖に潮境と 20°C 等温線及びカツオ漁場の先陣があり、大凶作になつた。明治35年、大正2年、昭和6年、同9年、同16年、同20年、同28年は凶冷年でいづれも海水温が特別低く、明治44年、大正9~11年、昭和8年、12年、17年、25年、27年は高温豊作であつた。潮境位置と南北帯示数^{ソープル・インデックス}の変動から稲作、漁況の子察ができる。