

QUARTERLY JOURNAL : THE SUIRO (HYDROGRAPHY)

季
刊

水路

38

調査技術及び機器等の
研究開発と標準化

空中レーザー測深システム
について

水底境界層による音波
の反射

「海洋法条約草案(非公式
草案)」の概要について(最終回)

日本水路協会機関誌

Vol. **10** No. **2**

July 1981



Vol.10 No.2

通巻 第38号

(昭和56年7月)

QUARTERLY JOURNAL : THE SUIRO (HYDROGRAPHY)

CONTENTS

- Research, development and standardization of survey techniques and equipments (p. 2)
- Airborne laser Sounding systems in some country (p.8)
- Reflection of sound waves by the boundary layer at the water bottom (p. 17)
- On the General Bathymetric Charts of the Oceans (p.26)
- Outline of the Draft Convention on the Law of the Sea(Informal Text) (p. 27)
- On the Enactment of the Law for Hydrographic Activities (p. 37)
- Questions of the qualifying examinations for hydrographic surveyors (p. 41)
- Topics, Reports, and Others.

も く じ

論 説	調査技術及び機器等の研究開発と標準化	佐藤 典彦	(2)
技術紹介	空中レーザー測深システムについて	杉浦 邦朗	(8)
調査研究	水底境界層による音波の反射	桑原 新	(17)
随 想	大洋水深総図 (G E B C O)	松崎 卓一	(27)
国際情報	「海洋法条約草案 (非公式草案)」の概要について (最終回)	稲野 季隆	(28)
法 令	水路業務法制定の経緯とその解説 (その6)	苛原 暉	(38)
	水路測量技術検定試験問題 (その14)		(42)
	I H O コーナー		(48)
	水路図誌コーナー		(49)
	水路コーナー		(51)
	水路協会だより		(56)
	表 紙 波	鈴木 信吉	

編 集 委 員

- 松崎卓一 元海上保安庁水路部長
- 星野通平 東海大学海洋学部教授
- 巻島 勉 東京商船大学航海学部教授
- 中嶋庄一 日本郵船株式会社海務部
- 渡瀬節雄 200海里漁業問題研究所長
- 沓名景義 日本水路協会専務理事
- 築館弘隆 日本水路協会普及部調査役

掲載広告主紹介——三洋水路測量株式会社, オーシャン測量株式会社, 千本電機株式会社, 協和商工株式会社, 沿岸海洋調査株式会社, 臨海総合調査株式会社, (株)五星測研, (株)玉屋商店, 海上電機株式会社, (株)ユニオン・エンジニアリング, (株)離合社, 伯東株式会社, 三洋測器株式会社



200海里海域の総合調査計画の推進

調査技術及び機器等の研究 開発と標準化

佐藤 典彦

海上保安庁水路部海洋研究室長

まえがき

200海里海域の総合調査計画に基づいて推進される水路業務は、従来の航行安全を目的の一つとした科学的基礎調査の経験の上に、国際的な海洋分割の動向への対処、海洋開発・環境保全等の社会的要請を加え、一層広範囲となり作業量を増す。その対応のための技術水準の向上には、徹底した省力化・能率化を考えなければならない。また、蓄積されたデータを有効に利用するためには、それらの均質化が必要であり、そのためには、技術・機器の標準化が望まれる。

この稿では、水路業務各部門における技術・機器に関し、省力化・能率化・標準化への新しい展望と付帯する問題を概観し、併せて、それらの総合的なシステム化について多少考えてみる。

1. 海洋調査技術の現状

わが国において海洋調査を担当している機関は、海上保安庁水路部のほか、気象庁・水産庁・防衛庁・地質調査所等の諸官庁、各大学とその附属機関、地方自治体等、更に民間の調査機関等があり、きわめて多数に上る。

その調査目的は、地球物理学・地質学・化学・生物学等の学術研究をはじめ、交通・土木・漁業・鉱業から環境保全・レクリエーション・観光までと多様であり、したがって調査事項もまた、地形・地質・重力・地磁気・海流・潮汐等々多岐にわたり、対象とする範囲も海の表面から海底下まで、沿岸から外洋までと広大である。

調査の手法もまた、さまざまである。大部分は船による観測であるが、潜水夫による目視・写真撮影から、海中や海底に設置したセンサによる測定、海中に観測塔を構築して行う観測、漂流物を放流しての追跡、航空機や人工衛星による遠隔測定、潜水船による調査までと多くの手段がある。

機器の種類・その精度・観測点の密度・測定周期・

測定期間等も、目的・事項・海域・手法に応じて多種多様である。

水路部においては、従来の調査に加えて、海洋開発・海上防災・環境保全といった今日の社会的要請に応えるための科学的基礎調査として、次のような測量・観測を実施している。

海底地形・地質構造・地磁気・重力は、毎年数かずの海域について、測量船により、音響測深機・サイズミックプロファイラ・磁力計・海上重力計等を使用して調査する。測位には、オートテープ・ハイフィクス等の電波機器や、NNS S・ロランC等を用いている。また、地磁気は、航空磁気儀を使って航空機による測定も実施する。

海底火山活動の監視には、航空機からの写真撮影によって変色水を調査する。

海流観測は、船上で、G E Kによる流向流速測定、B T・S T Dによる多層の水温・塩分・深度の測定を行っている。観測船による海流観測は、ほぼ毎月1回、黒潮域を対象に実施し、巡視船による観測は、それぞれの担任海域について年間延べ約250行動を数えている。このほか、航空機による表面水温観測を約50回行っている。また、人工衛星による漂流プイの流路追跡も、実施し始めている。

潮汐観測は、25か所の常設験潮所で年間を通じて行い、潮流観測は、約10か所で観測船を使って実施している。

海氷観測は、陸上及び巡視船等からの目視によるほか、航空機による観測が毎年冬期に約15回ある。

海洋汚染調査は、油分・P C B・重金属等と放射能について、海水及び堆積物・海底土を対象に、年間延べ約70回、観測船及び巡視船による調査を実施している。

海洋測地の観測は、観測船によりNNS Sを使って、南西諸島・南方諸島と本土を結んで、年間1～2回ずつ逐次実施を進めている。

2. 調査手法における問題点

(1) 基本的条件と現在の手法

海洋調査は、調査地点と周辺との位置の相対関係が直観的にはとらえられない点と、対象物を直接見ることが一般には困難である点で、陸上での調査とは基本的に条件が異なっているといえる。したがって、調査手法には、この条件の下で、いかに観測の精度を高め目的に近づけるかの配慮が常に必要となる。

電波・音波の利用と電子技術の進歩によって、今日の測定機器は全般に高精度化し能率化された。しかし、大部分が船を使い、遠隔測定をするという手法は、昔からあまり変わってはいないし、将来もまだ、海洋調査の主流として続いて行くであろう。一方、近年はこれに加えて、航空機や人工衛星のリモートセンシング（遠隔測定）の手法が開発され、年ごとにその力を伸ばしつつある。また、調査能力にはかなりの制約があるとはいえ、潜水調査船による調査も行われるようになってきた。

(2) 観測船による調査

海洋調査はいずれの手法でも同様であるが、船による場合も、付帯装備や運航までを含めると、かなりの人員・時間・経費を要するから、常に効率良く観測を行うよう計画する必要がある。したがって、現在も地形・地質構造・地磁気・重力等を、あるいは海流・海洋汚染等をそれぞれ一つの行動で併せて調査して運用上の効率を高めるよう工夫し、測定機器についても、省力化・高速化による能率化が図られている。

しかし、採水测温・採泥・G E Kによる流向流速測定等では、船を止めたり遅く走らせたりするため、測点ごとの所要時間が大きいという問題がある。測定の種類によっては難しい点もあるが、手法や機器の開発によって、船を走らせたまま、これらの作業が行えるならば、観測の能率向上が期待できる。

船による観測では、経費等のほかに、位置決定の精度・操船・天候等の条件が加わって、測点密度も常に必要十分であるとはいえ、調査項目によっては、経験に基づく補間により値を推定することがあるのも、手法上の問題点の一つといえよう。

また、船を使用する観測では、水温・流速・海氷など比較的变化の早い項目については、同時性に欠けるという大きな難点があることも考慮の対象となるであろう。

(3) 航空機による調査

現在、水路業務においては、空中三角測量・地磁気

・海底火山活動・表面水温・海氷等の観測に、航空機が利用されている。航空機利用の特長は、船に比べるとはるかに速く、観測に広域性と同時性があることである。また、即時性に優れる点では、後述の人工衛星以上ともいえ、海底火山活動や海氷の観測では強力な利器である。

現在では海流の直接観測はできないが、流向・流速のおおよその値は推定可能であり、近い将来には直接測定の方法も開発されよう。海面下数百メートルまでの水温観測は、現在もA X B Tの使用によって可能である。

以上のような航空機の特長を活かして、水路業務上の適用分野を更に広げ、積極的に利用の拡大を図るためには、観測専用機を是非備えたいと考える。

(4) 人工衛星の利用

海洋調査への人工衛星の利用には、直接の観測・位置決定・通信と三つの側面がある。

観測への利用では、人工衛星は広域性と同時性で航空機よりも更に優れ、また、天候の影響が少ないという特長がある。水路部においても、ジオイド面決定のためにアルチメータによる海面高測定値を既に利用し、同様の値を海流の流路決定に用いようとする研究¹⁾に着手した。海底火山活動監視のための変色水調査²⁾や海氷観測への画像の利用の研究も行ってきたが、これらの場合、ランドサット等では同一地域上を通過する周期が18日と長いと、常時監視という目的には適当とはいえ、分解能も海面で数十メートルとやや不十分である。

位置決定の手段としての利用には、すでに航行衛星システムN N S Sがある。N N S Sは船位決定ばかりでなく、全球的に10⁻³程度の高精度で相対位置測定ができるため、あらゆる海洋調査の基礎となる海洋での基準点の位置を求める測地にきわめて有用である。ただし、ソフトウェアがいわゆるブラックボックスで、利用者側での手直しができないことや、測地のための受信機器がかなり高価であることなどの難点はある。

通信の手段としては、水路部では既にアルゴスシステムの利用を実施している。これは、漂流ブイによる水温測定値を伝送するとともに、衛星によるブイの位置追跡により海流の流路を求めようとするものであるが、ブイの回収が容易ではないことや経費等に問題点がある。データの伝送システムDCS (Data Collection

1) 56～58年度運輸省特定研究

2) 水路部研究報告第16号

System)には、このほか海中の固定点での各種測定値の伝送にも利用が期待でき、水路部での今後の具体化が望まれる。

3. 調査機器における課題

調査機器は手法と密接に関連し合うものであり、切り離しては論じ難いが、ここでは一応機器に焦点を当てて考えてみることにする。水路部における海洋調査機器の課題は、おおよそ次のとおりである。

(1) 測量機器

電子技術の発達とともに、測量各分野の機器が取得するデータの品質は、近年格段に向上した。したがって総括的にいえば、この部門での問題点ないし課題は、個々の機器よりはそれらのシステム化に重点があるといえる。

測位のうち、港湾から沿岸までの測量については、オートテープやハイフィクス、更に新しくはサイレディス等の電波機器があり、十分な精度が得られている。しかし、外洋については、現在利用しているNNSSやロランCは必ずしも十分とはいえず、その複合システムといえども満足すべきものではない。将来は、人工衛星を利用した連続的で高精度な測位機器が主流となるものと考えられる。また、全く新しい手段として音響トランスポンダ等による海中基準点の利用等も考える必要がある。

測深については、従来機器側にもデジタル収録等の問題が残されてはいるが、当面の課題は、ナローマルチビームの採用である。これは1975年ごろから実用化され、米仏の数隻の測量船で実績を上げ始めている機器である。この装置では、約20組の送受波器で得た測深値をコンピュータで即時処理し、船上で直ちに海底地形図が図化される。図化幅は水深の80%だから、外洋での海底地形測量には有力で、能率化・省力化の面でも有望な方式である。

アナログ処理によって、いわば定性的に海底の起伏をとらえる方式には、サイドスキャンソナーがある。この装置では、送受波器を海底近くまで下ろすため、波や風の影響が少ないという利点があり、これによる海底の立体像解析に関する開発研究は今日的な課題である。また、送受波器を吊り下げる技術の安定は、他の海底精査方式への応用も有望である。

多重チャンネルのサイズミックプロファイラは、海底下の地質構造探査機器として有力である。取得能力が高まりデータ量が増えれば、その処理と解析が問題となるので、水路部では、信号をデジタル収録し、

以後の雑音除去や解析³⁾をコンピュータで処理するよう計画している。

地磁気観測では、磁力計は現状でほぼ十分である。船上では、当面全磁力測定だけであるが、3成分測定も機器の開発を期待したい。航空磁気測定には方位決定の問題がある。現在は、レンズで投影した太陽像から方位を読みとっているが、能率化のためには、高精度の方位読みとりセンサーを開発し、これを組み込んだ航空磁気儀の実用化が望まれる。

(2) 海洋観測機器

個々の機器の測定能力は現状ではほぼ十分であり、今後の課題は、それらの操作の省力化と事後処理の能率化にあるといえる。

海流観測では、昭和58年度に完成する新測量船への新鋭機器の搭載が検討されている。塩分・水温・深度の測定にはCTDを導入して精度の向上と労力の軽減を図り、航行中に塩分・水温・流向・流速を連続自動測定する装置によって、データ取得の能率化を図る。また、DBT・XBT・偏位流速自動測定装置等、省力型の簡易な測定機器の装備も計画している。新しく中層流の測定装置も搭載する。これまで観測実績のほとんどない項目で、海洋変動の実態把握のためにも大いに期待される。これらは、いずれも省力化と能率化を旨とする機器であるが、コンピュータによる事後処理のためには、記録の手段が必ずしも整っているとはいえない。今後の検討課題である。

航空機による水温観測には、AXBTの導入によって、これまでの表面のみに加え、400メートル程度までの測定を考えている。これらのほか、人工衛星の利用に一層積極的に取り組む計画がある。漂流ブイによる水温測定には、これまでの表面のほか100メートルを加えた2層観測用センサーの開発研究⁴⁾を進め、前にも述べたようにアルチメータによる海面高測定から海流を求める手法の研究にも着手した。

海水観測には、これまでの目視を主体とする方法に加えて、昭和55年からランドサットのMS Sクイックルック画像の利用を始めた。広域性のある人工衛星画像は利用度が高い。現在のところ前節で述べたとおり周期や分解能等の問題点はあるが、解析技術の研究を進め、今後大いに活用すべき分野である。

潮汐観測では、験潮所のテレメータ化が当面の課題であり、昭和56年度の第三管区管内を手始めに、順次全験潮所に対して実施する計画である。当面は、防災

3) 水路部研究報告第15号

4) 55・56年度運輸省特定研究

上の見地から所管本部での現状監視を主目的としているが、解析処理への一貫性についても整備を進めたいと考えている。

潮流観測では、通常の測定はこれまでの機器で十分である。狭水道等での強流用には、昭和55年度研究補助金で、13ノットまで測定可能な強流用流速計が開発され、成果が期待できる。しかし、中層流の観測には狭水道では設置方法がむずかしく、別種の機器開発の必要もある。

海洋汚染の調査は比較的新しい業務だけに、分析機器は一応整ってはいるが、試料採取機器はまだ十分とはいえない。採泥には、必要な厚さを乱さずに採るといった条件が加わり、これまでの水路業務における作業とは違った機器が要求されるが、現在用いているグラフ式採泥器等では十分ではない。採水には、容器による試料汚濁のないことと、100～200リットルという大量採取が条件となる。船上作業の操作性と能率の向上も含めて新しい機器の開発が望まれる。

(3) 測地観測機器

日本周辺の比較的広域の測地観測には、固定局用のレーザ測距装置を下里水路観測所に設置する。方位測定だけであった人工衛星測地に、距離の同時観測が加わり、1,000キロメートルに対し誤差1メートルの高精度が期待される。しかし、移動観測用のレーザ測距装置は現在きわめて大型で、日本周辺の離島などでの観測には使用できず、小型軽量化が課題である。

比較的近距离の測地網には、航行衛星NNSSを利用する移動用測位装置が、昭和55年度から実績を上げ始めているが、昭和60年ごろにはNNSSに代わるシステムとしてGPSが計画されており、それへの対応は検討の要がある。

海洋基準点としての深海用音響トランスポンダの開発には、耐圧性と電源の問題がある。また、使用上の原理として、音波の伝播についても調査研究が必要である。

以上を総括してみると、調査機器についての課題は、能率化・省力化と事後処理のための記録手法にあるといえる。言い換えれば、品質の良いデータを、少ない労力と時間で、数多く取得することと、得たデータの処理・加工・蓄積のための記録の媒体や形式をどう定めるかにある。

事後処理には当然コンピュータが用いられるが、そのためには、記録は機械で読むことのできる媒体・形式でなければならない。人手をかけてデータを読みとり、カードにせん孔して入力するようでは、200海里

時代の海洋調査の膨大な資料処理は不可能である。いずれの分野の機器においても、個々にそうした配慮は見られるが、理想的には、それらは相互に関連し合う海洋調査の総合処理システム側が、いわばインターフェイスとして仕様を定めるべきものであろうと考える。総合処理システムについては、第5節で述べる。

4. 調査技術の標準化に関する問題点

範囲が広がり、目的が多様化し、多くの機関が種々の手法・機器を用いてする海洋調査には、現状では精粗さまざな品質のデータが混在している。利用する側にとっては、扱いにくく不便なことである。観測機関としては、それぞれの目的に沿って処理できるデータが得られればよいのではあるが、貴重な時間と経費をかけて得た値であるから、広く利用できるデータであることが望ましい。

その意味で、観測技術の標準化が望まれるものであり、基礎的・科学的な海洋調査のほぼあらゆる分野にわたっての長い実績を持つ水路部は、標準化についての中心的な役割りを果たしていかなければならないものと考えている。

ここでは、そうした標準化への道程で検討し解決しなければならない問題点について考えてみる。

標準化の対象は、いわゆるソフトとハードの二つの側面に大別できる。観測項目やデータの種類・配列等は前者であり、観測手法や機器はいわば後者である。

ソフト面では、データの標準化について、海洋資料センターが中心となって検討が進められている。海流・水温・塩分等の海洋学的なデータは、気象庁・水産庁等の調査機関との協議が行われているが、諸機関それぞれに目的や手法に差があって、項目・精度・密度等の均質化や記録媒体・報告形式の統一は困難であり、受領後のデータファイル化の際に海洋資料センター側で標準形式への変換を行うこととしている。したがって標準形式には諸機関の項目等すべてが含まれているとは限らず、このファイルから報告された原形式のデータが再現できるとは限らないが、いつでも標準化されたデータが利用できる体制を整えつつあるといえる。

一方、機器については、測定する対象や分野ごとに事情は異なるが、海洋調査体系全体との調和を配慮しつつ個々の標準化を考える必要がある。

地形・地質等の測量や測位に関する機器は、センサー・処理部・記録部を一体としたいわばシステム機器が多く、それぞれの構成部分を支えている技術も、そ

の進展の状況も異なることへの考慮を要する。また、いわゆるソフト面での標準化との関連も深いことであるが、水中音速改正・水深の基準・海底下の音波の伝播速度等の問題も標準化の過程で考えなければならぬ。

海洋学的な測定機器の場合は、潮位・流速・水温・深度等いずれも物理量の比較的単純な変換と記録であるから、標準化はそれほど困難とは思われない。しかし、標準化には個々の機器の検定が伴い、そのために検討を要する事項も少なくはない。計量法や気象業務法等との関連を調整しながら法的側面の整備を図ることは当然として、そのほかにも以下のような問題点が考えられる。

検定の技術面では、標準試料や検定設備の問題がある。潮位・塩分等については、比較のための標準試料が容易に得られるが、流速ではやや複雑となり、深度測定のために水圧の標準を作り出すには、かなりの大きい設備が必要となろう。技術面以外では、検定のための経費やそれに要する時間等も考慮に含めるべき事項といえよう。

データ形式や機器の標準化は、観測船の設備・仕様や運用にも影響するであろうし、標準化をめぐる研究すべき問題は多様であるが、海洋調査のデータ量が増えるほどに、それらの整合性・信頼性の確保の要求も高まるものと考えられ、標準化への前向きな検討が必要といえる。

5. 水路情報総合処理システム

海洋調査のデータは、必要な処理を経て、報告書や図の形式で成果としてまとめられる。水路部の場合には、測量や海象観測等の数値として得られるデータのほかに、和文・英文等の文章として、あるいは図として入手する情報を加え、海図や水路書誌等の成果として公開している。データの取得から成果の印刷までは、いわば一貫した作業であり、処理の段階では、数値データに限らず、文章・図を含めたすべての必要な情報が随時参照できるよう整備されている必要がある。付帯する計画調整や生産・在庫管理等のいわゆる管理部門も含めた一元的な処理体系が整っていることが望ましく、これを仮りに水路情報総合処理システムと呼ぶこととする。

このシステムは、データベースと処理の二つに大別できる。次ページの図はその概念図である。

データベースには、数値・図・文章と3種の表現があり、水路部が取り扱うすべてのデータを含む。この

うちの一部は、海洋情報管理用のデータベースと共有される。処理には、海図作成や水路通報文編集といった作業処理用のプログラムのほかに、管理系のプログラムも含む。

このようなシステムを有効に機能させて所要の処理を行うためには、処理プログラムは当然として、記憶媒体とその大きさ・データ形式等について、十分な吟味と細心の設計が必要である。第2・3節で概観した調査手法・機器についての課題・問題点においても、事後処理につながる記録方式については各分野とも配慮されているが、総合処理システムの観点からすれば必ずしも十分とはいえない。多種大量のデータ処理を円滑に行うには、コンピュータを駆使しなければならないし、そのためにはデータ取得とコンピュータ処理の中間に人手による変換等が介在することは避けなければならない。この意味で、データの記録方式は標準化が要求されることとなる。

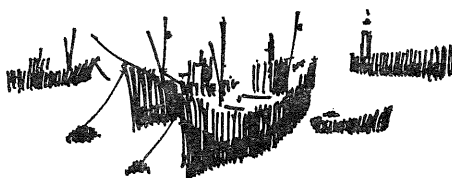
したがって、水路情報総合処理システムの検討を始め、少なくとも構想や概要設計について各部門間の合意を得ることが急がれるものであろう。そのうえで、入力形式の標準化が考えられ、観測機器の記録方式も含めた詳細設計が効率的に行えるものとする。

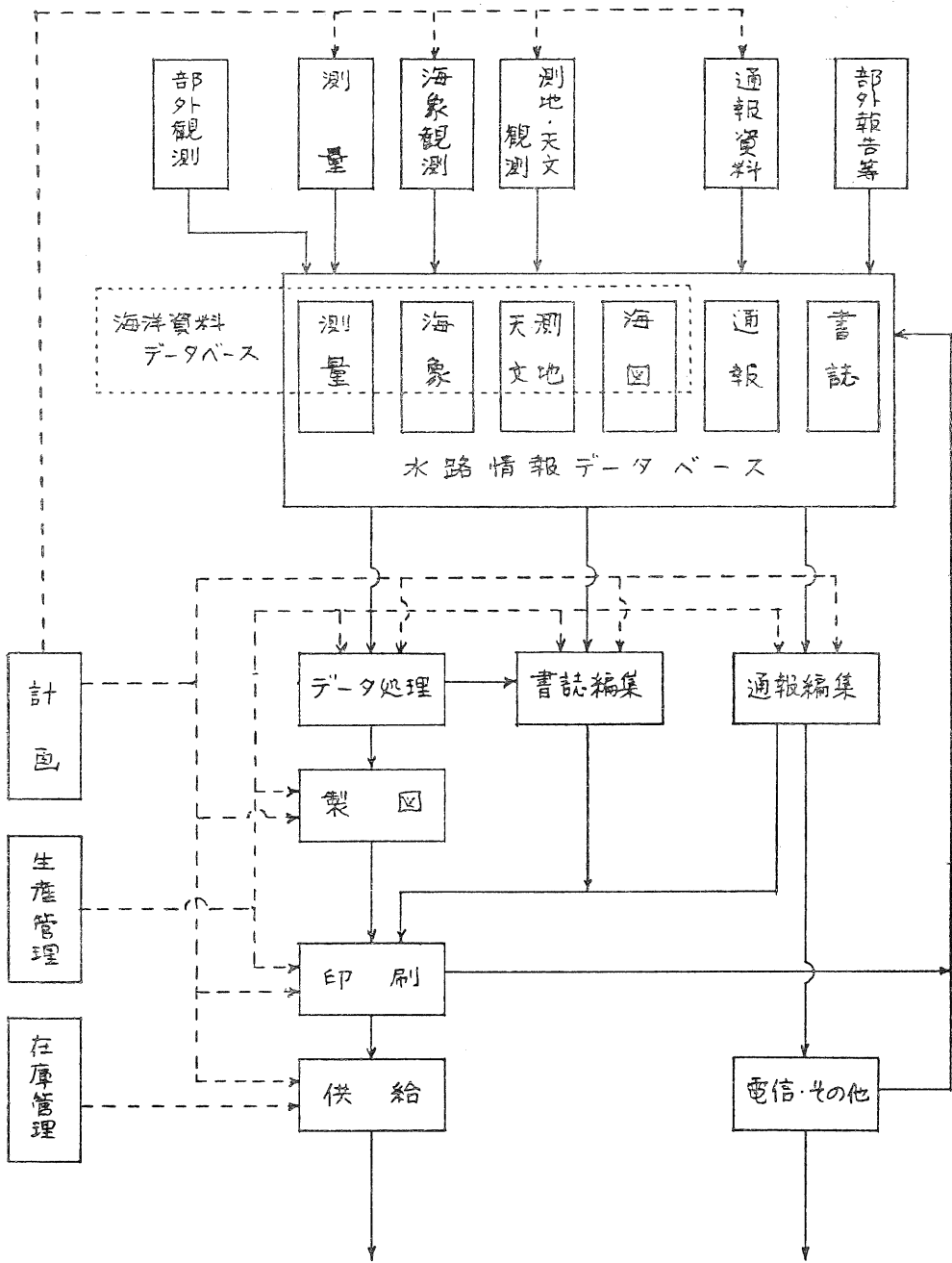
一方、総合処理システムの完成までには、少なくとも10年の長い期間を要するであろうし、作業を維持しながら開発研究を行い、新たなシステムに対する要員教育を施し、データベースの完成のためには在来資料の変換を行う等、付帯する作業も多く、外部勢力の活用も含めて慎重な計画が要求される。

あとがき

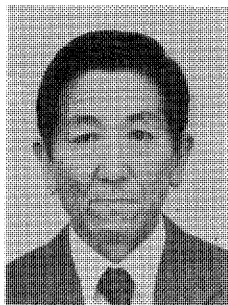
以上、200海里海域の総合調査計画の一環としての海洋調査技術と機器の開発課題、標準化等について述べたが、総合処理システムをはじめ、全くの私見も多いことをお断りしておきたい。

本稿をまとめるに当たって、各部門の担当者からは多くの御教示をいただいたが、紙数の都合もあって大幅に割愛せざるを得なかったことを、感謝と併せておわび申し上げる。





水路情報総合処理システム概念図



空中レーザー測深システム について

杉浦 邦朗
海上保安庁水路部参事官

はしがき

レーザー測深に関する国際シンポジウムが昨年9月にオーストラリアのサリスバーグ市とシドニー市で開かれ、カナダ、フランス、イギリス、アメリカからも参加があり30名の代表が出席したという。このシンポジウムには27編の論文が提出されたが、それらは開発中のシステムに関する報告を含み、各国で進行中の計画、実行された試験およびその結果、理論的評価等であった。マルチスペクトラム・スキャニングと空中写真の技術との混成になる空中レーザー測深システムに関する論文も紹介された。各国が企画し、開発しているいろいろの空中レーザーシステムは、それぞれ少しずつ異なった基準を基礎にして設計製作を進めており、そのために、この種のシンポジウムにおいて、多くの有益な研究データの交換が期待できることから、さらに密接な関係を保つことを希望して、2、3年後に次のシンポジウムを開催する計画であるという。

一方、適正な海図は、一国の海運経済ばかりでなく、国際貿易の伸長の上からも、本質的かつ不可欠であることは言うまでもない。したがって、近年、水路業務体制が不適切のため海運貿易の発展を阻害し、資源開発を遅らせている実例があちこちに見られるようになって来た。海洋法が出現の暁には、幅員200マイルの排他的経済水域内の資源に対する沿岸国の自主管理権が当該各国に与えられることになり、また、基線、領海の外縁、排他的経済水域および大陸棚を適当な縮尺の海図上に示すための新たな義務が沿岸国に課せられることとなる。各国は、海洋資源ポテンシャルを発展させる等、経済的に十分な利益を具現するための必須条件である海洋調査の実施と海図の整備を急がされている。例えば、海岸線長89,184キロメートル以上のアフリカ大陸沿岸には258港の港湾があるが、現在、そのうち約85%は精密な海図が調製されていない。また、アフリカ53カ国のうち39カ国が5つの海と大洋に面しておるが、その広大な海洋の場について

テンシャルがほとんど未利用である。中近東諸国においても同様であって、港湾利用は当然ながら、沿岸基本図の整備の企画が進められている。さらに豪州大陸においてもしかりであって、オーストラリア国は約660,000平方マイルにおよぶ大陸棚を保有しているが、最新技術を投入してこの海域と水路測量を進めるとしても、約50年の年月を要するため、これを促進する方策に取り組んでいる最中である。

これら新海洋法対策として、特に発展途上国に対しては、水路業務機関の設立の勧奨、既存の水路業務サービスの拡充、人材の養成等、先進諸国からの技術の提供・支援が行われようとしているが、さらに先進諸国においては、新技術の開発のために相当の努力が払われつつある。その一つに空中レーザー測深システムの導入が挙げられる。この技術に関する限り、後述するような実際上の制約があって、日本周辺沿岸における適用が果して効率的であるかどうかという問題はあがあるが、わが国の官民が有する水路技術の国際的競争もしくは均衡を考えると、この新技術といえども看過できないものがある。したがって、わが国においても早期にこの技術の開発に踏み出すべきではないだろうか。

手元にはオーストラリアで開かれたシンポジウムの論文集がまだ届いていないので、このシステムの現状の詳細を知る由もないが、国際水路局の機関誌、国際測量技術者連盟総会の技術論文集、日米天然資源会議海底調査部会を通じて得た技術資料によって、現在までに知り得た空中レーザー測深技術について、ここに概括するので大方の参考になれば幸甚である。

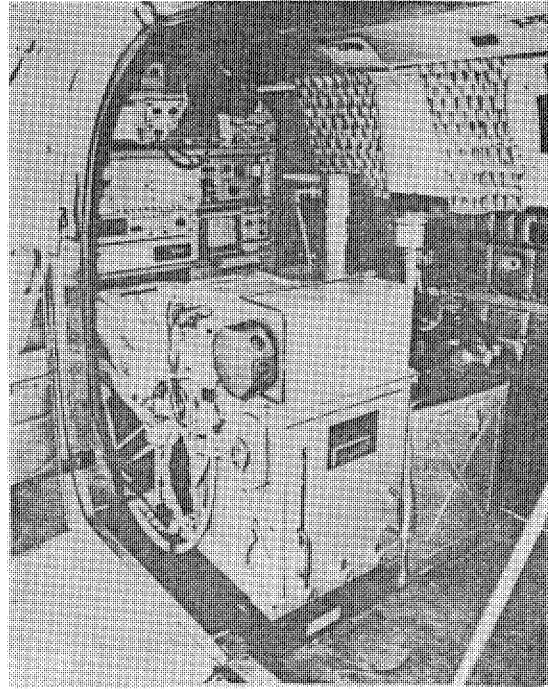
§1. 空中レーザー測深システムの概説

空中レーザー測深システムは電源部、垂直ジャイロ、パルス発生部、パルススキャナー、飛行高度計、測位装置、データロガー、記録部等から成るが、その測深原理は音響測深方式と類似して、各レーザーパルスの海底反射分と海面反射分の光の伝播の時間差

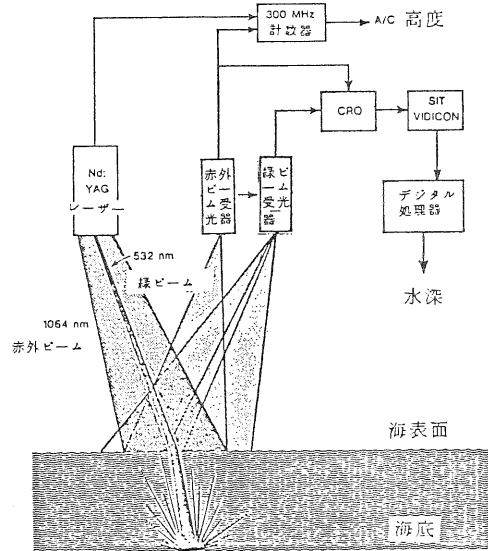
の1/2の量を水深として測定するものである。

アメリカ国防地図局が、海洋大気庁海洋調査部とタイアップして開発を続けているシステムは、HALS（水路測量用空中レーザー測深機）と言われ、小型・軽量でヘリコプターへの装備・撤収が容易で、測深に最適なヘリコプターの対地速度は約50メートル/秒（約10ノット）、測深飛行高度は150メートル、測深許容時間は6時間である。また、レーザーパルスレートは400ヘルツであり、スキャン角は垂直方向から624ミリラジアンである。水平位置の測定は短距離もしくは中距離精密無線航法装置または人工衛星全地球測位システムによって行うことが出来る。水深および水平位置の誤差は国際水路測量精度基準（水深30メートルまで±0.3メートル、それ以上100メートルまでの水深に対して±1メートル以内、測深位置は海図縮尺で1.5ミリメートル以内）に合致している。

一方、オーストラリア水路部は、1972年に海軍の武器研究廠（当時は防衛研究センター）に対して水路測量データの取得効果の向上策に関する研究を依頼したところ、同廠においては種々検討のすえ、レーザー技術を応用する空中レーザー測深システムを実現可能なものとして、次のスペックを設定した。すなわち、その設計基準は測深能力2～30メートル、測深精度1メートル、測深位置誤差25メートル、測深幅200メートル、平均測深面10×10メートル格子、航空機のパルス70メートル/秒であった。具体的な開発研究は1974年後半にスタートされ、1975年半ばにはフィジビリティ・テストが行われた。それ以後、いわゆるオーストラリアにおけるWRELADS計画が着手された（WRELADSは武器研究廠型レーザー空中測深機の略である。）。この計画によりWRELADS-Iが試作され、その試験が1976年11月～12月に南オーストラリア湾で、1977年6月に北クィーンズランド海域でそれぞれ実施された。この試験には航空機として固定翼飛行機ビーチクラフト・クィーンエアが使用されたが、第1図にその折の機体内の機器の取付け状況を示す。



第1図 WRELADS-Iのビーチクラフト・クィーンエア機内据付け状況



第2図 空中レーザー測深の原理

§2. レーザー測深の幾何学

第2図はレーザー測深の原理を示す模式図である。エアボンシステムはこの図に示すように大体Nd:YAGレーザーと赤外と緑の2個の受光器からなり、レーザーはQスイッチにより短時間出力パルスを作った上で、波長1060メートル程度の比較的広角の低エネ

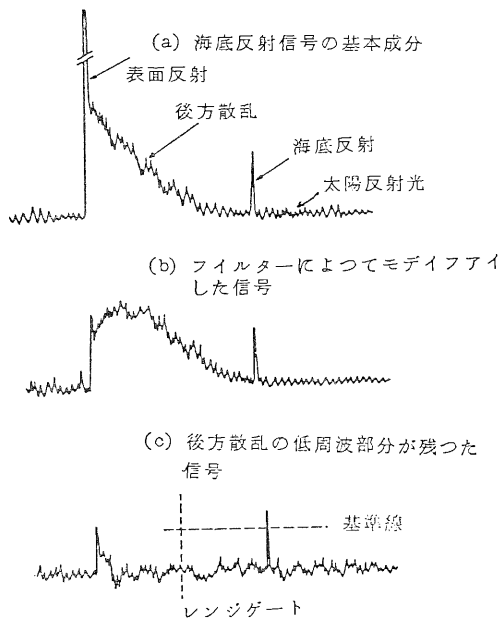
ルギー赤外ビームと、波長530+1メートル程度の狭角の高エネルギー緑ビームとを同時に発射する。赤外ビームは表面反射用であって垂直に保持され、緑レーザーは海底反射用であって一定角だけ横方向にスキャンされる。2個の受光器はそれぞれ海表面からの反射

信号と海底からの反射信号とを受ける。水深はこの2個のパルスの受光時間の差を測定して算定する。この際、この受光時間間隔にビームの傾斜の補正を行うが、海中におけるビームの傾斜の補正も必要である。

赤外ビームについては垂直に安定して保持されねばならず、緑色ビームについてはその走査方向が測深線に対して直角であると同時に対称的でなければならぬという幾何学的条件がある。機構的に偏角分の補償を行い、それぞれの角の条件を満たす必要がある。

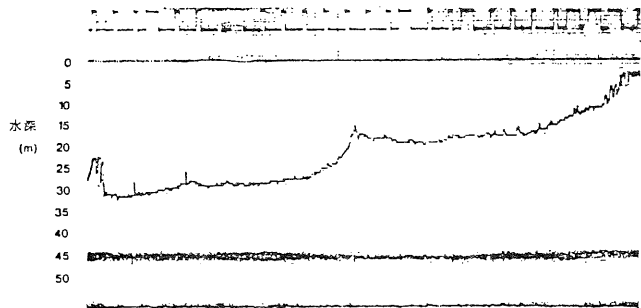
緑レーザービームの目的は海底から反射して来る光子を検出することであるから、反射パルスの受光について2つの問題がある。その第1は極く浅い海における海底から反射信号におけるダイナミック・レンジの問題で $10^4 : 1$ に近づけるのが精一杯であるので、測深可能水深の下限は約2メートルとなる。また、その第2はノイズの問題であって、測深に影響のあるノイズ成分として、

- (a) 太陽および天空の明るさが海表面、海中、海底でおこす反射光
 - (b) 緑レーザービームの海表面での反射
 - (c) 海中を透過中のレーザー光の後方散乱
- がある。これらのノイズは信号処理、偏光フィルター、特殊フィルターを使用することで除去しなければ



第3図 ノイズの除去の実験例

ならない。また、これは可能でもある。第3図は緑ビームの受光信号とフィルターおよび信号処理の結果、ノイズ成分が除去されていく実験例を示すものである。また、第4図はオーストラリア沿岸のリーフ海域でのレーザー測深の結果からデジタル処理システムを用いて、リアルタイムに記録される海底断面の1例を示す。この記録の右側には1/25の傾斜地形があり、ま



第4図 海底地形断面の一例(リボンリーフ)

た、中央部の地形は傾斜が1/5を示し、左側に8メートルのリーフ崖のあることがわかる。

§3. HALS システム

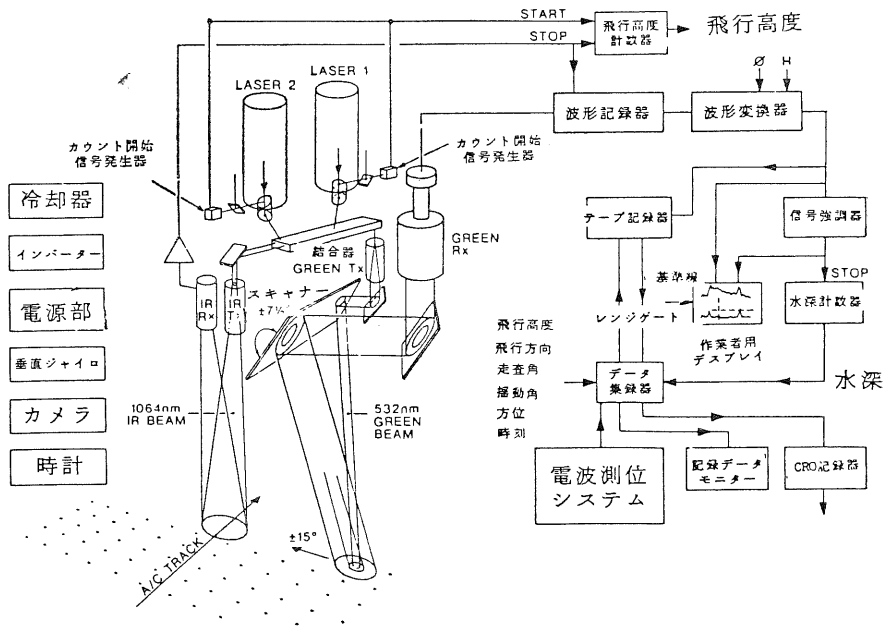
このシステムは、1983年初期に完成することを目的に開発が進められているが、陸上の基地から遠距離にある海域において、測量船に搭載しているヘリコプターを利用して測深できるように設計される計画であるという。

レーザー発光器はイットリウム・アルミニウム・ガーネット(Nd:YAS)を塗布した強力なネオジウムレーザーで、波長が1060+1メートルと530+1メートルとの二重レーザーを用いる。S/N比を最大にし、極く浅い水深の解読を可能にし、パルスのデジタル化を容易にするために、10+1秒以下のパルスを用い、ピーク出力を350キロワットとしている。スキャナーは極くありふれた一定の回転率の鏡を用いたもの(NASA方式)である。これは設計製作がより簡単であるという利点がある。走査パターンは楕円形をしており、これにより航空機による海面追跡に必要なデータ範囲が得られるようになっている。

反射レーザーパルスは固定ミラーを通して望遠鏡に取り付けた受光器に入射する。このとき、パルスの視準は望遠鏡の中のパルス波形出力用のホトマルチプライヤーで行われ、受光視界は周囲のいろいろの光やS/N条件を考慮して、0~30ミリラジアンの間を自動的に制御できるようになっている。海底面や海中の懸濁

物からの強烈なパルスに対して、同ホトマルチプライヤーの初期のレスポンスが可能なようにサチュレート

ムにおいてDEC 11/60 が用いられている。



第5図 WRELADS-IIのブロックダイアグラム

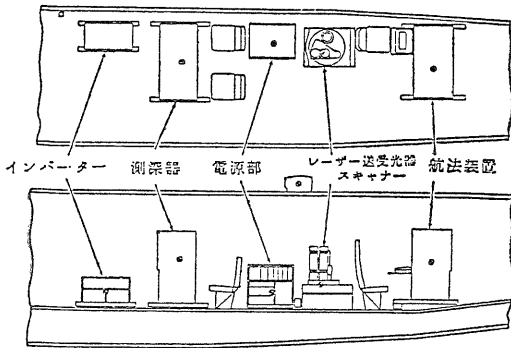
を防止するためのゲートが組み込まれている。

ホトマルチプライヤーの電圧波形出力をデジタル化するために、前段処理器が用いられる。また、ホトマルチプライヤーからの広帯信号を分割時間隔でストアし、これからさらに2個の時計レートの比によってバンド幅を変えて、低いレートで記録する。ビームの方向(航空機に相対的な)はミラー機構のシャフト・アンコーダーによって各パルスについて記録される。航空機の姿勢は走査楕円パターンを解析して、海表面に対する傾きの大きさが求められる。測位は概説において述べたとおり、双曲線または一距離方式のいずれの方式によってもよく、中・短距離電波測位機が使用できるが、地方局の勢力を節減するためNAVSTAR全地球測位システム(GPS)を使用することも出来る。時計装置は、作業日時の記録、パルス送受光器励起用400ヘルツ周波の発振、波形デジタル化動作、測位システム用に用いられる。このほか反射波形とすべての関連データを記録するための記録器、データ取得のための動作とシステム内のいわゆる実計算と飛行後のデータ処理・解析・成果の取まとめのために高速小型の計算器が必要である。計算結果はメモリーにストアされ、指示・監視装置で測量作業者に測深航法上の情報が提供される。計算器としてはこのシステ

§4. WRELADS-II

前述したとおり、オーストラリア水路部のWRELADS開発計画に基づいて得られたWRELADS-Iによる飛行テストが、2期48回延べ148時間について行われているが、その結果を踏まえて設計改良し、実用システムとしてのWRELADS-IIの製作を進め、今年の6月に最終飛行テストと調整を行い、完成することとなっている。

WRELADS-IIの主要機器は、第5図のシステムのブロックダイアグラムに示すとおり、航法装置、測深装置、レーザー送受光器、レーザー・スキャナー、データ集積装置等からなる。これらの各機器の航空機C47における装着状況は第6図に示すとおりである。WRELADS-IIに用いられているレーザー送受光器はQスイッチを有し、42PPSで動作する2周波のNd:YAGレーザー2個から成っており、レーザーは84PPSで結合出力を作るために連続的に時間操作がなされる。緑レーザービームは測深空間10×20メートルとしての直角走査パターンを得るため1秒間に7走査で±1.5度だけ横方向に走査される。赤外レーザービームは垂直に保持され、海表面反射を捕え、水深測定のための基準用として使用される。各レーザーの特



第6図 WRELADS-II 装備状況 (C47機内)

性は次のとおりとなっている。

出力	532nm	1 MW
	1064nm	0.2MW
パルス繰返し率		42 P P S
パルス立上り時間 (1064nm)		3 n S
パルス幅 (532nm)		7 n S
Pump エネルギー		15 joule

現在はピーク出力1メガワットで168 P P Sのパルス繰返し率のレーザービームを得るための設計改善を図っている。

§2で述べた測深原理に基づいて、レーザー反射信号で水深を求めるには、機体内で一次処理し、その後基地に帰投してから事務所の処理施設で解析する。記録器は緑の反射信号および測位データ、日付等を記録できるが、この記録系には呼び出しによってモニター表示が出来るようになっている。信号処理の最終出力は、水深が決定できる形の十分に濃淡のある線表示を行わせることが出来る。この時、自由にレンジゲートを変えて信号の低周波部分を消去し、また、レベルを変えて海底信号を誇張させることも出来る。

測位には双曲線方式のArgo DM 54を用い、測位結果をオーストラリア地図測地系に変換し、現在位置を航跡によって図化し、測位記録としてのデータの整約計算を行い、かつ、パイロットのためのモニター表示をするためにミニコンピューターPDP11が付加メモリーと共に用いられている。全てのデータを磁気記録に集録し、磁気記録用テープレコーダーを制御し、記録されたデータを監視するための入力とCRO (陰極線オシロスコープ) 記録器への入力とについて前処理をするためにデータ集積装置が操作されるが、これは記録データの監視のためにこれを呼び出して表示できるので、ある意味ではレーザー測深システムが満足すべき形で動作しているかどうかを知る上でも有効で

ある。この時ある定まったフォームでデジタル式にもアナログ式にも呼び出すことが出来る。さらにCRO記録器は高いバンド幅の記録用のオシロスコープで、広範囲なデータ、例えば海底表面波形、水深決定、航跡、システムパラメータ等を取り出すのに用いられる。

WRELADS-IIは前述のように航空機内に装着されるが、機内には6.5×1.5メートルの空間と300キロプログラムの重量余量を必要とする。このほかに測定者が3～4名(うち1～2名は熟練者)搭乗する。電源は直流28ボルト、250アンペアである。このシステムを使用するためには、保護ドア付きのTRS装置(レーザー送受光器とレーザースキャナー)、外部との熱交換機およびアンテナの取付けのために機体の一部の改装を必要とする。この装置の装着が可能であり、135ノットの航行能力をもつ航空機としてはC47、F27がある。

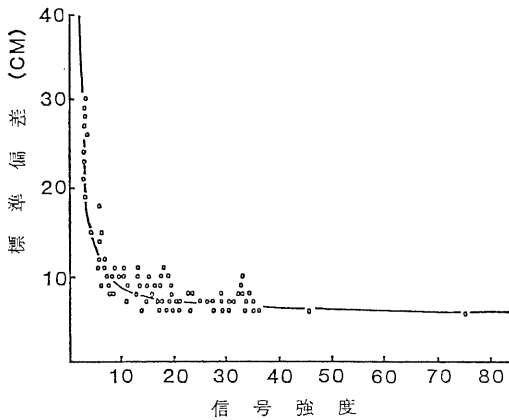
WRELADS-IIによる測深作業は、航空機の数速度としては70メートル/秒(135ノット)が適切であり、これにより幅268メートルの掃海が出来、10×20メートルの格子面で84点の測深が出来る。1点あたりの面の大きさは直径1～2メートルの円に当たる。前述したように、開発研究中の168 P P Sのものでは10×10メートルの格子面となる。現時点ではWRELADS-IIによる測深は完全に自動化されているとは言えない。したがって、記録された信号情報は基地の測量班事務所で、潮汐データや測位データの改正情報を入力して、最終のデータテープを作るための最終処理が行われる。

§5. 測深の精度

空中レーザー測深システムによる測深の精度に関しては次の3項目についての検討を必要とする。

- (a) 精密度 (precision)
- (b) ゆがみ (bias)
- (c) 再現性 (repeatability)

第1の精密度は測得水深の平均水深に対するランダムエラーである。これはシステムの雑音に関するメジャーで、個々のハードウェアの全ての精度についての基本リミットである。第7図はアメリカ海洋調査部がNASAのハードウェアについて理論的に求めた結果を示す。これによれば、S/N比の低いとき精密度は貧弱で、S/N比が増大するにつれて急速に改善していることがわかる。飽和値は±5センチメートルである。一方、1977年NASAのシステム(試作品)につ



第7図 測深精度と信号強度との関係

いて環境パラメータとシステムパラメータの測定を行った際、ソナーによる測深結果との対比をみるために、6カ月間にわたって収集された150万点の測深値からこの飽和値を求めてみると、約10センチメートルと得られ、両者は比較的良好に一致している。

第2のゆがみ (bias) とは測得水深と実水深との間の一定の食い違いのことである。真の水深は未知であるので、レーザー水深とソナー水深とを対比して類推すると、 20.8 ± 12.7 センチメートルという値が得られた。しかし、明らかに両者に誤差があるから、

- (a) ソナーによる水深誤差
- (b) 測位誤差に基因する水深誤差
- (c) 実験海域における潮汐データの内挿による誤差
- (d) レーザー測深による誤差

のうちの前3項について、それぞれ見積った上で、逆に(d)を求めるとよい。それぞれの誤差の見積り量は、(a) 7.6 ± 5.1 、(b) 10.2 ± 5.1 、(c) 2.5 ± 0.0 各センチメートルと得られているので、海洋調査部がもつNASAの試作レーザーシステムに対する精度として 16.3 ± 10.2 センチメートルと得られたが、開発中の機器のものとしてはよい結果と考えられる。これをさらによくするためにはソフトウェアがポイントであって、波の改正やデータ抽出のアルゴリズム等のデータ処理の改善を図ることでソナーシステムの場合と同程度の精度のものとするのがさして困難ではないと思われる。

第3の再現性、若しくは地形断面相関についてであるが、この両者のいずれを精度評価のメジャーとして用いてもよいが、両者の間には多少意味を異にする点があるので注意を要する。すなわち、再現性とは相異なった日に同じ場所で測深したとき、違った条件で同

じ答が得られるかということで、この場合その値は±15センチメートルと得られている。地形断面相関とはレーザーとソナーとが同じ海底を示すかどうかというメジャーであって、今の場合実験的に±10センチメートル程度と得られている。

結果を総合すると、NASAシステムは 16.3 ± 10.2 センチメートルで測深可能であると考えてよい。したがって、前述したとおり、空中レーザー測深機の測深精度はIHOの精度基準に合致している。しかし、これをさらに改善するとすれば、レーザー測深機としてのハードウェアの設計改良とソフトウェアの開発が必要であるが、不可能ではないと思われる。

§6. レーザー測深の適応性

空中レーザー測深システムは、それぞれの水路機関の測量ニーズに合致していなければならない。はじめに述べたように、日本近海において必ずしも適応性が高いとも思えないが、われわれはまずどういったタイプの海域を測量が可能であるのかを検討しておく必要がある。

レーザーによって測深できる海域は、これを言いかえて、これをレーザーの透入能力についてはと言えば、それは次の3つの因子によって決まる。

- (a) レーザーシステムパラメータ
- (b) 海水の透明度
- (c) 水深

そして、この透入能力は測深精度に次いでレーザー測深のための重要な実行パラメータである。一般にこれはレーザーの出力、海水の透明度、測深飛行高度、海底反射率、放射角、受光孔の寸法、視界、受光感度、雑音その他多くの変数もしくはパラメータに関係すると考えられるが、最終的な要因としては海水の透明度に帰一するであろう。

水深の増加と共に海底反射信号強度 (SSB) が変化する状態は次式で示される。

$$SSB \sim e^{-2kD}$$

ここにDは水深、kはシステムの余裕係数を示す。これは経験的パラメータであって理論的基礎をもつものではないが、受光視野が十分に大きい場合、kの値は対象の海水の水深平均拡散係数 \bar{k} に非常に近くなる。システムのkの値は $\log(SSD)$ とDとの関係曲線の傾斜から求めるが、これを \bar{k} とみなし、これを、相次ぐ反射光が検出できない限度の水深 D_{max} との積は通常消滅係数 $\bar{k} D_{max}$ に当る。透入能力を言うときこのパラメータを用いることが多い。また、見掛け上、

システム余裕係数 k とビーム余裕係数 α との間には近似的に 1 次関係 $\alpha = 5k$ が存在するので、消滅係数は αD_{max} として取扱ってもよい。

アメリカ海洋調査部が同部の試作システムについて求めた最大消滅係数は

昼間では $\bar{\alpha} D_{max} = 12$

夜間では $\bar{\alpha} D_{max} = 15$

と得られており、特に後者の場合には $\bar{\alpha} = 2.75 \text{m}^{-1}$ であるから

$$D_{max} = 5.5 \text{m}$$

となる。これは1977年12月にジェームス島沖で得た値である。また、チェサピーク湾については $\bar{\alpha} = 2 \text{m}^{-1}$ 、北大西洋のより清澄な海域については $\bar{\alpha} = 1 \text{m}^{-1}$ 、カリブ海については $\bar{\alpha} = 0.2 \text{m}^{-1}$ であって、これらの海域についてはより大きな透入能力を示すものと思われる。これらの経験値から $\bar{\alpha} D$ は20が達成目標であると考えてよいようである。

このシステムの消滅係数を与えれば、各地の海域におけるレーザー測深の適応性が水深と水の透明度を用いて決定できる。アメリカ海洋調査部では国立資料センターから入手できるデジタルデータと空中写真とを用いて $\bar{\alpha} D$ 等値線を描画して、 $\bar{\alpha} D$ の値をもつレーザーシステムによって測深できる区域の事前評価している。 $\bar{\alpha} D = 20$ とすれば、例えばチェサピーク湾では秋季に湾の南部の80%について12~13メートルまでの測深が可能であり、メキシコ湾についてはランドサット画像による分析を加味してアंकロートキーズとクリスタルリバーの間の21~30メートルの海域が測深可能であると見積られた。また、五大湖についてはそれぞれ、オンタリオ湖では秋季35%、ヒューロン湖では55%、エリー湖では65%の区域が測深可能であると評価されている。

§7. 空中レーザー測深の費用効果

アメリカにおいて、海洋測量部が空中レーザー測深技術を開発しようとした動機は、現行のソナー測深システムと比較して、十分に低廉に良質の水深測量データを生産しようとする点にあった。同部の財政が非常に厳しい事情にあるので当然の発想であるが、そのためになお、レーザー測深システムについても徹底した費用効果の検証が必要であった。この分析のねらいは基本資産、運用経費の2項目について見積り、測深の平方海里当たりの費用を推算することである。また、基本資産には航空機購入費、レーザーシステム経費、測位

システム経費等を含み、運用経費には人件費、維持費、作業必要経費等を含む。これをコストモデルと言うことがある。次に示すのはアメリカ海洋調査部が見積ったコストモデルである。

1) 年間作業経費 (単位: 万円)

レーザー測員	3名	1,575
航空機乗員	2名	1,050
測量作業経費		2,625
旅費		1,050
レーザー維持費		630
航空機運航費等		1,512
小計		8,442

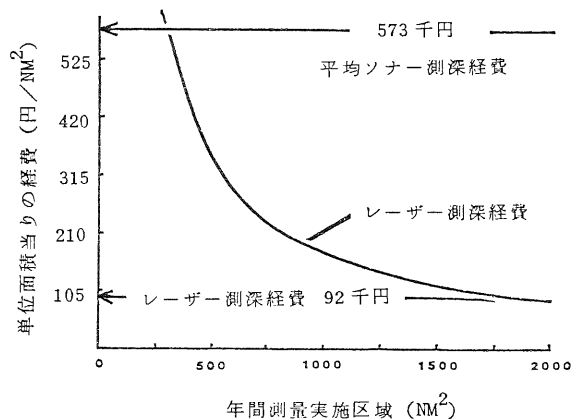
2) 初期経費 (単位: 万円)

レーザーシステム	23,520
水路測量用ソフトウェア	10,500
測位システム	10,080
航空機	4,200
開発人件費	9,450
小計	57,750

3) 合計経費 (単位: 万円) 66,192

年間の必要経費は全作業経費として8,442万円である。この場合、器材と人員はレーザー水深測量に100%充当せしめることとしている。初度投資額は5億7750万円である。コストモデルは、これらに超過勤務、危険手当等を加味し、さらに、初度経費を運用する年数で平均して、実質の年間経費を算定し、年間の測量作業区域面積で割れば、1年間に測量される単位面積当たりの経費が算出される。第8図に示すとおり、最も経済効率のよいのは完全使用で1平方海里あたり91,980円である。

一方、測量艇によるソナー水深測量について、アメ



第8図 レーザー測深経費とソナー測深経費の比較

リカ海洋調査部の独自の試算結果に、他の分析結果を加味して40例について求めたところ、ソナー測深の同様の値として573,300円と得られた。したがって、レーザーシステムを完全に使用する方式の場合には、ソナーシステムの場合の1/6の経費ですむ。レーザー測深の経済効率の因数は6であると言える。

レーザーシステムの利点としては今述べた経費が節減できるということのほか、人員の効率的使用が可能であり、生産性が高いということが挙げられる。人員の効率的使用ということは従事技術者の作業延日数が小さくなるということであり、省力である。これを定量化してみると、まず、1年間にレーザー測深システムを用いて測量される区域は1,920平方海里であるので、これを5人年で割れば384平方海里/人年と得られる。これに対して、測量艇によるソナーシステムを使用して行う測量方式の場合の値は57.4平方海里/人年と得られた。1977年にアメリカ海洋調査部は28人年の労力で1,600平方海里のソナー水路測量を実施しているの、この区域の半分をレーザーシステムで実行できるとすれば20人年でよく、8人年の人員分を節減できる。

もう一つの利点としての生産性の向上であるが、同海洋調査部の試算によれば、同部の空中レーザー測深システムによる年間の作業能力は前述のとおり1,920平方海里と見積っているが、これは1977年における測量実績の125%に当る。数値的には同規模と見做されるが、レーザーシステムによる分が付加量だとすれば、問題は年間の測量艇による実績分に加えて、1,920平方海里に相当する海域の必要量があるかどうかということになるが、同部においては現実には能力的に浅い海域部分の沿岸測量を多々積み残しているばかりでなく、緊急の要望に対応するために長期測量計画に遅れを生じている上、さらに管轄領水の測量、沿岸海域管理のための基本調査、船舶の深喫水化に伴う再測量、測量不十分海域の海底地形調査、レジャーボートの増大に伴う測量の促進、漁業施設図の整備、五大湖の大縮尺海図の作成など新しいニーズが増加している現状にある。したがって、レーザーシステムの利用の重要性と緊急性は増大していると同部は判断しているようである。

む す び

以上、アメリカとオーストラリア両国において、現在開発中の空中レーザー測深システムについて若干情報不足気味であるが、入手できた論文と資料によって

システムの概説とその評価を紹介した。これを総合すると次のようになると考えられる。

空中レーザー測深システムは経費と人員の節減と生産性の向上と成果の高品質化という有意義な利点もっている。現行の測量艇によるソナーシステムを使用して行う測量方式に比して単位海域面積あたりの経費および人員とも約1/6でよいという最大効果をもつばかりでなく、このシステムはソナーシステムより高密度にしかも一様に測深が出来るという能力もっているために、予察能力が大きく成果の質的向上も図られるほか、海底地形の表現に資するところが大きい。

空中レーザー測深システムの測位・測深の精度は国際水路測量精度基準に十分合致している。ゆがみ(bias)の問題も補正によるか、ハードウェアの処理によって解決は可能である。波の影響については高度計のデータによって処理するためのソフトウェアの開発が将来は必要となるかもしれない。

このシステムの利用によるインパクトとなる課題については、測量の増大による測量資料処理、測量審査、海図作成等の量的増加に伴う生産一貫体制の拡充の必要性という問題がある。このシステムに係る財政上の初期投資については作業経費の節減分によって長期的に相殺しうるかという問題もある。さらに、このシステムによって現地作業における測量艇の業務移行もしくは運用変更を伴うものと思うが、いずれも処理に困る課題ではなさそうに思う。

いずれにせよ、空中レーザー測深システムの研究もしくは実用化の動きは先進国の新しい趨勢となっている。緒言にも述べたとおり、この技術がそれぞれの国において固有の業務において活用されている限りにおいては、わが国の四囲の海域の特異性から直ちにその開発に着手すべきであるという必然性は必ずしも見当たらないが、地球面に残された未測の沿岸海域における水路測量の促進について、技術先進国の支援を必要とする面が今後多大となってくるのではないかと推察されるので、国際場裡での諸外国との立ち打ちが十分ありうると思われる。したがって、わが国においてもこのシステムの開発を急ぐ必要があるのではなかろうかと私は考える。

参 考 文 献

- David B. Enabnit : Status of Airborne Laser Hydrography, Proc. N. O. S. Hydrographic Survey Conference 1979 Jan. 8—12, p.p. 34—1~13

David B. Enabnit : Airborne Laser Hydrography.
Proc. N. O. S.
Hydrographic Survey Conference 1980
Jan 7—11, p.p. 261~282

Lowell R. Goodman and Gary C. Guenther :
Airborne Laser Bathymetry —Status
Report, Paper read at Nippon-U. S.
Bottom Survey Pannel Joint Meeting of
UJNR, 1978, p.p. 1~25

R. H. Abbot, G. J. Watts and M. F. Penny
: WRELADS-El Sistema Batimétrico
Laser Australiano, Proc. 1st Intern-
ational Hydrographic Technical Confere-

nce, Ottawa, Canada, 1979 May 14—18
p.p. 114~138

I.H.B : Laser Hydrography Symposium, I. H.
Bulletin, Jan, 1981, p.p. 6~9
: Australian Laser Depth Sounder, I.H.
Bulletin, Feb, 1981, p.p. 68~70

David B. Enabnit and Van K. Nield : Air borne
Laser Hydrography, I. H. Review, Vol.
57 No. 2 (1980) p.p. 93~99

M. Calder : WRELAD—the Australian laser de-
pth sounding system, I.H. Review, Vol.
57 No. 1(1980) p.p. 31~54

海上保安庁監修

◆海上交通情報図発刊

H-306A 備讃瀬戸東部・H-306B
EASTERN PART OF BISAN
SETO

H-307A 備讃瀬戸西部・H-307B
WESTERN PART OF BISAN
SETO

船舶がふくそうする東京湾・大阪湾について、各種の海上交通の安全に関する情報を一図に網羅した海上交通情報図（東京湾・大阪湾）（和・英文版）を昭和53年に、54年度には、伊勢湾・関門海峡を刊行しました。続いて昭和55年度には備讃瀬戸について刊行の計画をたて、このほど発行することができました。これらの図は使用に便利なように関係海図と同縮尺に作成してあります。広くご活用を願い海難の防止に役立てば幸いに存じます。（5色または6色刷、定価一部 1,000円）

なお、関門海峡については韓国文版も刊行しております。

今回刊行の図は、海上保安庁、第六管区海上保安本部のご協力を得て編集し、海上保安庁の監修を受けたもので、好評を得ております。

定価はいずれも 1,000円

◆投錨用底質参考図発刊

H-382 関門海峡

1/25,000 図積全判

海図第135号と同縮尺で、船舶が投錨時、錨が貫入すると思われる下層の底質と柱状採泥器の貫入長を、関門海峡の西口（六連島付近）と東口（部埼付近）の2つに分けて図示したものです。

表層の底質は色分けして表示し、西口33点、東口10点については、表層底質とその層の深さ、下層底質及び採取できた最大深度ならびに柱状採泥器の貫入長（深度）が表示してあります。

図は多色刷で、これらの要素をわかり易く図示してあります。

なお、図中には

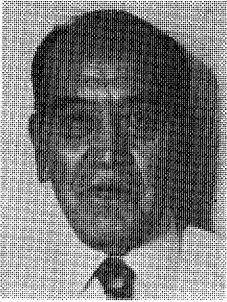
1. 六連島付近における走錨の実例の表
2. // の柱状採泥器の貫入長の等値線図
3. 角島・六連信号所における風配図

が挿入してあり、地名等にはすべてローマ字併記、記事は全文英文が併記してあるので、外国船舶も十分使用できるように編集してあります。

昭和56年3月発行 定価 1,000円

お申込みは日本水路協会

電話 03-543-0689へ



水底境界層による音波の反射

桑 原 新

元水路部技師, 現オーシシン測量(株)相談役

Reflection of sound Waves at the
boundary layer on the Water bottom

S. KUWAHARA

Abstract

At the uppermost part of a sedimentary layer at the bottom of the water, there exists a thin layer where the volume concentration of mud particles is sparser than that of the lower part of the sedimentary layer. Its thickness is not so large in general. It is proposed that this part of the sedimentary layer be called as the boundary layer at the water bottom. In this study, an empirical formula which is supposed to be valid for any place is assumed for the vertical distribution of mud particles in the layer, and the reflection coefficient of the layer for the plane wave incident normally at the boundary layer is calculated. The coefficients are obtained for both cases of continuous waves and pulses.

It is shown that, at the limiting case where the layer thickness becomes very thin compared with the wave-length of the applied sound, the reflection coefficients by the formula obtained in this investigation are coincident with those of the Rayleigh's formula.

The numerical results concerning the following items are also shown:

- a) Reflection coefficient of the boundary layer for the continuous waves in terms of the ratio of the length relating to the thickness of the boundary layer to the wave-length.
- b) Change of the reflection loss of the boundary layer for the pulses according to their positions relative to the boundary layer under various ratios of the lengths relating to the thickness of the boundary layers to the wave-lengths.
- c) Least reflection loss of the boundary layer for the pulses in terms of the ratio of the length relating to the thickness of the boundary layer to the wave-length. This is obtained from the results of the foregoing item by the graphical method.

It is remarked that, in this study, the attenuations of sound due to the medium are not taken into consideration.

まえがき

自然の海、湖沼あるいは河川などの水底には一般に可なりの厚さの沈澱層が堆積している。特別な場合を除けば現在も沈澱が進行し、また、一度堆積した沈澱層が水底の水の流れや振揺によって常にかくはんされ、場所によっては削られつつある処もある。以下代表的に海の場合について見ると、この沈澱層は、大きい規模で見れば地殻を造っている岩石層の上に発達した堆積層と海水の間にはさまれており、深い所では強い圧力のために岩石化している所もある。しかし、層の上部は一般に細かい礫物の破片が遊離状態で集合し、その間げきには海水が充満している状態である。更にこの層の最上部分では微粒子状の礫物の破片が海水中に懸濁した、いわゆる懸濁液になっている。本文では層のこの部分を水底境界層（あるいは浮泥層）と呼ぶことにする。どんな場合でも水底にこの境界的な層が存在しない場合は無い。ただ時期と場所によって、これに寸法的の差異が起るだけである。本研究ではこの境界層の音響的性質の水底附近の連続性を問題にするのであるが、境界層の実質は前述の通り、海水と泥粒との懸濁液であるから、その物理的性質は泥粒の体積濃度によって定まることになる。更に泥の密度は泥粒の体積濃度によって定まるのである。しかしながら、これに対しては本研究にそのまま利用し得るような詳細な資料はまだ発表されていない。そこで本文では海底表面付近の泥粒濃度の鉛直分布に対し、合理的な特殊のモデル式を仮定し、このモデル海底による平面波の反射について論ずることにした。なお本問題に関し、Rayleigh の公式による海底の反射係数及び反射損失を、現場で採取した試料から求めた密度及び音速を用いて計算したものが E. L. Hamilton によって報告されている(1)が、これには波長による影響は全く考慮されていない。従ってこれによる反射係数は、後で分るように、本研究結果の特殊な場合のものを表していることになる。

(1) E. L. Hamilton : Reflection Coefficients and Bottom Losses at Normal Incidence Computed from Pacific Sediment Properties, Geophysics, Vol. XXXV, No.6, Dec., 1970, pp 995—1004

(2) 桑原新：水底の浮泥層に対する考察，日本水路協会機関誌「水路」，Vol. 10, No.1, Apr. 1981

1. 水底境界層内の泥粒の体積濃度の鉛直分布に対する仮定

境界層の音響的性質を知るに、はそれを構成している泥粒子及び液体の物質の種別並びに泥粒子の体積濃度（以下簡単に泥粒濃度と略称）を知ることが必要である。しかし境界層の実質は泥粒と海水の懸濁液であるから、泥粒濃度は泥粒子、海水及び懸濁液の密度から求めることが出来る。これらの密度に対しては既存の資料が無い訳ではないが、問題は密度の鉛直分布に対する調査のち密さである。本研究に必要な調査のち密さの程度は細かい所では、海の調査によく使用される音波の波長（水中で数mmまでに及ぶ）の数分の一（約1mm）に対する変化が問題になるのである。そこで本文では、境界層内の泥粒の分布の標準状態に対し、既存の資料を基礎にした合理的な推定によって次に示す実験式

$$\gamma(Z) = \beta[1 - \exp(-\alpha Z^2)] \quad (1-1)$$

を仮定し(2)、最小自乗法によって、この式が、計算に使用した密度分布の資料（測点）の不足部分の値を滑らかに表わすように式の常数を決定することにした。ここで

$\gamma(Z)$: 泥粒子の体積濃度

α, β : 泥粒子の体積濃度の変化を特徴付ける常数

Z : 鉛直座標（下方正）

ついでに(1-1)の曲線の特性について述べておく。この曲線は変曲点を持っており、この点の座標を Z_i とすれば、次に示す関係が成立する。

$$2\alpha Z_i^2 = 1, \quad \sqrt{-\alpha} = 1/\sqrt{2}Z_i \quad \text{あるいは、} \\ 2Z_i = \sqrt{2/\alpha} \quad (1-2)$$

$2Z_i$ は境界層の厚さの目安とすることができる。

2. 境界層内の密度、非圧縮率及び音速

懸濁液では浮遊する粒子の体積濃度と粒子及び液体の物質の種別が与えられると、懸濁液の密度 (ρ) 及び非圧縮率 (k) は粒子を支えている液体と浮遊粒子のそれぞれの物質の密度 (ρ_w 及び ρ_p) と非圧縮率 (k_w 及び k_p) とから、懸濁液中の音速 C に対する Wood の式(3)

(3) A. B. Wood : Textbook of Sound, G. Bell and Sons, London, 1941

$$C^2 = \frac{1}{[\gamma\rho_R + (1-\gamma)\rho_w][\gamma/k_R + (1-\gamma)/k_w]} \\ = \frac{k}{\rho},$$

によって次の通りに与えられる。

$$\rho = \rho_w (K_1 + \gamma) / K_1, \quad k = k_w K_2 / (K_2 - \gamma). \quad (2-1)$$

ここで、

$$K_1 = \rho_w / (\rho_R - \rho_w), \quad K_2 = k_R / (k_R - k_w). \quad (2-2)$$

泥層内においては γ が Z によって変化するから密度及び音速は Z の関数である。すなわち

$$C^2(Z) = C_w^2 K_1 K_2 / (K_1 + \gamma)(K_2 - \gamma), \quad (2-3)$$

$$\rho(Z) C(Z) = \rho_w C_w \sqrt{K_2 / K_1} \sqrt{(K_1 + \gamma) / (K_2 - \gamma)}, \quad (2-4)$$

上式で C_w は懸濁していない液体（ここでは海水中の音速）を表わす。

ここで K_1 及び K_2 の代りに次の通りに定義する m 及び m'

$$2m = K_2 + K_1, \quad 2m' = K_2 - K_1, \quad (2-5)$$

を用いると

$$(K_1 + \gamma)(K_2 - \gamma) = (m^2 - m'^2) \times \\ \left[1 + \gamma(2m' - \gamma) / (m^2 - m'^2) \right],$$

$$\text{又は} \quad = m^2 \left[1 - \left(\frac{m' - \gamma}{m} \right)^2 \right], \quad (2-6)$$

$$\text{従って} \quad C(Z) \doteq C_w \left[1 - \gamma(2m' - \gamma) / 2(m^2 - m'^2) \right] \quad (2-7)$$

本文の数値計算では懸濁液を構成する物質の物理的常数の例として一貫して次の値を採用することにした。

$$\rho_R = 2.672, \quad (\text{g/cm}^3) \quad k_R = 1.80 \times 10^{12}, \quad (\text{dyn/cm}^2)$$

$$\rho_w = 1.020, \quad // \quad k_w = 2.295 \times 10^{10}, \quad //$$

これに対しては

$$K_1 = 0.6174, \quad K_2 = 1.0129,$$

$$m = 0.8152, \quad m' = 0.1978.$$

これらは石灰石と海水の常数に近い値である。

ここで m と媒質の物理的常数との関係を見ると(2-2)及び(2-5)によって

$$2m = K_1 + K_2 = \frac{\rho_R k_R - \rho_w - \rho_w k_w}{(\rho_R - \rho_w)(k_R - k_w)}$$

$$\frac{1}{2m} = \frac{\rho_R C_R - \rho_w C_w}{\rho_R C_R + \rho_w C_w} \left[1 - \frac{\rho_w}{\rho_R} \left(\frac{C_R / C_w - 1}{C_R / C_w - \rho_w / \rho_R} \right)^2 \right], \quad (2-5')$$

ここで上式右辺の係数は海水中に不連続的に存在する岩石の反射係数である。ついでに β は文献(2)の(2-3)により次の数値を表わしている。

$$\beta = (\rho_\infty - \rho_w) / (\rho_R - \rho_w),$$

ここで ρ_∞ は境界層の泥粒濃度を(1-1)で表わす場合に十分深い領域の密度を示す。

3. 不均質層による音波の反射

3-1 不均質の傾度が余り大きくない場合

不均質層による音波の反射に対する L. M. Brekhovskikh の式(4)は、反射係数が余り大きくない場合には次の通りに近似される。

$$\exp \left[i 2 \int_{-Z_0}^Z \chi dZ \right] \cdot V(Z) = - \int_{-Z_0}^{\infty} \nu(Z) \exp \left[i 2 \int_{-Z_0}^Z \chi dZ \right] dZ, \quad (3-2)$$

上式で $V(Z) = R(Z) / P(Z)$: 反射係数

$P(Z), R(Z)$: 投射波及び反射波の音圧振幅

$$\nu(Z) = \frac{\frac{d}{dZ} \frac{\chi}{\rho}}{2 \frac{\chi}{\rho}}, \quad \chi = k_0 \sqrt{n^2 z - \sin^2 \theta_0}, \quad (3-3)$$

$$k_0 = \omega / C_0, \quad n z = C_0 / C(Z),$$

θ_0 : $Z=0$ の面に対する入射角

ω : 音波振動の角速度

C_0 : $Z=-\infty$ の音速 (= C_w)

x, z : 水平及び鉛直座標

音響測深の場合には $\theta_0 = 0$ となるから

$$\chi = k_0 n z = \omega / C(Z), \quad (3-4)$$

観測点を $-Z_0$ に置き、積分範囲を分割してかくと(3-2)を次の通りに表わすことができる。

$$V(-Z_0) = - \int_{-Z_0}^{\infty} \nu(Z) \exp \left[i 2 \int_{-Z_0}^Z \chi dZ \right] dz, \\ = - \int_{-Z_0}^0 \nu(Z) \exp \left[i 2 \int_{-Z_0}^Z \chi dz \right] - \\ \int_0^{\infty} \nu(Z) \exp \left[i 2 \int_{-Z_0}^0 \chi dZ + i 2 \int_0^Z \chi dZ \right] dz,$$

境界層は $Z=0$ から始まるとすると上式の第1項はその積分範囲内では $\nu=0$ であるから零であり、また第2項の指数の前のものの積分領域はこの項の積分範囲外であるから、上式は次のものと同等である。

(4) L. M. Brekhovskikh : Waves in Layered Media, Appl. Math. and Mech. 6, Academic Press. Trans. from Russian, 1960

$$V(-Z_0) = -\exp\left[i2 \int_{-Z_0}^0 \chi dz\right] \int_0^\infty \nu(Z) \exp\left[i2 \int_0^Z \chi dz\right] dZ,$$

そこで

$$V(0) = -\int_0^\infty \nu(Z) \exp\left[i2 \int_0^Z \chi dz\right] dz, \quad (3-5)$$

とおけば $V(0)$ は観測点を $Z=0$ にした場合の反射係数を表わし、観測点が $-Z_0$ の場合の反射係数は

$$V(-Z_0) = V(0) \cdot \exp\left[i2 \int_{-Z_0}^0 \chi dz\right] \quad (3-6)$$

となる。以下特に断らない場合の反射係数は (3-5) の係数を意味するものとする。

この計算を実施するには、まずこの式に含まれている $x(z)$ 及び $\nu(z)$ を泥粒濃度の分布を表わす関数と関係付けなくてはならない。それには始めに (3-4) 及び (2-7) によって

$x = \omega/C(Z) = \omega/C_w \left[1 + \gamma/2(2m' - \gamma)/(m^2 - m'^2)\right]$ となるが実在の境界層の懸濁液で $\gamma < 0.5$ の場合では上式右辺のカッコ内の第2項の値は 0.04 よりも小さいものである⁽⁵⁾。よってこれを省略して次の通りとすることができる。

$$\left. \begin{aligned} 2X(z) &\doteq 2\omega/C_w = 4\pi/\lambda = Q, \text{ (const.)} \\ \therefore i2 \int_0^z \chi dz &= iQz, \end{aligned} \right\} (3-7)$$

上式の λ は境界層内の音波の波長であるが、省略算の結果ここでは層の海水側の内外で波長に変化は無いことになる。

次に (3-3) によって

$$\nu(z) = -\frac{1}{2} \frac{d}{dZ} \ln \rho C, \quad (3-8)$$

しかるに (2-4) 及び (2-6) によれば

$$\frac{d}{dZ} \ln \rho C \doteq \frac{1}{m} \left[1 + \left(\frac{m' - \gamma}{m}\right)^2\right] \frac{d\gamma}{dZ},$$

上式右辺のカッコ内の第2項も γ が 0.5 以下では 0.14 よりも小さい⁽⁶⁾。故にこれも省略すると (3-5) は (3-7) を適用して次の通りになる。

$$V(0) \doteq \frac{1}{2m} \int_0^\infty \frac{d\gamma}{dZ} \exp(iQz) dz, \quad (3-9)$$

上式において γ が z の関数で与えられれば反射係数は直ちに計算できる。

3-2 モデル海底による音波の反射

そこで $\gamma(z)$ の z に対する関数形を標準的な水底モデル式 (1-1) とすると (3-9) は

(5) 付録の (a) 項参照

(6) 付録の (b) 項参照

$$\begin{aligned} V(0) &= -\frac{\beta}{2m} \int_0^\infty \exp(-\alpha z^2 + iQz) (-2\alpha z) dz, \\ &= -\frac{\beta}{2m} \left[\exp(-\alpha z^2 + iQz) \Big|_0^\infty - iQ \int_0^\infty \exp(-\alpha z^2 + iQz) dz \right] \\ &= \frac{\beta}{2m} \left[1 + i \frac{\sqrt{\pi} Q}{2\sqrt{\alpha}} \exp\left(-\frac{Q^2}{4\alpha}\right) \times \left[\operatorname{erf}\left(\sqrt{\alpha} z - i \frac{Q}{2\sqrt{\alpha}}\right) \Big|_0^\infty \right] \right], \end{aligned}$$

これに公式(7)

$$\operatorname{erf}\left(\sqrt{\alpha} Z - i \frac{Q}{2\sqrt{\alpha}}\right) = 1 - \exp\left[-\left(\sqrt{\alpha} Z - i \frac{Q}{2\sqrt{\alpha}}\right)^2\right] W\left(\frac{Q}{2\sqrt{\alpha}} + i\sqrt{\alpha} Z\right),$$

を適用すると

$$V(0) = \frac{\beta}{2m} \left[1 + i \frac{\sqrt{\pi} Q}{2\sqrt{\alpha}} \times W\left(\frac{Q}{2\sqrt{\alpha}} + i\alpha\right) \right], \quad (3-10)$$

ここで (1-2) 及び (3-7) によって

$$\begin{aligned} \frac{Q}{2\sqrt{\alpha}} &= 2^{3/2} \pi Z i / \lambda, \quad \sqrt{\pi} Q / 2\sqrt{\alpha} \\ &= (2\pi)^{3/2} Z i / \lambda. \end{aligned} \quad (3-11)$$

であるから (3-10) は次の通りに表わされる。

$$V(0) = \frac{\beta}{2m} \left[1 + i (2\pi)^{3/2} Z i / \lambda \times W\left(2^{3/2} \pi Z i / \lambda + i\alpha\right) \right]. \quad (3-12)$$

これが水底の標準的なモデル境界層による継続する音波の反射係数の一般式である。 Zi/λ の極限の値に対するこの式の値は

$$Zi/\lambda \rightarrow \infty \text{ のときは } W\left(2^{3/2} \pi Z i / \lambda + i\alpha\right) \rightarrow i / (2\pi)^{3/2} Zi / \lambda$$

$$\therefore V(0) = 0$$

となる。これは波長を相対的に短くした極限においては反射は起らないことを示している。

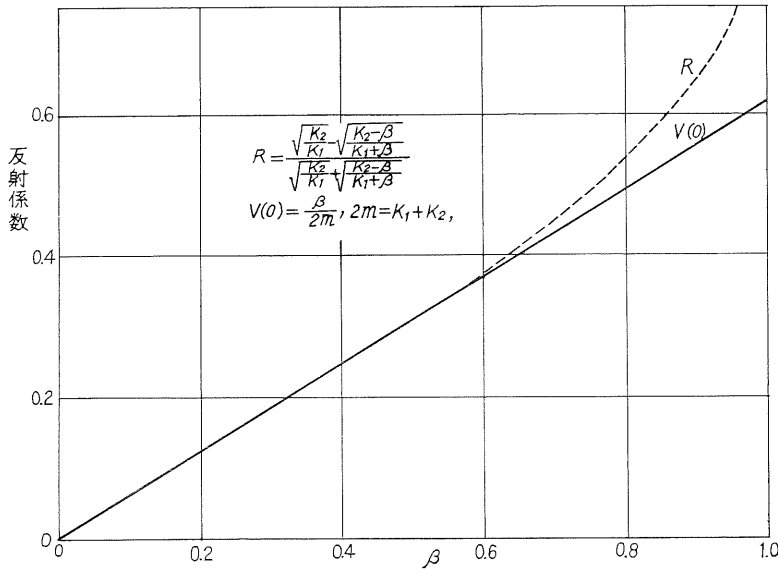
$$Zi/\lambda \rightarrow 0 \text{ のときは } W\left(2^{3/2} \pi Z i / \lambda + i\alpha\right) \rightarrow 1,$$

$$i (2\pi)^{3/2} Zi / \lambda W\left(2^{3/2} \pi Z i / \lambda + i\alpha\right) = 0,$$

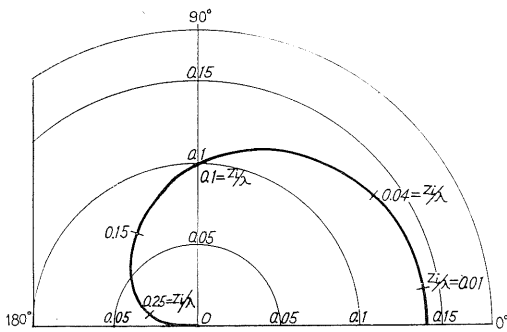
$$\therefore V(0) = \beta / 2m, \quad (3-13)$$

となる。これは Zi/λ の値が小さくなり、境界層の厚さが波長に比べて小さくなった極限では、泥粒子の濃度 β の海底が不連続的に海水と接触しているのと同等になることを示している。この極限の状態に対しては、Rayleigh の反射の公式が適用できる訳である。この反射係数を (R) とし (2-4) を用い $\gamma = \beta$ と置いて計算すると

(7) M. Abramowitz and Segon : Handbook of Math. Func., Dover Pub. Inc., p. 307



第1図 $Z_i/\lambda \rightarrow 0$ の場合の β と反射係数の関係 (破線は Rayleigh の公式による)

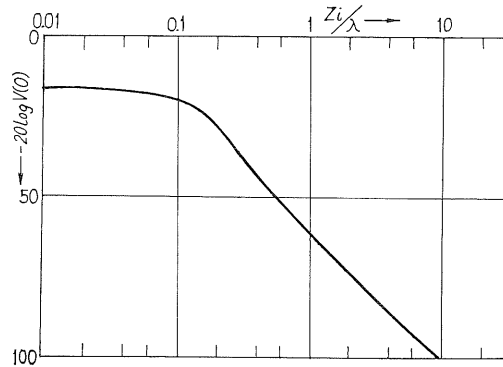


第2図 境界層による反射係数のベクトル図

$$\rho_C \pm \rho_W C_W = \rho_W C_W \sqrt{(K_1 + \beta) / (K_2 - \beta)} \times \left[\sqrt{K^2 / K_1} \pm \sqrt{(K_2 - \beta) / (K_1 + \beta)} \right],$$

$$R = \frac{\sqrt{K_2 / K_1} - \sqrt{(K_2 - \beta) / (K_1 + \beta)}}{\sqrt{K^2 / K_1} + \sqrt{(K_2 - \beta) / (K_1 + \beta)}}, \quad (3-14)$$

が得られる。比較のために β の種々の値に対する(3-13)と(3-14)の反射係数を第1図に示す。これによると $\beta < 0.6$ では両者に実用上の差異は無いが β の値がこれ以上に大きくなると、差はつきり現われている。これは(3-13)では r の高次の項が省略されているからである。しかしながら、ここで問題にする泥粒の濃度は最も大きい場合でも0.5よりも小さいとするから、両式の差に特に注意する必要はない。この特別な条件に対する結果は、表現法は異なっているが、



第3図 境界層による音波の反射損失と Z_i/λ

文献(1)の第5図に示されているものに相当するものである。

3-3 数値計算例

(3-12)に本文で例として使用している懸濁液の常数を適用し、 Z_i/λ の種々の値に対する境界層の反射数と位相差及び反射損失を計算した。その結果を第2図及び第3図に示す。なお、泥粒濃度の極限値は $\beta = 0.230$ とした。実際の水底境界層の場合には $\beta = 0.5$ 程度に達することがある。このような場合の反射損失は当然本文に示されている計算値よりも約6 db 低くなることに注意する必要がある。

4. 音波パルスのモデル水底による反射

投射音波をパルスにした場合には、パルスの境界層

に対する位置によって反射波の強さに変化が起る。パルスの幅が狭い程この現象は顕著になる。

4-1 音波パルスの反射に対する計算式

パルスの長さを ℓ 、その中心点を C、その座標を z_c とすれば、投射波が存在する範囲は次の通りに表わされる。

$$Z_c - \ell/2 \leftrightarrow Z_c + \ell/2,$$

(3-5) は積分の範囲を分割して次の通りにかくことができる。

$$V(0) = - \int_0^{z_c - \ell/2} \nu(z) \exp(iQz) dz - \int_{Z_c - \ell/2}^{z_c + \ell/2} \nu(z) \exp(iQz) dz - \int_{Z_c + \ell/2}^{\infty} \nu(z) \exp(iQz) dz, \quad (4-1)$$

上式で第1項及び第3項の積分範囲には投射波は存在しない。従ってこれらの領域では反射波は発生しないから、(4-1) は実質的に次の式と同等である。

$$V(0) = - \int_{z_c - \ell/2}^{z_c + \ell/2} \nu(z) \exp(iQz) dz. \quad (4-2)$$

この式は (3-5) と積分範囲が異なるだけであるから同様に計算することができる。

$$\begin{aligned} V(0) = & -\beta/2m \left\{ \exp(-\alpha z_2^2 + iQz_2) + i\sqrt{\pi} Q/2 \sqrt{\alpha} \exp(-\alpha z_2^2 + iQz_2) W(Q/2\sqrt{\alpha} + i\sqrt{\alpha} z_2) \right. \\ & \left. - i\sqrt{\alpha} Q/2\sqrt{\alpha} \exp(-Q^2/4\alpha) \right\}_{Z_c - \ell/2 = z_1}^{Z_c + \ell/2 = z_2}, \\ = & -\beta/2m \left\{ \exp(-\alpha z_2^2 + iQz_2) - \exp(-\alpha z_1^2 + iQz_1) + \right. \\ & \left. i\sqrt{\pi} Q/2\sqrt{\alpha} \left[\exp(-\alpha z_2^2 + iQz_2) W(Q/2\sqrt{\alpha} + i\sqrt{\alpha} z_2) - \exp(-\alpha z_1^2 + iQz_1) W(Q/2\sqrt{\alpha} + i\sqrt{\alpha} z_1) \right] \right\}, \quad (4-3) \end{aligned}$$

と与えられる。境界層は $Z=0$ から始まるから、 $Z_c \leq \ell/2$ の場合には上式の積分の下限 (Z_1) は零にしないでならない。故にこの式の計算は $Z_c \leq \ell/2$ によって別々のものにする方が便利である。

パルス幅 (ℓ) は連続波を使う音響測深機ではパルスに含まれる波数で決まるから、本文では

$$\ell = n\lambda$$

と表わすことにする。ここで n は一般には分数を含む任意の正数である。

a) パルスの末端が境界層に達する以前の場合

この場合の積分の範囲は $Z=0 \rightarrow Z_c + \ell/2$ であるから(3-11)の表現法による(4-3)は次の通りになる。

$$V(0) = \beta/2m \left\{ 1 + i(2\pi)^{3/2} z_i / \lambda W(2^{3/2} \pi z_i / \lambda + i0) - \right.$$

$$\begin{aligned} & \exp\left[-1/2\left(z_c/z_i + n/2\lambda/z_i\right)^2\right] \times \\ & \left\{ 1 + i(2\pi)^{3/2} z_i / \lambda W\left(2^{3/2} \pi z_i / \lambda + i/\sqrt{2}\left(z_c/z_i + n/2\lambda/z_i\right)\right) \right\} \left[\cos 4\pi\left(z_i/\lambda z_c/z_i + n/2\right) + i \sin 4\pi\left(z_i/\lambda z_c/z_i + n/2\right) \right], \quad (4-4) \end{aligned}$$

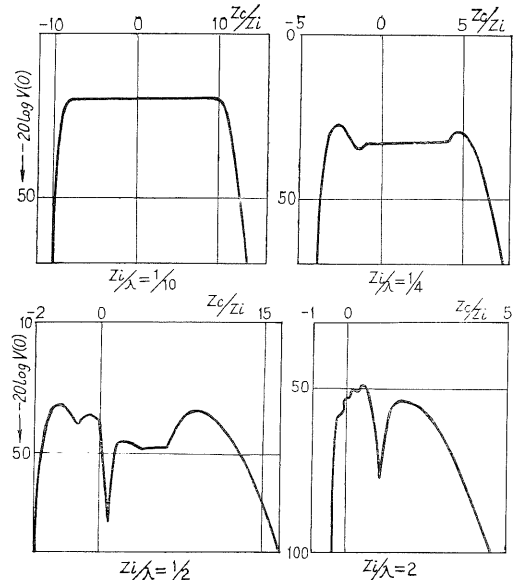
b) パルス全体が境界層内にある場合

この場合の積分範囲は $Z=Z_c - \ell/2 \leftrightarrow Z_c + \ell/2$ であるから(4-3)は次の通りになる。

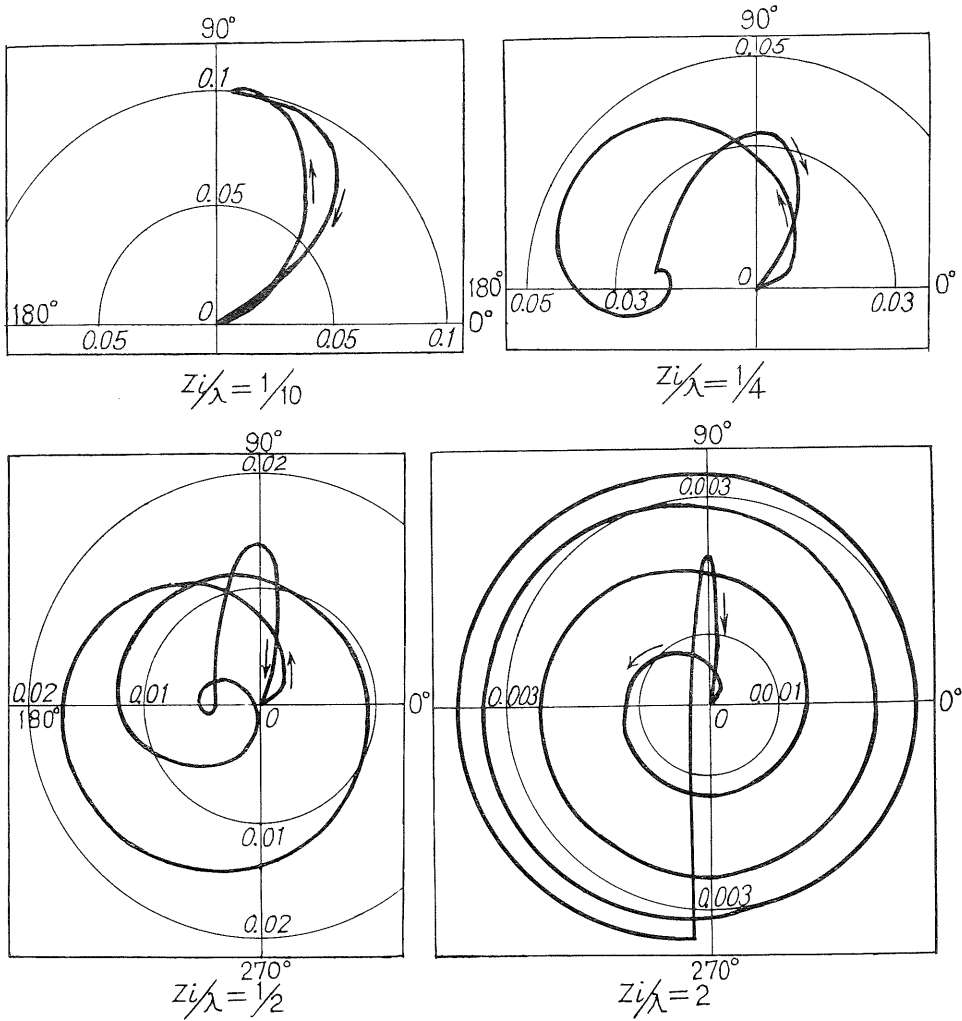
$$\begin{aligned} V(0) = & \beta/2m \exp(i4\pi z_c / \lambda) \exp\left\{-1/2\left[\left(z_c/z_i\right)^2 + \left(n/2\lambda/z_i\right)^2\right]\right\} \left\{ \exp\left(n/2 z_c/z_i \lambda/z_i - i2n\pi\right) \left[1 + i(2\pi)^{3/2} z_i / \lambda W\left(2^{3/2} \pi z_i / \lambda + i/\sqrt{2}\left(z_c/z_i - n/2\lambda/z_i\right)\right) \right] - \right. \\ & \left. \exp\left[-\left(n/2 z_c/z_i \lambda/z_i - i2n\pi\right)\right] \left[p + i(2\pi)^{3/2} z_i / \lambda W\left(2^{3/2} \pi z_i / \lambda + i/\sqrt{2}\left(z_c/z_i + n/2\lambda/z_i\right)\right) \right] \right\}, \quad (4-5-1) \end{aligned}$$

あるいは

$$\begin{aligned} V(0) = & \beta/m \exp(i4\pi z_c / \lambda) \exp\left\{-1/2\left[\left(z_c/z_i\right)^2 + \left(n/2\lambda/z_i\right)^2\right]\right\} \left\{ \sinh\left(n/2 z_c/z_i \lambda/z_i - i2n\pi\right) + i(2\pi)^{3/2} z_i / \lambda \left[\exp\left(n/2 z_c/z_i \lambda/z_i - i2n\pi\right) W\left(2^{3/2} \pi z_i / \lambda + i/\sqrt{2}\left(z_c/z_i - n/2\lambda/z_i\right)\right) - \right. \right. \\ & \left. \left. \exp\left(n/2 z_c/z_i \lambda/z_i - i2n\pi\right) W\left(2^{3/2} \pi z_i / \lambda + i/\sqrt{2}\left(z_c/z_i + n/2\lambda/z_i\right)\right) \right] \right\} \end{aligned}$$



第4図 境界層に対するパルスの位置と反射損失



第5図 境界層に対するパルスの位置と反射係数のベクトル図

$$\frac{\exp\left(-n/2 Z_c/Z_i^\lambda/Z_i + i2n\pi\right)}{W\left(2^{3/2}\pi Z_i/\lambda + i/\sqrt{2}\left(Z_c/Z_i + n/2^\lambda/Z_i\right)\right)} \quad (4-5-2)$$

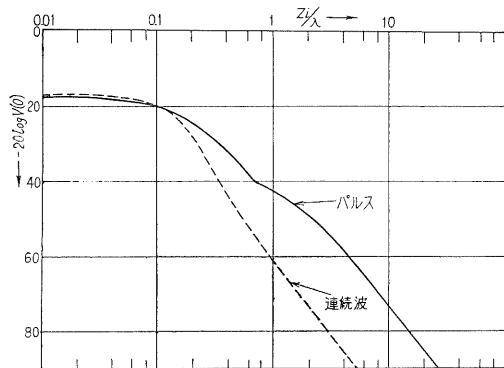
計算に当たっては $n/2 Z_c/Z_i^\lambda/Z_i$ が大きいときは、(4-5-1)の後の項は前の項に比べて省略できるようになるから、この式を使う方が便利なこともある。また、 $n/2^\lambda/Z_i$ が小さい場合にはW関数を Taylor 級数に展開して、ある範囲に有効な計算式を作ることができる。すなわち

$$z_0 = 2^{3/2}\pi Z_i/\lambda + i/\sqrt{2} Z_c/Z_i,$$

とおき $z_1 = z_0 - i/\sqrt{2} n/2^\lambda/Z_i,$

$$z_2 = z_0 + i/\sqrt{2} n/2^\lambda/Z_i,$$

とすれば



第6図 境界層によるパルスの反射損失の最低(概略)値と Z_i/λ

$$\begin{aligned} W(z_1) &= W(z_0) - i/\sqrt{2} n/2^\lambda/Zi \\ W'(z_0) &- 1/4(n/2^\lambda/Zi)^2 W''(z_0), \\ W(z_2) &= W(z_0) + i/\sqrt{2} n/2^\lambda/Zi \\ W'(z_0) &- 1/4(n/2^\lambda/Zi)^2 W''(z_0). \end{aligned}$$

これを(4-5-2)に代入すると

$$\begin{aligned} V(0) &= \beta/m \exp(i4\pi Zc/\lambda) \exp \left\{ -1/2 \left[\left(Zc/Zi \right)^2 \right. \right. \\ &+ \left. \left. \left(n/2^\lambda/Zi \right)^2 \right] \right\} \left\{ \left[1+i(2\pi)^{3/2} Zi/\lambda \times \right. \right. \\ &\left. \left. \left(W(z_0) - 1/4(n/2^\lambda/Zi)^2 W''(z_0) \right) \right] \times \right. \\ &\left. \sinh(n/2 Zc/Zi^\lambda/Zi - i2n\pi) + 2\pi^{3/2} n/2 \times \right. \\ &\left. W'(z_0) \cosh(n/2 Zc/Zi^\lambda/Zi - i2n\pi) \right\}, \quad (4-5-3) \end{aligned}$$

4-2 数値計算例

境界層に対する音波パルスの位置と反射係数の数値関係を求めるには、まず、パルスの長さを決めなくてはならない。本文の数値計算例ではパルスの波数を2波(n=2)とした。この場合(4-4)、(4-5-1)、(4-5-2)及び(4-5-3)の各式はそれぞれ次の通りになる。

$$\begin{aligned} V(0) &= \beta/2m \left\{ 1+i(2\pi)^{3/2} Zi/\lambda W(2^{3/2}\pi Zi/\lambda + \right. \\ &+ i0) - \exp \left[-1/2 \left(Zc/Zi + \lambda/Zi \right)^2 \right], \\ &\left[1+i(2\pi)^{3/2} Zi/\lambda W(2^{3/2}\pi Zi/\lambda + i/\sqrt{2} \right. \\ &\left. \left. \left(Zc/Zi + \lambda/Zi \right) \right] \left[\cos(4\pi Zi/\lambda Zc/Zi) + \right. \right. \\ &\left. \left. i \sin(4\pi Zi/\lambda Zc/Zi) \right] \right\}, \quad (4-4') \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V(0) &= \beta/2m \exp(i4\pi Zc/\lambda) \exp \left\{ -1/2 \left[\left(Zc/Zi \right)^2 \right. \right. \\ &+ \left. \left. \left(\lambda/Zi \right)^2 \right] \right\} \left\{ \exp \left(Zc/Zi^\lambda/Zi \right) \times \right. \\ &\left[1+i(2\pi)^{3/2} Zi/\lambda W \left(2^{3/2}\pi Zi/\lambda + i/\sqrt{2} \times \right. \right. \\ &\left. \left. \left(Zc/Zi - \lambda/Zi \right) \right) \right] - \exp \left(-Zc/Zi^\lambda/Zi \right) \times \\ &\left[1+i(2\pi)^{3/2} Zi/\lambda W \left(2^{3/2}\pi Zi/\lambda + \right. \right. \\ &\left. \left. i/\sqrt{2} \left(Zc/Zi + \lambda/Zi \right) \right) \right] \right\}, \quad (4-5-1') \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V(0) &= \beta/m \exp(i4\pi Zc/\lambda) \exp \left\{ -1/2 \left[\left(Zc/Zi \right)^2 \right. \right. \\ &+ \left. \left. \left(\lambda/Zi \right)^2 \right] \right\} \left\{ \sinh \left(Zc/Zi^\lambda/Zi \right) + \right. \\ &+ i(2\pi)^{3/2} Zi/\lambda \left[\exp \left(Zc/Zi^\lambda/Zi \right) \times \right. \\ &+ W \left(2^{3/2}\pi Zi/\lambda + i/\sqrt{2} \left(Zc/Zi - \lambda/Zi \right) \right) - \\ &+ \exp \left(-Zc/Zi^\lambda/Zi \right) W \left(2^{3/2}\pi Zi/\lambda + \right. \\ &+ i/\sqrt{2} \left(Zc/Zi + \lambda/Zi \right) \right] \right\}, \quad (4-5-2') \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V(0) &= \beta/m \exp(i4\pi Zc/\lambda) \exp \left\{ -1/2 \left[\left(Zc/Zi \right)^2 \right. \right. \\ &+ \left. \left. \left(\lambda/Zi \right)^2 \right] \right\} \left\{ 1+i(2\pi)^{3/2} Zi/\lambda \left(W(z_0) \right. \right. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\left. - 1/4 \left(\lambda/Zi \right)^2 W''(z_0) \right) \left. \right\} \sinh \left(Zc/Zi^\lambda/Zi \right) \\ &+ 2\pi^{3/2} W'(z_0) \cosh \left(Zc/Zi^\lambda/Zi \right) \}, \quad (4-5-3') \end{aligned}$$

これらの式を用い、 Zi/λ の種々の値について、境界層とパルスの相対的位置に対する反射係数の絶対値、位相差及び反射損失を計算した。但し泥粒濃度の極限值はこの場合も0.230とした。結果の一部は第4図及び第5図に示す。第4図は Zi/λ が一定の場合に境界層とパルスの相対的位置によって反射波の勢力が変化する状況を示し、第5図は Zi/λ が一定の場合、境界層に対するパルスの位置によって反射係数の絶対値とその位相差が変化する様子を示す。

4-3 境界層によるパルスの反射損失の最小値

種々の厚さの境界層を一定の波長の音波(あるいはその逆)で照射する場合に、 Zi/λ が大きいときは境界層に対するパルスの位置によって反射損失が大きく変化する。(第4図参照)このような多くの図から種類の Zi/λ の場合に起る反射損失の最小値を求め、それらをそれぞれの Zi/λ に対応させて図に画くと、第6図に実線で示す曲線が得られる。比較のために、音波の継続時間に制限のない場合の反射損失(第3図)をこれに併記した。これによれば Zi/λ の値が小さい領域では、両者はほとんど一致しているが、この比が大きい領域では、両者の反射損失の間に数10dbの差が起っている。この理由は、連続する音波の場合には、境界層全体からの位相の異なった多くの反射波の要素が総合されるので干渉による減衰が大きいのに対し、短いパルスの場合には、境界層の一部分からの反射波の合成になるために、パルスの位置によって干渉の度合に変化が起り、条件のいい場合の反射損失が採用されているからである。この結果から見て、強い反射波を得るために、境界層の厚さ以上にパルス幅を拡げることは、反響音の強さだけの点ではかえって目的に反することが分る。実線で示す曲線の $Zi/\lambda=1$ の付近に小規模のウネリが目立つのは、投射音波が境界層中に約1波長突入したとき(数値計算例では $n=2$ としたからこのとき $Zc0 \approx 0$)反射波は同位相の一对の音線に分離したものを総合したものになるから、干渉による減衰が小さくなるのである。

5. 境界層によって反射されたパルスの検討

本項においては前項に示した計算例(パルスの波数

n=2) の結果について説明する。

5-1 反射パルスの変形

境界層で反射されたパルスの形は投射パルスが単一周波数で且つ音圧振幅が一定の音波(台地形パルス)の場合でも、一般に投射パルス(幅 $l=n\lambda$)の形とは違ったものになる。その形は境界層の厚さ、投射パルスの幅及び境界層に対するパルスの位置によって変る。まず、送受波器に指向角幅が無いとしても、反射されたパルスの幅は $n\lambda+2Z_i$ 以上に引き伸ばされる。また、音波の強さが一様ではない。その物理的の説明は次に述べるようである(第4図参照)。

境界層に音波が投射されると、投射波が存在する部分に反射波が発生する。ここでは投射パルスの幅が2波長に限定されているから、 $Z_i/\lambda > 1$ すなわち $2Z_i > 2\lambda$ の場合にはパルスの中心が Z_i 点付近のある点にきた瞬間には、この点を境とした境界層の上下の两部分で発生する各音線を発生点にそれぞれ $\lambda/4$ の奇数倍(ここでは $\lambda/4, 3\lambda/4, 5\lambda/4, 7\lambda/4$) の距離差を持った一对の集合とすることができることになる。このとき各音線の強さが等しければ各一对の音線は $Z=0$ 点では互に位相が反対になるから、合成波の強さは零になる。従って反射音は消滅することになる。このときの条件を一般的に表わすと、

$$n\lambda = q\lambda/4, \text{ or } q = 4n, \text{ (} q = \text{偶数のとき減少)}$$

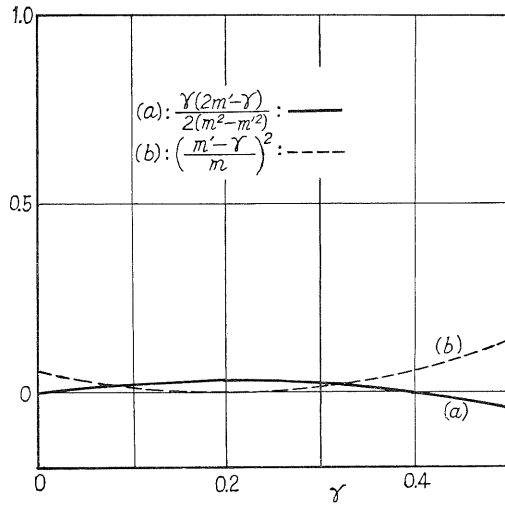
である。前項の計算例では $n=2$ であるから $q=8$ となり、上の条件を満足するから $Z_c=Z_i$ の付近で反射波が弱くなっている。完全に零にならないのは、境界層の反射能がその全域に渡って一様ではないからである。やや一様なのは Z_i 点を中心とする層の中央部の狭い範囲に限られる。故に Z_i/λ が1より大きい程パルス幅が相対的に狭くなるために減衰が大きく、形が簡単になるのである。反射損失最大のパルスの位置は、この状態のとき Z_i 点に接近してくる。 $Z_i/\lambda < 1$ の場合には $Z_i/\lambda = 1/2$ のとき干渉による減衰が大きいが、 Z_i/λ がこれよりも小さくなれば、顕著な干渉型は起り得ない。第4図からこの辺の事情を伺うことができると思う。

5-2 境界層の実情と使用音波の波長

測深に使用する音波の波長は水深の精度を度外視すれば、低い程広範囲の海域に有効である。数百kHzの高い周波数の音波を用いると、場所によって反射音が弱くなる事が起る。第6図によれば反射損失が大きくなり始める条件はパルス幅に関係なく、

$$Z_i/\lambda \approx 0.1$$

である。周波数 200kHz の音波を使って上記の現象が



付図 2 X 及び $d/dz \ln \rho C$ の省略項の大きさ

起ったとすれば、この音波の波長は約 7.5mm であるから、この音波で損失の少ない反響が得られる水底境界層の厚さ ($2Z_i$ として) は次の通りになる。

$$2Z_i \leq 0.2\lambda (= 1.5\text{mm})$$

このことは自然の海の大部分で境界層の厚さがこの程度のものであることを示唆しているのである。

6. 結論

本研究においては水底の境界層に着目し、この層内の泥粒濃度の鉛直分布が連続的に変化すると仮定したから、水底からの反射音はこの境界層の各部からの反射音で合成されたものになる。従って反射音が完全に消滅することはない。これを従来よく使われる仮定、すなわち水底の泥粒濃度が直線的傾度で変化するという条件の場合と比較すると、反射音の強さの変化に大きな差があることが分る。後者の場合には泥層の厚さと音波の波長との比が特定の値になると、反射が完全に消失することになる。

音響測深の場合、深さをどのように定義するかの問題であるが、それは当然境界層の表面の深さ (Z_i) に $l/2$ と境界層の厚さ (d) を加えたものにすべきである。では d をどのようにして求めるかを次に説明する。普通の海域での測深の場合には $2Z_i < n\lambda$ であるから、 Z_i 点は水深記録図の記印の肉厚(送受波器の指向角幅に基づく残響部分を除く)の中点に、又特殊な海域で泥層が厚く、 $2Z_i > n\lambda$ のときは2重に現われる水底記印の中間の反響音が最も弱い点に相当する。但しこの2重像は普通は間隔が狭いために、記録図の縮尺が可なり大きくないと識別が困難なことが多い。このよう

な場合には前の場合と同じ処置をするより外はない。
 Z_i 点の水面を 0 とした深さが決まれば境界層の厚さ d は

$$d=2(Z_i-Z_1)$$

従って深さを S とすれば

$$S=Z_1+d=Z_2$$

ここで Z_1 及び Z_2 はそれぞれ記印線の幅の深い方と浅い方の周縁の深さである。

付 録

2X 及び $d/dz \ln \rho C$ における省略項について

本文中の 2X 及び $d/dz \ln \rho C$ はそれぞれの微小項を省略したものになっている。省略された項の大きさは、それぞれ次の通り。但し $m=0.815$ 及び $m'=0.198$

とした。

$$a) \quad 2X=2\omega/C_w \left[1 + \gamma/2 (2m' - \gamma)/(m^2 - m'^2) \right]$$

の場合

この場合 $\gamma/2(2m' - \gamma)/(m^2 - m'^2)$ が省略されている。 γ に対するこの値は付図に実線で示す。

$$b) \quad \frac{d}{dz} \ln \rho C = \frac{1}{m} \left[1 + \left(\frac{m' - \gamma}{m} \right)^2 \frac{d\gamma}{dz} \right] \text{ の場合}$$

この場合には $\left(\frac{m' - \gamma}{m} \right)^2$ が省略されている。この値は γ に対し付図に破線で示すように変化する微小項である。

謝 辞

本文の原稿製作に当たって評論並びに多大の示唆を頂いた久山多美男博士に厚く感謝する。

「海の旬間」について

目 的：この「旬間」は、四面をに海囲まれた我が国にとって国民生活と密接に結びついてい
 る海の重要性、とりわけ我が国の将来の発展に必要不可欠である海の開発及び利用の
 重要性について、広く国民の関心を喚起す
 るとともに海洋環境の保全、海上における
 安全の確保等に関する健全な海事思想の普
 及を図り、もって海洋国家日本の発展に資
 することを目的とする。

基本的な方針：上記目的を達成するため、「海にひ
 らこうわれらの未来」をテーマに、運輸省
 が中心となり、海運、造船、港湾、水産の
 関係者等海を生活の場としている人々をは
 じめとする国民の「旬間」行事への全国的
 な参加を図ることにより、一般世論の盛り
 上がりを喚起する。

期 間：この「旬間」は、7月20日(「海の記念日」)
 から7月31日までの12日間とする。

主 催：この「旬間」の主催団体は、運輸省、海上
 保安庁、気象庁、日本小型船舶検査機構、
 海上災害防止センター、(財) 日本船舶振
 興会、(財) 日本海事財団、(財) 日本海
 事広報協会、(社) 日本海難防止協会、

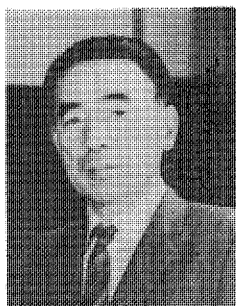
(財) 日本海事科学振興財団、(社) 日本
 海湾協会、(財) 日本水路協会とする。

実施事項：1. マスコミ、掲示物等による周知活動

- (1) 白書、広報資料等の作成・配布
- (2) ポスター、字幕等の作成・掲示
- (3) 配布物による一般への周知
- (4) 「海の歌」の作成

2. 実施行事

- (1) 海上・街頭におけるデモンストレーシ
 ョン、コンクール等
 海上パレード、街頭行進、船舶の一般
 公開、フェスティバル等の海上・街頭に
 おけるデモンストレーションを実施する
 ほか、体験乗船、図画・写真コンクール
 等を開催する。
- (2) 講演会、映画会等
- (3) 訪船指導等
 海洋汚染防止、海難防止のための訪船
 指導等を行うほか、港内、海浜等の清掃。
- (4) 海洋スポーツの振興
 海洋スポーツの振興を通じて海事思想
 の普及を図るため、ヨット、モーターボ
 ートへの体験乗船、レース等を開催する。
- (5) 記念式典
 「海の記念日」記念式典を開催し、海事
 功労の顕著な者に対して表彰を行う。



大洋水深総図 (GEBCO)

松 崎 卓 一
元 水 路 部 長

戦後の一つの傾向として英語の頭文字による略称が代名詞として使用されるようになった。大洋水深総図もこの方式にならない、GEBCOと呼ばれているが、これも General Bathymetrical Charts of the Oceans の頭文字から採られたものである。日本は現在このGEBCO作業の一部を分担しているが、分担するまでにはかなりの曲折があったのでこの機会に書きとどめておきたい。

ものの本によると世界海底地形図の第1版が刊行されたのは1904年と云うから、かなり昔のことである。その後海洋に関する知識がたかまり、調査技術の進歩とともに1955年にいたり、I.H.B.によりGEBCO第3版が刊行されたが、これより少し前の1952年には第6回国際水路会議ですでに第4版を作製する方針がたてられており、これをうけてGEBCO委員会が構成されていた。1959年(昭和34年)3月に当時の水路部長須田博士がこの委員会に出席、GEBCO作業に協力する旨の発言があったと推定されている。

しかし同年4月に水路部長の交替があり塚本さんが部長に就任されるや、無条件に協力するには問題があるので今しばらく世界の動勢を見きわめた上で決定すべきであるとして、同年4月25日にI.H.B.に対して日本に割り当てられた plotting sheets の作製については予算や人員の点からみて今直ちに引き請けがたいが、日本にある資料の提供については協力する用意のある旨の返事が出された。

一方、世界の動勢、特に米国の動きにわれわれは深い関心をもっていたが、米国も割り当て区域の作業を引き請ける用意があるとは思えないところもみられたので、この問題に対する日本の態度はしばらく保留することになった。その間、I.H.B.からは旧海軍時代に測量した北太平洋での水深資料の提供を求められたが、日本側は余りよい返事を出していない。また、国内においても、日本学術会議の海洋研連の代表の資格で東大吉田助教授等が水路部長を訪問、旧海軍時代の資料特に南シナ海や外南洋での海象観測資料の提供を

求められた。これに対して当時海象課長であった私が部長の意を体して学術会議に出頭し、釈明したことを憶えている。かくしてI.H.B.と日本水路部との間には数回の手紙の往復があって昭和35年も暮れていった。というのはAⅢの区域すなわち北太平洋は旧海軍の資料なくしては plotting sheets の作製の意味がなくなるからである。

しかし昭和36年になると、I.H.B.としても、いつまでも延期しておくこともできず、重ねて日本がAⅢの調整国となることと plotting sheets の作製を分担して欲しい旨の通知があった。ここにおいて調整国というものの性格が次第にはっきりしてきた。これによると例えばAⅢ区域の担当ならばこの区域内の資料を所有している国はすべて調整国にその資料を送付することが規定されているのである。

したがって日本が調整国をあくまで辞退して他国がAⅢの調整国になった場合、日本はその手持ちの資料を全部他国に送付しなければならなくなるのである。これは将来日本にとって決して利するものではないとの声が出はじめてきた。ここに至ってはこれ以上態度を保留することもできず、更に翌37年には第8回国際水路会議も開催されるので、この問題も当然議題となる点をも考慮し、いよいよ36年8月になりI.H.B.に対して日本はAⅢの調整国を引き請け plotting sheets の作業を予算が認められれば実施する用意のあることを初めて返事するとともに、旧海軍時代の全資料もI.H.B.に提供する旨を返事したのである。かくして昭和37年度予算に初めてGEBCO作業費を要求し、その予算が認められるに及び昭和37年4月から正式にGEBCO作業が開始されたのである。



「海洋法条約草案(非公式草案)」の概要について(最終回)

稲野季隆

前海上保安庁水路部監理課
(徳山海上保安部わかみな機関長)

(3) 沿岸国の権利等

沿岸国の権利については、大陸棚条約をほぼ踏襲している。すなわち、沿岸国は、大陸棚に対し、大陸棚を探索し、及びその天然資源(鉱物その他の非生物資源及び定着種族に属する生物をいう。)を開発するための排他的な主権的権利を行使することができ、この権利は実効的若しくは観念的な先占、又は明示的な宣言に依存するものではない(第77条)。しかし上部水域又は上空の法的地位に影響を与えない(第78条)。

また、海底電線及び海底パイプラインの敷設又は維持については全ての国が沿岸国の許可なく行う権利を有し、沿岸国はそのコースの設定に対する同意、パイプラインからの汚染防止等のための措置をとること等ができるのみである(第79条)。

次の第80条、第81条は大陸棚条約にはなかった規定である。大陸棚上の人工島、施設及び構築物については前号で述べたE Z内のそれと同じである(第80条)。沿岸国は、さらに、大陸棚上の掘削を認可し、規制する排他的権利を有する(第81条)。

(4) 収益分与の方式(第82条)

大陸棚条約には規定されていない新しい制度で、第三次国連海洋法会議において従来200海里以遠の大陸棚は認めないとの立場をとってきた内陸国、地理的不利国グループが200海里以遠の大陸棚を認める見返りとして要求し、妥協が成立したものである。すなわち、沿岸国は距岸200海里をこえる大陸棚の非生物資源の開発に関して得られた利益の一部を、支払い又は現物によりオーソリティ(深海海底の資源の管理を行う「国際海底機構」のことである。後述。)に拠出することとされている。

この支払い及び拠出はオーソリティを通じて衡平な配分の基準に基づき開発途上国の、特に後発開発途上国(中でも内陸国)の利益、必要を考慮して分配されることとされている。支払い及び拠出は最初の5年間の生産後6年目は生産地点における生産価格又は生産量の1%とし、12年目まで各年ごとに1%ずつ増加さ

せ、以後7%にとどまるものとする。

(5) 大陸棚外縁の決定に関する問題点

大陸棚の外側の限界(外縁)とは、沿岸国の管轄権の及ぶ区域と及ばない「深海海底」の境界線であると言える((2)参照)が、草案の規定は、地形学上広い大陸棚を持つ国と狭い大陸棚しか持たない国との間、又は大陸棚を有する国と大陸棚を持たない内陸国との間というように錯綜した利害を必ずしも十分考慮して決められたものではない。

草案第76条を検討すると大陸棚外縁の決定についておおむね次のような問題点が考えられる。

(32ページの別図及び草案第76条を参照されたい。)

- ① 果たして大陸斜面脚部の決定は可能か、また脚部を勾配の最大変化点と定義するだけで十分か。
- ② 堆積層の厚さと距離の関係(1対100といった)で外縁は決定できるか。
- ③ 海嶺(山脈の形をした海底地形)のうち、海洋海嶺(Oceanic ridge)とそうでない海嶺(ridge)とは区別できるのか。
- ④ 「大陸棚の限界に関する委員会」にはそれほど権限が与えられていないため、沿岸国の思いどおりに決定されるのではないか。

これらの問題は、海洋の調査というものが陸上に比べてきわめて資料が少ないこと、「大陸棚」の新しい定義が、領海又はE Zのそれが距岸何マイルというように簡単な定義であるのに対しきわめて複雑であること等に起因する。

我が国を例にとれば、おおむね沿岸の船舶航行海域については、100年の伝統をほころ水路部が調査を実施してきているが、それより遠方の海域となると実は非常に心細いのが現状である。

航海用海図には太平洋の真中であっても一応水深の記載はあるが、ある地点と他の地点の間は数10マイル離れており、果たしてどうなっているのかは沿岸海域に比べて不明な場所が多い。また、水深の記載があっても、その測量実施年月が古い(測量精度が現在に

比べ悪い) ため、再測してみると実は相当違うという事例も見られる。これは深い場所ほど顕著である。

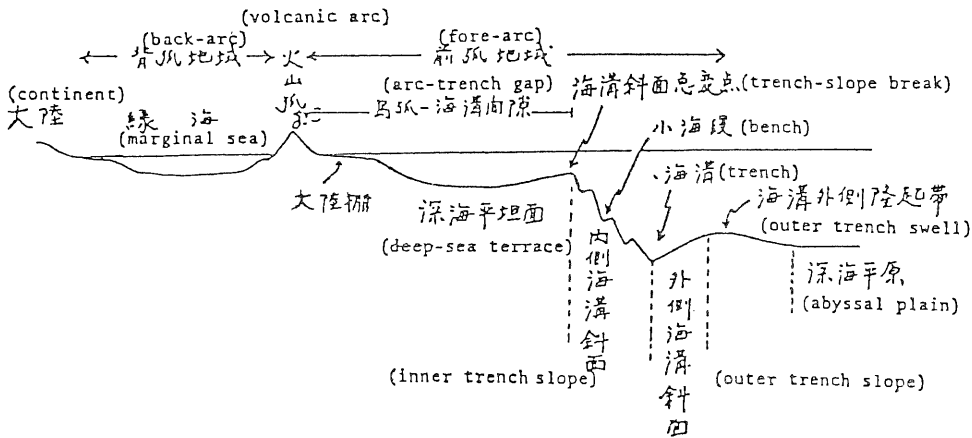
また、次図にみられるとおり、縁辺海域は大きく太平洋型と大西洋型に分類され、大西洋型は海底地形の傾斜がなだらかなこと、太平洋型は変化に富んでいることによりそれぞれ外縁の決定は思うほど簡単ではない。

ない。大陸棚の外側つまり深海海底についてはオーソリティが開発する区域であり、大陸棚外縁の決定は重要問題であるにもかかわらず、これについて全く意見が出せないということは疑問が残る。

いずれにしても我が国としては大陸棚外縁の決定のために必要となる科学的技術的データを早急に整備することが求められているといえよう。

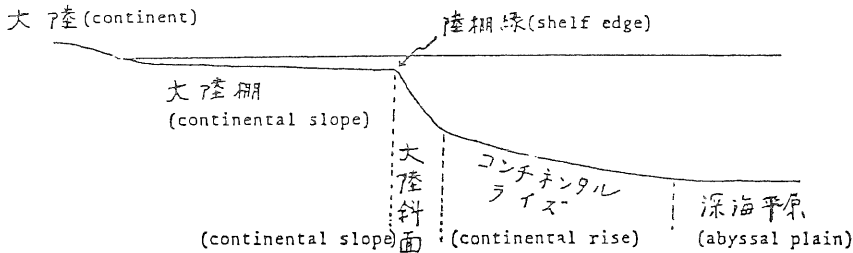
太平洋型縁辺域(活動縁辺域)

Pacific-type continental margins(Active margins)



大西洋型縁辺域(非活動縁辺域)

Atlantic-type continental margins(Passive margins)



更に「大陸棚の限界に関する委員会」については、沿岸国から大陸棚の情報の提出を受け勧告する権利はあるもののそこまで、沿岸国がその勧告を部分的にでも受け入れてすなわち当該勧告を基礎として大陸棚の限界を決定したとき、その決定は最終的であり、かつ拘束力を有するものとされるという問題があり、委員会そのものの存在が無意味となる可能性が残されている。

草案では、そもそも大陸棚の限界の決定は沿岸国の権利とされておりオーソリティの関係するところとされておらず、オーソリティは委員会のメンバーですら

(6) 相対国又は隣接国との境界画定(第 83 条)

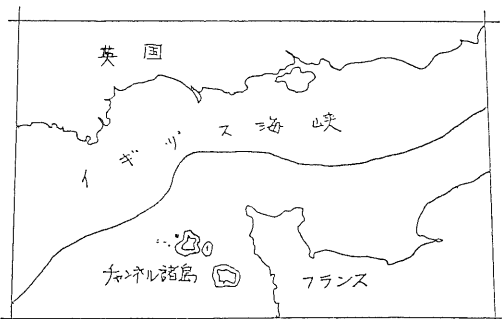
EZの境界画定に関する規定と同じであり、同じ問題として第2委員会の第7交渉グループにより扱われている。少し詳しく述べると、境界画定の基準に関しては、従来から、境界は中間線又は等距離線を第一義的基準に画定すべきであるとする我が国、イギリスなどの中間線原則派の主張と、境界は、中間線、等距離線などにより機械的に画定するのではなく、すべての状況を考慮に入れ、衡平の原則を基準に画定すべきであるとのアイルランドなどの主張が対立しており、第

9 会期終了の現時点までに両グループの歩み寄りは見られていない。

また、境界画定の紛争解決、合意が得られない場合の暫定措置についても妥協は得られていない。

草案の規定がそのまま条約に取り入れられた場合、現在、全世界で約 300 の境界画定が行われなければならないと言われており、そのうち約 1/4 については解決が見込まれている。つまり草案の規定は残り約 3/4 について役に立たなければならないが、中間線方式の明確性、誰にでも引けること（?）、仮説が不要であることに比べ衡平の原則による線引きはきわめて抽象的で分りにくい。

我が国の場合、ソ連（北朝鮮）、韓国、中華人民共和国、（台湾）、フィリピン、米国（信託統治領）と境界画定を行わなければならない、今後解決しなければならない問題が多い。この際、参考となる先例として、数点において不適当なところもあるが英・仏間の境界画定の事例を紹介する。英国とフランスの境界画定をする際に、次図に示すチャンネル諸島（英領）が考慮された。チャンネル諸島はフランスに近接しており、英国の長い岬のような役目を果たすことになりフランスにとっては境界が自国側に押されることとなるため、両国は同諸島の存在を無視して一部に中間線を引いて境界とし、同諸島には領海を設定することにより双方の合意を達成した。



その他、利害を考慮した北海の境界画定（西独、オランダ、デンマーク）、海底地形に基づいたオーストラリア・インドネシア、海岸線の長さを考慮したフランス・スペイン等それぞれの利害等によって種々の境界画定方法を取っている。

第 6 部 大陸棚（前号からの続き）

第 77 条（大陸棚に対する沿岸国の権利）

1. 沿岸国は、大陸棚に対し、大陸棚を探索し及びその天然資源を開発するための主権的権利を行使する。

2. 第 1 項にいう権利は、沿岸国が大陸棚を探索しておらず、又はその天然資源を開発していない場合にも、他のいかなる国も、当該沿岸国の明示的な同意を得ないでこれらの活動を行うことができないという意味において、排他的である。

3. 大陸棚に関する沿岸国の権利は、実効的若しくは観念的な先占又は明示的な宣言に依存するものではない。

4. この部にいう天然資源とは、海底及びその下の鉱物及びその他の非生物資源並びに定着種族に属する生物、すなわち、収穫期において、海底の表面若しくは下部で静止しており又は海底若しくはその下に絶えず接触していなければ動くことができない生物をいう。

第 78 条（上部水域及び上空の法的地位並びに他国の権利と自由）

1. 沿岸国の大陸棚に対する権利は、その上部水域又はその水域の上空の法的地位に影響を及ぼすものではない。

2. 沿岸国の大陸棚に対する権利の行使は、この条約の定める他の国の航行及び他の権利と自由を侵害し、また、不当に妨害することとはならない。

第 79 条（大陸棚上の海底電線及びパイプライン）

第 80 条（大陸棚上の人工島・施設及び構築物）

第 81 条（大陸棚の掘削）

沿岸国は、あらゆる目的のための大陸棚の掘削を認め、規制する排他的権利を有する。

付 属 書 II

大陸棚の限界に関する委員会

第 1 条

この条約の第 VI 部の第 76 条の規定により、200 海里以遠の大陸棚の限界に関する委員会が、この付属書の以下の規定にしたがって設置されるものとする。

第 2 条

1. 本委員会は、衡平な地理的代表的必要性に適切に配慮して、この条約の締約国によってその国民の中から選出され、その個人の資格で奉仕する、地質学、地球物理学または水路学の分野における専門家である 21 人の委員で構成するものとする。

2. 最初の選出はできる限り早く行うものとし、いかなる場合にもこの条約の発効の日から 18 カ月以内に行わなければならない。選任の日の少くとも 3 カ月前に、国連事務総長は、3 カ月以内に適当な地域的協議を経て候補者名を提示することを要請する文書を、締約国に発送しなければならない。国連事務総長は、候補とされた全ての人のアルファベット順のリストを作

成し、全ての締約国に提示しなければならない。

3. 本委員会の委員の選出は、国連本部において事務総長によって召集される締約国会合において行われるものとする。その会合においては、締約国の3分の2を定足数とし、出席し、かつ、投票する締約国の代表の3分の2の多数の得票を得た候補者が委員に選出されるものとする。3人以上の委員が各地理的地域から選出されるものとする。

4. 本委員会の委員は、5年の任期で選出されるものとする。再選は可能なものとする。

5. 委員を候補者として提示した締約国は、その委員が本委員会の職務を遂行している間本委員会の一委員の経費を支払わなければならない。第3条第1項(b)に規定されている勧告に関連して生じた経費は、それに關係した沿岸国が支払うものとする。本委員会の事務局は、国連事務総長によりまかなわれるものとする。

第 3 条

1. 本委員会の職務は次のとおりとする。
 - (a) 沿岸国により提出された、200海里以遠まで及んでいる大陸棚の外縁に関するデータその他の資料を検討し、この条約の第VI部の第76条の規定にしたがって勧告を行うこと。
 - (b) 関係沿岸国の要請がある場合に、(a)に規定するデータを作成する間に、科学的及び技術的な助言を与えること。
2. 本委員会は、必要かつ有益と考えられる範囲で、本委員会の責務の遂行に役立つであろう科学的及び技術的な情報を交換するために、ユネスコの政府間海洋学委員会、国際水路学機関その他の適当な国際機関と協力することができる。

第 4 条

沿岸国がこの条約の第VI部の第79条にしたがってその200海里を超える大陸棚の海側の境界を設定しようとする場合は、当該沿岸国は、そのような境界の細目をその根拠となる科学的及び技術的なデータとともに、できる限り早く、いかなる場合にもこの条約がその国に対して発効する日から10年以内に提示しなければならない。沿岸国は、同時に、その国に対して科学的及び技術的なデータを提供した本委員会の委員の氏名を示さなければならない。

第 5 条

本委員会が別の決定をしない限り、本委員会は、沿岸国によるそれぞれの提示の特定の要素を考慮に入れた均衡のとれた仕方です任命された7人の委員から成る小委員会を通して機能するものとする。本委員会の委

員で提示を行った沿岸国の国民であるもの及び線引きに関して科学的及び技術的な助言を与えることによって沿岸国を援助した本委員会の委員は、当該提示を取扱う小委員会の委員となることはできないが、当該提示に関し本委員会の委員としてその手続きに参加する権利を有する。本委員会に対し提示を行った沿岸国は、投票権なしで関係の手続きに参加するためのその国の代表を送ることができる。

第 6 条

1. 小委員会は、その勧告を本委員会に提出するものとする。
2. 小委員会の勧告の本委員会による承認は、出席し、かつ、投票する本委員会の委員の3分の2の多数によるものとする。
3. 本委員会の勧告は、提示を行った沿岸国及び国連事務総長に対し書面により提出されるものとする。

第 7 条

沿岸国は、大陸棚の海側の限界を、この条約の第IV部の第76条第8項の規定にしたがいが、かつ、適当な国内手続きにしたがって設定するものとする。

第 8 条

沿岸国が本委員会の勧告に同意しない場合には、沿岸国は、適当な期間内に本委員会に対し改訂したかまたは新たな提示を行うものとする。

第 9 条

本委員会の行為は、隣接しまたは相対する沿岸を有する国の間の境界の画定に関する事項を害するものではない。

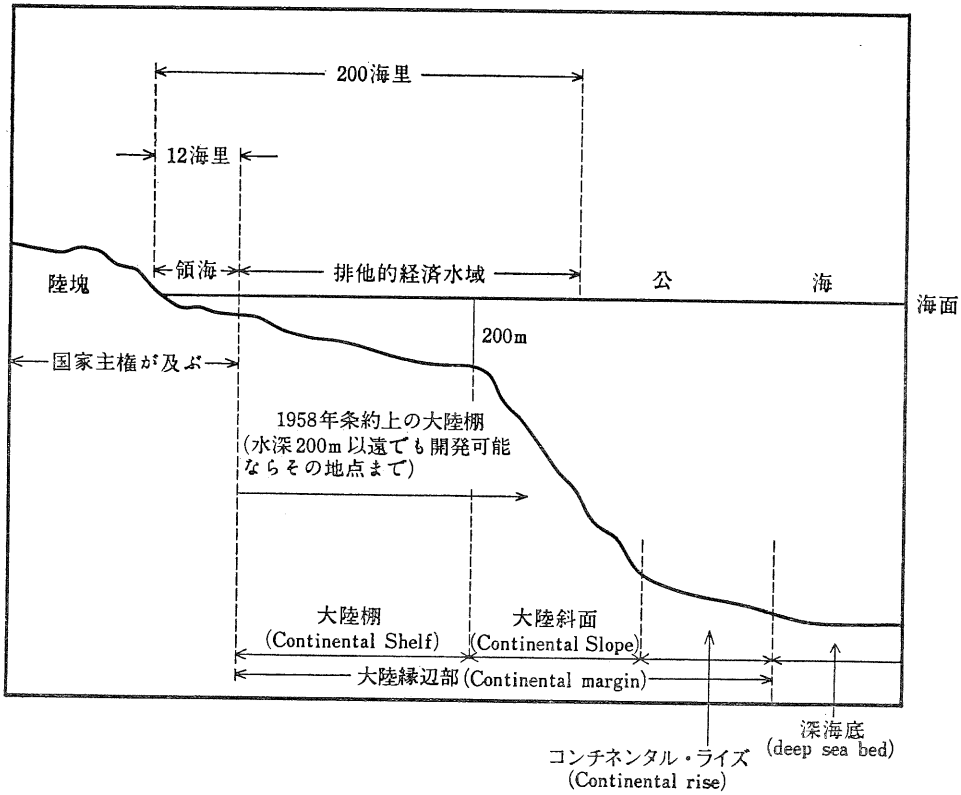
5. 公海

公海に関する規定は、そのほとんどが公海条約の規定をそのまま引き継ぐか、一部手直し又は詳しく規定されたものである。しかし公海条約と草案との大きな相違は、「公海の範囲」の規定である。公海条約第1条では「公海とは、いずれの国の領海又は内水にも含まれない海洋のすべての部分をいう。」と規定され、領海又は内水が領海条約によって明確にされているところから公海の範囲もおのずと明確であった。

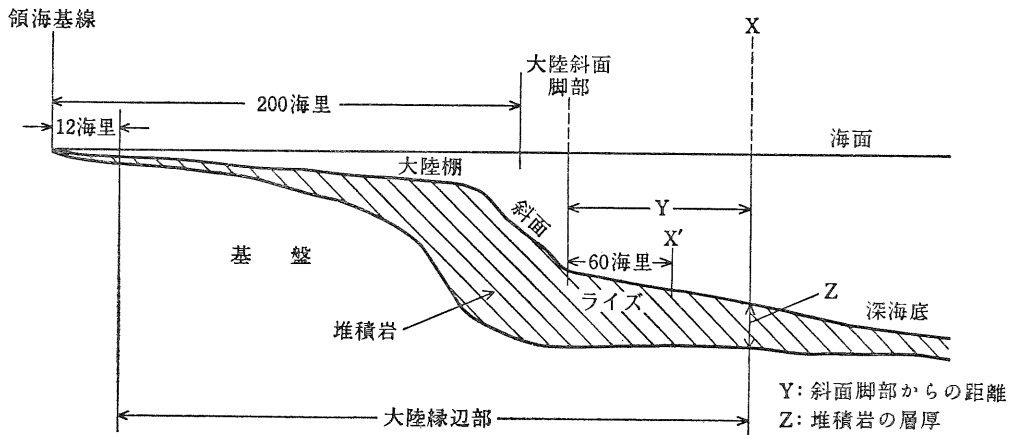
しかし、草案第86条（この部の規定の適用）では、「この部（第7部のことをいう。（筆者注））の規定は、国の排他的経済水域、領海又は内水若しくは群島国の群島水域に含まれない海洋のすべての部分に適用する。」と規定して、公海の範囲を明記することを避け、ただ単に第7部の諸規定は例示したこれらの海域には適用されないと述べるにとどまっている（第86条

国連海洋法会議非公式統合交渉草案における大陸棚の範囲

(図1) 海底地形図

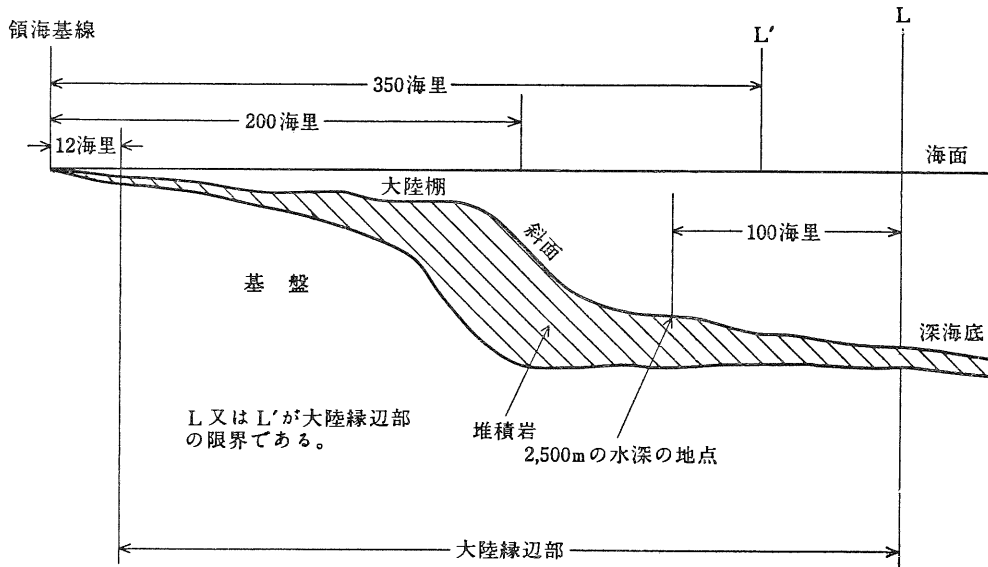


(図2) 大陸縁辺部の範囲



- (a) $Y/100 \leq Z$ の範囲で Y を定める。
X までが大陸縁辺部。
- (b) X' までを大陸縁辺部としてもよい。

(図3) 大陸縁辺部の限界



(説明)

- 図1. 従来大陸棚の範囲……原則として水深200mまでの区域(但し開発可能ならその地点まで)
- 図2. 新たな大陸棚の範囲……大陸縁辺部(大陸棚、大陸斜面及びコンチネンタルライズから成る)の外側の限界線が領海基線から200海里以内にある場合は200海里まで、200海里をこえる場合は次の(a)(b)いずれかによる。
- (a) 堆積岩の厚さは一般に大陸から深海底へ向かうに従って次第に薄くなっているが、この厚さが大陸斜面脚部からの距離に対し少なくとも1%である範囲
 - (b) 大陸斜面脚部からの距離が60海里の範囲
- 図3. 大陸縁辺部の限界……上記(a)又は(b)によって定められる新たな大陸棚の範囲は次のいずれかの線をこえることはできない。
- (1) 領海基線から350海里沖合の線
 - (2) 水深が2500mの等深線から100海里沖合の線

前段の規定)。こういう意味では公海条約第1条と草案第86条とは同一の規定と言えないかもしれないが、草案ではEZも公海であるとするのを避け、EZとなる海域において全ての国の船舶は公海上において有する権利及び義務と同様の権利義務を有することとしている(第86条後段の規定)。つまり間接的にEZが公海であることを否定している。

公海条約になかった規定としては、政府の非商業的役務にのみ使用される船舶の免除(第96条)、麻薬又は向精神・神経剤の不法取引(第108条)、及び公海からの無免許の放送(第109条)がある。第109条はEC諸国の苦い経験によっている。

公海条約と同じ又は一部手直し等が行われた規定としては、公海自由(第87条)、平和目的のための公海の保留(第88条)、公海に対する主権の主張の無効(第89条)、航行の権利(第90条)、船舶の国籍(第91条)、船舶の地位(第92条)、国際連合、その専門機関又は国際原子力機関の旗を掲げる船舶(第93条)、旗国の義務(第94条)、公海上の軍艦の免除(第95条)、衝突事件における刑事管轄権(第97条)、援助を与える義務(第98条)、奴隷の運送の禁止(第99条)、海賊行為の抑止に関する協力義務等(第100条~第107条)、臨検の権利(第110条)、継続追跡権(第111条)、海底電線又は海底パイプライン敷設の権利等(第112

条～第115条)、公海の生物資源の管理及び保存(第116条～第120条)がある。

第7部 公海

第86条 (この部の規定の適用)

この部の規定は、国の排他的経済水域、領海又は内水、若しくは群島国の群島水域に含まれない海洋のすべての部分に適用する。この条は、すべての国が排他的経済水域において第58条に基づき享有する自由の剝奪を伴うものではない。

第87条 (公海の自由)

1. 公海は、沿岸国であるか内陸国であるかを問わず、すべての国に開放される。公海の自由は、この条約及び国際法の他の規則で定める条件に従って行使される。この公海の自由には、沿岸国についても内陸国についてもとくに次のものが含まれる。

- (a) 航行の自由
- (b) 上空飛行の自由
- (c) 第VI部の規程に従うことを条件として、海底電線及び海底パイプラインを敷設する自由
- (d) 第VI部の規定に従うことを条件として、国際法の下に許された人工島及びその他の施設を建設する自由
- (e) 第2節に定める条件に従うことを条件として漁業の自由
- (f) 第VI部及び第XIII部の規定に従うことを条件として科学調査の自由。

2. これらの自由は、すべての国により、公海の自由の行使に関する他国の利益に妥当な考慮を払い、また国際海底区域における活動に関するこの条約の下における権利を妥当な考慮を払って行使されなければならない。

第88条～120条省略

6. 島

島の定義及び条約上の性格を明確にすることは、領海、E Z及び大陸棚の区域画定に大きな影響があるだけに重要である。また、我が国をはじめ、フィリピン、太平洋諸島(旧南洋群島)の国々、ギリシヤ等多くの島嶼を有する国にとって大いに関心のあるところであろう。草案第121条第1項では、領海条約第10条第1項の規定がそのまま設けられ、領海条約第2項(島の領海は、この条約の規定に従って測定される)をやや変形した形で草案第121条第2項が設けられている。第2項では領海の外に接続水域、E Z及び大陸棚についてもふれているのである。

草案第121条第3項はこれまでの条約になかった規定で、人間が継続して居住できないか又はそれ自身の経済生活を維持できない「岩」は領海はもってもE Z及び大陸棚をもてないという意味であるが、これも「岩」と「島」とはどのように違うのか不明である。現に人が居住している(草案では将来人が居住できる島も含めているのかは不明)一人前の島とそうでない島、又は大陸と島を同列に扱うことの不合理さを問題にしたものと思われる。

我が国の場合、領海法第2条及び同法施行令第2条第1項において「基線は、低潮線とする。」とされ、さらに、同法施行令第2条第4項に「低潮線は海上保安庁が刊行する大縮尺海図に記載されているところによる。」とされることから、居住可能・不可能を問わず島嶼の低潮線は領海の基線として採用されており、漁業水域についても同様の基線を採用している(漁業水域に関する暫定措置法第3条第1項、第3項)。E Z、大陸棚を考えると、沖ノ島島等の取扱いが今後問題となってくると思われる。

第8部 島の制度

第121条 (島の制度)

1. 島とは、自然に形成された陸地であって、水に囲まれ、高潮時においても水面上にあるものをいう。
2. 第3項に定める場合を除き、島の領海、接続水域、排他的経済水域及び大陸棚は、他の陸地領土に適用されるこの条約の規定に従って決定される。
3. 人間が継続して居住できないか又はそれ自身の経済生活を維持できない岩は、排他的経済水域及び大陸棚を有しないものとする。

7. 区域(深海海底)(第XI部、第133条～第191条)

「区域」とは、国家管轄権の範囲をこえる海底及び海床並びにその下をいう(草案第1条第1項)。

つまり、いずれの国にも属さない大陸棚以遠の海底等をさし、従って、いずれの国も区域に対する主権又は主権的権利を主張し又行使してはならず、区域のいかなる部分の取得も許されないこととなっている(第137条)。

深海海底には、マンガン、ニッケル、銅、コバルトを含むマンガン団塊とよばれるボール大の鉱物資源が無尽蔵に近い形で賦存すると推定されており、将来の陸上鉱山にかわる資源供給源として大きく注目されている。この深海海底の鉱物資源を誰が開発主体となり、いかなる条件の下で開発するかということが、従来、「深海海底開発問題」として第一委員会の主要な問題とされてきたことである。西側主要先進諸国は、

条約に基づいて設立される国際海底機構（以下「オーソリティ」という。）が、私企業又は国家の活動を不当に抑制すべきではないとの立場をとっているのに対し、開発途上国の多くは、深海海底の資源が人類の共同財産である以上、その理念を最も忠実に反映するにはオーソリティが積極的かつ中心的役割を果たす形で開発を進めることが必要であると主張し、対立していた。この問題については、結局、開発活動を行うための国際機関（以下「エンタープライズ」という。）と並んで国及び私企業にも開発への参加を認めるとの方向（いわゆるパラレル方式）で基本的合意が成立した。その結果、主要な争点は、(イ)エンタープライズによる開発を可能とするための資金的及び技術的要件をどのようにして満たすべきか、(ロ)開発収益のどの程度の割合を国際社会に還元すべきか、(ハ)オーソリティの理事会の表決制度をいかに定めるか及び(ニ)深海海底開発国という新たな競争者を得ることとなる陸上資源国の経済的利益をどのように保護すべきかなどの問題に絞られてきている。ことに、昨年の第9会期夏会期では、第一委員会関係で最大の懸案事項であったオーソリティの理事会の表決方式につき、西側先進諸国、東欧諸国及び開発途上国の間に基本的な合意が達成され、新たな条文案が草案に取り入れられるところとなった。問題点は次第に煮つまりつつあると言えよう。

「区域は人類全体の財産である」という考えから、この区域における資源の開発、海洋科学調査、海洋環境の保護等の諸活動について厳しい制約や促進について規定されている。

この部の規定により区域から産する資源に対して人類を代表して開発・生産等を行うこととされ全ての当事国を加盟国とするオーソリティ(International Seabed Authority)が設けられる。オーソリティには総会、事務局、理事会が設けられ、更にその下部組織として資源開発を直接行うエンタープライズが設立される。オーソリティは、自らが資源開発等を行う点において、単に各国間の調整機関又は集合体にすぎないこれまでの国際機関とは大いに異っている。

第XI部を概観すると次のとおりである。

第11部 区域

第1節 一般規定（第133条～第135条）

第2節 区域を規律する原則（第136条～第142条）

第3節 区域における活動の実施（第143条～第149条）

第4節 区域の資源の開発（第150条～第155条）

第5節 機構（第156条～第185条）

A. 一般規定（第156条～第158条）

B. 総会（第159条～第160条）

C. 理事会（第161条～第165条）

D. 事務局（第166条～第169条）

E. エンタープライズ（第170条）

F. 機構の財政取りきめ（第171条～第175条）

G. 法的地位、特権及び免除（第176条～第183条）

H. 加盟国の権利の停止（第184条～第185条）

第6節 紛争解決及び勧告的意見（第186条～第191条）

8. 海洋科学調査（第XIII部、第238条～第265条）

広大な海洋を調査、解明することは、一国の力では限度があり、各国の協力・調整により効率よく実施されなければならない。草案では、国及び権限ある国際機関は海洋科学調査の発展及び実施を促進し、かつ、助長しなければならないと規定している（第239条）。

海洋科学調査の実施にあたって、次の原則が適用されなければならない（第240条）。

(イ) もっぱら平和的目的のために実施されること。

(ロ) 条約に適合する適切な科学的方法及び手段によること。

(ハ) 条約に適合する他の適法な海洋の利用を不当に妨げないこと。また、かかる利用のうちにおいても十分尊重されるべきこと。

(ニ) 海洋環境の保護及び保全に関する規則を含むこの条約に従って定められたすべての関連規則に従うこと。

沿岸国は、領海内における海洋科学調査を規制し、許可し、実施する排他的権利を有する。領海内における海洋科学調査は、沿岸国の明示の同意を得て、かつ、沿岸国の定める条件の下でのみ実施されなければならない、とされている（第245条）。

E Z及び大陸棚上の海洋科学調査については沿岸国の事前の許可の制度（第246条）及び沿岸国に対する情報提供義務（第248条）が規定されている。さらに、沿岸国は一定の場合に、自国のE Z又は大陸棚上の海洋科学調査について、停止又は中止を要求する権利を有する（第253条）。

一昨年の第8会期以降、海洋科学調査をめぐる、より自由な科学調査レジームを確立しようとする先進調査国と沿岸国の強い規制権限を確保しようとする主として開発途上国の意見が鋭く対立したが、昨年の第9会期においておおむねの合意が成立した。ことに、200海里を超える大陸棚上の海洋科学調査について、沿岸国の権限を制限するため、「開発又は具体的な探

査活動が行われ又は合理的な期間内に行われようとしている区域として沿岸国が指定した区域を除いては、沿岸国の裁量権が制限される」旨の項が草案第246条に追加された。

更に、国及び権限ある機関は、自らが行う、行わないにかかわらず、この条約に違反してとられた措置に対して責任を有し損害の発生にあたってはその損害を賠償しなければならない、海洋科学調査に関して紛争が生じた時は第XV部（紛争解決）第3節によって解決しなければならない（第263条、第264条）とされる。

その他、国及び権限ある機関は適当なチャンネルを通じて提案された計画、目的、それによって得られた情報等を公表し、普及されなければならない（第244条）が、適当なチャンネルとは、外交ルートの外に、IOC、IHO、WMO等のデータ交換ルートも含まれよう。

9. 海洋技術の開発と移転（第XIV部、第266条～第278条）

1) 一般原則

国は直接に又は権限ある国際機関を通じて、それらの能力に応じ公正かつ合理的な条件で、特に開発途上国の能力の開発促進を目的として、海洋科学及び海洋技術の開発と移転（以下「技術移転等」という。）を積極的に促進するよう努力しなければならない。そのために好ましい経済的及び法的条件を育成するよう努力しなければならない。その基本目標及びとるべき措置は次のとおりである。

第268条（基本目標）

国は、直接に又は権限ある国際機関を通じて、次のことを促進しなければならない。

- (a) 海洋技術知識の取得、評価及び普及並びに、かかる情報とデータへのアクセスを容易にすること。
- (b) 適切な海洋技術の開発。
- (c) 海洋技術の移転を容易にするための、必要な技術的基盤の開発。
- (d) 開発途上国及びとくに後発途上国の、国民の訓練と教育を通じての、人的資源の開発。
- (e) あらゆるレベルにおける、とくに地域的、小地域的又は二国間レベルにおける国際協力。

第269条（基本目標を達成する措置）

上記の目標を達成するために、国は、直接に又は権限ある国際機関を通じて、とくに、以下のことに努力しなければならない。

- (a) この分野における技術協力を必要としかつ要請

する国、とくに、開発途上の内陸国及び地理的不利国、並びに、海洋科学においてまた海洋資源の探査及び開発において、その国自身の技術能力を確立し又は開発することができず、若しくはかかる技術の基盤を開発することのできなかった他の開発途上国に、あらゆる種類の海洋技術の効果的な移転のための技術協力計画を設定すること。

- (b) 衡平かつ合理的な条件に基づき、協定、契約及び他の類似の取極めを締結するための好ましい条件を促進すること。
- (c) 科学的及び技術的問題に関する、とくに海洋技術の移転のための政策と方法に関する会議、セミナー及びシンポジウムを開催すること。
- (d) 科学者、技術者及び他の専門家の交換を促進すること。
- (e) プロジェクトを引き受けること並びに合弁事業及び合弁事業以外の形式による二国間又は多数国間協力を促進すること。

2) 国際協力

技術移転等のための国際協力は、国際的な計画、適切な国際基金を通じて実施されるとともに、そのためのガイドライン、基準及び標準の設定を促進しなければならない、権限ある国際機関が行うこれらに関する活動の調整を確保する努力及びオーソリティとの協力を行わなければならない。

3) 国及び地域的海洋科学技術センターの設立

海洋科学調査の実施の奨励、助長及び海洋資源を利用・保全する能力の増進並びに海洋技術移転の促進のため、開発途上国内に、国立海洋科学技術調査センターの、開発途上国の地域に地域海洋科学技術調査センターの設立を促進しなければならない。

10. 海洋環境の保護及び保全（第XII部、第192条～第237条）

草案では、「国は海洋環境を保護し、かつ保全する義務を負う。」（第192条）と規定し、次の事項について措置することとしている（第194条第3項）。

- (a) 中毒性物質、有害物質及び有毒物質、特に持続性のあるこれらの物質の次のものからの放出
 - (i) 陸上源から
 - (ii) 大気から又は大気を通じて
 - (iii) 投棄によって
- (b) 船舶からの汚染。特に、事故の防止及び緊急事態の処理、海上における運航の安全の確保、意図的又は非意図的排出の防止並びに船舶の設計、構造、設備、運航及び配乗の規制

(c) 海底及びその下の天然資源の探査又は開発に使用される施設及び装置からの汚染。特に、事故の防止及び緊急事態の処理、海上における操業の安全の確保並びにかかる施設及び装置の設計、構造、設備、操業及び要員の規制

(d) 海洋環境において操業するその他の施設及び装置からの汚染。特に、事故の防止及び緊急事態の処理、海上における操業の安全の確保並びにかかる施設又は装置の設計、構造、設備、操業及び要員の規制

つまり、既存の汚染に関する条約ではもっぱら船舶（海洋施設を含めて）を介して行われる海洋汚染を取り扱っていたが、草案では資源探査、開発等による海洋汚染等全ての海洋汚染を対象として広く海洋環境の保護・保全を図ろうとしている。また、草案では、義務規定にとどまり、具体的な規則内容については草案の規定に基づく将来の条約に委ねている。

草案では、汚染源の種類、海域、船舶の国籍等によってその規制の方法を分類している。つまり大気起因汚染については沿岸国の領海のみが規制の対象海域に、海上投棄については、領海、EZ、大陸棚が沿岸国の汚染規制権の及ぶ範囲とされ、船舶起因汚染については、沿岸国の管轄権の及ぶ範囲及び権限の性質が領海、EZで異なる規定がなされている。

その他各種の国際協力、モニタリング及び環境アセスメント等が規定されているが、前述の如く、対象海域が、従来の領海から飛躍的に増大することを考えると、国はその対応に真剣に取組まざるをえなくなるであろう。

11. 紛争の解決（第XV部、第279条～第299条）

この条約の解決又は適用に関する当事国間の全ての紛争は平和的手段で解決されなければならない（第279条）、草案において各種の紛争解決手続がこまやかに規定されているが、原則は、紛争当事国間に特例の平和的手段によって解決する合意がある場合は適用されないということである。当事国間に合意が見られない場合には、紛争当事国間から選ばれる委員各々2名計4名と、それらの委員又は、国連事務総長が選ぶ委員長の計5名から成る調停委員会の調停に付される（第284条、付属書V）ことになり、調停が成功しない場合には草案では次のいずれかの裁判所に訴えることができる（第287条）。

- (a) 海洋法国際裁判所
- (b) 国際司法裁判所
- (c) 仲裁裁判所

(d) 特別仲裁裁判所

これらにはそれぞれの管轄範囲、権限等が規定され、平和的に紛争が解決できるようになっている。

おわりに

以上、3回にわたり海洋法条約草案（非公式草案）の概要について述べてきましたが、勉強不足のところ多々あり恐縮の至りでございます。皆様にも少しでも現行国連海洋法会議で行われている新しい海洋新秩序に関する議論の方向といったものがご理解いただけたらと考えております。

すでに海洋法会議も第10回を数えるに至っておりますが、昨今はアメリカのレーガン政権によるレビューがある等いまだ予断を許さぬ状況となっています。秩序ある海、きれいな海を愛する者として早急にこの草案が条約として発効される日を待つものであります。

また、本稿の作成にあたり多大なる協力をいただきました前水路部監理課湯畑補佐官（一管水路部長）、松岡企画係長（そうや首航士）に深く感謝いたします。

（注）ここに掲載した本文は、あくまで執筆者の個人的見解であることを申し添えておきます。

◇ 本州南岸 その1・その2

小型船用港湾案内（H-251A・H251B）

昭和55年度刊行計画の上記2冊が、本庁水路部および関係管区水路部の多大なご協力を得て、このほど発刊の運びとなりました。

本州南岸その1は東京湾から伊勢湾まで、その2は熊野灘から日ノ御崎を経て四国南岸まで。

- ① 大きさ等 B5判・3色刷（1部4色刷）
その1（140ページ）その2（144ページ）定価各2,000円
- ② 記載事項（総記）
 - i) 航路標識の図解説明
 - ii) 航法の図解・信号の図解
 - iii) ヨット・モーターボート運航心得
 - iv) 各港湾距離表
 - v) 港湾一覧図・気象説明記事・船舶電話利用法
- ③ 各港湾内容 港湾略図、沿岸・狭水道および各港湾の針路法図・著目標・障害物・避険線・斜め写真・対景図・海難多発地点・漁船密集海域・案内記事



水路業務法制定の経緯とその解説

(その6)

苛 原 暉

元第三管区海上保安本部水路部長

v) 第10条(資料又は報告の提出の要求)

「海上保安庁長官は、特に必要があるときは、地方公共団体その他港湾施設の管理者に対し、その管理する港湾施設の状況について資料又は報告の提出を求めることができる。」

海図、水路誌、燈台表等の水路図誌は、常に現状を表示しているべきものである。このため、これら水路図誌を刊行する海上保安庁としては地方公共団体等の港湾管理者に対して、その管理する港湾施設の状況につき資料や報告を求め、水路図誌の最新維持を迅速且つ円滑に行うことができるようにする必要がある。本条の立法趣旨はこの点にあり、「港湾施設の状況」とは、航路、泊地、防波堤、航路標識、臨港道路等のいわゆる「港湾施設」(港湾法第2条第5項参照)の状況のほか水先人の状況等当該港湾を船舶をして安全且つ効率的に利用するために必要なすべての関連状況を含むものと解される。

「特に必要があるとき」と限定しているのは、港湾工事が行われ港湾施設の改修がなされたときは、確認のため併せて港湾管理者による水路測量が行われるのが通常であり、この場合には本法第6条による許可制度を通じて測量成果が収集されることになっており、第10条による資料等の提出を求める必要がないからである(後述法第22条参照)。本条が実際に効果を発するのは、水路測量を伴わない港湾施設の場合に限られるであろう。

vi) 第11条

「海上保安庁長官は、特に必要があるときは、船舶に対し、水路図誌の編集に必要な報告の提出を求めることができる。」

海上保安庁が水路図誌を精確に調製するためには、常用航路、避泊地等の現状を的確に把握しておく必要がある。

船舶は水路に関する資料を入手し得る場合がきわめて多く、且つ、航海におけるあらゆる状況は直ちに海図、水路誌等の編集に必要な資料となりうる性格のも

のであるので、船舶から報告を求めうることとしたものである。

水路部では、本条により、航海報告の外、船舶の出港から入港までの針路、気象、海象及び寄港地の状況等について報告を得て、これを整理し更に必要に応じて調査を行い、海図、水路誌等の編集資料とするほか、外国の港湾については港湾事情速報に掲載することとしている。

特に必要がある場合に限っているのは、むやみに報告の提出を求めると船舶に対し苛酷な負担となるおそれがあるからである。

vii) 第12条(土地又は水面の立入)

「海上保安庁の職員は、水路測量又は海象観測のため必要があるときは、国、地方公共団体又は私人が所有し、占有し、又は占用する土地又は水面に立ち入ることができる

2 前項の規定により宅地又はかき、さく等で囲まれた水面若しくは土地に立ち入る場合には、あらかじめその旨を所有者、占有者又は占用者に通知しなければならない。但し、これらの者に対してあらかじめ通知することが困難であるときは、この限りでない。

3 海上保安庁の職員が、第一項の規定により土地又は水面に立ち入る場合には、その身分を示す証票を携帯し、関係人の請求があったときは、これを呈示しなければならない。」

第12条から第14条の規定は海上保安庁による水路測量又は海象観測の実施にあたっての権能と保護の規定であって、明治23年の水路測量標条例にも規定されていたのと同様の内容のものである。

海上保安庁職員が水路測量又は海象観測を行うときには、そのための水路測量標を設置することも含めて他人の土地又は水面に立ち入る必要がある場合が多い。海上保安庁と無関係の国、地方公共団体又は私人がそれぞれ所有し、占有し又は占用する土地又は水面について、測量又は観測のために必要なときには、所有者等の意思に反しても強制的に立ち入り得ることと

したのが第12条第1項の趣旨であり、測量、観測作業がその性格から私人等の権利を大きく侵害しないことを考慮して、測量又は観測の効率的実施を図ることを目的とした規定である。

しかし、水路測量等がいかに公共の利益に合致して行われるものであるといっても、個人の権利を侵害することは極力避ける必要があるので、第12条第2項本文は宅地又はかき、さく等で囲まれた水面若しくは土地に立ち入る場合には、これらの所有者、占有者又は占有者にあらかじめ通知しなければならないとしている。これらの土地等については、その所有者等の権利を特に保護する必要があると一般的に考えられるからである。しかしながら、測量観測地は人里を離れた原野、離島及び海域であることが多く又限られた期限内に作業を完了しなければならない等の制約もあり、これらの者に対して通知することが困難な場合が多い。この場合には、通知しなくても立ち入ることができることとしている（法第12条第2項但し書）。

立入権を有する者は海上保安庁の職員である。今後、海上保安庁が水路測量等を部外の者に委託することも考えられるので、権能を有する者の範囲を「海上保安庁の委任を受けた者」にまで拡大する必要が将来生ずるかもしれない。

海上保安庁の職員が土地又は水面に立ち入る場合には、規則第5条及び別表第3に定める様式の身分を示す証票を携帯し、関係人（所有者、占有者等）の請求があったとき、これを呈示する必要がある（法第12条第3項）。海上保安庁職員が所定の身分を示す証票を呈示し、土地又は水面に立ち入ろうとする場合に、これを拒み、又は妨げた者は3万円以下の罰金に処せられる（法第29条第1号）。水路測量又は海象観測の実施が不能となるからである。

海上保安庁以外の者が計画、実施する水路測量又は海象観測について立入権が認められていないのは、基本的な水路測量又は海象観測は海上保安庁水路部が担当することを予定しているからであろう。

viii) 第13条（障害物の除去）

「海上保安庁の職員は、水路測量を実施するためやむを得ない必要があるときは、あらかじめ所有者又は占有者の承諾を得て、障害となる植物又はかき、さく等を伐除することができる。」

本条の規定の沿革は、水路測量標条例第4条に「測量施行ノ為メ障害トナル竹木ヲ已ムヲ得ス伐除シ又墻垣籬柵植物等ヲ毀損シタルトキハ所有者ト協議シテ相当ノ補償ヲナスヘシ」と定められていたのを承継した

ものである。水路測量実施の際、水路測量標のうち特に測標、標旗等を設置する場合には、各測点から視認し得ることが必要条件であるので、やむを得ず見通し等の障害となる樹木等を伐除しなければならない場合がある。そのときには、あらかじめ所有者又は占有者の承諾を得て、障害となる植物又はかき、さく等を伐除することにしたものである。これは水路測量が公共の利益のためのものであり、出来得る限り測点間に障害物のない所を選んで、なお植物等が障害となる場合は、本条を適用すべきものである。植物とは、樹木、竹木及び農作物等が含まれるものであり、また、かき、さく等には比較的現状復帰の容易なその他の工作物を含むものと解すべきである。

特に所有者又は占有者の承諾を要することとしたのは、土地又は水面への立ち入りとは異なり一時的に権利の制限をするものでなく、財産的価値の減少すなわち所有権の侵害が考えられるからである。この場合には、原則として植物等の所有者の承諾を得ることが必要であり、所有者が確知できないときには、占有者の承諾を得ることをもって足りるとしたものである。

障害物の除去について所有者又は占有者の同意が得られない場合は、土地収用法（昭和26年法律第219号）第3条11号（土地を収用し、又は使用することができる事業—航路標識、水路測量標）及び13号（気象、海象、地象又はこう水その他これに類する現象の観測又は通報の用に供する施設）並びに第6条（立木、建物等の収用又は使用）等の規定により、これを収用又は使用することとなる。しかしながら、同法第6条は「土地に定着する物件をその土地とともに、……事業の用に供することが必要かつ相当な場合」と定めており、これらの物件を土地に関係なく収用、使用することを認めていない。従って土地を伴わないで障害物を除去することについて、将来的には検討の余地がある。

本法制定当時既に土地収用法案の国会提出が予定されており、土地収用法の対象となる公共事業の一つとして海上保安庁関係では「航路標識」と並んで「水路測量標」、「海象等の観測、通報の用に供する施設」が規定されることとなっていた。

ix) 第14条

「海上保安庁の職員は、離島又はこれに類する場所で水路測量を実施する場合において、あらかじめ所有者又は占有者の承諾を得ることが困難であり、且つ、当該物件の現状を著しく損傷しないときは、前条の規定にかかわらず承諾を得ないで、障害となる植物又は

かき、さく等を伐除することができる。この場合においては、遅滞なく、その旨を所有者又は占有者に通知しなければならない。」

水路測量は、離島、船舶交通のない海域、山林、原野等において実施される場合が多く、前条の規定により、あらかじめ所有者又は占有者の承諾を得ることが困難な場合が多い。このような場合には、承諾を得ないでも、現状を著しく損傷しない程度の障害物の伐除はできることを規定したものである。ただし、その行為のあったことを、遅滞なく、所有者又は占有者に知らせなければならない。この場合、損傷の程度が著しいものであるかどうかは、周囲の客観的状況から一般の社会通念に照らして判断する外ないが、損傷の著しい場合は、前条の規定により所有者又は占有者の事前の承諾が必要となるものである。これは、所有者等が遠隔の地に居住しその承諾を得るに多くの日時を要し、その間に作業の支障と経費の損失をきたすのを救済するための規定である。

x) 第15条 (損失の補償)

「前3条の規定による立入又は伐除により損失を生じたときは、国は、その所有者、占有者又は占有者に対して、相当の価格により、その損失を補償しなければならない。

2 前項の補償の額は、海上保安庁長官が決定する。

3 前項の決定に不服がある者は、その決定を知った日から3箇月以内に、訴えをもって補償の額の増額を請求することができる。

4 前項の訴えにおいては、国を被告とする。」

本条は、土地又は水面への立入(法第12条)、障害物の除去(法第13条、第14条)に対する損失補償の規定である。公共の用に供するため私有財産権に制限を加える場合には、憲法第29条によって正当な補償が必要とされるのである。この法律の第12条、第13条及び第14条の場合はこれに該当するので、ここに損失補償の規定を設けたものである。相当の価格とは、損失があったときの時価(市場価額)で評価した金額である。しかし、通常は、損失を受けた所有者、占有者又は占有者と補償義務者との間で協議により補償額が決められるものであるが、協議が整わない場合には、国は海上保安庁長官が「土地又は水面の立入り」又は「障害物の除去」と相当因果関係にある損失のすべてを客観的基準により評価し決定した金額を一方向的に補償することとなる。

当事者間の協議が整わない場合における国の一方的な補償に対して、その金額に不服があるときは、その

決定を知った(知りうべき状態が発生した)日から3ヶ月以内に国を被告として訴を起し、増額を請求することができる。

なお、前述の土地収用法に基づく物件の収用又は使用に伴う損失補償については、土地収用法に基づき収用委員会が裁決することになる。

xi) 第16条 (水路測量標の保全)

「何人も、正当な理由がないのに、水路測量標を毀損し、移転し、その他水路測量標の効用を害する虞のある行為をしてはならない。」

本条は、水路測量標の保護規定である。水路測量標は、測点標石、基本水準標石、測標及び標旗等であるが、これらに対してやむを得ない事由による場合のほか、毀損、移転その外効用を害する虞のある行為を禁止するものである。水路測量標の効用を害する行為には大きく分けて二種類ある。一つは測量標を移転し、又は毀損する等工作物たる水路測量標に物理的若しくは化学的力を加えてその効用を直接害する行為であり、一つは、水路測量標の持つ機能を損なわせ、又は減少させることにより、その効用を害する行為である。水路測量標を土砂で埋没させたり獣類をつないだり、あるいは故意に測旗等の視認を妨げるような行為がこれにあたるであろう。

沿革的には、水路測量標条例第5条(基点標)及び第6条(測標)には毀損及び移転につき、第7条には効用を害する虞のある行為として「瓦礫其ノ他雜物ヲ擲チ獸類ヲ繫キ繩索ノ類ヲ懸ケ或ハ貼紙シ或ハ戲書シ其他惡戯ヲナ」すことにつき禁止規定が設けられていた。

水路測量標の効力を害する行為をした者は、1年以下の懲役又は5万円以下の罰金に処せられる(法第28条)。これは、水路業務法違反としては最も重い刑罰である。

xii) 第17条 (測量船の保全)

「海上保安庁又は第6条の規定により許可を受けた者の船舶は、水路測量又は海象観測を行う場合には、運輸省令で定める標識を掲げなければならない。」

本条及び次条は、海上保安庁又は第6条の許可を受けた者の行う水路測量又は海象観測に使用する船舶の保全に関する規定である。対象となる船舶は、水路測量又は海象観測の実施中規則第6条及び別表第4に定める白紅白燕尾形の標識を掲げることにより、他の一般船舶との区別を明らかにし、特殊作業実施のため行動中であることを表示して作業に妨げとなる行為の防止を図る趣旨である。

xiii) 第18条

「船長は、船舶を、正当な理由がないのに前条の標識を掲げる船舶に著しく接近させて航行させてはならない。」

本条は、前条とともに水路測量又は海象観測を行う船舶に対する保護規定である。作業中の標識を掲げる船舶に対して著しく接近させて航行してはならないことを規定したものである。水路測量船は、停止して正確な測定位置を確認したりあるいは定められた測定線上を航行するものであり、また、海象観測船は、おおむね一定の位置に停止し、水温、水質、潮流等の諸要素を測定するものであり、他の船舶が著しく接近して

航行する場合には、作業中の船舶の行動が妨げられ、船舶接近に伴う波浪等の動揺と付近海面の流速の変化等によりその測定値が著しく不正確なものとなるおそれがある。従って、これら測量船等の行動が妨げられないよう又測定値が正確に把握できるよう、一般船舶の船長に対し義務を課したものである。

「正当な理由」がある場合とは、特に狭い水路等でやむを得ず接近して航行しなければならない場合等をさすものと考えられる。

なお、本法に違反した者は3万円以下の罰金に処せられる(法第29条第2号)。

(以下次号)

日本水路協会発行図書

水路測量関係テキスト

H-271	電波測位	530円
H-272	水深測量の実務	800円
H-274	潮汐	400円
H-276	天文航法・衛星測地法概論	190円
H-277	測位とその誤差(別図表付)	680円
H-278	音響測深機とその取扱法	800円
H-279	潮流調査法	1,000円
H-280A	水路測量上巻	3,000円
H-280B	水路測量下巻	2,500円
検定試験問題集(1級800円, 2級700円)		

海洋環境図

H-601	外洋編(その1)	50-12	27,000円
H-602	外洋編(その2)	53-3	27,000円
H-603	海流編	54-3	15,000円

その他

H-201	廃油処理施設の利用の手引	50-5	1,200円
H-202	ソ連邦港湾寄港案内	47-12	1,500円
H-901	最近の海底調査	55-12	2,000円
H-951	海洋調査関係文献目録	56-3	500円

ご注文は日本水路協会 (電) 03-543-0689へ

水路測量技術検定試験問題（その14）

港湾1級1次（昭和56年1月25日）

～～ 試験問題 3時間30分 ～～

法 規

問一 1 次の文は、水路業務法第6条である。（ ）の中に正しい語を記入せよ。
海上保安庁（ ）が、その（ ）の全部又は一部を（ ）が負担し、又は（ ）する（ ）を実施しようとするときは、（ ）の（ ）を受けなければならない。但し、（ ）の目的をもって行う（ ）、局地的な（ ）等について運輸省令で定める場合はこの限りでない。

実施計画作成

問一 2 次の文は、水路測量における原点測量に関して述べたものである。適切な言葉を（ ）の中に記入せよ。

1. 経緯儀による水平角の測定は（ ）観測法によるのを原則とする。
2. 三角形の計算は、（ ）式によるのを原則とする。
3. 原点図に用いる図法は（ ）図法とし、座標原点は通常、図の中央付近に定め、その（ ）は、1.0000とする。
4. 真北線記入のために実施する真方位測量の測定法は、恒星または太陽の（ ）観測法によるものとし、その精度は±30秒以内とする。

問一 3 港内の航路（底質は泥）が水深10.5mに掘下げられた。この工事の竣工確認測量の結果を海図の補正資料とするため、船幅2.7mの測量船に4型音響掃海機を装備して測深を行う場合、最大許容測深線間隔は何メートルか。次の中から選べ。

ただし、送受波器の喫水は0.6m、送受波器の斜角は20度、測量船の操舵による最大偏位量は1.4m、誘導にかかわる誤差による偏位量は0.5mとし、風や流れによる「あて舵」がないものとする。なお、送受波器の半減指向角は8度（直下）及び3度（斜）である。

1. 9.3m 2. 9.6m 3. 10.0m 4. 10.3m 5. 10.6m

問一 4 次の文は、水深測量計画のうち測深線の方角及び間隔に関して述べたものである。適切な字句又は数字を（ ）の中に記入せよ。

測深線の方角と間隔は、測位方式を考慮して（ ）を検討のうえ決められる。掘下げられた海域の水路測量では、測深線間隔は（ ）で分類している。（ ）はA級では（ ）m以内、B級では（ ）m以内、C級では（ ）～（ ）mである。測深線間隔は、予想される最大偏位量を生じた場合でも（ ）が計画値を超えない間隔でなければならない。

問一 5 ある区域の水深測量を実施する場合、その測深総延長を算定するのに必要な項目を列挙せよ。

原 点 測 量

問一6 次の文は、多角測量について述べたものである。() 内に入れる適切な字句又は数字を下記の解答欄に記せ。

1. 多角路線は、なるべく (a) 状に選点するのがよい。
2. 測距の精度 1/2 万と測角の精度 (b) 秒とは釣り合いがとれている。
3. 閉 (回帰) 多角測量を実施した n 多角形の外角の和は (c) $\times 180^\circ$ である。
4. 閉合差を緯距と経距に分けて調整する方法のうち、測角の誤差と測距の誤差が同程度の場合は (d) の比に応じて配分する。
5. 標高 100 m の台地で測定した距離 500 m を平均海面上の値に改正すると約 (e) mm 短くなる。

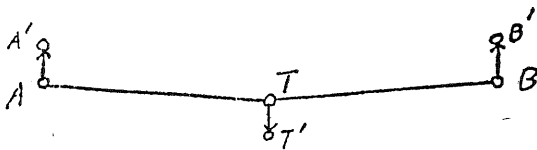
解答

問	解	答
a		
b		
c		
d		
e		

問一7 A点に経緯儀を、B点にサブテンスバーを安置して、測定した夾角からAB間の距離を計算し80.00mを得た。この場合の夾角に ± 10 秒の誤差があるものとする、AB間の距離に及ぼす誤差はいくらか。次の中から選べ。ただし、サブテンスバーの長さを2mとする。

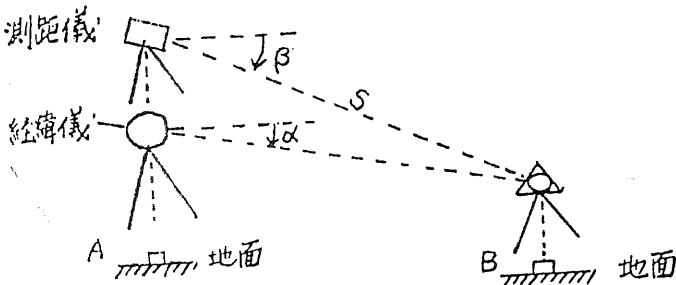
1. ± 4 cm
2. ± 8 cm
3. ± 12 cm
4. ± 16 cm
5. ± 20 cm

問一8 下図のように経緯儀の中心TがT'に、視準目標A、BがA'、B'にそれぞれ1cm離心していたものとする、これによって生ずる夾角の測定誤差はどの程度見込んでおかなければならないか。次の中から選べ。ただし、経緯儀から目標までの距離は200mとする。



1. 約 10 秒
2. 約 20 秒
3. 約 30 秒
4. 約 40 秒
5. 約 50 秒

問一9



左図のように、A点に光波測距儀と経緯儀を安置して、B点の反射鏡までの斜距離S及び俯角 α を測定した。斜距離の傾斜補正に必要な俯角 β を計算せよ。ただし、大気の影響はないものとし、測距儀及び経緯儀の地面上の高さを、それぞれ1.80m、1.20m $S=500$ m、 $\alpha=3^\circ 00' 00''$ とする。

問一10 三角水準測量において 潜地差 (球差) 及び大気屈折の補正を行わずに 2 点間の 高低差を求めるには、どのように測定を行えばよいか。簡単に述べよ。又この場合の計算式を誘導せよ。

験 潮

問一11 次の各種基準面等を同種類のものに分類し、それぞれの番号を下記の各組に記入せよ。

- | | | |
|-----------|---------------|-----------------------|
| 1. 略最高高潮面 | 6. 低潮線（干出線） | 11. 架空線の高さの基準面 |
| 2. 略最低低潮面 | 7. 大 潮 升 | 12. 海図の水深基準面上小潮の平均高潮面 |
| 3. 平均水面 | 8. 小 潮 升 | 13. 海図の水深基準面上大潮の平均高潮面 |
| 4. 基本水準面 | 9. 海図の水深基準面 | |
| 5. 海 岸 線 | 10. 潮汐表の潮高基準面 | |

記

A組：

B組：

C組：

D組：

E組：

問一12 験潮器の縮率をチェックするため、験潮器と験潮柱（量水標）との同時観測を実施した結果、両者の読定値の間に次の関係式を得た。

$$P = 1.05G + 0.50m \quad P: \text{験潮柱の読定値 (単位メートル)} \quad G: \text{験潮器の読定値 (単位メートル)}$$

基本水準面を決定するため、平均水面を計算したところ、平均水面（5か年平均に導いた）として験潮曲線記録紙上3.00mを得た。 $Z_0 = 2.10\text{m}$ とすれば、基本水準面は験潮曲線記録紙上何メートルになるか。次の中から選べ。

1. 0.90m 2. 1.00m 3. 1.05m 4. 1.40m 5. 1.55m

問一13 フース型自験潮器の基準測定装置は如何なる目的に使用するか。また、その操作法について記せ。

海上位置測量

問一14 次の文は、海上位置について述べたものである。間違っているものはどれか。次の文の中から選べ。

1. 海上位置は、原則として2本以上の位置の線の交点によって決定する。
2. 2本の位置の線の交角が70度の海上位置の誤差は、2本の位置の線の交角が120度の海上位置の誤差より小さい。
3. 海上位置の誤差は、交差する2本の位置の線の誤差が大きいほど大きい。
4. 三点両角法によって決定された海上位置の誤差は、既知点間の距離が大きいほど大きい。
5. 三点両角法によって決定された海上位置の誤差は、左標、中標及び右標からの距離が大きいほど大きい。

問一15 次の文は、円座標について述べたものである。間違っているものはどれか。次の文の中から選べ。

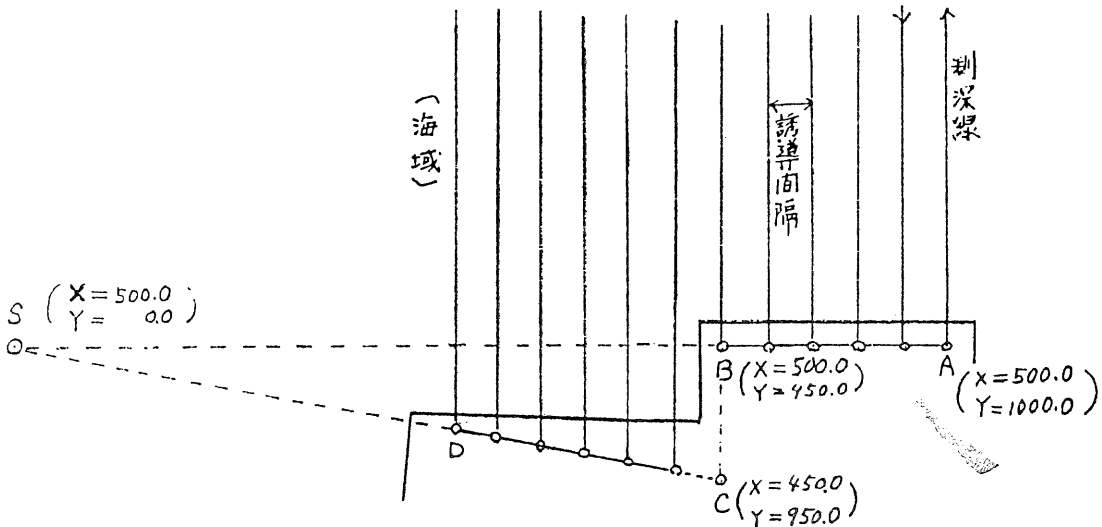
1. 海上で2測標A、Bの夾角 α を得たとすると船の位置はA、Bを弦とし、円周上で角 α を保つ円弧上にある。また、他の2測標C、Dの夾角 β を得たとすると船の位置はCDを弦とし円周上で角 β を保つ円弧上にある。従ってこの2円弧の交点が船位となる。
2. 測深図板上において測標A、Bを結んで弦とし、これに垂直2等分線を立てれば、A、Bを通るどの円弧の中心もこの垂線上にある。
3. 弦の長さを l 、円周上の角度を θ とすれば円弧の中心は、垂線と弦の交点から $\frac{l}{2} \cot \theta$ の距離にある。
4. また、このときの円の半径は $\frac{l}{2} \sec \theta$ となる。これらの式により適切な間隔で多数の角度に対する円弧群を作図する。
5. 円座標による位置記入は三杆分度儀を使用しないので船上での位置記入時間が著しく短縮されるとともに三杆分度儀の記入誤差をなくすることができる。

問一16 次の文は、直線誘導法における測位誤差について述べたものである。正しいものには○、誤りには×を付せ。

1. 放射誘導の誘導点に設置する経緯儀に 離心誤差があっても、規定の未測幅を越すような測位誤差を生ずることがない。
2. 放射誘導の誘導点における誘導目標からの角度設定誤差は、規定の未測幅を越すような 測位誤差を生ずることがない。
3. 放射誘導の誘導基準目標に位置誤差があっても 測深最遠点よりきわめて遠い 基準目標を選ぶことにより 規定の未測幅を越すような測位誤差を生ずることはない。
4. 平行誘導の誘導点に設置する 経緯儀の離心誤差は、規定の未測幅を越すような測位誤差を生ずることはない。
5. 平行誘導の誘導基準目標に位置誤差があっても 測深最遠点よりきわめて遠い 基準目標を選ぶことにより 規定の未測幅を越すような測位誤差を生ずることはない。

問一17 2本の位置の線の交差によって決定する海上位置の標準偏差を表わす式を誘導せよ。

問一18



上図は水深測量における平行誘導に関する図である。S点は誘導基準目標、直線AB及び直線CDは誘導基線、誘導間隔は10.0mとする。誘導基線AB上における誘導角が90度であるとき、誘導基線CD上における誘導角及び誘導点間隔を算出せよ。

水深測量

問一19 次の文は、港湾における音響測深について述べたものである。正しいものには○、誤りのものには×をつけよ。

1. 音響測深機の同期発信器の確度は、 $\pm 1 \times 10^{-4}$ 以上 (20°C) である。
2. 音響測深値の改正は、バーチェック法によるのを原則とする。
3. 海底傾斜角が指向角 (半減半角) より大きくなると測深値に誤差を生ずる。
4. 磁歪振動子を用いる音響測深機は深海用に多く、圧電歪振動子を用いる音響測深機は浅海用に多く使用される。
5. 急傾斜の浅所の直上を通過した時の音響測深記録は $\frac{\{h-h(\sec \theta - 1)\}}{h^2} - \frac{(h \tan \theta)^2}{h^2} = 1$ の関係式を満足する。但し、測得水深をh、指向角 (半減半角) を θ とする。

問一20 測深線と照査線 (検測線) との交点におけるそれぞれの水深が 10.1m、10.3mであった。測深線の水深

誤差はどのくらいか。次の値から正しいものを選び。但し、測位及び測深に使用した機器は同一とする。

1. 0.05m 2. 0.10m 3. 0.15m 4. 0.20m 5. 0.25m

問一21 音響測深値が20.6mと測定された。この時の音速度及び記録ペン速度は設計値よりもそれぞれ+0.01%の誤差が含まれているとすると、真の音響測深値はいくらか。次の値から正しいものを選び。

1. 20.2m 2. 20.4m 3. 20.6m 4. 20.8m 5. 21.0m

問一22 斜測深記録の検討要領について知るところを記せ。

問一23 音響測深によって求める実水深には、種々の不定誤差が含まれている。これ等の誤差の要因について知るところを述べよ。

成果及び資料作成

問一24 次の文は、原点測量資料の取りまとめについて述べたものである。正しいものには○を、間違っているものには×をつけよ。ただし、測点の平面位置は横メルカトル図法により展開されているものとする。

- 鉛直角を用いて高低差を計算する場合に行う諸改正のうち潜地差（球差）は、2点間の距離の2乗に比例する。
- 2点間の座標差から求めた平面方向角に真北方向角を加減しても、方位角が得られるとは限らない。
- 一般に、2測点相互の平均方向角（楕円体上の方向角）の差は、180度であるとは限らない。
- 三角点成果表に記載されている平面距離と2点間の経緯度の差から算出した距離は、必ず一致しなければならない。
- 各測点の座標値を2つの座標系に基づいて計算した。この場合、ある測点間の平面距離は、いずれの座標系から計算しても同じである。

問一25 次の式は、緯度φにおける平行圏上の長さを示す式である。正しいものはどれか。次の中から選べ。ただし、Δλは経度差、R_mは子午線の曲率半径、Nは卯酉線の曲率半径とする。

1. $\Delta\lambda \cdot R_m \cos \phi$ 2. $\Delta\lambda \cdot N \cos \phi$ 3. $\Delta\lambda \cdot \sqrt{R_m \cdot N} \cos \phi$
 4. $\Delta\lambda \cdot \left(\frac{N}{R_m}\right)^2 \cos \phi$ 5. $\Delta\lambda \cdot \frac{R_m + N}{2} \cos \phi$

問一26 次の文は、測量原図の海部に記載する事項について述べたものである。正しいものには○を、間違っているものには×をつけよ。

- 橋の高さは、10m以上はm単位、10m以下はd m単位とし、端数は切り捨て、すべて海部に記入して（ ）を付する。
- 軟泥は、泥と区別してO₂の底質記号を記載するが、その粒径は泥と同一である。
- 航路付近の危険な浅所は、赤色破線の危険界で囲む。
- 浮標及び燈浮標の外形、色別、略字等は海図図式によって記入し、固有の番号、浮標名があれば傍記する。
- 水深は、すべて立体書きで、位置を示す赤点を中心として30.9mまではd m単位で、31m以上はm単位で記入する。

問一27 測量地において、橋の高さを測定して海面上8.95mを得た。この時の潮高は、測量地の験潮器零位上2.58mであり、30日間の平均水面は1.70mであった。一方基準験潮所における測量地と同じ30日間の平均水面として1.86m、最近5か年間の平均水面として1.94mを得た。この橋の高さは測量原図に何メートルと記載するか。算出せよ。ただし、測量地のZ₀及び調和定数は右表のとおりである。

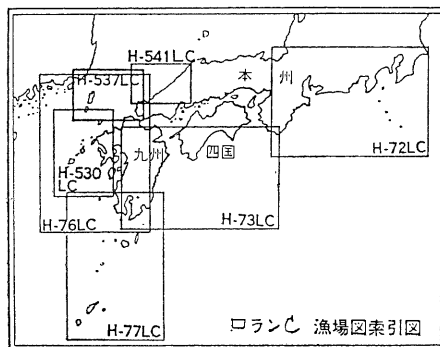
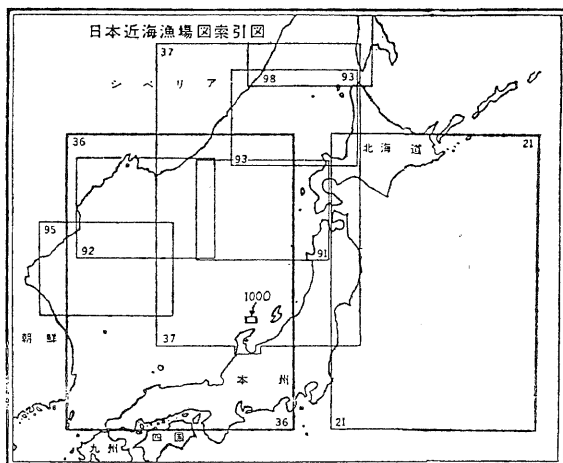
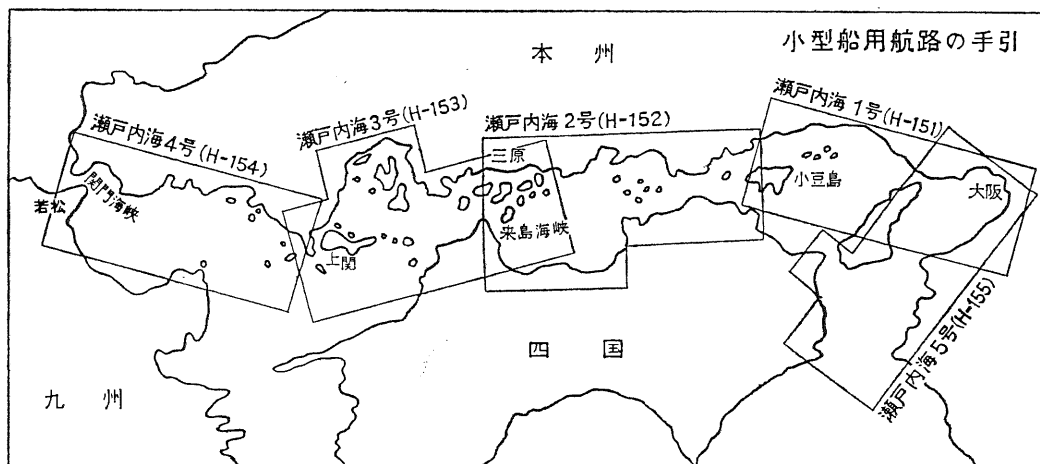
記号	半潮差	遅角
M ₂	0.43m	324°
S ₂	0.13	326
K ₁	0.27	226
O ₁	0.21	197
Z ₀	1.00	

問-28 精度のやや異なる経緯儀A, Bを用いて物標の方位を測ったところ, 次の表に示す値を得た。最確値を算出せよ。

経緯儀Aによる観測値	
回	測得方位
1	42°13'20"
2	7
3	17
4	6
5	7
6	15
算術平均	42°13'12"

経緯儀Bによる観測値	
回	測得方位
1	42°13'45"
2	14
3	18
4	46
5	42
6	15
算術平均	42°13'30"

日本水路協会発行水路図誌の索引図



(発行年・定価等は表紙裏参照)

IHO(国際水路機構)コーナー

◇第12回国際水路会議の開催

第12回国際会議は 明年4月20日から30日までモナコにおいて開催されるが、このほど国際水路局から 回章で会議のプログラム等の案内があった。

それによると、今回の会議は、従来のものとは多少異なる趣向が加えられている。その第一は、会期中の後半、委員会の討議が終わって、終わりの総会が始まる前に半日を割いて、「海図—その将来」と題するシンポジウムを開催することである。コンピュータライゼーションが、海図の利用者側でも作成者側でも日進月歩を続けている今日、海図が旧態依然のままでも需要に対応できるかという点に疑問が向けられているので、果してどんなアイデアが飛び出すか、このシンポジウムはなかなか興味深そうなものになると思われる。

新しい趣向その2は、会期中の5日間、午前8時30分から9時迄の30分間、講演会及び映画会が催されることである。これによって、その日に始まる種々の討議に加わる出席者達に、水路業務についての話題を提供し、思考のウォーミングアップをねらったもので、短かい会期中に有効な討議を重ねることができるようにとの配慮である。日本からは、昭和52年から3年間にわたってインドネシア・マレーシア・シンガポールの3か国と共同で実施した、マラッカ・シンガポール海峡の潮汐潮流調査、統一基準点作成事業をドキュメンタリー風にまとめた「航海の安全を目指して」と題する30分もの映画を上映するよう提案している。

◇水路部に準備委員会等設置

5年に1度開催されるこの国際水路会議に備えて、海上保安庁水路部では、水路部長を委員長とする「第12回国際水路会議準備委員会」を5月7日発足させた。メンバーは参事官及び各課・官・室長で、監理課水路技術国際協力室が

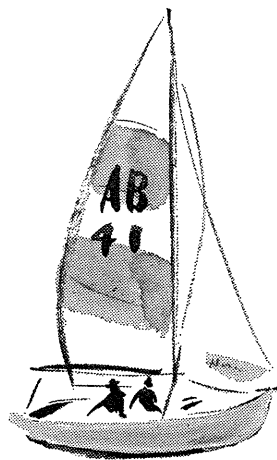
事務局を務め、わが国提案事項の検討、諸外国提案事項の審議、会議対処方針の策定その他、会議においてわが国代表が行う諸活動の検討を行うこととなった。

また、この委員会の作業を円滑ならしめるため、各課、官、室の補佐官、専門官、主任官で構成する「第12回国際水路委員会準備委員会幹事会」を5月13日設置し、石尾水路技術国際協力室長が幹事長となって毎週水曜日の午後、定例会議を開いて諸問題の検討を進めている。なお、わが国が提出する案件については、水路部門はもとより、日本水路協会を通じて、民間関係団体からも意見を求め、建設的な提案事項を作成するよう努力している。

◇庄司水路部長がIHO理事に立候補

IHOは国籍の異なる3名の理事が構成する理事会が、意思決定機関となって運営されている。理事は毎国際水路会議で選出されるが、第12回会議では、わが国から初めて、庄司水路部長が理事選挙に立候補することになった。今回は、現在のリッチー理事長(英国)、カポール理事(インド)両名が、2期の任期を終了し、三選はできないので、アジア代表としてわが国は好機に恵まれている。とはいえ、すでにインド・ブラジルも立候補を表明しており、予断を許さないものがある。何とかして、わが国から初の理事をIHOに送り込みたいと、目下、官・民を挙げて選挙対策を検討中である。

(水路部監理課水路技術国際協力室)



(1) 最近刊行された海図類

海図課計画係

昭和56年4月から同56年6月までに、付表に示すような海図類計23図が刊行されました。以下若干の海図について説明を加えます。()内は海図番号を示す。

日本周辺の海図

小港湾海図として昭和55年の測量成果を使用して「伊方発電所付近」(5780¹²¹)が新刊されたほか、港湾施設の拡張で図域を北東に移動して改版した「羅臼港、歯舞漁港」(5560⁴)がある。昭和54、55年度の港湾測量に基づいて改版した「焼津港小川」(5650⁴)は、本港地区の測量が終了時点で現行海図「焼津港」(1076)と1図に統合する予定である。

港泊図関係の「徳山下松港新南陽、徳山南部」(1133^B)は昭和54、55年度実施した新南陽地区の港湾測量の成果を使用して刊行したものである。「千葉港葛南」(1088)は葛南地区の港湾、航路整備が進んだため、包含区域、縮尺を変え、暫定版海図を本海図に組替えたものである。「関門海峡」(135)は同海峡の海図整備計画の最後の図として縮尺を変更して改版した。これにより包含区域は北側と西側に若干拡大した。

また今回「本州北西岸北部諸分図第2」(1153)、「南西諸島諸分図第2」(218)の分図集2図が改版された。前者は最近測量された新潟県岩船港の分図を加えたものであるが、後者は若干内容を変えている。すなわち「名瀬港」をはずし、最近測量された喜界島の「湾港」と今まで海図182^Aの分図に収まっていた「口之島泊地」を新たに加えて改版したものである。これに関連して「名瀬港」(1202)は従来の合図から単独図となり、「古仁屋港」はこの図と同時刊行された「奄美大島海峡」(230)に分図として挿入された。

外国地域の海図

「香港東部」(1492)、「香港西部」(1493)が改版された。従来これらの図は海上保安庁水路部とアメリカ合衆国国防地図庁水路センターとの間の協定に基づき複製したもので、測地系が「南京データム」であり、現地や英国海図が採用している経緯度と異なっていて不便な点があったが、今回の改版に当っては作成国の了解を得て、測地系を「香港データム」に改定し、新資料を加えて刊行したものである。

「マカッサル海峡至ロンボク海峡」(617)は刊行が昭和6年と古かったが、最近の資料によって改版したもので、引きつづき東側の連続図を改版中である。「ラブアン至サンパンマギオ角」(567)はボルネオ北西岸

の中縮尺の連続図整備を目指したもので、縮尺を変更し、隣接図との重なりを改善したつもりである。

付表

海図(新刊)

番号	図名	縮尺
5780 ¹²¹	伊方発電所付近	1: 5,000

海図(改版)

番号	図名	縮尺
135	関門海峡	1: 25,000
218	南西諸島諸分図第2	—
230	奄美大島海峡	1: 30,000
567	ラブアン至 サンパンマギオ角	1: 350,000
617	マカッサル海峡至 ロンボク海峡	1: 1,500,000
1057	蒲郡港	1: 10,000
1088	千葉港葛南	1: 15,000
1101	周防灘及近海	1: 125,000
1106	徳山下松港徳山	1: 10,000
1133 ^B	徳山下松港新南陽 徳山南部	—
1153	本州北西岸 北部諸分図	—
1202	名瀬港	1: 10,000
1492	香港東部	1: 12,500
1493	香港西部	1: 12,500
2112	西カロリン諸島	1: 2,000,000
5560 ⁴	羅臼港、歯舞漁港	—
5650 ⁴⁵	焼津港小川	1: 5,000

特殊図(再版)

番号	図名	縮尺
6038 ¹⁷	位置記入用図	1: 500,000

航空図(改版)

番号	図名	縮尺
2491	鹿児島	1: 1,000,000

海の基本図(新刊)

番号	図名	縮尺
6411 ^G	種子島東方	1: 200,000
6414 ^S	土佐湾南方	1: 200,000
6510 ^G	宮古島東方	1: 200,000

注: 小番号Gは重力異常図, Sは海底地質構造図

(2) 最近刊行の水路書誌類

水路通報課

昭和56年4月から6月までの間に刊行された水路書誌は次のとおりである。

新刊

○書誌408 航路指定 (IMCO) 第6回さしかえ紙
内容—昭和55年IMCO第42回及び第43回海上安全委員会で採択された分離通航方式等を収録したものである。

- 1 Singapore, Malacca Straits における分離通航方式及び通航する船舶に対する規則等
- 2 Northwest Hawaiian Is 及び Nantucket Is 南方 (North America 東岸) における両避航水域

新刊

○書誌481 港湾事情速報 索引 (第1号~第321号)
内容—上記速報の各事項を地域別索引にまとめている。

○書誌481 港湾事情速報第322号
内容—Yeosu (麗水) {朝鮮南岸}・Jazirat Sirri [Sirri Island] {ペルシア海湾・イラン} の各港湾事情, オマン海湾及び付近並びにペルシア海湾の訓練区域設定等, South Persian Gulf Decca Chain (IC) 緑従局の開設, 北アメリカ東岸・西岸・ハワイ諸島及びマリアナ諸島・フィリピン諸島の各周辺におけるアメリカ合衆国軍射撃・爆撃訓練区域一覧表, Tory Channel 及び Picton Harbour {ニュージーランド・南島} における航法指導事項について, その他

○書誌481 港湾事情速報第323号
内容—Madras 及び Haldia {インド東岸}・Fateh Oil Terminal {ペルシア海湾}・Longview {アメリカ合衆国西岸}・Sint Nicolaas {カリブ海, Aruba I.} の各港湾事情, ハワイ諸島 {北太平洋中部} における避航水域の設定について, 臨時の気象・海象通報及び航海上危険な事項の通報について, その他

○書誌481 港湾事情速報第324号

内容—Si Racha {タイランド海湾}・Blang Lancang {スマトラ北岸}・Cayman Brac {西インド諸島} の各港湾事情, インド周辺における射撃等演習・訓練区域, その他

その他

○書誌900 水路図誌目録第3回訂正表

内容—昭和55年7月から同56年5月までの訂正事項を収録してある (索引図を除く)。

なお, この訂正表を必要の向きは, 水路図誌販売所に問合わせられたい。

協会からのお知らせ

1. 海図改補作業開始

5月1日から従来海上保安庁水路部が実施していた海図の改補を当協会が分担することとなり, 新規職員を配置して作業を開始しました。

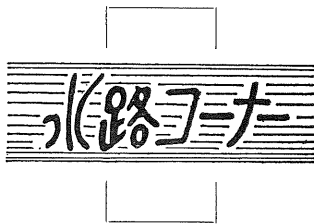
2. 職員の異動

審議役の高橋全吉氏が4月16日付で新東京国際空港公団の理事に就任し, 4月1日付で楠登氏が審議役に, 川鍋元二次長が調査研究部に, また, 改補要員として4月1日付で小林幸男調査役と須田みゆき事務員, 5月1日付で坂井省三次長と宮本邦夫主任がそれぞれ普及部に配置された。

3. II-111 ヨットینگ チャートの第2版発刊

「東京湾—御前埼 (1:500,000) は国際レースで好評を得た図であるが, その後内容改定を行い, 表現方式を操艇専門家の意見を入れて, 昭和56年4月発行された。両面コーティング

定価 1,000円



横須賀港放射能定期調査

昭和56年3月10日から同13日まで55年度第4回として、横須賀港内において特殊警備救難艇「きぬがさ」により、海象調査官柴山班長以下4名で定期調査を実施した。作業は各測点において、表・底層の海水各40ℓおよび海底土の表層5kg以上を採取した。測定項目は、コバルト60、セリウム144の2核種である。

接食観測

3月10日から同14日まで、岩手県盛岡市周辺の観測点（岩手郡滝沢村一本木付近に約1km間隔でA・B・Cの3点を設置する）で、主任天文調査官我如古班長以下3名により、接食観測を行った。観測時刻は12日11時33分（日本時）で、作業は、天体望遠鏡（セレストロン8型）をA、B、C観測点にそれぞれ配置し、接食現象の観測を行うほか、航行衛星受信装置、経緯儀（TEM6）、光波測距儀（RED1）等を用いて、近傍の三角点から観測点の経緯度測量を行う。

海底火山活動調査

3月12日、13日の両日、羽田航空基地と硫黄島を基地にLA780号機により、南方諸島海域の海底火山活動と明神礁、福德岡の場、南日吉海山、日光海山、福神海山、西之島新島等の付近海域を調査した。

観測班は、水路測量官・土出班長以下3名で、調査方法は、マルチバンドカメラ、ラジオメーターによる調査、各種カメラによる撮影および目視とする。

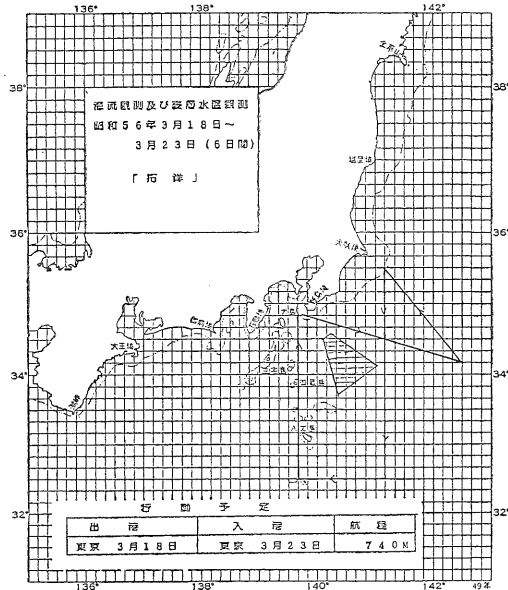
なお、領土・領海に関係する離島等の実体調査のため、監理課から稲野企画係員が同乗した。

海外技術研修閉講式

3月12日1300から水路部長室において、水路部幹部列席のもとに55年度海洋物理調査コースの閉講式が行われた。庄司水路部長から9か国（バングラデシュ・ビルマ・チリ・インドネシア・マレーシア・フィリピン・パキスタン・スリランカ・タイ）の研修生9人に修了証書を授与した。

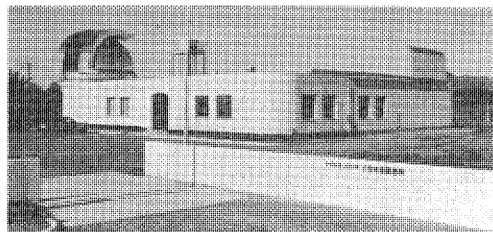
海流観測及び表層水温観測

3月18日から同23日まで、測量船「拓洋」により、房総半島南東方及び南方海域（下図）で、海流・表層水温の観測を実施した。観測班は主任海象調査官・尾崎班長以下3名で、作業は、観測線上において10～30マイルごとにG E K、B T及び表面水温観測を行う。



下里水路観測所落成式

3月19日にかねてから建設中であった下里水路観測所の新庁舎ができ上り、落成式が本庁水路部長をはじめ関係者が列席して挙行された。



昭和56年度海流観測

第1次——4月11日から同25日まで、房総沖から九州東方海域において、測量船「拓洋」により第1次海流観測を実施した。調査官は鈴木海象調査官で、作業は、観測線上において10～30マイル間隔でG E K、B T観測及び表面水温観測を実施する。

第2次及び黒潮開発利用研究——5月7日から同26日まで、房総沖から九州東方海域において、測量船

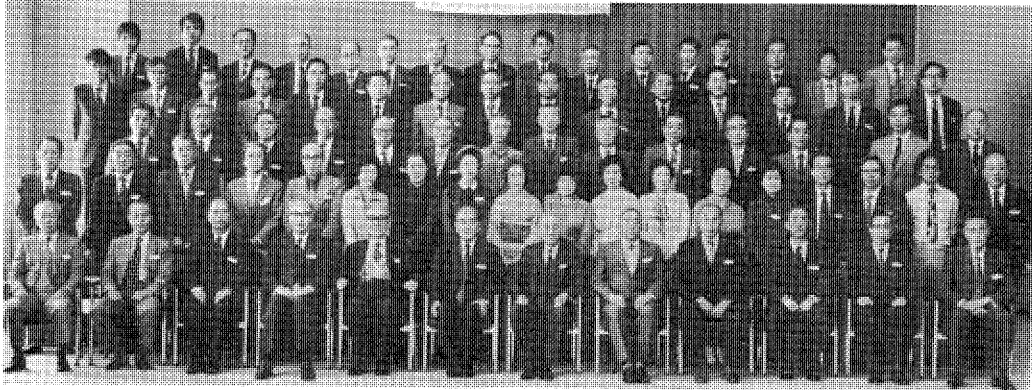
「拓洋」により第2次及び黒潮開発利用研究を実施した。観測班は、主任海象調査官・山内班長以下9名で作業は①観測線上において10～20マイル間隔でG E K B T 観測、②観測線上の38測点においてG E K, B T 及びほぼ底上までの各層観測、③1測点で各層観測及び深海流速計（1点2層観測1測点）を設置、④黒潮流域の2点で放射能測定用試水採取する。

科学技術庁長官表彰

科学技術庁は、4月14日付けで「ピン利用による補正図焼付法の改良」を考案した本庁水路部印刷管理官製版課原版補正係主任・山田光晴、同課写真係・鳥居修の両氏に対し、創意工夫の功勞者として長官表彰を行った。両氏は補正図作成工程の改善に着手し、さる54年以来鋭意調査、研究の末、伸縮の面で優れたポリエステル・フィルムに見当合わせ用マークを写真的に焼付け、その両端に複数個の見当合わせ用ピンのそう入孔を設けた3種類の作業工程別の2回焼付用シートを考案・実用化し、補正図の焼付法を確立した。これにより作業工程の短縮、精度の向上等に貢献するところが大きい。

第13回水路測量会総会

4月19日1330から昭和56年度の総会が開催された。



総会に先立ち水路部7Fホールにおいて映画「東京港」を上映し、長島主任水路測量官の司会で、全長（測量課長）のあいさつ、日本水路協会各専務理事のあいさつ、瀬尾副会長の会計報告で終了し、会場を1F食堂に移して懇親会を開催し、参加者75名で、盛会裡に終了した。

接食観測

4月14日から同16日まで、千葉県茂原市周辺の観測点（山武郡大網白里町柳橋付近にA・B・Cの3点を

設置する）で、主任天文調査官小野班長以下4名により、接食観測を行った。観測時刻は15日20時30分（日本時）で、作業は、天体望遠鏡（セレストロン8型）をA、B、C観測点にそれぞれ配置し、接食現象の観測を行うほか、経緯儀（TM6）、光波測距儀（RED1）等を用いて、近傍の三角点から観測点の経緯度測量を行う。

屋久島南方海底地形・地質構造測量

4月21日から5月28日まで、測量船「拓洋」により南西諸島屋久島南方海域の海底地形・地質構造測量を実施した。測量班は、水路測量官・近藤班長以下7名で、作業方針は、①測位は長距離電波測位装置。NNS及び陸測による②浅海用及び深海用音響測深機による海底地形調査③表層探査装置及び活構造探査装置による地質構造調査④海上磁力計による地磁気全磁力測定⑤TSSG型海上重力計による重力測定⑥チェンバック型採泥器による底質採取⑦測定方向は海底地形及び地質構造を考慮して決定し、測深間隔は原則として2マイルとする⑧島の周辺付近は測量船及び測量機器の保安のため水深30mまたは距岸1～2マイルまでとする⑨潮高改正は中之島の値を用いる。なお、基地は名瀬、鹿児島に置き、調製図として屋久島南方海底地形図・地質構造図・地磁気全磁力図

重力異常図（いずれも1/20万）を刊行する。

マ・シ海峡海図会議へ出席

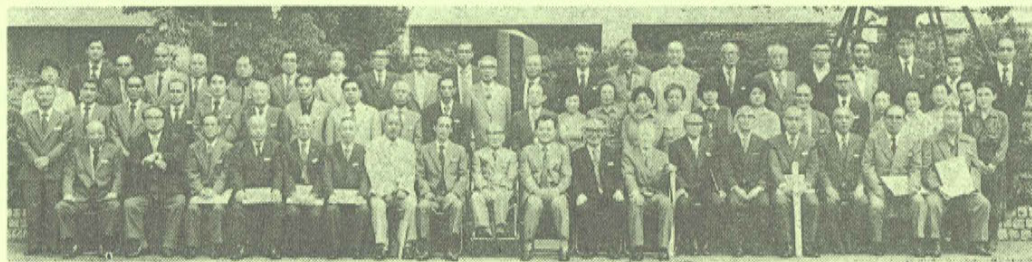
福島水路測量官と三村技術協力係長は、4月20日からジャカルタで開催されるマ・シ海峡統一基準点海図作製（第2次）基準点測量共同資料整理および報告書作成会議に出席するため19日出発した。今回の会議は日本とマ・シ海峡沿岸3か国（インドネシア・マレーシア・シンガポール）各政府との間で取り交わされた同海峡統一基準点海図共同作業に関する了解・手続覚

書に基づいて行われるもので、5月から始まる第2次共同編集作業を前に、3か国の各水路部海図編集技術者らと事前協議も行う。

硫黄島周辺の海底地形・地質調査

4月27日から5月11日まで、硫黄島周辺の海底地形地質調査の第1次（陸部）を実施した。

測量班は、主任水路測量官・浅野班長以下5名で、作業方針は、A、原点 ①島内には国土地理院多角点が数点現存するが、地盤変動のため位置・高さとも変化していると思われるので、新たにこれら基準点の相対位置の測量を行う。なお、絶対位置については、56年3月に実施した衛星観測の資料を使用する。②主要原点は、上記多角点に基づき多角測量または辺長測量により決定する（角観測にはトランシットTM-10、距離測定には光波測距離YHP3808-Aを使用する）③補助原点は、主要原点に基づき交合法または補助多



角測量により決定する。④原点図は、座標原点を $24^{\circ}47'N$ 、 $141^{\circ}20'E$ とし、横メルカトル図法により展開する。縮尺は1/25,000とする。

B、海岸線 海岸線は、国土地理院刊行の1/25,000地形図から編集する。C、験潮及び基本水準面等 験潮は、摺鉢山付近にある験潮所（国立防災科学技術センター所管、デジタル水位測定装置）の資料を使用し、父島験潮所（気象庁所管）と比較して平均水面を決定する。（本測量は国土庁から依頼）

領海基線調査及び港湾調査

南西諸島——4月18日から5月6日まで、測量船「明洋」により領海基線調査及び港湾調査を行った。調査員は志賀海図編集官と十管水路部職員で、調査地は、平瀬、中之島、諏訪瀬島、宝島、臥蛇島、宇治群島、野崎鼻～円崎、平瀬崎～トノ崎である。

伊豆諸島及び付近——4月20日から同27日まで、測量船「海洋」により領海基線調査及び港湾調査を実施した。調査員は内城海図編集官と三管水路部職員で、調査地は、爪木崎付近、蘭灘波島、八重根、神湊、鴨

川付近、野島崎付近である。

庄司水路部長外国出張

庄司水路部長は、5月4日から同11日まで、米国海軍海洋局創立150周年記念式典及びシンポジウムに出席、テキサス農業工業大学で講演のため、ロスアンゼルス、ヒューストン、ニューオリンズに出張した。

運輸大臣、水路部視察

塩川運輸大臣は、5月8日1140本庁水路部を視察した。大臣は、水路部幹部の出迎えを受けたのち、部長室で庄司部長外国出張中のため、杉浦参事官、筒居監理課長から業務説明を受け、海図課製図室において、大陸棚海の基本図やロランチャートに興味深げに見て回り、特に海図の色彩の濃淡の出し方について佐藤海図課長に説明を求めていた。次いで工場棟では製版カメラ、印刷機などの性能、工程の説明を渡辺印刷管理

官から熱心に説明を受けられた。

弥生会総会

5月16日に昭和56年度の弥生会総会が水路部において開催された。1300から総会に先立って印刷棟の見学と業務説明があり、その後1階食堂において総会が開催された。まず、印刷管理官のあいさつに続き、春の叙勲を受けた塚田氏をたたえたあと懇親会に移った。

今回は95才の高令で車椅子で参加された松島氏をはじめ、65名が参加し、盛会裡に終了した。

海外技術研修・水路測量コース

海外技術協力事業団が、東南アジア各国から派遣の水路業務職員に実施している水路業務研修は、本年も5月18日から11月5日までの6か月間にわたり、本庁水路部研修室において下記8か国9名の研修員を迎え水路測量コースを開講する。

Anis M. Anisui Huda（バングラデシュ）

内水面運輸公社主任河川測量士

Sann Myint（ビルマ）海軍水路部海象課・少佐

Abdul Razak Bin Hassan (マレーシア)

国防省

Mohammad Fasihuddin Pasha (パキスタン)

海軍水路部・参謀将校

Cesar Fojas Padua (フィリピン)

沿岸測地局・少尉

Lee Lay Soon (シンガポール) 港務局陸地測量係

E. M. T. Ekanayaka (スリランカ)

コロンボ港湾局 1級測量士

Pongsakdi Sermsatanasvusdi (タイ)

Kasetsart 大学工学部助教授

Supote Klangvichit (タイ)

海軍水路部測量課・少尉

研修は、18日のオリエンテーションに始まり、水路測量概論(茂木)、測地学(佐藤(-)), 測器舎見学、投影法(坂戸)、原点測量(小沢)、岸線測量(荻野)、真方位測量(田野)、電測I(岡田)、潮汐(桑木野)、測深I(川鍋)、測量計画(荻野)、港湾沿岸測量実習(小樽)、(沢田・岩根・福島・進林)、港湾・沿岸測量実習データ処理(沢田・福島)、国土地理院見学、重力(我如古)、地形地質学(加藤)、地磁気(兼子)、地磁気観測実習(八丈島)(兼子)電測II(中西)、測深II(桜井)、海洋測量実習(塩釜沖)(荻野・淵脇)、報告書作成・海洋測量実習データ処理(荻野・淵脇)、海上交通センター見学(横須賀)、海洋測量実習データ処理(荻野・淵脇)、研修旅行(九州方面)、報告書作成、エパリエーション閉講式で終了する。

長ほか47名、現役から庄司水路部長ほか15名の64名で堀幹事の司会で、城至成一会長のあいさつ、山下行成二谷頼男両副会長のあいさつに続き、鈴木成二幹事から役員の変更等経過報告の後、水路部長の乾盃で懇親会に入り、1730山川氏の閉会の辞で盛会のうちに終了した。

日本測地学会第55回講演会

5月26日から同28日にわたり水路部第1会議室において開催された。編暦課及び測量課の関係者の努力により、成功裡に終了した。

編暦課からは小野房吉主任天文調査官が「TSSG型海上重力計の改良」と題して講演した。

今回は162名の多数の参加者があり、講演要旨が売切れる程で、測地学への関心が浸透しつつある。

天文学会

5月11日から同15日にわたり、東京大学理学部2号館において開催され、編暦課から福島登志夫天文調査官が「非線型調和解析法とその暦への応用」と題して講演した。

日本航海学会第34回総会

5月28日1300から市ヶ谷会館において開催され、審議事項として事実および予算、報告事項として幹事の交代、と学会賞の贈呈があった。総会の前に1000から第64回講演会が開催された。



第23回黒潮会総会

5月23日1400から本庁水路部食堂において、総会及び懇親会が開催された。参加者は、OBから山川前会

管区水路部長会議

6月2日・3日の2日間 本庁水路部第1会議室において、昭和56年度の管区水路部長会議が行われた。



霞ヶ関から長官、総務、経理補給、船技、警救、燈台の各部長と首監が列席し、1030から長官訓示、水路部長のあいさつがあり、各部の所管事項の説明がなされた。

昼食後、今回の議題である「水路業務法第6条の運用上の問題点について」が熱心に討議された。

1600から本庁各課の説明事項に移り、①共同測量の書面審査の試行結果について、②IALA統一浮標式と海図の改版について、③昭和56年度水路書誌等刊行計画について、④海洋情報需要調査の結果について、⑤第12回国際水路会議について、⑥マラッカ・シンガポール海峡統一基準点海図作製（第2次）について、⑦海外技術研修水路測量コースについて、⑧海洋汚染防止法改正に伴う海水試料採取方法の変更について、が各課・室長から説明があった。

なお、IALA統一浮標式に対してのわが国の対応にあたり次のような問題点があることが指摘された。

①国内法規の改正 ②孤立障害標識（約120基）に紅光を使用する場合の灯質の検討 ③日本周辺全体に亘る水源の決定 ④技術基準の作成 ⑤水路図誌の変更等であり、この浮標式の統一を実施する場合には、約2000基（内約120基は所管外）の浮標の入替えが必要となり、これに伴う水路図誌の改版、水路通報等の諸業務は、かなりのものになることが予想される。

最後に各管区からの要望事項について各担当官から回答があり第1日を終了した。第2日目は個別折衝で、今回の管区出席者は次のとおりである。

一管区 湯畑 啓司	二管区 岩佐 欽司
三管区 高橋 宗三	四管区 宇庭 孝
五管区 金子 昭治	六管区 小林 和義
七管区 内野 孝雄	八管区 吉田 弘正
九管区 後藤 康男	十管区 山田 修
十一管区 坪内 紀幸	海大校 杉本喜一郎
	海保校 野口 岩男

— 人 事 —

6月10日付で大塚正名次長、6月1日付で岡部文司昭洋機関長の辞職、5月1日付で坂井省三改補係長、宮本邦夫供給係主任の辞職その他により次のとおり発令された。なお、坂井、宮本両氏は同日付で（財）日本水路協会に採用された。

日付	新配置	氏名	旧配置
5.1	改補係長	庭林 茂	水路通報官
6.1	昭洋・機関長	井上 逸郎	のじま機関長
6.8	政務課長	辻 宏邦	運輸省官房付
6.10	本庁・次長	勝目久二郎	国土庁・審議官

◎56年度春の叙勲

元第九管区海上保安本部長（前日本水路協会専務理事）井馬 栄氏(70)は勲三等瑞宝章、元印刷管理官製版課補正係長塚田友治氏(63)は勲六等瑞宝章を、4月29日それぞれ受賞された。なお、3月1日付で元印刷管理官印刷課原版管理係員石田本衛氏に対し、死亡に伴い正七位、勲七等瑞宝章が贈られた。

「水路」No. 37 正誤表

ページ	行	誤	正
22	左欄下から13	漢体字	簡体字
〃	〃 30	漢体字	簡体字
38	左欄下から17	Zr ²	Er ²
〃	〃 12	Zr ²	Er ²
63	右欄下から15	金子昭二	金子昭治
64	右欄下から 3	佐藤(一)海 図課長	佐藤(任)海 図課長

なお、No.37 P. 44の戸倉山丸の要目は次の通りです。総トン数44,821.48、載貨重量80,845kt、最高速度17.04ノット、全長246m、垂線間長235m、型巾37.6m、型深18m、平均喫水13.03mで、漂流時の積載重量は75,067kt、トリムは33cm（パイザ・スタン）。

協会だより

協会活動日誌

月日	曜	事 項
4. 1	水	2級水路測量技術検定課程研修開始
7	火	第1回「海の旬間」推進委員会
10	金	H-77LC九州南方漁場図 増刷
16	木	H-301B TOKYO WAN 増刷
17	金	H-530LC 五島列島及付近漁場図増刷
20	月	「水路」編集委員会
5. 1	金	改補作業 開始
7	木	検定試験WG
11	月	表彰委員会
14	木	検定試験WG
20	水	検定試験委員会
〃	〃	H-252A瀬戸内海その1再版
25	月	第39回 理事会
〃	〃	書誌601号天測計算表 増刷
26	火	第2回「海の旬間」推進委員会
29	金	2級水路測量技術検定課程研修終了
31	日	2級水路測量技術検定試験(第1次)
6. 4	木	検定試験委員会
9	火	海難多発海域における情報周知方法の研究第1回委員会
11	木	検定試験委員会
12	金	情報数値化WG
14	日	2級水路測量技術検定試験(第2次)
15	月	「航路指定」第6回さしかえ紙発行
18	木	検定試験委員会

2級水路測量技術検定課程研修

当協会の事業として実施している研修のうち、2級水路測量技術(沿岸)(港湾)検定課程は、4月1日から5月29日までの46日間(港湾級は後期を除いた30日間)をかけて、講義は港区海岸3丁目の東京港湾労働者福祉センター会議室で、海上実習は横須賀市走水地先海面で行われた。

前期は、水路測量概論・原点測量(川村)、光学測量機器の構造及び取扱(鈴木・川村)、驗潮(筋野主任海象調査官)、岸線測量(相田)を講義し、続いて原点測量の海上実習(相田・川村・星)を行い、それ

らの原点図・測深図の作成演習(相田・川鍋)を実施のうえ期末試験を行った。

中期は、音響測深機の構造(川鍋)、音響測深、海上位置測量(相田・川村)を講義の後、水深測量及び岸線測量の海上実習(相田・川鍋・星・西岡)、海図補正資料の処理解析(荻野主任水路測量官)の講義及び演習(相田・川鍋)をし、最後に測量原図の編集の講義(荻野主任水路測量官)及び演習(相田・川鍋)のあと期末試験を行った。

後期は、原点測量(川村)、地図投影(坂戸)、水深測量(川鍋)、驗潮(筋野主任海象調査官)、電波測位機の構造・電波測位(川鍋)、一般地学概論(加藤水路測量官)、海底地形地質概論(加藤水路測量官)、音波探層機の構造(川鍋)、音波測位機及び音波探層機の取扱の実習(相田・川鍋)、海底地質調査(桜井主任水路測量官)、海の基本図測量成果の処理解析(桜井主任水路測量官)の講義とその演習(高梨水路測量官・川村)をし、期末試験を行い終了した。

2級検定研修者名簿

受講番号	氏 名	所 属 会 社 名
沿562001	栗原 重太	建基コンサルタント(株)
沿562002	吉武 光一	日本磁探測量(株)
沿562003	山下 俊博	〃 〃
沿562004	斉賀 直三	海陸測量調査(株)
沿562005	児玉 和夫	(株)八 州
沿562006	濱道 義国	(株)シャトー水路測量
沿562007	東 政文	〃 〃
沿562008	田村 寛明	特殊浚渫(株)
沿562009	小林 克也	パシフィック航業(株)
沿562010	椎山 明	日本海洋測量(株)
沿562011	川手 幸一	芙蓉海洋開発(株)
沿562012	岡崎 巧	アジア海洋作業(株)
沿562013	白杵 嘉彦	日海測量コンサルタント
沿562014	柳 徹義	日本物理探鉱(株)
港562101	菅原 俊	(株)臨海測量
港562102	猪沢 常亮	(株)株山陽測量設計事務所
港562103	坂下 雅敏	真壁建設(株)

「海の旬間」推進委員会

第1回——4月7日1400から海保庁10階会議室において推進委員会が開催され、海洋課長のあいさつに始まり、(1)昭和55年「海の旬間」の実施結果について、(2)昭和56年「海の旬間」の推進について審議した。

第2回——5月26日1400から運輸省5階第2(A)会議室において推進委員会が開催され、(1)実施計画の検討

(2)「海の旬間」用ポスター企画案の検討ののち投票の上1点を決定し、最終決定は海洋課に一任した。

表彰委員会

昭和56年5月11日1400から日本水路協会理事長室において、岡部委員長、上原、川上、松崎、杵名、長谷の各委員、事務局から秋元部長が出席し、松崎委員の作成した表彰規則(案)を検討したが、上原委員作成の案に基づき水路部と協議の上決定することとなった。

水路測量技術検定試験委員会(第11回)

5月20日1500から水路部第3会議室において、茂木岩崎、筋野、荻野、中西、進林、長谷、相田、星、川鍋、川村、坂戸の各委員が出席し、委員会を開催し、昭和56年度2級検定試験1次問題を選定承認した。

第39回理事会

昭和56年5月25日(月)1030から霞ヶ関三井クラブ会議室において日本水路協会の第39回理事会を開催した。この日理事総数18名のうち出席者12名、委任状提出者6名計18名となり、寄附行為第26条により理事会は成立した旨、事務局から報告があり、次いで柳沢会長のおあいさつ、海上保安庁水路部長のおあいさつに続き、会長が議長となり議事に入った。

①第1号議案「昭和55年度事業報告及び決算報告」

杵名専務理事から配布資料に基づき、事業報告並びに収支計算書、収支予算決算対比表、総合貸借対照表総合財産目録、基本財産運用状況内訳及び補助金収入内訳 収益事業損益計算書及び剰余金処分案について説明があった。これに対し、兼松監事から4月20日監査した結果、すべて適正であった旨報告があり、全員異議なく承認された。

②第2号議案「昭和56年度事業計画案及び収支予算案」について

杵名専務理事から配布資料に基づき説明があり、全員異議なく承認された。

③その他

イ. 昭和56年度事業実施状況について

杵名専務理事から配布資料により報告した。

ロ. 表彰委員会について

杵名専務理事から配布資料に基づき報告があり表彰規則案が承認された。

ハ. 創立10周年記念事業について

杵名専務理事から創立10周年記念事業として来る9月11日記念式典及び祝賀会を開催するとともに

に10年史を発行する旨報告があった。

なお、終了後10年史に必要な顔写真の撮影をし、終了した。

沿岸・港湾2級水路測量技術検定試験

1. 試験の期日と場所

1次試験 昭和56年5月31日(日)札幌市、新潟市、東京都、神戸市、北九州市、

2次試験 昭和56年6月14日(日)東京都、神戸市(口述)

2. 合格者名簿

昭和56年6月24日付

合格証書番号	氏名	所属会社名
(沿岸2級)		
562001	石川 信	三洋水路測量(株)大阪支店
562002	石川 政雄	パシフィック航業(株)
562003	井上 均見	第四管区本部水路部
562004	白杵 嘉彦	日海測量コンサルタント
562005	岡崎 巧	アジア海洋作業(株)
562006	栂山 明	日本海洋測量(株)
562007	川手 幸一	芙蓉海洋開発(株)
562008	栗原 重太	(株)建基コンサルタント
562009	児玉 和夫	(株)八州
562010	斉賀 直三	海陸測量調査(株)
562011	島崎 拓美	第五管区本部水路部
562012	園田 吉弘	アジア航測(株)
562013	立石 周一	日本磁探測量(株)
562014	田村 寛明	特殊浚渫(株)
562015	中山 健	三洋水路測量(株)大阪支店
562016	東 政文	(株)シャトー海洋調査
562017	福富 直	日本海洋測量(株)
562018	淵田 晃一	第五管区本部水路部
562019	松本 栄二	三洋水路測量(株)大阪支店
562020	松本 純一	三洋水路測量(株) 〃
562021	長野 水樹	三洋水路測量(株) 〃
562022	柳 徹義	日本物理探鉱(株)
562023	梁田 文雄	国際航業(株)
562024	山下 俊博	日本磁探測量(株)
562025	吉武 光一	日本磁探測量(株)
(港湾2級)		
562101	荒牧 省二	阪神臨海測量(株)
562102	猪澤 常亮	(株)山陽測量設計事務所
562103	石村 孝二	日本磁探測量(株)
562104	大村 輝夫	阪神臨海測量(株)
562105	高桑 智徳	名古屋港管理組合
562106	武村 一郎	阪神臨海測量(株)
562107	菅原 俊	(株)臨海測量

水路技術研修用教材機器一覧表

(昭和56年7月現在)

機 器 名	数 量
経緯儀 (TM10A)	2 台
〃 (TM20C)	3 台
〃 (No.10)	1 台
〃 (NT2)	3 台
〃 (NT3)	1 台
水準儀 (自動B-21)	1 台
〃 (〃 AE)	1 台
〃 (1等)	1 台
水準標尺 (サーベーター)	1 組
〃 (AE型用)	1 組
〃 (1等用)	1 組
六分儀	10 台
電波測位機 (オーディスタ3G)	1 式
〃 (オーディスタ9G)	1 式
〃 (9D010型)	1 式
光波測距儀 (Y.H.P.型)	1 式
〃 (LD-2型)	1 式
〃 (EOT2000型)	1 式
音響測深機 (PS10型)	1 台
〃 (PDR101型)	1 台
〃 (PDR103型)	1 台
中深海音響測深機	1 台
音響掃海機 (4型)	2 台
〃 (5型)	1 台
地層探査機	1 台

機 器 名	数 量
目盛尺 (120cm 1 個, 75cm 1 個)	2 個
長杆儀 (各種)	23 個
鉄定規 (各種)	18 本
六分円儀	1 個
四分円儀 (30cm)	4 個
円型分度儀 (30cm, 20cm)	22 個
三杆分度儀 (中5, 小10)	15 台
長方形分度儀	15 個
自記験流器 (OC-I型)	1 台
験流器 (NC-2型)	3 台
自記流向流速計 (ベルゲンモデル4)	4 台
〃 (CM2)	1 台
流向・流速水温塩分計 (DNC-3)	1 台
自記験潮器 (LPT-II型)	1 台
精密潮位計 (TG2A)	1 台
自記水温計 (ライアン)	1 台
自記水深水温計 (BT)	1 台
電気温度計 (ET5型)	1 台
水温塩分測定器 (TS-STI型)	1 台
pHメーター	1 台
表面採水器 (ゴム製)	5 個
北原式採水器	5 個
転倒式 〃 (ナンセン型)	1 台
海水温度計	5 本
転倒式温度計 (被圧)	1 本
〃 (防圧)	1 本
水色標準管	1 箱
透明度板	1 個
採泥器	1 個
濁度計 (FN5型)	1 式
発電機 (2kW 2, 1kW 1, 0.3kW 2)	5 台

編 集 後 記

いつものことながら7月号の編集の追込みのころは、うっとうしい梅雨季の最中ですが、本誌がお手許に届くころは、さわやかな初夏の候となっていることでしょう。

さて、本号は1回お休みした連載の200海里関係のうち、佐藤海洋研究室長による機器についてをトップに杉浦参事官の空中レーザーの紹介、桑原氏の水底境界層に関する労作をじっくりお読み下さい。

連載ものでは、稲野氏の海洋法解説も本号で完結しました。多忙な第一線転出時での執筆ご苦労様でした。また、苛原氏の水路業務法解説もいよいよ次号で完結することとなりました。

当協会の10周年記念式典もすぐ目の前に迫ってきました。何かとあわただしい今日のごろです。

終りに過日読者から投稿の照会がありましたが、本誌は多くの方々からの投稿は大歓迎です。(築館記)

季刊 水 路 定価 400円 (送料200円)

第 38 号 Vol.10 No. 2

昭和56年7月5日 印刷

昭和56年7月10日 発行

発 行 財 団 日 本 水 路 協 会

東京都港区虎ノ門1-15-16 (〒105)

船舶振興ビル内 Tel. (502) 2371

編 集 日 本 水 路 協 会 サ ー ビ ス コ ー ナ ー

東京都中央区築地5-3-1

海上保安庁水路部内 (〒104)

Tel. 541-3811 (内) 785

(直 通) 543-0689

印 刷 不 二 精 版 印 刷 株 式 会 社

(禁無断転載)