

# ユネスコ国際海洋シンポジウム について

市 栄 誉\*

## § 1. 序

本年の10月18日から25日までの間東京においてユネスコ主催の海洋学に関する三つの国際会議が開かれ、その1つとして海洋物理学のシンポジウムが19日から22日までの4日間にわたって行われたのである。他の2つの会議とは印度太平洋地域海洋研究機関代表者会議と海洋学中間諮問委員会であり、これらの会議を日本で行うようになった経緯については、日高孝次教授が日本海洋学会誌11巻2号に詳しく説明されており、かつシンポジウム以外は主として事務的なことが議せられたのでここでは触れない。またシンポジウムも題目は海洋測器、海洋循環、および情報交換の3つであったが、ここでは特に20日、21日に開かれた海洋循環につき、現在の研究状況および将来の問題などを海洋物理学的な見方で紹介する。

## § 2. 海洋循環のシンポジウムの概略

今回海洋循環はシンポジウムの大きい目標にとりあげたのであるが、その目的は太平洋の循環に主眼をおき、海流、湧昇流および気象状態の相互の関係を明らかにし、これらの要素と生物資源の分布や移動との関連を知って、将来最も有効な観測をするにはどうすればよいかという手懸をうることにあった。従ってこの会で講演された内容は単に物理学的なものばかりでなく、化学、地質学、生物学の各方面にわたり、非常に広範囲な研究が紹介されたのは結構であったが、その半面主題の焦点がややぼかされて、海洋循環の主な要因、循環の変動をおこす原因、海況と魚などの生物分布との本質的な関係というような要点に対する突込んだ議論が十分なされなかったうらみはある。なお循環のシンポジウムの座長として英国国立海洋学研究所長のデーコン (Deacon) 博士が選ばれたが、広範囲にわたる各講演に対して適切な批判を与えられ、また要をえた総括を述べられたのは敬服に値する。勿論この会議では主として英語を用いたため座長としては同博士のような方が有利であったに違いないが、国内の学会においてもこのように種々の講演の内容に広くて深い理解を示し、うまく論議の焦点を捕える

座長は少いのではなからうか。

## § 3. 海洋循環の理論および実験

現在、海洋の大循環を維持する原動力としてはムンク (1950) の理論が出て以来、殆んど大洋上の風が主であると考えられてきている。日高孝次博士はこの方面の研究を更に進められ、今までの風成海流論では質量輸送だけから黒潮のような大洋の西側で強い流が生ずることが説明されていたのであるが、更に流れの鉛直分布を求めた結果西側では数百米の所までかなり強い流が生じうることが理論的にも証明された。この結論は従来の風成海流論の弱点、すなわち質量輸送では実際にあうような値がえられても流速の鉛直分布ではどうなるかという疑問に答えて、風成海流論の成立する一つの根拠を示したものである。さらに同博士は風の歪力から表面海流の発散域と収斂域を求める公式を導入し、実際の年平均風の分布から北太平洋の収斂域を求めると大体赤道域附近と極前線附近の二つにわかれた。この結果は彦坂繁雄氏 (水路部) が1923年から1943年までの船の偏流記録から出した収斂発散域の分布とよく一致している。

これに対し高野健三氏 (東大) は風の作用が全くなく、蒸発、降水、輻射等によって表面に密度差があった場合にどのような流がおこりうるかということを理論的に論じた。その結果では大洋の西岸近くでは強い上昇流、東岸では強い下降流がおこり、また赤道近くでは流は赤道に対して非対称で、赤道附近の狭い範囲でのみ強い上昇流、南半球では下降流がおこる。それ以外の所では一般に低緯度では弱い上昇流、高緯度では弱い下降流がある。また流れの水平成分は西岸東岸ともに  $N8^\circ$  以北では表層近くで強い北流を示し、 $N8^\circ$  以南では南半球まで強い南流を示した。この理論では質量輸送が至る所で零になり、また水平流も実際のものとは異なるが、最近海流の原因として風の作用ばかりがとり上げられているのに対し密度分布の影響がどの程度あるかということ推定した点において非常に有益な研究であろう。たゞ問題となるのは、たとえば表面の密度分布は気象条件その他で

\* 中央気象台海洋課

編集部註) 海洋学における循環の取り扱い方は気象学のそれと類似している。気象と海洋との相互関連性は、これまた気象学における重要な一課題である。市栄氏にお願いして「国際海洋シンポジウム」を通じて最近の研究を概観していただいた。

大体定まっても、表層以下では海流による密度の移流が生じるから、この理論による流れと従来の風成海流論による流れとを重ね合わせることはできない点であり、やはり両者を総合した計算をしなければ、風と密度分布とがどれ位の割合で海流を生じるのに寄与するかという問題の正確な解答はえられないと思われる。

海洋循環の実態についてはディーコン博士が大西洋、太平洋の南北断面について説明し、特に南極海から各大洋に拡がる底層水の分布や極前線から沈降する中層水を論じ、深層循環に及ぼす極海の影響についての暗示を与えた。なお大西洋と太平洋の循環の比較をして、太平洋では中層水と底層水の間にある深層水は大西洋ほど明瞭でなく、太平洋が広いため北から南へゆくと共に東西方向にも動くため、上下の水との混合が著しいことや、太平洋の深層の酸素その他の營養塩が大西洋に比べて乏しいことを示して、両洋における深層循環の力学的な比較をする必要があることを力説した。次にブルン (Bruun) 博士 (コペンハーゲン大学動物学教授) は生物の環境から水温  $10^{\circ}\text{C}$  を境として海洋の生物圏を分類し、 $10^{\circ}\text{C}$  以上の水温をもつ対流圏に対応する層を更に光合成の行われる層と、それ以深層に区別し、また  $10^{\circ}\text{C}$  以下の成層圏に対する層を3つの層に分けておのおの層における特殊の生物相の説明を行った。なおヨーロッパ産の鰻の発生は大体大西洋の藻海附近にあることを稚魚の分布から示し、生物の発生には海流が重要な関係をもつことを力説した。更に日本附近の鰻の発生経路は太平洋の循環をよりよく知ることから可能であることを暗示した。この二人の老大家は何れも極めて平易な話しぶりであったが、海洋の循環を大局から眺め、特に太平洋と大西洋の違いについて指摘している点でわれわれにとって色々と示唆する所の多い講演であった。

#### § 4. 各海域の海況

太平洋の各海域の海況の特徴も又この会議で多くの講演者により取り上げられた。まず渡辺信雄氏 (東海水研) は西アリウシャン列島附近における1953年初夏の観測から、この附近の表層水温の変化には移流や海中の鉛直拡散と同じ程度に輻射によって海面に与えられる熱量が影響することを示し、特に夏期においては海霧によって海水にかなりの熱が輸送されると述べた。速水領一郎 博士 (京大) は海中の各層で圧力傾度とその層の比容の傾度が比例すると仮定し、圧力傾度から地衡流を出す普通の力学計算の代りに、比容の傾度から流線を求める方法を日本南海の黒潮に 응용して、千米層附近で10 $\text{cm}^3/\text{sec}$ 程度の流速があり、かつその流線が小笠原海嶺によって変曲している所から、遠州灘沖で黒潮の本流が反時計廻りの迂回をしている現象を、底層流が地形によって曲げられたものとして説明した。この理論には圧力傾度と比容の傾度が任意の層で比例するという仮定が実際に成立して

いるかどうかということと千米層附近のごく弱い流がたとえ地形によって迂回したとしても、それより浅い所のはるかに強い流れまで変えるかどうかという二つの疑問点が残されており、今後の吟味が期待される。

今まで観測の少なかったインドネシア及び南太平洋の海況についてはウィルトキ 博士 (Wyrcki, ジャカルタ海洋学研究所) およびロチュフ 博士 (Rochford, オーストラリア科学技術研究所水産部) の講演があり、前者はインドネシア近海の毎月の表面塩分分布から、モンスーンにより表層の海流がかなり変化することを示し、また熱帯地方の水深50米~150米の所に広く存在する高温高塩分の水が、最も蒸発の盛んなE  $120^{\circ}$ ~E  $150^{\circ}$  のS  $15^{\circ}$  附近、およびE  $165^{\circ}$ ~W  $165^{\circ}$  のN  $23^{\circ}$  附近の海面から沈降したものであると論じた。後者は、オーストラリア近海では水温塩分だけでは沿岸水と東オーストラリア海流で運ばれる外洋水との区別がつき難いことから、營養塩類や濁度を用いる水塊の分類を例示した。

カリフォルニア沿岸の湧昇流について、吉田耕造 博士 (東大) は従来海岸から50~100 $\text{km}$ 以上の沖合では風の歪力の回転 (風の歪力のベクトルを  $T_x, T_y$  とすれば  $\partial T_y/\partial x - \partial T_x/\partial y$ ) が強い所で上昇流が盛んになることが認められていたが、最近の観測によると、それより岸寄りにもっと強い湧昇がしばしばおこり、その原因としては岸に平行な北西風が1週間以上つづく際、表層では沖に向う流が生じ、その水を補うために岸の近くでは下層の水が上昇することを力学的に示し、天気図から湧昇流を予想することも可能であると論じた。カリフォルニア沖では黒潮のような強い海流がないので、海況も風の分布に左右され易いが、日本の近海では、たとえば黒潮の変化をおこすにはかなりの風が長時間つづくことが必要で、實際上、風力分布だけでは海況の変化を予想することはできないようである。しかしカリフォルニア沖の場合は、風の海流におよぼす影響を現実的に知りうる例として大いに参考になると考えられる。

#### § 5. 海況の変動

海洋循環の基本的な問題を扱った論文は以上のように僅かであったが、日本近海の海況の変動に関する講演は、国内各官署で業務上重要視しているせいはかなり多かった。宇田道隆 博士 (東水大) は、過去の東北地方の冷害年の前の冬にはアリウシャン低気圧とシベリア高気圧が共に発達しており、水温はベーリング海では例年より暖く、千島近海では冷たいことと、水温が  $-2^{\circ}$  から  $3^{\circ}\text{C}$  の間の中冷水が南まで拡がっていることを指摘し、冷害は黒潮の末端流がアリウシャン附近までおよぶため低気圧の発達を助け、さらにこれが冬季の季節風を強めて親潮の発達と南下を生ずるのが原因であろうと結論した。この考えは合理的であるが、定量的な吟味が必要であろう。やはり三陸沖の海況変動を論じたのは竹内能

忠博士(函館海気)で、まず気象の影響をうけない中層の水温を親潮系、黒潮系および混合系に分け、3, 5, 8, 11月の年4回の過去の観測から1時期の各水系の分布が他の時期まで持続する程度を統計的に求めた。それによると3, 5月の分布が8月まで持続する確率はかなり大きく、従って春に夏の水温を予想することは割合可能性があるが、秋の状態が翌年の冬または春までつづくことは少いことがわかった。なお極前線の北側と南側の水塊の比容の差はちょうど Zonal index のように黒潮の流量を表わして、これがまた親潮の勢力とも関係があることが分った。この研究は一つには東北冷害を予想するにはいつの海況を用いばよいかという点を明らかにし、また黒潮の勢力を簡単な目安で表わすという点で実用上極めて有益であり、今後海況変動の力学的な機構を導入することによってさらに発展することが期待される。

黒潮の変動としては庄司大太郎氏(水路部)の八丈島および本州沿岸の平均水面の変動と黒潮との関係の研究がある。それによると、気圧補正を行った日平均水面は近海の海流による海面の傾度と密接な相関があり、特に八丈島の平均水面は黒潮の流軸の位置によって変化し、一方黒潮の蛇行によると考えられる20~30日の周期をもつ振動が平均水面の変化に現われており、かつ所謂相模湾の急潮がおこった際には湾岸の平均水面が20~30厘変化することが分った。黒潮はちょうど本州と伊豆列島の間を流れているので、その流速はある程度平均水面の傾斜から推定できると考えられるにも拘わらず、従来わが国ではこのような基礎的な研究がなされていないのは残念なことで、今後平均水面と同時に黒潮の1断面を1日または2日位の間隔で何度も観測して、流速と水面傾度の正確な関係を把握する必要があると思われる。

日本近海の水況の変動については福岡二郎氏(中央気象台)の研究がある。それによると、まず沿岸水温の日偏差の自己相関係数から、水温の持続性は関東以北で約2~3カ月、日本南海では1~2カ月程度であり、その変化は1年近くの周期をもつことが示された。なお沿岸水温は大体沖合50哩程度の水温の変化をよく代表しており、また冬期本州南岸の各地では、低気圧通過後水温が急上昇する例があげられた。市栄は黒潮の変動を大体周期または持続性から4つの型に分類しそのおのおの実例および考えられる力学的機構につき論じ、気象現象との類推を加えた。まず第1は遠州灘沖の冷水塊の出現と消滅で、これは大体8~10年位の周期で交互にくりかえされ、黒潮の Blocking 作用に類するものである。第2は3カ月または半年程度の周期をもつ現象で、黒潮の流速流軸の変化や遠州灘沖の冷水塊の勢力の変化として現われ、その原因は大気循環の年変化と考えられる。第3は20日~50日の周期をもち、三陸沖の表面水温の変化など

がこれに相当し、その原因には黒潮の Planetary 波としての蛇行が考えられる。第4は周期的でなく割合急な変化で低気圧や台風が黒潮の上を通過する時生ずる沖合の水温などの変化で、これは恢復するのが10日~20日程度であり、所謂強制力によっておこされる境界波としての力学的性質をもっていることを示した。黒潮の変動も力学的にはかなり大気循環の変動と相似な点が見られるが、何分海洋の方は変動の機構を追跡しうるに足る程充分に時間的空間的に密な観測資料が少ないので、将来これを確めるような観測を充実すべきであろう。

### § 5. その他

海洋循環の直接の問題ではないが、ウィルトキ博士はインドネシア附近の海域の雨量を沿岸および島の観測値から推定し、以前の値は少し多めに見積っていたことを述べた。また中野猿人博士(気象研)は日本の湾の水深と卓越風との関係を調査した結果海底が粗い砂のときには卓越風が沖合から吹く湾では海岸近くが深くなり、逆に海底地質が細い粒子でできていて浅い所では卓越風が沖合から吹くときには岸近くが浅くなる更例を示し、風による湾内の鉛直循環が湾の底質の移動に大きく作用することを説明した。

海水中の種々の化学成分の分布と海洋循環の関係の一例として、三宅泰雄博士(気象研)は消費された酸素量、すなわち飽和酸素量と実際の酸素量との差はちょうど炭酸ガスの増加量と化学的に当価である事実から、海水中の酸素の消費は有機物の分解で生ずることを述べ、また酸素の消費量の年変化および局所的な変化がプランクトン量の変化とよく一致することから、海水中の酸素量の分布を支配するのは表層から有機物が沈降して分解する過程によるもので力学的な影響は二次的なものであると結論された。深井麟之助氏(東水研)は1954年の観測結果から現場密度の等しい面上の酸素の分布を調べた結果、酸素もやはり等密度面にそって拡散し、その模様は深層の循環によく一致していることを示した。酸素の地域的な分布を支配する原因はなるほど三宅博士の説の如く局所的な生物の分解作用であるかも知れないが、一方生物の種類や量の分布はかなり水塊と密接な関係があることが知られているので、酸素分布が水塊の分布、すなわち循環によって左右されるということも当然予期されるため、両者の結論は必ずしも矛盾しないが、この種の研究にはさらに定量的な裏付けが必要のように思われる。

### § 6. 結 語

全般的に見て今回の会議は初めての海洋の国際会議としては成功であったと思われるが、講演の数が多くて議論の時間が十分なかったこと、学問上の討論会にしてはやゝ形式的であった点が残念である。次回もし機会があれば外国の出席者が示したような態度でもっとくつろいで自由に討議できる雰囲気をつくる必要があるであろう。