

目次

海	図	消えた？ドラフトマン……………	内城 勝利	2
研	究	海洋ごみ問題の概要とモニタリングの必要性……………	三枝 隼	9
回	顧	伝説の「孫七船長」まつわり話《5》……………	中陣 隆夫	17
自	然	プランクトンが語る海の環境と生態系《3》……………	谷口 旭	24
歴	史	中国の地図を作ったひとびと《4》……………	今村 遼平	30
コ	ラ	ム	健康百話 (60) ……………	加行 尚 36
		海洋情報部コーナー ……………	海洋情報部	39

お知らせ

平成29年度 1級・2級水路測量技術検定試験合格者……………	51
平成29年度 水路測量技術検定試験問題 沿岸2級1次……………	53
協会だより……………	58
編集後記……………	59
海底地形デジタルデータ更新情報のおしらせ……………	60

表紙：削り絵「清水港」… 稲葉 幹雄

静岡県のある大港湾を三保の松原近くの日本平から港とその背後の富士山を含めて風景画にまとめました。

削り絵とは？

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。

作者ブログ <http://blog.goo.ne.jp/mikijii>

掲載広告

オーシャンエンジニアリング 株式会社…	表2		
株式会社 離合社……………	61	古野電気 株式会社……………	62
株式会社 武揚堂……………	63	株式会社 鶴見精機……………	64
海洋先端技術研究所……………	65	株式会社 東陽テクニカ……………	表4
一般財団法人 日本水路協会……………	表3・66・67・68		

消えた？ドラフトマン（製図者）

- 海図作製に使われた製図法と製図者 -

元 海上保安庁海洋情報部航海情報課 内城 勝利

1 スクライブベース

季刊「水路」の表紙を飾っている稲葉幹雄氏の「削り絵」について、「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。」と説明があります。

このスクライブベースが海図作製材料であったことを知る人も少なくなったようで、「スクライブベースって何？」という質問が出るようになりました。

CAD(Computer Aided Design/Drawing)の登場によりスクライブ製図法が海図作製に使われなくなってから（というよりも製図そのものが無くなってから）四半世紀が経過してしまいましたので、そのような質問が出て不思議ではありません。

スクライブ製図法について知っている人がいる内に当誌に寄稿してもらえないかと依頼を受けた時は「遂に私も過去の古い歴史を知っている人達の仲間に入れてもらえるようになったのだろうか？」と少し複雑な気持ちになりましたが、この機会を利用して海図作製に使われた製図法と製図者について書かせていただくことにしました。

最近、「10年～20年後の日本では自動化によって今従事している仕事の四割以上がなくなってしまう」ということを見聞きしますが、当に製図という仕事は20数年前に自動化によってなくなってしまった先例といえます。

また、私が製図業務に従事していた頃に同期から「今、得意になってやっているお前の

製図技術もやがてはコンピュータに取って代わられる時代がやってくる。」と言われたことがありましたが、それから20年後には現実になってしまいました。

表題の「消えた？ドラフトマン（製図者）」は、寄稿する機会に国際水路機関の刊行物HYDROGRAPHIC DICTIONARY (IHO S32) 第5版（1994年）には記載されていた項目「製図者」:「draftsman(or draughtsman). A person who makes drawing.」を確認しようとしたところ、S32はダウンロードPDF版からオンラインバージョンに変わっていて検索できなかったので、「海図作製工程の最終段階で印刷原稿仕上げに長い間携わってきた製図者も、遂にその役目を果たし終えて水路辞典からも消えてしまったのか？」と勝手に納得してしまいましたが、実は”draftman”だと長い間思い込んでいたスペルが”draftsman”であることに気づいたことからタイトルにしました。

「印刷物ではdの項目のページを見れば簡単に見つけることができたのに、デジタル版では完全一致しなければ見つけることができないのは使い難い」と不満を言いたいところですが、アーカイブを大切にしている諸外国が加盟しているIHOのウェブで、項目が古くなったからといって簡単に削除されるはずがないのですから、最初から自分の間違いに疑問を持つべきでした。

※「drawing: The graphic representation of data on a non-volatile medium.」(S32)

ともあれ、海図作製の世界から製図者が消えてしまったことは現実です。

製図者として全盛期の海図作製に係わることができた私は、その終焉も見ることになりましたが、意外にも抵抗なく率直に現実を受け入れることができました。これは製図者であったと同時に地図編集者でもあったからだと思います。

※「Cartographer : Person employed in drawing and constructing CHARTS or MAP.」(S32)

ここでは寄稿のきっかけとなったスクライブ製図法についてまず書き、次にCADによる製図法、最後に着墨製図法について書きます。

2 スクライブ製図法

私が海図作製業務に従事していたのは昭和49年(1974年)から平成17年(2005年)の海上保安庁勤務31年間の内20年間です。その内製図者として従事していたのは1974年から1978年までの4年間で、未だ製図者が海図作製に重要な役割を担っていた時代でした。

海図作製にスクライブ製図法が採用されたのは昭和57年(1982年)度からと「スクライブ製図法の採用に伴う海図表現の簡略化に関する考察」(稲野辺恒美氏：元水路部海図課)にあります。

この年に私は製図担当から異動になり5年後に自動図化対応の準備のために再び海図作製業務に復帰することになりますので、残念ながら私自身はスクライバーを使用した製図に従事した実績はありません。

スクライブ製図法が海上保安庁の製図作業に採用されていた期間は、手描きによる着墨製図法からデジタル製図法に移行する過渡期のわずか10年ほどで、それも着墨製図法との併用で行われていました。

スクライブ製図法を海図作製に採用した背景には、熟練した製図者の減少と将来的に移行しなければならない海図作製の自動化への対応がありました。

スクライブ製図法では、透明なフィルムに遮光性の塗料を塗布したスクライブベース上に焼き付けされた編集図の線を、針をセットしたスクライバー(図1左)で削描(スクライブ)してネガ原稿を作ります。

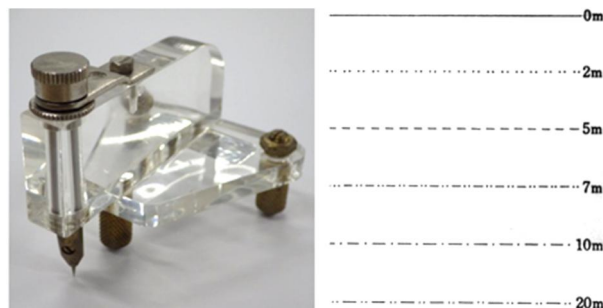


図1 スクライバー(左：航海情報課で撮影)と(右：旧海図図式の等深線【0m~20m】)

編集図とは、編集者が海図に必要な情報を決められた様式(編集要領)に基づいてマイラーベース(ポリエステルフィルム)上に製図者が製図するうえで分かりやすいようにカラーインクで色分けして描画した図です。

編集図を裏返しの状態にしてスクライブベース上にコピーを単色で焼き付けします。

スクライブベースを削描する時には、スクライブベースに焼き付けられた線からスクライバーの針が逸脱しないように注意すること、削る時の力の加減を一定に保つことが求められますが、これができれば初心者でも綺麗に削ることができます。

綺麗に削るとは、スクライブ終了後にネガからポジに転写された時の線が滑らかに濃淡の無いように表現されるようにスクライブすることです。

スクライバーに装着する針は海図図式に定められた線種に応じて線幅が出せるように研ぐ必要がありますが、初心者は熟練者が用意してくれたものを使います。

スクライブ製図法の利点は、着墨製図法に比べて製図者が短期間で技術を習得できることにあります。

スクライブする線分が長くかつ多いほど作

業効率はよくなるのですが、昭和57年まで海図作製にスクライブ製図法が採用されなかった理由として、海図にはこの利点を活かす線の種類が少なかったことがありました。

そのためスクライブ法の採用に合わせて点列や破線で描かれていた等深線（図1右）を全て同じ太さ（0.1mm）の線分で表現する海図図式の変更が行われました。

スクライブ製図法によって海図ができるまでの簡単なフローは以下のとおりです。

- ①輪郭図は自動図化(スクライブプロッタ)で作製します。
- ②編集担当で作製した編集図をスクライブベースの表面に反転焼き付けします。
- ③製図者は反転焼き付けされた編集図の中からスクライブ対象の線分を削描します。
- ④輪郭図と製図者が削描したスクライブベースネガからポジフィルムを作製します。
- ⑤ポジフィルム上に、スクライブではできなかった作業を着墨製図法で補足し、最後に透明フィルム上に印字された写真植字を削刀（図2右）でカットして貼り付けていきます。



図2 点突針、墨壺、オイルストーン、削刀2種

写真植字は裏面に接着剤を塗布したフィルム上に水深、記号、文字などが印刷されたもので、水深・記号などは既成のシートを使用しますが、文字は製図者が担当する海図ごとに字体や大きさ（級数）、文字間隔を指定して

写植担当部門に依頼して作ってもらいます。

製図部門で作製するのは墨版とマゼンタ版（コンパス、航路、港区界など）のフィルム原図です。

- ⑥この製図原図を製版部門に送り、墨版、マゼンタ版及び地色版と水色版のフィルム原版が作製されます。
- ⑦上記4版のフィルム原版をアルミ製の感光性のあるプレート(PS版：Presensitized Plate)に焼き付けてそれぞれの刷版を作ります。
- ⑧上記の刷版をオフセット印刷機にかけて海図を印刷します。

3 CADによる製図法

海上保安庁における電子海図システムによる海図作製については「二十年で海図百年の歴史は変わるのか《2》」（季刊水路161号：上田秀敏氏）に詳細があります。

昭和60年代前半にコンピュータとプロッタを使用した第1号海図が刊行され、平成7年には電子海図システムを利用して海図が刊行されましたが、初期の頃は完全自動化には未だ道遠しという状況であったことが記されています。自動図化対応の初期に係わった者として振り返ってみると、この時代の自動化に作業効率の観点から貢献があったのは、輪郭図作製とロラン曲線やデッカ曲線の描画だったと思います。

輪郭図を描画する（特に漸長図）製図者には、熟練した技術が求められますので、スクライブプロッタの導入によって誰でも熟練者のように輪郭図を作製することができたことは画期的でした。

私が製図者だった時代には、正確な輪郭図を作るために最初に行う作業は、ドイツ製のXYプロッタにアルミケント紙を固定して計算した座標値をプロットすることでした。

一人が座標値を読み一人が二つのハンドル（縦横二方向）を手回しして足でペダルを踏

んで座標値（直径約0.1mmの点）をプロットします。全紙の漸長図ではこの作業を1,800回程繰り返しますので一日がかりの仕事でした。

製図者はこの座標点が打ち込まれたアルミケント紙に4Hの平鉛筆（芯の先端を平らに削ったもの）で点の中心を外さないように（線を引く前に点突針（図2左）を軽く鉄定規に沿わせてカチッと音がするのを確かめます）線を引いて、着墨製図で行うトレースの準備をします。

鉛筆線を引き終えたアルミケント紙にマイラーベースを載せて、この上に墨でトレース（長い線は烏口、小割は丸ペン）して輪郭図を作ります。

輪郭図作製に手作業では数日を必要としていたのが自動化の導入により数時間でできたことは画期的でした。

また、ロラン海図やデッカ海図の双曲線を描く（引く）作業は製図初心者が担当する作業でしたが、それでも線1本ごとに「ひげ定規／曲線定規」（現存していません：木製で高さ約5mm、長さは長いもので約120cm、厚さが先端部は2～3mmと細く後端部分は7～8mmで双曲線を引くために適した形状）の上辺に「舟形文鎮」（図3）の先端の金具を載せて固定し（多い場合は10個ほど）、その曲面を使って烏口で線を引いていたのですが、自動化ではコンピュータで計算されたとおりにプロッタ上に描画されたので、画期的に時間短縮ができました（デッカ海図もロラン海図も既に廃版になっています）。

手作業の製図で舟形文鎮とひげ定規で作る曲線の元になるのが大型計算機で計算した座標値で、これを輪郭図作製の場合と同様にXYプロッタでアルミケント紙に赤、緑、紫の各色版ごとに点列をプロットするのですが、これがまた時間を要する作業でした。

現在、海図編集に使用されているCADシステムでは製図(Drawing)で行っていた作業

の全てをコンピュータで代行することが可能になっていますから製図者を必要とすることはありませんが、自動化初期の頃には図式どおりに描けないものがかなり残っていたので製図者が補っていました。



図3 舟形文鎮（クジラ文鎮）

4 着墨製図法

長い間行われてきた着墨製図では編集者が作製した編集図上にプラスチックフィルム（マイラー500#）にトレースした輪郭図を位置がズレないように重ねて固定し、編集図に描かれている内容を海図図式どおりに正確かつ綺麗に、丸ペン（図4左）や烏口（図4右）で描写する作業が行われていました。



図4 丸ペンと烏口（双曲、単曲、直線用）

前項でも触れましたが、輪郭図を描くのはかなり集中力を必要とするのですが、特に漸

長図では2mm幅の間に3本の平行線(更に外側にメートル尺と黒枠用の線2本があるので計5本)を縦横2ヶ所ずつ計4か所に引かなければなりません。大きき全紙の海図では長手が96cm、短手が67cmほどですが、1本ずつ息を止めて一気に引きます。

線幅が同じでない、5本の線が平行でないなどが失敗の例になりますが、19本まで綺麗に引けても最後の20本目を引き終えるまでは安心できませんでしたので、この最後の線を引く時が一番緊張したように思います。

当時、たまたま測量課の先輩が製図室を訪ねて来て、午前中の作業で長手の5本を引き終えて一息いれていた私に「内城君は午前中の仕事は5本の線を引いてお終いか、製図作業は楽なものだね。」と冷やかされたことがありました。

プラスチックフィルムが登場する前は映臨紙が使われていたそうです。図板に映臨紙を貼り付け、霧吹きで水を吹きかけた後に乾かして表面に均一な張力がかかった状態を保って墨で描画したと先輩から聞きました。

先端を鋭利に研いだ烏口では直線を引く時に映臨紙がその線のおりに切れてしまうことがあったとも聞きました。

古い海図などでは輪郭図が少し歪んで正しい矩形になっていないものがありました。XYプロッタの無い時代に輪郭線の四隅に直角な線を引くことは簡単ではなかったことが推測できます。目盛尺を使って長杆儀(ビームコンパス)で二方向の長さを測って直角を作ったとしても、気温や湿度に大きく影響される映臨紙上で製図作業が終了するまでその状況を保つことは難しかったと思います。

写植がない時代には文字も手書きだったのでしょうから、道具や材料に恵まれていなかった時代に技術力と根気で製図をしてきた先人たちには頭が下がります。

手作業では、全紙海図1枚の製図作業に二月程度を要していましたので、この間はフィルムを汚さないことに注意して丁寧に作業しなければなりませんでした。

特に描画が終わった箇所は汚れ易かったので、描画済みの箇所に触れないように原稿の上段から着手して下段に移っていくことが製図作業の原則で、そのために製図机の手元側にはフィルムを落とし込むスリットが設けられていました。

また製図作業中の箇所以外の部分を汚れから防ぐために(手の平や指からの脂は墨の大敵で製図前には鹿革で丁寧に脂分を拭き取ります)大きき約1.2m四方の白いラシャ生地を二つ又は四つ折りにして覆ってその上に腕を載せて製図作業を行い、一日の作業を終えたら所定の製図棚に格納して帰りました。

それでも空調設備がなかった時代の夏場には腕からの汗がラシャ生地を透過して製図原稿の墨を滲ませることがありました。

自分で使う製図道具を作ることも製図者の仕事でしたが、これが上手でないと製図原稿を綺麗に仕上げることはできませんでした。

新人の製図者は、先ず先輩から道具作りを教わります。製図用の墨は測量担当者が作製する測量原図などには市販のドローイングゾルがそのまま使われていましたが、製図作業ではフィルム上に濃淡なくかつ原版を作るまでに乾いて剥れ落ちないような濃度が維持できるように墨を硯で磨って墨壺(図2中央左)に入れて乾燥を防ぐため一円玉を蓋にしました。

丸ペンでは用途に応じたペン作りができれば、まず製図者として合格です。

丸ペンは30本ほどが一箱に入っていましたが、そのままでは製図作業に使うことはできないので、描画項目に適した線の太が出せるようにペン先をオイルストーン(図2中央)で研いで作ります。

先ずペン先の両側を研いで細くします。こ

の時に反対側の内側が削れないように指で少し広げた状態で研ぎます。次に砥石に垂直に立てた状態でペン先を平らに砥ぎますが、この時にもペン先の内側が削れないように、あまり力を加えず優しくゆっくり行います。

ペン先がほぼ目的の幅になったら、両サイドと手前側のひっかかりを無くすために少し角を落とします。この角を落とす決め手の作業というのが理に合っているかは別にして、オイルストーンの上に丸ペンを垂直に立てて親指と人差し指で円を作り、ペン軸の上端を入れてひと回転させるという手法でした。初心者だった頃には原理が理解できても思い通りのペンを作ることはかなり難しい作業でした。

下記の種類の線が描画できるように10本程度のペンを用意しました。

干出線	0.08mm～0.10mm
輪郭線小割	0.10mm～0.12mm
道路・建物	0.12mm～0.15mm
海岸線	0.18mm～0.20mm
塗り潰し用	0.25mm～0.30mm

丸ペンは主にフリーハンドで描画する用途で使われましたが、長さ15cm程度までは直線を引くことにも使いました。この時に使った三角定規は木製で定規の一辺には竹が張り付けてありました(図5)。三角定規の厚みを利用して丸ペンをくねらせ緩やかな曲線を引くことも可能でした。

長い一定幅の線を引く烏口には直線用と曲線用の二種類があり、刃先には鋼が使用されていたものとコバルトが使用されていたものがありました。高級なコバルト烏口を研ぐための専用のハンド砥石(現存していません)を使うのは熟練製図者の役目でした。

曲線用の烏口には単曲と双曲があり、単曲は等高線などを引くために使用され、双曲は道路などの平行曲線を引くために使用されました。コバルトの単曲や双曲が使われる頻度はそれほど高くはありませんでしたので、複

数の製図者で共用していました。



図5 木製三角定規

5 編集者と製図者

製図担当に配属された若手は、数年の製図経験を経てから編集担当に異動するのが一般的でしたが、製図の適性があると認められた場合にはその後も製図を担当していましたので、製図者には自分には製図の適性があるという誇りがありましたし、編集者には単調な製図作業から解放されて漸く海図の編集作業を任される立場になれたという自負があったように思います。

編集者も製図者も誇りを持って仕事をしてきた時代でした。

編集者は海図編集要件票に記載された趣旨と要点を理解して編集適用基準に基づいて作業するだけでなく、縮尺に応じて簡略化する総描の知識をフル活用して編集図を作ります。

校正を受けた編集図は製図部門に渡され、製図担当者は編集図に記載されている内容を製図要領に基づいて描写し、綺麗な完成度の高い製図原稿の作製に仕上げる努力をします。同じ海図を作製する上で編集者と製図者の趣旨と要点の解釈が一致していても、時々編集者と製図者の間で軋轢が生じることがありました。

製図の熟練者はどんな編集図を担当しても完成度の高い製図原稿に仕上げることができましたが、当時の私のような編集経験の少ない製図者は、なるべく編集のことを考えなくても製図作業が捗る熟練者の編集図を担当したいと思ったものです。自分が担当する図の編集者が誰かで製図作業のモチベーションが大きく左右されたことは、今思うと未熟な製図者の典型だったと恥ずかしい限りです。

編集者は編集図どおりに製図者が作業できることを目指して図を作っていました。製図者を満足させることは難しかったように思います。

海図作製工程の流れは、編集から製図への一方通行ですから、クレームは製図者から編集者への逆の流れになります。

編集者は製図担当からのクレームが出ないような仕事をするために緊張を強いられる少し損な立場だったと思います。

偏見かもしれませんが、製図技術の高い製図者はある意味職人気質で公務員には珍しい人が多かったように思います。

編集担当者の多くは優しい人格者で製図者のクレームを穏やかに受け入れてくれた印象がありますが、耐える限界を超えた時には製図者と衝突することがありました。

今振り返ると、製図者の方が結構我が儘だったと思います。

極端な例ですが、年度内の刊行計画から作業が遅れているような場合に製図者は「編集図は綺麗でなくても分かりさえすればいいから、早く編集図を送付して欲しい」と編集者にプレッシャーをかけるのですが、時間に余裕のある場合には「分かりさえすればいいとは言え、もう少し綺麗に仕上げたい」と相反することを求めることもありました。

「知識の編集者と技術の製図者」のプライドの衝突は、寛容な編集者に理があったと思います。

私が最初に配属された測量担当の職場にも製図技術の高い先輩達がおられました。

50年近く前の保安学校の学生時代に先輩達が作製した測量原図を見て「これは本当に手で描いたものだろうか、自分たちもこのように描けるだろうか」と驚いたことがありましたが、そんな図を仕上げた先輩達ですから現場ではそれ以上のことを行っていたのは当然のことです。

アルミケント紙に墨で書かれた箇所を修正する時に、先端を円弧に研いだ削刀を使って周囲と段差無く薄く滑らかな凹面に削って、再度丸ペンで上書きをするようなことも行っていました。

総てが手作業の時代にはどの部署でも製図技術が重宝されていました。

当時の製図担当の先輩たちは、海図作製以外にも様々なことに挑戦して技術の向上に努めていました。

その挑戦は私達後輩にも引き継がれたのですが、残念なことに私達の代で終わってしまいました。

手作業の時代には製図者個々の技術力の差で製図原稿の出来栄が左右されましたが、現在のCADによる製図では誰が担当しても綺麗な出来栄に仕上がります。

スクライブ製図法を導入しようとした時代から35年を経て漸く自動化の目的が達成されていることは素晴らしいことです。

注意しなければいけないことは「仕上がりが綺麗なので編集内容にも問題が無い」という錯覚に陥らないことです。

海図作製の現状はよく知りませんが、製図者が消えて海図編集者だけになりましたので大昔のようにプライドの衝突は無いと推察しますが、海図作製を担当している皆様には「海図編集者の心意気」を時折思い出して欲しいと願いつつ終わりにします。

海洋ごみ問題の概要とモニタリングの必要性

海上保安庁海洋情報部 技術・国際課海洋研究室研究官 三枝 隼

1. はじめに

現在、世界各地では様々な場所で発生したごみが海に流れ出し、海岸に大量に漂着している。多くの地域では、台風や大雨などの災害後のみならず、日常的に多くのごみが漂流・漂着し（環境省，2009a）、様々な問題を引き起こしている。この海洋ごみ問題は世界規模の課題として、G7（先進国首脳会議）などにおいても解決に向けた取組の必要性が認められている。我が国においては海洋ごみの被害に対処するための法律が定められ、国や地方公共団体、NGO などによって取組が進められている。さらに近年では、マイクロプラスチックと呼ばれる微細なプラスチック片が海岸及び海洋の生態系に悪影響を与え、ひいては人間の健康にも影響を及ぼす可能性があることが懸念されている。

筆者は環境省に出向して海洋ごみ問題対策に携わった経験があり、この問題の重要性について水路分野の関係者にも情報共有する為に本稿を執筆した。マイクロプラスチックを含む海洋ごみの概要、問題点、問題解決に向けた取組、そして海洋ごみの現状把握の必要性について、一読いただきたい。

2. 海洋ごみの定義

(1) 海洋ごみとは

海または海岸に存在しているごみは、「海洋ごみ」又は「海ごみ」と呼ばれている。写真(写真1)は、平成26年に筆者が長崎県対馬市に訪れた際のものである。海岸には種々の漁具、長靴、発泡スチロールなど様々なごみ

が散乱していた。また沖合にもごみが漂っていることが確認できた。なお詳細には、海洋ごみのうち海岸に漂着しているごみは「漂着ごみ」、海洋中に漂っているごみは「漂流ごみ」、海底に堆積しているごみは「海底ごみ」などと呼ばれる。



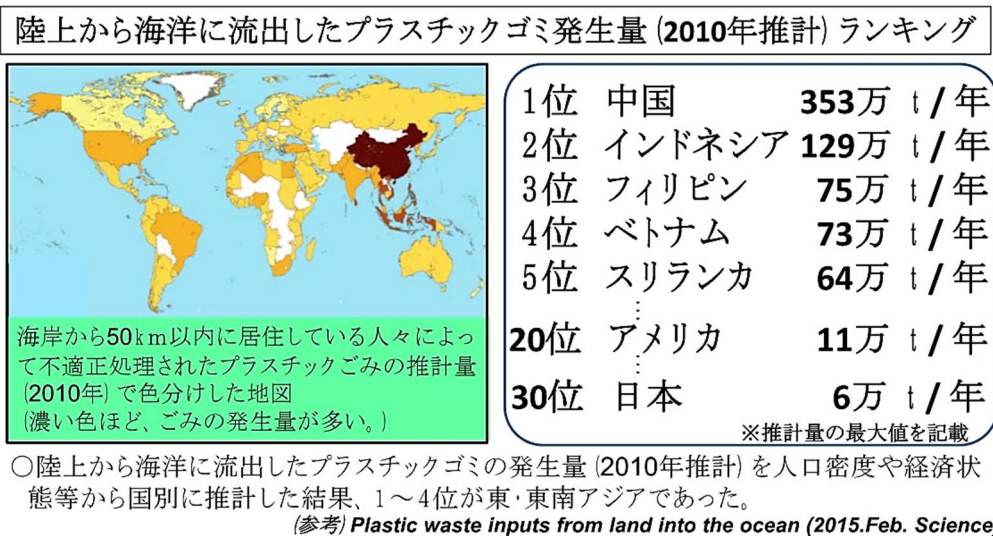
写真1 2015年11月3日、長崎県対馬市の海岸の様子

海のごみと聞くと船から投棄されるものや、漁業由来のごみのみがイメージされることが多いが、地域によっては約7割の海洋ごみが陸上由来であり（藤枝・他，2010）、漂着ごみには陸上の人々の生活や経済活動から発生したと考えられるものも多く見られる（図1）ことから、多くのプラスチックごみが陸上で十分管理されずに環境中に流出していることがわかる。また、世界全体でみると、主に東アジアの国々から年間約480～1,270万トンのプラスチックごみが陸上から海洋に流出していると推測されている（図2）（Jambeck et al., 2015, 770）。

図1 漂着ごみ種類別ランキング（環境省漂流・漂着ゴミ国内削減方策モデル調査報告概要 P.9）



図2 陸上から海洋に流出したプラスチックゴミ発生量(2010年推計)ランキング
(海ごみシンポジウム2016 環境省発表資料「海洋ごみとマイクロプラスチックに関する環境省の取組」P.2より抜粋)



(2) マイクロプラスチックとは

海洋環境中に存在する微細な(5mm以下の)プラスチックごみは「マイクロプラスチック」と呼ばれており(Author et al., 2009; GESAMP, 2015, 14)、その発生過程より、一次的マイク

ロプラスチック(primary microplastics)と二次的マイクロプラスチック(secondary microplastics)に分けられる(GESAMP, 2015, 18)。

一次的マイクロプラスチックとは、製造時

から微細なマイクロビーズ等を指す。洗顔料等に添加されたマイクロビーズ(写真2)は、家庭から排出された後、下水を通過してその一部は海に流れ出る。



写真2 洗顔料等に添加されるマイクロビーズ。一粒の大きさは約0.1mm

二次的マイクロプラスチックとは、大きなサイズで製造されたプラスチックが自然環境中で小さくなったものを指す。海に流れ出たビニール袋やペットボトルなどの大きなプラスチックは紫外線や波の影響を受けて破砕・分解され、やがて微細なプラスチック片となり、漂流し続ける。

3. 海洋ごみの問題

(1) 海洋ごみの問題

海洋ごみは、船舶航行・漁業への被害や生態系を含めた海洋環境の悪化、海岸機能の低下、景観への悪影響等、様々な問題を引き起こしている(環境省, 2017a)。環境省の調査によると、平成24年度に全国で漁船保険の対象となった事故のうち10%の約1,700件が海洋ごみに起因して発生している(環境省, 2015)。また、漂流している漁網やロープなどは、船舶の航行安全障害物として海上保安庁の航行警報でしばしば報告されることがある(図3)。さらに海洋ごみの中には、内部に塩酸などの危険な液体が存在している廃ポリタンクや、注射器などがあり、海岸付近に生活する人々の安心・安全を脅かす存在となっている(環境省, 2017b)。特に我が国では、対策に毎年数十億円もの国費が投入されるほど海洋ごみ問題は深刻で、平成25年には全国の海岸におよそ31~58万トンのごみが存在したと推計された(環境省, 2016a, II-86)。

図3 水路通報・航行警報 位置図ビジュアルページ

<http://www1.kaiho.mlit.go.jp/TUHO/vpage/visualpage.html>, Accessed 24 Aug. 2017



(2) マイクロプラスチックの問題

微細なマイクロプラスチックが食物連鎖に取り込まれ、中に含まれているPCBやDDT等の化学物質が海洋環境に及ぼす影響が懸念されている（環境省, 2016a, II -219-233）。Cauwenberghe and Janssen (2014) の調査した結果によると、カキなどの二枚貝の体内にはマイクロプラスチックが含まれており、貝をよく食べるヨーロッパの人々の中には、年間11,000個ものマイクロプラスチックを口にしている人がいると推計されている。

このような懸念があることから、米国では既にマイクロビーズを含む洗顔料や歯磨き粉等について、マイクロビーズが人々の健康に影響を与えているとの証拠はないものの、その製造を法律で禁止している（Library of congress, 2015）。我が国では、日本化粧品連合会が平成29年3月にマイクロビーズの自主規制を促す文書を発出し（衆議院, 2016）、花王グループなどの各社がマイクロビーズを使用しないことを表明（花王株式会社, 2017）している。

このマイクロプラスチック問題については、2015年10月NHKクローズアップ現代で、「海に漂う“見えないゴミ”～マイクロプラスチックの脅威～」のタイトルで特集が組まれた。当該番組では、日本近海ではマイクロプラスチックの密度が高いことや、マイクロプラスチックが海に溶けている有害物質を最大100万倍に濃縮すること、さらには日本人に馴染みの深いマイワシにもマイクロプラスチックが含まれていることなどが紹介され、高いさらに人々の注目を集めた（NHK, 2015）。

4. 海洋ごみ問題への取組

(1) 国際的な取組

現在では様々な国際的枠組みにおいて、海洋ごみ問題の解決に向けた取組が行われている。平成27年にドイツで開催されたG7エルマウ・サミット首脳宣言では、「我々は、海洋及

び沿岸の生物と生態系に直接影響し、潜在的には人間の健康にも影響し得る海洋ごみ、特にプラスチックごみが世界的課題を提起していることを認識する。したがって、海洋ごみ問題に対処し、この動きを世界的なものとするため、より効果的で強化された取組が求められる。」との文言が盛り込まれ（外務省, 2015）、後述の様々な取組につながっていった。G7の枠組みにおいてはその後、2016年のG7伊勢志摩サミット（外務省, 2016）、G7・富山環境大臣会合（環境省, 2016b）、G7茨城・つくば科学技術大臣会合（内閣府, 2016）、2017年にイタリアで開催されたG7ボローニャ環境大臣会合（環境省, 2017c）にて、各種取組を進めていくことの重要性が各国首脳及び担当大臣によって認識されている。

さらにG7の取組は、UNEP、FAO、IMO等の国連関係機関や、APEC、G20等、より広域的な国際枠組みでの議論に拡大している。2015年国連サミットで採択された「持続可能な開発のための2030アジェンダ」に記載された国際目標、いわゆるSDGsの目標の一つには、「2025年までに、海洋ごみや富栄養化を含む、特に陸上活動による汚染など、あらゆる種類の海洋汚染を防止し、大幅に削減する。」が盛り込まれ、各国の取組を促進している（United Nation, 2015）。

「ダボス会議」の名前で知られる世界経済フォーラムにおいても平成28年1月に、海洋ごみに関する報告があった。報告の中には、2050年までに海洋中に存在するプラスチックの量が重量ベースで魚の量を超過するというショッキングな予測結果が盛り込まれていた（World Economic Forum, 2016）。

また、海洋ごみ問題に関する市民のボランティア活動は地球規模で盛んである。米国のNGO、Ocean Conservancy が中心となって取り組んでいる、国際海岸クリーンアップ（International Coastal Cleanup, 通称「ICC」）は約30年続く国際的な調査・清掃活

動であり、2016年には世界112ヶ国で実施され、約50万人が参加した（Ocean Cleanup, 2017, 1）。世界中で同じ手法で実施されるため、世界の海岸のごみの種類や数を比較することができるとともに、海洋ごみ問題についての普及啓発活動として機能もある。なお、2016年の結果によると、個数ベースで最も多かった海岸のごみはタバコの吸い殻で、世界全体で1,863,838個回収された（Ocean Cleanup, 2017, 13）。

（2）我が国の海洋ごみ問題への取組

我が国では海洋ごみ問題の解決に向けて、平成21年7月15日に「美しく豊かな自然を保護するための海岸における良好な景観及び環境の保全に係る海岸漂着物等の処理等の推進に関する法律」（通称「海岸漂着物処理推進法」）が施行・公布された。当該法律によって、国や地方公共団体、NGOなどの責務が定められ、各主体によって取組が進められている。取組には大きく分けて発生抑制対策と回収・処理対策の2つの対策が存在し、両輪で実施する必要がある。

発生抑制とは、廃棄物対策や3R（Reduce, Reuse, Recycle）等の取組を進め、環境中に流出するごみを削減することである。この取組は、将来の海洋ごみの発生防止に貢献するものである（環境省、2016b）。前述のとおり、多くのごみが陸上から海洋に流出していることから、陸上における対策、例えば河川の流域におけるごみの回収や普及啓発活動が効果的であると考えられる。

回収・処理とは、既に海岸等の環境中に存在している海洋ごみを清掃活動などで取り除き、被害を抑えることを目的とした緊急的な措置である。環境省が実施している海洋ごみの回収・処理等に対する補助事業（グリーンニューディール事業及び海岸漂着物等対策推進事業）では、平成21～29年度に約250億円の予算を措置（環境省ホームページより計算）

しており、平成21～26年度までに、合計約16万トン（環境省、2016, II-80, 81）の海洋ごみを回収している。海岸の状況によっては重機が投入されることもしばしばである。なおこの取組は、環境中のプラスチックごみを削減することのみならず、プラスチックが微細化する前に環境中から取り除くことで、マイクロプラスチックの発生量を抑制することにもつながる。先に述べたICC（International Coastal Cleanup）は、ごみの回収、調査、普及啓発といった複数の側面を持つ取組である。我が国では一般社団法人 JEAN（ジーン）が1990年からICCを先導しており（藤枝ら、2007）、2016年には全国で6,987人が参加した（Ocean Conservancy, 2017, 14）。ごみを拾う活動に参加した人はごみを捨てなくなるとも言われており、当該活動は今後とも継続的に行われていくことが重要である。

5. 今後、我が国が強化すべき海洋ごみのモニタリング

発生抑制対策と回収・処理対策の推進は大変重要であるが、残念なことに、海洋ごみの被害を受けている地域だけで対策を実施したとしても、海洋ごみは風や海流によって移動するため、多くの場合、根本的に問題を解決することは困難である。例えば、海洋ごみで溢れている地元の海岸において緊急的に回収・処理を実施し、普及啓発活動を実施したとしても、周辺国や内陸など、他の地域由来のものが多く場合は、再びごみが海岸に溜まってしまう。特に我が国においては、東アジア地域で発生したと思われる海洋ごみが日本海・東シナ海沿岸地域等に大量に流れ着き（環境省、2017a）、マイクロプラスチックが他の海域よりも比較的多く存在している（Isobe et al., 2015）ことから、当該地域の国々と協力していく必要がある。協力を進めるにあたっては、我が国周辺の十分な海域において、十分な頻度の観測を実施し、政府や関係機関、

大学等が協力して越境汚染のメカニズムを解明する必要がある。また当該観測を定常的に実施して、プラスチック量の変動を監視し、必要な対策について検討するための材料を収集する必要がある。

多くのプラスチックごみの流出元と想定されている中国 (Jambeck, et al. 2015, 770) は、海洋ごみ対策を環境政策の一つとして重視していることが見受けられる。平成29年6月の第7回日中高級事務レベル海洋協議においては日中共同の海洋ごみ調査を実施することが合意され、日中の関係機関及び専門家が参加する会合が開催されるなど、海洋ごみ問題に対する取組が進んでいる(外務省, 2017)。中国が前向きになっている今が、我が国のごみの削減に向けた施策を進める好機である。

しかしながら、海洋ごみ、特に漂流ごみ調査は船舶を使用するため、実施できる時期や海域が限られていることから、これまでの我が国の調査は海洋ごみの動態を解明するには空間的、時間的に十分ではなかった。このため、平成28年7月の海岸漂着物対策推進会議(海岸漂着物処理推進法に基づく関係省庁の会議)では、調査船を持っている政府機関に対してモニタリングに係る協力要請が成された(環境省, 2016c)。

環境省は我が国周辺海域のモニタリングが不足している上記現状を踏まえ、平成29年度からは取組を拡充し、東京海洋大学の観測船を用いた従前の調査に加えて北海道大学、長崎大学及び鹿児島大学の観測船の協力を得て、モニタリングの範囲を広げていくことを発表した(環境省, 2017c)。

また海上保安庁においても、平成29年の春に初めて、測量船「昭洋」を用い、試験的にニューストンネットによるマイクロプラスチック採取及び海洋ごみの目視観測を実施した。本調査においては、これまでの我が国の調査では足りなかった太平洋側の沖合域を重点的に実施した。観測の結果については、専門家

の協力を得ながら解析中であるため、別の機会に報告することとするが、全観測点においてマイクロプラスチックは発見された(写真3, 4, 5, 6)。



写真3 マイクロプラスチック採集のためのニューストンネット曳航の様子1



写真4 マイクロプラスチック採集のためのニューストンネット曳航の様子2

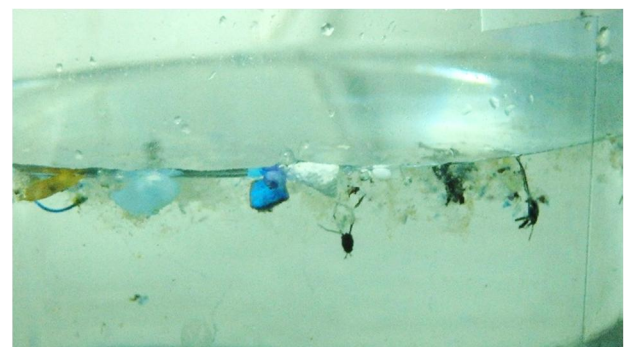


写真5 採集され、試料瓶に格納されたマイクロプラスチック。青や白の固形プラスチックが見られた。左の茶色い物体はホンダワラの種類の一部

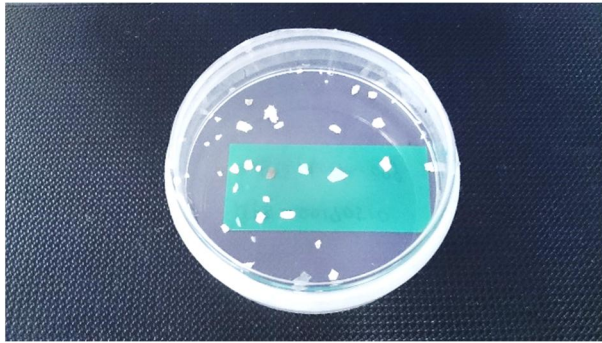


写真6 他の物質とより分けられたマイクロプラスチック

6. 終わりに

海洋ごみ問題は海岸付近に立ち寄らないと実感が湧かない問題であるが、知らないところで危機は身近に迫っているかもしれない。街中で宙を舞っているビニール袋や、排水溝の近くに落ちているお惣菜のパッケージなどの一部は海に流れ出て、いずれマイクロプラスチックとなり、人体の健康に影響を及ぼす可能性がある。我が国からも大量のごみは流れ出している。一人でも多くの方に、本問題について知ってもらえれば幸いである。

参考文献

- 1) Arthur, C., Bamford, H. and Baker, J. (2009) Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects and Fate of Microplastic Marine Debris., NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-30, https://marinedebris.noaa.gov/sites/default/files/publications-files/TM_NOS-ORR_30.pdf, Accessed 1 Sept. 2017
- 2) GESAMP (2015) Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment., GESAMP Reports and Studies 90, [http://www.gesamp.org/data/gesamp/files](http://www.gesamp.org/data/gesamp/files/media/Publications/Reports_and_studies_90/gallery_2230/object_2500_large.pdf) /media/Publications/Reports_and_studies_90/gallery_2230/object_2500_large.pdf, Accessed 1 Sept. 2017
- 3) Isobe A., Uchida K., Tokai T., Iwasaki S. (2015) East Asian seas: A hot spot of pelagic Microplastics, Marine Pollution Bulletin, 101, 618-623
- 4) Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., and Law, K.L. (2015) Plastic waste inputs from land into the ocean, Science, 347, 6223, 768-771, DOI: 10.1126/science.1260352
- 5) Library of congress (2015) H.R.1321 - Microbead-Free Waters Act of 2015 114th Congress (2015-2016), <https://www.congress.gov/bill/114th-congress/house-bill/1321/text>, Accessed 1 Aug. 2017
- 6) NHK (2015) NHKクローズアップ現代HP「海に漂う“見えないゴミ”～マイクロプラスチックの脅威～」2015年10月29日(木)放送, <http://www.nhk.or.jp/gendai/articles/3725/1.html>, Accessed 1 Sept. 2017
- 7) Ocean Conservancy (2017) International Coastal Cleanup 2017 Report, https://oceanconservancy.org/wp-content/uploads/2017/06/International-Coastal-Cleanup_2017-Report.pdf, Accessed 14 Sept. 14
- 8) United Nations(2015) Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development, 2015年9月25日第70回国連総会で採択, <http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/files/000101401.pdf>, Accessed 2017 Sept. 20
- 9) United Nations, Sustainable Development Knowledge Platform, <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>, Accessed 14 Sept. 2017
- 10) Van Cauwenberghe L., Janssen and C. R. (2014) Microplastics in bivalves cultured for human consumption., Environmental Pollution, 193, 65-70

- 11) World Economic Forum(2016), The New Plastics Economy Rethinking the future of plastics,
http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_New_Plastics_Economy.pdf, Accessed 2017 Sept. 2017
- 12) 外務省(2015)2015 G7エルマウ・サミット首脳宣言(仮訳),
http://www.mofa.go.jp/mofaj/ecm/ec/page_24_000425.html, Accessed 12 Sept. 2017
- 13) 外務省(2016)2016 G7伊勢志摩サミットG7首脳宣言(仮訳),
<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/summit/ise-shimal6/documents/summit.html>, Accessed 12 Sept. 2017
- 14) 外務省(2017)第7回日中高級事務レベル海洋協議(結果)平成29年6月30日,
http://www.mofa.go.jp/mofaj/press/release/press4_004784.html, Accessed 18 Sept. 2017
- 15) 花王株式会社(2017), サステイナビリティデータブック2017,
http://www.kao.co.jp/corp/sustainability-reports/ja/pdf/pdf/sustainability2017_all.pdf, Accessed 12 Sept. 2017
- 16) 環境省(2009a)漂流・漂着ゴミ国内削減方策モデル調査報告書,
<https://www.env.go.jp/earth/report/h21-01/index.html>, Accessed 1 Sept. 2017
- 17) 環境省(2009b)漂流・漂着ゴミ国内削減方策モデル調査報告概要,
<https://www.env.go.jp/earth/report/h21-01/gaiyo.pdf>, Accessed 1 Sept. 2017
- 18) 環境省(2015)平成26年度における沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書,
http://www.env.go.jp/water/marine_litter/report_h26.html, Accessed 1 Sept. 2017
- 19) 環境省(2016a)平成27年度漂着ごみ対策総合検討業務報告書,
http://www.env.go.jp/water/marine_litter/report_h27.html, Accessed 1 Sept. 2017
- 20) 環境省(2016b), G7富山環境大臣会合コミュニケ(仮訳),
https://www.env.go.jp/earth/g7toyama_emm/japanese/meeting_overview.html, Accessed 12 Sept. 2017
- 21) 環境省(2016c), 海岸漂着物対策推進会議(第7回)議事録(平成28年7月13日),
http://www.env.go.jp/water/marine_litter/conf/c01-07/mat18_1-1-lrev10.pdf, Accessed 18 Sept. 2017
- 22) 環境省(2017a)平成29年版環境・循環型社会・生物多様性白書,
<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h29/pdf.html>, Accessed 1 Sept. 2017
- 23) 環境省(2017b)日本海沿岸地域等への廃ポリタンク等の漂着状況について(平成27年度分), 平成29年3月23日環境省報道発表,
<http://www.env.go.jp/press/103844.html>, Accessed 1 Sept. 2017
- 24) 環境省(2017c)G7ボローニャ環境大臣会合結果について, 平成29年6月13日環境省報道発表,
<http://www.env.go.jp/press/103844.html>, Accessed 14 Sept. 2017
- 25) 環境省(2017d)平成29年度沖合海域における漂流・海底ごみ実態調査について～調査海域を拡大するとともに, 大学との連携体制を拡充～, 平成29年8月8日環境省報道発表,
<http://www.env.go.jp/press/104422.html>, Accessed 18 Sept. 2007
- 26) 環境省ホームページ, 重点施策・予算情報,
<http://www.env.go.jp/guide/budget/>, Accessed 14 Sept. 2017
- 27) 衆議院(2016)第百九十回国会衆議院環境委員会議録第五号,
<http://kokkai.ndl.go.jp/SENTAKU/syugiin/190/0017/19003250017005.pdf>, Accessed 20 Sept. 2017
- 28) 内閣府(2016)G7茨城・つくば科学技術大臣会合「つくばコミュニケ」(日本語:仮訳),
http://www8.cao.go.jp/cstp/kokusaiteki/g7_2016/2016communique.html, Accessed 14 Sept. 2017
- 29) 藤枝繁・小島あずさ・大倉よし子(2007)日本における国際海岸クリーンアップ(ICC)の現状とその結果, 沿岸学会誌, 20, 3, 33-46
- 30) 藤枝繁・星加章・橋本英資・佐々倉論・清水孝則・奥村誠崇(2010)瀬戸内海における海洋ごみの収支, 沿岸学会誌, 22, 4, 17-29

伝説の「孫七船長」まつわり話《5》

—孫七先生と東海大学海洋学部躍動期—

元東海大学文明研究所 中陣 隆夫

181号 伝説の「孫七船長」まつわり話《4》 —孫七船長と東海大学海洋学部草創期—

6. 孫七船長を振り返る

はやいもので、明神礁で測量船「第五海洋丸」が悲劇的最期をとげてから65年の歳月がながれた（海上保安庁，1953）。殉職された一人、田山利三郎博士は『南洋群島の珊瑚礁』のほかに北西太平洋海嶺など、多くの海底地形・地質の論文を書き残された（田山，1952a, b）。孫七船長は、この田山の業績と「第五海洋丸」事故にことさら関心があったので少しふれておこう（佐藤，1962；中陣，2012，2014a；Nakajin，2012）。

1) 第五海洋の運命

第五海洋（202トン）は昭和18年3月に下関市の三菱造船にて完成、昭和18年6月～12月、小沢船長のもとに第5艦隊に配属され、千島守占島片岡湾を基地に海洋気象観測通報の任務についた。昭和20年5月、特攻隊指令艇となった。水路部所属の海洋観測船は、第四海洋ただ1隻となった。終戦時、第五海洋は沈没したと信じられていたが、翌21年1月に浦賀港に捨船となっているのを発見し補修を加え、昭和23年5月から浜本春吉船長指揮のもとに、日本近海の海洋観測・測量ならびに海難救助にあっていた。

2) 孫七船長と第五海洋丸

昭和27年、晴れ渡った初秋の昼下がり、孫七船長の第四海洋丸は、北海道西方沖の測量がおわり、津軽海峡から一路南下、久しぶりで母港へ乗組員も心浮き野島灯台をすぎ針路を北に浦賀水道に向っていた。このとき、通信士から一通の通信文が渡された。これが第五海洋丸遭難に関する悲報の第一報だった。

巡視船“むろと”、“しきね”など捜索にあたったが手がかりなく、数日後に船体の破片などの漂流物が発見され、遭難確実と推定されるにいたった。

水路部は航海保全のため、その危険の程度、範囲と正確な位置をしらべ全船舶に通報し、その危険から守らねばならなかった。水路部は中宮海象課長を班長とする調査団を編成し、測量船第五海洋丸は9月23日東京港出帆したが、翌24日12時20分ころの大爆発にあい、浜本船長ほか調査員・船員31名は船とともに殉職された。

3) 明神礁の調査団

水路部の明神礁調査団は専門学者によって構成され、位置をたしかめ、火山の活動にともなう諸現象を明らかにした。中宮課長・佐藤官は波浪、海水振動と潮流を、米沢官は海水の化学分析、田山課長・河田博士・土屋・三田・日下部は島礁の正確な位置・範囲、海底火山の性質、火山地質、海底地形変化、大瀬官は島礁の実体写真測量をうけもった。浜本船長はじめ長い海上経験をもつ乗組員は、正確な船位測定をうけもっていた。第五海洋丸の生存は期待されたが、残念な結果となった。

孫七船長は調査団員や乗組員の1人ひとりと深い交わりがあり、思い出はつきなかつたろう。三田亮一は、昭和21年2月の同礁噴火を研究してカルデラ式火山を推定した論文を発表していた（三田，1947）。思うに、田山・河田両博士をはじめとする調査団は、日本の

宿命的な地質構造、火山と国土の密接な関係を考慮し、その研究によって庇護されるという国土愛、海底火山研究を通じて自然が与えてくれた好機を利用し勇躍調査を組織された（須田，1953）。

当時、1部の人びとのあいだに“自然現象に興味をひかれた学者の個人プレー的な考えがふくまれていたのではないか”と疑問視されたというが、このような流言は、第五海洋丸の目的を理解しない人の言葉であると孫七船長は感じていた（新野，1952；坪井，1953）。

孫七船長はこれらの事実から、ふたたびこのような惨事をくりかえさないことを学び、この一端として、“海底火山”についての航海者の注意事項を記録し、航海保安の役に立てばと思ひ、余暇を利用して書き残した（佐藤，1962；毎日新聞，1977）。

4) ご遺族の質問に申しわけなさ一杯

入港後、ご遺族の方々から多くの質問を受けたが、『明神礁の現場に行けず、何んとも申しわけありません』と御心持ち察し、只々謝るのみで、頭の下げ通しで終わった。ある方は、『船長が居るから、うちの人達を救い、連れて来てくれるとそれのみ頼みにし、希っていたのに』と、絶望の涙は次第に”恨み”とも感じられるやる瀬ない心情は肉親の方々にとって無理ない。当然のことと思うも、慰めようもなかった（河田・田山，1955～1977）。二隻残った一隻には全員親しい人達であり、せめて、明神礁の現場で、僚船としてできる限り捜索に、またせめても現場近くの海に、供物、清水を海に、友船の霊を弔ってあげたいと本船乗組みの切ない願いでした。あのとき、もし星野官が小樽に下船せずに、そのまま乗船していたら、上司はどのように考察し、処置されたのであろうか。上司と地質専門家の説にどのような拝領をされたのであろうかと、星野官の乗船で現場判断は是非仰ぎたいと強く考えたぎりぎりの心中でした（佐藤，1991，1994；星野，2009）。



写真9 西之島新島初上陸・調査を行う。右から青木 斌・孫七船長・小坂文予氏など（1974年3月6日；青木・小坂，1974）

7. “海の仕事は野に咲く一輪の花” —孫七語録—

その人がいるだけで席がなごんでくる、という人がいる。その一人が孫七船長でした。船長室を訪ねたお客や女学生は、本郷・藤村（ふじむら）の羊羹か、京都からの金鰐（きんつば）など、酒をのまない船長のお持てなしだった。船長は心温まる、人を和やかにする明治の気骨を持った人だったからこそ学生たちから敬愛され、女性職員の人気も絶大だった。編集者のわたしも、孫七船長はまじめで謙虚な著者でした（写真10）。

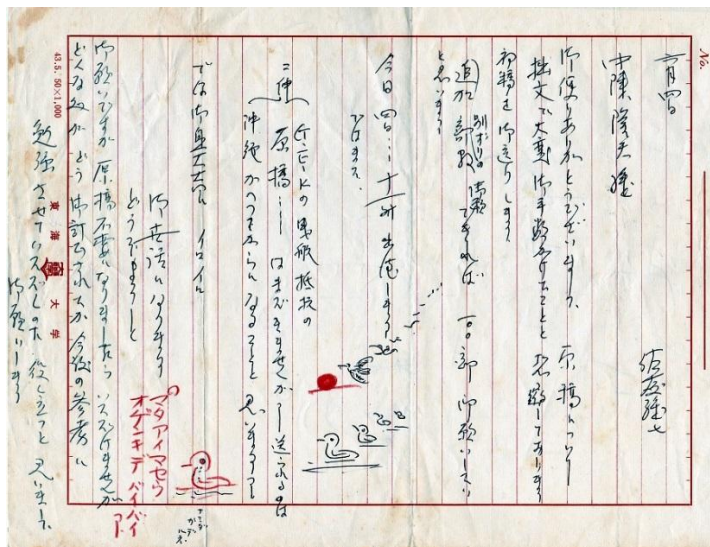


写真10 孫七船長からの手紙（1975年6月4日付）

孫七船長の清水在籍は1967-1986年のわずか20年でしたが、船長から“海の仕事は野に咲く一輪の花”といくども聞いたことがありました。船長の船上観測心得はいまも大切にしている（写真11）。



写真11 岩淵義郎水路部長(中央)・孫七船長と筆者(左)
(星野道平教授退任記念会: 東海大学交友会館、
1994年5月21日)

「船長が行くところ、行くところ、船の上でも、陸の上でも、大学ノートとエンピツを片時も離さず、記録される姿を見るたびに、自然の中に我が身を置いて、人間の五感を最大限に研ぎ澄まし観測することが、観測の原点であると痛切に感じました」と五十嵐元調査員は回顧している（五十嵐，1987）。

それにつけても、孫七船長の甲板のロープさばきは見事だった。海底に計器が着底したかどうかはガラス玉の破裂音で察知するが、ワイヤー・ショックの感じを甲板で学生に自ら教えられた。ワイヤーを垂直に立てた名人芸に近い採泥法、イカ釣りなど魚とりにも特別のセンスがあった。ヒート・フロー観測では、100キロ以上の加重アンカー・ワイヤーの括り付け方法で、重く厳重な作業でした。米国海軍観測船のそれとは一見田舎臭い感もありましたが、それはデータ取得には無用のことで、「出来るだけ手持ちの器機を簡単に改良し、これを巧みに使いこなす」というのが孫七先生の口癖でした。

孫七船長の気象予報の考え方は、「天体（宇宙）の変化が、気象の変化をもたらし、この気象変化が海況に影響を与える。この海況が逆にまた気象にも変化を与え、この予報実施のためには国際協力による一定期間、世界全海洋上で気象、生物、資源を含めた強力な海洋観測をおしすすめることだ。これによって人類に共通な海の資源の開発とその利用の道が開ける」と、これが孫七船長の夢でした（根本，1963）。

船長の海のしごとの底流に、途切れることなく流れ影響を与えつづけている何かがありました。その一つが「第四海洋」船長時代、戦争で多くの僚友を失いそれが水路業務殉職者名簿整理、慰霊碑の建設となったこと。二つが「第五海洋丸」の明神礁事故で同僚を失ったこと。

同僚を失った鎮魂歌の通奏低音が「戦争」と「海難事故」だった。そしてやがて第五海洋丸代船として測量船「明洋」を極洋捕鯨会社から買い入れ船長となられた。

2015年10月、南鳥島南方約530kmに「孫七平頂海山」(19° 41' N, 153° 30' E) が誕生した。ギョーと呼ばれる比較的なめらかな平坦な頂をもつ海山、その成因はいまだ未解決である（中陣，2014c；八島，2016）。そこは、さきに命名された「田山平頂海山」と隣接している。生涯思いつめた田山先輩に巡りあえた孫七船長、さだめし感慨無量だろうとご憫察したい。

8. キャプテン孫七先生、葬送の日

孫七先生は、明治43（1910）年12月5日、山形県西田川群豊浦村（現鶴岡市）由良に、10人兄弟の七男（10番目）として生まれました。

2005年夏、食細く飲込むような仕草で、胃がん様態で一切、痛い・かゆいの言無し、入院前は自宅でヘルパーさんの支援で寝起き、12月に由良診療所から胃がんを告知さ

れた。

翌年1月上旬、荘内（庄内）病院、約3週間入院。介護食がメイン、好物の甘いものはあまり摂取なし。入院時、宮崎芳夫（元東水大）、奥山春二（元水産大）、佐藤数夫（元海上保安庁）ら訪問、会話も可能だった。最期約10日間は佐藤久（孫七先生ご長男）さん、弟さんが病室に寝泊まりされたが、1月23日早朝、日本海からの凍てつく寒い由良の病院で永眠、臨終まで三・四日と医師に告げられて10日間「舌を巻くほどの明治生れの体力は研究に値」と医師から伝えられた。

告別式は、28日午前11時からアク・サン鶴岡で、海上保安庁、水産庁、東水大、東海大、短期大、親戚など会葬者160人余り、香典・弔電など約500件、配布の略歴に「終身修学の海」、法名は「勲光院孫翁海鑑居士」、生誕地の鶴岡市由良「白龍山 海蔵寺」に、墓碑は、日本海を望む小高い墓地にある。

謝 辞

本稿執筆にあたり、大庭幸弘・岩根信也さん（海洋情報部「海の相談室」）、佐藤孫七先生の船籍資料のご提供と貴重なご意見・ご指摘をいただいた、佐藤 武、佐藤義夫、佐藤治夫、五十嵐正晃、佐藤 久、増田るいこ、東海大学海洋学部のみなさん、海洋学部船舶管理室にも紙面をかりてお礼申し上げます。

（2017年8月20日了）

参考文献

- 1) 青木 斌・小坂丈予(1974):『海底火山の謎』, 250 pp., 東海大学出版会
- 2) 五十嵐正晃(1987):「佐藤船長の想いで」, 私信
- 3) 岩下光男(1984):『過渡期の人生を楽しむ—私の研究歴と共に』, 自家出版, 137p., 黒船印刷 KK
- 4) 岩下光男(1991): 海洋学部の草創期と星野教授. 星野『玄武岩時代』(月報), pp. 3-5, 東海大学出版会
- 5) 海上保安庁編(1951):「海図のできるまで」(昭和26年8月3日: 水路部創立80周年記念), 岩波映画社制作
- 6) 海上保安庁(1953):「第五海洋丸遭難調査報告書」, 112p., 海上保安庁
- 7) 河田夏江・田山 薫 編集人(1955-1977): 機関誌「五海洋」, 第1号~第22号, 第五海洋遭難族会
- 8) 小坂丈予(1991):『日本近海における海底火山の噴火』, 279p., 東海大学出版会
- 9) 佐藤孫七(1962): 水路部の観測船. 中野猿人編「日本海洋学会20年の歩み」, pp. 135-136, 日本海洋学会
- 10) 佐藤孫七(1969):「海底地震計 引上げ作業」(マニュアル). 6p.
- 11) 佐藤孫七(1971): 船と観測に賭けた半世紀. 土木学会誌, 56(6), pp. 69-72.
- 12) 佐藤孫七(1977): 火山列島(硫黄列島)に関する歴史的知見. 東海大学紀要海洋学部, No. 10, pp. 193-212.
- 13) 佐藤孫七(1982): 第28 あげぼの丸 黒田修史航海士の生存記録—厳寒の北洋から奇跡的生還. 「海と安全」, 1982-5, pp. 12-20.
- 14) 佐藤孫七(1991): 水路部時代の星野海上保安官を回顧. 星野『玄武岩時代』(月報), pp. 7-9, 東海大学出版会
- 15) 佐藤孫七(1994): 星野先生を回顧して. 星野教授退任記念行事委員会編『おどみや親分』, pp. 18-21.
- 16) 佐藤孫七・佐藤 久(1972): 海底火山と航船. 星野・青木編『伊豆半島』, pp. 341-365, 東海大学出版会
- 17) 水路部(1949):「日本近海の底質分布図」, 海上保安庁水路部
- 18) 須田皖次(1953): 第五海洋丸の遭難に因みて. 科学, 23(3), 124p., 岩波書店
- 19) 田山利三郎(1949): 日本近海底質分布図について. 水路要報, 15, pp. 221-235.
- 20) 田山利三郎(1952a):『南洋群島の珊瑚礁』, 水路部報告, 11, 292 p.
- 21) 田山利三郎(1952b): 日本近海深淺図について. 水路要報, 32, pp. 160-167, 201.

- 22) 坪井忠二編(1953):第五海洋丸の遭難Ⅰ,Ⅱ. 科学, 23(5), pp.248-254; 23(6), pp.309-311, 岩波書店
- 23) 「東海大学海洋学部十年史」編さん委員会編(1972):『東海大学海洋学部十年の歩み』, 13+288p., 東海大学海洋学部
- 24) 「東海大学海洋学部二十年史」編集委員会編(1982):『東海大学海洋学部二十年史』, 20+393p., 東海大学海洋学部
- 25) 東海大学編纂編集委員会(1982):『大いなる遺産を一東海大学建学四十周年記念写真集』, 124p., 東海大学出版会
- 26) Nagasaka, K., M.Yasui, T.Hilde, J.Wageman and T.Nakajin(1970): The Preliminary Heat Flow Survey in the Sea West of the Bonin Islands. In *Preprint of Oceanographic Society of Japan*, p.26.
- 27) 中陣隆夫(1970):「駿河湾における地殻熱流量測定」. 東海大学海洋学部卒業論文, 60p.
- 28) 中陣隆夫(2007):『地球の体温をはかる』, 226p., 丸源書店
- 29) 中陣隆夫(2012):「大洋底拡大説」の前夜: R. S. デーツ「日本近海深淺図」と天皇海山列. 機関誌「水路」, 162, pp. 17-22.
- 30) Nakajin, Takao(2012): The Emperor Seamounts in Japanese Bathymetric Chart 6901. In:Eds. Kato, et al., *Visual Images and Geological Concepts, JAHIGEO*, Tokyo, pp. 121-124.
- 31) 中陣隆夫(2014a): S.F. ベアード号の太平洋横断探検航海(1953). 機関誌「水路」, 169, pp. 14-25.
- 32) 中陣隆夫(2014b):「田山利三郎業績目録」(私家版), 6p.
- 33) 中陣隆夫(2014c):ギョー(平頂海山)の成因論. 構造コロキウム・アブストラクト集, No.46, pp. 90-12.
- 34) 中陣隆夫(2015a):田山利三郎博士の海底地形・地質学研究の業績.「地図」, 53(2), pp.12-29, 日本地図学会
- 35) 中陣隆夫(2015b):水路部測量課長 田山利三郎博士の足跡. 機関誌「水路」, 174, pp. 10-23.
- 36) 中陣隆夫(2017):エルニーニョ現象の真実 -海は世界の気候を支配する-. Proceeding of 32th Intern. Symposium on Okhotsk Sea & Polar Oceans 2017, pp.8-11.
- 37) 中陣隆夫・安間恵(1972):駿河湾における海底地殻熱流量測定. 星野通平・青木斌編『伊豆半島』, pp.287-300, 東海大学出版会
- 38) 南雲昭三郎(1970):海底地震計の繫留. うみ, 8, pp.116-118, 日仏海洋学会
- 39) 新野 弘(1952):明神礁の問題点. 科学朝日, 12月号, pp.21-23, 朝日新聞社
- 40) 根本順吉(1963):海に生きる実学者-「明洋」船長 佐藤孫七. 根本編著『日本の観測者』, pp.99-115, 恒星社厚生閣
- 41) 日高孝次(1968):国際協力海洋調査. 日高『海洋学との四十年』, pp.129-143, 日本放送出版協会
- 42) 星野通平(2009):佐藤孫七船長. 『山の緑と青い海』, pp.52-53, 興亜開発株式会社
- 43) 本田節子(1993):『キャプテン孫七航海記』, 261p., 東海大学出版会
- 44) 毎日新聞(1977):「明神礁爆発で」くつがえすー「4キロ西の高根礁」;海保元部長(塚本裕四郎)の遺稿, 9月22日夕刊, 毎日新聞社
- 45) 松前重義(1963):『現代文明論』, 267p., 東海大学出版会
- 46) 松前重義(1987):『わが昭和史』, 308p., 朝日新聞社
- 47) 松前重義(2001):『松前重義手稿影印集』, 149p., 東海大学出版会
- 48) 松前達郎(1993):序文-「キャプテン孫七航海記」. 本田節子『キャプテン孫七航海記』, pp. iii-v, 東海大学出版会
- 49) 三田亮一(1947):ベヨネーズ列岩附近の海底火山活動(新島出現)について. 水路要報, 12, pp.57-62.
- 50) 八島邦夫(2016):伝説の「孫七船長」まつわり話《1》. 機関誌「水路」, 179, pp.9-17.

(takao-nakajin@tbe.t-com.ne.jp)

付表1 孫七船長の東海大学での船籍（1）
（教育面；東海大学海洋学部年史，1972，1982）

1) 航海工学科の記録

昭和42年12月3日	東海大学海洋学部助教授（新任） （東海大学丸二世船長）	56歳
昭和49年4月1日	東海大学海洋学部航海工学科教授	
昭和50年3月31日	東海大学丸二世船長（解任）	64歳
昭和54年3月31日	海洋学部航海工学科教授定年退職	68歳
昭和54年4月1日	海洋学部航海工学科教授（委嘱）	
昭和61年3月31日	海洋学部航海工学科教授（委嘱）退任	75歳
	この間、東海大学丸二世では、乗船実習 を担当。航海工学科では、海洋観測法、 航海気象学を担当。	
平成18年1月23日	永眠	95歳



孫七船長（1910-2006）

2) 東海大学海外研修航海の記録

第1回海外研修航海	昭和43年2月27日～4月12日	那覇・台湾・香港・タイ・フィリピン・小笠原
第2回海外研修航海	昭和44年2月23日～4月9日	小笠原・パラオ・マカッサル・バリ島・ジャカルタ ・シンガポール・香港・台湾・沖縄
第3回海外研修航海	昭和45年2月23日～3月26日	サイパン・ロタ・グアム・ヤップ・パラオ・沖縄
第4回海外研修航海 （創立30周年記念）	昭和47年2月27日～4月14日	サイパン・トラック・ポナペ・ハワイ諸島 （望星丸と共に歴訪した）
※第5回海外研修航海以降は、望星丸で実施することになった。		

3) 海洋学部学生実習航海などの記録

(1) 1・2年生海洋実習

昭和43年	7月13日～7月29日	湘南校舎
昭和43年	8月15日～9月8日	札幌校舎
昭和44年	7月20日～9月12日	湘南校舎・札幌校舎
昭和45年	7月13日～9月8日	湘南校舎・札幌校舎
昭和46年	7月26日～8月31日	湘南校舎
昭和47年	5月1日～5月20日	
	7月11日～7月20日	
昭和48年	4月23日～5月30日	
	8月31日～9月24日	札幌校舎
昭和49年	4月30日～5月18日	
	5月31日～6月8日	
	7月22日～8月1日	

(2) 海洋学部3・4年生海洋実習

昭和43年	11月19日～12月7日
昭和44年	11月22日～12月13日
昭和45年	9月22日～10月9日
	11月24日～12月10日
昭和46年	10月8日～10月21日
昭和47年	2月6日～2月11日
	5月24日～6月21日
	10月14日～11月13日
昭和48年	2月27日～3月10日
	6月2日～7月13日
	8月2日～8月8日
	12月17日～12月21日
昭和49年	4月22日～4月28日
	5月20日～5月29日
	6月11日～7月14日
	9月14日～10月15日
*昭和46年7月に望星丸が就航したため、以後海洋実習は大学丸二世と望星丸の2隻で実施されることになった。	

付表2 孫七船長の東海大学での船籍(2)

(観測・調査航海; 東海大学海洋学部, 1972, 1982)

1) 東海大学内航海

小笠原諸島学術調査	
第1次	昭和43年6月29日～7月28日
第2次	昭和43年10月14日～10月28日
太平洋北西部ビンナガマグロ漁場調査	
日本ウナギ産卵海域調査	
駿河湾総合調査	
西表島総合調査	
西之島新島火山調査	

2) 東海大学内委託航海

尖閣列島周辺海域地質調査(総理府委託)	
第1次	昭和44年6月14日～7月13日
第2次	昭和45年6月4日～6月27日
第3次	昭和46年6月22日～7月22日
九州西方海底地質調査(通産省委託)	
第1次	昭和44年10月22日～11月15日
第2次	昭和45年10月14日～11月3日
第3次	昭和46年9月13日～10月3日
第4次	昭和47年9月8日～9月27日
太平洋南西部海底鉱物資源調査(通産省地質調査所と共同)	
第1次	昭和46年3月1日～3月31日
第2次	昭和46年11月22日～12月25日
関東南部海域海底地震調査(東大地震研究所と共同)	
昭和47年	7月3日～7月7日
	7月24日～8月14日
	10月3日～10月7日
昭和49年	3月19日～3月30日
三陸沖大地震発生域の海底地震調査(東大地震研究所と共同)	
太平洋北西部海底地震調査(東大地震研究所と共同)	
日本近海海底地震および地磁気調査(東大地震研究所と共同)	
日本海オットセイ分布調査(水産庁遠洋水産研究所と共同)	
太平洋三陸沖・日本海オットセイ分布調査(水産庁遠洋水産研究所と共同)	
太平洋北西部冬季サンマ分布調査(水産庁東海区水研と共同)	
サハリン墓参遺骨収集航海(厚生省)	
GDP調査(東京大学海洋研究所)	
黒潮観測調査(三重大学)	
潮岬沖～奄美海域海底地質調査(西日本石油)	
遠州灘海底地震調査(建設省建築研究所)	
沖縄西表海域AMTEX調査(気象庁・オレゴン州立大学)	
四国南方海域海底資源調査(防衛庁)	
小笠原西方海底調査(通産省地質調査所)	

プランクトンが語る海の環境と生態系 《3》

三洋テクノマリン株式会社生物生態研究所長 谷口 旭

181号 プランクトンが語る海の環境と生態系《1》

182号 プランクトンが語る海の環境と生態系《2》

1 植物プランクトンの生産と水深との関係

微細な単細胞生物である植物プランクトンは頼りなげにみえます。しかし、海洋表層の光と栄養塩の二律背反的な厳しい環境への適応に成功したほとんど唯一の光合成植物であり、巨大な海洋生態系を基礎で支えている頼もしい生物です。太陽光が届く表層に留まり、栄養塩が供給されるのをしばらく待っているのです。そんな植物プランクトンですから、光と栄養塩の条件がそろって好転したときには、爆発的に増殖します。海洋ではそういうことが度々起こり、海洋生態系はその恩恵を受けたり、反対に被害を受けたりしています。

まず、植物プランクトンの生産と水深との関係のみてみましょう(図1)。本質的に光制限環境である水中で生活する植物プランクトンは弱い光に適応しているため、光合成量の鉛直分布は、むしろ明るすぎる海面近くではやや低く、亜表層で極大、それ以深では海中光量の減衰と平行して指数関数的に低下する曲線になります。

ところで、植物も生物なので呼吸をします。呼吸量は光の影響を受けないので、水温の鉛直分布が単純ならば、呼吸量の鉛直分布は一樣です。図1では縦軸に平行な直線で示されています。呼吸では自分が光合成した有機物の一部を消費するので、植物プランクトンの現存量の変化は、光合成量から呼吸量を差し引いた残りとして現れます。このとき、光合成量を総生産量、光合成量から呼吸量を差し引いた量を純生産量といいます。純生産量は、

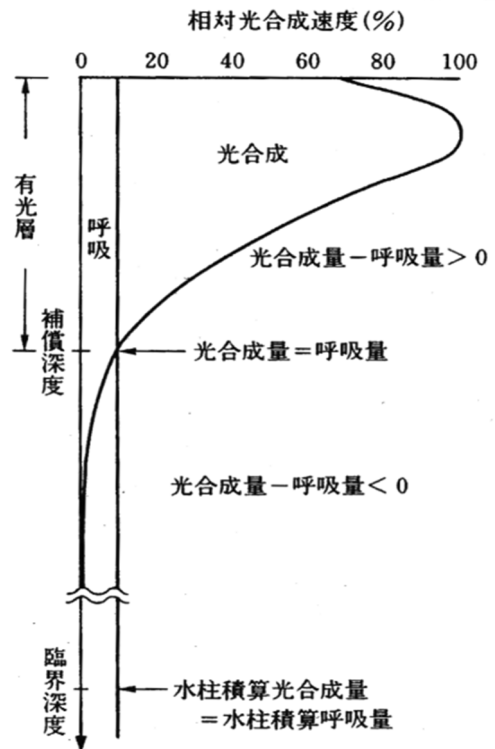


図1 植物プランクトンの光合成と呼吸の鉛直分布

縦軸は水深、横軸は極大層における光合成量を100%とした相対目盛。呼吸量は最大光合成量の10%と仮定、水温と植物プランクトンの鉛直分布は一樣と仮定した概念図。

光合成量は、表面近くでは強光阻害を受けてやや低下し、亜表層で極大となり、それ以深では、深くなるにつれて指数関数的に減衰する海中光量と平行に低下し、補償深度で呼吸量と等しくなる。補償深度以浅の有光層内では、光合成量－呼吸量(純生産量)は正であり、植物プランクトン細胞は太る。補償深度以深では光合成量－呼吸量(純生産量)は負であり、細胞はやせる。水柱積算値では、光合成量はある深度で増加しなくなるが、呼吸量は増加し続けるので、いずれ両者は等しくなる。その深度を臨界深度という。

明るい表層では正、暗い下層では負になるので、その間には純生産量 = 0となる深度があるはず。これを補償深度といいます。昼間の光合成量と24時間の呼吸量が等しくなる深度です。これより浅い表層では、植物プランクトンは日々正の生産をすることができます。これを有光層といいます。

群集の増減はどうなるのでしょうか。植物プランクトン群集の総光合成量は、図1の光合成の曲線の積算値として表されますが、深層の光合成量は低いので、積算値は深度を増してもわずかしか増加しません。一方、呼吸の直線の積算値は水深が増すにつれて増大しますから、やはりある深度で両積算値が一致します。その深度を臨界深度といいます。ここで前回の図2を思い出してください。対流期には、植物プランクトン群集は深いところまで分布させられるのでした。その深度が今回の図1の臨界深度より深ければ、浅いところで太る細胞があったとしても、群集全体は徐々に衰退していくことが理解されます。躍層は植物プランクトンの分布層をそれ以浅に保持するのですが、その深度が臨界深度と

等しければ、深いところでやせる細胞があったとしても、群集全体は増加していくことが理解できます。このように、対流しているか成層しているか、成層しているときには躍層が臨界深度よりも浅いか深いかによって植物プランクトンの群集ないし個々の細胞が増えるか減るかが決まります。植物プランクトンの生産は海洋生態系全体の生産性を支配しているのですから、躍層の形成とその深度がもつ生態学的意義の大きさが理解されましょう。

2 植物プランクトンの春季大增殖 (春のブルーム)

北方の亜寒帯海域は、基礎生産力が大きい海として知られています。西の親潮と東のアラスカ海流などが構成する反時計回りの亜寒帯循環系とその周辺のオホーツク海などを含む海域です(図2)。「親潮」の名は豊かな生物生産力に因っていますが、親潮に代表される亜寒帯海域の高い生産力は何によるのでしょうか。前章から類推すれば、亜寒帯海域では躍層深度が臨界深度よりも浅いからだと理解されます。北半球の反時計回りの旋流では、

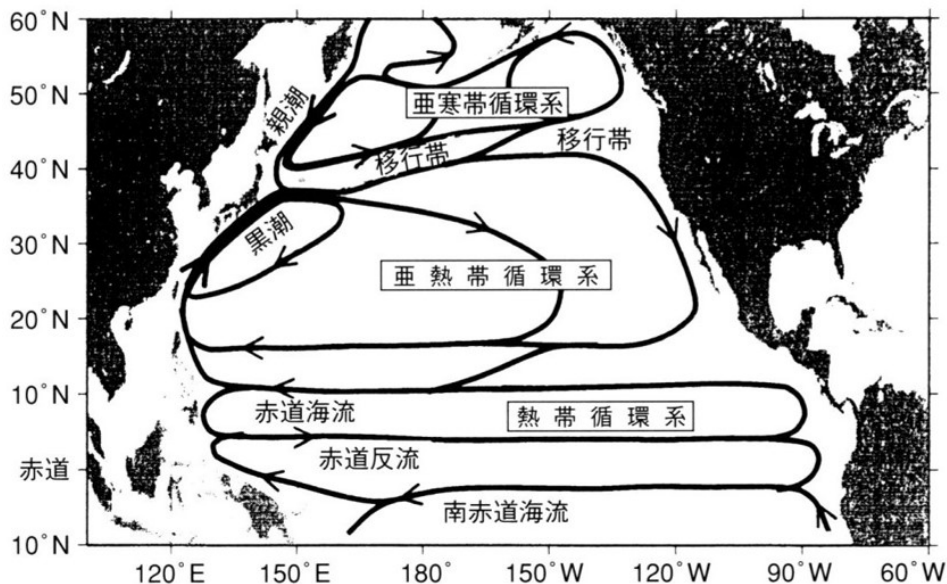


図2 北太平洋の循環系(須賀利雄³⁾より引用)

北太平洋には、北から順に、亜寒帯循環系、亜熱帯循環系、熱帯循環系がある。亜寒帯循環系は、親潮、亜寒帯海流、アラスカ海流、アリューシャン海流、東カムチャツカ海流によって構成される反時計回りの旋流系で、一般に亜寒帯海域といわれる。その南の亜熱帯循環系は、黒潮、黒潮続流、北太平洋海流、カリフォルニア海流、北赤道海流が構成する時計回りの旋流系で、亜熱帯海域といわれる。

表層水が周辺域へと発散し、その補流として下層水が上昇してきます。その結果、植物プランクトンは沈みにくく、成層期の躍層深度は浅く、下層からの栄養塩の供給が続きます。さらに、毎冬必ず対流が起こって大量の栄養塩を補給します。冬に日射量が不足することを除くと、亜寒帯海域は植物プランクトンにとって好適な環境だといえるのです。

しかし、今まで度々みてきたように、躍層は下層からの栄養塩供給を阻害して植物プランクトンの生産を抑制することもあります。躍層は、光と栄養塩という植物プランクトンにとって最も重要な条件に関して、正負二通りに影響するのです。表層の栄養塩が豊富ならば、あるいは、対流以外の栄養塩供給機構があるならば、浅い躍層は正の影響を強く発揮します。栄養塩が少なく供給もないときには、浅い躍層も負の影響しか発揮できません。

さて、亜寒帯海域における基礎生産力に話を戻しましょう(図3)。この海域の水柱は、春と夏に成層し、秋から冬には対流するという季節変化を繰り返しています。この間に、太陽高度の変化に応じて海中の光環境も変化します。冬は暗く、春から夏かけて徐々に深くまで光が透過するようになり、秋からまた暗くなります。これにより、表層環境は次のように変化します。冬には、栄養塩は大量にあるが暗く、しかも植物プランクトンは有光層以深まで分布させられるので、ほとんど生産できません。夏は、明るいので有光層は深く光条件は良好ですが、下層からの栄養塩供給がなく、表層は貧栄養です。

ここで、春の状態を想像してみてください。冬に供給された栄養塩がたっぷり残っています。日射量が日々強くなるにつれて有光層が深い方へと広がります。表面水は加熱され、水柱は成層しはじめ、温度躍層は深い方から浅い方へと徐々に上昇しつつ強固になり、植物プランクトンの分布層は浅くなっていきます。この過程で、深い方へ変化する有光層と、

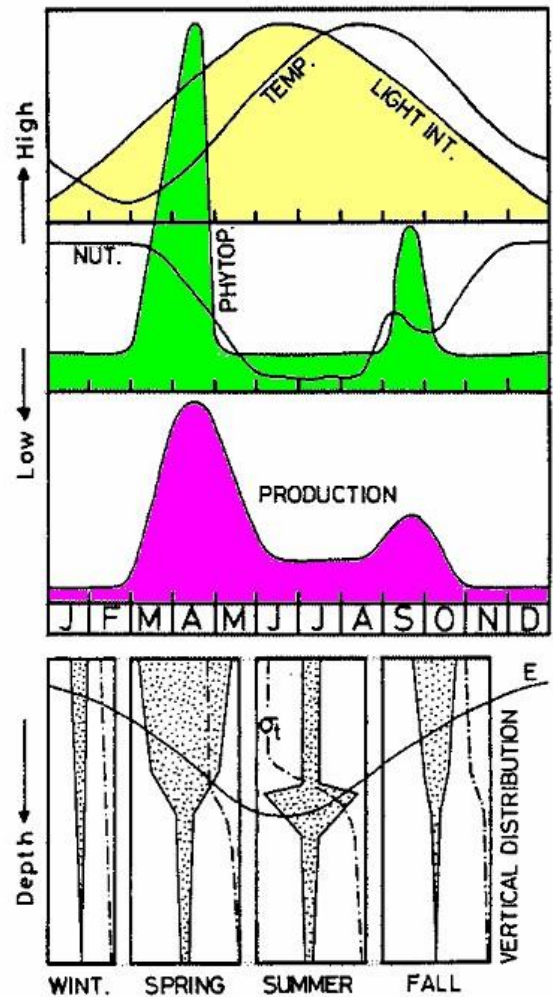


図3 亜寒帯海域における基礎生産の季節変化

上部には、日射量(LIGHT INT.)、表面水温(TEMP.)、栄養塩量(NUT.)、植物プランクトンの現存量(PHYTOP.)と生産量(PRODUCTION)の季節変化を、下部には、海水密度(σ_t)、補償深度(E)および植物プランクトン現存量(点描部)の鉛直分布を季節別に示す概念図。

(上) 日射量と表面水温は位相がずれたサインカーブ、栄養塩は冬の対流期に最大、夏の成層期に最小、秋に中程度となる曲線、植物プランクトンは春と秋にピークを持つ曲線、植物プランクトンの生産量は冬に最小、春に極大、夏は中程度、秋に小規模なピークがある曲線で描かれる。栄養塩と生産量の変化は逆位相。

(下) 冬には有光層が浅く、植物プランクトン群集は対流のため下層まで分散し、増殖できない。春に躍層深度と補償深度が一致すると植物プランクトンは爆発的に増殖し、栄養塩を消費する。成層した夏には表層が貧栄養となり植物プランクトンは減少するが、密度躍層辺に亜表層クロロフィル極大が形成される。秋に表面冷却が始まると表層に栄養塩が供給されて植物プランクトンは増殖するが、間もなく日射量が低下して増殖は終息する。

浅い方へ変化する植物プランクトン分布層の深度が一致する時がきます。このとき、躍層が正の影響を發揮し始め、植物プランクトンは、文字通り爆発的に増殖します。これが植物プランクトンの春季大增殖であり、亜寒帯海洋生態系における最も顕著な現象だといわれています。このときにはまだ動物プランクトンは少ないので、植物プランクトンの現存量は非常に大きくなり、海水を褐色に染め、海藻臭を放つほどになります。やがて動物プランクトンがこれを食べて育ち、夏の間も魚の生産を支え続けます。亜寒帯海洋生態系は、植物プランクトンの春季大增殖の恩恵のもとにあるといっても過言ではありません。それはまた、「親潮」の由縁でもあったのです。

春季大增殖の規模が大きければ亜寒帯海域の生態系は豊かになり、漁業資源も増えます。そしてその規模は、冬期の対流がどれほど深くまで達し、どれほど多くの栄養塩を表層に供給するかにかかっています。冬の表面冷却が強くて対流層が深くなるほど栄養塩供給量が増えます。ところが最近の温暖化で、冬の冷却が弱まっているうえ、降水量増と極域での融氷で表層塩分が低下し、対流層は浅くなっています。その結果、表層への栄養塩供給量が減少し、春季大增殖の規模も年間総基礎生産量も小さくなっていると指摘されています(田所ら⁴⁾)。このまま温暖化が進行すれば、親潮は親潮でなくなるかもしれません。

3 基礎生産の季節変化

—基礎生産支配要因の理解

春季大增殖は成層状態で栄養塩を消費し続けるので、躍層の影響が負の方へ偏ります。そのうえ動物プランクトンが増えてその摂食圧も強まるので、大增殖は二～三週間で終息します。しかし、その間の基礎生産量は大きく、年間総生産量の半分近くになるともいわれています。その後、夏の成層期間中は貧栄養化し、植物プランクトンは減少します。た

だし、躍層周辺には下層の栄養塩が拡散してくるので、そこに植物プランクトンの極大層が形成されます。これが、いわゆる亜表層クロロフィル極大で、成層が一定期間継続しているときに特徴的にみられる現象です。秋には表面冷却が始まり、対流が誘起されて下層からの栄養塩供給が始まります。この過程でクロロフィル極大層は消滅しますが、表層全体で植物プランクトンが再び増殖します(秋季増殖)。しかし、日射量は日々低下し、対流深度は日々深くなるので、秋季増殖は小規模に終わり、やがて冬の低生産状態へとしづまります(図3)。

以上のように、亜寒帯海域では、水柱の成層/対流の季節変化が表層への栄養塩供給と植物プランクトン分布層に季節変化を支配し、さらに日射量の季節変化が加わって、春季大增殖、夏枯れ、秋季増殖、冬の休止が毎年繰り返されています。図3はその過程を1枚の図に要約したものであり、大変複雑な内容になっています。この図に描かれている一連の現象の因果関係を理解すれば、亜寒帯海域における基礎生産の季節変化のみならず、全海洋に共通する基礎生産の支配要因を包括的に理解したことに等しいといえます。例えば、日本の沿岸海域のように、冬の対流と夏の成層が繰り返される海域における基礎生産の季節変化は、基本的には同じように説明することができます。湧昇流域における莫大な基礎生産力、沿岸域における赤潮、黒潮が黒いわけ、ひいてはイワシやサンマの回遊生態などの説明もできるようになります。

4 湧昇流域の基礎生産量が大きいわけ、沿岸浅海域で赤潮が起きるわけ

本来二律背反的であるはずの光と栄養塩の条件がそろって好転すると基礎生産力が増大する例は、亜寒帯海域での春季大增殖のほかにもあります。そのひとつが湧昇流域での生産です。

湧昇流域では、発達した密度躍層が上向きに盛り上がっています。そこは下層水が上昇しているところで、栄養塩が絶えず供給されているうえ、植物プランクトンを押し上げて沈降を防ぐので、基礎生産量はさらに大きくなります。この状態が長期間続くので、湧昇流域には生産性の高い漁場が形成されます。南北アメリカやアフリカの西岸の貿易風帯に誘起される大規模な風成湧昇流はほぼ半年間続き、莫大な量のイワシ類が漁獲されています。エル・ニーニョのときには生産は低下しますが、湧昇流域生態系は植物プランクトンの大增殖の恩恵を受けている例です。

沿岸浅海域でも光と栄養塩の条件がそろって好転することがあります。沿岸浅海域は、基本的には混合系です。浅場では、海水は絶えず激しく混合していて、成層することがありません。やや深いところでも、対流は容易に海底に達します。この、海底まで達する対流が、海底で分解された有機物由来の栄養塩を表層へと回帰させるので、沿岸浅海域は富栄養環境です。深い外洋域ではありえない好条件です。しかも、海底まで達する対流は植物プランクトンを下層まで分散させるので、過剰な生産は起こりにくくなっています。沿岸浅海域には、生態系の健康をまもる自制システムが備わっているといえます。

ところが、沿岸浅海域には、自然の河川や地下水の他に、人間が排出するさまざまな廃水も入ってきます。その多くはいずれ栄養塩として機能するので沿岸浅海域はさらに富栄養になります。また、廃水は塩分成層をうながすので、温暖期には温度成層も加わり、表層では廃水由来の栄養塩を使って植物プランクトンが活発に増殖し、赤潮にいたることもあります。過剰な生産物は沈降し、表層から分断された下層水の酸素を消費してしまいます。そのようなときには、廃水負荷が沿岸浅海域生態系に備わっている自制システムを超えていると考えるべきでしょう。赤潮は人類以

前にも起こっていたというのですから、人間社会からの排水だけが悪者とはいえません。むしろ、制御された排水により沿岸海域の生産を高める試みすらあります。ただしそのときには、それぞれの内湾に備わった自制システムを超えない範囲を見極めることが大切です。日本列島も誕生してから数千万年経っているので、過剰な生産が起こっていた場所はすでに湿原や陸になってしまい、今ある海域は物質収支がバランスしているところだと考えられます。生態系の健康をまもる自制システムとはこのバランスのことですから、それぞれの海域における物質収支の実態を明らかにしておくことが大切です。

以上のことは、栄養塩と光の二律背反的な条件が解除されると、植物プランクトンは勢いよく増殖することを示しています。その生産物を食物連鎖に取り込み、生物群集のすみずみまで速やかに配分する健全な生態系は、この大增殖の恩恵をむだなく活用できます。その典型が、亜寒帯海域や湧昇流域の生態系です。沿岸浅海域も基本的には同様なはずですが、実際には系外（陸圏）からも栄養塩や淡水が負荷されて生産が過剰になりやすく、また生産物は系外（外洋）へ移出しにくいので過剰に集積し、生態系はストレスを受けやすいのです。今後も、温暖化による降水量の増加や人々の消費生活の拡大による富栄養化に対する賢明な備えが必要です。

5 亜熱帯海域—二律背反の海

亜寒帯海域あるいは湧昇流域や沿岸浅海域の対極にあるのが亜熱帯海域です。赤道海域を挟んで北半球と南半球に広がっており、太平洋ではその大部分を占める広大な海域です。北半球では北緯15度くらいから45度くらいまでを占め、北縁は亜寒帯海域に隣り合っています(図2)。教科書の中には日本近海などを「温帯海域」と書き、亜熱帯海域と亜寒帯海域のあいだに中間的な性格の温帯海域があ

るかのような印象を与えるものもありますが、それは誤解です。海洋に温帯海域はありません。日本近海などは、陸圏の気候区分で温帯とされる地域に位置する日本の沿岸海域、というのが正しい理解です。

さて、亜熱帯海域の著しい特徴は、恒常的な成層と極度の貧栄養です。北太平洋の亜熱帯海域は、図2に描かれているように時計回りの旋流系ですから、表層水は中心域に向かって収れんし、栄養が使いつくされた古い表層水として滞留します。その結果、密度躍層は深い方へと押し込まれます(図4)。貧栄養に加えて、躍層が深いことによって植物プランクトンは下層まで分布することになり、光制限も受けています。たとえば、亜寒帯海域における夏の成層状態が半永久的に持続している海域だということです。典型的な二律背反の海です。これが世界の海洋の大部分を占めているので、最も海らしい海だということもできます。

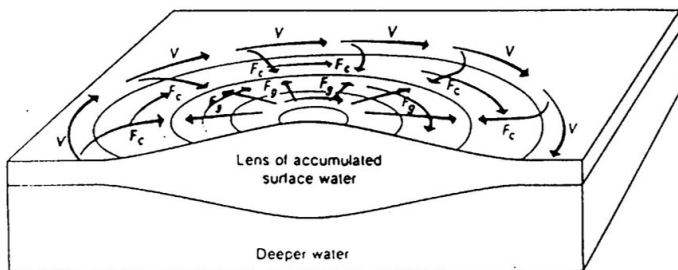


図4 北半球の高気圧性旋流における表層水の動き (Duxbury & Duxbury¹⁾より引用)

コリオリの力により、表層流は右側に偏向すなわち旋流の中央域へ収斂し、表層水は凸レンズ状に滞留し、躍層を深い方へと押し下げる。因みに、反時計回りの旋流系である亜寒帯海域は反対に発散系となり、下層水が上昇して表層水の老化を遅らせ、躍層深度は浅くなる。

どれほど貧栄養であるか、一例を紹介します。児玉²⁾が長光路キャピラリーセルを適用した高感度比色分析で測定した北太平洋亜熱帯海域における栄養塩濃度は、硝酸+亜硝酸態窒素および溶存反応性リンとも5 nM以下、

北赤道海流ではやや多くて、硝酸+亜硝酸+アンモニウム態窒素が50 nM程度、リンが60 nM程度だったということです。これを冬季の東京湾や瀬戸内海での平均的な値、T-N: 0.3-0.6 mg/L (=21400-42900 nM)およびP04-P: 0.03-0.05 mg/L (=960-1610 nM)と比較すると、いかに稀薄であるかが理解できるでしょう。沿岸環境調査の手法では「検出限界以下」です。このため亜熱帯海域にはプランクトンが少なく、透明度が高い海水は深い藍色にみえます。これが、この海域を起源とする「黒潮」の名の由来です。

このように極めて貧栄養な亜熱帯海域が、前節にみた好適な環境である亜寒帯海域とわが国に近い海域で隣接している事実は重要です。その間に中間的な性格の海域がないことが、わが国近海における大きな漁業生産の基盤になっていると私は考えています。その内容は、後に多獲性浮魚類の回遊生態の章で説明しようと思います。

参考文献

- 1) Duxbury, A. C. and A. B. Duxbury (1984): An Introduction to the World's Oceans, 549 pp. Addison-Wesley Publ., MA, USA.
- 2) 児玉武稔 (2012): 太平洋熱帯亜熱帯海域における栄養塩環境変動と植物プランクトン群集動態に関する研究. 東京大学大学院農学生命科学研究科博士論文, 195 pp. <<http://repository.dl.itc.u-tokyo.ac.jp/dspace/bitstream/2261/52036/1/39-097066.pdf>>
- 3) 須賀利雄 (2001): 気候変動予測に重要な海洋モニタリング, pp. 66-77. 日本海洋学会(編)「海と環境」講談社, 東京.
- 4) 田所和明・杉本隆成・岸道郎 (2008): 海洋生態系に対する地球温暖化の影響. 海の研究, 17: 404-420.

中国の地図を作ったひとびと《4》

アジア航測 株式会社 名誉フェロー 今村 遼平

180号 中国の地図を作ったひとびと《1》

181号 中国の地図を作ったひとびと《2》

182号 中国の地図を作ったひとびと《3》

4. 裴秀

裴秀 (223 - 271) は字を秀彦しゅうげんといい、魏晋時代の河東聞喜（現在の山西省聞喜県）の人である（図1）。彼は宦官の家庭に生まれ、幼い頃から学を好み、少年の頃から才気煥発であった。長じて朝廷の役人となって父の後をついで爵となり、のちに廷尉正（刑罰を司どる官の長）に任じられて、深く司馬昭 (211 - 265) の賞識を受けた。257年に淮南で諸葛誕しよこくたんの反乱があって司馬昭が軍を率いて南征した。34歳の裴秀は軍に従って現地へ赴く途上、山川の地勢を注意深く観察し、広範にわたって地理関係の資料を収集した。当時、“参謀略預”という不本意な役目ではあったが、司馬昭の助手として力を発揮したため、尚書（朝廷で文書を発する役目）に昇進し、まもなく尚書僕射（尚書省の次官）に昇進している。

司馬炎（司馬昭の子：236 - 290）の時代になって、彼が魏の元帝に迫って譲位させて晋の初代皇帝を称すると、裴秀は尚書令（総理大臣）と司空（宰相相当の地位：三公の一人）の任を担い、同時に、“地官”として主として国の土地・戸籍・図籍などを管理にも当たった。国家を治めるには国土の地理的研究が欠かせない。裴秀は数回にわたる征戦で多くの地形踏査の経験を積み、さらに朝廷に秘蔵されている地図や図籍類に接する機会も多く、これらがのちの地図作成上役に立った。



図1 裴秀の肖像（百度による）

裴秀の地図作成上の実績には、次のようなものがある。

- 1) 《禹貢地域図》18篇の作成
- 2) 《地形方丈図》の作成
- 3) 《禹貢地域図》の序言での、**制図六体**（地図作成の6原則）の提唱

このうち《制図六体》の提唱は、世界的に見ても画期的な壮挙であった。

(1) 《禹貢地域図》の作成

《禹貢地域図》は、前6～前5世紀の《書経》の一部にある《禹貢》部分の内容を参考に、その内容を地図に編集した中国で最も古い歴史地図集である。いわゆる四書五経の五経の一つである《書経》の《禹貢》部分は、中国太古の地理学の名著である。その概要は本シリーズの「禹」のところで示した。《書経》の《禹貢》部分は山川・湖海などを具体的に示し、中国全土を九州に分けた後、区分した各州域の輪郭を記述し、各州の山脈や河川・湖や海・土壌・物産・賦役内容・水陸の交通などを記述している。(シリーズ1 - 水路 180号 - の図2、表1参照)。

ところが《禹貢》に示された山川等の地名は太古の昔のものであるため、魏晋時代になると多くは変わってしまっており、当時の人々がある地域を検索しようとしても、場所がよくわからなかった。このため裴秀は、山地・湖泊・河川・平野・沼沢および古代の九州の範囲などを当時(晋代)の行政区画と対照して改正し、疑問の残るところは暫定的な措置をとり、古代にあった地名が無くなっているところには注記を加えた。

こうして作成したのが《禹貢地域図》18篇である。これは古代中国の九州(当時の中国全土)から西晋の16州各州の郡・国・邑およびその間の境界線などのほか、古代の国と歴史上重大な政治活動の発生地をはじめ、水陸交通路、さらに、山脈・山嶺・河流・平原・湖泊沼沢・沼沢地などの自然要素までを表現した、時代別に分幅とした歴史地図集である。この地図は、“1分が10里、1寸が100里”の縮尺(つまり、1:1,800,000)で作成されていた。

ただ、晋代当時は16州であったのに“18編”としたのは何故か? 後代の考証の結果、1幅は太古の九州の総図、もう1幅は当時(晋代)の16州の総図の2幅があったため、合わせて18篇であったと考えられている。

この地図自体はすでに亡くなっているが、その序言が《晋書・裴秀伝》に残っており、そこには、裴秀は地図作成の六原則—制図六体(後述)—を提唱し、中国の伝統的な地図作成理論の基礎を確立したことが記されている。

(2) 《地形方丈図》¹の作成

後漢時代には《天下大図》という“細絹80匹”²で作られた大きな地図があった。この図は大きすぎて扱いに不便であったため、裴秀はこれを縮小して《方丈図》(つまり1丈四方の地図)とした。その縮尺は1寸が100里に縮小されていた。前に述べた張衡によって方格法が確立されたあとであったから、地図の縮小は比較的容易であったと思われる。

(3) “制図六体”—地図作成の6原則—の提唱

(3. 1) “制図六体”とは?

裴秀は西晋の初代皇帝武帝のとき司空となり、のちに宰相となった。“六軍にあったとき地域の遠近、山川の陰易、征路の迂直”を、魏時代の旧図をもとに校検したところ、旧図の作成は粗略であったため、地名を当時の名称に改めるなど、部下の助けも借りて中国で最も古い地図集《禹貢地域図》と《地形方丈図》を作った。そうしたなか、彼は《禹貢地域図》の序言で、地図作成方法の理論の概要を述べているが、それは、地理的調査・研究や《禹貢地域図》の作成過程で固まってきた、彼自身の確信を提唱したものだ。“制図六体”とは“地図作成上の六つの原則”のことである。その内容は、《禹貢地域図》の序言では各要素おのおのは極めて少ない文字数(それぞれ8文字くらい)で示されているだけなので

¹方丈図: 1丈(10尺: 2.3m)四方の大きさの地図意味もある。

²80匹: 1匹は4丈=40尺。当時1尺は23.04cmであったから、1匹の長さは9.216m。幅は不明だが、並幅であったとすると15×15mほどであったことになる。

もともとわかりにくいのが、後の《晋書・裴秀伝》の記載でも、いくつかの点で解釈しづらいところや矛盾点がある。これは、裴秀の文を引用している《晋書》の記述者・房玄齡の、測量についての知識不足や表現力不足から来ている可能性もある。

ここで“制図六体”の詳細を記す紙数はないが、筆者の考えも入れて概要を示すと、以下のようなになる(図2)。

- 1) 分率(縮尺)
- 2) 准望(方位)
- 3) 道里(道路上での測定距離:未修正)
- 4) 高下(高さの差:比高)
- 5) 方邪(起伏や湾曲のピタゴラスの定理にもとづく直線距離への修正)
- 6) 迂直(水平面上での直線に修正した距離)

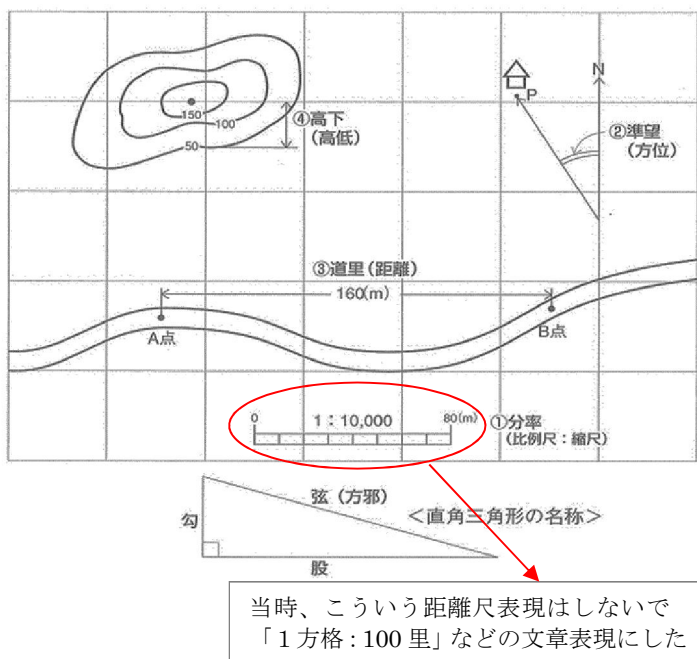


図2 “制図六体”の現代風の表現

(1) 分率

わが国でいう「縮尺」(中国語では「比例尺」と呼んでいる)のことである。分率は今日の地図のように地図上に距離と“1:〇〇”などの数字で図示したわけではなく、方眼(方格)で示された地図の一部分に「1方格は百里」などと文章で表現した。清代の地図学者・

胡渭は「分率は計里画方そのものだ」と言っている。地図を方眼で表示する計里画方は後漢の張衡が提唱した表現方法で、1方眼が実距離何里かを決めて図示したのである。

だから胡渭が言うように、分率=計里画方ということになる。

(2) 准望

一般には方位を表すと認識されている。裴秀は“正彼比之体”と記し、「二つの場所の間の相対位置を正しく知るのが准望だ」としている。“准望”は「水平状態で測った場合……」という意味を含んでおり、“分率”と“准望”による位置の決定には、方眼法によるのが便利である。方眼による表現方法は後漢の張衡が創造したものだが、裴秀によって《計里画方》という形で地図作成に矩形方眼法にもとづく地図作成法にきちんと取り入れられ、中国独自の地図表現方法として清代まで利用されてきた。

(3) 道里

道里は地表での距離つまり測定距離を示す。裴秀は“所由之数”(測定された距離)としてこの語を用いている。前述した清の学者・胡渭はこの意味を「人が道路沿いのこの地点(比)からあの地点(彼)まで測った道のりのことを言う」としている。つまり測定距離であって、2点間の直線距離ではない。

(4) 道里と高下・方邪・迂直による距離修正

実際には、地図上の2点間の距離と道路沿いに測った距離とは、地形の起伏や道路の曲折があるために、“高下”と“方邪”・“迂直”の3項目によって修正する必要がある。

(1) “高下”つまり測定された高さの違う

2地点の、斜距離の水平距離への変更

(2) “方邪”とは、斜距離を勾股定理

(ピタゴラスの定理)により水平距離に修正することであり、

(3) “迂直”とは、曲線道路を直線距離

に直すことを言う。そうしないと地図上には表現できない

これらの修正のことを宋代の沈括^{しんかつ}は、<鳥道を求める>と言っている。地図作成では鳥の飛ぶコースのように水平面での直線距離を求めることが不可欠であり、このことを裴秀は“迂直”と言っているのである。

この“制図六体”の科学的な地図作成理論は、中国では“計里画方”による投影法（方眼による表現方）を伴って、清初まで引き継がれてきている。つまり、中国の地図作成技術は、裴秀の“制図六体”を基礎に発展してきた。明代後半にはこれに西欧の緯度・経度による投影法が加わって、現在の地図作成手法へと変わってきた。15世紀になって、中国へ渡来した利瑪竇^{りまとう}（マテオ・リッチ）が、西欧の地球の曲率を考慮した地図作成方法—緯度経度による表示（投影）方法—を伝え、中西の折中法によって今日の中国の地図作成手法が確立されていったのである。

“制図六体”は、地図作成上きわめて重要な要素の相互関係を著したものである。地図がもし図形だけで縮尺がなかったら、実際と地図上の距離を比較して測ることはできない。つまり、地図に縮尺がなかったら、ある地点が地図上のある方向のどこにあるかを知ることができない。距離がわかっても、2地点間の高低差（比高）がわからなかったら、山の高さや傾斜の大小を知ることができない。また、2地点間の実距離（直線距離）は道路の湾曲や地面の起伏が修正されない限り、正しくは求まらない。つまり、上記六つの原則の総合的な運用によって、地図上の縮尺・方位・距離が修正できるのである。このように地図表現する際の六つの主要素の相互関係を明確にし、これらが地図作成上重要であることを提唱したのが“制図六体”なのである。

（3. 2）“制図六体”提唱の意義

裴秀が提唱したこの“制図六体”は、当時世界で最高に科学的で完璧な地図作成理論であった。経緯度線とそれによる地図投影のほ

かは、現代地図学上主要な要素はすべて考慮されている。このため彼は“中国の科学的な地図学の父”と呼ばれる。地図作成ではこの理論は、明清時代までずっと守られてきたが、明末になってマテオ・リッチなどイタリアから経緯度を使った地図投影法が中国に入り、中国の地図作成方法（投影方法）の改変が始まったのである。

“制図六体”はそれまでの地図作成の経験を批判・継承し、さらに、裴秀自身の実践的な活動の基礎の上に形成・創造された地図作成理論で、中国の古い時代の地図作成の方法を基礎に、新たな地図学を発展させた点で、世界の地図学史上大きな意義がある。彼は地図作成の方法を初めて明文化した。しかも、彼以降、マテオ・リッチの世界地図が中国に伝入されるまで、中国地図の内容は、形式上の多少の変化はあっても地図作成の本質が新たに発展することはなく、終始、“制図六体”が中国の地図作成上、最も重要な方法であった。裴秀の地図作成の淵源と業績は、明清時代以前の中国の地図作成の発展過程と地図表現の主な源流をなしていたのである。

裴秀の地図作成上の最も大きな貢献は、彼が中国古代の地図作成理論を確立した点である。これは中国古代で唯一の系統的な地図作成理論であり、今日の地図作成の方法から見ても、経緯度線表示と投影問題を除くと、裴秀はほとんど地図作成に必要な要点を完全に押さえるに至っている。裴秀が提唱したこの地図作成原理は、平面地図作成の基本をなす科学理論である。今日は明清時代以前の中国の伝統的な地図学に見ることができ、中国の地図学発展上、時代を画する意義のあるもので、世界の地図学史うえでも初めてで、きわめて重要な位置を占めている。

（3. 3）後世への影響

この3世紀の裴秀の“制図六体”は、中国の昔からの地図学的な豊富な成果の総括であり、加うるに、彼自身の実践的・創造的な見

解が前面に押し出された厳格な科学的理論体系をなすもので、中国の地図作成はこの時から新しい発展段階に入った。世界的に見ても、注目すべき成果を収めたことは疑いない。

裴秀の影響の典型的なものとしては、唐代の賈耽（730-805）が、師と仰ぐ裴秀の“制図六体”に基づいて、世界的に著名な《海内華夷図》を作成したことであろう。賈耽は唐代の有名な地理学者・地図作成学者で、裴秀の地図作成手法を採用して、55歳の時から画工を組織し17年の時間を費やして、巨幅の中国地図である《海内華夷図》を作成した。この地図は面積が10丈平方（23m×23m）もある大きなもので、裴秀が作った《地形方丈図》の10倍の大きさがあり、唐代の地図作成事業の規模の大きさがうかがえよう。これは基本的に裴秀の中国地図を継承した著名な地図作品で、中国の世界地図（中国の周辺地域まで入っている）作成上、重要な意義を有する。この地図の最も注目すべき特徴は、歴史地図的な考証に重きを置いて、古今の地名を違った色を使って表現している点で、中国の“沿革地図”の先駆的な作品である。

これ以外では、宋代の石刻地図である《禹跡図》や《地理図》（いずれも作者不明）、元代・朱思本の《輿地輿図》、明代・羅洪先の《広輿図》、清代の《皇輿全覽図》や《大清一統輿図》などへの影響が大きい。

（4）裴秀が示す簡易的な測量方法

1) 高さの測量方法

図3は山の高さを示すもので、ABの長さは多少の修正は要するものの直接測ることができる。地図上で図示すべきAとB間の実際の水平距離はBCであり、その長さは現地の直角三角形ABCと相似の直角三角形DEFを描く。当然、鋭角FEDは鋭角CBAに等しい。しかるに、ABの長さとは鋭角FEDは既知であるから、DFを測ればこれらから、ACの高さをもとめることができる。

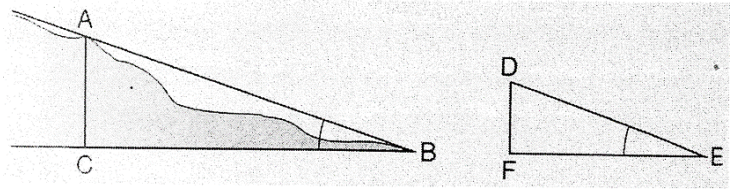


図3 裴秀の高さの測量方法

2) 対角線距離の決定方法

《周髀算経》（紀元前1世紀の著作で、その内容は紀元前6世紀以前からのものを含む）の中にある勾股定理（中国版ピタゴラスの定理）の利用法について、漢代の《周髀算経》に詳しい趙君卿は、勾股定理を使って未知の弦（実測不可能な2地点間）の長さを決定する方法を“勾の平方と股の平方の和を開くと（平方根を求めると）弦の長さとなる”と説明している。裴秀もこの方法を使って図4で直接測量のできない山脈AB間の距離は測定可能な実距離ACの平方とCBの平方の和の平方根として求めることができる、としている。

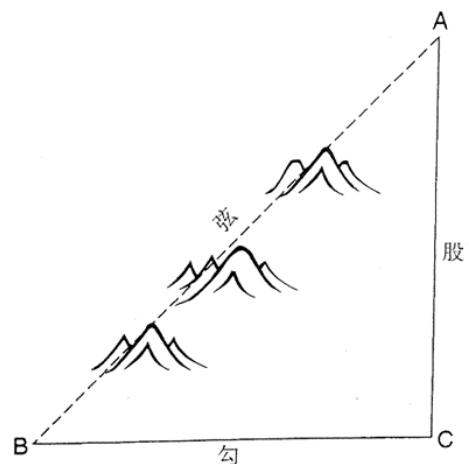


図4 裴秀の対角線決定法

3) 曲線距離を簡易的に求める方法

裴秀の図六体の応用の一つで、簡易的な曲線距離（迂直）を簡易的に求めるには、図形の特性に係る知識を利用した方法を使って、曲

線AとEの中間点Cを通る湾曲した道路ABCとCDEは各々異なる半円形と同じと見ると、ACとCE各々2個の円の直径から、円周率 $\pi=3.1416$ を使って、ACとCEのおおよその長さを求めることができる。漢時代初期には円周率は簡易的に3を使っていたが、裴秀の時代にはすでに通常 $\pi=3.14$ を使っていた。

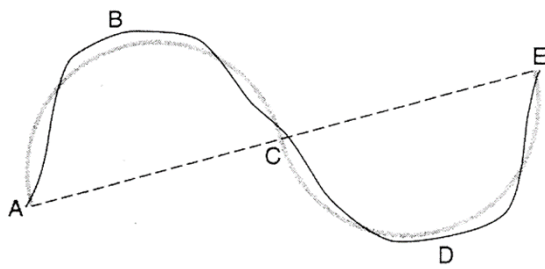


図5 線道路の簡易的測定法

参考文献

- 1) 《中国測繪史》編集委員会編:中国測繪史 測繪出版社 2002 (中国語)
- 2) 《中国測繪史》編集委員会編(今村遼平訳):中国地図測量史(原題:中国測繪史)2015
- 3) 金応春・丘富科編著:中国地図史話 科学出版社 1984 (中国語)
- 4) 百度百科 <http://imgsa.baidu.com> (中国語)
- 5) 余定国(姜道章訳):中国地図学史 北京大学出版社 2006 (中国語)

☆ 健康百話（60） ☆

—症状から病気へ⑱出血傾向【紫斑・点状出血】—

若葉台診療所 加行 尚

1 はじめに

「鼻血ブー」という言葉は何時か何処かで聞いたことがあるのではないのでしょうか。これは漫画家谷岡ヤスジ氏が書いた「週刊少年マガジン」の中に出てくる言葉で、昭和の時代に一時流行語になりました。これは登場する子供が平気で親や教師を侮辱し、派手に鼻血を噴出させるというかなり危険な過激な描写であったようですが、どうもこの子供が興奮すると「鼻血ブー」となったようです。しかし医学的にみて、興奮した時に鼻血が出易くなるということはありません。

WHO世界保健統計2016によりますと、世界の長寿国は日本で、男女平均年齢は83.7歳（男性80.5歳、女性86.8歳）ということです。このように高齢化社会となりますと、複数の病気を抱えている方が多くなり、その中で狭心症、心筋梗塞、脑梗塞、心房細動などの病気をもって居られる人も多いことと思います。これらの方々は血液サラサラの薬を服用しなければなりません。この様な場合には出血傾向が出てきます。

私たちの日常生活の中で、鼻血が出たり歯

を磨いている時などに出血したりすることはまま有ることです。また手足をぶっつけたりした時などに皮下出血をしたりするを経験した方々も多いことと思います。今回は「出血傾向」についてお話をしたいと思います。

2 「出血傾向」とは

出血傾向になる状態とはどのようなことかと申しますと、例えば外傷とか打撲などが無いにも関わらず、手足などに皮下出血斑が出るとか、鼻血或いは歯肉からの出血がなかなか止まらない時などは出血傾向があると判断しても良いと思われれます。ただこれらのような場合、鼻出血だけとか或いは歯肉からの出血だけというような場合は、出血傾向ではなく、ただその場所に何か病変がある場合が多く、従って2か所以上の出血部位がある場合には、出血傾向にある、と判断しても良いでしょう。また抜歯をした後になかなか血が止まらない場合には出血傾向にあると思ってもよいと思います。

表1 出血部位による鑑別診断

出血症状	血小板・血管壁の異常	凝固因子の異常
点状出血	頻発する	少ない
粘膜出血	誘因なしにみられる	機械的刺激、外傷のあとにみられることが多い
筋肉・関節内出血	基本的になし	特徴的
外傷・手術後の出血	直後からみられる	しばらく経ってからみられる

参考文献1). 160頁より引用

3 出血症状の種類

出血傾向を来す原因には大きく3つに分けられます。血小板の異常、血液凝固の異常、そして線溶系の異常です。出血傾向がこれらのうちのどの原因で起こっているかを判断するためには血液検査が不可欠です。

(1) 血小板の異常

皮膚に紫斑が出ている場合は多くの場合は血小板の異常によるものと考えてよいでしょう。

血小板数が減少している場合は、この出血傾向は血小板減少によるものと判断されますが、次にはその原因を調べなければなりません。また白血球や赤血球に異常がなく、血小板減少のみの場合は、特発性血小板減少性紫斑病がまず考えられます。また血小板減少の他に白血球や赤血球にも異常が認められる場合は急性白血病や、再生不良性貧血などの可能性も出てきます。

出血時間の測定検査により、血小板の機能の異常はわかります。

このほかに薬剤による血小板の機能異常もあります。例えば、アスピリン、非ステロイド性消炎鎮痛剤などです。脳梗塞、狭心症や心筋梗塞のある方にはわざわざ抗血小板薬を服用して戴きますので、この様な方は出血傾向にあります。

(2) 血液凝固の異常

出血症状についても一つ重要なことは、例えば関節内の出血や筋肉内の出血など、脳出血も含めて深いところにある臓器の出血です。代表的なものは血友病です。明らかに外傷や打撲などが無いのに、筋肉内などに大きな血腫が出来た場合などは血液凝固異常を疑います。「はじめに」の所でも申し述べましたが、高齢者の増加により、心房細動の病気も増えてきました。この病気に対しては抗凝固剤を服用してもらいますので、要注意です。

(3) 線溶系の異常

線溶系の異常で起こってくる出血の特徴は、

しばしば late hemorrhage と呼ばれるもので、外傷後或いは採決後など、その部位の出血は一旦止まり、止血したように見えますが、数時間した後に、その部位からまた再出血をしてくる、ということがあります。このような”後出血“という現象は線溶系に異常がある場合の出血傾向の特徴ですので、この様な場合には線溶系の検査をしてもらう必要があります。

(4) その他の原因で起こる出血傾向

急に下肢に細かい点状の出血斑が多発し、これらの点状出血をよく見ますと、少し盛り上がっています。これはアレルギー性紫斑の特徴です。また高齢者や副腎皮質ステロイド剤を長年服用している方では、いわゆる血管性の紫斑が出ることがあります。多くの場合、前腕に境界のかなりはっきりした色の濃い出血斑を見ることがあります。

血液凝固のメカニズムは大変複雑で解りにくいものですので、今回は触れておりません。興味のある方はインターネットでお調べ頂けたらと思います。

以上、“出血傾向”について述べてきました。これまでに経験したことの無いような出血の状況でしたら、できるだけ早くかかりつけの先生の所を受診して下さい。

参考文献

- 1) 跡見裕、磯部光章他(監): 症状からアプローチするプライマリケア: 日本医師会雑誌第140巻・特別号(2)、2011
- 2) 小澤澗司・福田康一郎(総編): 標準生理学(第7版): 医学書院; 2010
- 3) 日本医師会学術企画委員会(監): 症候から診断へ(第2集)「4. 出血傾向」(池田康夫): 日本医師会雑誌第121巻第8号。1999

表2 出血疾患の分類

I. 一次止血異常	
1. 血小板減少	
a. 産生機構の異常	
1) 巨核球低形成	先天性: ファンconi (Fanconi) 貧血, 先天性造血障害, メイ・ヘグリン (May-Hegglin) 異常 (厳密には産生障害ではない) 後天性: 再生不良性貧血, 無巨核芽球性血小板減少症, 急性白血球病, 骨髄がん腫症, 放射線照射, 抗がん剤投与
2) 無効造血	巨赤芽球性貧血, 骨髄異形成症候群
b. 血小板寿命の短縮 (後天性)	
1) 免疫学的機序	特発性血小板減少性紫斑病 (ITP), 膠原病に伴うもの, 薬剤アレルギー, 血栓性血小板減少性紫斑病 (TTP)
2) その他	人工弁, 人工血管 (機械的傷害)
c. 分布異常	脾腫 (後天性)
d. 希釈	大量赤血球輸血
2. 血小板機能異常	
a. 先天性	血小板無力症, ベルナル・スーリエ (Bernard-Soulier) 症候群, 放出異常症
b. その他	フォン・ヴィレブランド (von Willebrand) 病
II. 二次止血異常	
1. 血液凝固異常	
a. 凝固因子産生の異常	
1) 先天性	血友病, その他の先天性凝固因子異常症
2) 凝固因子消費の更新 (後天性)	播種性血管内凝固 (DIC)
3) 後天性凝固因子インヒビター	後天性血友病, von Willebrand 病など
2. 線溶の亢進	
a. 先天性	α_2 -PI 欠乏症, PAI 欠乏症
b. 後天性	一次線溶亢進 (APL, 動脈瘤などでみられる DIC)
III. 血管の異常	
先天性	遺伝性出血性毛細血管拡張症 (HHT; ランデュ・オスラー・ウェーバー (Rendu-Osler-Weber) 病) エーラス・ダンロス (Ehlers-Danlos) 症候群
後天性	シェーンライン・ヘノッホ (Schönlein-Henoch) 紫斑病

ITP: idiopathic thrombocytopenic purpura, TTP: thrombotic thrombocytopenic purpura, DIC: disseminated intravascular coagulation, α_2 -PI: α_2 -plasmin inhibitor, PAI: plasminogen activator inhibitor, APL: acute promyelocytic leukemia, HHT: hereditary hemorrhagic telangiectasia

参考文献1). 161頁より引用

海洋情報部コーナー

1. トピックスコーナー

(1) 120年前の海図印刷に用いた石版の公開

(本庁 海洋情報部)

海上保安庁の海洋情報資料館（東京都江東区）では、明治から大正にかけて海図の印刷に使用された石で出来た原板である「石版」を展示しています。

石版を用いた印刷方法は、1796年にドイツで発明された平板印刷技術で、明治初期に日本に伝えられました。平らな石版に化学的な処理により描かれた文字や線を紙に印刷するものです。現在では、版画などを印刷するリトグラフという名前でも知られています。

明治時代に海図の作製を始めた当時、その印刷には銅版に刻んだ凹部に付いたインクを転写する凹版印刷を用いていました。

その後、より更新が容易な石版印刷へ、更に石版より取扱いが容易な鉛版を用いた平版印刷へと遷っていきます。

展示物は、石版石という天然の石灰岩に、東京湾の海図が左右反転して描かれ、108×74×4cmと大きなものです。天然の石であるために、大理石のような模様がありますが、ここにも海図の水深や線が書き込まれています。石版石は国内では産出せず、オーストラリアから輸入されたものという記録が残っています。

海図や地図の印刷に用いられた石版としては、国内に残る唯一のものということで、一度見学に訪れられてはいかがでしょうか。

- ・開館時間 10時～17時
- ・閉館日 火、木、土、年末年始
- ・入館料 無料
- ・場 所 東京都江東区青海 2-5-18
国土交通省青海総合庁舎 1F
- ・電話番号 03-5500-7155
- ・ホームページ

海洋情報資料

検索



海の相談室

検索



館内風景（伊能図の模写図や海図の展示）



石版（東京湾）

(2) 西之島の海図及び海底地形図を発行

(本庁 海洋情報部)

平成25(2013)年11月、西之島が火山活動を始め、これまでに噴出した溶岩等により噴火前の旧西之島より大きく拡大しました。このため、海図の水深情報等が現実と大きく乖離(かいり)し、航海安全上の支障があったことから平成28年6月にそれまでの西之島の大縮尺海図を廃版にしました。

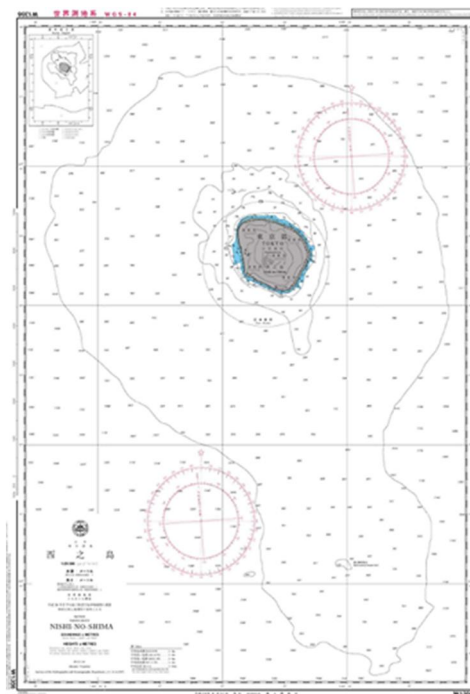
同年8月、火山現象に関する海上警報が解除されたことから、海上保安庁は海図を作製するために測量船や航空機により水路測量を行い、平成29年6月30日に船舶の安全な航海を行うために使用する海図と、海底地形図を発行しました。

西之島が火山活動により拡大したことで、我が国の管轄海域※の面積が約50km²拡大することとなりました。今回発行した海図が、管轄海域拡大を示す国際的な根拠になります。また、西之島は平成29年4月に新たな噴火が発生し、現在も火山活動を継続していることから、航海に使用する海図には、航海の安全を担保するため、噴火警報の範囲等現在の噴火活動に関する注意を記載しています。

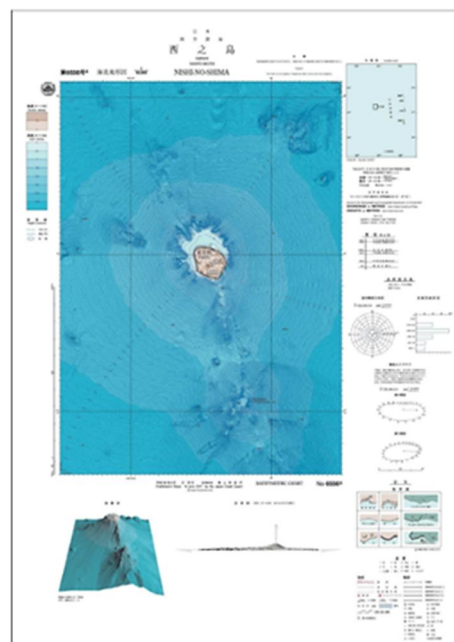
海底地形図は、最新の測量機器により取得したデータを基に作製し、火山島である西之島周辺の起伏に富んだ海底地形の状況を10m間隔の等深線と彩色により描いています。

海上保安庁では今後も西之島の火山活動の監視を続け、海上交通の安全を確保しつつ火山活動が沈静化し、安全が確認された後に改めて水路測量を行い、海図を更新する予定です。

※ 領海と排他的経済水域(EEZ)を合わせて「管轄海域」としています。



海図 W1356 西之島
縮尺 1 / 25,000 用紙サイズ 77 x 54cm



海底地形図 第 6556 号 8 西之島
縮尺 1 / 50,000 用紙サイズ 77 x 54cm

(3) 測量の日記念講演会における西之島調査活動の講演

(第三管区海上保安本部 海洋情報部)

6月1日(木)、一般社団法人神奈川県測量設計業協会の主催する「測量の日記念講演会」が横浜の情報文化センターで開催され、三管区本部海洋情報部海洋調査課長が「西之島噴火の調査活動」について講演を行いました。

同協会は、約40年前に発足し、測量設計業の発展と向上を目指して活動を行なっている団体で、測量設計知識普及の一環として、毎年6月3日の「測量の日」前後に、協会員と県民に対する記念講演会を開催しています。講演内容は、測量の紹介だけでなく、宇宙開発技術や登山地図の見方等、一般の方にも興味を持っていただけるような幅広い内容となっています。

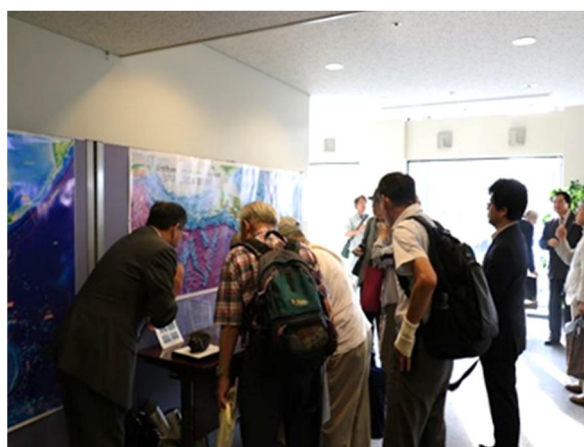
西之島は、講演の40日前の4月20日に再び噴火を開始したこともあり、インパクトは抜群でした。協会による講演会広報後わずか2日間で、100名を越す応募が寄せられ、世間の関心の高さが伺えました。

講演では噴火活動を再開した本年4月以降の西之島の様子、昭和48年の噴火以降の火山活動、これまで海上保安庁が行ってきた調査・活動について多数の写真、図、動画を駆使した解説により、会場定員を越える200名以上の多くの市民の皆様が西之島について深く知っていただける機会となりました。

講演終了後も会場出口に設営した展示スペースに置かれた西之島の溶岩に聴講された方々は興味津々、3D海底地形図とともに長時間ご覧になっていました。



講演会の様子



西之島の溶岩に興味津々

(4)「海フェスタ神戸」～海の総合展～

(第五管区海上保安本部 海洋情報部)

7月15日(土)から8月6日(日)までの計23日間、神戸開港150年をともに祝い、神戸港の魅力を全国に発信する「海フェスタ神戸」が開催されました。

いくつかのイベントが行われたなかで、神戸ポートターミナルにて開催された、「海の総合展」(パネル等企画展示)では、第五管区海上保安本部から「神戸港と共に ～ 海の安全を願って～」と題して、神戸港が開港以来どのように発展したのか、その変遷が辿れるよう、明治初期から現在までの神戸港の海図と、時を同じくした神戸和田岬灯台の初代から現代までの写真を展示しました。

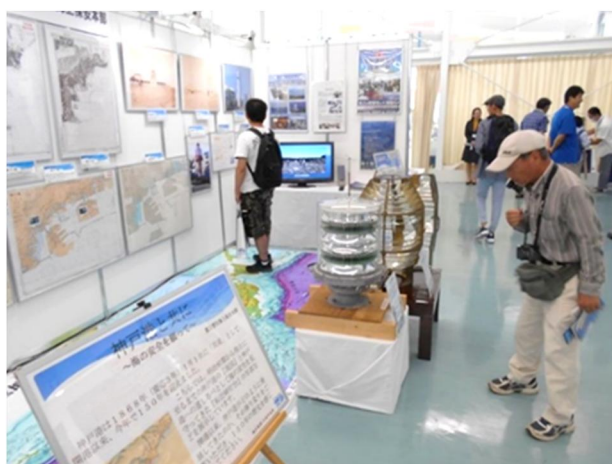
この他、3D海底地形マットや灯器(第五等不動レンズ、LED灯器)の展示等も行い、訪れた方々の目を引き、大いに興味を持っていただけました。

7月18日～19日にかけては、記念式典・祝賀会への御臨席のため来神された秋篠宮両殿下はじめ、国土交通副大臣、大臣政務官が「海の総合展」を訪れ、五本部のブースもご覧いただきました。

会期中、会場には約2万3千人の方が訪れ、たくさんの方に神戸港の魅力と歴史を知ってもらおう大変良い機会となりました。



初めて見る海図に興味津々



展示の様子



石井本部長から説明を受ける
末松副大臣

(5) 鹿児島市立科学館で講演（サイエンストーク）を実施

(第十管区海上保安本部 海洋情報部)

第十管区海上保安本部海洋情報部は、7月15日（土）午後2時から1時間程度、鹿児島市立科学館が主催するサイエンストークにおいて、「海のふしぎ」と題し潮の満ち引きについて講演を行いました。講演テーマが夏休みを目前に控えた子供たちの興味をひいたためか親子連れ約50名の参加があり盛況の中講演を行いました。

講演では、監理課長が講師となり、図やアニメーションを使って「潮の満ち引きは月等の天体によって引き起こされること」、「船舶の航行安全を守るために潮の満ち引きを調べることが重要であること」などの説明を行いました。

講演後には、参加者の小学生から「地球温暖化が潮の満ち引きに与える影響は？」という質問や「今後もこのような講演を開催して欲しい」などの好意的な意見がありました。



熱心に質問する小学生



講演の様子

2. 国際水路コーナー

(1) 第47回JICA 課題別研修（水路測量技術者養成の国際認定コース）の開講

海上保安庁 海洋情報部
平成 29 年 6 月 29－30 日

海上保安庁海洋情報部が、昭和46年から毎年、独立行政法人国際協力機構（JICA）と協力し、開発途上国で海図作成のための水路測量に従事する技術者を対象として実施している課題別研修が今年も始まりました。今回で第47回目の研修となります。本研修から昨年までに42ヶ国から421名の修了生を輩出しており、多くの修了生は、主要各国の水路当局幹部として活躍しています。

今年は5ヶ国から合計10名の研修生が対象です。エルサルバドル2名、インドネシア4名、マレーシア1名、フィリピン1名、ウクライナ2名です。このうち、エルサルバドルとウクライナは、国として初めての受け入れとなります。

6月26日に来日し、研修開始に際してJICA東京センターで健康診断等を終えた研修生10名は、6月29日には中央合同庁舎4号館の海洋情報部を訪問し、仙石海洋情報部長表敬を行いました。仙石部長から「研修期間は6ヶ月と長いですが、本研修で多くの知識を習得し、皆さんの国でしっかり役立てていただきたい。また、研修期間中に、日本の文化にしっかり触れて、日本での生活を楽しんでいただきたい。」と歓迎挨拶を受け、エルサルバドルの研修生が代表し、「日本でしっかりと水路測量技術を学んでいきたい。」とお礼の挨拶を述べました。

翌日6月30日には、中央合同庁舎4号館の海洋情報部内執務室内見学や10名全員の研修生による「カンントリーレポート発表会」が行なわれ、研修生一人一人から自国の水路

業務概要や現在の取組み、抱えている問題点等、活気ある発表及び質疑が行われました。

本研修は国際測量士連盟（FIG）、国際水路機関（IHO）、国際地図学協会（ICA）が連携して設置したIBSC（水路測量技術者及び海図作成者の能力基準に関する国際委員会）により、水路測量全般を実務レベルで実施可能な技術者を養成する水路測量国際認定B級コースに認定されています。研修生はこれから12月中旬まで約6ヶ月間という長期の間、「水路測量国際認定B級資格の取得」を目標として、水路技術を学ぶこととなります。

今後、研修期間中に、研修生らは、海洋情報部やJICA東京等において、測地学、潮汐、水深測量等の海図作成に必要な理論及び実務に関する講義を受けるとともに、大分県別府港における海図作成に必要なデータ収集のための港湾測量実習や、駿河湾における海上保安庁測量船による乗船実習、さらに宮城県における東日本大震災被災地視察及び東北大学災害科学研究所の見学等、多種多様な研修を行っていくこととなります。

（写真は次頁）



6月29日 仙石海洋情報部長表敬訪問



6月30日 カントリーレポート発表会



6月30日 海洋情報部内見学

(2) 「世界水路の日」の記念展示

海上保安庁 海洋情報部
平成 29 年 6 月 12—30 日

船舶交通の安全や海洋環境の保全の取り組みにおける水路業務や水路技術の重要性を広く一般に啓発するため、1921年(大正10年)6月21日に国際水路機関(IHO)が設立されたことを記念し、国連決議により毎年6月21日は「世界水路の日」と定められています。

各国水路機関は、この日にあわせて水路業務や技術に関する展示を実施し広くアピールすることが求められています。今年も海上保安庁海洋情報部では世界水路の日記念展示を開催しました。

IHOが定める今年の世界水路の日のテーマは「海を測る。これまでになく大事なこと。」です。これは、水路測量や海象観測等の海洋情報業務によって得られる水深、潮汐、海流のデータや海図等の成果物が、航海安全はもとより資源開発、防災、環境保全等の様々な活動に必要なものとなっている現在、社会の中でますます水路業務が重要な役割を果たしていることを知ってもらおうという趣旨です。

海上保安庁海洋情報部が行っている業務をみても、海洋台帳に代表される新たな情報サービス、北朝鮮ミサイルに対応した船舶への情報提供で注目される航行警報のシステム、東日本大震災や西之島噴火に対応した防災面での取り組み、我が国の海洋権益を確保するための海洋調査等、IHOが示している方向性をたどるように、我が国社会における海洋情報業務の役割はますます重要なものになっています。

今年も、国土交通省青海総合庁舎にある海の相談室に加えて、霞が関合同庁舎3号館(国土交通省が所在)1階展示スペースにおいても展示を実施しました。国土交通省に來られ

た多くの一般の方が、待ち合わせ等の空き時間を利用してじっくり展示を見ておられました。3D海底地形図も展示したことから、多数の方が赤青メガネで日本周辺の海底地形の凹凸を楽しんでおられました。青海総合庁舎海の相談室では展示に加えて、来館された方が海洋台帳を閲覧できるようにしました。

また、全国の海上保安本部(第三管区、第四管区、第五管区、第六管区、第七管区、第九管区及び第十一管区)や海上保安大学校、一部の灯台においても、世界水路の日にあわせた展示を実施しました。

今後も海上保安庁では様々な場で情報発信をすることで、社会における当庁の役割を皆様にもっと知っていただく努力を続けていきます。



展示の様子：合同庁舎3号館（霞ヶ関）



展示の様子：海の相談室

(3) 東アジア水路委員会 (EAHC) 第7回東アジア研修センター理事会 (TRDC-BOD) 及び第6回水路技術専門委員会 (CHC) について

海上保安庁 海洋情報部
平成 29 年 8 月 14-18 日

8月14日から18日までの5日間、東アジア水路委員会 (EAHC) の関係会議が霞ヶ関の合同庁舎4号館(海上保安庁海洋情報部所在)において開催されました。

8月14日から15日の2日間は、EAHC第7回東アジア研修センター(TRDC)理事会(BOD)が、引き続き8月16日から18日にかけての3日間は、第6回水路技術専門委員会(CHC)が行われました。

TRDC-BOD、CHC共、シンガポールが議長を務めています。今回の参加国は、EAHC加盟国であるマレーシア(EAHC議長国)、日本(副議長国)、中国、韓国、タイ、シンガポール、フィリピン、インドネシアの8カ国でした。

TRDC-BODは、EAHCのキャパシティービルディング事業の企画・立案を担っています。我が国からは、メンバーの富山技術・国際課国際業務室長らが出席し、地域内の研修実施状況及び今後EAHCに必要となるキャパシティービルディング事業の方向性について、活発な議論が交わされました。

CHCにおいては、EAHC域内における水路技術に関する情報交換などを行っており、我が国からは、仙石海洋情報部長、加藤技術・国際課長、富山国際業務室長、伊藤日本水路協会特別アドバイザーらが出席しました。

CHCにおいては、衛星画像推定水深(SDB)の研究成果に関心が高く、我が国からこれまでも過去複数回に渡り、海洋情報部と日本水路協会の取り組みを発表してきました。今回は研究成果の最終発表として、技術・国際課海洋研究室の松本良浩上席研究官からこれまでのSDB研究の成果報告がなされました。また共同研究を行った一般財団法人リモート・

センシング技術センターからもリモートセンシングの水路業務への応用の可能性について、発表いただきました。

本年2月においても、EAHCの第6回TRDC-BODと第4回運営委員会(SC)と併せて我が国で開催しており(本誌4月発行181号で掲載済)、今回の両会合は、海洋情報部が合同庁舎4号館に移転してから2回目となる多国籍国際会議のホストとなりました。参加者らとは、約半年ぶりの東京での再会となりましたが、霞ヶ関庁舎にすっかり馴染んだ様子でした。

次回の第8回TRDC-BODは、次回SCと併せて平成30年3月に中国において、また、次回の第7回CHCは、平成30年にタイにおいて各々開催される予定です。



第6回 CHC会議参加者の集合写真



ホスト国として挨拶する仙石部長



会議風景

3. 水路図誌コーナー

平成29年7月から9月までの水路図誌等の新刊、改版、廃版等は次のとおりです。
詳しくは海上保安庁海洋情報部のHP (<http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KOKAI/ZUSHI3/default.htm>) をご覧ください。

海図

刊種	番 号	図 名	縮尺 1 :	図積	発行日
改版	W 1 0 8 1	浦賀水道	25,000	全	2017/7/14
改版	J P 1 0 8 1	URAGA SUIDO	25,000	全	
改版	W 1 1 2 1	坂出港	10,000	全	
改版	J P 1 1 2 1	SAKAIDE KO	10,000	全	
改版	W 1 2 9 6	越前漁港, 鷹巣港 越前漁港 鷹巣港	5,000 5,000	1/2	2017/7/28
改版	W 6 8	大津岬至久之浜港	50,000	全	2017/8/11
改版	W 1 2 6	徳山下松港及付近 (分図) 徳山下松港光	50,000 15,000	全	
改版	J P 1 2 6	TOKUYAMA-KUDAMATSU KO AND APPROACHES PLAN:TOKUYAMA-KUDAMATSU KO HIKARI	50,000 15,000	全	
改版	W 1 1 7	敦賀湾付近 (分図) 敦賀港 丹生ノ浦接続図	30,000 10,000 30,000	全	2017/8/18
改版	W 1 1 6 8	二見港	10,000	1/2	
改版	W 1 1 9 7	新潟港付近	35,000	全	2017/9/15
改版	W 1 4 8	秋田船川港秋田	10,000	全	
改版	J P 1 4 8	AKITA-FUNAGAWA KO AKITA	10,000	全	
改版	W 1 9 3	平戸瀬戸	8,000	1/2	
改版	W 1 1 7 2	大社港至鳥取港	200,000	全	
改版	J P 1 1 7 2	TAISHA KO TO TOTTORI KO	200,000	全	
改版	W 3 0	北海道南岸諸分図 三石漁港 えりも港 様似港 浦河港	6,000 10,000 10,000 10,000	1/2	2017/9/29
改版	W 1 0 5	須崎港及付近 (分図) 須崎港	25,000 12,500	1/2	

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となりました。
廃版海図は航海に使用できません。

電子海図

刊種	航海目的	セル番号	対象海図等	セルサイズ	発行日
新刊	4 アプローチ	JP44EQQ0	W229「伊平屋列島」	30分	2017/8/25
	5 入港	JP54SI9Q	W1303「能生港, 鷺崎漁港: 鷺崎漁港」	15分	
データ追加	4 アプローチ	JP44E78U	W229「伊平屋列島」	30分	
		JP44E790	W229「伊平屋列島」		
		JP44EQPU	W229「伊平屋列島」		
	5 入港	JP54KAJ6	W1260「甌島列島諸分図: 長浜港」	15分	
		JP54KKBN	W1260「甌島列島諸分図: 里港」		
		JP54QNN3	W1096「本州東岸南部沿岸諸分図: 大津港」		

大陸棚の海の基本図「海底地形図」

刊種	番号	図名	縮尺 1:	図積	発行日
新刊	6 7 2 1	南西諸島南方	1,000,000	全	2017/9/15
新刊	6 7 2 4	南鳥島南方	1,000,000	全	

特殊図

刊種	番号	図名	縮尺 1:	図積	絶版日
絶版	6 0 2 9 ¹	北太平洋パイロット・チャート 1月	—	1/2	2017/7/28
絶版	6 2 3 4	周防灘及付近潮流図	—	A4冊子	

水路書誌

刊種	番号	図名	発行日
新刊	6 8 3	平成30年 天測略暦	2017/7/28
新刊	6 8 1	平成30年 天測暦	2017/8/25
新刊	7 8 2	平成30年 潮汐表 第2巻	2017/9/22

平成29年度 1級水路測量技術検定試験合格者
(試験日：1次・2次 平成29年7月1日)

【港湾 15名】

【沿岸 2名】

小畑 雄大	(株)アルファ水エコンサルタンツ	北海道	古城 英樹	コスモ海洋(株)	福岡県
中村 卓也	大阪市港湾局	大阪府	広川 陽一	(株)セア・プラス	神奈川県
櫻庭 將藏	(株)エコニクス	北海道			
齊藤 禎浩	(株)東北測量設計社	新潟県			
池亀 一浩	(株)東北測量設計社	新潟県			
竹内 稔	(株)アイテック	鳥取県			
日高 誠紀	(株)測進開発	宮崎県			
鈴木 崇之	(株)エクサ設計	北海道			
櫻井 慎治	(株)武田測量設計事務所	北海道			
近 雄一	北斗測量調査(株)	新潟県			
内藤 恒司	(株)ナルサワコンサルタント	新潟県			
園田 孝弘	アジアエンジニアリング(株)	福岡県			
横井 智之	(株)ティ・エス・プラン	鳥取県			
鈴木 智晶	(株)パスコ	東京都			

* 他 1名



平成29年度 2級水路測量技術検定試験合格者

(試験日：1次・2次 平成29年6月3日)

【港湾 11名】

中島 敏満	(有)シブタニ測量	島根県
本間 崇寛	(株)タナカコンサルタント	北海道
吉川 千晶	(株)シャトー海洋調査 東京支店	東京都
本間 隆博	小杉測量設計(株)	北海道
奥脇 教史	千本電機(株)	静岡県
橋本 一勲	(株)岩崎	北海道
北山 和樹	潮谷信行登記測量事務所	三重県
生田 智志	九州オリエント測量設計(株)	長崎県
廣瀬 正和	株木建設(株)	東京都
建石 謙治	光進企画調査(株)	福井県
橋本 大輔	(株)ティ・エス・プラン	鳥取県

【沿岸 12名】

豊島 賢哉	(株)地球科学総合研究所	埼玉県
谷藤 和弘	三国屋建設(株)	茨城県
佐藤 宏樹	三国屋建設(株)	茨城県
井村 洋介	(株)海洋先端技術研究所	東京都
石橋 尚弥	海陸測量調査(株)	東京都
田代 直之	(株)E-SYSTEM	福岡県
赤峰 匠	(株)高崎総合コンサルタント	福岡県
三上 海人	(株)アーク・ジオ・サポート	大阪府
徳岡 伴洋	(株)アーク・ジオ・サポート	東京都
松浦 栄治	(株)共立エンジニア	島根県
小宮山 翔子	朝日航洋(株)東京空情支社	埼玉県
矢敷 信也	海陸測量調査(株)九州営業所	長崎県



平成 29 年度 水路測量技術検定試験問題

沿岸 2 級 1 次試験 (平成 29 年 6 月 3 日)

－試験時間 105 分－

基準点測量

問 1 次の文は、基準点測量について述べたものである。

正しいものには○を、間違っているものには×を解答欄に記入しなさい。

- 1 平面直角座標上において、任意の 2 点の座標差から求めた方向角は、真北を基準として右回り（時計回り）に測った角度である。
- 2 横メルカトル図法では中央子午線より東西に離れるに従って子午線収差が次第に大きくなり、各経線の間隔も増大する。
- 3 座標原点の座標値は、X、Yともに任意に設定してよい。
- 4 トータルステーションの鉛直軸誤差（垂直軸誤差）は、望遠鏡正及び反の位置の観測法によって消去することができる。
- 5 トータルステーションの整置にずれ（離心）がある場合、水平角に与える影響は、離心距離に対して比例する。

問 2 水準測量における次に挙げる誤差を消去する観測方法を記しなさい。

- 1 視準軸誤差
- 2 標尺の零点誤差
- 3 標尺の傾きによる誤差

問 3 平面直角座標系において、次に示す既知点 A 及び既知点 B の座標値を用いて、既知点 A から既知点 B の方向角及び平面距離を算出しなさい。

なお、方向角は秒、平面距離は 0. 00メートル位まで求めなさい。

既知点 A : $X_1 = -209. 10 \text{ m}$ $Y_1 = +300. 30 \text{ m}$

既知点 B : $X_2 = +920. 35 \text{ m}$ $Y_2 = -550. 80 \text{ m}$

水深測量

問1 次の文は、海上位置測量について述べたものである。

正しいものには○を、間違っているものには×を解答欄に記入しなさい。

- 1 準天頂衛星システム「みちびき」は、GPSと互換性のある測位信号を送信することにより、GPSと一体で利用できる。
- 2 GPSによる単独測位では測位精度が不十分である場合には、測位精度を向上させる絶対測位方式が使用されている。
- 3 リアルタイム・キネマティック (RTK) ・オンザフライ (OTF) による測位は、サイクルスリップ等が発生すると整数値バイアスが不明となるので、既知点で再設定する必要がある。
- 4 水路測量における測定又は調査の方法に関する告示では、特級の水域における水深の水平位置の測定の誤差の限度は1.5メートルとされている。
- 5 測量船を直線誘導する場合、直線誘導の基点とする誘導点列は、原点に結合しなければならない。

問2 次の文は、水深測量について述べたものである。

正しいものには○を、間違っているものには×を解答欄に記入しなさい。

- 1 多素子音響測深機による水深は、直下測深記録から採用するものとする。ただし、斜角の振角が5度以内の斜測深記録は水深として採用することができる。
- 2 特級の水域でスワス音響測深機を使用する場合には、原則としてシングルビーム音響測深機を併用する。
- 3 多素子音響測深機による測深値及び測位値を検査するため、各測深線と直交する照査線を設定し、測深を行うものとする。
- 4 錘測を行う場合は、0.1メートル位まで読み取り、底質の判別を併せて行うものとする。
- 5 海底からの突起した異状記録のうち、比高が0.6メートル以下のものについては、その水深を採用し、再測、判別等の処置を省略できる。

問3 次の文は、水深の改正について述べたものである。()に語句を入れて正しい文にしろ。

音響測深値に対する器差及び水中音速度の改正は、バーチェック法又は音速度計によるものとする。ただし、これらによれない場合は、所用の測定を行って(①)を用いて算出するものとする。バーチェック法以外の方法による場合でも(②)の確認は行わなければならない。バーチェックに使用する深度索は、使用状態に近い張力をかけ、バーの反射面を基準にして、深度32メートルまでは(③)ごとに、32メートル以上は(④)ごとに鋼製尺で測定して深度マークを付し、点検を行っておくものとする。

また、音速度計を使用する場合は、その精度を検証するため、1年に(⑤)以上の頻度でSTD、CTD又はバーチェック法等により検証するものとする。

問4 スワス音響測深機の送受波器のバイアス測定(パッチテスト)について、次の間に答えなさい。

パッチテストのうち、項目を三つ挙げ、それぞれどのようなバイアスを測定するのか簡潔に説明しなさい。

ただし、動揺センサーの軸は、船首-船尾方向をX軸、右舷-左舷方向をY軸、鉛直方向(水深方向)をZ軸とする。

潮汐観測

問1 次の文は、潮汐について述べたものである。

正しいものには○を、間違っているものには×を解答欄に記入しなさい。

- 1 分点潮とは、月が赤道付近にある頃の日潮不等が大きい潮汐をいう。
- 2 潮差は同一の場所であっても日によって変化し、この変化は主に気象要素の影響による。
- 3 日本近海の平均潮差は、太平洋沿岸で大きく、日本海沿岸では小さい。
- 4 潮齢とは、上弦または下弦から大潮となるまでの時間をいう。
- 5 遅角とは、ある分潮を起こす仮想天体が、その地の子午線を上経過してから、その分潮が高潮となるまでの時間を角度で表したものである。

問2 次の文は、日平均水面の変動について述べたものである。()の中に適当な語句を記入して、文を完成させなさい。

日平均水面(24時間または25時間の潮位観測の平均値)は、一定ではなく、海水の(①)、(②)等の変化、降雨、(③)、卓越風等の気象変化、沖合いの(④)の変化などの影響を受けて変動する。日平均水面は、日本周辺では一般に冬・春期は低い、夏・秋期は高い。

問3 潮汐の調和定数はどのようなとき利用されるか、三つ書きなさい。

海底地質調査

問1 次の文の内容が正しいものには○を、間違っているものには×を解答欄に記入しなさい。

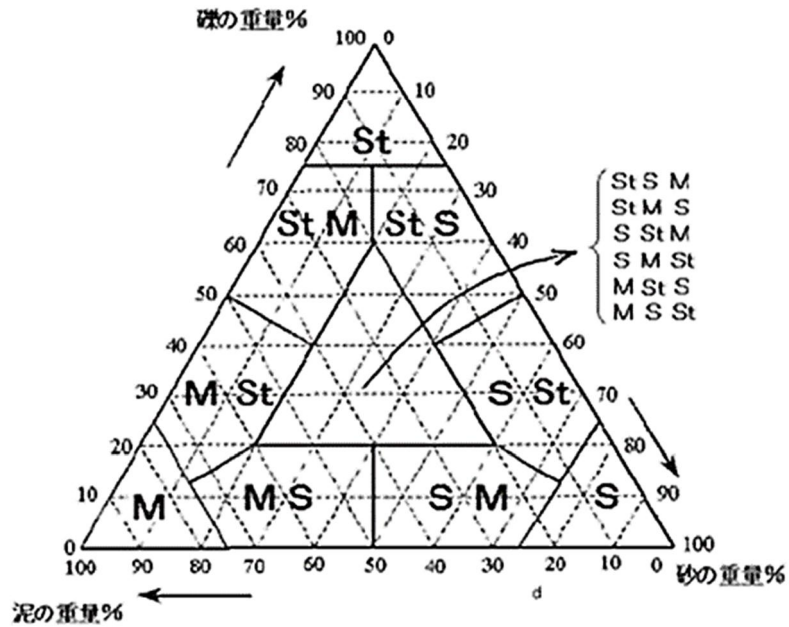
- 1 地震発生とは地殻が圧縮、引張応力に耐えられず破壊されて生じる震動をいう。
- 2 火山噴火とはマントル物質が地温の上昇、地圧の減少、地下水の添加、の三要素のどれかに起因し溶融してマグマとなり、地表に噴出する現象を言う。
- 3 マントルは珪酸分の多いドロドロの岩石からなっている。
- 4 地殻はマントルの対流によって動かされると考えられている。
- 5 大陸性地殻と海洋性地殻の岩石組成、比重、厚さなどにはほとんど差がない。

問2 次の底質の底質記号を解答欄に記入しなさい。

- 1 粘土
- 2 細粒砂
- 3 岩
- 4 シルト
- 5 大礫

問3 ドレッジにより泥：25%、砂；45%、礫；30%からなる試料を得たとする。

下記の底質分類三角ダイアグラムを用いて、得られた試料の底質記号を決定し、その理由も簡単に述べなさい。



底質分類三角ダイアグラム

協会だより

日本水路協会活動日誌
期間（平成 29 年 7 月～9 月）

7月

日	曜	事 項
1	土	◇平成 29 年度 1 級水路測量技術検 定試験
3	月	◇ newpec（航海用電子参考図） 7 月更新版提供
5	火	◇ 第 4 回水路測量技術検定試験 委員会
14	金	◇ 品質マネジメントシステム新規格へ 移行のための試行開始（海洋情報 事業部門）
25	火	◇ 機関誌「水路」第 182 号発行

8月

日	曜	事 項
4	金	◇ 機関誌「水路」編集委員会

9月

日	曜	事 項
25	月	◇ H-705（平成 30 年瀬戸内海・九 州・南西諸島沿岸潮汐表）発行



編集後記

- ★ 内城 勝利さんの「消えた？ドラフトマン(製図者) - 海図作製に使われた製図法と製図者 -」は、本誌「水路」の表紙を飾っている「削り絵」は「スクライブ製図法」の材料を利用したオリジナル技法で作成されており、同製図法による海図作製に従事していた筆者がその技法の変遷について、経験を基に紹介されています。
- ★ 三枝 隼さんの「海洋ごみ問題の概要とモニタリングの必要性」は、筆者は環境省に出向して海洋ごみ問題対策に携わった経験から、マイクロプラスチックを含む海洋ごみの概要、問題点等、海洋ごみ問題の重要性について紹介されています。
- ★ 中陣 隆夫さんの「伝説の「孫七船長」まつわり話< 5 > - 孫七先生と東海大学海洋学部躍動期 -」は、「明神礁事故」で殉職された調査団員や乗組員の方々と深い交わりがあった孫七船長、そのうちの1人田山博士の業績と悲しい事故の対応など様々な思い出が紹介されています。
- ★ 谷口 旭さんの「プランクトンが語る海の環境と生態系< 3 >」は、一見頼りなさそうに見える単細胞生物である植物プランクトンですが、巨大な海洋生態を基礎で支

える頼もしい生物であること、また、海洋生態系はその恩恵を受けたり、反対に被害を受けたりすることなどが紹介されています。

- ★ 今村 遼平さんの「中国の地図を作ったひとびと< 4 >」は、魏晋時代の河東聞喜(現在の山西省聞喜県)に生まれた「裴秀」について、その生い立ちから、中国最古の歴史地図集「禹貢地域図」、大きな地図を一丈四方に縮小した「地域方丈図」などを作成した実績についてご紹介されています。

- ★ 加行 尚さんの「健康百話(60)」は、「紫斑・点状出血」についてのお話です。外傷とか打撲などが無いにもかかわらず、手足などに皮下出血斑が出るなどは、出血傾向があると判断してよいそうです。種類としては大きく3つ(血小板異常、血液凝固異常、線溶系異常)に分かれます。これらの原因究明は血液検査が不可欠だそうです。これまでに経験したことが無いような出血状況時は、早急に医師の診断を受けましょう!

(伊藤 正巳)

編集委員

- 加藤 幸弘 海上保安庁海洋情報部
技術・国際課長
- 西崎 ちひろ 東京海洋大学学術研究院
海事システム工学部門助教
- 今村 遼平 アジア航測株式会社
名誉フェロー
- 勝山 一朗 日本エヌ・ユー・エス株式会社
新ビジネス開発本部
営業担当部長
- 西村 遥 日本郵船株式会社
海務グループ 航海チーム
- 伊藤 正巳 一般財団法人日本水路協会
専務理事

水路 第183号

発行：平成 29年 10月 25日
発行先：一般財団法人 日本水路協会
〒144-0041 東京都大田区羽田空港1-6-6
第一総合ビル 6階
TEL 03-5708-7074 (代表)
FAX 03-5708-7075

印刷：株式会社 ハップ
TEL 03-5661-3621

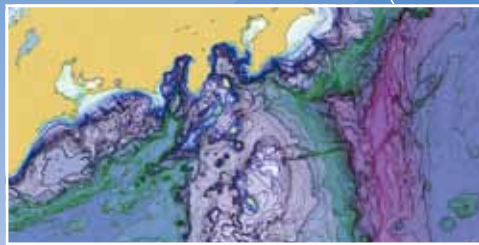
税抜価格：400円 (送料別)

*本誌掲載記事は執筆者の個人的見解であり、
いかなる組織の見解を示すものではありません。

海底地形デジタルデータ あなたのM7000は 最新ですか？

シリーズ

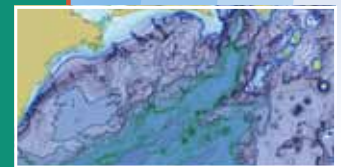
海底地形デジタルデータ M7000 シリーズは、日本沿岸全域をカバー。
全国を 27 エリアに分けて、海岸線、等深線、低潮線の情報を収録。
データ形式は、アスキーファイルとシェープファイルの 2 種類。
目的によってデータも自在に加工可。
海洋調査、漁業、工事など、さまざまなシーンで活躍。
データの内容は随時更新。
最新のデータがさまざまな場面であなたをサポート。
更新情報は、海図ネットショップにて御確認いただけます。



M7000シリーズの 更新情報

- 2017年 更新
- 2016年 更新
- 2015年 更新
- 2014年 更新
- 2013年 更新

(2017年10月現在)



海図ネットショップ

JHA (一財)日本水路協会
www.jha.or.jp/shop/