はインフレを収束し経済を安定せしめんとする施策による過渡的現象と見られるのであつて、将来の産業規模が現在の水準で凝固固定しようとしたら、凡そ悲惨なことであり、これでは到底 80,000,000 人の人口を養うわけには行かないと考えられる。その間どの様な変化があるにせよ、整理過程が一巡すれば、再建の段階に入り、正常な需要は喚起されるものと思われ、既に製鉄用炭等にはその兆もある。従つて将来の正常な経済の発展段階にそなへ不経済なエネルギー使用を排除することは、依然として必要だと考えられるのである。

13. む す び

我々は以上の如き論拠に基づき、鉄道電化が推進さるべき事を提案した。勿論現実の問題として、更に検討を要する二、三の問題も残されている。しかし長期的的大局的の見透しとしては是非採用さるべき問題と信ずるのである。

只注意して置きたいとは、我々は決してエネルギー資源中水力のみの開発、或は専ら石炭の用途の電力へ切替を主張しているのではない。各種エネルギー資源は極力開発されねばならないが、その供給力には夫々限度があ

り、その範囲内で合理的にこれを開発し、而してこれらのエネルギーを総合的立場より判断して、最も使用価値高き用途へ振りむけることが、我々の乏しい資源を以て世界経済の中に生存せしめ、乏しいながらも快適な生活を送れる様にする唯一の道であることを提言しているに過ぎぬことを附言する次第である。(8月2日)

The Importance of Electrification of Railroad in Japan.

By Takeo Numabe

This article deals with the reasons why we recommend to the Government that electrification of the Government Railroads should be carried out as quickly as possible under the present situations.

Most important reasons for the necessity of railroad electrification are the characteristics of energy-construction in Japan and the fact that the thermal efficiency of the steam locomotives is the lowest among the big consumers of coal in Japan.

Hereupon the electrification will enable us to promote the economic rehabilitation as the result of the improvement of energy-construction in Japan.

海 洋 物 理 学 最 近 の 進 歩

日 高 孝 次*

第二次世界大戦は學術の各方面に於て偉大な進歩を齎したのであるが、海洋物理学に於ても一大躍進が認められる。この極めて狭い分野に於ける戦中戦後の事情は終戦後外國特に米國の文献が到着するにつれて次第に明瞭となつて來た。以下各部面について主な事を述べる。

1. 海流理論

海流については 1905 年瑞典のエクマンの有名な理論的研究がある。そして氏は 1893~1896 年北極海の探検に際し、ナンセンが体験した事、即ち北半球では風で起る海流即ち吹送流は表面では風下の方向と 45° 右(左)偏する事を理論的に証明したのである。吹送流の理論は美麗なものであつたが、其の後しばらくあまり発展しなかつた。その頃那威の領學ビヤルクネスとサンドストレームとは所謂「力學的計算」を発表し、観測材料から海洋水中の密度分布を計算し、それに依つて圧力の分布を求め、一方流体力學の方程式に於て許容される程度の省略を行なつた結果、或る層の水平海流の流線は大體等圧線と一致する事を指適し、この理に依つて質量分布に関係

した流動即ち「密度流」を推算する事を始めた。この方法では海水中の種々の摩擦力を省略しているが、実測と大體一致するので、その後ヘランドハンセン及びナンセンが実計算に向く様な改良を加えて広く採用されるに至り、現今各國の専門家に有力な武器として珍重され、小数の例外を除けば、世界各海洋の流動は大體に於て密度流であり、洋上の大氣環即ち風系は到底現実の海流の如き強力な運動を起し得ないと信ぜられて來た。

吹送流の理論はその後 1920 年以後、那威のフェルトスタット、故野満隆治博士や筆者等に依つて幾分の進歩を遂げたが、1932 年米國にあつた瑞典の新進ロスビーは、当時漸やく發展期に入つたカルマン、プラントル等の航空力學の成果を海流論に採用し、独自の吹送流理論を完成した。その結果に依ると吹送流は風下から 54° も右偏する事になり、實際との一致が悪く、且つ理論は徒らに複雑となり、その後案目の注ぐ処とならなかつた。

併し乍らロスビーは 1936 年に至り、航空力學の乱流理論に於ける滑面と粗面との概念を海面に應用し、海面は風速 8 m/秒から 22 m/秒の間では確かに粗面の性質を帯びるが、無風状態では確かに滑面である筈であるか

*東京大学理学部教授 日本海洋学会長 理学博士

ら、或る風速に於て海面の性質が滑面から粗面に急変する事になるだろうが、これは将来の研究に残さるべき問題であると結論して筆を擱いた。

第二次世界大戦中は各国共海洋学の進歩が阻止されていたが、戦争の末期から海流理論も新展開を示した。1942年頃学スヴェルドラップはその大著 *Oceans* に於て風が海面に及ぼす力即ち應力はビ氏風級4の前後に於て急変する事を示唆したが、その理論的根拠が薄弱であつた。

1947年米國のムンク博士の風の應力に関する光輝ある研究は、戦後の海洋力学に偉大な足跡を残したものと云えよう。ムンクは種々の実験的根拠に依つてビ氏風階4の前後に於て海面の状態に著しい差のある事を指適し、毛細波が衰滅する事なく起る爲に必要な風速は6.6 m/秒で、恰もビ氏風級4に相当する事、そして海面はこの微小な毛細波の出現に依つて粗面の性質を帯びるに至る事を明かにした。ムンクに依ると風速 W 厘/秒に対する海面への應力では $W < 660$ 厘/秒では

$$\tau = 0.0008 \rho W^2$$

$W > 660$ 厘/秒では

$$\tau = 0.0026 \rho W^2$$

である (ρ は空氣の密度)。この結果に依ると、 $W = 660$ 厘/秒 = 1.6 米/秒を限界として海面への應力は3倍余りに急増する事が判る。

風の應力の性質が以上の如く明瞭になると、風で起る海流、即ち吹送流の理論にも進歩が認められたのは当然である。1946年ソ聯の海洋学者ストックマンは、太平洋の赤道海区の海流が風の應力の分布に依つて極めてよく説明出来る事を示した。1947年スヴェルドラップはパロクリンな海洋に於ける海流に依る質量輸送の理論を創立して、これを熱帯太平洋東部に應用し、平混合と熱力学的過程とを省略すれば、現在この海区に於ける質量の分布は同海区の海面を吹送する図系の及ぼす應力に依つて、大体説明し得る事を示したのである。この結果は更に新進の学者レイドに依つて確かめられ、前記ストックマンの結果と共に、海洋の運動が主として風の應力に依つて維持されている事を指適したものととして、特筆すべきものである。この問題については水平混合と熱力学的過程が省略されているが、これに就てはストックマンも或種の研究を行ない、水平混合の重要性を指適しているし、現今ムンクや筆者等が理論的研究を進めている。過去の海流理論が広大な海洋の一点に於ける状態を扱つてゐるのに反し、周囲を陸地に圍繞された海、即ち閉塞海に於ける理論が現れ出したのも、戦後の傾向である。1944年頃筆者は閉塞海の吹送流に関する研究を行なつたが、同様の問題に更に水平混合を採り入れた研究が1946年

ストックマンに依つても試みられた。海流理論に於て今一つ特筆すべきは、地球自轉の力、即ちコリオリの力が緯度に関係する事を無視した爲に起つた不合理であつた。こたは上記筆者の理論でもストックマンの理論でも無視してあるが、氣象学では相当古くから重要視されて來たものである。この問題は1948年米國のストムメルに依つて検討された。氏は時計式の風系が起す矩形の海洋に起る海水循環の理論を試み極めて簡単な摩擦の項を採用し、コリオリの力が緯度によつて変化する事を考慮するとしないうで、結果が著しく異つて來る事を示した。即ち實際に即應してコリオリの力が緯度に比例すると仮定すると、海洋の西岸に流線が密集し、黒潮やメキシコ湾流が海洋の西岸に於て強勢になる事を極めてよく説明する事が出来るに反し、コリオリの力を緯度に無関係とすると、この海流の西岸強化が現れないのである。この事實は未発表ではあるが、その後ムンクが行なつた研究や筆者の研究等でも指摘し得る。

閉塞海の吹送流理論は今や各國学者の研究対象になつた感がある。これと同時に摩擦の項を考慮した海流理論を發展せしめ、この項を無視したビヤルクネス、サンドストレーム理論を再検討しようとする機運も現れ始めている。1936年米國のパールはビヤルクネス等の力学計算で得た海流像が實際と一致しない事を指摘したが、特に密度流に及ぼす水平混合の影響に関する研究は期待してよいであろう。何れにせよ第二次世界大戦後の海洋力学の發展は目覚しく、特に海流の原因の再認識と再検討とが期待される。

2. 風浪とウネリ

1942年の秋北阿上陸作戦に関し風浪やウネリの予報の必要が起り、スヴェルドラップとムンクとは米空軍の要求に應じ聯合軍各國の観測資料を基として一つの理論を立てた。この研究はその後軍機に属して発表されなかつたが、1946年解禁されて広く学界に新説として迎えられた。

元來風浪に関しては1925年ジェフレイスが発表した理論があつて、風浪が発達するのは海面に垂直に作用する風圧に依つてエネルギーが賦與される爲としたが、氏の理論は発生初期の状態を説明するには適しているが、その後の発達を解明するには不十分であつた。ジェフレイスは、海面に及ぼす風の切線應力は微小振幅の正弦波では理論上極めて小さくなる事からこれを省略したが、両氏は有限振幅の波に対しては切線應力に依るエネルギーの補給も零にはならない事に着目し、風は切線、法線両方向の應力に依つて波にエネルギーを補給するとし、ジェフレイスの説明し得なかつた風速以上の速度を有つ

波の存在をよく説明し得た。

両氏の成功した今一つの理由は、風速 W に対する波速 C の比 $\frac{C}{W} = \beta$ 波齢 (Wave age), 波長 L に對する波高 H の比 $H/L = \delta$ を勾配 (Steepness) と定義し、実測からこの両者が互に一義的關係にある事に着目したのみならず、両者間に簡単な解析的な關係を理論的に決定し得た事にあつた。かかる試みは先人が何れも直接風速と波高とを關係させて空しく失敗した事と照し合せて感慨が深い。両氏はいくつの理論に依つて導びいた結果を用いて、天気図の助けに依つて風速とウネリの子報をする事に成功して作戦に貢献し得たのであつた。

過去に於て対岸距離とか吹送時間とかを、波高や波長 (從つて波速、週期) を結び付けた試みはスヴェルドラップやムンクに依ると悉く失敗であり、要は波齢と勾配との間の關係を考えるのが正しかつたのである。両氏は過去に於ける 128 組の観測から波齢と勾配との關係を調べた処、これらが悉く一つの曲線上にある事を知つたのである。

波浪の子報に関しては我國でも戦争の末期多数の観測を試みたが、理論的の裏付けが無かつた爲失敗に帰した。

3. 潮 汐 論

潮汐の研究は戦前英國で盛んであつたが、現代はむしろ独逸に中心がある。即ちハンセンは海岸に於ける潮汐常数を知つて、沖合の潮汐を算出する事に成功した。またホルンは原子物理学を潮汐論に應用した。

4. 海 洋 熱 学

海水の蒸発に関する研究は戦前から各國に盛んであり、特に米國ではスヴェルドラップの理論があり、モンゴメリの改良ミラーの理論等が相次いで現われた。そして蒸発量が表面水温、水面上 10 米前後の気温及び水蒸気張力に依つて、可成簡単に計算出来る様になるに至つて、多年懸案であつた海洋と大氣との間のエネルギー交換なるものが次第に明になつた。1942 年スヴェルドラップの指導に依つてジェロブスが発表した論文は、エネルギーが主として熱の形で海洋と大氣との間でどう放受されるかを扱つたものである。勿論相當の誤差はあると考えられるが、この大問題に関して緒を着けた功績は大きい。

5. 海洋学者の動靜

1936 年米國南加利フォルニアなるスクリプス海洋学研究所の所長であつたスヴェルドラップは、昨年初頭所長を辭して故國ノルウェーに歸り、オスロの國立極地研究所の所長となり、スウェーデン及び英國の科学者と合同で南極探險を計画し、その隊長となつてゐる。本秋 11 月探險

船ノルセル (Norsel) で出発、14 名の隊員達は南緯 70 度のモード女王ランドに 2 ケ年滞在すると云う。但しスヴェルドラップは隊員の上陸を見届けてから歸國すると云う。

スヴェルドラップは昨年満 60 歳に達し、同氏の歸國を惜しむと同時に在米中の業績を讃える意味で、シアース海洋研究財團で発刊される米國の海洋研究誌 *Journal of Marine Research* では、昨年末スヴェルドラップ博士 60 回誕辰記念号を発刊し、米國の海洋学者約 50 名が執筆した約 700 頁の増大号が出版されている。

また 1932 年以來海流理論にカルマンやプラントルの乱流理論を應用し、自由射流説を提唱した米國氣象学界の鬼才ロスビーは、戦争中海軍氣象部長の要職にあつたが、目下故國瑞典に歸り、ストックホルム大学に勤務、本年地球物理学季刊雑誌「*Tellus*」を発刊その主筆となつた。

スヴェルドラップ、ロスビー両氏歸國後の米國海洋学界はその後新進が輩出し新しい研究が續々現われているが、ワッツホルのモンゴメリやスクリプスのムンク等が海洋物理学の第一線で活躍している。

独逸の海洋学界は敗戦の傷まだ癒えないに拘らず、驚くべき活気がある。ハンブルクの海洋氣象台は空襲に潰滅したらしいが、その焼跡には終戦直後、独逸水路研究所が設置され、ベーネッケを所長とする一群の活気に満ちた研究者が全独から集つた。潮汐のラウシェルバッハにハンセン及びディトリッヒ、それに新進のホルン等が極めて優秀な研究を出している。ハンブルクで出していた *Annalen der Hydrographie* は 1945 年廃刊となり、それに代つて *Deutsches Hydrographisches Zeitschrift* が現われた。終戦迄ベルリンにいた海洋物理学の大家デファントはその後オーストリアのインスブルクに移つて同市の大学の研究所にある。また同じくベルリンにいたメーラー女史は目下ゲッティンゲンにあり、ハンブルクのショット老も健在である由である。かくの如く独逸の新しい活躍が目覚しい中に、海洋力学の大家トラードが戦中逝去したことは一抹の淋しさを加える。その他、海洋化学のワッテンベルクも空襲の犠牲となつた由である。

海流論の大家エクマン、クヌーツセン海洋探險家ヘランドハンセン等ドイツ・スカンディナヴィアの諸大家もまだ存命している。

英國の消息はよく判らないが、波浪の研究が盛んであり、ソビエトでもストックマンの海流論等、顯著な研究がある。

第二次大戦に依つて海洋学の研究も面目を一新した觀があり、我々研究者としても極めて張合いがあり、將來への希望は大きい。

最後に、我が学界が欧米の学界と戦前兎角不十分であつた意志の交換を、出来るだけ盛にして進むことが、我々日本民族の世界の学界に貢献する所以であることを強調して擧筆したい。(9月22日)

General Survey of the Post-war Activities in Physical Oceanography.

By Kōji Hidaka.

The post-war activities in Physical oceanography all through the world are reviewed in this short note. The subjects firstly treated are theoretical researches in the dynamical oceanography, especially the great advances achieved with respect to the problem of lateral mixing in the ocean. The researches on wind waves and swell, heat transfer between the ocean and the atmosphere, tidal theories, etc follow thereafter.

洪水波の傳播速度

—北上川洪水實態調査—

多 田 文 男*

1. 序 言

昭和24年1月2日から10日迄資源科学研究所災害対策研究部多田、浅井、井関、三井の4名は經濟安定本部資源委員会水害対策委員会の依頼により北上川支流猿ヶ石川流域と迫川流域に於いてアイオン颱風による洪水の実態調査を行つた。その調査項目の一として洪水波の到達時間を調べて見た。その結果最高水位の傳播は山地や峡谷の急傾斜部で遅く、盆地の平坦部で速かである事がわかつた。一般の常識として、平水時の川の流速は急傾斜部で速かで平坦部で遅いとされている。今回の調査結果はこれと逆である。本稿に於いては4名を代表して調査概要を述べ、二、三の考察を行つた。

2. 猿ヶ石川流域の地質、地形の概観

猿ヶ石川は北上山中、早池峯山南部の薬師岳にその源を発し、遠野の山間盆地を貫流して、岩手中央地溝帯に入り、花巻の辺りで北上川に注ぐ川である。その流域の大部分は花崗岩から成っているが、下流部には斑岩と蛇紋岩とがあらわれて居り、一部には石灰岩も露出している。花崗岩の地では谷幅が開けて晩壯年期の地貌を呈するが、斑岩及び石灰岩の地では峡谷をなしている。

此部分の北上山地は重輪廻の山地帯をなしている。山の高い所には二段の平坦面が認められる。上部の平坦面は1100~1000 m の高度にあり、太平洋岸との分水嶺をなして居り、この平坦面を囲んで下位の平坦面があり、それは800 m から600 m 位に迄下がつて來ている。北の山頂の平坦面は牛馬の放牧地となり、草刈場となつてゐる。

早池峯山は此二段の平坦面上に聳立する侵蝕残丘であ

つて、その頂上は1914 m に達している。此の二段の平坦面の麓には岩石扇狀地をなしてベジメントがつき、600 m から300 m 迄下がり、現沖積面に終つてゐる。所によつては此ベジメント上に河の礫が堆積して段丘狀をなしている所もある。

現在の猿ヶ石川も既に平衡に達して居り、その縦断面をとると上位平坦面とその下の流路との間には遷急点が作られているが、その下では急流や急湍が少く、横断面をとると凹形をなしている。谷床の砂礫の堆積も厚くはなく、直きに基岩に達している。

北上山地にはNE~SW, NWN~SES 並びに EW 三方向をとる断層線が多く発達して居り、此の弱線に沿つて断層線谷が発達し、これが猿ヶ石川の支流となつてゐる。上流より云つて荒川、小鳥瀬川、早瀬川、砂子沢川、山谷川、小友川等が之であり、此等の川も略々平衡に達している。此の様に晩壯年期にある地方では岩石の差による侵蝕地形の差が著しくあらわれている。

猿ヶ石川上流部は花崗岩より成り、柏木平から下流は石灰岩、斑岩、蛇紋岩が露出しているが、花崗岩の所では侵蝕輪廻が早く進んで平衡に達して山間盆地を作り、斑岩、石灰岩の所では峡谷をなしている。第1図1は猿ヶ石川の縦断面をとつたものである。犬淵より上流の山地を流れる所では急流をなし、これから片岸橋、遠野を廻て下鱒沢に至る間即ち山間盆地をなす所では緩流をなし、これから下流で斑岩より成る田瀬、土沢に至る間では急流をなしている。之を要するに猿ヶ石川はほねつばい侵蝕谷を形作る所であり、砂礫の堆積も薄く、扇狀地や自然堤防の発達も悪くて一部侵蝕、一部堆積を繰返した所である。

3. 猿ヶ石川最高水位到着時間

*東京大学理学部助教授 資源科学研究所員 理学博士