

目 次

海 図	海図に関する日英協力体制の構築 - その1 -	佐々木 稔 (2)
		仙石 新
海 図	電子海図をめぐる国際的動向 - その4 -	片山 瑞穂 (8)
研 究	離岸流の予報 (数値計算) - 離岸流 その4 -	西 隆一郎 (18)
国 際	米国ニューハンプシャー大学留学体験記 - その2 -	森下 泰成 (25)
研 究	平成17年度水路技術奨励賞 (第20回) - 業績紹介その2 -	松原 忠泰 (31)
歴 史	中国の海の物語 世界をリードした中国の造船技術 (2)	今村 遼平 (39)
地 質	バイキングが航海に使用した董青石	加賀美英男 (44)
研 究	航路ブイの生き物たち - その1 -	勝山 一朗 (48)
コ ラ ム	健康百話(16)	加行 尚 (55)
海 洋 情 報	海のトピックス	日本水路協会 (58)
そ の 他	平成18年度水路測量技術検定試験問題(その108)沿岸2級	日本水路協会 (59)
コ ー ナ ー	海洋情報部コーナー	海洋情報部 (65)
"	協会だより	日本水路協会 (77)

- お知らせ等 平成18年度水路測量技術検定試験案内 (沿岸1級・港湾1級)(63)
平成18年度2級水路測量技術検定試験合格者名簿 (63)
平成18年度 沿岸海象調査研修実施報告 (64)
『全国測量技術大会2006』技術展示出展報告 (73)
「海の理解促進講習会」開催の紹介 (75)
地図バザール「夏休みバザール 海の地図展」(76)
日本水路協会保有機器一覧表 (78) 水路編集委員 (78)
編集後記 (78) 水路参考図誌一覧 (裏表紙)

表紙...宮島「厳島神社」けずり絵...稲葉 幹雄 海図製図材料「スクライブベース(着色)」の切り落としに
刃先で画線を削る作者オリジナル技法によるものです。

Establishing a JCG/UKHO cooperative framework on nautical charts -- Part I (p.2), International movement on electronic charts - Part 4 (p.8), Prediction of rip currents (in digital) -- Rip currents Part 4 (p.18), Experiences on studying at the University of New Hampshire, USA - Part 2 (p.25), 20th Incentive Award in Hydrography, 2005 - Achievements Part 2 (p.31), World's leading shipbuilding technology in China (Part 2) (p.39), A stone "Cordierite" used for navigation by the Viking (p.44), Various forms of life attached to channel-marker buoys -- Part I (p.48), news, topics, report and information.

掲載広告主紹介 - 三洋テクノマリン株式会社, 千本電機株式会社, 株式会社東陽テクニカ,
アレック電子株式会社, 株式会社離合社, 古野電気株式会社,
株式会社武揚堂, オーシャンエンジニアリング株式会社

海図に関する日英協力体制の構築

- その 1 -

佐々木 稔・仙石 新

1. はじめに

平成 18 年（2006 年）3 月 17 日、海上保安庁海洋情報部長室において、海図の印刷と頒布に関する日英協力枠組みに、陶海洋情報部長、ウィリアムス英国海洋情報部長が署名を行った。これによって、海図に関する日英の協力体制ができあがった。海洋情報部が、他国とこれほど業務上緊密な協力関係を結ぶことはかつてなかったことである。



写真：調印式（陶海洋情報部長（右側）とウィリアムス英国海洋情報部長）

英国海洋情報部（UKHO）は永年にわたり、海上保安庁が刊行した日本近海の手図を基に、日本の主要港湾及び周辺海域の手図を作成し、世界中に販売してきた。この英国手図は、海上保安庁が刊行しているオリジナル手図に比べると、手図の最新維持に 3 ヶ月程度の遅れを生じているため、航海安全上問題があるばかりでなく、著作権の観点からも疑義があった。この問題を解決するため、1990 年代から日英間で交渉

前第十管区海上保安本部長

海上保安庁海洋情報部航海情報課長

が行われ、最終的に、英国は英国手図の刊行をやめ、その代わりとして我が国の手図に日英両国の手図刊行機関の 2 つの印章（デュアルバッジ）を付して英国手図の販売網を通じて販売することとなった。デュアルバッジ手図の刊行により、最新の手図が、英国の国際的な販売ネットワークを通じて販売されることになり、外国人船員が我が国の水域を航海する際の航海安全がさらに向上することが期待される。



図：日英の印章がデュアルバッジ手図には付けられている

このデュアルバッジ手図は、本年 7 月に刊行が開始され、7、8 月に東京湾各 7 図（計 14 図）が刊行されたところである。今後、伊勢湾、大阪湾、瀬戸内海など計 84 図が順次刊行されることとなっている。本稿では、これまでの国際的な手図刊行に関わるルールの変遷、日英間の交渉の経緯を記す。また、デュアルバッジ手図刊行の詳細については、次号以降報告することとしたい。

2. 手図の複写に関する国際水路機関の取り決め

2.1 平成 6 年（1994 年）以前

手図は国際的に流通することが必要不可欠である。例えば、東京湾には日本の船舶ばかりでなく、世界各国から外航船が入港してくる。

これらの船には当然ながら東京湾の海図が搭載されていなければならず、したがって東京湾の海図は国際的に流通してはならないのである。日本の海図は日本船・日本人船員だけのためにあるのではない。このような海図の国際的な使用を担保するため、国際水路機関（IHO）は様々な技術決議を定めており、海図の複写についても国際ルール化されている。

平成6年以前、IHOは、ある国が作成した海図を他国の水路機関が複製することについて寛容であった。これは、他国の海図を複製することによって、航海者は必要な海図を容易に入手でき、航海安全のために有益だ、という考えが根底にあったものと考えられる。国際物流が不十分であった時代には、他国の海図を複写して船員に使わせることに、一定の合理性があったのである。IHOの技術決議にも、各国は元の海図を原版どおり複製するのではなく、「出所を明記すれば、他国海洋情報部の全ての刊行物を複製することは自由であるべきことに決定する。」と書かれていた。さらに、その後、IHOが定める国際海図については、原版どおり複製をすることも許されることとなった。（巻末に参考資料を掲げるので参考にいただきたい。）

この技術決議に基づき、我が国も米国、韓国と海図複写相互協定を締結し、修正ファクシミリによる複写（原版どおりの複写をファクシミリ複写という。具体的には、本質的内容を変えず、翻訳など必要最小限の修正を施した複写を指す。）を相互に認めてきた。米国とは、米国防務地図庁海洋情報部長との間で昭和39年（1964年）6月に、韓国とは、韓国水路局長との間で昭和42年（1967年）11月に、それぞれ協定が締結されている。これら二つの協定は、図載に関する技術事項の他、価格についても複製を行う側が複製される側に不利益を与えないよう配慮すべきことが定められている。

2.2 平成6年（1994年）以降

海洋法条約が成文化された昭和57年（1982年）以降、徐々にではあるが沿岸国の海洋に対する権利意識が変化し、海図は沿岸国が刊行すべき、という考え方が主流となっていた。著作権の観点からみると、海図は著作権に関する国際条約でも明確に著作物と位置づけられており、これを著作者の許可無く複製することには問題があった。一方、海図の国際的な市場は、英国などごく少数の海図先進国によって席卷されていたため、発展途上国を中心に海図先進国の海図の複製刊行に対して不満が蓄積していた。このような背景から、平成6年（1994年）に海図の複写に関するIHO技術決議が新たに採択され、他国海図を複写し刊行することについては沿岸国の許可が必要とされた（巻末参照）。

この決議によって、1）既に沿岸国によって海図が刊行されている場合は、他国はその水域について海図を新たに調製することを避けるべきこと、2）他国の海図を複写する場合は、国際海図であっても二国間の協定により両国が合意すること、とされた。ただし、決議では、二国間の合意を図ることが不可能な場合は、出所明記で再編集を行ってよいとされており、抜け道も用意されていたといえる。

また、新たに出現したデジタルプロダクトについては、複製物とオリジナルに差がないことから、自由な複製は認められず、他国が何らかのデジタル製品を作成する際は、二国間で合意を図るべきこととされた。

3. UKHO 部長の訪日と二国間協定の提案

UKHOは、各国の海図の複製を行い、世界中の港湾、沿岸、沖合の海図を作成し、UKHOが誇る国際的な販売網を通じて海図利用者に広く頒布していた。しかし、平成6年のIHO技術決議以降、UKHOは、海図刊行について各沿岸国の同意を個別に取り付け、必要に応じて財務協定を結ぶ必要が生じたのである。また、UKHOは、紙海図をスキャンングにより画像情報としてデジタル化したラスター海図を製品化し、販売を

開始していたが、これについても、当該国の了承が必要となっていた。こうしたことから、UKHO は、世界各国を訪問し協定の締結を提案することとなった。

平成 7 年（1995 年）5 月、UKHO エッセンハイ部長が担当課室長とともに海洋情報部を訪問し、日英間の二国間協定締結の提案を行った。UKHO の提案書は、協定本文と 2 編の付録、12 の付属書からなる膨大なもので、協定の目的を「海洋情報部刊行物、データ、資料及びサービスの交換、専門知識の共有」とし、相互に著作権を尊重し製品には出所明記を行うこと、これらの交換には金銭的価格が与えられること、著作権使用料の具体的な提案などがあつた。UKHO は、当時既に刊行されていた日本水域の英国の海図（日本海図を再編集して作製・刊行したものの）について、日本国政府に著作権使用料を払ってでも引き続き編集・刊行を継続したい、との意向であつた。また、UKHO が日本水域のラスター海図を刊行することについて、日本の同意を得たい旨表明した。これに対して日本側は、UKHO が刊行している我が国周辺海域の海図が日本海図を再編集したものであることについて、日本として未だ承認を与えていないことを確認し、今後対応を検討する旨伝えるとともに、ラスター海図については、電子海図（ENC）の普及を阻害する、との理由から日本としては認めがたいと考えていることを伝えた。UKHO の提案は、我が国の諸実情と必ずしも合致しないことが多々あることが判明したため、海洋情報部においてその内容について調査・検討がなされた。

さらにその後、次に述べる関連技術決議の改定の動きもあつたため、部内に著作権と二国間協定を検討するチームが立ち上げられ、著作権及び財務事項に関する調査、我が国の海図複製実態調査と外国域海図刊行方針の確認等々詳細な検討がなされた。検討の過程で、著作権使用料を外国への支払う場合は国会の承認が必要であることが判明し、この解決は困難である

ことが明らかになった。

4 . IHO 技術決議の改定と UKHO 部長の再訪日

平成 9 年（1997 年）4 月、第 15 回国際水路会議が開催され、航海用製品の複製に関する技術決議（A3.4）が改定された（巻末参照）。改正により、著作権保護の考え方が強化され、これまであつた抜け道が塞がれ、海図複製には相手国の了解が必須となつたことが特徴である。また、デジタル製品に関する規定が A3.4 に取り込まれ、A3.10 は削除された。表 1 に、上記の技術決議の変遷をまとめたので参照されたい。

IHO 技術決議の改定により、海図複製には必ず相手国の了承が必要となつたのであるが、その直後の平成 9 年 6 月に、UKHO のクラーク部長が訪日し、我が国と二国間協定締結に向けて意見交換を行った。英国側は、前回のエッセンハイ UKHO 部長の提案した二国間協定の締結を希望するものの、必ずしも協定締結は急がない旨表明した。一方、我が国は、1）上記 IHO 技術決議の遵守、2）双方ともに相手国のデジタル製品の複製は行わないこと、3）相手国の水路図誌のデータを用いて新たな製品を刊行しないこと、を確認するとともに、我が国から外国機関への著作権使用料などの支出は制度上の困難が多く実現に相当の時間がかかることを説明し、英国側の理解を得た。このほか、水路図誌に関する双方の現状認識、著作権に対する基本的考え方の意見交換、英国側提案に関する質疑等を行った。

5 . 世界測地系海図の刊行と UKHO 部長の訪日・意見交換

平成 12 年（2000 年）4 月、海洋情報部は、GPS の世界的普及に対応し、いっそうの航行安全に資するため、経緯度の基準である測地系を日本独自の基準であつた日本測地系から世界標準である世界測地系に変更し、陸地部分を灰色

表1. 水路図誌複製に関する IHO 技術決議の変遷と二国間協定をめぐる動き

年	I H O 技 術 決 議	二国間協定, 日英協議
1919 年	<ul style="list-style-type: none"> ・ 原版どおりの複製以外は, 出所明記の上, 再編集刊行は自由 ・ 二国間協定が結ばれていれば原版どおり複製可 <p>(原版どおりの複写 = ファクシミリ複写)</p>	1964.6 日米海図複写協定 無償にて原版どおり複写可
その後	<ul style="list-style-type: none"> ・ 上記に加えて ・ 国際海図であれば協定なしに原版どおり複製可 	1967.11 日韓海図複写協定 無償にて原版どおり複写可
1994 年	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>水路図誌の原版どおりの複製(特に国際海図)には財務事項を含む二国間協定必要</u> ・ <u>他国が責任海域の海図を刊行している場合, 新たな製品の作製を避けること</u> ・ <u>以上が不可能であった場合にのみ他国の海図の再編集を行ってよい(ただし, 出所明記, 再編集の意図を当該海洋情報部に通知)</u> 	1995.5 UKHO 部長来日 英国側: 二国間協定案を提案 日本側: 検討する
1997 年	<ul style="list-style-type: none"> ・ IHO 加盟国は, 水路図誌の著作権を有する ・ 沿岸国の国際海図, 電子海図といった製品が顧客の要望に合うなら, これを直接複写に使用すべき ・ 国際海図でなくても, 沿岸国の海図が顧客の要望に合うなら, これを複写すべき ・ これらが顧客の要望を満たさないのであれば, <u>沿岸国海洋情報部の同意と協力を得た上でのみ, 新製品を編集することができる</u> ・ 二国間協定が実現するまでの間, あるいは手続きが適当でない場合には, 相互に合意された他の手続きに従ってよい(合意がなければ複製不可) 	1997.6 UKHO 部長来日 英国側: 二国間協定案再提案 日本側: 結論出ない 英国側: 急がない, 日本側の現状は理解
		2001.8 UKHO 部長来日 日本側: 新刊した世界測地系海図の複製は認められない。 英国側: 英国では改版で対応している。協定については, 日本側の意向に沿って柔軟に対応検討
		2002.2~ UKHO 課長級と協議 英国側: 英文であれば日本海図をそのまま刊行できる 日本側: 財務事項は協定から除外して検討

とした世界測地系海図を新刊として刊行を開始し, 平成 14 年 3 月までに日本国内の海図は全て世界測地系に移行された。

世界測地系海図の刊行開始に対応して, 平成 13 年(2001 年) 8 月, UKHO ウィリアムス部長が関係課室長とともに来日し, 我が国海洋情報

部長ほか関係課室長と海図に関する意見交換を行うこととなった。我が国からは、世界測地系海図は全て新刊であるため、1) IHO 技術決議 A3.4 第 1.4 項によれば他国の水域の海図を新刊する場合は当該国の同意が必要であり、2) これまでの日英協議の場でもそのように確認していることから、UKHO が世界測地系に基づいた日本水域の海図を刊行することは中止すべきと主張した。これに対して UKHO 部長は、日本測地系から世界測地系への移行に伴う内容の変更は、UKHO では改版で対応しており IHO 技術決議に抵触しないと主張した。一方、測地系の移行に伴う海図の修正については、日英の見解は異なっているものの、UKHO としては、既に多くの国と様々な形態の二国間協定を結んできており、日本側の意向に極力沿った形での日英二国間協定締結を受け入れる用意があるとの意向を示し、以降、具体的協議を行う意志を表明した。

翌平成 14 年（2002 年）2 月、日英両国海洋情報部の課長級による協議が行われた。我が国からは、二国間協定締結に向けて双方が努力することを歓迎する意を表明し、1) 我が国海図を英国側は一切修正せずに英国海図シリーズへそのままの形で直接採用（チャートアドプション）すること、2) 財務事項については海洋情報部との協定から除くことを打診した。これに対し英国側は、すべての表現に英語が使用されていれば、両海洋情報機関の紋章を付けてチャートアドプションとして刊行できる可能性があり、協定から財務事項を除く事に異論はないと表明した。こうして、海図刊行の基本原則や海図の技術的事項については海洋情報部と UKHO が、財務事項については水路図誌の複製頒布者である（財）日本水路協会と UKHO が、それぞれ具体的な協議を行うこととなり、デュアルバッジ海図刊行に向けて、実質的な協議が行われることとなった。

以後、日英間で数次の協議を重ね、海図の詳細な内容、最新維持の方法、印刷に関する事項、

データ授受の方法等、海図刊行に関する様々な事項について詳細な協議が行われた結果、海図に関する日英協力がまとまり、デュアルバッジ海図が刊行されることとなったものである。これらについては、次号以降にて述べることにしたい。

本稿の執筆にあたっては、海洋情報部の多くの職員から手厚いサポートをいただいたことに感謝します。

（参考資料） IHO 技術決議

大正 8 年（1919 年）制定（ は後日追加）

A21 水路図誌の版權

．各国海洋情報部は原版どおり写す以外は、複製したものにその出所を明記すれば、他国海洋情報部の全ての刊行物を複製することは自由であるべきことに決定する。

（略）

．上記の決定にもかかわらず、二国間協定が結ばれていれば原版どおりの複製が許される。各国海洋情報部は、海図に関するこのような協定の成立を促進することを勧告する。

その後下記を追加

IHO の国際海図シリーズの場合、原版どおりの複製は特別の協定なしに許される。

平成 6 年（1994 年）改正

A3.4 非デジタル製品複製のための協定

1. ある海洋情報部が、他の海洋情報部の製品、なかでも国際海図について、ファクシミリ複写（本質的でない修正だけが行われる場合を含む）を行うことを望む場合は、二国間の協定を締結し、その中で複製の技術的事項と、必要があれば財政的事項を明記すべきことに決定する。
2. 海洋情報部は、他の海洋情報部の国際海図が自国のニーズに適合し、それらが利用可能であれば、それらを活用するよう

- 強く勧告する。
3. それぞれの海洋情報部は、他の海洋情報部が当該水域について国家的な海図作成上の責任を有し、国際航海に十分適う製品を既に有しているような場合、新たな製品の作製を避けるよう勧告する。ある海洋情報部にとり、かかる製品が利用可能であり、その海洋情報部のニーズに十分適うものと見なされた場合、再編集することについて検討する前に、自国海図集に対し直接当該製品を利用するか、修正ファクシミリで複製するかの目的をもって、当該関係海洋情報部と二国間交渉に入るよう勧告する。
 4. 上記1、2及び3に述べる手続きをもって協定を結ぶことが不可能と判明した場合にのみ、海洋情報部は、他の海洋情報部の如何なる製品からでも再編集を行ってもよいが、新製品にその出所を明記することを条件とする。新たに編集する意図がある場合は、その旨当該海洋情報部に通知すること。

A3.10 デジタルデータ及びその製品のための協定

(略)

2. デジタル製品を開発する上で、海洋情報部は、他の加盟国海洋情報部の既存製品をベースに何らかの製品を製造するときには、二国間協定を結ぶべきである。

平成9年(1997年)改正

A3.4 航海用製品の交換と複製のための協定

1. 次の事項に留意し、
(略)

- 1.2 加盟国は、国内法及び国際法の下で、その国の海洋情報当局の製品に関する権利を有する。

(略)

- 1.4 海洋情報当局は、他の海洋情報当局が海図作成の責任を有する海域で十分顧客の要求に見合った最新維持された製品を既に提供している場合は、新しい製品の作製を避けるべきである。
- 1.5 複製する海洋情報当局と複製される海洋情報当局は、適当であれば二国間協定を含め、良好な連絡関係を維持するよう努めるべきである。

以下の手続きを勧告する、

2. 海洋情報当局は、他の海洋情報当局の国際海図や電子海図等の国際的に標準化が図られた製品がその顧客の必要性を満たし、最新維持されている場合は、それらを利用すべきである。(略)
3. 国際的に標準化された製品が利用できず、また、沿岸国の国内製品が国内、国際航海に十分適切であると認められる場合には、それらを利用すべきである。
4. 国際標準化製品が利用できず、かつ沿岸国の国内製品も顧客の要望に見合わない場合には、いずれの海洋情報当局も、必要とされる全ての海洋情報当局の同意と協力を得た上で、これらの要求を満足する新しい製品を編集することができる。
5. 海洋情報当局は、製品の交換、複製及びその他の相互に関心のある事項を含む二国間協定を結んでよい。(略)
6. 二国間協定が整備されるまで、または上記手続きが不適當又は不経済と相互に認められた場合には、海洋情報当局は相互に合意された他の手続きに従って運用してよい。

(略)

(つづく)

電子海図をめぐる国際的動向

- その4 -

片山 瑞穂*

前号までの概要

136号	はじめに	1	電子海図に関する来歴	2	電子海図の分類	
137号	3	ECDIS 問題の再熟				
138号	4	ECDIS の搭載義務化に向けての始動				
	5	ECDIS と FSA (Formal Safety Assessment)	6	搭載要件	7	性能基準改正案

8 ENC の整備

ECDIS 論議には三つの論点があると前号で説明したが、このうちの二つの、ECDIS の搭載強制化問題と ECDIS 搭載の有効性評価は、結局、ENC の整備と言う点に帰着することになる。

ECDIS 搭載の強制化問題については、IMO の ECDIS 検討の CG が、「一定の船舶に段階的に ECDIS の搭載義務化を導入することは関係者に確実な方向性を示し、ENC の整備促進にもつながる」とする結論を出した。

CG が NAV 小委員会に提示したこの CG 案に対して、NAV では、“世界的に見て、ENC の整備状況が完全でないことを理由に反対する国の意見”を配慮し、あらゆる論議と結論付けの前に適切な SFA が実施されることが必要であるとの結論となっていた。

また、「適切な最新の紙海図集」の構成に関して、若干の旗国（船籍国）と沿岸国（船舶が入出港する港のある）の解釈と沿岸国の司法権に関する疑念があった。

この問題を NAV52（2006 年 7 月 17 日～21 日）で検討することとなり、2008 年を完成目標とする「ECDIS のための搭載要件の策定」を

最優先項目の作業プログラムに加えることが MSC で決定された。

NAV52 では、デンマークとノルウェー提案による、SOLAS 第 V 章に加えるべく「ECDIS 機器のための搭載要件の策定」に関する文書（MSC 81/23/13）を考慮し、また、日本が行なった FSA の結果を報告した文書（NAV 52/6/2）も考慮した。

我が国の提案内容は、“船舶が適切な縮尺の ENC が利用できる航路または海域を航行するならば、貨物船への ECDIS の義務的な搭載が良い費用効果をもたらすことが正当化されたこと”を示す検討結果を提供したものであった。

これには特別の配慮があり、とかく“日本はなんでも反対する”というイメージを払拭するために、積極的に理論的な数値を示して、ECDIS の安全性、経済的効果を示したが、その裏には、“ENC が整備されていなければ効果が薄い”ということを暗に示したものであり、この結果、NAV52 では、ECDIS の義務的な搭載要件を考慮するときに、ENC の整備は導入の前提条件であると結論付けられ、“ENC が意図された航路で利用可能になる時期と実施日は調和しなければならない”，としたが、これが世界中の ENC の整備あるいは達成の可能性が 100%でなければならないことを意味

*海事補佐人・O.E.F 顧問評議会役員

（片山海事技研事務所）

するものではないとの見解でもあった。ちなみに、我が国での ECDIS 搭載状況は表 1 のようになっている。

表 1 ECDISの利用状況

船種	搭載率	今後の計画	備考
原油等運搬船			
VLCC	約 100%搭載	新造船搭載計画あり	座礁等による影響が大きいことから、全ての運航船社が搭載
アフラ	約 75%搭載	新造船搭載計画あり	運航船社によっては 100%搭載
プロダクト	約 40%搭載		
ケミカル	約 15%搭載	新造船搭載計画あり	
ガスカリヤ			
LPG	約 40%搭載	新造船搭載計画あり	運航船社によっては 100%搭載
LNG	約 40%搭載	新造船搭載計画あり	プロジェクトによる
その他の種類			
バルカー	約 0%		
チップ、プラント	約 10%搭載		
コンテナ	約 25%搭載	新造船搭載計画あり	大型コンテナ船のみ対象。 大型コンテナ船（5000～6000TEU 以上）については、出入港が多いのと、輻輳海域を高速で航行することもあるとの理由で導入されている。
PCC	約 5%	新造船搭載計画あり	運航船社によっては未搭載。 PCC については、操縦性能の悪さを補うもの（外力による予定針路からの偏位が容易に確認できる）として、導入に積極的な船社もあるようである。

註）* 2005 年 7 月船主協会調べ（船主協会幹事会社の中で回答があった 17 社の集計結果）

* 内航船など、任意に ECDIS を搭載している船舶があるが、この表には含まれていない。

* TEU（Twenty-foot Equivalent Units：コンテナ数換算の国際単位）

これらの国内の ECDIS 搭載船に限らず、ECDIS を任意で搭載している船舶は、ENC が整備されていない海域を航行する際に RNC ではなく、IHO の ENC 製作仕様と等価の民間の C-Map 製を採用するものが多いが、民間といえども国の水路部によってはこれを公の ENC として発行している国もあり、「公」の扱いについて一つの論点にもなっている。

現時点で C-map の技術を採用あるいは製品をそのまま置き換えて使用している国には、ノルウェイ、マレーシア、中国、コロンビア、ギリシャ、イタリア、南アフリカ等がある。（公式海図の包括的なオンライン海図カタログ）

ENC の整備状況を利用者が把握するために、IHO が電子海図に関するオンライン海図カタ

ログを発行し公表することとされたが、このインターネットで見られるオンライン海図カタログには以下の条件を配慮することとなった。

- ・提示は、できるだけ明瞭で単純な方法において、ENC 整備の現状に関する情報を提供するカタログとする。
- ・カタログは主に ENC を主目的とし、ENC が利用できない海域に RNC が示される。
- ・情報は、海図とデータの限度を示すグラフィック表示方式で提供される。
- ・オンライン海図カタログには紙海図の広範な索引が含まれる。
- ・沿岸国は、彼らの入港規程の下に海図の搭載を指定する権利を持つ、そして、旗国は、その他の海域で沿岸国の勧告を求めるところがある通過船舶に対して責任がある。オンライン海図カタログは、沿岸国の勧告を提供するだけである。
- ・オンライン海図カタログは以下の構成とする：

ENC

ENC が利用できない場合の RNC

ECDIS が RCDS モードで運用される海域のための適切な最新の紙海図集に関する沿岸国の勧告

全ての海域で利用できる紙海図の索引

- ・沿岸国は彼らの司法権下の海域で、どの紙海図が「適切な最新の紙海図集」に適合するかを、関連の水路部当局との協議をして決定しなければならず、ENC が存在しない場合、「海図データの由来」に関する情報をオンライン海図カタログに含めるために、IHO に伝える。

こうして ENC の整備状況は誰もが見られ、RNC の利用も明確にできることになる。

9 SN/Circ. 207 の改正 (SN/Circ.207 に関しては“水路 137 号”参照)

ENC の整備状況が分かるようになるとはいえ、今後数年の間は RCDS が残るため ECDIS を RCDS モードで使用するケースがあり、以前から RCDS が持つ欠陥の注意事項として回章文書 (SN/Circ.207) の内容には種々意見があった。NAV52 では、ECDIS と RCDS に関する“SN/Circ.207 を修正して再発行する必要がある”と提案するオーストラリア文書 (NAV 52/6) を基に広範囲な論議をした。

その論議の中で、オーストラリアの提案は有効であるとする者と、オーストラリアの検討は非常に限られた航海シミュレーションにより行なわれたものであり、SN/Circ.207 を改正すべきとする説得力のあるものではないとする意見、あるいは、RCDS で運用する ECDIS は紙海図と同じ制限条件を持ち、SN/Circ.207 は二つの操作モードの違いを強調するだけであったので ECDIS の性能基準の改正が完了する時点まで待つべきであり、さらに一カ国だけの評価で改正すべきではないとする意見 (ノルウェイ) などがあった。

特にロシアは、前回の NAV51 に提出した検討結果を引用して、彼らの調査によると、現在、ラスター海図も同様に世界の紙海図の 20%はいかなる海図測地系パラメータも表記していないことを指摘し、航海士が ECDIS (RCDS モード) の警報や機能に依存できないことに絶えず気を配る手順を船社が作る必要があることを強調し、この関連の注意喚起を織り込むことを主張した。

これらの論議の結果、NAV52 では「SN/Circ.207 を改正/再刊行の必要はある」、そして、「この会合で ECDIS の性能基準の改正を完成させることを支援する必要がある」ことに同意し、また、この課題項目を ECDIS 性能基準の改正と SN/Circ.207 の改訂が共に NAV53 (2007 年 7 月 23 日 ~ 27 日予定) に提出できるように、改正作業を 2007 年まで延長することを次回 MSC (2006 年 11 月開催予定) に要請すると決定し、WG では、ECDIS の改正性

能基準の完了後の次回 NAV 53 で承認を得る目的で、SN/Circ.207 改正案を準備した。

時間をかけた論議の割には、あまり変化は見られないが、従来の ECDIS と RCDS、言い換えればベクター方式とラスター方式の本質的な違いを列記したのに対し、RNC は ENC の“代わりに”使用するものであることを強調し、電子海図といえども紙海図同様に関係資料を調べながら慎重に運用すべきである趣旨の表現を随所に織込んだ物と言える。

この回章文書の重視は、ENC が整備されるまで搭載を待つとする一方で、RNC でもどんどん利用していく方針がうかがえる。

10 ECDIS の新性能基準案

もう一つの論点には、現行 ECDIS の性能基準の見直し論議があり、時期的に基準の整理統合と改正は必須のこととされている。

CG の報告は必要最小限の修正案であり、この成果を評価しながらも、現在は INS/IBS の性能基準の見直しが行われており、将来の e-Navigation のコンセプト作りが行われようとしているときであり、ECDIS を包括的に見直す良い機会であるとする意見と、共通のレイアウトや共通の名称などの整合をとる最小限の範囲での検討を継続すべきとする意見があった。

本会議の議長は、搭載要件の論議や回章文書の改正など、ECDIS の性能基準に係わる関連作業があることも考慮し早期に完成させるために必要最小限の改正に止めるよう示唆し、テクニカルワーキンググループ(TWG)で検討するよう指示した。

TWG では、この ECDIS 問題が今次会合の重要課題であることから、時間をかけて審議をしたが、なかなかまとまらないので、専門的な論議をするために Ad-hoc グループ(ノルウェイをまとめ役とする 22 名ほどが参加)を作って改正案をまとめて合意事項として TWG に提出することとなった。

Ad-hoc は、NAV52 の会期中、昼休み、コーヒブレイク、TWG 会議終了後、更に早朝を利用して、4 回の会合で改正性能基準案を作成した。

グループ会議では、ロシアが再度 NAV51 の提案と CG 内での主張に触れ、種々の機能(多くはオプション機能として実施されている)を新たに標準として織り込むべきであるとの主張を繰り返した。また、ECDIS の性能基準は大きく変える必要があるが、今はその段階ではないとのコメント(イタリア)や、今回の ECDIS の性能基準の見直しの際に、基準のモジュール概念を取り組むことが今後の INS/IBS や e-Navigation の取り組みに有効であると強調する意見(ドイツ)などがあった。これらが論旨の核となって賛否の論議が繰り返された。

状況としては、ここに参加している大部分の人たちは先にモナコで開催された CG 会議に参加した人たちであるが、CG の見解として NAV に提示した以上、NAV としての CG とは別の視点で異なる見解が出るのであれば価値があるが、CG を通しての論議の繰り返しの様相を呈している。ロシア提案は確かに ECDIS(RCDS モード)の運用上、有用で安全面でも効果があることは分かるが、望む利用者はすでに任意採用している付加機能であり、今、標準に取り込まなければならないことではないのではないか。と言った観点から離れた論議の応酬となっていた。筆者は、これらの論議の中で、“今、付加機能の性能に関しては、現在 INS や IBS の性能基準の見直しが行われており、さらに、近い将来 ECDIS に限らず単体機器の性能基準の見直しが必要になる時期が来るし、その頃には RCDS も不要になるかもしれない。周辺機器とのインターフェイスの問題もあり、本格的な改正には、ロシア提案の内容だけでは済まされない有効付加機能も考えられ、調整にはさらに時間を要することになる”ことを指摘し、議事の進行を

促した。

ちなみに、随所に出てくる“ロシアの発言”は、発言者がロシアの代表団の一員ではあるものの、国立海事学院の助教授としての持論のようなもので、当人は某ノルウェイの海図データメーカーのロシア代理店の役員も兼務している立場の人で専門家ではあるがこだわり過ぎの感を抱いた。

ECDIS 性能基準改正案の中で特に目新しい追加項目は、RCDS モードで使用する際の「Appropriate portfolio of up-to-date paper chart (適切な最新の紙海図集)」の定義で、適用範囲と定義に関して意見が分かれ、これも英文表現で種々の言い回しの提案が出され紛糾したため、さらに孫グループ(英国、オーストラリア、デンマーク)を作って原案を整理した。この結果 Appropriate portfolio of up-to-date paper chart (適切な最新の紙海図集)は APC の略語で、下記のような意味合いで定義された。

「APC は、地勢、水深、航行障害物、航行援助、図示された航路、及び航路判断の、全体的な航海環境に関する情報を航海者に提供できる程度の紙海図の一つの組合せを意味する。APC は、十分な針路予測ができる情報を備えなければならない。沿岸国は、この海図集の必要条件を満たす海図の詳細を提供し、そして、これらの詳細は、IHO によって維持される世界的なデータベースに含まれる。APC の内容を決定するとき、このデータベースに含まれる詳細が考慮されなければならない。」

また、CG が新たに追加条項として、測位装置からの位置データの信頼性の補填目的と、海図の測地系や投影法などと測位データによって生じる差異などを、推測航法による計算位置と比較して違いを把握するために、手入力の計測線 LOP (Line of position) の書き込みの可能性の要件で、その数を 6 個と規定していたことに対し、筆者はその数の根拠を質したところ、コーディネーターのノルウェ

イもはっきり判らず、ドイツからは、“確か、ロシアが提案した数字であった”との助言があり、議長がロシアに質したところ、ロシアは 6 個の理由は判らないが“Military の規程にあったから”との説明で、オランダはこの新規追加項目は削除すべきとの提案をした。しかし筆者は LOP の有用性については賛同できるので、これは良いが何故 6 なのかをはっきりさせたいとしたが、明確に示す者がいなかったため、結果として、この追加規定は採用するが、数字の文章部分は削除することとなったが、製造者には示唆的な数字であると考えられる。

ドイツが主張していた基準のモジュール構造の概念については、ECDIS の性能上変わることはないので取り入れることとなった。

もう一件、この ECDIS 改正案については、TWG で承認され、さらに NAV52 の本会議でも承認されたが、最終日の朝にロシアが、「ECDIS 関連のデータは常に正しく最新の状態でなければならず、SOLAS V/27 に従って記録すべき」とする印刷物を議場の一部に配布して新 SN/Circ.案として追加しようと提案した。突然の話なので各国も趣旨を理解するために会議を一時中断して検討したが真意がよくわからず、結局議長指示でオーストラリアをまとめ役とする臨時のドラフティンググループを設定(オーストラリア、日本など 9 カ国が参加)、別室で意見を整理して再度提案することになりワーキングペーパーの修正の形でまとめた。

この回章文書の内容は、「海図と測位装置との関連で、海図には測量時期の古いものもあり、また GNSS 航海をする場合に測地系の違いからの誤差も考えられるので、常に正確な情報を維持しておくように、またその方法の例も示して喚起する」趣旨のもので、2000 年 5 月に発行された、「海図上の測地系と位置の精度」に関する SN/Circ.213 に追加しようとするものである。

11 ECDIS で何が出来るか

これまでにベクター方式やラスタ方式の論議を紹介してきたが、“ECDIS を搭載した場合、何ができてどのくらい便利な物なのか”，は今までこの連載では触れてこなかった。

恐らく多くの読者は、ECDIS の性能基準を直接ご覧になる機会は少ないと思うので、改正性能基準の新旧比較よりも、今後この基準による ECDIS の搭載義務化が進んで普及されるものとして、どのような機能があるかを紹介しておくことにする。

電子海図は、いわゆるペーパーレスの一端ではあるが、船橋での航海当直で、いちいち

海図室に行かなくても手元のディスプレイで意図する海図が見られる便利さや、夜間航行中に一旦明るい海図テーブルで作業して船橋に戻り、目が暗視に慣れるまでに時間がかかる状況を回避できることや、紙海図の出し入れ操作、あるいはルーチンワークの改補作業が軽減される他、構造的には海図テーブルや引き出しが不要になるスペース上の利点も評価されている。

ECDIS は今後 INS/IBS の一端としてシステム化されて行くものと思われるが、機能は複合されて効果が上がるもので、言葉で書き出すのは不十分であることを承知の上で、表 2 のような項目を挙げる事ができる。

表 2 ECDIS の主な航行支援機能

基本海図表示機能		
基礎情報 常に表示されている内容	標準表示 航路計画中、航路監視中に 操作者の一操作で 呼出し表示できる内容	その他の情報 操作者の要求で個別に 呼出せる内容
<ul style="list-style-type: none"> - 海岸線（満潮時） - 自船の安全等深線 - 自船の安全等深線よりも浅い所にある水中孤立障害物 - 自船の安全等深線の安全水域内にある孤立障害物、橋、高架線など - 縮尺、範囲、方位矢印 - 深さと高さの単位 - 表示モード 	<ul style="list-style-type: none"> - ディスプレイベース - 干出岸線 - ブイ、ビーコン、航路標識、固定構造物 - フェアウェイ、運河などの境界 - 目視及びレーダーで見える地勢 - 航行禁止及び制限海域 - 海図縮尺境界 - 注意事項の表示 - 船とフェリーの航路 - 離島航路 	<ul style="list-style-type: none"> - 単独水深 - 海底ケーブル及び海底パイプライン - 全孤立障害物の詳細 - 航海標識の詳細 - 注意事項の内容 - ENC 編集日 - 直近の海図更新日 - 磁気偏差 - グラティクル（経緯線網） - 地名
基礎データ表示 海図の使用に際して 選択する基本条件	情報表示 海図情報の表示	計画設定 航路計画を立てる際に記入する 項目
<ul style="list-style-type: none"> - 海図の選択 - 縮尺変更 - 拡大縮小 - セルレベルの選択 - 範囲設定 	<ul style="list-style-type: none"> - 安全水深 - 安全等深線 - 水深の色分け - 浅瀬の強調 - 海図オブジェクト/ 海図記号情報選択 - 変針点情報 - 航海情報 	<ul style="list-style-type: none"> - 航路計画 - 変針点計画 - ETA 計画 - 大圏、航程線選択 - 航路計画編集 - ナブライン - 危険ライン - 危険ポイント

- 海員海中転落場所		
提示	警報	自動制御
海図を便利に使うために表示方法や指標の表示	航行安全のための自動警報・警告の内容	付帯する機能として自動航路保持機能（TCS）の活用
<ul style="list-style-type: none"> -海図の向き -海図記号選択 -地名・標識名選択 -緯線経線表示 -オーバースケール表示 -（測地系） -海図スクロール -海図と自船の関係表示（NU/TM/OC） -自船シンボル（大縮尺：船型，6mm 未満縮尺：記号） -船速ベクトル -船首線 -船幅線 	<ul style="list-style-type: none"> -ガードフレーム -走錨 -危険水深接近（対安全水深・安全等深線） -危険海域接近 -航路離脱 -変心点接近 -最終点接近 -センサ入力異常 -接続機器異常 -過高速/過低速 -危険旋回 -位置急変動（ジャンプ） -自己点検 -RADAR/RP -AIS -自動航行終了 	<ul style="list-style-type: none"> -トラックコントロールシステムの接続： ・計画船位の連続である計画航路上を自動保持する ・計画航路は海図上に変針点で結ぶ航路（レグ）として記入する ・レグは漸長線，大圏線などの選択が可能 ・変針点での動作（旋回角速度）を設定可能 ・変針点接近警報付き
監視	計測	重畳表示
自船の航行状態の監視の内容	物標や相手船の，位置，方位の計測ツール	水面上の物標を捉えた映像の海図上への重畳表示（RADAR，AIS などの接続）
<ul style="list-style-type: none"> -航路表示 -航路監視 -自動航行情報表示 -危険チェック 	<ul style="list-style-type: none"> -EBL 選択 -VRM 選択 -EBL/VRM 情報 -EBL オフセット -VRM 表示形式 -LOP 	<ul style="list-style-type: none"> -AIS 物標 -RP 物標 -RADAR 映像
記録	更新	その他
自船の航行に関する記録	海図の更新方法	海図データベースの装着
<ul style="list-style-type: none"> -航跡 -航海記録 -警報履歴記録 	<ul style="list-style-type: none"> -海図の改補（新旧表示） -手動改補 -半自動改補 -自動改補 	<ul style="list-style-type: none"> - C-Map - RNC - ECS データベース（特殊用途） など ENC がない場合の応用



図 1 : 海図表示例その 1

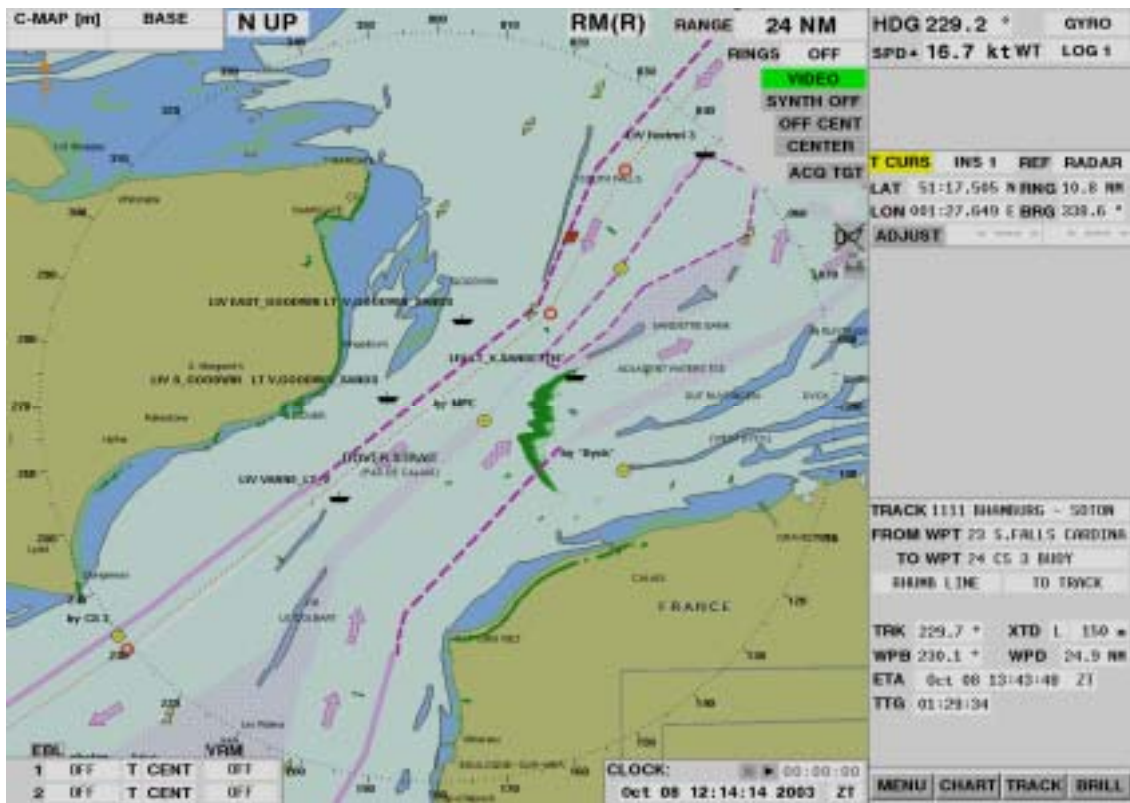


図 2 : 海図表示例その 2

12 ECS のその後

電子海図の分類に、ECS があることをこの連載の冒頭に紹介したが、これは概念として「ECDIS」以外のものとされているため、ECDIS の全てが決定しないと定義付けが難しい面があるが、ECDIS でもバックアップ機能の有無や RCDS あるいは民間の ENC 等価品を使用する物を ECS の範疇に入れる考えなど不確定要素があって、ECS Database の国際標準 (ISO19379) は実現したが、ハードウェアの定義も流動的で標準化は中断状態である。ECS のデータベースに関しては、民間の製造者証明 (図 3 参照) を発行している船級協会もあり、実用段階に入っている。

さらに、AIS (船舶自動識別装置) による各船舶から放送された船位情報を物標とする画面表示を、レーダー物標と併せて ECDIS 上に行なうことが効果的であることから、SOLAS 対象船以外の小型船舶用として導入される、クラス B と称される AIS の物標表示を、同様に電子海図上に行なえば効果的であることを考慮し、この表示器に ECS を活用する発想もあり、色々な立場の思惑が絡んで、小型機器ながら政策的な面の複雑な駆け引きが見え隠れしている状態で進捗がみられない。この結論の解説にはもう少々経過を見るために時間を頂きたい。


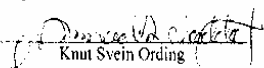

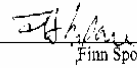
		
<h1>DET NORSKE VERITAS</h1>		
<h2>TYPE EXAMINATION CERTIFICATE</h2>		
<p>CERTIFICATE NO. A-9184 This Certificate consists of 2 pages</p>		
<p><i>This is to certify that the</i> Electronic Chart System (ECS) Database <i>with type designation(s)</i> CM-93/3</p>		
<p><i>Manufactured by</i> C-MAP, Norway AS EGRSUND, Norway</p>		
<p><i>is found to comply with</i> ISO 19379 "Ships and marine technology - ECS databases - Content, quality, updating and testing".</p>		
<p>For SOLAS convention craft the chart database may, depending on the Administration's acceptance, be used as an additional assistance in navigation in addition to official nautical charts issued or recognised by a hydrographic office. For non-SOLAS convention craft the chart database may be used in accordance with relevant national regulations.</p>		
<p><i>Place and date</i> Høvik, 2004-06-23 for DET NORSKE VERITAS AS</p> <p> Knut Svein Ording Head of Section</p>	 Local Office DNV Stavanger	<p><i>This Certificate is valid until</i> 2006-06-30</p> <p> Finn Spone Surveyor</p>
<p><small>Notice: This Certificate is subject to terms and conditions overleaf. Any significant change in design or construction may render this Certificate invalid. The validity date relates to the Type Examination Certificate and not to the approval of equipment/systems installed.</small></p>		
<p><small>If any part of this certificate or any part of the data contained herein is used for any purpose not intended by DET NORSKE VERITAS, the certificate shall not be valid. The certificate shall not be used for any purpose other than that for which it was issued. The certificate shall not be used for any purpose other than that for which it was issued. The certificate shall not be used for any purpose other than that for which it was issued.</small></p>		
DET NORSKE VERITAS AS	VERITAS/CMEN : 1322 HØVIK, NORWAY	TEL (+47) 07 57 99 00
Form No. 20.93a Issue December 2002		FAX (+47) 07 57 99 11
		Page 1 of 2

図 3 : ECS database 製造者承認証書例

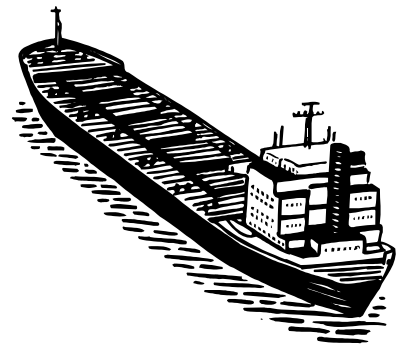
13 おわりに

「電子海図をめぐる国際的動向」と題して、国際的な論議の経過と審議状況を4回に亘って解説してきたが、ECDISの論議も大筋の見通しは立った段階まできて、あとは基準案や回章文書案の承認手続きと、搭載義務化の動向が大きな関心事として残されております。さらにECSの問題も残ってはいますが、これらはしばらく時間を置かないと本誌の季刊の連載の中で結論を紹介するところまでは行きそうもないので、いずれ明確な動きがあったら紹介する機会を得たいと考えております。

よって、一旦ここで連載を終了とさせて頂くこととして、本誌に執筆する機会を与えて頂き種々のご助言を頂いた編集委員の方々に御礼を申し上げたいと思います。

また、これまでに、種々国際会議への参加の機会を与えて頂いた、(財)日本船舶技術研究協会、あるいは(社)日本電子情報技術産業協会、ほか諸機関諸団体に御礼申し上げると共に、情報・資料などをご提供頂いた方々に紙上をお借りして、厚く御礼を申し上げます。

(おわり)



離岸流予報のための数値計算法

- 離岸流 その4 -

西 隆一郎*

前号までの概要

- 136号(目で見る離岸流) 1 まえがき 2 自然海岸で発生する離岸流
 3 現地海岸で見る離岸流 4 海岸構造物が原因で生じた離岸流
 5 離岸流の探査指針(私案) 6 あとがき
- 137号(海岸の安全利用) 1 まえがき 2 海浜事故データの解析
 3 離岸流による海浜事故の発生状況 4 離岸流に流されるとどうなるか 5 あとがき
- 138号(離岸流特性把握のための現地調査法) 1 まえがき 2 観測の心得 3 観測方法
 4 あとがき

1 まえがき

本号では、離岸流の数値計算法について説明する。ただし、読者諸氏の多くは沿岸域の流れについて詳しいが、数値予報に必要な流体力学に関しては必ずしも詳しくないとの前提の下に、可能な限り分かりやすく説明する。そのために、厳密性に欠けるきらいがあることをご了解頂きたい。

さて、河口付近での沖向き流れを除けば、離岸流はあくまでも波浪に起因した海浜流系の一部である。よって、離岸流の計算は、海浜流系の数値シミュレーションと基本的に同意語である。現在、海浜流に関する数値計算の最も良い専門書は、「海岸環境工学」(本間 仁監修/堀川清司編, 1985)であろう。したがって、個人で数値計算プログラムを作り、数値シミュレーションを行なう必要のある読者は、同書を読むことを勧める次第である。ただし、本論文では読者の分かりやすさを優先するために、従来の専門的な説明とは異なる切り口で、図1に示すような海岸で発生する離岸流の数値計算について説明する。

具体的には、次章以降で、沿岸域での平均水面と流れの発生概論、連続式に基づく離岸

流流速の算定法、海浜流数値計算の基礎式、そして、数値計算結果に関する説明を行なう。



図1 離岸流の発生し易い複合海底地形

2 波浪に起因した浅海域での水面勾配

浅海域の水表面はほぼ水平のような錯覚を持ちやすい。しかし、海岸に波浪が入射すると、Wave set-up と set-down という現象が生じる。これは、沖から波の砕波点に向かい平均水面が下がり、その後、砕波点から遡上点に向かい平均水面が持ち上がる現象である。例えば、ガラス張りの2次元水路で波形と平均水面形状が横から観察できれば、砕波点近傍の水面の下がり具合の目視判読は難しいが、遡上点での平均水面の上昇は比較的容易に観察できる。この遡上点付近での平均水位上昇量は、入射波高の約1割から3割と言われる。

*鹿兒島大学水産学部環境情報科学講座

つまり、親水活動を行なう浅海域では、水面が水平でない。そして、場所により平均水面の上昇量と下降量が異なり、その結果、局所的な水面勾配が形成され、平均水面が高い方から低い方へ平均流が形成するというのが、海浜流発生理論の主なポイントである。そこで、この平均水面に関し以下で検討する。

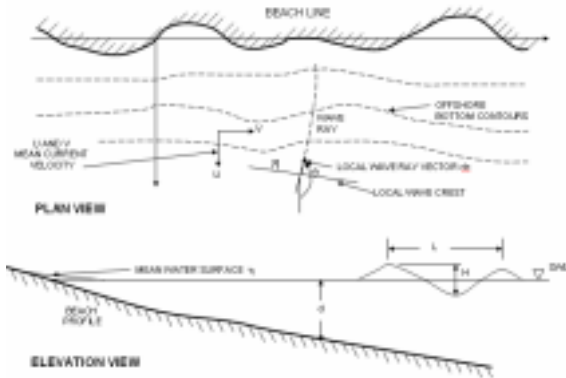


図2 海底地形の縦断形状と平面図

図2に示すような任意の縦断面形状および平面形状を持つ海岸での波の変形は、例えば、Dally (1992)や Dally et al. (1985)により誘導された式(1)で計算できる。

$$\frac{\partial}{\partial x}(F \cos \theta) + \frac{\partial}{\partial y}(F \sin \theta) = \frac{\kappa}{d}(F - F_s) \quad (1)$$

ここで、 F = 進行波のエネルギー・フラックス、 θ = 波の入射角、 x, y = 海岸線に対して垂直及び平行な座標軸、 κ = 経験的な減衰係数、 d = 静水深 h + 平均水位 η ；つまり全水深である。

説明を簡単にするために、海岸線に対して直角入射を仮定すると、式(1)の y 成分が消去される。そして、入射波のエネルギー・フラックス F と安定波のエネルギー・フラックス F_s は式(2)と(3)で表せる。

$$F = E \cdot C_g = \frac{1}{8} \rho g H^2 \sqrt{gh} \quad (2)$$

$$F_s = E_s C_{gs} = \frac{1}{8} \rho g H_s^2 \sqrt{gh} = \frac{1}{8} \rho g (\gamma d)^2 \sqrt{gh} \quad (3)$$

ここで、 E は波のエネルギー、 C_g は波の群速度

である。なお、安定波の波高 H_s は $H_s = \Gamma d \approx 0.4d$ とする。そして、平均水位 η の変化は式(4)により計算される。

$$\frac{\partial S_{xx}}{\partial x} = -\rho g d \frac{\partial \eta}{\partial x} \quad (4)$$

ここで、ラディエーションストレス S_{xx} は；

$$S_{xx} = E \left(\frac{2kh}{\sinh 2kh} + \frac{1}{2} \right) \quad (5)$$

また、 ρ = 海水の密度、 g = 重力加速度、 k = 波数 ($= 2\pi/L$: L は波速) である。

式(1)と(4)に基づいて、某海岸の200m離れた測線A、B上での波高分布と平均水位を計算した例を図3に示す。測線Aは離岸流の発生しやすい溜筋状の地形が、測線Bは浅瀬(砂州)が発達した地形である。測線Bでは浅瀬が発達し波が砕けやすいので、測線Aよりも早く波高が小さくなるのが分かる。測線Bでは、波が早く砕波し始めるために、平均水位が測線Aよりも砕波帯内でより早く上昇することが分かる。ただし、波の遡上端付近では測線の違いに関わらず約1mつまり沖波波高の約2.5割になっている。従って砕波体内では、測線B付近の平均水面が、測線Aの平均水面よりも高いので、測線Bから測線Aに向かい、平均的な流れ(沿岸流)が生じる。この平均的な流れで測線A付近に供給される水量が、測線Aの溝状地形(リップチャンネル)に沿って沖に流れるのを、離岸流(リップカレント)と呼んでいる。

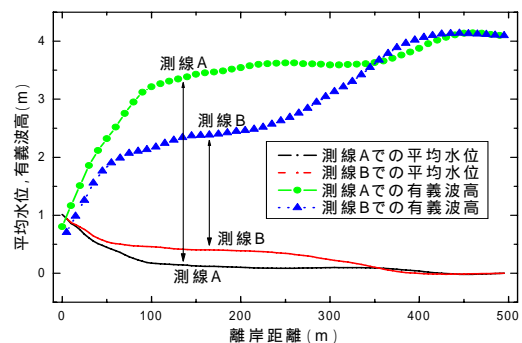


図3 砂州が発達した測線と溝状地形が発達した測線での波高・平均水位岸沖分布

3 離岸流流速の簡易推定

海浜流系を構成する沿岸流や離岸流は、数値計算により求める事が一般的である。しかし、沿岸流に関しては、式(6)および(7)のように平均流速を直接計算する公式がある。従って、入射波高、入射角、そして、水深に関する情報があれば、誰でも電卓を用いて容易に沿岸流速を計算できる。

$$V_{md} = 1.17\sqrt{gH_{rms,b}} \sin \alpha_b \cos \alpha_b \quad (6)$$

$$V = \frac{5\pi}{16} \frac{\tan \beta^*}{C_f} \gamma_b \sqrt{gd} \sin \alpha_b \cos \alpha_b \quad (7)$$

一方、離岸流に関しては、一般的に認知された平均流速公式が存在しない。よって、数値シミュレーションにより流速場を求め、流速の最大値や離岸流の幅などの特性を調べることになる。つまり離岸流に関しては数値計算抜きに予測はできない。しかし、それでは現場の救難関係者や一般市民が、離岸流の特性を理解し難い状況が継続することになるので、やや粗雑ながら、離岸流に対して連続式に基づき平均流速を求める簡易手法を図4に示すように提案する。

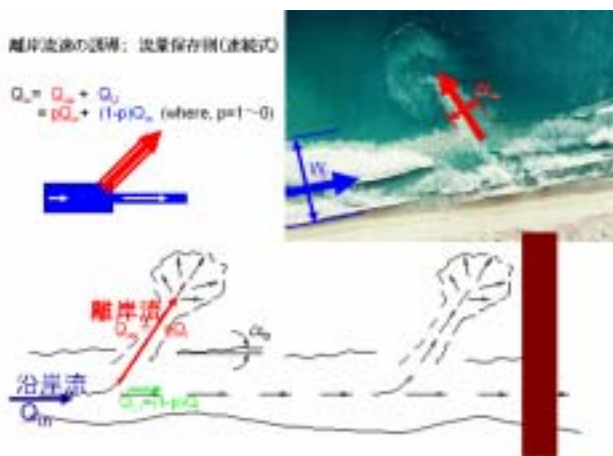


図4 離岸流速簡易推定のための模式図

図4に示す様に、沿岸流により水量(流れ)が離岸流へ供給されるという仮定を用いる。上手の沿岸流が供給する海水量は、次式で推定できる。

$$Q_{in} = V_l (\text{沿岸流速}) \times A_l (\text{沿岸流の断面積})$$

この全流量 Q_{in} が、下手側の離岸流と沿岸流に $p : (1.0 - p)$ の割合で分岐すると仮定すると、分岐後の離岸流流量 Q_{rip} は;

$$Q_{rip} = U (\text{離岸流速}) \times A_{rip} (\text{離岸流断面積})$$

また、

$$U = p V_l A_l / A_{rip} \quad Q_{rip} = p Q_{in}$$

であるので、汀線からの離岸距離 $x(m)$ における離岸流流速 $U(x)$ は、式(8)で求まる。

$$U(x) = (1/2)p(W_l/W_{rip})(V/x) \quad (8)$$

ただし、分配率 $p = 1.0 \sim 0.0$, W_l ; 沿岸流の幅, W_{rip} ; 離岸流の幅である。そして、右辺の最終項は $1/x$ が掛かかるために、離岸流内では離岸距離 x が増える程(沖に向かう程)、離岸流速度が低下する。したがって、離岸流に逆らわず浮いたままで沖(離岸流頭)に流されれば、次第に流速が低下し、沖合で沿岸方向に若干移動してから陸向きに泳げばよいと言うアドバイスを裏付けるものと言える。ここで、沿岸流速に前述した代表的な沿岸流速式を代入することにより、電卓などで簡単に計算できる離岸流の簡易推定式が誘導される。

$$\begin{aligned} U(x) &= \frac{1}{2} p \left(\frac{W_l}{W_{rip}} \right) \left(\frac{W_l}{x} \right) V \\ &= \frac{5\pi}{32} p \left(\frac{W_l}{W_{rip}} \right) \left(\frac{W_l}{x} \right) \frac{\tan \beta}{C_f} \gamma_b \sqrt{gd} \sin \alpha \cos \alpha \\ \text{or} & \quad (9) \\ &= \frac{1}{2} p \left(\frac{W_l}{W_{rip}} \right) \left(\frac{W_l}{x} \right) \cdot 1.17 \sqrt{gH_{rms,b}} \sin \alpha_b \cos \alpha_b \end{aligned}$$

このように、離岸流の流速は波高（波速）、入射角に依存し、周期にも若干依存する。ただし、海底が岩礁やさんご礁（ハードボトム）だと、ここで用いたような水深が沖に一様に増加する一様海浜の仮定が成立せず、別途検討が必要である。実際の離岸流では海底地形に応じて、離岸流の断面積（流積）が変化するために、リップチャンネルの幅が狭くなる場所で、流速が急に加速することもあるので、注意が必要である。なお、式（8）、（9）は、初学者が理解しやすいように、思考実験の範囲内で誘導したものであり、実際の適用には実データを用いた検証が必要である。

4 海浜流系の数値計算

学問的に、海浜流系の数値解析法はかなり成熟した状況にある。ここでは、だれでも理解しやすく、かつ、現在の数値解析の基礎となった Noda (1974) の理論について概略する。

4.1 海岸地形の数値モデリング

実海岸は、複雑な三次元性を持つ海底地形であり、通常行なわれるような 100m から 200m の測線間隔の沿岸測深では、複雑な微地形を再現できないことも多い。したがって、複雑な海底地形上での流れの一般的な特性を明らかにするために、海底地形の構成要素である平衡海浜断面 (Dean, R.G, 1977)、ビーチカスプ、沿岸砂州などの地形要素を数学的に再現し、流れの計算に適用する必要がある。

まず、岸沖方向の平均地形である平衡海浜断面形状は式（10）で求める。

$$d_1 = Ax^{2/3} \quad (10)$$

ここで、 A は形状パラメータで海浜底質粒径に依存する。また、沿岸砂州に関しては、断面形状が紡錘状の誤差関数に類似しているので、式（11）により計算する。

$$d_2 = b \exp\left[-(x-x_b)^2 / (x_b/2)^2\right] \quad (11)$$

ここで、 b = 沿岸砂州（バー）の高さ； x_b = バ

ーの離岸距離である。加えて、汀線（水際線）が波状に蛇行した凹凸地形（ビーチカスプ）が形成される場合も多いので、このような場合には式（12）で再現する。

$$d_3 = a(1-x/l_b) \sin \frac{2\pi}{\lambda}(y-\delta) \quad (12)$$

ここで、 a = 砂州の最大振幅； l_b = 碎波点位置； λ = 波状地形に導入する歪（非対称）の程度である。

最終的に岸沖方向の平衡海浜断面、沿岸砂州、そして、汀線付近のうねり地形（ビーチカスプ）それぞれの和として、三次元的な海底地形を再現すると、式（13）で示すようになる。

$$\begin{aligned} d(x, y) &= d_1(x) - d_2(x) + d_3(x, y) \\ &= Ax^{2/3} - b \exp\left[-(x-x_b)^2 / (x_b/2)^2\right] \\ &\quad + a(1-x/l_b) \sin \frac{2\pi}{\lambda}(y-\delta_1-\delta_2) \quad (13) \end{aligned}$$

実際の数値計算では、上式のような形で理想的な海底地形（水深）を、計算領域内の各格子点（差分式用の x - y 座標）上で求めて波と流れの計算を順次行なう。なお、実海岸では沿岸砂州も蛇行する場合があるので、蛇行砂州を再現するには d_3 項に類似した式を適用することも可能である。加えて、砂州が多段砂州の場合には、 d_2 項のバー頂部位置 (x_b) を変化させた上で複数項加えれば地形が模擬できる。

4.2 Noda の海浜流モデル

離岸流のように碎波帯付近で生じる水理現象は、これまでの研究成果によると、Longuet-Higgins and Stewart (1962) により導入されたラディエーションストレスと呼ばれる応力の概念を用いて説明される。ラディエーションストレスは波と流れが共存するとき、波の存在により流体内に生じる応力であり、沖からやってくる波について波高、波向き、周期が分かれば、浅海域の任意の地点におけるこの応力を計算することで、局所的な流れや平均水位の変化を計算できる。

ラディエーションストレスの概念を用いて、流体の連続式と運動方程式は以下ようになる。

[連続式]

$$\frac{\partial}{\partial x}[U(d+\eta)] + \frac{\partial}{\partial y}[V(d+\eta)] = 0 \quad (14)$$

[運動方程式]

$$g \frac{\partial \eta}{\partial x} - M_x + F_x = 0 \quad (15)$$

$$g \frac{\partial \eta}{\partial y} - M_y + F_y = 0 \quad (16)$$

ここに、 U, V ：水深方向に平均化された x, y 方向流速、 η ：静水面からの平均水位の変化量、 M_x, M_y ：ラディエーションストレス項、 F_x, F_y ：波と流れによる底面摩擦項である。また、ラディエーションストレス項自体は、次のように表される。

$$M_x = -\frac{1}{\rho(d+\eta)} \left[\frac{\partial S_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{xy}}{\partial y} \right] \quad (17)$$

$$M_y = -\frac{1}{\rho(d+\eta)} \left[\frac{\partial S_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial S_{yx}}{\partial x} \right] \quad (18)$$

それぞれのラディエーションストレスは；

$$S_{xx} = \frac{1}{16} \rho g H^2 [3 \cos^2 \theta + \sin^2 \theta] \quad (19)$$

$$S_{xy} = S_{yx} = \frac{1}{16} \rho g H^2 2E \sin^2 \theta \quad (20)$$

$$S_{yy} = \frac{1}{16} \rho g H^2 [3 \sin^2 \theta + \cos^2 \theta] \quad (21)$$

($E = \frac{1}{8} \rho g H^2$: 波のエネルギー密度)

このように式 (14) ~ (16) を数値的に解く事により、計算領域内の各格子点における波高・波向き・平均水位等が求まる。

4.3 Noda モデルによる数値計算例

簡単で理想的な計算条件として沿岸方向に

一様で、沖側に離岸距離の 2/3 乗で水深が増加する平衡海浜断面を持つ一様海浜上での海浜流の計算を、 $H_0 = 1.5\text{m}$, $T = 10.0\text{sec}$, $\theta = 10.0^\circ$ の沖波条件で行う。本海浜流モデルでは、ラディエーションストレスの空間的な分布（勾配）により流れの状況が決まる。よって、沿岸方向に地形が同一である平行海浜断面地形上では、当然ながら離岸流は生じず、図5に示すように沿岸流だけが発生する。本計算では急な波高変化が生じる砕波点付近で約 0.75m/sec の沿岸流が発生している。一方、このような沿岸方向に一様な地形でも、突堤や導流堤などのように沿岸流を遮りその向きを沖に変える海岸構造物があれば構造物沿いに強い離岸流が発生することになる。

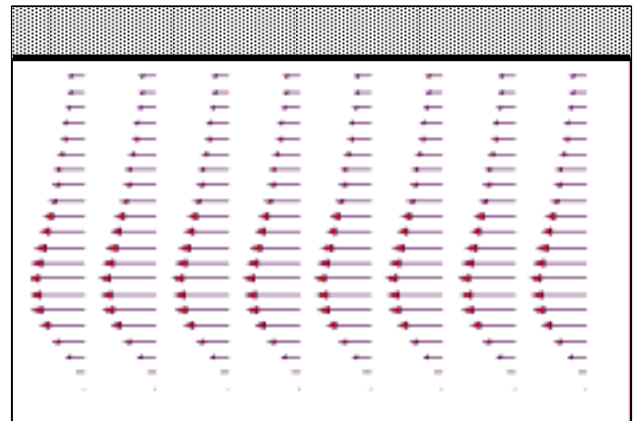


図5 平衡海浜断面上での海浜流の計算結果

次いで、沿岸砂州および汀線形状に三次元的な複雑さを導入した地形で、流れの計算を行なった。入射波の条件は、前ケ - スよりも波高を小さくし $H_0 = 0.5\text{m}$, $T = 10.0 \text{ sec}$, $\theta = 10.0^\circ$ の沖波条件である。

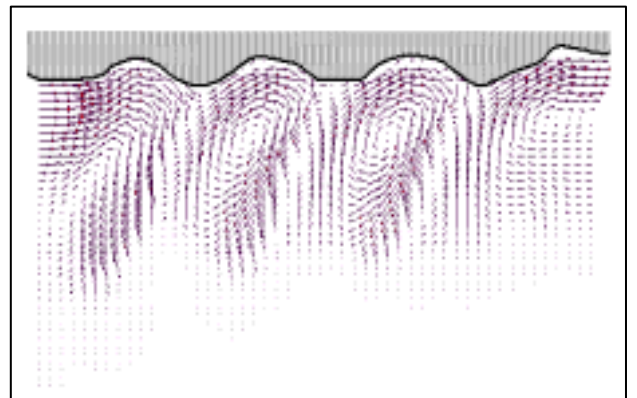


図6 三次元海浜での離岸流発生状況

汀線近傍および砕波点近傍の地形が複雑なため波高分布が沿岸方向に不均一になり、結果として沿岸方向と岸沖方向の局所流れが発生する。本ケースでは、前ケースと異なり、海浜流が地形の影響を受けて、砕波帯内を突き抜ける地形性の離岸流が発生している。これらのことから、一般に窪地や州と言われる地形の三次元性が離岸流の発生を助長することが分かる。

4.4 放物型方程式モデル

海浜流系の実務的な数値計算では、放物型と言われる基礎方程式を解いて、波と流れの数値計算を行なうことが現在の主流と言える。ただし、紙面の都合上基礎方程式の説明は割愛するが、放物型の数値モデルを用いて、図7に示すような三次元性海底地形上で海浜流を計算してみる。

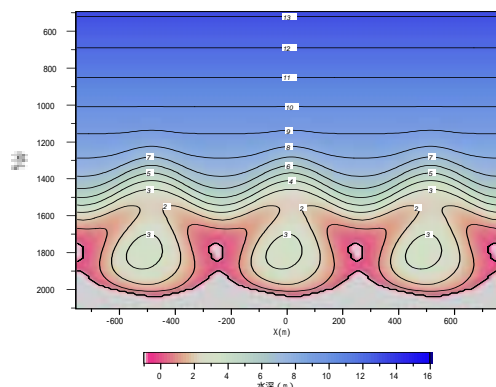


図7 数値計算に用いる砂浜海底地形

波浪条件としては、直角入射と、 10° の斜め入射角の場合、そして、入射波高が1.5mと0.5mの場合の計算結果を図示する。図8には、海水浴等の海域利用にはやや高めの波高1.5mの沖波が直角入射した場合、そして、図9には同じ波高で 10° の斜め入射角の場合を示す。直角入射の場合には地形が左右対称なために、海浜流の流況が左右対称である。ところが、斜め入射の場合には、沿岸砂州が入射波の向きに沿っているか直交しているかで、流れが強い箇所と比較的に弱い場所が交

互に表れる。

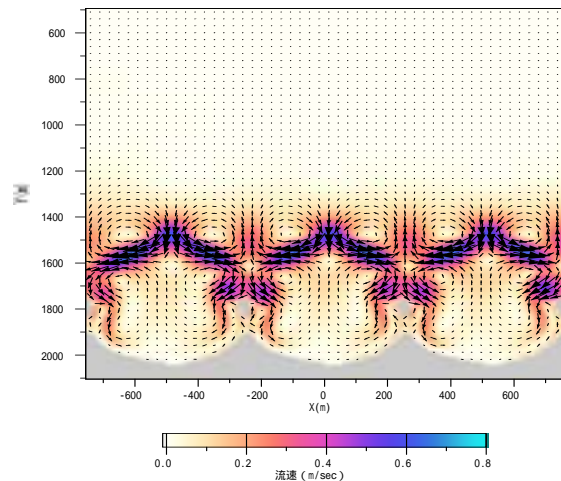


図8 流向流速分布(ケース1: $H_o=1.5m$, $T=8.0sec$, 規則波, $\theta=0^\circ$)

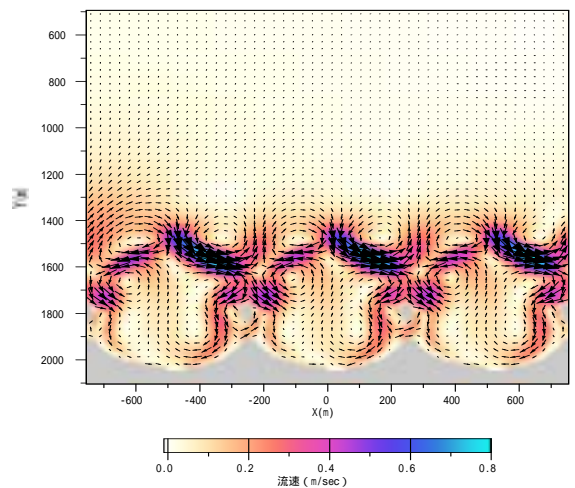


図9 流向分布(ケース3: $H_o=1.5m$, $T=8.0sec$, 規則波, $\theta=10^\circ$)

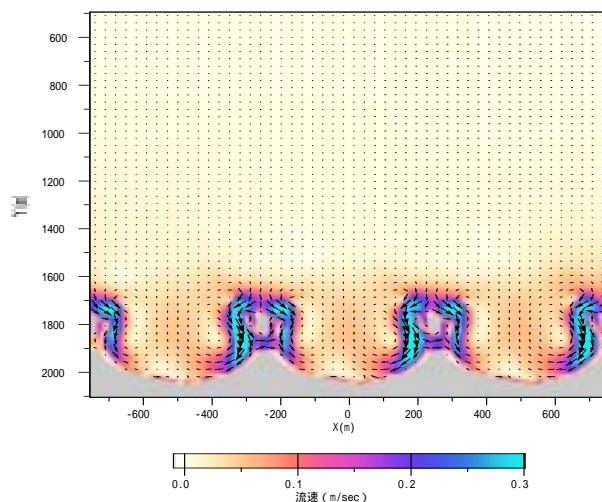


図10 流向・流速分布(ケース4: $H_o=0.5m$, $T=5.0sec$, 規則波, $\theta=10^\circ$)

入射波高が 0.5m と海水浴などの海域利用上は問題なく感じる場合では、汀線近傍の地形により対応した海浜流が形成されている（図 10 参照）。つまり、入射波が大きいと沖側の沿岸砂州付近で波が砕波するために砂州付近で強い流れが生じやすい。一方、波高が小さいと汀線近傍で強い流れが生じやすいことを意味している。

4.5 可視化製品モデル (SMS)

個人で数値計算プログラムを記述しなくても、浅海域の流れの計算が可能で、かつ計算結果の可視化も行える一見便利なソフトウェアが市販されている。そのような専門ソフトウェアの一例として、米国ミシシッピ州にある陸軍海岸・水理研究所で開発中の Surface Water Modeling System (SMS) による数値計算結果の一例を、図 11 に示す。

これら数値シミュレーション用ソフトは、ハイテクモデルであるために、利用者自身も波浪や流れの基本を知り、かつ、数値計算上の初期条件や境界条件に高精度かつ高密度のデータも必要である。ハイテクモデルを使いこなすには、ハイテクなデータと、ハイテクモデルを使いこなせるハイテク技術者が必要なことに注意が必要である。

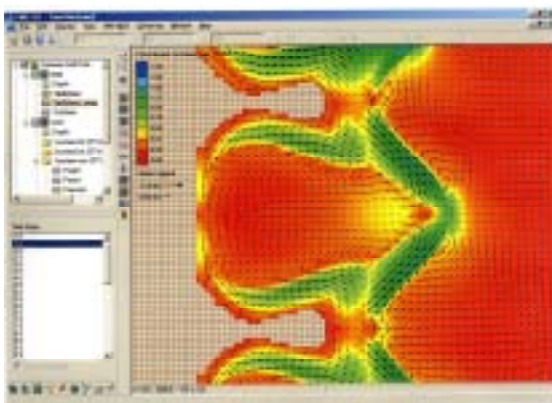


図 11 市販のハイテクモデル (SMS) による流れの計算例

4 あとがき

本論文では、数値計算法を厳密に説明する

よりも、海浜流（離岸流）の計算法に関して全体的な流れを分かりやすく説明し、そして、離岸流特性を説明するのに利用できる離岸流簡易公式を誘導することを目的とした。そのために、専門的な見地からはやや粗雑な記述が残ってしまった。筆者の知識・経験不足であり、読者の批判を仰ぐ次第である。

(つづく)

参考文献

- Noda, E.K., C. J. Sonu, V. C. Rupert, and J. I. Collins (1974): Nearshore circulations under sea breeze conditions and wave-current interactions in the surf zone, Tetra Tech No. TC-149-4, 205 p.
- Dally, W. R., Dean, R. G., and Dalrymple, R. A., 1985: A model for breaker decay on beaches, Proc. 19th International Conference on Coastal Engineering, ASCE, pp.82-98.
- Dally, W.R., 1992: Random breaking waves: field verification of a wave-by-wave algorithm for engineering application, Coastal Engineering 16, pp. 369-397.
- Dean, R. G, 1977: Equilibrium beach profiles: U.S. Atlantic and Gulf Coasts, Dept. of Civil Eng., U. of Delaware, Newark, DE.
- Longuet-Higgins, M.S. and R.W. Stewart (1962): Radiation stress and mass transport in gravity waves, with application to "surf beat", J. of Fluid Mechanics, Vol. 13, pp. 481-504.
- Surface Water Modeling System (SMS)
<http://chl.erdc.usace.army.mil/chl.aspx?p=s&a=Software!4>
- 本間 仁監修/堀川清司編, 1985: 海岸環境工学, 582p. 東京大学出版会

米国ニューハンプシャー大学留学体験記

～ 日本財団 / GEBCO 研修プログラム ～

- その 2 -

森下 泰成*

前号までの概要

1 3 6 号	1 はじめに	2 研修プロジェクトの設立とその背景	3 第一期 GEBCO 研修生
	4 CCOM/JHC について	5 研修カリキュラム	6 大学での授業

7 学生生活

ここで、ニューハンプシャー大学(以下、UNH)での生活についてご紹介したい。大学のあるダーラムは人口 12,000 人の小さな町である。キャンパス内だけでも 6,000 人を超える学生や職員が住んでいるので、大学関係者を除いた住民の数は町の全人口の 1/3 ぐらいであろうか。キャンパスを東西に横断する「メインストリート」がある。大学のメインストリートだと思っていたら、実は町のメインストリートだということを知って愕然とした。このメインストリートには、いくつかのレストランやバー、日用雑貨屋などの店があるが、大学が長期休暇になるとこれらのお店も閉まってしまう。しかし、自分は緑に囲まれ、景色の美しいこの地が大変気に入った。

大学のキャンパス内には 20 を超える学生寮があり(世帯用のアパートも 1 つある。)、キャンパス内の建物の半数を占める。学生の総数 14,400 人(学部 11,400 人、院生 3,000 人)の約半数がキャンパス内に住んでいる。このキャンパスの住人のお腹を満たすのは昔から大学の重要課題であった。数年前、学内には大きな学生食堂が完成し、平日、休日を問わず、朝 7 時から夜 9 時半まで開いている。

我々研修生は、家族同伴の 1 名を除く 6 名が、学内唯一の院生用の学生寮(定員 180 名)に入居した。全て個室で、備え付けのデスク、クロ

ーゼット、ベッド分を除くと残りの面積が 3 畳程度と広くはない。シャワー、トイレ、キッチン各フロアで共同である。部屋の狭さには某独身寮で経験済みで余り気にならなかった。ただ、縦長の細い窓が 1 つあるのみで、部屋全体が陰湿な感じがするため、学生達はみな「監獄」と呼んでいた。この地方は田舎であるが、土地や建物の値段が高く、現在も上昇している。そういった事情が寮費にも反映されていて、筆者の在籍時は 1 ヶ月 530 ドル程度だったが、本年秋からは 645 ドルになった。

さすがアメリカだなと思ったのは、学生証が磁気カードとなっていて、そこにお金をチャージできることだった。学内のお店はもちろん、学外のスーパーなどでチャージ金を使って買い物ができる。学生証さえあれば、お金を持ち歩く必要がない。最近では日本でも同様のシステムを実施している大学があるかも知れないが、筆者にとっては驚きであった。

大学では、受講する授業の登録から、奨学金の受取り、寮費や電話代の支払い、出入寮手続きなど、様々な学内の手続きがある。その多くはオンラインで行えるのであるが、GEBCO 研修は正規課程ではないためか、直接所掌する事務所を訪問する必要があった。初めのうちは大学の事務職員も当プログラムを把握しておらず、説明に苦労したが、次第に認知されてきて、冬頃になると、「ああ、また君達か。」という感じになってくる。寮内でも、「Ocean Mapping」という語が通用するようになってきた。学内では

*海上保安庁海洋情報部大陸棚調査官

我々外国人7人組は特異な存在だったようだ。

そんな我々を地元のニューハンプシャー公共放送が取り上げた。欧米を除く、世界の7カ国からの留学生が海底地形調査と地形図編集を学ぶというユニークなプログラムが始まったということで、秋から複数回に渡って取材を受けた。折しも、その年の12月末にスマトラ地震津波災害が発生したため、年明け1月に再度、津波と海底地形の関連で取材を受けた。取材の内容は10分ほどのトピックスとして放映された。海底地形情報の重要性が視聴者に明確に伝わる内容となったのではないと思う。なお、放送のビデオは次のURLで見ることができる(<http://www.ccom.unh.edu/gebco.htm>)。

ニューハンプシャーの冬は非常に寒い。ダーラムはちょうど北海道の札幌と同じくらいの緯度にある。雪は少ないが、大西洋沿岸をカナダ方面から南に流れるラブラドル海流の影響を受け、非常に寒い。愛知の平野部で育った筆者にとって、ひと冬を通して北国に住むのは初めての経験であり、毎日どのくらい寒くなるかとワクワクしながら、気温をチェックしていた。真冬は-25がその冬の最低気温であった。3月になってようやく日中の気温がプラスになっただけで、暖かく感じるから不思議である。地元の人に聞くと、2004-2005年の冬の降雪量は例年より多い方だったらしい。累積で2mは積もっただろうか。学内の除雪対応は迅速である。キャンパス内に雪が積もり始めると、夜昼関係なく除雪車が出動し、キャンパス内の車道、歩道及び駐車場を除雪していく。車で通勤・通学する大学関係者が多いためだ。大学では、除雪費用として年間10万ドル(6万5千ドル:人件費, 3万5千ドル:融雪剤, 砂, 除雪車燃料費)を用意している。それがその年の冬はやや足りなくなっただけだ。

8 夏期水路測量実習

さて、研修に話を戻そう。後期授業が終わった5月後半から約1ヶ月間、夏期水路測量実習



写真1 夏期測量実習参加学生とスタッフ



写真2 船首に取り付けられた EM3000D ソナーヘッド

があった。研修生を含む11名の学生が2班に分かれ、ポーツマス沖大西洋の小島周りのマルチビーム測量(NOAAからの委託)、Hampton港におけるシングルビームとサイドスキャンを使った堆積物の移動調査(US Army Corp. Engineeringからの委託)を交代で実施する。実習は、学生達には調査範囲と使用する調査機器が与えられるのみで、調査に必要なデータ(各機器の仕様、潮位データ、水深基準面情報など)の入手から、調査計画の立案、機器の艀装やオフセットの測定、実際の測量作業に至るまで、基本的に学生主導で行われた。

マルチビーム測量では、Kongsberg Simrad EM3000Dという最新型浅海用マルチビームシステムを使用した。これはソナーヘッドを2つ用いており、254×2本の音響ビームを出すことができる。これを大学の測量艇の船首部に設置し

た。(写真2)。取得した水深データを CARIS HIPS&SIPS で処理した。調査範囲全域でサブメートルサイズの水深グリッドを補間することなく作成することができた。測量成果は最終的に NOAA の海図に採用されることになっているため、調査の精度や報告様式などは NOAA の「NOS Hydrographic Surveys Specifications and Deliverables」という指針に従う必要があった。また、測量中及び測量後のデータ処理の際に、測深データ、音速度データなどのファイルが作成されるが、その都度メタデータファイルを作成した。筆者以外の研修生にとっては、今回がマルチビーム測深機を使う初めての機会ということもあって、非常に熱心であった。筆者自身も浅海域でのマルチビームを使った測量は初めてで、いい経験であった。

9 他機関訪問研修

夏期野外実習修了後、各研修生は予算の範囲内で希望する海洋研究機関を訪問し、2～3週間、任意のテーマで実習を行う。新しいことを学ぶことは勿論であるが、人脈をさらに広げることがその大きな目的である。筆者は7月後半に英国のサザンプトン国立海洋センター（National Oceanography Centre, Southampton; 以下、NOCS）で2週間実習を行い、更に英国水路局を1日訪問した。

サザンプトンは、英国南部の人口22万人の港湾都市で、中世の昔から貿易港として栄えた。タイタニック号が悲劇の処女航海に出発した港としても知られている。第二次世界大戦ではドイツ軍の激しい空爆で大被害を被り、中世の街の佇まいはほとんど失われてしまっている。NOCSは、タイタニック号が停泊していた岸壁のすぐ側にある。

NOCSは、英国貿易産業省下の7つの研究会議（UK Research Councils）の1つ、自然環境研究会議（Natural Environment Research Council）とサザンプトン大学による、海洋科学に関する統合教育・研究組織である。この点



写真3 サザンプトン国立海洋センター

において、NOAAとUNHによるCCOM/JHCと似ているが、NOCSは、水路学だけでなく、海洋科学全般を扱っており、約450名の教育・研究スタッフ、600名以上の学部及び大学院学生が在籍する海洋研究の一大拠点となっている。

筆者の2週間における訪問実習の内容は、GEBCOの事務局を務めるフィットマーシュ名誉教授がアレンジしてくれた。第1週目は前GEBCO水深編修官のハンター氏と共にスコットランド西方の大陸棚域の水深データの編集作業を行った。作成する海底地形図は、英国貿易産業省が進めているStrategic Environment Assessmentという英国の大陸棚域における油田・ガス田開発を想定した環境アセスメントプロジェクトの基礎図となるものである。筆者は、当該海域に関して米国NGDCから水深データ入手し、その中で信頼度の低いデータを取り除く作業を行った。

第2週目は、NOCSのUNCLOSグループ長であり、国際海底機構の法律・技術委員会の委員でもあるパーソン博士の指導の下、東太平洋のクラリオン-クリパートン断裂帯付近の既存の水深データの評価を行った。

両断裂帯に挟まれた海底は、大量かつ良質のマンガン団塊を産出することで知られておりマンガン団塊ベルトと呼ばれている。この海域には、日本の深海資源開発をはじめとする世界の7つの登録先行投資者が、国際海底機構との間でマンガン団塊の探査契約を締結した鉱区がある。現在、国際海底機構は、本海域のマンガン団塊形成に関する地質学的モデルを構築するプロジェクトを進めている。その基礎資料

となる海底地形モデルの構築を NOCS のパーソン博士のグループが担当しており、筆者の作業は、海底地形モデル構築の第一段階として、入手可能な既存の水深データの存在量とその精度を評価するというものであった。具体的には、NGDC などのデータ保有機関から水深データを入手し、その調査年代別に空間分布を把握した。その後、GMT を使って、調査測線の交点における水深差の分析を実施し、信頼性の低い航海データを抽出した。なお、登録先行投資者が機構との間で探査契約をしている鉱区については、各登録先行投資者による詳細な地形データが国際海底機構に提出され次第、これらのデータも使用して最終的な地形モデルが構築されることになっている。

本作業の中で、NGDC が保有する航海データには問題を含んだものが多く含まれていることが判った。明らかなエラー水深や経緯度を持つデータが含まれているのはもちろんであるが、全く同一の水深データを実施時期の異なる複数の航海データとして登録し、登録航海数を水増ししていたり（ロシア）、異なる複数の機関から全く同一の航海データが提出されていたり（米国の海軍と NIMA）、1つの航海中で水深データが時系列順に並んでいない（米国 NIMA）などの驚くような事例があった。

英国滞在の最終日、英国水路局を訪問した。英国水路局は以前から一度訪れてみたいと思っていた。英国水路局のあるトントン（Taunton）へはサザンプトンからは列車では片道約2時間半で行くことができる。

トントン（Taunton）は、英国南西部の内陸の小都市である。英国水路局は元々ロンドンの近くにあったが、第二次世界大戦の戦火を避けるためにトントンに移ってきたとのことだった。

英国水路局が発行する海図は3,000版を超える。全世界を15の海域（英国本土付近は3つの海域）に分けて編集作業を行っている。海図部門の職員は100人程度で、このうち80名位

が編集実務に当たっている。1枚の海図の編集にはデータ量にも依るがおよそ2～3ヶ月を要するとのことだった。英国本土の周囲には依然として鉛測水深がかなり存在しており、優先度の高い海域からマルチビームの測量が計画されている。英国水路局の組織自体に測量部隊はなく、QC 済みのデータが海軍や港湾当局から送られてくる。港湾当局は港湾内での航行安全および港湾機能維持（水深の維持）のために、測量を行い、データを英国水路局に提出することによって、海図の最新化を図っている。驚いたことに、港湾当局は、政府（国・地方）ではなく、民間会社であった。大きな港湾では自らの測量チームを組織している。そうでない港湾は測量会社に測量を委託している。

海洋環境情報センターでは、世界各地の海洋生物（特に哺乳類）、海洋物理データ（水温、塩分、クロロフィル、海潮流、潮位）、気象データを収集・保管している。哺乳類に関しては海軍が使用するソナーの影響を調査している。海洋及び気象データは、海軍のオペレーションの基礎情報として活用される。環境といっても油流出対応などは海事沿岸警備庁（Maritime and Coastguard Agency）が責任を負っているとのことだった。

アーカイブセンターという資料館の役割を持った組織がある。ここには世界的にも大変貴重な資料が保管されている。一般人も二週間前に申請をすれば、資料の閲覧が可能である。米国独立戦争時の植民地軍と英国軍の陣配置図、牛革を使用した17C中世スペイン帝国のカリブ海付近の海図、ジェームズ・クックによるニュージーランドの海図、最初のオーストラリアの正確な海岸線の地図（1804年、この図のタイトル「Terra Australis」（南の土地の意味）が後のオーストラリアの地名になった。）などの歴史的資料を閲覧することができた。アーカイブセンターには、長い年月の間にボロボロになった資料を補修するための補修室（Conservation Laboratory）がある。資料には、裏に台紙を貼

って補強し、破れた資料片を繋ぎ併せるなどの処理が施される。資料によってはラミネートコーティング処理も行われている。補強用の台紙には、日本の障子紙、和紙? (「Kosu-shi」と表記されていた) が最も良いらしい。西洋パルプは年月と共に変色してボロボロになるため、不向きとのことであった。資料を台紙に貼るための糊も米または小麦スターチを用いている。

最後に、お願いをして、巨大な印刷システムも見学させてもらった。

10 外洋調査航海実習

GEBCO 研修生は研究所訪問の他、希望する海洋調査航海に参加することができる。筆者は英国を訪問したその足で、アラスカ州コディアック島に渡り、UNH が実施するアラスカ湾東部の大陸棚調査に参加した。筆者は、全体として2ヶ月の調査のうちの後半1ヶ月間(2005年7月31日~9月1日)である。前半の調査には研修生3名が、後半には筆者を含む2名が参加した。

UNHのメイヤー教授らのグループは、NOAAの委託により、米国周辺海域の既存の水深データ及び堆積岩厚のデータを精査した結果、8つの海域で大陸棚が200海里を超えて延びる可能性のあることを指摘し、各海域についてマルチビームによる詳細な海底地形調査が必要な区域と所要経費を見積もった(Mayer et al., 2002)¹。この調査資料に基づき、2003年以降、メイヤー教授らのグループはNOAAの委託を受けて、海底地形調査を実施しており、このアラスカ湾の調査もその一つである。

今回の調査の目的は、マルチビーム測深によって、大陸斜面脚部及び2500m等深線を決めるために必要な詳細な海底地形データを得ることである。調査には、ハワイ大学のR/V Kilo Moanaがチャーターされた。本船は、船のローリングを抑え、マルチビームデータの精度を確保するために、双胴船構造を採用している。

1 http://www.ccom.unh.edu/unclos/reports_pdf/CCOM_JHC_REP.pdf

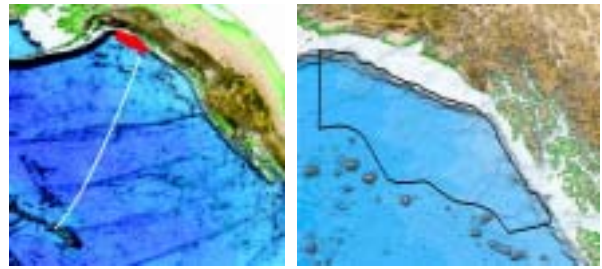


図1 調査海域とハワイ - アラスカ間航跡(左) 調査海域の海底地形(右)(Gardner & Mayer, 2005より)

Kongsberg Simrad EM120 (12kHz) と EM1002 (90kHz) の2つのマルチビームシステムを船底装備しており、実際の調査ではEM120を主に使用した。一般にKongsbergのマルチビームシステムは、海底におけるフットプリントが均質に分布するように、リアルタイムに船の動揺(ヨー、ピッチ、ロール)を補正したビームを照射することができる。また、(平坦な)海底におけるフットプリントの間隔が等距離になるモードがある。我々は1つの測線が終了する毎に水深データをCARIS HIPS & SIPSで処理した。調査終了時にはエラー水深の除去が完了したデータセットが完成した。

調査海域は、北米プレートと太平洋プレートの横ずれ境界に位置している。大陸斜面は、この横ずれ断層の断層崖になっているため、急傾斜でその幅が狭い。それでも、背後にある6,000m級の山々からの大量の堆積物がタービダイトによって陸棚や斜面を経て、アラスカ深海平原にもたらされ、厚い堆積層を形成している。メイヤー教授によれば、本海域の大陸棚延伸については、堆積岩厚のデータが鍵となること、そして第三次国連海洋法条約会議最終議定書附属書、通称「ベンガル条項」の適用が必要だろうとのことだった。

調査の詳細な航海報告及びデータは、調査終了から約1ヶ月半後にUNHのWEBサイトで公開された²。調査で明らかになった海底地形は大

2 http://www.ccom.unh.edu/unclos/reports_pdf/cruise_report_KM0514.pdf

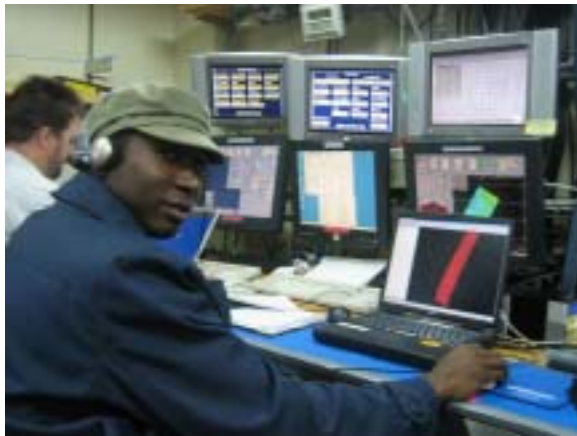


写真4 CarisHIPSで水深データを処理するAbu(ナイジェリア)

変興味深いものであったが、それ以上に調査中に発生した機器トラブルとその際の UNH グループやハワイ大の技術スタッフの対応は大変勉強になった。例えば、マルチビーム測深機への表層音波探査装置の干渉、モーションセンサーのドリフトなどである。詳細は航海報告に譲る。こうして、アラスカ湾での調査を終え、1週間をかけてハワイ・ホノルルに帰港し、航海が終了した。同時に筆者の1年に及ぶ米国での研修も終わりを迎えた。

11 その後

拙文のタイトルは留学体験記としているが、その後の出来事にも触れておきたい。GEBCO 研修プログラムは、その目的として、知識・技術の修得はもちろんであるが、それ以上に国際的な人脈作りを重要視している。帰国してから如何に仲間との繋がりを維持、発展させていくか、更には GEBCO の活動にどう関わっていくかが重要なポイントである。

本年6月、ドイツ北西部の港湾都市ブレーメルハーフェンにおいて、GEBCO の会議が約10日間に亘って行われた。この会議に我々 GEBCO 研修1期生のうち4名が招聘された。会議では、GEBCO の活動を担っているメンバーと交流でき、また、GEBCO の直面する組織的な問題、GEBCO の新しい水深データセット作成に向けての課

題などを知ることができ、非常に有益であった。同期の仲間とは1年ぶりの再会を喜び合った。いろいろ話を聞くと、母国では帰国した研修生に対する期待が大きいようだ。インドの研修生は、所属する国立海洋研究所に新たに設置される水深測量部門の設立プロジェクトを任されているとのことだった。帰国したら有名人になっていたという仲間もいた。本プログラムが注目されている現れであろう。

期を越えた研修生間の交流も重要である。これまでの研修生の総数は、現在 UNH で学んでいる3期生6名までで計18名になった。幸い、1年間の研修が終了するよりも若干早く次期の研修が開始されるため、1年目の研修生の多くが2年目の研修生と会うことができた。本年8月、2期生も3期生と共に過ごす機会を持つことができたという。また、本年8月末から約10日間、インドネシア出身の2期生が研修カリキュラムの一環で海洋情報部を訪れ、水深データ編修の実習を行った。平日、休日を共に過ごし、期を越えた「仲間」となることができたと思う。

12 終わりに

研修から帰国して、早くも1年が過ぎてしまった。今思い返すとまるで夢うつつの出来事のような感じすらする。自分自身、初めての外国長期滞在中で様々なことを学んだし、お粗末な英語も少しばかり上達した。それよりも、外国に気心の知れた仲間を持てたことが何よりもうれしく、大切に思う。我々研修修了生に期待されている役割は大きいけれども、将来、研修生間のネットワークを役立てられるよう大切にしていきたい。

最後に、このような素晴らしい留学の機会を与えて下さった方々に感謝して終わりとしたい。

平成 17 年度水路技術奨励賞（第 20 回）

- 業績紹介 その 2 -

去る平成 18 年 3 月 17 日に同賞の表彰式があり，3 件 12 名の方々が授与されました（「水路」第 137 号で紹介）。前号に引き続き業績内容をご紹介します。

高信頼度の音響切り離し / 自己浮上式海底地震計の開発

松原忠泰*

1 国内におけるデジタル海底地震計の開発

国内に於ける最初の自己浮上式海底地震計の記録装置はアナログ式カセットを用いたもの（笠原他，1979）であったが，その後 1984 年当時としては最初の大容量デジタル海底地震計が開発された（Kasahara et al., 1985）。この海底地震計はいくつかの斬新的な設計を用いて開発された。A/D 変換器は 12 ビットが用いられ，記憶できるデータ容量を多くするため当時としては最新の音声合成 IC が用いられた（Kanjo et al., 1984, Kasahara et al., 1985）。記録媒質にはコンピュータのデータバックアップに用いられていたカートリッジ式ストリーミング装置が用いられた。

その後，記憶媒質の飛躍的な進歩により大容量化が図られた。320MB 容量の MO ディスクが採用され，ほぼ現在のデジタル海底地震計とおなじような機能になった（笠原他，1995）。また，地震波をとらえるためハイドロフォンもつけられた（DOBSH）。その後，24 ビット A/D 変換の採用とより大容量の 1GBMO ディスクを用いることにより機能的にはほぼ現在のものに近いデジタル海底地震計ができあがった（笠原他，1997）。

本論文では，その後の改良を含め，現在 海上

保安庁 海洋情報部殿で使用している 大陸棚画定調査屈折波探査用 自己浮上式海底地震計（OBSh : Ocean Bottom Seismometer and Hydrophone）について紹介する。

2 本装置開発の目標

本装置の開発の主眼としては下記の要目が挙げられる。

一時の観測で数百台もの OBSh を使用するため 従来以上に出来るだけ軽量 ,コンパクトに纏める。

回収の都度 OBSh を分解する等の手間の掛かるような運用法を避け ある程度使い回し出来る様にし ,長時間の運用を可能にする。従来 95%程度とされていた回収率を大幅に向上する。

5000m 以上の水深下で安定に使用する為音響トランスポンダの性能を向上する。

短期間で多数製造可能な構造にする。

回収後の OBSh を分解せずに 簡単高速で記録データを読み取りパソコンに転送可能にする。

3 全体構成

本システムは主に 船上より自由落下方式により海底に着底させ 地震波データを高精度長期間に亘って記録する海底地震計と，それを支援する船上機器で構成される。

* 株式会社 東京測振 技術課 課長

海底地震計は 外径 17 インチの 6000m耐圧ガラス球 (Benthos 社製) 体内に 3 成分地震計, 4CH 入力データ収録装置, これらを駆動するリチウム電池, 音響切離装置電子部(トランスポンダ), トランスポンダ用電池ユニット, ガラス球内の機密性をモニターするための簡易気圧計(高度計)が内蔵されており ガラス球は保護材であるハードハットに収納され重錘の取り付けられた専用架台に載せられる。ハードハットには ハイドロフォンセンサー, トランスポンダ用音響トランスデューサ, 重錘切離装置, 海面浮上時に通報するためのラジオビーコン送信機, フラッシュライトを取り付ける。

ハードハット頂部に取り付けられた切離装置 (笠原他, 1979) と架台の間は左右 2 本のステンレスベルトで固定されており 切離装置が作動するとこのベルトが外れ 架台から離脱して ガラス球の浮力により海面に向け浮上する仕組みである。浮上の際には切り離しが完了すると90度起き上がりラジオビーコン, フラッシュライトが垂直に立ち上がる様になっている。

船上支援機器としては 音響指令装置及びトランスデューサ, OBSH 着底位置を特定する為のリリーサポジショナーシステム, OBSH 内部時計を管理する為の高精度 GPS 時刻発生器, OBSH の動作指示を与えるパラメータ設定器,

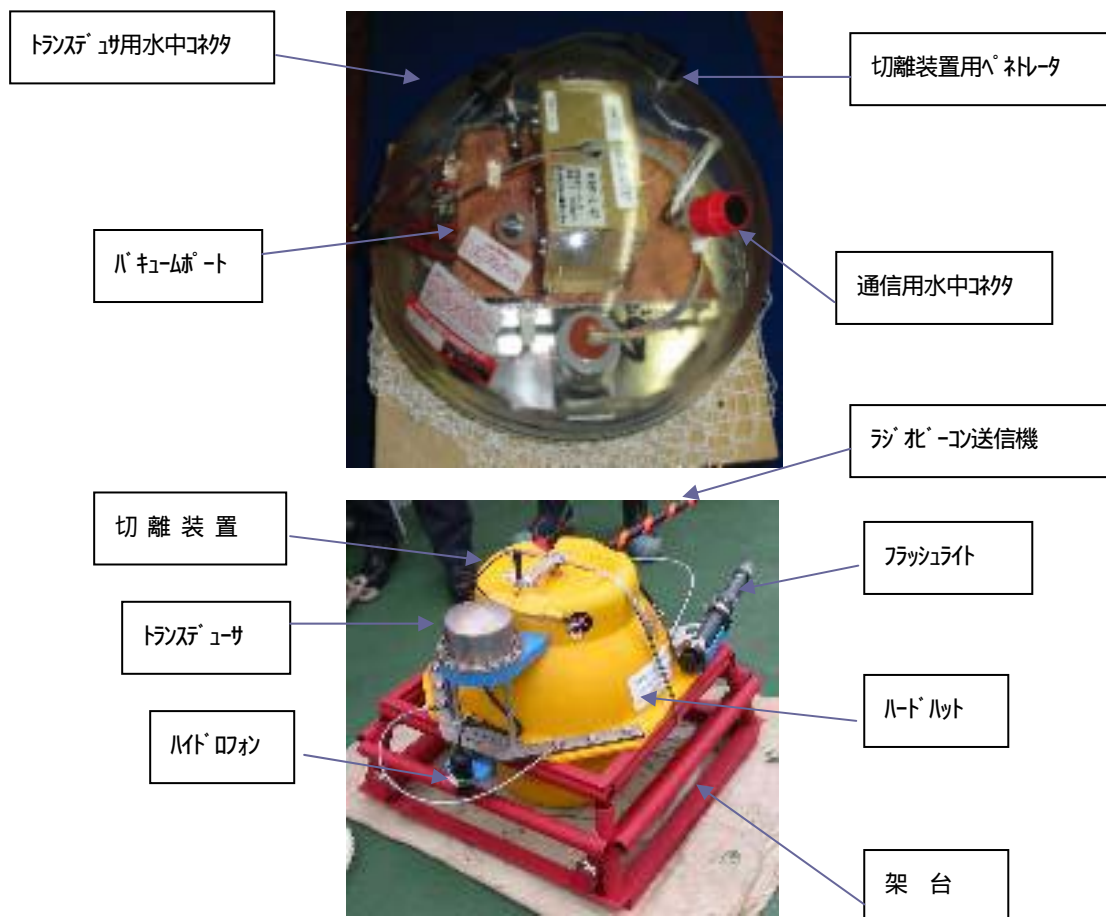


図 1 ガラス球と OBSH の外観

OBSH 浮上時のラジオビーコン方向探知器、回収後の OBSH 記録データを読み取り収納する為のパソコンシステムがある。耐圧ガラス球には2つの水中コネクタと1つのペネトレータ、1個のパキュームポートが取り付けられておりその一つは ハードハットに取り付けられた音響トランスデューサに水中ケーブルを介して接続され、ガラス球内のトランスポンダに接続され音響信号の送受信に使用される。このコネクタは信号送信時には1000Vp/p以上の電圧信号を送る為高耐電圧にもなっている。1個のペネトレータは 切離装置接続用として1個ありこれはやはりガラス球内のトランスポンダに接続されており 船上からの切離信号を受信すると切離電圧を発生させ切離装置に伝達する。最後のもう一つのコネクタはガラス球内のデータ収録装置との通信と ハイドロフォンを接続するためのものである。通信用の信号としては RS-232C インターフェースと高速で外部パソコンに収録データを高速転送するための IEEE-1394 インターフェース信号で構成される。海底に投入する時には ハイドロフォンを接続するようになっている。パキュームポートはガラス球組立最後の過程で球内の空気を真空ポンプにより有る程度引くことで 密閉度を良くし 多少の結露対策にもなる。これは高度に換算して 1500m程度 (856 hPa) まで引くようにしている、あまり引きすぎると記録装置の媒体に使用している

ハードディスクドライブ(HD)のクラッシュ破壊の原因となる危険がある (HD 内部のデータ読み書きヘッドはディスクが回転している時空気流体のバランスで最適位置に浮上するようになっているのである程度の気圧が必要となる) 又 気圧計の監視により封止後の品質管理の基準としている。

3.1 切離装置

切離装置は いままで使用実績の多い 元東京大学地震研究所教授 笠原順三氏が考案した機器 (笠原他, 1979) を採用した。これは直径 0.5mm のステンレス線に電流を流すと海水中で電蝕が起き、ステンレス線を切断することを応用したもので 図2 に示す外観となっている。3層のステンレス板で出来ており真ん中のプレートが回転軸を中心に回転するようになっている。回転軸周囲のプレートには切り込みが3カ所設けられており左右2カ所に架台に接続されたステンレスベルトのフックがバネを介して噛み合っている。真ん中のプレートが拘束を解かれて回転すると切り込みが解放されフックが外れて架台から離脱出来ることになる。

回転軸の延長上には電蝕用ステンレス線が組み込まれたプラスチック製拘束ブロックが設けられており 通常時はこのブロックにより回転プレートが拘束されている。ステンレス線はテフロンチューブで被覆されており絶縁されてい

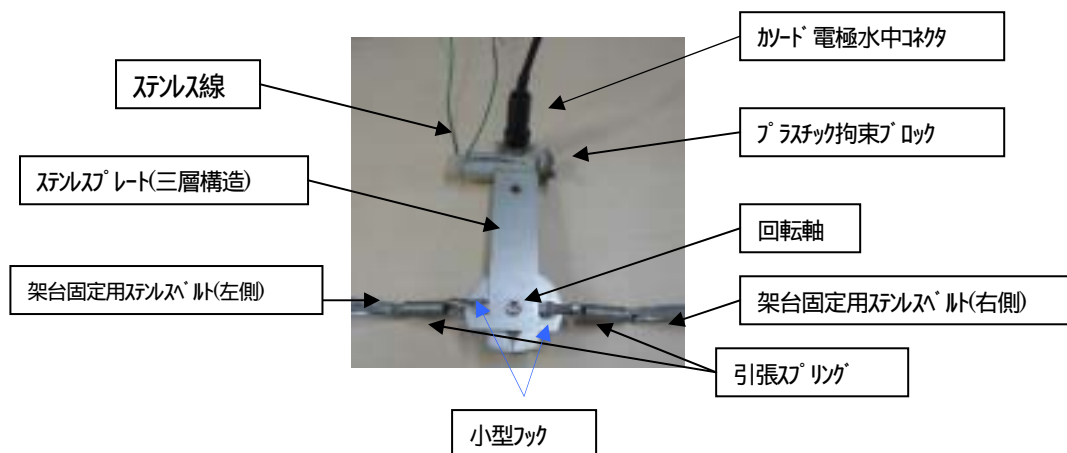


図2 切り離し装置

るが拘束ブロックの切断箇所のみ2mm程度被覆を剥がしておく。このステンレス線は水中ケーブル、コネクタを介してガラス球内のトランスポンダに接続されており切り離し時に正(アノード)電圧が供給される。又 ステンレスのプレート自体がカソード電極となっており、これも同様にトランスポンダに接続され負電圧が供給される。実際に使用されている切離電圧は約13V程度で、約2～5分程度で切断される。この切り離し装置は使用毎にステンレス線を交換するだけで再使用が出来、仕組みも簡単、1点の拘束解除で同時3カ所の切り離しが出来るのできわめて優秀といえる。

又 電蝕線の材質については 長期間使用する際には自然電位の変化による自然電蝕が懸念される。この点ステンレス線は1年程度 海水中に放置しておいても何ら変化の無いことも以前より行ってきた実験により確認できている。

3.2 音響トランスポンダ

今回採用したトランスポンダシステムは 日油技研工業(株)が開発を担当した。電子回路部と専用電池ユニットはガラス球体内に組み込み トランスデューサを球外ハードハットに固定し水中コネクタを介して切り離し装置と共に水中ケーブルで接続される。船上指令装置と音響信号による通信が出来るようになってきている。通信はOBESHに割り付けられたID番号(呼び出し符号)を識別して該当するOBESHとのみ出来る様になっている。このID番号は100個まで識別出来る。このとき船上制御装置からOBESHに対しては10.24KHzと9.6KHzの周波数を使用してデジタル符号に変調し送信する。OBESHからの応答信号は9.974KHzと9.366KHzの周波数を使用して船上制御装置に送信する。通信内容は下記の通りである。

コール信号 = 目的ID番号のOBESHを呼び出す。現在切り離し中かどうかの状態に応答する音調が変わる。

測距開始 = OBESHを距離測定モードに切り

替え、測距信号を受け付け可能にする。OBESHは距離測定モードに切り替えることにより 応答信号を送信する。

測距信号 = OBESHと船上から投入されたトランスデューサ間の距離を測定する信号で 船上制御装置から信号を送信してからOBESHからの応答を受信するまでの時間を計測し 3000m/sec(往復水中音速)で距離に換算した値を表示する。

距離測定は切離中でも使用できる。

測距終了 = OBESHの距離測定モードを解除する。以後測距信号を受け付けない。

OBESHは距離測定モードに切り替え 応答信号を送信する。

切離信号 = OBESHの切離装置に電圧を送って電蝕を開始する。

OBESHは切り離し電圧を出力した後 応答信号を送信する。又 切離が完了して離脱すると90度起きあがるがこのとき 内蔵している傾斜検知スイッチにより検知して離脱完了信号を送信する。

切離リセット信号 = OBESHの切離電圧を切断する。船上ではOBESHの浮上を確認した後使用する。

船上制御装置はRS-232Cインターフェースを介してパソコンを使用したりリレーサポジションシステムに接続することで パソコン側から操作も可能になっており OBESH投入後の着定位置を割り出す為の3点測距もGPSと連動して行う。

今回の目的で使用する海域の多数は水深5000m以上の深海部であることから 音響トランスポンダの性能次第で回収率が良くなるだろうと考えられた。そのため 開発段階で音波の到達距離を伸ばすことに力を注いだ。実際の試験観測では2万mを越える距離測定が出来た。又 一番問題になる消費電力も低く抑えることが出来 専用電池パックで3ヶ月以上の連続使用ができることが確認された。

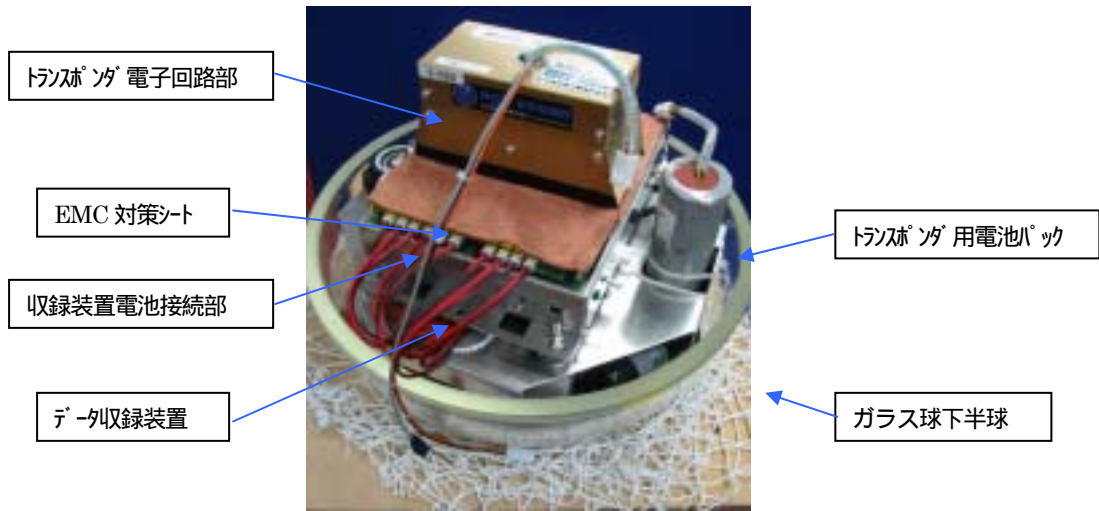


図3 ガラス球に組み込まれたトランスポンダ,データ収録装置

3.3 データ収録装置

図4に海底地震計の回路構成のブロック図を示した。長期間に渡る地震波データを連続して記録するために記録媒体として2.5インチ型ハードディスクドライブ(HD)(日立製Travelstarシリーズ)を使用した。記録フォー

マットはFAT-32に準拠しておりパソコンで初期化された時の要目に従って記録するようになっている。このことはHDの記録容量にこだわり無く使用でき1~80GBまでの容量で有れば交換可能である。

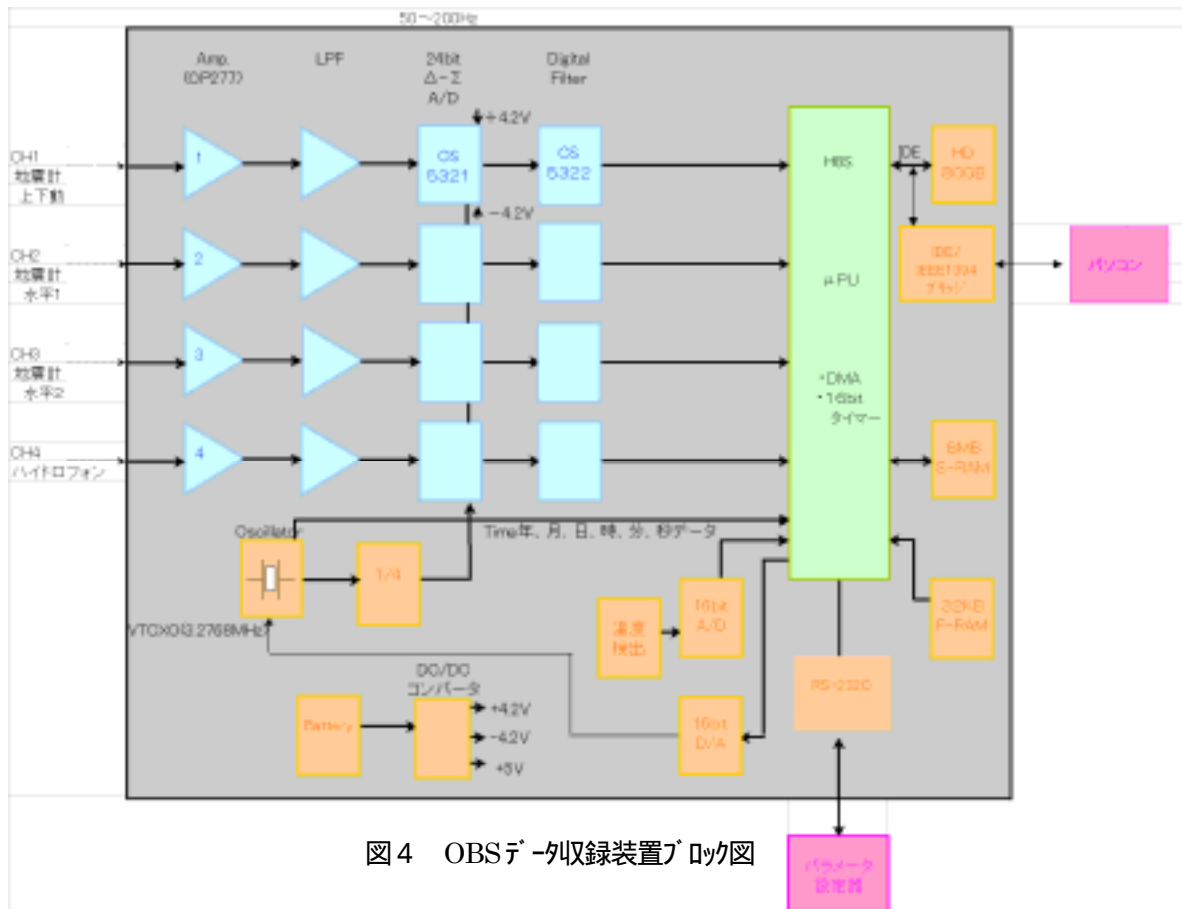


図4 OBSデータ収録装置ブロック図

標準では 30 又は 40GB の物を 1 台使用している このくらいの容量があれば 4 CH 入力, 200Hz サンプリグでは 4 ヶ月以上の連続記録ができる。インターフェースは IDE, ATA-3 マルチワード DMA 転送によりデータの記録が行われる。又このインターフェースには IEEE-1394 ブリッジ(IDE/IEEE-1394 変換回路)が挿入されており データ収録装置の CPU を介さずに直接パソコンに接続できる。この IEEE-1394 はガラス球の水中コネクタに接続されており 回収後の OBSH を分解せずにガラス球外にパソコンを接続して記録データを吸い取ることができ 5 GB のデータを約 10 ~ 20 分程度でパソコンに転送できる。又 HD の初期化等の操作もパソコンから制御できる。

HD の電源は通常時は遮断されており, 観測データが内部バッファメモリ (8 MB) 満杯になる手前で通電し 15 秒程度でバッファメモリから HD に転送し 再び電源を遮断するので低消費電力化に役立っている。内部バッファメモリは 8 MB の容量があり 4 CH 入力, 200Hz サンプリグでの収録では収録データが満杯になるのに 3494 秒 (58 分 14 秒) がかかる。連続記録動作では 3494 秒毎に HD が動作を行い 15 秒程度でデータ書込を完了して停止する動作が繰り返し行われることになる。この程度の動作では HD 自体の消費電力はあまり問題にならない。

3.4 入力増幅器, AD 変換器

データ収録装置は増幅器 Δ - Σ デルタシグマ型 24 ビット A/D 変換器 (シーラスロジック ; CS5321) , デシメーション・デジタルフィルタ (シーラスロジック , CS5322) , からなっている。入力増幅器は 4CH 分組み込まれており各 CH 独立プログラマブルにゲイン設定が出来るようになっている。設定できるゲインは 0 , 20 , 40 , 60dB である。使用しているオペアンプは OP277 (TI 社製) で入力換算の雑音レベルは 0.22 μ V_{p-p} である。AD 変換器は 24 ビッ

トの分解能があり, 入力範囲は ± 4.2 V であるので, ダイナミックレンジは最大約 151 dB である (実際には 200Hz 時に 127 dB) 。又 後段にはオーバサンプリグ周波数 (256 倍) に対応したデジタルフィルタアンチエイリアシング用のローパスフィルタを設けてある この特性はカットオフ周波数が約 200Hz , 遮断特性は 18dB/oct となっている。

AD 変換器はオーバサンプリグ Δ 方式である CS5321, 5322 を使用している。このチップは各 CH 独立で設けられており Δ - 変調器とデシメーション・デジタルフィルタに分けられている。AD 変換器のサンプリグクロックは後述する時計機構から供給されている 3.2768MHz を 1 / 4 分周した 819.2KHz で行っており 内部時計と同期が取れている。デジタルフィルタはリニヤフェーズタイプで 設定されたサンプリグレートに応じてカットオフ周波数が決定され, カットオフ特性が極めて良好なのでエイリアシングによる歪みは発生しない。AD 変換器のダイナミックレンジはサンプリグレートが 50Hz では 130dB , 100Hz では 129dB , 200Hz では 127dB となっている。実際に行った雑音テストでは 100Hz サンプリグ時には約 124dB 程度 (P-P 値) であった。又 実際に行けるサンプリグレートは 50 , 100 , 200 , 400Hz である。又 これらの回路部は記録タイムウィンドーが開くまでの待機時は電源が遮断されており 不要な電力消費を防ぐ設計になっている。

3.5 内部時計

内部時計で使用している水晶発振器は 3.2768MHz を元発振としている。水晶発振器は VTCXO (電圧制御 , 温度補償形) タイプで 0 度 ~ +40 度範囲での精度は ± 0.5 PPM である。今回は更に精度を上げるため記録装置の CPU による温度補正を試みた。この為水晶発振器の温度を計測するため 発振器内部の水晶片近傍に温度センサーを設けた。又この発振器は電圧

制御により発振周波数を制御出来る 制御範囲は0 ~ 5 Vで±10PPMである。

CPU 周辺には温度センサーによる電圧を計測するための16bit AD変換器, 発振周波数を制御する16bit DA変換器回路を設けた。温度補正は-5 ~ +45 の範囲で行うこととし, 1刻みの測定温度対制御電圧テーブル(温度補正テーブル)により行っている。測定温度間の制御電圧は線形補間を行い出力する。このテーブルはFRAMに格納してあるので電源断時でも保持されており再設定も簡単にできる。CPUボード内部に温度補正テーブルを作成するためのファームウェアを製作した。補正テーブルの作成には小型精密恒温槽, ルビジウム発振器を源信とした精密周波数カウンタを使用しパソコンによる自動化がなされている。以上の結果精度を1桁以上改善することができた。

水晶発振器は出力である3.2768MHzをAD変換器と1秒割込発生回路に供給している。1秒割込はファームウェアにより刻時を行い年, 月, 日, 時, 分, 秒データが生成され時刻データとして使用する。記録データのタイムスタンプとしても使用する。

1秒割込発生回路と外部からのパルス信号により内部時計が同期し, それにより時刻校正が出来る。又内部時計からは正10秒に同期したパルスが外部に出力されるのでGPS時刻発生器を接続してGPSとの時刻誤差測定を行うことができる。

3.6 CPU周辺回路

今回開発した装置は音響トランスポンダを内蔵するためデータ収録装置から発生するEMCノイズによりトランスポンダの受信感度に影響を与えることが懸念されていた。このためCPUチップは出来るだけ外部バスのアクセスを行わなくてすむものを選択した。もちろんCPUチップ自体のEMCも低減設計されている。又消費電力も少なく, 外部回路も出来るだけ不要なものとして日立H8MPUに

属するルネサステクノロジーのH8Sシリーズを使用した。このチップは大容量のフラッシュメモリーを内蔵しており, シリアルポート, DMA, 16ビットタイマ, 内蔵RAM等周辺I/Oが多数内蔵されている。特にファームウェアが内部のフラッシュメモリーで動作出来るので外部バスは少し動作するのみである。又DMAが内蔵されているのでHDの制御も簡単になった。CPUチップ周辺の回路としては8MB SRAM, 32KB FRAM(電源を切ってもデータが保存されている), 水晶発振器関連回路, HDインターフェース, IEEE-1394ブリッジ, 24ビットAD変換回路がある。

3.7 消費電力

本装置はガラス球内のリチウム電池で長期間観測するために様々な工夫を行った。まずガラス球を封止した状態で外部機器(パラメータ設定器)を接続して記録装置全体の電源投入, 切断出来るようにした。その結果電源断時の消費電力は2mA程度で済む様にした。次に(入力)増幅器アンプ, AD変換器は未使用時(船に積み込んで目的海域で投入され記録タイムウインドウが開いて記録を開始するまでの時間)この期間の消費電力は30mA程度である。記録が開始されるとAD変換器に電源が投入され75mA程度となる, HDの動作を平均電流に換算して加えても80mA以下である。OBShには300Ah相当の電池を入れてあるので約5ヶ月間の連続記録が可能となる。

4 まとめ

今回の調査は昨年度より継続している現在の段階ではOBSh使用台数にしてのべ約2000台以上である(海洋情報部私信)。今のところ回収不能となったOBShは10台程度にとどまっており回収率99%以上を達成している。この事は音響切離システムの性能が良くなったこととも云えるが整備に取り入れた品質管理を徹底したことに成果があったと思っている。

謝辞

本海底地震計の仕様変更，観測試験，実際の観測への使用に関し，海上保安庁の方々と，海上での設置と回収を担当された日本大陸棚調査（株）の方々の一方ならぬ努力と助言により完成度の高い現観測システムになったことを多いに感謝する。又，本装置は東大地震研究所の海底地震計開発からの一連延長上にあり，関係者の方々に感謝する。電蝕式切り離し装置は笠原他の特許を元に行っている。

参考文献

笠原順三，是沢定之，南雲昭三郎，大工原保，原智美，安藤誠一，自己浮上式 海底地震計(ERI 型 P-79)，地震研究所彙報，54, 515-530, 1979.

南雲昭三郎，笠原順三，是沢定之，村上英幸，音響切り離し方式海底地震計(ERI-AR81 型)，地震研究所彙報57, 125-132, 1982.

Kanjo, K., J. Kasahara, and M. Takahashi, An application of the adaptive differential

PCM(ADPCM) method to the seismic wave signal compression, Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo, 58, 647-654, 1983.

Kasahara, J., M. Takahashi, T. Matsubara, and M. Komiya, Mass storage digital ocean bottom seismometer and hydrophone (DOBSH) controlled by microprocessors using ADPCM voice synthesizing, Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo, 60, 23-37, 1985.

笠原順三，松原忠泰，佐藤利典，是沢定之，片尾浩，ハイドロフォン付光磁気ディスク型海底地震計(MOOBS/H-1)の開発，海洋音響学会，22, 253-267, 1995 .

笠原順三，松原忠泰，佐藤利典，望月公廣，高精度デジタル海底地震計MOOBS-24の開発 海洋音響学会誌，24, 39-47, 1997。

笠原順三，沈み込み帯の科学と海域地震観測，月刊地球号外，51,5-10,2005.



中国の海の物語

世界をリードした中国の造船技術（２）

今村 遼平*

前号までの概要

138号 世界をリードした中国の造船技術（１）

1 舵^{かじ}の発明 2 船体の防水区画 3 多数マストとラグルス帆の発明

1 ジャンクとサンパン

ここでは、(1)中国独特の船であるジャンクとサンパン (2)それにやはり欧米に先がけて発明された外輪船について述べ、中国の造船技術が世界をリードして発明されてきたことを示したい。

中国の帆船は<ジャンク：Jank, 戎克^{じゅんく}はあて字>と総称される。この名称自体は中国古来のものではなく、中国語のチュアン（船）のなまったマレー語の jong から転じたスペイン語とポルトガル語の junco に由来するらしい。中国語では<帆船>とか<大民船>と呼んでいる。

中国における「船」についての記述が明確に残るのはここで述べる中国特有の<ジャンク>や<サンパン>からであり、ここで以下に記す船に関するもろもろの進歩も、そのはんちゅうでの進歩であることをまず記しておく必要がある。

中国特有の船である<ジャンク>を使用航路によって大別すれば、(1)外洋ジャンクと(2)内河ジャンクに分けられる。

1. 1 外洋ジャンク

外洋ジャンクは天津から南は香港や広東に至るあいだの中国沿岸一帯の海域で使われている。大型で構造が堅ろうで耐波性に富む。

外洋ジャンクの中でも漁船は全体的に小型のものが多く、貿易船は大型のものが多く、400 トンに達するものもあった。

外洋ジャンクの一つである江蘇省の荷船「沙船」の例で見ると、その長さは170 フィート（50mあまり）にも達した。杉材の船体は平底で、中央の縦通材は他の縦通材より大きいので、キール（龍骨）の代わりをなしている。船体には14の隔壁があって、舷側は腰板で補佐されていた。

船首と船尾の数木の肋材（縦通部材）が実際に船の形を形づくっている。船首も船尾もずんぐりしていて、悪天候にも耐えるようにできている。舷側外板が船尾艦立よりも側方に反り出していて一種の「外艦」（舵楼）をなしていて、喫水線上約7フィートのところにある短い外艦立で終わっている。この外艦に甲板を張って甲板室を延長して、舵を巻き上げたり下ろしたりするウィンドトラスをのせている。舵は外艦内の閉空間に吊るしてある。このような配置が中国船の特徴といえよう。

舵軸は口の開いた三つの受け口にはめこまれ、舵柄は甲板室の屋上かあるいは甲板室の中で操作するようになっている。外艦の後には長い艦のやぐらがある。

外洋ジャンクは5本マストであった。このことは注目すべきことで、13世紀以降のヨーロッパに少なからぬ影響を与えた（図1）。

*アジア航測(株)顧問・技師長

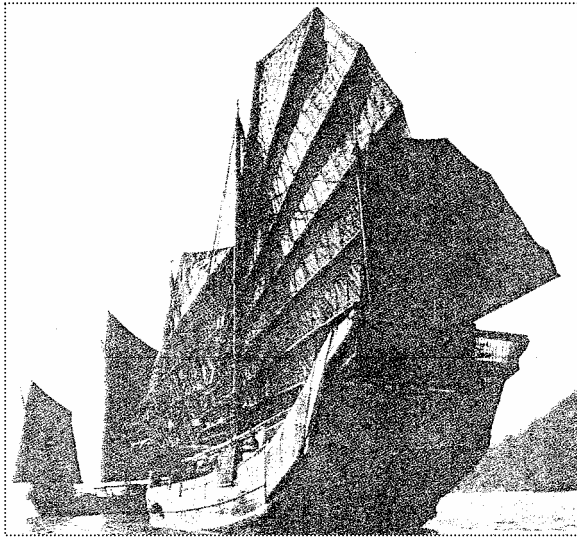


図1 凧で止まっている陽江の漁船。

マストをずらして配列し、前のマストは左に、後ろのマストは右に偏っている。帆の相互の干渉を防ぐこの巧妙な中国の方法は、西洋には導入されなかった。(ロンドン, 国立海事博物館ウォーターズ・コレクション)
(ロバート・K・G・テンプル:1992による)

1. 2 内河ジャンク

内河ジャンクは内陸地方の河川や湖・湖沼・運河・クリークなどの水路の通じるところに見られる。一般に小型・平底で、喫水の浅いものが多い。純粹の帆船ではなく、オールや櫓を用いる。人力による引船によって川を遡ることも多い。小型船は1~2トンから大きくとも100トンくらいで、わが国の遣唐使が杭州あたりから長安を往復したのもこのタイプの内河ジャンクであった。

船体は縦横に設けた隔壁(樑頭)で仕切られていて、多数の水密区画に分けられていて、縦通材がない。たとえば揚子江上流の荷船である「麻秧子」などは小さいものは35フィート、大きいものだと110フィートあり、かつては150フィートの大型船が作られていたこともあるようだ。隔壁はやはり14個あって、同数の船倉(艙)を形成している。最古のジ

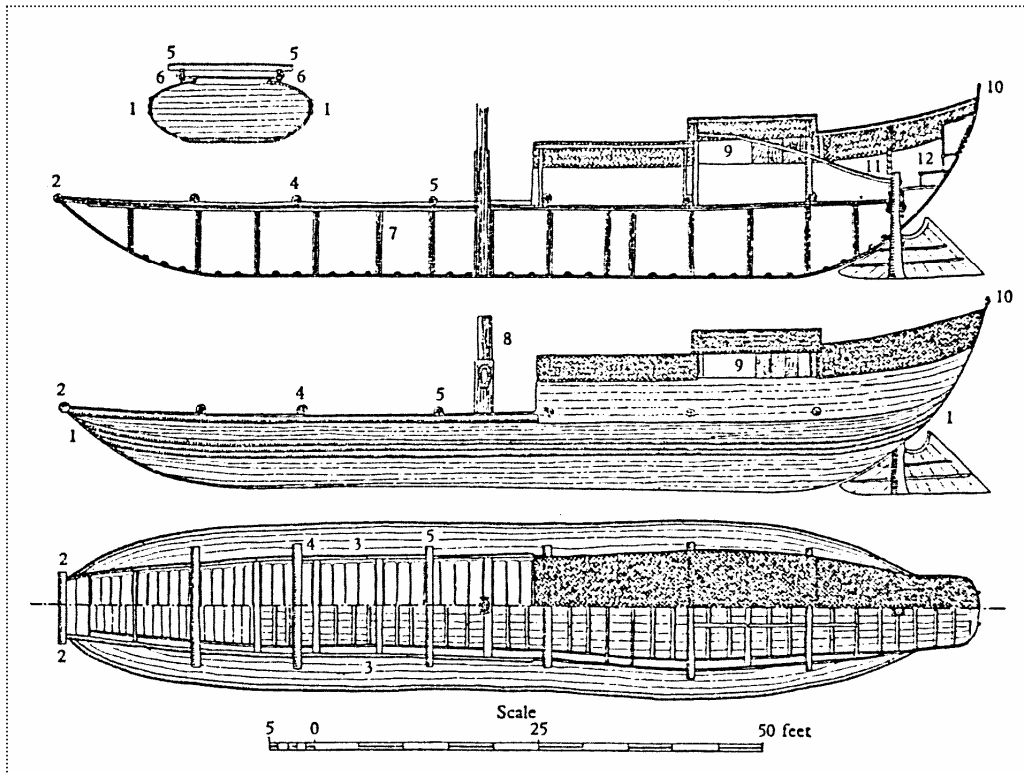


図2 ジャンク「麻秧子」の構造(ジョセフ・ニーダム:1991による)

- | | |
|---|------------------------|
| 1 船の全長にわたって走る長くて重い腰板 | 2 船首戸立上の突出横梁 |
| 3 船首から甲板室まで延びる低い縁材 | 4, 5 櫓杭を取り付けた突出横梁 |
| 6 隔壁の上部材 | 7 堅木のキャブスタンを保持する5番目の隔壁 |
| 8 80フィートの「杉木」のマストとハリヤード用のクリートが剥かれているマスト受け | |

ジャンクでは基本的な縦通材（キール）が全くなくて、縦方向の強度を受けもつのは隔壁に釘づけした外板と舷側の頑丈な腰板だけであった。ただ最近では、川船であってもキール（龍骨）をそなえたものも出て来ているようだ。

「麻秧子」の例で見ると、隔壁の間には肋材ないし肋骨があり、船倉の床板は構造的な船底外板（船底板）の上の、こういった材の上に置かれている。船楼はメインマスト（艫）の後方にあつて、上部舷側外側板は、手すりないし波よけにつづいている（図2）。川ジャンクではマストは3本以内である。

ジャンクは舷側部に方向をまちがえないための（？）——つまり船首であることを示す——まじないの「目」が描かれている。ジャンクの帆はつぎ目のないむしろか、豚の血を塗った麻布でできていた。内河ジャンクには帆がないのがふつうである。

沿岸を走る外洋ジャンクは大きく分けると、一般に華南の＜福建船＞、華中の＜温州船＞、華北の＜大沽船＞で、このうち＜福建船＞が最もすぐれていた。

1. 3 サンパン

サンパン（Sampan）は中国語の＜三板＞に由来するもので、＜舳板＞とか＜舳舫＞＜舳板＞などとも書く。もともとサンパンは中国の港湾で使われた、帆がなく艫櫂でこぐ喫水の浅い平底の、船尾が張り広がった長さ3～4m くらいの小形の「はしけ」のことを言った。しかし今日では、このような船だけでなく、東南アジアの各地域でみられる同様な小型の木造船の全般的な呼称となっている。水上生活者が使う小船もこの類にはいる（図3）。

2 外輪船の発明と発達

ペリー来航時の4隻の黒船は、船体の両側に車輪状の水かきをつけていた。あれが＜外

輪船＞である。外輪船のアイデアはヨーロ

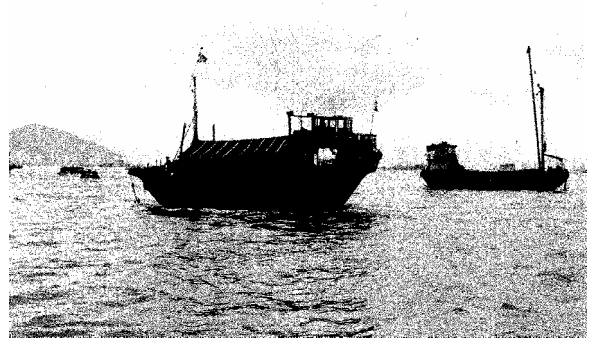


図3 香港のサンパン（1970年に著者撮影）

ッパ人が考えたと言われている。だが、ヨーロッパでそれが実現することはなかった。実際に最初に製作したのは中国人である。それも、ヨーロッパの外輪船のアイデアが中国に伝わったわけではない。実は両者間には何のつながりもなかったのだ。

外輪船に関する最初の記録は、西暦418年、劉宋時代（南北朝時代の南朝の宋—劉裕（356～422）が建てた国家なので「劉宋」と呼ばれる）の將軍・王鎮惡に率いられた水軍の活動を記述したものである。それは東晋末期のことで、劉裕が南北朝時代の宋を建てて武帝となる2年前のこと。その活動状況は『南史』（AD670：唐の季延寿著）に、次のように記されている。

王鎮惡の軍勢は装甲された奇龍艦と小型の戦闘用ジャンクに乗って航行した。船を推進させる者はすべて船内に隠されていた。？（蛮人）は渭水を遡る船を見たが、それを動かす人影は見えなかった。北方の人々はそのような船にあって出会ったことがなかったので、誰もが心から恐怖を覚え、それを神の業だと思った。

その後、天文学者であり数学者の祖冲之（429～500）はこの型の船の改良型を西暦494～497年（南朝の齊の時代）に建造した。その船は「千里船」と呼ばれ、現在の南京の南を流れる新亭江で試運転された。船は風の力を借りることなく、1日で膨大な距離を進

んだというから、それより 80 年ほど前の外輪船よりかなり性能が優れていたようだ。外輪の動力には人力のほか牛も使われた。

西暦 552 年（南朝の梁の時代）、梁の水軍の将・徐世譜は侯景の反乱に対する戦闘で多数の外輪船を使った。彼の使った外輪船は「水車」と呼ばれた。このときの別の戦闘では水軍の将・王僧弁は、自分の艦隊に「両舷に二匹の龍を付けて非常に速く進む船」を持っていたといわれている。

西暦 573 年、黎陽が包囲されたとき、水軍の将で優秀な軍事技師でもあった黄法奭は、多数の「歩艦」を建造して使ったと伝えられているが、これは人力の踏み車で動かす外輪船であった。私は子供のころ、郷里の九州にある矢部川でこの種の踏み船で遊んだ経験があるが、おそらくそれをも少し効率的で戦闘向きにしたものであろうと想像する。

782～785 年、唐の王・李臯は杭州の知事であった。『唐書』には彼のことが、次のように記されている。

李臯は巧妙な機械の操作に常に意欲的で、「戦艦」を造らせ、その両舷に二つの車輪を取り付けて踏み車で回転させるようにした。船は、帆がついているように波を立てて風のように速く進んだ。建造法は簡単でしかも頑丈に造られたので、船はなかなか壊れなかった。

当時の外輪船は頑丈で「突進する馬より速かった」と言われている。

宋代（960-1279）になると外輪戦艦の真価が認められるようになる。これらの外輪船には舵がついていないことも多く、方向転換は、外輪を別々に臨機応変に動かす複雑な操作によって敏速に操られ、船足はきわめて敏捷であった。おそらく今日のギアと差動装置のようなものがあって、基本の動力は同一方向であっても、ギア・チェンジによって両方の外輪の回転を簡単な操作で自在に変えることが

できたに違いない。何しろ中国の「差動装置」には歴史があり、前 11 世紀にはすでに「指南車」の主要装置として活用されていたからだ。

例えば片方の舷側にある 6 輪のうち 3 輪を回し、同時に反対側の 3 輪を反対側に回すといった操作が自在にでき、小回りのきく小型自動車のように外輪戦艦は他の大型艦船のあいだを敏速に駆け回って、敵側の動きに大混乱をおこさせた。中には船首に「衝角」（船首を相手の船にぶつけて大破させる装置）をつけたものもあった。

1168 年、宋の水軍の将・史正志は、12 枚羽根の外輪 1 輪で動く 100 トンの戦艦を建造したと記録されている。1 輪ということは、今日の船のスクリューに相当する部分——つまり船尾——に外輪をつけて走るようにした船があらわれたことを示している。外輪艦船で奇数個の外輪を持つと記されている船は、船尾の一つが設置され、両舷の外輪には一つずつとか二つずつといった具合に対をなして並んでいたのであろう。だが、両舷の外輪は前述のようにそれぞれの車輪を差動装置によって独立的に前後に自由に回転させることができ、そのことによって敏捷に小回りよく動き回ることができた。宋代の外輪艦船がどれほどの実力をもち得たかは、次の記述から明らかであろう。

高宣は、もとは黄河の水軍および水路管理部門の白波車両輪送局の大工頭であった。彼は車輪つきの船の仕様を提出し、その船で敵に勝ると主張した。（中略）彼はまずモデルとして 8 輪の船を造り、数日で完成した。命令によって人夫がこの船の車輪を踏み動かして川を上り下りした。前進にせよ後進にせよ、船足が速く操作しやすいことが確かめられた。両舷には外輪を保護する厚板が張ってあるので、外輪は外から見えない。船が竜のようにひとりで動くのを見て、見物人は神業だと思った。

外輪の数と大きさが次第に増やされ、最後には二十から二十三の外輪を持ち、二百～三百人を運べる船が造られた。海賊たちの船は小さかったので、とうてい太刀打ちできなかった。

南宋のころ（12～13世紀）には、このような外輪船は「車船」と呼ばれるようになった。外輪船の構造や機能はだんだん進化して、程昌寓が造った「車船」は長さ60mもあって、700～800人を運ぶことができた。

宋末（13世紀後半）、内部紛争が最高潮になったころには、反乱軍の艦隊はこのような車船を数100隻も所有して、政府軍に対抗した。ただ、これらの船は波の少ない川や湖には適していたが、波の高い海上での利用には適さなかった。戦闘が海上に及ぶと海賊もジャンク形式の船にはかなわなかったようだ。

時代が下ってモンゴル支配の元王朝時代になると水軍の戦闘は内陸河川よりも海上で行われることが多かったため、外輪船はあまり使われなかった。やはり外輪船は南宋末期に

最大限の発達をとげたようだ。

このころになると反乱軍の技術力も高まり、政府軍よりも大型の軍船を作るに至った。大きなものは長さ108m、幅12.3m、マストの高さは22m（ということは、帆走との兼用だったということであろう）という巨艦も登場した。この艦をジョセフ・ニーダム（1991）は、「最大出力50馬力で、平均速度は3.5～4ノットくらいであったろう」と推定している。これくらいの巨船になると、外輪船もあまり速力は出なかったようだ。

南宋以降、とくに元軍の水軍との戦闘は海戦が中心となったため、外輪戦艦の出番は少なくなり、船体も小型化して海戦での重要性も低下した。しかし外輪船の建造技術は受け継がれていて、1841年のアヘン戦争のときにイギリス軍との海戦に登場したときには、イギリス軍は「イギリス海軍のもつ外輪船をまねて建造した」と思ったらしい（図4）。中国が1000年も前の5世紀から外輪船を造っていて、その技術がのちにヨーロッパに伝わったことなど知るよしもなかったのである。

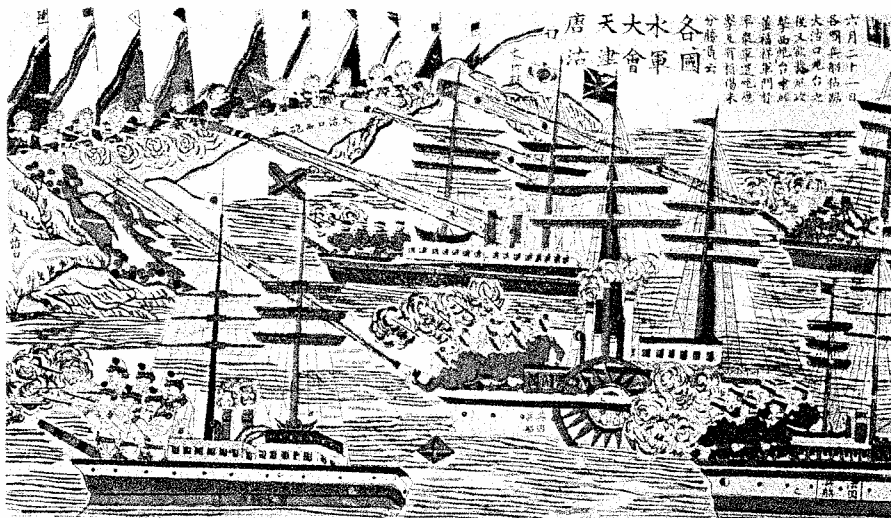


図4 1900年頃の中国のカラー印刷。西洋の連合艦隊が天津に入る河口の唐沽で陸上の中国軍と交戦している。この時、中国ではまだ外輪船が使われており、画家は自分の描いたヨーロッパの外輪船が中国から伝わったものであることに気づいていたにちがいない。しかし、イギリス人はその前のアヘン戦争の時に中国の外輪船を見て驚き、中国人がイギリスの船を非常に素早く巧みに真似たと思って、その器用さに舌を巻いたのだった。

（ロバート・K・G・テンブル：1992による）

- 参考文献 1) ジョセフ・ニーダム(1991)：中国の科学と文明，思索社
2) ロバート・K・G・テンブル(1992)：図説中国の科学と文明，河出書房新社

バイキングが航海に使用した堇青石

加賀美 英雄*

1 はじめに

堇青石をめぐると話をします。始めは、バイキングが航海に堇青石を使ったという話です。フランスの鉱床学者の Pierre Louis A. Cordier (1809)が初めてこの鉱物の記載をしたことから、鉱物名はコーディエライトと呼ばれています。しかし、それ以前からスリランカなどでは、川床の礫に淡青色を呈する鉱物がありました。それはギリシャ語の ios (紫色) + lite (石)から、イオライトと呼ばれており、和名の堇青石はその直訳に当たります。この美しい紫色と硬度が高いことから、バイキングも大事に保有していたと考えられたのです。次に、京都府亀岡市の積善寺境内の桜天神に産する桜石は有名ですが、これは丹波帯泥質岩が花崗岩の接触によって形成された堇青石なのです。堇青石は熱変成岩の示準鉱物として従来から利用されてきました。その例を筆者が調査している関東山地について紹介します。ところが最近、合成堇青石が自動車の排気ガスフィルターに利用されており、その実効性から堇青石の熱変成岩の示準鉱物としての重要性が改めて認識されたのです。

2 バイキングの太陽石

IMO(国際海事機関)の電子記事で航海法に関して述べられている中に、次のような物語が紹介されています¹⁾。

「10世紀頃に航海者として活躍したバイキングは、夜にはいつも同じ位置にいる

北極星を利用したでしょう。彼らは、北極星に対して船首を直角に保つことにより、常に同じ緯度のところを航海することができました。これは、アイスランドやグリーンランド、更にはニューファウンドランドがノルウェーと殆ど同じ緯度にあることから特に有効でありました。昼間は、バイキングは太陽の位置を利用することにより船を進めました。これは高緯度の夏では、太陽は長時間地平線にあることから有効でした。彼らは進路を維持するために、半円形木製で、その縁にはいくつかの切り込みのある方位円盤 (Bearing circle)を使い、北方位を知りました。正午には、太陽の高さを測り、緯度を知ったでしょう。空が曇っており、太陽が見られない時に、バイキングはコーディエライトを使い、太陽の方位を知りました。地平線近くを通過してきた太陽光線は偏光状態にありますので、この偏光を用いてコーディエライトの多色性を利用したのです。このことからコーディエライトはバイキングの太陽石 Sunstone と呼ばれました。」

この IMO の記事を少し詳しく解説します。堇青石の結晶系は斜方晶系に属します。斜方晶系の吸収軸は光学的弾性軸 (X, Y, Z) と一致します。堇青石の場合、光の吸収の大小関係は $Z > Y > X$ となります。多色性は X, Y, Z の各々の方向に振動する白色(太陽光)偏光を通したときに見える色のことで、吸収が関係します。堇青石では、X = 淡黄色, Y = 淡青色, Z = 淡青色 ~ 淡紫色となっています²⁾。白黒の写真 (図 1)で、白く見える4時 10時の方向がX軸の方向であり、濃い紫色を示す1時 7時の方向

*城西大学客員教授

がZ軸の方向になります。



図1 ファセットカットされた堇青石
(長軸の長さ2.6cm)

コーディエライトの結晶は、広域変成帯の発達するノルウェー海岸に礫として見つかりましたから、バイキングは容易に手に入れることができました。コーディエライトはY軸の通る(100)面のへき開で割れた礫として採取されますので、X軸の淡黄色と、Z軸の淡青色～淡紫色の多色性を結晶端に示します。従って、堇青石を天空にかざし、回転すると、より濃い紫色になる方向や、より淡く淡黄色になる方向が観察されますが、後者(X=C)の方向が太陽の方位を示すと判断されるのです。

太陽の偏光状態は、太陽光が大気圏を通過することにより散乱し、偏光すると考えられ、この原理を利用する Twilight Compass が Johns Hopkins 大学の Dr. A. H. Pfund(1944)によって考案されました。このコンパスは人造偏光板フィルターを備えており、太陽光の偏光とフィルターの偏光が重なったときに消光する方位に太陽があると求めることができます。1949年の US National Bureau of Standards の論文によると、同じ原理にもとづき Sky Compass を開発しました。その主な利点は、たそがれ時や太陽が地平線下にある時、また太陽に雲が掛かっている時に、天頂に晴天の一部が見られる限り有効に使えることです。1960年代にスカンディナヴィア航

空システム(SAS)は極飛行便においてこのコンパスを使用したと記録されています。電波航法が確立する以前は、いろいろな航法が模索された時期があったのです。

さて、バイキングが本当にコーディエライトを利用したのでしょうか。この説の初出はオランダの考古学者 T. Ramskou (1967)が考古学雑誌「Skalk」に発表したもので、スカンディナヴィア半島に伝わる北欧伝説に太陽石のことが述べられていたのです³⁾。しかし、実質的な物的証拠が残されていないことから、いまでは残念ながら可能性を述べたに過ぎないと見なされています。また、Sky Compass 航法などは、衛星航法が発達すると共に次第に忘れられて行きました。

3 熱変成帯の示準鉱物としての堇青石

接触変成作用は、深成岩が貫入することにより周囲の地層に熱による変成作用を与えるものです。筆者が調査している関東山地には四万十帯という地層が分布していますが、そこに甲府深成岩体が貫入してきて、熱変成作用を与えています。甲府深成岩を初め、その南にある丹沢深成岩などは、伊豆・小笠原海嶺が本州弧に衝突して残した、伊豆・小笠原海嶺の基盤を構成している花崗閃緑岩やトータル岩なのです。これらの岩石の存在は、その場所が海洋海嶺か海底海嶺かを決める重要な指標ですから、大陸棚調査では詳しく調べられています。

泥質岩が熱により硬くなったものを、角質化したという意味でホルンヘルスと呼びますが、多摩川上流の泉水谷などには、ホルンヘルスの大露頭が連続して分布しています。それは、四万十帯の小仏層群(後期白亜紀)が熱変成作用を受けたものです。この地域は東京都の水源地帯に属しており、手厚く保護されています。一之瀬林道を冬季に訪れると、これが東京近郊かと疑うほ

どの見事な断崖絶壁と豊かな水源涵養林の織りなす素晴らしい雪景色を満喫することができます。溪流の中には多段滝が多く、沢登りの極めて難度の高い箇所があるのに驚かされます。筆者も小菅村にある多摩川源流研究所の中村文明所長の案内で胸まである長靴を用意して頂き、小菅川上流の5段滝（妙見滝）付近のサンプリングを行いました。この指導なくして渡渉は不可能であったと思っています。

熱変成岩は、熱の影響の弱い方から高温側にかけて、緑泥石帯、黒雲母帯、堇青石帯と分帯されますが、これは熱によって形成される示準鉱物があるから可能なのです。例えば黒雲母帯ですが、黒雲母は440以上で出現すると知られています⁴⁾。堇青石は熱変成岩の高温部に特徴的に出現する示準鉱物です。泉水谷の堇青石を示しますが、これは三連双晶をa軸の方向から見た顕微鏡写真です（図2）。

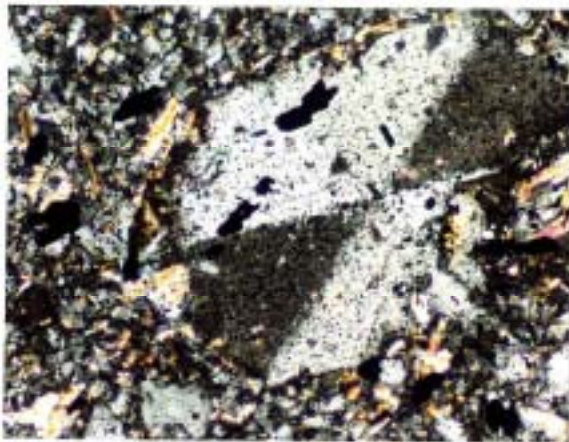


図2 多摩川上流泉水谷の牛首谷出合い付近におけるM5地点⁵⁾の岩石顕微鏡写真。クロス偏光画面に現れた堇青石の双晶（横枠の長さ0.5mm）

堇青石帯は、条件が揃うと3帯に細分されます。第1のグループは共生鉱物として、緑泥石、白雲母、黒雲母、堇青石、石英を伴います。この共生関係は温度が上がると、緑泥石と白雲母が石英を消費して、堇青石

と黒雲母を作るという変成をするのですが、これは脱水反応をして新鉱物を作るという累進変成作用であります。第2のグループは、黒雲母、白雲母、カリ長石、堇青石、石英を伴うものです。この共生関係は、温度が上昇すると黒雲母と白雲母が石英を消費して、堇青石とカリ長石を作る変成をしますが、これも累進変成作用であります。このグループには、もはや緑泥石は認められないことから変成温度は530以上と考えられます。第3のグループは共生鉱物として黒雲母、カリ長石、堇青石、斜長石、ザクロ石、石英という構成であります。ザクロ石と共にNaに富む斜長石（オリゴクレス）が出現することが特徴です。オリゴクレスは日長石と呼ばれることがあり、不思議なことに、ここでも‘太陽sun’が関係してきます。第3グループの変成温度はザクロ石 黒雲母地質温度計により600~700と求められています⁶⁾。以上見たように、熱変成岩の接触帯を特徴付ける高温鉱物として、堇青石の有用性が理解されたと思います。

4 ファインセラミックスとしての堇青石

近年、ファインセラミックスとしてのMg-堇青石の利用が見直されています。合成コーディエライトには、六方晶の型、斜方晶の型、および準安定高温石英固溶体のμ型が含まれますが、これらは電融合成技術によって比較的容易に作られています。

コーディエライトは熱膨張係数が非常に小さく、高耐熱性・耐熱衝撃性に優れていることから、自動車用排ガス浄化用セラミックスフィルター、冶金~窯業用熱交換器とか、電子部品熱膨張調整フィラーなどとして大々的に利用されています。

旭硝子セラミックスのコーディエライトの資料をみると、熱膨張係数は1.5~1.7

($\times 10^{-6}/K$)と低い値を示し、これに匹敵する物質はチタン酸アルミニウム位しかないのです。また、耐熱衝撃温度は 1000 (K) と高い値を示し、これに匹敵する物質はホウ化物サーメット(MoB-Ni 系)位しかないのです⁷⁾。ところで、内燃機関の排出ガス浄化装置として利用されている 2 系統についてみると、一つは多孔質炭化珪素 + Pt 系酸化触媒を使うものと、もう一つは多孔質コーディエライト + Pt 系酸化触媒(または Cu 系酸化触媒)を使うものがあります。このうち多孔質コーディエライトは機能的に有用であるとして環境浄化に広く利用されています。

堇青石にこのように優れた性質があったからこそ、天然において熱が主体の変成の場に堇青石が出現したのだと、改めて認識されたのです。

5 まとめ

コーディエライトは宝石としても常に無い紫色の色合いを示す石として貴重であります。接触変成岩の 500~700 付近の変成分帯をする上で重要な示準鉱物でもあるのです。しかし、その存在意義は従来あまり深く認識されずにきました。

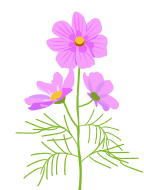
かつてコーディエライトが太陽石と呼ばれてバイキングの Eiriksson the Lucky (~1000A.D.) が活躍した時代の航海に使わ

れたのではないかという推定がなされたことがありました。しかしながらそれを証明する物的証拠は今のところ見出されていません。

近年における合成コーディエライトの低熱膨張係数や高耐熱性の性質の究明・利用は、改めて天然における熱変成作用における堇青石帯の存在意義を、今まで以上に認識する貴重な機会を我々に与えてくれました。太陽石の復活は残念ながら疑わしいのですが、接触変成作用における堇青石帯の重要性は科学・技術の進歩によって大きく前進したとすることができます。

引用文献

- 1)www.oceansatlas.com [UN Atlas of the Ocean; IMO: Navigation]
- 2)www.minsocam.org [Mineral Data Pub. 2001; Cordierite]
- 3)www.polarization.com/viking [Viking Sunstone]
- 4)Nakamura, D., 1995, The Island Arc, 4, 112.
- 5)加賀美英雄・谷口英嗣, 2001, 城西大学研究年報, 25, 1.
- 6)加賀美英雄・谷口英嗣, 2006, 城西大学研究年報, 29, 1.
- 7)www.agcc.jp [ファイナセラミックス]



航路ブイの生き物たち (その1)

フジツボ

勝山一朗*

1 まえがき

「水路」の読者の方々は、航行の際には決まって各所の航路ブイを目にすることと思う。皆様が目にするのは海上の部分だが、海中の部分には海の生物群集が広がっている。航路ブイに付着する生物群集は、緑色や褐色の海藻類、濃い紫や鮮やかな緑色のムラサキイガイやミドリイガイ、そして今回お話しする石灰質の殻に囲まれたフジツボ類、およびこれらの生物群集を行き来する小型の無脊椎動物達で構成されており、私たち海の生物を研究する者にとっては興味が尽きないのである。

このような海の付着生物を研究する研究者の集まりに日本付着生物学会がある。今年、同学会は、付着生物の内でも比較的研究が進んでいるフジツボ類に関する図書「フジツボ類の最新学、知られざる固着性甲殻類と人のかかわり」を刊行した。筆者も企画・編集の任で刊行に関わったので、一般にはあまり知られていないと思われるフジツボのプロフィールを紹介する。

航路ブイであれ海辺の磯の岩場であれ、ほとんどの読者は白っぽい1cm程度の壺のような形をした海の生き物をご覧になっていることと思う。これが今回の主役フジツボである。東大大学院生の堀越さんの研究によれば、最近、東京湾の航路ブイの付着生物群集には、アカフジツボやサンカクフジツボなどのフジツボ類が数多く観察されているという。

2 フジツボの生物学

多くの人がフジツボは貝の仲間と誤って思っているようだが、分類学的にはフジツボ類は節

足動物甲殻類に属する、簡単にいえばエビやカニに近い仲間である。やや詳しくいうと、甲殻綱の蔓脚亜綱に属し、小型の石灰質の殻を持つ甲殻類である。われわれがよく目にするフジツボの殻は周殻といわれる部分で、一般に目にする事の出来るフジツボ類の多くの周殻は6枚の殻板の集合体である。また、蔓脚とは、植物のつる(蔓)に性状が似ていることに由来する、胸部に位置する摂餌用の付属脚である。わが国に分布している蔓脚類は、柄を持つエボシイガイやカメノテ、柄を持たないフジツボ類など、代表的なもので50種程度と考えてよい。このフジツボ類の現世・化石を含む種類の分類学研究に、大きな足跡を残したのがかのC.ダーウィンであり、「種の起源」発表以前に心血を注いだ大著が残されている。

フジツボの大きさはさまざまであるが、我々が普通に目にするもので小さいものは小指の爪以下の大きさのイワフジツボ、大きいものはチリ産の食用にされている“ピコロコ”で拳大はある。以前、東北大学で水産利用学の竹内教授に、チリで入手したというペン立てにした本種を見せていただいたことがあるが、その大きさがお分かりいただけると思う(写真1)。

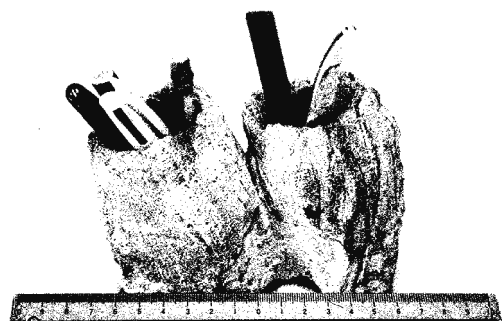


写真1 チリ産の大型フジツボ
写真提供：竹内昌昭氏

*日本エヌ・ユー・エス株式会社

では、フジツボはどのような一生を送るのかその生活史を見てみよう(図1)。関東・関西の太平洋岸の潮間帯に一般的にみられる、殻の長径が1 cm程度のタテジマフジツボ(写真2)を例に説明する。付着生物の繁殖・付着時期を知る方法に、新しい付着板(塩ビ製の20×20cm程度のものが一般的)を海域に毎月垂下し1ヶ月の後に回収し、付着板に付着した付着生物の小さい子供、ここでは稚フジツボを観察し、その出現時期を、すなわち繁殖・付着時期を知る方法がある。この方法によれば、東京湾内湾部では海水温が15℃以上の時期は繁殖期で、付着最盛期は20℃以上の6月から10月と考えると差し支えないようである。

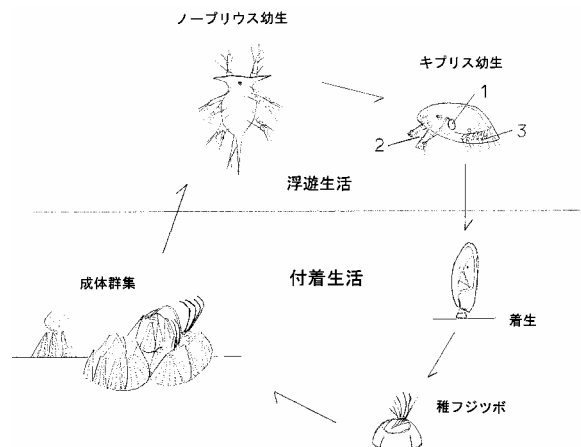


図1 フジツボの生活史

1.セメント腺 2.付着器官 3.遊泳肢



写真2 タテジマフジツボ

熊手のような蔓脚で摂餌している様子がわかる

写真提供: 松村清隆氏

タテジマフジツボは雌雄同体であるが、自家受精することは無い。隣接する別個体からペニスを受け入れ他家受精する。精子を受け取った個体は、成熟卵が受精し発生が始まる。生殖巣内で1期のノープリウス幼生に発生した後、親の体から海中に放出される。ノープリウス幼生は、海中を水の動きに任せ浮遊し、微細な植物性プランクトンを摂餌し成長する。ノープリウス幼生は6回の脱皮後、孵化5日後程度でキプリス幼生に変態し、物体表面に着生する。キプリス幼生の大きさは0.5mm程度であり、付着する際必須の接着物質であるセメントを分泌するセメント腺が形成される。キプリス幼生は摂餌せず、ひたすら生涯固着し生活の舞台となる付着場所(基質という)を選択して着生・付着する。

先ほど述べたように、フジツボは群居しなければ仲間と交尾することが出来ず生殖が果たせない。そこで、キプリス幼生はどのようにして仲間の近所に付着する場所を探し選ぶのかが、生物学的に大変興味があるところで多くの研究者がこの謎に挑んできた。ダーウィンからの伝統か、キプリス幼生の付着場所の選択習性に関する研究は、イギリスの研究者の成果に得るところが多かった。しかしわが国の研究者の健闘も特筆すべきものがある。90年代半ばに行われた新技術事業団(現在は科学技術推進機構となっている)の創造科学技術推進事業の伏谷着生機構プロジェクトによる研究成果である。詳細はプロジェクトの成果報告書に譲るが、種々の基質に対するキプリス幼生の行動を追跡する、あるいは分子生物学的手法を駆使してキプリス幼生が付着場所を選択する際の化学的な応答機構(ケミカルコミュニケーションとも呼ばれる)や、付着したキプリス幼生が通常目にする壺状の成体フジツボの形に変態する際の変態ホルモンに関するものなど、このプロジェクトで得られた成果は革新的であった。筆者もこのプロジェクトに研究推進委員として参加したが、

この経験は刺激的で楽しい思い出である。

フジツボのノープリウス幼生は光に集まる性質がある。海岸表層に集まったノープリウス幼生はキプリス幼生に変態し光を避けた岩陰などに移動し、親フジツボが海水中に放出するフェロモンに反応して、仲間や親の近所にたどり着く。親フジツボはキプリス幼生を呼び寄せる、着生・付着誘引物質を放出しているのである。親フジツボの着生・付着誘引物質は、先の伏谷着生機構プロジェクトの松村さんらの研究により糖鎖を持つタンパク質複合体である事が突き止められ、現在、着生誘起タンパク質複合体、(settlement-inducing protein complex, SIPC) と呼ばれている。また、SIPC以外にもキプリス幼生の付着行動を誘起する物質は、自然界には多く存在するようで、別個体のキプリス幼生の足跡や、付着場所に以前から繁殖していた微生物が形成する微生物フィルムなどが考えられている。

このようにして親や仲間の近くに着生したキプリス幼生は、どのように強固に固着するのだろうか。それはフジツボの生成するセメント物質による。フジツボはセメント腺を持ち、キプリス幼生も親フジツボも水がないと作用しない水中硬化接着タンパク質(膠(にかわ)の様なタンパク質)を分泌し、石灰質の殻を基質に接着させている(図2)。このセメント層の厚さは普通の基質であれば5 μ m程度といわれている。

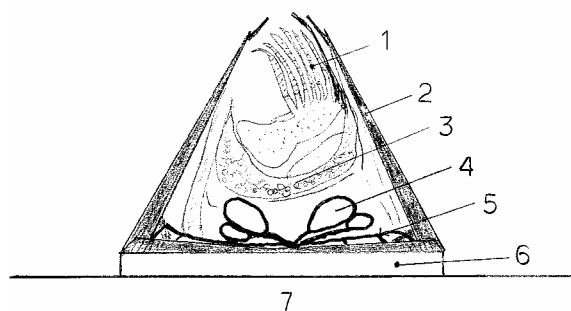


図2 フジツボの体構造と接着物質

- 1.蔓脚 2.殻 3.生殖巣 4.セメント腺
5.導管 6.セメント 7.基質

キプリス幼生から稚フジツボに変態した後、水温 20~25℃であれば、池で見られるミジンコのような動物性プランクトンなどを蔓脚で掻き集め摂餌し、およそ 20 日程度で殻の長径 5mm 程度の大きさに成長し、その後、成熟し群体の生殖活動に加わる。寿命は 1~2 年、長くて 3 年程度と思われる。

3 フジツボと人とのかかわり、有害生物としてみると

船に関係する方はフジツボというと、船体に付着して船速を低下させたり掃除が必要になったりと、厄介者の認識ではなかろうか。実際、人類は舟を手にした時から、フジツボの防除を始めたと思われる。そこで、フジツボと人とのかかわりについては、始めに有害生物としての側面を述べることにする。

船体・船底にフジツボが付着すると、同一燃料消費量で速力が減殺される、同一速力を維持するために燃料の量が多く必要になる、船底のみならず機関の摩損が甚だしくなる、清掃塗替のため入渠の回数が増えるなど、経済的損失は著しい。フジツボの付着量と経済的損失の関係についての具体的な数値に関する公表資料はないが、内海(1947)の名著「船とフジツボ」によりその重大さが窺える。すなわち、「過ぐる日本海大海戦に於いて遠来のバルチック艦隊が大敗北を喫したのも、ひとつには船底に大量の生物が付着集積した為、行動の自由をそこなわれたためであると伝えられている」との記述が残されている。また、近年、鋼製の海洋構造物の防錆塗料へのアカフジツボなど大型のフジツボ類の塗膜への食い込みも知られており、著しい場合は鋼の腐食を起こすこともある。

一方、陸上の海水利用施設例えば発電所などでも、フジツボ類による障害に頭を抱えている。発電とは蒸気でタービンを回転させて電気を得るものだが、蒸気は冷却されて再び水に戻され再利用される。この時、多量の海

水が冷却に使われ、発電所では毎秒何十m³という海水を取水している。この海水取水施設や導水管にもフジツボが付着し、管径を減少させ取水量を低下させる、あるいは蒸気を冷却して再び水に戻す復水器の海水が通過する細い管を腐食させるなどの障害が起こり困っている。

これらの障害に対して、対策がなされてきたことはいうまでもない。最たる物は、フジツボなどの汚損生物を付着しないようにする防汚塗料の開発である。船に限って言えば船底塗料である。ギリシャ人は紀元前3世紀には既にタール、ワックスあるいは銅板被覆を用いており、銅板被覆方法は18世紀まで続いた。船底防汚塗料の始まりはピッチで、13世紀から広く用いられるようになり、油脂や獣油を混ぜて使ったといわれている。また、防汚塗料の特許は、17世紀にイギリスで出願され、これは酸化鉄、セメント、銅化合物から成るもので、銅化合物が防汚有効成分として認識されていたことが分かる。わが国では、1930年代から本格的な研究・開発が海軍により開始された。その後、技術の発展はめざましいものがあり、1950年代以降銅系あるいは有機スズ化合物系塗料が出現した。特に有機スズ化合物はその絶大な効果から、船底、海水取水施設、漁網などにも広く使われた。すなわち、銅化合物、有機スズ化合物などの化学物質の示す毒性が、防汚作用として活用されていた。

しかし、フランスでのカキの貝殻の異常や、わが国での養殖ハマチの骨曲りなどの原因物質として、有機スズ化合物を用いた防汚剤が懸念されるようになったのは、1970年前後と思われる。わが国はその後、世界に先駆けて1989年にはTBTを第一種特定化合物として製造・輸入を禁止した。なお、カキの貝殻の異常、養殖ハマチの骨曲りと有機スズ化合物との明瞭な因果関係については、現在も科学的に証明されていない。しかし、イボニシ

のメスにオスの生殖器官が形成・発達するインボセックスについては、有機スズ化合物、特にTBTとの因果関係が科学的に証明されている。最近では、2001年4月にロンドンで行われたIMOの海洋環境保護委員会で、TBT船底塗料使用を規制する新条約の審議が行われ、2008年以降船体へ塗布されていることが禁止される案文が最終化された。

このような社会的背景のもとで、わが国は1985年以前に重金属の防汚剤を使用しない無公害な防汚塗料の開発に成功した。シリコン系塗料と呼ばれるもので、毒性を示す防汚物質を含まず塗膜表面の撥水性により、汚損生物の接着物質の接着が阻害される防汚機構を有するといわれている。すなわち、付着生物の接着物質を塗膜表面がはじく性質のものである。開発当時は、高価なことと防汚効果を示す期間が従来の重金属系防汚塗料と比べると短いことなどが懸念されたが、現在ではこれらの問題も解決の方向にあり、シリコン系塗料が今後の防汚塗料の主流となることは間違いない。

有機スズ化合物は優れた防汚効果を示す。しかし、人が作り出した化合物で、これまでに自然には存在しなかった未知の部分が多い物質である。そのため、その反作用が懸念され、実害も認められたのである。そこで、海の生物が作り出す天然物質がこれまで以上に注目されたことは、漢方薬などの薬理作用を思うと自然な成り行きであった。体の柔らかい海綿や刺胞動物の仲間、自らが作り出す物質で外敵から身を守っている例が多く知られている。これらの生体防御化学物質を防汚物質として利用出来ないかという発想である。

忌避物質に関する研究は数多いが、1994年に発表された紺屋らによる、ホンダワラコケムシから得られた2, 5, 6-トリブロモ-1-メチルグラミンの単離・同定は実用化に最も近い成果となった。この物質は、清水港で採集した無脊椎動物のホンダワラコケムシから

得られた、フジツボのキプリス幼生に対し付着阻害活性を示す物質で、最小付着阻害濃度は0.03ppmで、これはTBT0の約6倍の活性であり、幼生に対する致死活性はTBT0より弱いものである。図3に、付着率と死亡率と濃度の関係を示した。

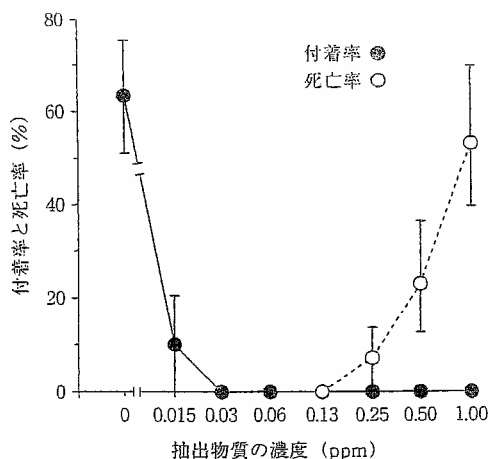


図3 ホンダワラコケムシから得られた物質の、タテジマフジツボキプリス幼生の付着率と死亡率への影響

Konya et al. 1994 より許可を得て引用

この物質はキプリス幼生の付着は阻害するが、幼生を殺さない物質といえよう。この物質の誘導体を混入させた、シリコン系塗料は、海域での防汚効果試験も上々で、上市に向けてあと一步と聞く。無公害防汚塗料と天然物由来の忌避物質を組み合わせることによって、防汚効果と付加価値を向上させた、新しい防汚塗料の商品化が待たれる。

今年7月に13回目となる「生物汚損と海洋腐食に関する国際会議」に参加した。防汚対策は4,000億円程度の経済損失を回避し、世界の防汚塗料の市場は600億円程度で、かなりの市場がアジアにあるとのことである。今後、フジツボなど汚損生物には厳しく、その他の生物や環境には限りなく易しい防汚対策の技術革新が望まれるところである。筆者も現在、技術革新に貢献すべく、慶應義塾大学理工学部の小茂鳥先生のご指導で、フジツボが付着しない表面構造の共同研究に健闘している。

4 有用生物としてみると

次はフジツボの名誉のためにも、一般にはほとんど知られていない有用生物としての側面を見てみよう。

フジツボは先に述べたように、海水中の小動物や懸濁物を食べているので、それ自体生態系の中で海域浄化に役立っているとも言える。また、海岸のテトラポットなどコンクリート構造物には、フジツボの殻の残り部分が見られることがある(写真3)。この現象に注目して、最近の研究によれば、フジツボの殻の底盤がコンクリート表面を保護し、底盤の面積が広いとコンクリート中の鉄筋の腐食速度が低下する傾向が認められている。「生物の力」を利用した、コンクリートと鉄筋の海洋構造物の維持管理技術も夢ではないのである。



写真3 コンクリートに残ったフジツボの底盤

グルメブームの昨今、フジツボの美味さが食通の間で言われている。陸奥半島周辺では古くから、ホタテ養殖施設などに付着した冷水性の大型フジツボ、ミネフジツボを「鷹の爪」といって、卵巣が成熟して美味しくなる夏場に、茹でたり焼いたりして酒の肴などに珍重していた。筆者も青森県大間の魚屋さんで買い求め、旅館で茹でてもらって食べたことがあるが、何とも言えない味で感激した。敢えて例えると、カニの爪の身とウニの身の卵蒸と言ったところか。本当に美味しいのである。最近では、東京の水産物店でも稀に夏季に見

られるようになった(写真4)。結構、高価な高級品である。この価格に注目して、宮城県では地域振興、水産の新商品開発を目指して、アカフジツボの養殖事業の検討が始まり、漁業関係者の期待が寄せられている。2004年に開催された日本付着生物学会主催のシンポジウム「人とフジツボのかかわり」では、懇親会の目玉としてフジツボ類が提供されたが、評判は上々だった(写真5)。もっとも海外に目を転じれば、スペイン・フランス・ポルトガル・チリでは、フジツボは食生活に定着していて、2001年のFAOの統計によれば、スペインでの水揚げ量が多く、200トンに迫ることもあった。先日、スペインの方に伺ったら、高級品でめったに食べられないとの事。美味しいものは何処でも人気があるのである。

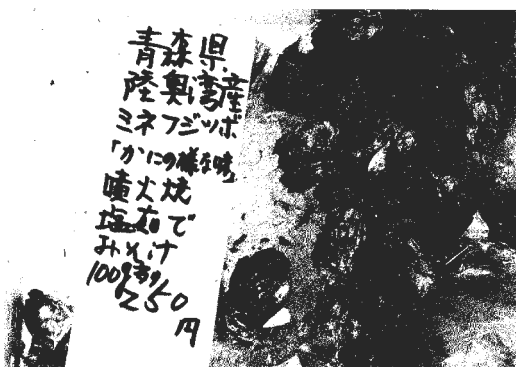


写真4 東京で売られているミネフジツボ



写真5 フジツボシンポジウムでのフジツボ類の試食

茹でたミネフジツボ、アカフジツボ、カメノテが提供され、参加者はこわごわと手にした後、その美味しさに驚いていた。

その他、生体防御に働いていると考えられるレクチンの資源生物として、また水中接着剤開発の際のモデル生物として、フジツボに

関する研究例も多い。

最後に、フジツボと友達になろうというお話。環境教育や自然教育という言葉が、夏休みの新聞でよく目にする。身近な安全な磯で、いつでも・どこでも・簡単に観察することが出来るフジツボは、格好の教材生物として魅力的である。野外観察会開催の豊富な経験を誇る横須賀市自然・人文博物館館長の林さんもその魅力を語る一人である。2006年7月に東京港野鳥公園で開催された「NPO法人東京港グリーンボランティア」主催の「フジツボの子供を見てみよう」のスナッフを掲載した(写真6)。手軽な下敷きを海に垂下して1~2週間後再び海から引き上げ観察すると、下敷きに付着した小さな子供フジツボが見られる。魚のような動く生き物と違って網で採集するなどの苦勞無しに、子供たちでも簡単に生き物のすがたを観察出来、自然の巧妙な姿にふれられるところが嬉しい。

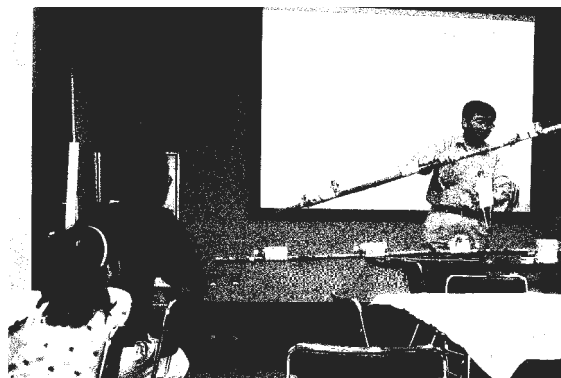


写真6 フジツボ観察会でのスナッフ
講師は主催者リーダーの中瀬さん。胸の辺りに海に垂下する下敷きが見る。この下敷きにフジツボの子供が付着し、容易に観察することが出来る。

写真提供：岡本 研氏

前に述べたフジツボ退治に絶大だったTBTは、その有害性から再来年の2008年には地上から姿を消す。また2008年には、1964年のフランスでの第1回開催以来アジアで始めて、第14回「生物汚損と海洋腐食に関する国際会議」が日本で開催される。

この解説を読まれた皆様も、この後、海の

小さな生き物フジツボと人とのかかわりについて感心を持ち続けていただきたいと願いつつ、筆を置く事とする。

参考文献 (年代順 一般的なものに止めた)

内海富士夫 (1947 年) : 船とフジツボ, 日本出版社
(財) 水産無脊椎動物研究所 (1991 年) : 海洋生物の付着機構, 恒星社厚生閣
岡野桂樹・伏谷伸宏 (1997 年) : フジツボの着生機構, 生化学, 69 (12)
廣田 洋 (1997 年) : 海洋生物の化学言語を探る, 現代化学, 1997 年 6 月
伏谷着生機構プロジェクト (1999 年) : 伏谷着生機構プロジェクトシンポジウム講演要旨集, 新技術事業団 創造科学技術推進事業

勝山一朗 (2001 年) : 防汚技術開発の今後, アクアネット, 2001. 7

山口寿之・松村清隆・加戸隆介 (2002 年) : 甲殻類—付着生物フジツボ類—その着生のメカニズム, 化学と生物, 40 (9)

日本付着生物学会 (2003 年) : Sessile Organisms, 学会創立 30 周年記念号

勝山一朗 (2005 年) : 発電所における付着生物との戦い, 電気評論, 2005 年 7 月

日本付着生物学会 (2006 年) : フジツボ類の最新学知られざる固着性甲殻類と人とのかかわり, 恒星社厚生閣



☆健康百話(16)☆

タバコ・たばこ・煙草

若葉台診療所所長 加行 尚

これまで“生活習慣病”について、語る述べてまいりましたが、それらの疾患を述べる際に、その病因の一つとして必ず出てくるのが、「喫煙」です。

最近では、レストランへ行くと「煙草をお吸いになりますか?」と訊かれて、それぞれ喫煙者用或いは、非喫煙者用の席に案内されるようになりました。また駅のプラットホームや公共の建物の中では必ずと言ってよいほど“禁煙”となってしまう、世の「愛煙家」にとっては大変住み辛い世の中となってしまうました。この現象は日本に限らず、全世界でも同じようです。どうも“煙草”はこの世の中から追放されそうな勢いです。

煙草は大昔から全世界の多くの人々に愛用されてきましたが、ここに至ってどうしてこのような憂き目にあっているのでしょうか。

1. 喫煙の歴史

人類はいつ頃からタバコを吸うようになったのか。最も古い記録としては、紀元 600~900 年頃のマヤ人の彫刻の中にその様子を見ることが出来ます。

現代に係わる喫煙の歴史は、1492 年のコロンブスの時代までさかのぼります。彼らが西インド諸島のサン・サルバドルに上陸すると、その住民達は親睦の意味をこめて煙草葉を差し出しました。彼らは、今の葉巻と同じ様に乾燥したタバコ葉を丸めて吸っておりました。

さて、タバコ葉は、コロンブス一行により、ヨーロッパへと渡りました。そして 16~17 世紀にかけて世界中に広まって行きました。

タバコが嗜好品として普及するには、その品質が良くなければなりません。1840 年代になると、北米において新しいタバコ葉の開発がなされ、その品質向上とともに更に普及して行きました。

1832 年頃になるとエジプト人は、タバコを紙で巻いて使用するようになり、また紙巻タバコを大量に生産する機械も開発されて、普及して行きました。

タバコが日本に入ってきたのは 16 世紀の中頃のことです。1543 年ポルトガル人による鉄砲伝来の時に、日本人は彼らがタバコを吸っている様子を目にし、驚いて「ポルトガル人はお腹で火を焚いている」といったそうです。そして日本で喫煙の週間が広まったのは 1590 年頃からと言われております。

タバコの種子が渡来したのが 1605 年頃。その上陸地は九州の長崎、薩摩、肥前説があります。喫煙風景は江戸時代には、歌舞伎や文学にも盛んに登場するようになりました。日本では火災や作付けが米からたばこへ移行するのを恐れて、豊臣秀吉や徳川家康の時代に、喫煙の抑制の為に、タバコの栽培、販売、使用を禁止する法令が定められた時期がありましたが、しかしいずれも効果を挙げることなく、飲酒の習慣と同じ様に、喫煙は人々の間に定着していきました。

2. 喫煙の現況

日本たばこ産業株式会社の調査によりますと、1965 年から 1990 年にかけてのわが国の喫煙者率は、男性では 82%から 61%へ、更に 2002 年になりますと 43.3%に低下しております。女性では 16%から 14%とわずかに低下し、更に 2002 年になりますと、10.2%と僅かながら低下をしております。(2002 年度分は平成 14 年度国民栄養調査結果による)(図 1) しかし平成 15 年度厚生労働省「国民健康・栄養調査」によりますと、20~50 歳台の働き盛りの男性で 54 から 57%の高率を示しておりますし、女性では出産で一番大切な 20~30 歳台の時期に 18.1~19%の方々喫煙しておりますので、彼女らの異常分娩が心配です。(図 2)

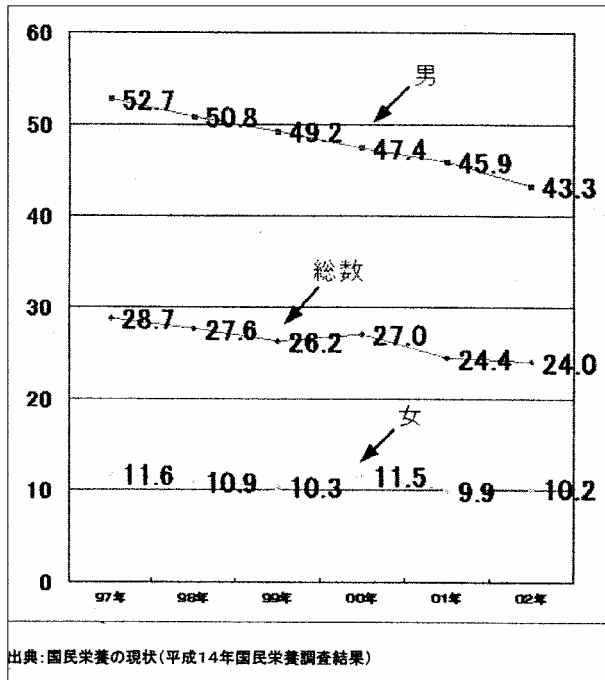


図1 喫煙習慣者の年次推移(性別)

3. タバコの正体

タバコはナス科植物の一つで、その野生種は60種類以上が発見されています。喫煙は、乾燥させたタバコの葉を燃やして、その煙を吸入することになります。

タバコには、特有の物としてニコチンがあり、その他にも4000種類もの物質が含まれております。そのうち200種類以上の者が有害物質です。

1) ニコチンについて

生活習慣病の“悪の根源”と言われているニコチンは肺からだけでなく、口腔粘膜、胃腸管粘膜、皮膚からも吸収されます。1本の紙巻タバコには、10mgのニコチンが含まれていますが、喫煙すると1ないし2mgのニコチンが肺に到達し、そして速やかに吸収されて、血液により体内をまわります。脳に達するのに10秒とかかりません。

体内に吸収されその作用を現したニコチンは、肝臓で代謝されて色々な代謝産物が出てきますが、

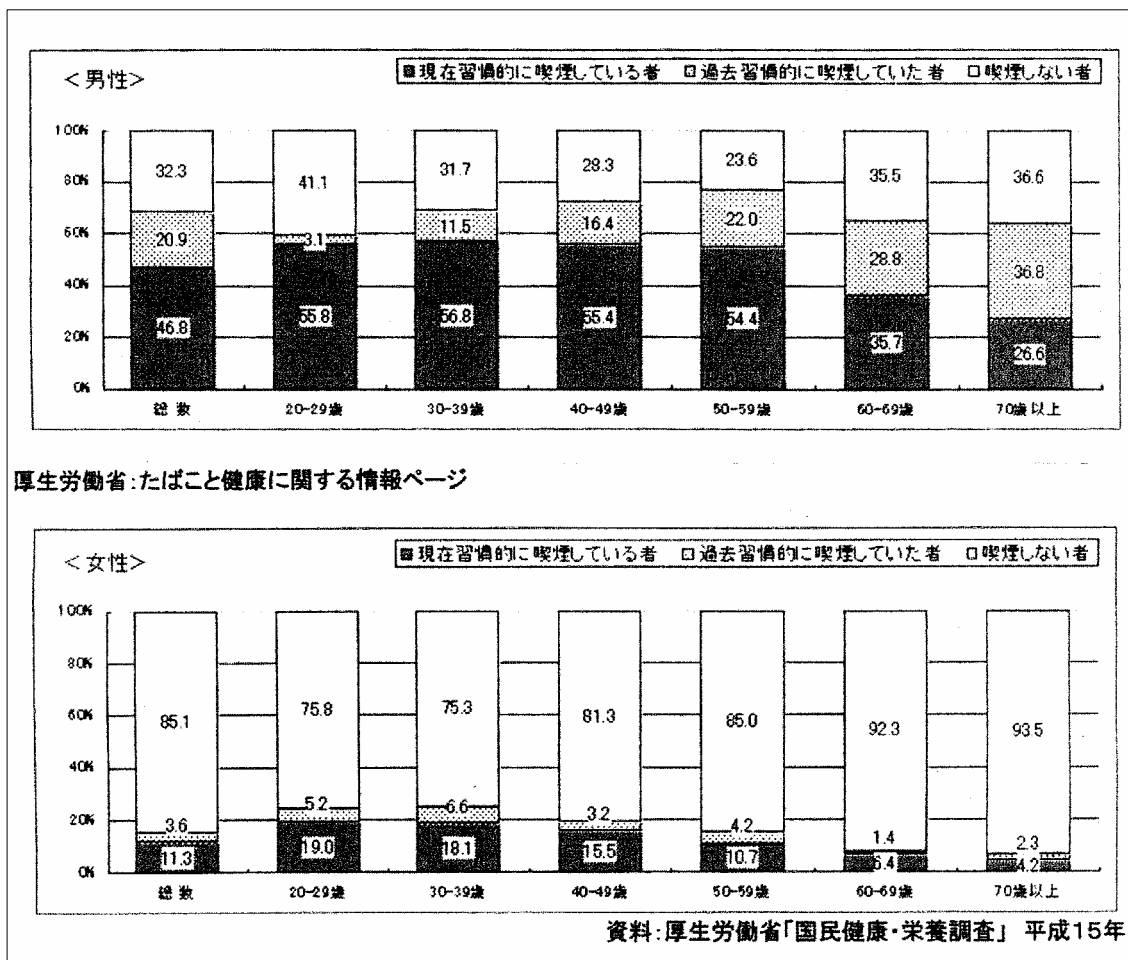


図2

それらは速やかに腎臓から排泄されます。体内でのニコチンが半減する時間は30分ないし60分で、その効果の消失も速いのです。

2) ニコチンの身体への影響

タバコを止めると肥る、とよく言われますが、肥満の問題で深刻な欧米では、その肥満防止のために喫煙が行われることが多いようです。それは喫煙により栄養摂取が低下し、一方代謝が亢進(こうしん)するので肥満にならない、と考えられているようです。

そのほか、ニコチンの身体への影響は重要なものは、胃の収縮力を低下させ、吐き気や嘔吐が起こったりします。そのために食欲が低下します。

心臓循環器系では、血圧の上昇、抹消血管の収縮(血圧上昇の原因です)、心収縮力の増加が起こる(これも血圧上昇の源になります)。泌尿器系では尿量の減少が起こります。脳への影響は、少量のニコチンでは興奮効果が優位ですが、大量ではむしろ抑制が優位になります。愛煙家は喫煙時に、浅く吸ったり、深く吸ったりして、この効果をうまく調節しているのでしょうか。このようにニコチンは短期集中的に効果をもたらしているのです。

さて、身体への影響として重要視されているタバコ煙成分の一酸化炭素、タール、ニコチンについて再度考えて見ます。

一酸化炭素：タバコ煙のガス体で、喫煙により体内に入るとヘモグロビンと結合して、カルボキ

シヘモグロビンとなって酸素を奪ってしまいます。したがってタバコ煙に乗って体内に入った一酸化炭素が多いと、それだけ血液中の酸素が減り、体内組織への酸素供給が低下することになります。狭心症、抹消動脈疾患、慢性呼吸器疾患、さらには妊娠時の喫煙による胎児への影響などタバコ煙による一酸化炭素の影響が特に懸念されるのです。

タール：タバコ煙中の固体成分で、特にがんとの関係が注目されており。(図3)

ニコチン：固体成分の一つで、先に述べましたように心臓血管系への影響が特に問題とされています。これは、タバコ煙の一酸化炭素とともに共同して悪影響を与えますので、注意しなければなりません。

“タバコ”に関してはまだまだ多くのことをお知らせしなければならないのですが、紙面に限りがありますので、機会のあるごとにお伝えしたいと思います。

参考資料

宮里勝正：「タバコはなぜやめられないか」 岩波新書 1993

平山 雄：「がんにならない体をつくる」

青春出版社 1991

厚生労働省「国民健康・栄養調査」平成15年

神奈川新聞2006年(平成18年)4月15日 土曜日号 18頁

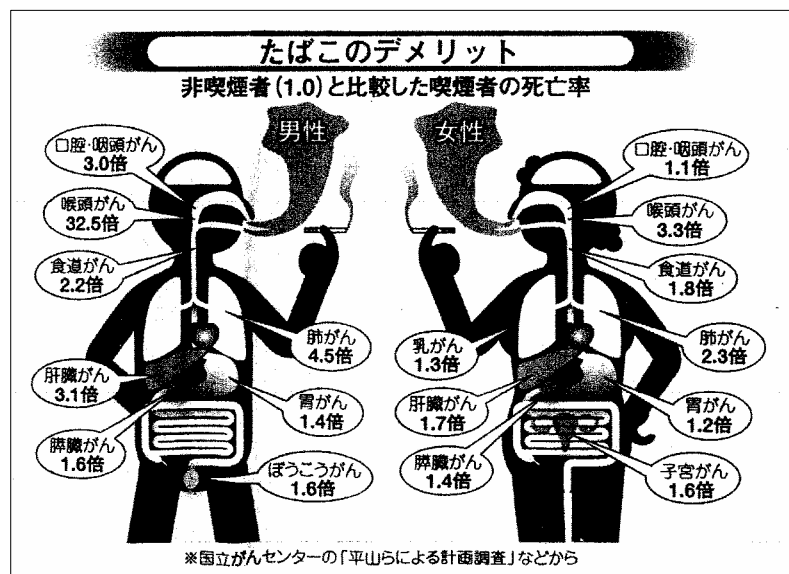


図3



潮名について(1)

(財)日本水路協会 海洋情報提供部

1 潮の満ち干きについては、潮汐表や日本水路協会発行の電子潮見表等により、満干潮の時刻や水位を知っていただくのが本筋ですが、海釣りや潮干狩りをされる方々のなかには昔から使用されている大潮、小潮などの表現にこだわる方が多い。また、伝統的な潮名の付け方と当日本水路協会の方法による潮名との差異に関する問合せも多いので、大潮、小潮等の潮名を話題とすることにしました。なお、潮名については、14年前の「水路」81号に海上保安庁海洋情報部「海の相談室」からの投稿による「海のQ & A」と題した解説があります。

2 伝統的な潮名の付け方の根幹は旧暦です。表1は一般に用いられている旧暦に基づく潮名表であり、旧暦が決まれば潮名が決まります。

表1 旧暦による潮名表

旧暦	月の形状	潮名	旧暦	月の形状	潮名
1	新月	大潮	16	下弦	大潮
2		大潮	17		大潮
3	中潮	18	中潮		
4	中潮	19	中潮		
5	中潮	20	中潮		
6	中潮	21	中潮		
7	上弦	小潮	22		小潮
8		小潮	23		小潮
9		小潮	24		小潮
10		長潮	25		長潮
11		若潮	26		若潮
12		中潮	27		中潮
13		中潮	28		中潮
14		大潮	29		大潮
15	満月	大潮	30		大潮

大潮とは、連続する満潮から干潮まで、または、干潮から満潮までの水位差が大きい時期で、新月や満月の前後数日間のことであり、小潮とは逆に水位差が小さい時期で、上弦または下弦の頃の潮名である。中潮は大潮と小潮の間の期間である。

長潮は、上弦または下弦を1～2日過ぎた頃の干満差が小さく、だだららと同じような水位が長く続く時期を言い、若潮は、中潮、大潮に向かって干満差が次第に大きくなる直前の時期である。

では、旧暦はどのように決まるのでしょうか？旧暦の1日は月と太陽の黄経差がゼロとなる日(新月の日)で、翌日から次の新月の日まで2, 3, 4, 5, …と30日まであれば大の月、

29日しかなければ小の月である。従って、小の月に続く新月時の大潮は3日しかない。ちなみに、2006年の場合、小の月が5回ある。

3 日本水路協会の潮名の付け方は、毎日の午前0時における月と太陽の黄経差(月の黄経から太陽の黄経を引いた概値)に基づいて、一般に用いられている潮名を割り当てるものです。例えば、午前0時の黄経が310度であれば、その日を中潮とします(表2参照)。

表2 月一太陽間の黄経差による潮名

潮名	月一太陽間の黄経差	割当日数
大潮	343～31	4日
中潮	31～67	3日
小潮	67～103	3日
長潮	103～115	1日
若潮	115～127	1日
中潮	127～163	3日
大潮	163～211	4日
中潮	211～247	3日
小潮	247～283	3日
長潮	283～295	1日
若潮	295～307	1日
中潮	307～343	3日

潮名の一巡は30日あることから、1日12度として4日間の大潮の後に3日間の中潮が来るようにしています。

当協会の潮名の付け方にはもう一つの特徴があります。新月の頃に大潮を4日間配置するとすれば、月と太陽の黄経差の範囲は0度を中心に48度の範囲とすべきところが、少しプラス側に寄っています。これは日本周辺では大潮の時期が通常、新月や満月の日から1日程度遅れることを勘案した結果です。従って、当協会の方法による潮名は旧暦による潮名より1日程度ずれており、大潮や中潮の始まりが1日遅れている。

なお、現実の月と太陽の黄経差は1日12.1度であることから、4日の大潮が3日に、3日の中潮が2日に、1日の長潮が無くなったりすることがある。ちなみに、2006年の場合、大潮が3日になったのは6月下旬の1回だけである。

今回は、どちらの方法がより現実に即した潮名を与えているかを検証することとしたい。

平成18年度 水路測量技術検定試験問題 (その108)

沿岸2級1次試験 (平成18年6月10日)

一 試験時間 1時間50分一

基準点測量

問1 次の文は水路測量の原点測量において水平角、距離の測定について述べたものである。

適切な語句を下記から選び () の中に記号を記入し正しい文章にきなさい。

- (1) 測角は原則として () とする。
- (2) 角の測定は () 以上とする。
- (3) 10秒読み、20秒読みの経緯儀を用いる場合に一巡の測定後、最初の視準目標を再び測定して、その読みの差が最小目盛りの () を超えるときは、新たに、その対回の測定を行う。また10秒読みより精度の高い経緯儀を用いた場合で、() を超えたときも同様とする。
- (4) 距離の測定は () 以上とする。
 - イ. 20秒 ロ. 2対回 ハ. 2回 ニ. 1対回
 - ホ. 倍角観測法 ヘ. 40秒 ト. 2倍 チ. 3倍
 - リ. 3回 ヌ. 方向観測法

問2 次の文は水路測量の高さの測定について述べたものである。適切な語句を下記から選び () の中に記号を記入し正しい文章にきなさい。

- (1) 間接水準測量による高さの測定は、高さが既知の () の点を基準として行うものとする。
- (2) GPSを利用した間接水準測量は、高さが既知の点と測点との同時観測による干渉法とし () まで測定するものとする。
- (3) 海面から高さを直接測定する場合は、日又は時刻を変えて () 行うものとする。測定は () ごとに行うものとし、3回以上の測定を1組とする。ただし水上岩については1組以上行えばよいものとする。
- (4) 海岸線の近傍にある測点、灯台、水上岩等で高さ () のものは、できる限り海面からの直接測定を行うものとする。
 - イ 10メートル未満 ロ 2組以上 ハ 3か所以上
 - ニ 0.01メートル位 ホ 5分又は10分 ヘ 3組以上
 - ト 2か所以上 チ 0.1メートル位 リ 15メートル未満
 - ヌ 20分又は30分

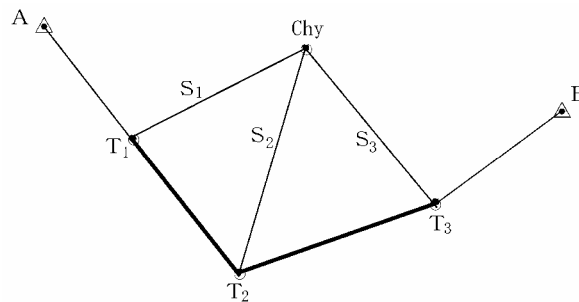
問3 次の語句は測量の基準に関する用語である。簡単に説明きなさい。

- (1) ジオイド (2) 鉛直線偏差 (3) 測地緯度 (地理緯度)

問4 下図に示す多角測量を行った。煙突 (Chy) の位置を三角測量で決定するため、多角点 T_1, T_2, T_3 にて水平角を観測して次の結果を得た。Chy からの各辺の距離 (S_1, S_2, S_3) を求めなさい。

at T_1	at T_2	at T_3
$A = 0^\circ - 0' - 0''$	$T_1 = 0^\circ - 0' - 0''$	$T_2 = 0^\circ - 0' - 0''$
$Chy = 97^\circ - 32' - 40''$	$Chy = 54^\circ - 26' - 40''$	$Chy = 71^\circ - 20' - 30''$
$T_2 = 178^\circ - 46' - 20''$	$T_3 = 107^\circ - 43' - 50''$	$B = 164^\circ - 02' - 20''$

なお、距離は $T_1 - T_2 = 647.22\text{ m}$ 、 $T_2 - T_3 = 794.98\text{ m}$ である。



水深測量

問1 下記に示すGPSに関する左右の語句群の中で、関連が深いもの同士を線で結びなさい。

- | | | | |
|---------|---|---|---------|
| WGS-84 | ・ | ・ | PRN |
| 軌道情報 | ・ | ・ | 時間差測定 |
| 0.5 恒星日 | ・ | ・ | 航法メッセージ |
| 衛星識別番号 | ・ | ・ | 測地系 |
| 擬似距離 | ・ | ・ | 周回周期 |

問2 経緯儀を用いた直線誘導法で、誘導角に5分の誤りがあった。誘導点から距離800メートルの地点で測深線の誤差はいくらとなるか下記の中から解答を選び、解答欄に番号を記入しなさい。

- ① 1.06 ② 1.16 ③ 1.26 ④ 1.36 ⑤ 1.46

(単位：m)

解答欄 ()

問3 比較的緩やかな傾斜の海域の測量成果を自動化処理した場合、そのデータチェックの方法として、水深素図の上で1メートルごとの等深線を自動又は手動で描画して判断するのが有効である。

水深又は測位のデータに誤りが有るのは等深線にどのような傾向が現れた場合か、三つ以上記述しなさい。

- 問4 音響測深機の乾式（放電破壊式）直線記録紙は通常ロール状で長さ20メートル、幅300ミリメートルである。測深範囲（記録幅）が40メートル、有効記録幅が247ミリメートル、紙送り速度を40ミリメートル／分、測量船の船速を6ノットとした時の深さ方向と紙送り方向の記録縮尺は、それぞれいくらかとなるか算出なさい。
- また、この記録紙での最大使用可能時間はいくらか。

潮汐観測

- 問1 次の文は、潮汐に係わる用語又は表現である。正しいものには○を、間違っているものには×を付けなさい。
- 1 潮差とは、相次ぐ高潮と低潮の高さの差をいう。
 - 2 最低水面とは、海図の水深基準面である。
 - 3 調和分解計算の結果から得られる主要4分潮とは、 M_2 、 S_2 、 O_1 、 P_1 である。
 - 4 三河湾における平均高潮間隔は約6時間である。従って、新月や満月の頃は、朝夕が低潮である。
 - 5 潮汐表の潮高の値は、気圧、水温等の変動による平均的な季節変動を含んでいない。

- 問2 簡易験潮器による潮汐観測の場合、副標（験潮柱）を設置するが、副標の役割を三つ以上挙げなさい。

- 問3 測量地の最低水面を決定するため、次の資料を得た。最低水面は測量地の験潮所観測基準面上何メートルになるか、メートル以下第2位まで算出なさい。

ただし、測量地の Z_0 は、1.30メートルである。

- 資料
- | | |
|------------------------|--------|
| 1) 最近5か年間の基準験潮所の平均水面 | 3.80 m |
| 2) 基準験潮所の短期平均水面 | |
| 平成17年11月1日～11月30日の平均水面 | 3.91 m |
| 3) 測量地験潮所の短期平均水面 | |
| 平成17年11月1日～11月30日の平均水面 | 2.95 m |

海底地質調査

- 問1 次の文章で内容の正しいものは○を、間違っているものには×を付けなさい。
- 1 海底地質調査で事前の地質文献調査は重要な情報を与えるので必要である。
 - 2 海底がどのような底質で構成されているかは音響測深と音波探査で正確に把握できる。
 - 3 海底を形成する底質は陸岸域の地質に関係する。測量域の沿岸が岩石海岸であれば海底は岩石と推定され海底地質調査は不要である。
 - 4 海底の地質構造を把握するには音波探査は不可欠であり、採泥作業も有効である。
 - 5 採泥作業で得た底質サンプルの粒度分析は肉眼判定、ふるい法、比重計法粒度分析などで行う。

問2 海底の底質は大きく岩、礫、砂、泥に大別される。底質に差異が生じる要因を三つ挙げて、その理由を簡単に記述しなさい。

問3 下記に海底地形・地質調査のための機器名（商品名）が示されている。これらの機器がどのような音源の原理、方式によるものかを（ ）の中に〇〇式として記入しなさい。

(1) ソノプローブ ()

(2) スパーカー ()

(3) 音響測深機、サイドスキャンソナー
()

(4) ブーマー ()

(5) エアガン ()



財団法人 日本水路協会認定
水路測量技術検定試験
沿岸1級・港湾1級

試験期日 1次(筆記)試験・2次(口述)試験 平成19年2月3日(土)
試験地 東京都
試験会場 測量年金会館 東京都新宿区山吹町11番1
受験願書受付 平成18年11月15日(水)～12月15日(金)
問い合わせ先 財団法人 日本水路協会 技術指導部
〒104-0045 東京都中央区築地 5-3-3 築地浜離宮ビル 8F
電話 03-3543-0760 Fax 03-3543-0762
E-mail: gijutsu@jha.jp



おめでとうございます

平成18年度 2級水路測量技術検定試験合格者名簿
(試験日: 1次, 2次 平成18年6月10日)

【港湾 13名】

大村 剛史	(株)日本技術コンサルタント	千葉県
灘 一行	アサヒコンサルタント(株)	鳥取県
樋口 友行	東京都東京港建設事務所	東京都
中村 誠	真壁建設(株)	北海道
谷口 修一	(株)帝国コンサルタント	福井県
林 貴朗	(株)帝国コンサルタント	福井県
小野 正敏	東京都東京港建設事務所	東京都
井上 堅太	阪神臨海測量(株)	愛知県
柴 浩行	北建コンサル(株)	富山県
中田 竜也	(株)第一コンサルタント	熊本県

黒澤 幹	釜石測量設計(株)	岩手県
池側 正信	阪神臨海測量(株)	大阪府
佐々木いたる	(株)アーク・ジオ・サポート	東京都

【沿岸 4名】

佐藤 昌隆	(株)梨本測量社	新潟県
増谷 浩一	(株)共立測量設計	北海道
川崎 敦司	銚子測量(有)	千葉県
大泉 秀勝	(株)ズコーシャ	北海道



平成18年度 沿岸海象調査研修実施報告

当協会と(社)海洋調査協会主催による上記研修海洋物理コース(平成18年7月3日~8日)・水質環境コース(同10日~15日)が測量年金会館において、開催されました。

受講者は、海洋物理コース9名・水質環境コース3名で、全員に修了証書が授与されました。

海洋物理コース

気象調査(市川 (財)気象業務支援センター教育部長代理)。沿岸流動の特性(長島 東京海洋大学名誉教授)。潮汐学概論と潮汐観測・潮汐資料の解析と推算(山田 (株)調和解析代表取締役)。波浪理論と資料解析(平石 独立行政法人港湾空港技術研究所波浪研究室長)。漂砂調査法(栗山 独立行政法人港湾空港技術研究所漂砂研究室長)。海洋調査の現況と課題・海洋情報概説(永田 (財)日本水路協会技術顧問)。

水質環境コース

海洋環境調査の意義,目的,計画,組立て方(須藤 立正大学講師)。沿岸環境アセスメント(宗像 国際航業(株)環境部水環境研究室長)。水産生物と海洋環境(石丸 東京海洋大学海洋科学部海洋環境学科教授)。潮流概論・潮流観測機器の取扱い,潮流観測・潮流図作成,最近の観測機器と取扱い(盛 盛技術士事務所)。拡散流動調査・海洋環境シミュレーション(和田 日本大学大学院総合科学研究科教授)。水質・底質の調査(柴田 いであ(株)環境コンサルタント総括事業本部環境調査本部長)。

研修受講修了者

【海洋物理コース 9名】

川又 正徳 北日本港湾コンサルタント(株) 北海道
 岩橋 義博 北日本港湾コンサルタント(株) 北海道
 斎藤 秀樹 北日本港湾コンサルタント(株) 北海道
 佐藤 秀城 北都電機(株) 北海道
 菱沼 和久 (有)菱沼測量コンサルタント 神奈川県
 三宅 育 阪神臨海測量(株) 大阪府

蓑島 克久 海洋電子(株) 埼玉県
 野口 正廣 海洋電子(株) 埼玉県
 渡邊 康司 (株)アーク・ジオ・サポート 東京都

【水質環境コース 3名】

保本 健治 (株)セトウチ 広島県
 小磯 隆則 (有)シーポイント名古屋事務所 愛知県
 吉安 正人 アジアプランニング(株) 熊本県



永田先生(後列右から4番目)と受講生



永田先生

海洋情報部コーナー

1. トピックスコーナー

企画課

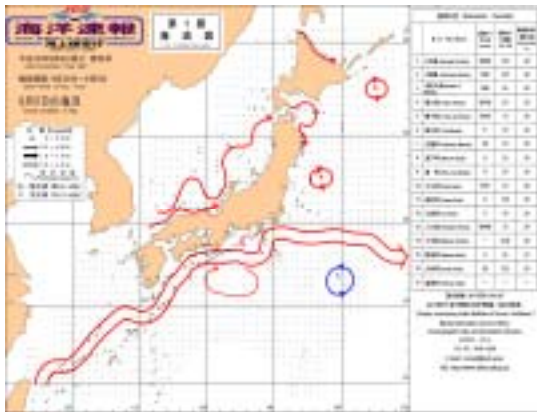
(1) 海上保安庁の海洋速報が変わります！

～海流情報を週1回から平日毎日に提供へ～

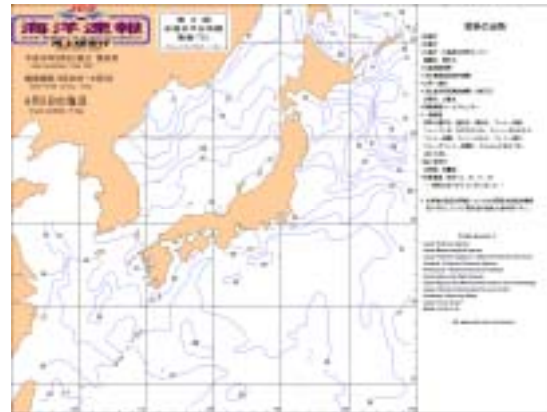
海上保安庁では、海難の救助、海上防災・海洋環境の保全、海上交通の安全確保等を目的として、海流情報を載せた海洋速報を毎週水曜日にインターネットにより提供していましたが、昨今の船舶運航者や漁業関係者等の一般ユーザーのリアルタイム情報

(海洋短波レーダーによる流況や潮汐・潮流情報等)への関心度が高まっているため、迅速な提供と情報の充実を目指し、8月1日から、内容を一新して平日毎日提供しています。

(平成18年8月1日)



海流図



表面水温図

(2) リーフカレントに気を付けよう！

～珊瑚礁に潜む危険な流れに注意～

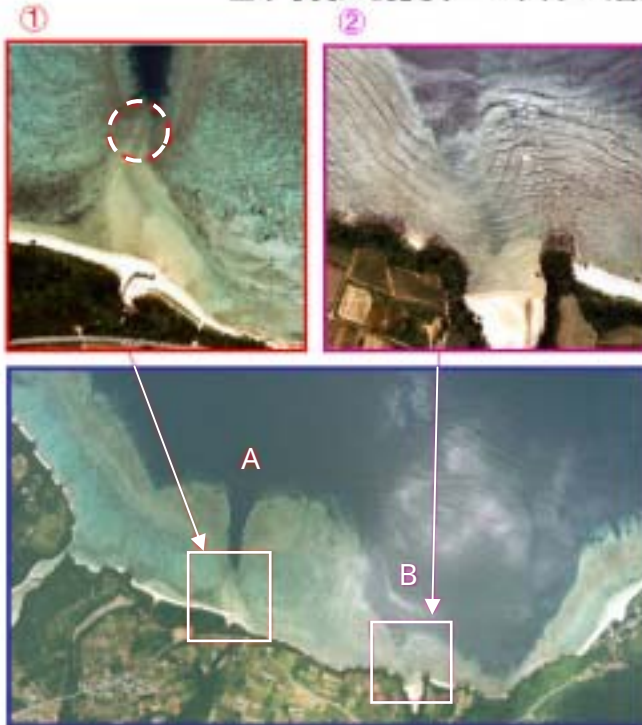
近年、マリンレジャー利用客の多い珊瑚礁海域において、外海への強い流れ(リーフカレント)が原因と思われる海難事故がしばしば発生しています。

このため、第十一管区海上保安本部では、珊瑚礁内での海水浴等のマリンレジャー活動中にリーフカレントに巻き込まれないよ

う、特に危険と思われるリーフの切れ目(リーフギャップ)を航空写真から選定し、リーフの状況にかかる解説を付けてインターネットで公開(平成18年8月1日)するとともに、安全講習会等を通じて、事故防止に活用することとしています。

(平成18年8月1日)

空中写真から見るリーフギャップ(吉原海岸)



Aのリーフギャップは、非常に強い流れが発生し、事故も多発している。
 リーフギャップはかなり大きく、根元は海岸まで続いており、さらにリーフギャップの縁は根元近くまで干上がっている。また、両サイドの礁池は閉じており広大な礁池の海水が赤碓津で囲まれた狭い場所に集中して流れ込むため、強い流れが発生する。
 また、写真①には、海崖からリーフギャップの口まで筋路がハッキリと写っているため、浜辺での遊泳にも注意する必要がある。
Bのリーフギャップは、これに繋がる礁池が深いため、強い流れが発生するとは考えにくいが、ここは河口となっているため、潮の日には注意が必要である。



(3) 港湾測量実習が始まる

海上保安学校では夏恒例の海洋科学課程への港湾測量実習を8月18日から始めています。八管区永倉調査官の応援を受け、学生5名に対して例年になく密度の高い実習が期待されています。作業は学校所有の作業艇のほか、本庁測量船「海洋」搭載艇の供与を受け、9月15日までの予定で実施されます。「残暑も厳しいが実りある実習としたい。」と教官、学生とも張り切っています。

(平成18年8月18日)



流速計を設置する学生

(4) 職場体験

海上保安庁海洋情報部において、8月21日及び22日、私立駒場東邦中学校1年生20名による職場体験がありました。

この職場体験は駒場東邦中学が推進する

教育活動の一環で、社会での基本的なマナーや働くことへの意義、社会における企業・事業所の役割を学ばせることを目的としており、海洋情報部においても職場体験

の場として受け入れたものです。

職場体験は、両日 10 名を 5 名ずつの 2 グループに分け 13 時から 17 時まで、海図のできるまで、海洋速報と漂流予測、海洋汚染調査、津波防災情報図、海底地殻変動観測、沿岸域環境保全情報について、実際にパソコンを操作するなどして仕事の一端を経験し、その成果である駒場東邦中学校「職業体験学習海図」を大事そうにカバンに入れて持ち帰りました。

(平成 18 年 8 月 21 日, 22 日)



海図編集の体験

(5) 横浜防災フェアで津波防災情報図を展示

8 月 26 日・27 日の両日、横浜市主催の「横浜防災フェア」が横浜港の赤レンガ倉庫イベント広場で開催されました。

三管区本部では津波防災情報図や環境防災パネルを展示しましたが、野外のテント張りのブースであったために、説明員の林海洋調査官、齊藤海洋調査課長は汗だくで来場者への対応となりました。

(平成 18 年 8 月 26 日, 27 日)



熱心に見入る来場者

2 . 国際水路コーナー

国際業務室

(1) EAHC 第 2 回航海用電子海図 (ENC) における一貫性のための会議

マレーシア , クアラルンプール 2006 年 6 月 1 日 ~ 2 日

東アジア水路委員会 (EAHC) 第 2 回航海用電子海図における一貫性のための会議が 2006 年 (平成 18 年) 6 月 1 日 ~ 2 日の 2 日間 , マレーシアのクアラルンプールでマレーシア水路部の主催で開催されました。今回の会議には , 東アジア水路委員会の加盟国 9 カ国のうち日本 , 中国 , 韓国 , シンガポール , マレーシア , インドネシア , タイの 7 カ国が参加し , 日本からは海洋情報部航海情報課 梶村徹課長補佐が出席しました。

会議では主な議題として , (1) 東アジア水

路委員会で共同制作した南シナ海電子海図に対する ECDIS メーカー及びユーザーから指摘された問題点への対応策の検討 , (2) 電子海図の一貫性のためのガイドラインの検討 (3) 各国の電子海図作製状況についての報告がされました。

今回の会議では南シナ海電子海図の改善策に多くの時間が費やされ , ECDIS での表示時間の短縮につながる提言や , 現在の小縮尺電子海図に加え主要航路の中大縮尺電子海図の整備を進めることで合意が得られました。

(2) 第 4 回 IHO 能力開発委員会 (CBC) 会議

モザンビーク , マプート 2006 年 6 月 7 日 ~ 8 日

国際水路機関 (IHO) の第 4 回能力開発委員会 (CBC) 会議は , 2006 年 (平成 18 年) 6 月 7 日 ~ 8 日の 2 日間 , アフリカ , モザンビークの首都マプートで開催されました。

出席者は , CBC 議長であるゴルジグリア IHB 理事 , バリット副議長 (英国) , 委員国としてオーストラリア , チリ , フランス , ドイツ , インド , 日本 , ラトビア , モザンビーク , ノルウェー , 韓国の 10 カ国 , オブザーバーとしてアンゴラ , ブラジル , ギアテマラ , 日本 , ケニヤ , マダガスカル , マラウイ , ナミビア , オランダ , ニカラグア , ノルウェー , ポルトガル , セイシェル , スリランカ , 南アフリカ , タンザニア , 英国の各国から総勢約 50 名が参加し , 我が国からは委員として加藤茂海洋情報部技術国際課長 , オブザーバーとして西田英男日本水路協会専務理事が出席しました。CBC 会議の直前に

南部アフリカ地域委員会主催の技術ワークショップが開催されたため近隣諸国から多数のオブザーバー参加があり大いに盛り上がりました。

会議では , 2007 年実施計画として , 能力開発のため各地域委員会を対象とした技術訪問 , 技術セミナー , ワークショップなどの活動計画が報告され , 2008 年から 2012 年の中期計画として東アジア水路委員会など各地域委員会が能力開発にかかる活動計画を検討することが要請されました。また , 加藤課長が日本で実施している開発途上国を対象とした水路測量に関する研修コースの研修内容 , 参加手続きなどについてプレゼンテーションを行いました。

次回会議は , 2007 年 (平成 19 年) 6 月にパキスタンのカラチで開催される予定です。



CBC 会議風景

(3) 第 9 回 NOWPAP/MERRAC フォーカルポイント会合

韓国，大田 2006 年 6 月 5 日～ 7 日

第 9 回 NOWPAP/MERRAC (北西太平洋地域海行動計画/海洋環境緊急準備・対応に関する地域活動センター) フォーカルポイント会合が 2006 年 6 月 5 日～ 7 日の 3 日間，韓国，大田市で開催されました。出席者は日本，韓国，中国，ロシアの各国 MERRAC 関係者 23 名を始め，IMO，各 RAC 代表者など総勢 32 名でした。日本からは，海上保安庁警備救難部環境防災課中村国際海洋汚染対策官，同 塩入専門官，海洋情報部海洋情報課 瀧沢主任沿岸情報官，海上保安大学校山地助教授，国土交通省総合政策局環境・海洋課海洋室 井田課長補佐，宮崎 CEARAC 所長の 6 名が出席しました。今次会合の議長を山地海保大助教授が務めました。

会合での主な決定事項は以下のとおりです。

(1) NOWPAP 緊急時計画 (プラン) の改正として，(サハリンプロジェクト鉱区を含めるための) 地理的範囲の拡大の発効日が 7 月 1 日で合意されました。

(2) プランの物質の対象範囲を HNS (危険物質) に拡大するための検討を開始することとし，2006 年 10 月又は 11 月頃に，ロシアにおいて専門家会合を開催することが決定されました。

(3) 特定事業については，日本がリードしてきた ESI マップの事業を完了しました。また，新たな事業として HNS 及び MALIT A (海洋に起因するゴミ) に係る事業の実施について検討を開始することとなりました。



MERRAC 会議参加者

(4) 海外での海図販売体制強化

～日英デュアル・バッジ海図を発行～

海上保安庁が刊行している英文表記の海図が英国海洋情報部(UKHO)との協力により、2006年(平成18年)7月21日から英国の販売網を通じて世界各国(52カ国、139販売所)で販売が開始されました。8月末現在では、東京湾海域の14図を発行しています。最終的には、日本周辺海域の84図を発行する予定にし

ています。

多くのユーザーは、日本が刊行する最新維持された安全性の高い海図をUKHOが有する全世界に広がる販売網から入手することが容易になり、日本近海の航行安全に寄与することが期待されます。

3. 水路図誌コーナー

航海情報課

平成18年7月から平成18年9月までの水路図誌の新刊、改版及び廃版は次のとおりです。

海図改版(30版刊行)

番 号	図 名	縮尺 1:	刊行年月	図積	価格(税込)
W 4 6	新宮港至浦神港 (分図)新宮港及付近 (分図)勝浦湾	30,000 10,000 10,000	2006-7	全	3,360 円
W 6 7	京浜港川崎	11,000	2006-7	全	3,360 円
J P 6 7	KEIHIN KO KAWASAKI	11,000	2006-7	全	3,360 円
W 7 3	鳥羽港付近、的矢港 鳥羽港付近 (分図)鳥羽港 的矢港	20,000 10,000 20,000	2006-7	全	3,360 円
W 1 4 4	新潟港至津軽海峡	500,000	2006-7	全	3,360 円
W 1 6 0	鳥取・兵庫沿岸諸分図 因幡網代港 津居山港 諸寄漁港及浜坂港	10,000 10,000 10,000	2006-7	1/2	2,625 円
W 1 0 5 9	尾鷲湾 (分図)尾鷲港	15,000 7,500	2006-7	1/2	2,625 円
W 1 0 6 1	東京湾北部	50,000	2006-7	全	3,360 円
J P 1 0 6 1	NORTHERN PART OF TOKYO WAN	50,000	2006-7	全	3,360 円
W 1 0 6 5	京浜港東京	15,000	2006-7	全	3,360 円
J P 1 0 6 5	KEIHIN KO TOKYO	15,000	2006-7	全	3,360 円
W 1 0 8 8	千葉港葛南	15,000	2006-7	全	3,360 円
J P 1 0 8 8	CHIBA KO KATSUNAN	15,000	2006-7	全	3,360 円
W 1 2 1 5	浜名港	7,000	2006-7	1/2	2,625 円
W 1 2 9 5	氷見港、魚津港 氷見港 魚津港	5,000 5,000	2006-7	1/2	2,625 円
W 1 4 2 4	安房白浜港	3,000	2006-7	1/4	2,100 円
W 1 4 3 0	大磯港、小田原漁港 大磯港 小田原漁港	5,000 3,000	2006-7	1/4	2,100 円
W 1 4 3 1	稲取港	5,000	2006-7	1/4	2,100 円
W 1 4 4 3	坂手港	5,000	2006-7	1/4	2,100 円

番 号	図 名	縮尺 1:	刊行年月	図積	価格(税込)
W 6 4 A	仙台塩釜港塩釜	10,000	2006-8	全	3,360 円
W 1 0 2 0	択捉島至オネコタン島	1,000,000	2006-8	全	3,360 円
W 1 0 2 3	択捉島南方海域	500,000	2006-8	全	3,360 円
W 3	北海道及び付近	1,200,000	2006-9	全	3,360 円
W 7 9	石巻湾	50,000	2006-9	全	3,360 円
W 1 8 0	九州	500,000	2006-9	全	3,360 円
W 1 0 9 5	女川湾 (分図) 女川港	20,000 5,000	2006-9	1/2	2,625 円
W 1 1 2 5	高松港	10,000	2006-9	全	3,360 円
W 1 4 4 7	鼻栗瀬戸	10,000	2006-9	1/4	2,100 円
W 1 4 5 1	八幡浜港	10,000	2006-9	1/4	2,100 円

なお、上記海図改版に伴い、これまで刊行していた同じ番号の海図は廃版にしました。

航海用電子海図新刊(15セル刊行)

航海目的	セル番号	発行年月	セルサイズ	価格(税込)
4 アプローチ (Approach)	JP44NVQA	2006-7	30分	各577円
5 入港 (Harbour)	JP552BRL, JP552BS6, JP552LKM, JP553SMD, JP554G7A, JP553IU1, JP551EID, JP54EQR0, JP54NVQB, JP54P6R0, JP54P6RM, JP54P6RP, JP54P6RQ, JP54RB7Q	2006-7	15分	各577円

平成17年4月から航海用電子海図の提供方法を変更し、「セル単位での提供」、「ライセンス制」及び「コピープロテクト」を導入しています。

これに伴い、平成19年3月でE3000シリーズの航海用電子海図は廃版となります。

セルには、包含区域の全てのデータが収録されている訳ではありません。

包含区域については、

http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KOKAI/ENC/Japanese/publishing/enc/coverage_enc_index.html
を参照願います。

特殊書誌新刊(3版刊行)

番 号	書 誌 名	刊行年月	図積	価格(税込)
6 8 3	平成19年天測略暦	2006-7	A4冊子	2,415円
6 8 1	平成19年天測暦	2006-8	A4冊子	4,410円
7 8 2	平成19年潮汐表第2巻	2006-9	A4冊子	3,150円

『全国測量技術大会 2006』技術展示出展報告

(財)日本水路協会 技術指導部

『全国測量技術大会 2006』が平成 18 年 7 月 5 日(水)～7 日(金)までパシフィコ横浜(横浜市みなとみらい)で開催されました。今年度から当協会も協賛団体に加わるとともに関連機関として独自の展示を初めて行いました。

出展の経緯・目的

当協会はこれまで海上保安庁海洋情報部のブースの一部を借用してデジタル海洋情報データ等の展示を行ってきました。しかし本年度から独自の展示ブースの提供を受けることになり、来場の測量技術者の皆様に海の測量・調査についての技術資格や技術研修について広く PR させていただき、海の測量・調査技術者の技術水準の向上にお役に立てることを目的に展示を実施しました。

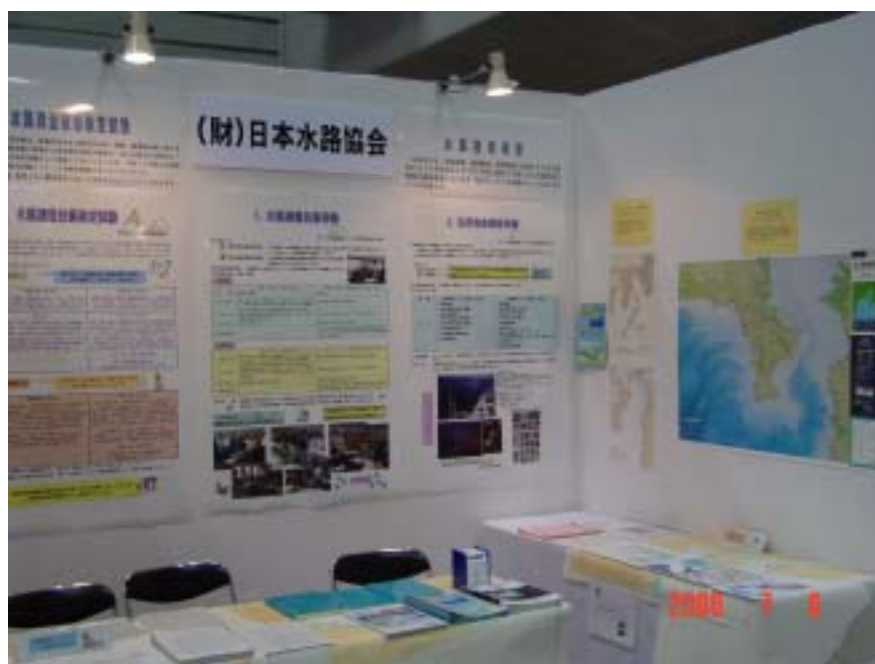
展示の内容

展示ブースに「水路測量技術検定試験(1 級, 2 級)」,「水路技術研修(水路

測量 1・2 級)」,「沿岸海象調査研修」の要点を 3 枚のポスターにまとめて展示するとともに検定試験・研修の冊子,リーフレットを配布,案内しました。自主刊行物(ヨット・モーターボート用参考図,プレジャーボート・小型船港湾案内,海陸情報図,海上交通情報図)の展示及び沿岸の海の基本図等のデジタルデータのリーフレット等を配布,案内しました。

大会全体のこと

3 日間の大会参加者は 22,395 名(主催者の発表)と盛況でした。会場は企業展示のほか大学・関係機関の技術展示と並行して講演会,シンポジウムなども行われました。企業展示では最新の測量・調査機器やシステム,ソフトウェアが見られ特に技術進歩の著しい GPS を組み込んだ測量機器やデータ処理法としての GIS ソフトが目立ちました。



(財)日本水路協会 展示ブース

参加者からの声

当協会のブースにも海の測量・調査に携わる方々が来訪されました。特に地方の測量会社の方からは水路測量技術検定試験や水路技術研修についてはじめて知ったか、今後の試験や研修の募集案内の送付依頼がなされました。そのほか海底地形デジタルデータの利用やENCデータの利用や購入についての相談や加えて海洋レジャー愛好者も来訪されヨット・モーターボート用参考図等の展示に興味深く見られ内容や入手方法の相談もありま

した。

感想など

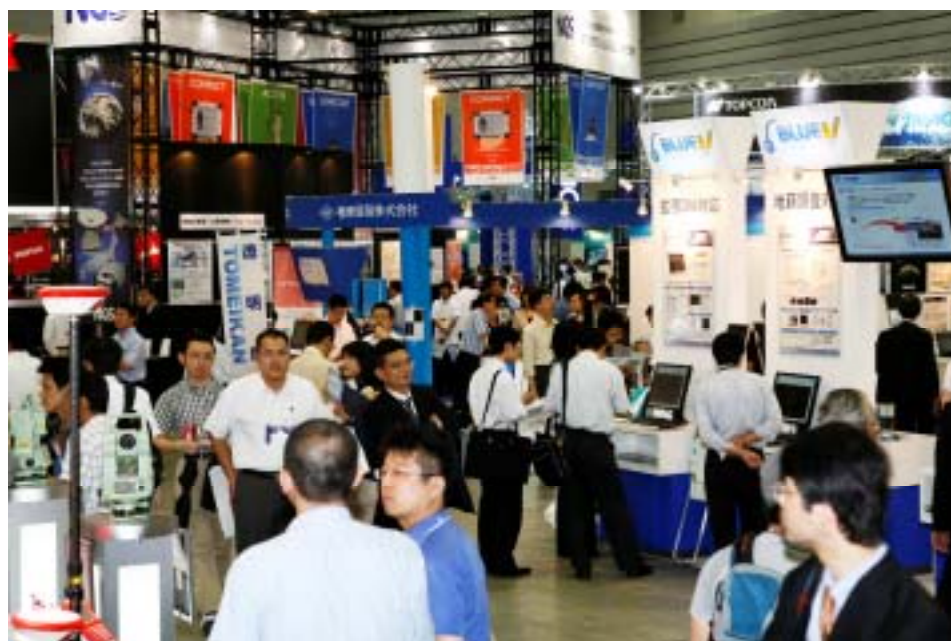
全国の測量関連企業、官庁、教育関係者が一同に集まる本大会に今年から当協会が初めて参加し、水路測量検定・研修事業を広くPRでき、かつこれら事業について貴重なご意見、ご要望を聴取できたことは大変有意義でした。時代の進歩に対応した検定・研修事業の実施のためにも継続して参加して行きたいと思っております。ご協力頂いた多くの皆様に心から感謝申し上げます。



展示会場受付



海洋情報部展示ブース



展示会場の盛況振り

「海の理解促進講習会」開催の紹介

(財)日本水路協会 海洋情報研究センター(MIRC)

(財)日本水路協会は今年、日本財団の助成事業として全国5ヶ所で学校の先生や海に関心のある人を対象に海洋理解促進事業として「海の理解促進講習会」を開催した。

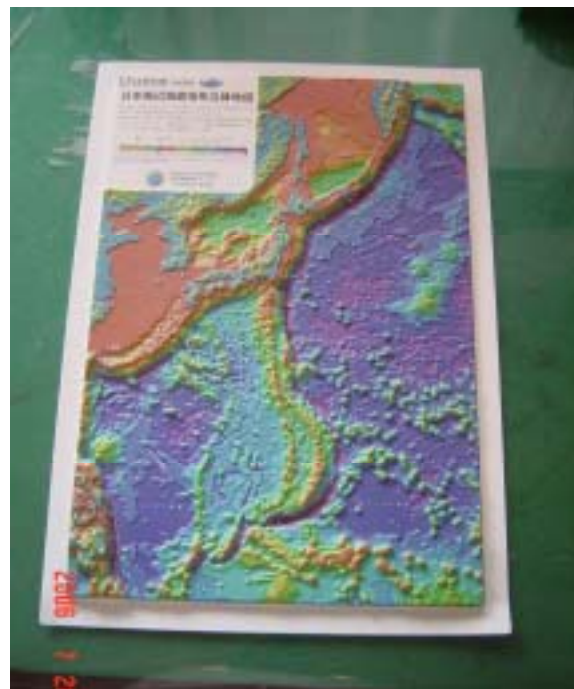
キャッチフレーズは「もっと広く もっと深く 海を知ろう」である。

すでに今年の海フェスタ富山に合わせ7月17日海の記念日に富山市富山国際会館において開催されたのを皮切りに、7月22日、東京の船の科学館羊蹄丸アドミラルホール、8月5日、北海道の札幌市民会館、8月27日、九州の福岡市アクロス福岡の計4会場で開催され、東京の70名を超える参加者を筆頭に毎回ほぼ40名の参加者があり盛会であった。この講習会は講師2人ないし3人に大陸棚関係の海底地形・地質に関する話題を、また海洋学や海洋環境に関する講演を行って頂いた。いずれの講師もこれまでに培った豊富な知識、経験などを

踏まえた興味深い話題提供をしていただき好評であった。また各参加者には当協会が用意した海洋理解促進のための教材を無償配布し、その教材もなかなか評判が良かった。これにはプラスチック製の海底立体地図(下図)、海底地形と潮汐データの収録されたCD2枚組み、及び海洋学会刊行の海の小冊子「海のトリビア」、関連パンフレットなどである。この中で特にA3版の日本周辺海底地形立体地図は海底が浮彫りになり、類例の品はあまり無い。参加者は講演中の話題と関連する海域の地形を確認するなど、机上でしげしげと見る人も多く、有効に活用される事が期待できそうな雰囲気であった。講習会は10月21日に開催した神戸市神戸国際会館のものが今年の最後である。神戸近郊の方々にも海に関する関心を高め、また知識を深めて頂けたものと思っている。



講演会会場風景(東京、船の科学館)



配布された海底立体地図

地図バザール「夏休み特集

海の地図展」

(財)日本水路協会 海洋情報室

(財)日本地図センターが発行する月刊「地図中心」の395号(17年8月号)で、「海の地図特集」号が発行され、海上保安庁発行海図、海の基本図及び(財)日本水路協会の発行物等が紹介されたのは記憶に残るところですが、本年8月4日から6日まで日本地図センターと水路協会の共催により「海の地図展」を開催したので報告します。

1. 「海の地図展」開催の経緯

日本地図センターは、国土地理院が発行する地形図等の販売のほか、地図に関する普及・啓もう事業を行っており、地図バザールや各地での地図展への協力、「親子地図教室」等を開催しています。また、最近、水路協会が発行するヨット・モーターボート用参考図、海陸情報図等の委託販売を始めました。

地図センターでは、過去2回地図バザールを開催していますが、水路協会に対し、今年の「第3回地図バザール」は、8月に夏休み特集として海を主題として同センターで開催したいとの話があり、水路協会としては、海の地図の普及・啓蒙、販売促進の観点から、展示物等で海洋情報部の協力を得て、積極的に協力することとしました。

2. 展示内容等

展示については、テーマ毎に海について学ぼう
海の地図 海の基本図 海の古地図 北方四島、竹島及び日本の東西南北最端に位置する島

書誌及び測量機材ほかとし、海洋情報部の海洋情報資料館に保管されている「マーシャル群島スティックチャート」等の古地図、東京湾の変遷等のパネル及び六分儀他の測量用機材を借用し、内容の充実を図ることとしました。海の地図展示方法として、日本の領土・領海を包含する海図を床面に展張して紹介することとし、50万分の1縮尺の航海図27枚を繋ぎ合わせることを検討したが、陸部が白抜きとなるなど見栄えが悪いことから、120万分の1縮尺の航洋図5枚と南西諸島(150万)を同尺に伸図して作成展示しました。

各テーマについて展示品は以下のとおりです。

海について学ぼう

海洋法条約、領海基線の説明、地形学上と条約上の大陸棚の定義、領海・大陸棚の限界画定、排他的経済水域、日本列島の正確な位置等のポスター

海の地図

1/120万航洋図シリーズ(床面展張)

海の基本図

1/5万・1/20万・1/100万各海の基本図(地形・地質構造・地磁気・重力)、日本近海海底地形図(浮彫式)第6901号

海の古地図

東京湾の変遷(海図第90号・明治~現在の3図)、海図の発達(スティックチャート及び解説海図第2128号、仏製ポルトラノ海図、英測量艦による鳴門海峡海図

北方四島、竹島及び東西南北最端に位置する島

北方四島・竹島包含海図、択捉島海図(北端)、沖ノ島海図・基本図(南端)、南鳥島海図・基本図(東端)、与那国島海図(西端)

書誌及び測量機材他

航海用電子海図紹介パネル、海陸情報図(M501)書誌(潮汐表・灯台表一巻・水路誌・天測暦)、六分儀、三桿分度器・測深用レッド



3. おわりに

3日間を通じ、来場者百余名と若干少なめであったが、日頃海の地図に接することのない方が殆どで、勉強になったと喜ばれ、中でもスティックチャートと浮彫式海底地形図第6901号に興味を示されました。



日本水路協会活動日誌

月	日	曜	事 項
6	2	金	日本海洋レジャー安全振興協会受託「試験用海図」の作製
6	5	月	第1回リーフカレント等の観測手法及び発生機構の解明に関する研究委員会
6	7	水	第1回強潮流域の面的潮流観測及び予測システムの構築研究委員会
6	10	土	2級水路測量技術検定試験(1次・2次)
6	13	火	第2回水路測量技術検定試験委員会
6	15	木	プレジャーボート・小型船用港湾案内「H-803W 瀬戸内海東部」発行
7	3	月	沿岸海象調査研修(海洋物理コース8日まで)
7	4	火	理事長他2名、UKHO訪問
7	5	水	全国測量技術大会2006出展(7日まで、パシフィコ横浜)
7	10	月	沿岸海象調査研修(水質環境コース15日まで)
7	15	土	臨時海の相談室:東京:船の科学館(17日まで)
7	15	土	海フェスタ富山参加:富山:海王丸パーク(23日まで)
7	17	月	「海の理解促進講習会」富山開催
7	18	火	ヨット・モーターボート用参考図「H-171W 東京 千葉」,「H-172W 横浜 木更津」,「H-173W 浦賀水道」の東京湾3図の発行
7	19	水	カナダ海図販売所MPC社長来訪(日

7	21	金	本海図販売に関する意見交換) 日英デュアルバッジ海図(第一回)発行
7	22	土	「海の理解促進講習会」東京開催
7	25	火	機関誌「水路」第138号発行
8	1	火	第138回 機関誌「水路」編集委員会
8	4	木	第3回地図バザール出展(6日まで、日本地図センター)
8	5	土	「海の理解促進講習会」札幌開催
8	10	木	シンガポール海図販売所DPMマネジャー来訪(日本海図販売に関する意見交換)
8	15	火	英国ケルビン・ヒューズ地域販売部長来訪(日本海図販売に関する意見交換)
8	18	金	日英デュアルバッジ海図(第二回)発行
8	27	日	「海の理解促進講習会」福岡開催
8	31	木	富山県受託 「伏木富山港定置・区画・共同漁業権漁場図」作製



日本水路協会保有機器一覧表

機 器 名	数 量	機 器 名	数 量
DGPS 受信機 (海上保安庁対応型)	1 台	電子セオドライト (NE-20LC)	2 台
高速レーザー測距儀 (レザ・テプ FG21-HA) ..	1 式	スーパーセオドライト (NST-10SC) ...	2 台
トータルステーション (ニコン GF-10)	1 台	六分儀	10 台
音響掃海機 (601 型)	1 台	水準儀 (オートレベル AS-2)	1 式
電子セオドライト (NE-10LA)	1 台		

本表の機器は研修用ですが、貸出しもいたします。

お問い合わせ先 : 技術指導部 電話 03-3543-0760 F A X 03-3543-0762

編集後記

佐々木 稔, 仙石 新さんの「海図に関する日英協力体制の構築 - その1 -」は, 本年7月に刊行が始まったデュアルバッジ海図刊行に至る経緯をまとめたもの。10年を超える難交渉の背景にあった海図の著作権問題を詳しく解説し, 資料的価値もある貴重なもの。

片山 瑞穂さんの「電子海図をめぐる国際的動向 - その4 -」は, 4回に亘るシリーズの最終回。ECDIS をめぐっては, 搭載義務化の動き等もあり, 機を見て, 今後も解説をお願いしたい。

西 隆一郎さんの「離岸流の予報 (数値計算) - 離岸流 その4 -」は, シリーズ4回目となり, 今回は数値計算法に関するもの。

森下泰成さんの「米国ニューハンプシャー大学留学体験記 - その2 -」は, 今回は学生生活や実習等についてであり, 本研修が国際的な人脈形成等に大いに役立っていることが分かる。

松原忠泰さんの「高信頼度の音響切り離し/自己浮上式海底地震計の開発」は, 平成17年度の水路技術奨励賞受賞課題で, 大陸棚調査で素晴らしい回収率を誇る海底地震計の仕組み等が分かる。

今村遼平さんの「世界をリードした中国の造船技術 (2)」は, ジャンクと呼ばれる帆船が, 欧米に先駆けて発明され, 世界の造船技術をリードしていたことが分かり興味深い。

加賀美英男さんの「パイキングが航海に使用した董青石」は, 熱変成岩の示準鉱物で, コーディエライトとも呼ばれ, 近年工業分野からも注目されている董青石が, かつて航海に利用されていた可能性があるとは驚きである。

勝山一朗さんの「航路ブイの生き物たち - その1 -」は, 航路ブイや船底で見かけるフジツボの話。有害な面だけでなく有用な面もあるとは面白い。

加行尚さんの「健康百話(16)」は, 今回はタバコがテーマです。喫煙者も非喫煙者も一読を。

(八島 邦夫)

編集委員

加藤 茂	海上保安庁海洋情報部 技術・国際課長
萩原 秀樹	東京海洋大学海洋工学部教授
今村 遼平	アジア航測株式会社技術顧問
勝山 一朗	日本エヌ・ユー・エス株式会社
佐々木 政人	日本郵船株式会社 安全環境グループ 危機管理チーム
西田 英男	(財)日本水路協会 専務理事
八島 邦夫	(財)日本水路協会 常務理事

季刊 価格 420 円 (本体価格: 400 円)
(送料別)

水 路

第 139 号 Vol.35 No.3
平成 18 年 10 月 20 日 印刷
平成 18 年 10 月 25 日 発行

発行 財団法人 日本水路協会
〒104-0045 東京都中央区築地 5-3-3
築地浜離宮ビル 8 階
電話 03-3544-6100 (代表) FAX 03-3544-6101

印刷 不二精版印刷株式会社
電話 03-3617-4246

(禁無断転載)