

629

120

7/27

海 洋 と 気 象 研 究 管 見

宇 田 道 隆

海洋気象学会機関紙 "海の気象"

Vol 21. No. 2, 別刷 (1975)

海洋と気象研究管見

宇田道隆

(日本海洋学会名誉会員)

は し が き

筆者は昭和2年大学を卒業して農林省水産講習所に奉職、最初に取り組んだ研究問題が、「低気圧と漁獲」のテーマで、ブリがシケになると獲れるという統計的事実を明らかにし、その機構を考察して処女論文を水産講習所報告(1927年)に和英両文で載せた。大学時代藤原咲平教授から「気象学」を寺田寅彦教授から「気象学演習」で研究方法を、水産講習所で「水産物理」を田内森三郎博士から学ぶことができたのはその後50年に及ぶ筆者の研究生活の根底を成したもので今日なお感謝をもって研究を続け得る原動力になっている。

低気圧でも特に強大な台風、ハリケーンのごときものが海況とどのような相互関係を示すかその発生に溯って熱帯収束前線(ITC)で、両半球気流の闘う壮大なドラマの舞台での「南赤道海流」の突出する「ニューギニア海流」、北側の「北赤道反流」、「北赤道海流」、100メートル深次層の「赤道潜流」などの大海流とのフィード・バック的相関関係が特に興味深い。さらに局所的に発達した反時計廻り前線渦動の存在は、GARPのTROMEX、AMTEX、GATEの成果ともつながり、将来浮彫りにされるものと確信する。

筆者は、昭和4年—17年農林省水産試験場で海洋調査に従事し、日本海、東シナ海一斉調査や北太平洋距岸1千哩一斉調査、黒潮異変調査、東北凶冷対策海洋調査等で蒼鷹丸などでかけ廻ったが、「海と空」に昭和4年、黒潮観測結果を黒潮層重状態の報告としてドイツのデアフアントやヴェストの向うを張って投稿、つづいて同誌10周年記念号(1930)に「日本近海水色透明度分布変化」、「東北海区中冷水(親潮系水指標)」(1935)なども出し、先輩の須田皖次、日高孝次博士らにもお世話になった。

東北凶冷会議(農林省)では岡田武松先生、安藤広太郎先生などの大先生に直接親しく御教示を頂ける機会を得、「アリユーション大低気圧」、「北太平洋大高気圧」、「シベリア大高気圧」、「オホーツク高気圧」などの作用中心としての意義と季節風、寒流、海霧との関係など広汎な海気相関を考察する機会を与えられた。これが御縁で岡田先生などのお勧めで「海洋潮目・潮境(前線)の研究」(英文気象台報告1938)で昭和14年理博(藤原咲平先生主査)を受けた。同年神戸の日高博士と御一緒に、日本海北部とオホーツク海に砕氷艦「大泊」で一巡し、海水の命名を「水路要報」に載せて以来しばらく海水生成変化の物理に興味をもちつづけ「海と空」にも流水の解消過程の論文(1943)を出した。今では人工衛星で巨視的な水域研究は大いに進んだが、これによる親潮寒流や、海霧、着氷予報などこれからであろう。

渡辺貫太郎博士や田畑忠司教授などのすぐれた既往の研究が将来予報に発展を期待する。応召渡満、太平洋戦争に入った後、昭和17年10月神戸海洋気象台長を拝命、元町の「金鍋」で堀口由己先生から事実上の事務引継のおり種々御示教を頂いたことは、布佐で初代台長で創設者の岡田武松先生から懇篤な御指導を頂いたことと共に筆者には終生忘れ難い思い出である。こんなに両先生および当時の中央気象台長で恩師でもある藤原暎平先生の温かい御教導を受けて筆者自身も新時代のM・F・モーリーを目指していたのに昭和18年秋再度の思いがけない応召で南方出征のため「低気圧発生通過と海洋前線関係報告」(1943) 1975年CSKⅢに「台湾低気圧」と背後冷水渦英文報告にとどまったのは遺憾であった。応召中は南方軍気象部長の堀口先生の下で兵要気象に、参謀部での防衛的な兵要地誌の調査研究に当り、その後宇品の船舶練習部で上陸防衛の波浪予測研究に携わり、眼疾で入院退院をくりかえし、原爆の終戦復員を迎えた。広島原爆気象(黒泥雨、龍巻等)の報告をすまして間もなく、長崎で海洋気象台建設に空腹をこらえて働らき、初代台長として勤務、九州近海を中心の海洋気象(ウネリー藤原先生欧文記念号、1952)寒冷前線突風の「西風^{にし}落し」(1948)、「二重^{ふたえじお}潮」(1949)など漁業気象の研究調査を進めた。気象庁海洋欧文報告第1号に「黒潮と冷水塊の相関の変動」(1949)も発表、海外で注目された。1964年日高教授記念論文集に黒潮本性、成因・蛇行(英文)をまとめた。昭和24年夏、気象庁行政大整理の大嵐の渦巻きのうちで、水産庁へ移り、東海区水産研究所長になった。その後は東京水産大学教授、退官後は東海大学教授で「漁業気象」、「海洋気象学」、(1953年天然社刊)、「海洋漁場学」(1962年厚生閣刊)「海洋学」など教えて来たが、太平洋の海況と気象の相関の研究には引続き興味を抱き続け、「脈動説」を提唱(神戸海洋の堀口先生記念号1960)に水温長年変動の東西相関を英文報告、1961年日本海洋学会20周年記念号に「東西相関海況・変動」を1974年東海大学海洋学部欧文報告にマグロ漁獲に関連する「東西大洋相関脈動論」を再び説いた。

最近1972—73年南米ペルー海流の異変「エル・ニーニョ」(昭和18年筆者は「海と空」に紹介でテレコネクション的(サウザン・オシレーションもその例)海気相関が特に世界的に注目を浴び、エル・ニーニョが日本近海の「黒潮異変(蛇行、大冷水塊出現等)」と大きくつながっていることが問題視され(筆者も前記1962年英文報告に既に指摘)、世界的なGARPやCUEなどで追究されつつある。前置きが長くなったが、以下少し、最近のエル・ニーニョの関心事をのべよう。

エル・ニーニョ

ペルーのフィッシュミール向けのイワシ(アンチョヴエダ)の漁獲が1972—73年の「エル・ニーニョ」という海流異変で1970年1,200万トンの世界単一魚種最大漁獲から1973年僅かに180万トンに激減し、世界的な経済上の大波紋を生じた。フィッシュミール(魚糧)は牛豚・養鶏等の

優良飼料で
値上りする
といの奇現

「エル・
象を意味す
北部に南下
海況の大異
することか

元米東部
反時計廻り
れに対して
向くので、
散性冷水湧
従って「海
昇冷水帯に
赤道を横切
冷水帯と見
すなわち、
け弱い冷水
を南下急侵
したもので

一般型に属
放電的)が
ーク型か双
北緯4度付
られる。南
教授(1973
がエル・ニ
せられ、こ
を新たに作
大陸間の風
岸水位上昇
方、赤道南

優良飼料で、これの欠乏は代用飼料の米国大豆輸出が削減されて日本の豆腐、味噌、醤油まで値上りするという庶民の懷中に影響した。「ペルーの風が日本の味噌、醤油、トーフ値上り」といふ奇現象を招いた。

「エル・ニーニョ」(スペイン語で、子どもという意味)はクリスマス12月下旬頃に生れる現象を意味するが、東太平洋赤道海域の熱帯系高温水が貿易風の衰退とともに急激にペルー沿海北部に南下し極端な水温変化を起し、イワシの大不漁やイカの大斃死、豪雨洪水等の気象、漁海況の大異変を招来する世界で有名な「暖流異変」である。これがある周期的サイクルで発生することから近年世界の海洋、気象、水産学者の共通的研究問題としてとり上げられた。

元来東部熱帯太平洋の風系は、南北太平洋高気圧に支配せられ、北側の時計廻り風系、南側の反時計廻り風系を示し、赤道上で西向気流、その南方で恒信風の南東貿易風を示している。これに対してエクマン理論により、上層水輸送は北半球では風の右手に、南半球では風の左手に向くので、ペルー海岸を離れて沖へ流出する輸送を生じ、結局ペルー沿岸幅約10キロ程度の発散性冷水湧昇を現わすと共に赤道に沿うこの発散性湧昇を示す水帯と連なるのが常態である。従って「海流異変のない期間」(インター・ニーニョ)にはペルー沿岸湧昇の冷水帯が赤道湧昇冷水帯に連ってチリ・ペルー・ガラパゴスを含む長冷水帯(幅はペルー沖最大約300キロ、赤道を横切って南北約1,000キロ)を示すが、寒流というのは当然風成湧昇による連続した冷水帯と見た方が實際的である。このような水域には10年未満の周期で不安定期が現われる。すなわち、7年毎に1回ぐらいの割合でこの冷水帯が消滅しキャヤオ(ペルー南部)以南にだけ弱い冷水帯を残す。通常パナマ湾西方の赤道海域から氾らんした高温低塩分水はペルー沿岸を南下急侵する。前述のようにこの準周期的異変現象は高気圧吹出しの風系衰退に伴って生じたものである。それ故海水温度と風循環の逆相関が見られる。このリズムは「^{リラクセーション・オシレーション}緩休振動」の一般型に属する。南半球のこの緩休期は南夏(12、1、2月)に始まる「主緩休」(一種の大放電的)が9—10カ月で終らず、次のクリスマスごろに第2次が「エル・ニーニョ」が単一ピーク型か双峰ピーク型かの分類は、エクワドル—ペルー間で主に見られる。赤道太平洋では、北緯4度付近に暖い東行表層流をなす北赤道反流がある。そして赤道直下層に赤道潜流が見られる。南赤道反流は冷たく季節的に海面にパッチ状に現われる。ハワイ大学のヴィルッキー教授(1973)によると、北赤道反流輸送量(流量)が中米沖表面水温と相関し、この流量極値がエル・ニーニョに約3カ月先行する。そしてこの流量は北太平洋赤道反流横断水位差で検出せられ、この海面傾斜変化が海水温偏差と全く平行する。ヴィルッキーは月別の貿易風分布図を新たに作成、発表した(1975)。J・ビャークネス(1961)は赤道西向風(偏東風)消滅時大陸間の風成傾斜消失に応じてエクワドル沿岸水位が約15センチも高められるとした。この沿岸水位上昇が低塩分赤道水の溢出を起す。そして赤道緯度でガラパゴス諸島に向う西流の一方、赤道南方で、地衡流的なペルー沿岸への南下流(エル・ニーニョ)を生ずる。この水位上昇

はビャークネスの推算以上の「サージ」をなして南北上層両水塊の「衝合」から水位上昇し、その反動的な東方「サージ」（津波的暖水はん濫現象）が起ると見られている。（クレイグ、1974）。エル・ニーニョの無い期間は太平洋高気圧帯表層暖水が集積し、恒久水温躍層が深化する。それで風応力の密度勾配急峻化にますます逆らうことで湧昇がだんだん起り難くなる。

「エル・ピントル」又は「キヤヤオ・ペインター」と呼称されるのは海産生物（イカなど）の大量死後分解してから出て来た硫化水素で船の外板や家屋の壁など真黒にされた。「アグワエ」（多分豪雨出水と赤潮発生を意味する）はペルー、エクワドルに沿ってエル・ニーニョ年間は12月—2月同時に発生する。「^{ホーレイ・チャイルド}デル・ニーニョ」（聖なる幼児の海流）は年の終末の南下流で、通常北上流をなすペルー海流と逆向きである。最近50年間では、1925、1930、1939、1941、1943、1951、1957、1965、1969、1972年にこの海流異変を見た。その中でも表面水温のペルー、エクワドル沿海の平年偏差過高最大は1925、1941、1957、1972年で、15—16年の周期とみられる。

1972年2月初旬いつものペルー沿岸—赤道に沿う季節的表層水冷却が全く起らず7月に赤道海域で平年より3.3—4.4℃過高温の異常を示した。その過高温域は東部熱帯太平洋に広がり、9月になると中部赤道太平洋へ西向きに拡った。10月になると南米沿岸の表面水温は平年並にもどったが、11—12月（1972年）再び急昇温し、ペルーの南緯7度42分西経79度27分のプエルト・チカマでほとんど記録的異常過高温4.2℃を現わした。1973年1月以後表面水温は急速に平年値に東部熱帯太平洋の大部分で回復、1973年3月にはエル・ニーニョは終結した。

結局1972—73年に、過去の他のエル・ニーニョ海流異変年同様に海洋暖化がペルー海流域でペルー、エクワドル一沖で始まって南冬に西方および南北の向極的に拡大、当時平常位から半南球中に大高気圧嶺と谷が偏移し、南半球熱帯へ一連の中緯度低圧部を突入させた。このため東部南太平洋の大部分で海面気圧傾度が低下する結果となり、南米の南緯15度以北と赤道をこえる南東貿易風を南米沿海で弱めた。南東貿易風の休止により湧昇が急に衰え、それでペルー海流域からその赤道域への統流が平年以上の高温に暖化された。赤道暖化が始まると、海面からの顕熱増加で大気も局地的に変化をうけ、ペルー海流域に雲量が減って、いつもより多くの日射が海面に到達した。このことは人工衛星ATS3とNOAA2からのデータで、1972—73年エル・ニーニョ期のエクワドル—ペルー沿海の低高度層雲の著減で証明された。南米沿岸に過高温偏差の大きいとき、1972年人工衛星写真から、雲量の大きい穴を見せる層積雲が見られた。南米沿岸に熱帯豪雨が1971年12月みられ、エル・ニーニョ発達とともに南下拡大した。1972年1月—4月グワヤキル・エクワドルで雨量275ミリ（平年の10倍）に達した。4—5月熱帯降雨がエクワドル—ペルー間にみられず、6月急増、8—11月又休みがあって、1972年12月—73年1月海水温度が再急昇して、熱帯降雨が又起りグワヤキルで1973年1月に701ミリ、ペルーとエクワドルで洪水はん濫を見せた。ともかく、エル・ニーニョ、黒潮異変などグローバ

ルな大変化

海洋・大気

海洋の表

水が高緯度

北部や南極

本海北西部

1938年日本

量により、

による。熱

るが、海気

学研究に重

挙動の如き

性がさらに

に実測から

アナのアグ

貢献できる

推進される

水圧（水位

・レーダー

1974年1

潜熱の上向

上下近接層

大規模海気

打ち出す時

ラジオ・

工衛星、ド

しかし、い

万トンもの

熱の運ばれ

り組んでい

が未だ順調

酸ガス）の

ルな大変化の研究が日本の海候、気候予測に大せつである。

海洋・大気相互作用雑感

海洋の表層が大気の下層と相互作用の大きく働くことはいうまでもない。しかし海洋の深層水が高緯度表層で冷却沈降して気候の反映を保存していることは注目すべきである。北大西洋北部や南極洋ウェッデル海、地中海北西部とアドリア海など好例である。日本近海でも冬の日本海北西部、黄海などで見られ、瀬戸内海、伊勢湾などの底層水も冬一春に傾向を持続する（1938年日本陸水学会田中阿歌磨記念号に発表）海表面で太陽熱量の受け方は大気の雲量、入射量により、冷暖（顕熱交換）如何により、乾湿（蒸発交換）により、風のあるなし（運動量）による。熱と水蒸気を海が大気へ放出する程度で暴風雨を胚胎したり、高気圧を養成したりするが、海気境界面を通る熱、放射、水蒸気、運動量のフラックス（流束）こそカブリングの力学研究に重要である。例えばボリビア丸、カリフオニヤ丸事件の波浪の黒潮前線で冬季に示す挙動の如き、松本次男氏の統計的に出された水温一気温差からの不安定度、「しお波」の特異性がさらに実測から解明されねばならない。台風域内の三角波の実態をどのようにして計画的に実測から把握するか、実験的に求めるか、シミュレーションによるか、洞爺丸台風なりマリアナのアグリガン台風なりの三角波を再現研究できないだろうか？ 海洋気象学が海難防止に貢献できる方途を真剣に模索し、アプローチを進めるべきであろう。地震予知研究が大規模に推進される時代で、海底地震計をバラまくように、予想台風進路海底にヴァイブロンによる水圧（水位）自記器（外洋候潮儀）を設置するとか、ブイ設置、レーザー、マイクロウェーブ・レーダー偵察航空機によるとか、新しい考案方法をもって新領域を開拓すべきであろう。

1974年1月メルボルンでIAPSO第1回特別集會が開催せられた。大気は海からの顕熱、潜熱の上向流束から、海洋は運動量の下向移譲から、運動のエネルギーを獲得する。従来海面上下近接層の多くの観測が熱心になされて来た（ロルの「物理的の海洋大気」著書など参照）が大規模海気現象の解明には未だ程遠く、何か根本的にマクロのアプローチのやりかたを新しく打ち出す時期に来ているのではないかと思われる。

ラジオ・メテオロロギ（電波気象学）、ラジオ・オシアノグラフィー（電波海洋学）が人工衛星、ドロップゾンデ、XBTなどを用いて新たな照明を当てることになるのではないか。しかし、いわゆる「海面状態」^{シー・ステート}の研究はもはや天然のままと限定できない。年々500万—2千万トンもの油を海面に流失している現在、高分子の膜で汚染されている海の水分蒸発と顕熱潜熱の運ばれかたが変りないと仮定できるのか疑問であるが、海洋気象研究者でこれに真剣に取り組んでいる人が何人いるだろうか？ 海中の植物プランクトンの光合成作用による遊離酸素が未だ順調に行われているとして、海面から大気へ供給に変化はないのか？ 二酸化炭素（炭酸ガス）の海洋吸収にはどのような影響があるのか？ 第1、海面の被膜表層の実態研究が進

められねばならない。極端なことをいうならば、海からの水分供給に変化を生じ、陸上が砂漠化することだってあり得る。東シナ海々底油田開発で不測の事故により大量の油が日本海に流入し続けるとする。日本海々面からの冬季蒸発による水分と温熱供給に異変を生じ、日本の気候に重大な悪影響を生じないか、検討すべきであろう。波浪スペクトルにも大きな変化が起るであろう。黒潮潮境（前線）での冬春の積雲列形成も興深い。年々数10億トンの塵埃が地表面から大気中に舞い上っているが、海からは海塩微粒子が供給されている。風がそれらを輸送し方々に落下も起っている。石綿とか、鉛（ガソリン中にある）とか、水銀、農薬などさまざまな人為的の爽雑物が運ばれ、収束前線で思いつけない濃縮化を示している。E.D. ゴールドバーグ教授など既に指摘している。海洋による移流的熱輸送効果（例えば対馬暖流や黒潮など）の気候予測への考慮は現在どの程度合理的な進歩をみせているであろうか？ 日本列島の生活に対してこの媒変数の持つ重さは小さいとはいえない。冬季の日本沿海の観測などで定量的にこれを推算できるのではないか？ 人工衛星の雲のクラスターなどからも判断できはしないか？ 私どもは人工衛星写真の正しい判読法を早く学びとらねばならない。海洋移流の時間的位置のズレをもって大気に大きく影響することは大気の約3千倍の熱容量による影響から当然考えてよいことである。オホーツク海高気圧、黄海高気圧などヒマラヤ山岳の亜熱帯、極ジェット気流に及ぼす効果とともに再検討されべきであろう。海洋水の物理的パラメーターの地理学的分布の大量データ集積が、流れの場、質量の場の予測に、気象気候予測に正しく役立てられるべきであろう。肝心の詰めができていない。海洋エネルギーとその利用、海流発電など又別に書きたい。とにかく海洋気象台が生れてすでに55年、半世紀を経た今日、その創立の意図をふり返り、現在への反省と共に将来の発展と貢献を望んで筆をおく。