

目 次

海 図	海図に関する日英協力体制の構築 - その2 -	仙石 新 (2)
搜 索	漂流予測精度向上への取組	深江 邦一 (9)
研 究	サンゴ礁海岸での冲向流れ - 離岸流 その6 -	西 隆一郎 (15)
研 究	東京湾再生への取組	佐藤まりこ (20)
歴 史	中国の海の物語 中国ではなぜ科学文明の進歩が止まったか(4)	今村 遼平 (26)
研 究	航路ブイの生き物たち(その3)	岡本 研 (35)
調 査 研 究	日本水路協会の平成19年度調査研究事業	村井 弥亮 (43)
コ ラ ム	健康百話(18)	加行 尚 (44)
海 洋 情 報	海のトピックス	日本水路協会 (50)
そ の 他	平成18年度水路測量技術検定試験問題(その110)沿岸1級	日本水路協会 (53)
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 (75)

お知らせ等	平成18年度水路技術奨励賞 (46)
	平成18年度水路新技術講演会 (47)
	日本水路協会人事異動 (49)
	平成18年度1級水路測量技術検定試験合格者名簿 (52)
	平成19年度沿岸海象調査研修開講案内 (52)
	海洋情報部関係人事異動 (58)
	日本水路協会保有機器一覧表 (76) 水路編集委員 (76)
	編集後記 (76) 水路参考図誌一覧(裏表紙)

表紙...「天橋立」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 2 (p.2),*  
*Addressing to improvement of accuracy in drift-trajectory prediction (p.9),*  
*Rip currents, Part 6 - Rip currents on coral-reef shorelines (p.15),*  
*Striving for environmental regeneration of Tokyo Bay (p.20),*  
*A tale on seas of China -- Why did the progress in scientific civilization stand still in China? (p.26),*  
*Various forms of life attached to channel-marker buoys - Part 3(p.35),*  
*news, topics, report and information.*

掲載広告主紹介 - オーシャンエンジニアリング株式会社, 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

# 海図に関する日英協力体制の構築

- その 2 -

仙石 新・濱口 和生・楠 勝浩

前号までの概要

139号 1 はじめに 2 海図の複写に関する国際水路機関の取り決め 3 UKHO部長の訪日と二  
国間協定の提案 4 IHO技術決議の改定とUKHO部長の再訪日 5 世界測地系海図の刊行  
とUKHO部長の訪日・意見交換

海上保安庁は、英国海洋情報部(UKHO)との協力により、我が国の海図のうち英語のみを用いた英語版海図について、日英両国の紋章を付したデュアルバッジ海図として刊行し、UKHOが持つ国際的な販売網を通じて頒布している。昨年7、8月に東京湾の14図をデュアルバッジ海図として初めて刊行し、今年1月には伊勢湾の11図が刊行された。今年末までに、大阪湾、関門海峡、瀬戸内海など計84図が順次刊行される予定である。前稿では、我が国の海図を英国海洋情報部(UKHO)が一切修正せずに英国の海図として採用し、デュアルバッジ海図として刊行することで日英両国が合意したところまでを述べた。本稿では、その後刊行開始に至るまでの経過を振り返ってみることとしたい。

## 1. どのような海図にするのか

日英両国で協力して海図を刊行する、と一口に言っても、それを実行するとなると、事は容易でない。まずどのような海図を出すのかについて両国で合意を図らなければならない。海図は国際的に使用されるため各国の海図はなるべく統一されていることが重要であ

前海上保安庁海洋情報部航海情報課長

海上保安庁海洋情報部海洋調査課長

海上保安庁海洋情報部航海情報課主任海図編集官

前海上保安庁海洋情報部企画課課長補佐

海上保安大学校教授

り、国際水路機関(IHO)は水深や航路標識の記号など海図の仕様を多岐にわたって定めている。しかし、海図を仔細に観察すれば分かるように、日英両国の海図にはかなりの違いがある。例えば、陸部の色は日本ではほとんどが灰色、英国では黄茶色である。英国の海図は折りたたまれているが、日本の海図は折りたたまれていない。海図編集の細部まで細かく見ていくと、灯台、錨地、海中の障害物の書き表し方から文字のフォントまで、実に様々な違いがある。IHOが定める海図の国際仕様は、あくまでも必要最低限のミニマムスタンダードにすぎず、各国の海図の間にある程度の違いがあるのはむしろ当然のことでもある。日英が協力してデュアルバッジ海図を刊行するとなると、一方が他方に合わせなければならないことも多く、調整には時間を要した。

デュアルバッジ海図を我が国から見ると、これはあくまでも海上保安庁が刊行する日本の海図であるのだから、海図の体裁や記載内容は我々が独自に決定すべきものであって、他国から口を出されるのには抵抗感がある。一方、UKHOから見ると、英国の紋章を書き込み英国海図のラインナップの一部に加えて世界中で頒布するためには、英国流の海図作法に基づかなければ、と思うであろう。UKHOにも譲れない部分があるのである。我が国には明治4年から130年余りにわたって独自に育

ててきた海図の歴史があり、英国には 200 年を超える海図作成の歴史と海事大国としてのプライドがある。デュアルバッジ海図を刊行するためには、こういった両国の歴史と伝統のぶつかり合いを乗り越え、海図編集の考え方まで遡って両国間で議論をし、具体的にどのような海図を刊行するかについて合意を図る必要があったのである。

(海図用紙について)

両国の意見が大きく分かれた論点の一つが、海図用紙の違いであった。日本の海図は全紙大の場合、108.5cm×76.5cm で大きさがそろっている。全紙の 1/2 と 1/4 の大きさの図もあるが、これらも大きさはそろっており、図によって大きさが異なることはない。一方、英国の海図は日本の全紙と同程度の大きさであるが、図によって大きさはまちまちでありそろっていない。大きさはそろっていないが、2～3回折りたたんで同じ大きさにして販売されているので、英国海図を購入した時に大きさの違いが気にならないように工夫されている。英国海図の利用者から見ると、海図とは折りたたんであるものであり、彼らの海図棚もそれに合わせて作られている。一方、日本では、折るとチャートワークに差し障るとの理由から海図は折りたたまずに販売されている。また、日本の海図用紙は耐久性が非常に高く、航海者が自船の位置を何度鉛筆で書き込み消しゴムで消してもほとんど問題がない。一方、英国の海図は日本海図に比べると若干耐久性に劣る。海図用紙について両国で議論したが、非常に根の深い問題であり、これを変更することは印刷から在庫管理に至る工程にも大きな影響が出るため、話し合いの結果、それぞれの方法を重んじることとなり、UKHO の流通網に乗せるものについては、英国の海図用紙を用い折りたたんで提供されることとなった。

(潮汐記事について)

デュアルバッジ海図では、日英両国の海図

表記の違いのうち、文字のフォントや灯台の表記など多くの事項が日本方式を踏襲することとなったが、英国方式に改めたものも少なくない。

海図には、大潮や小潮の際の潮位が記載されている。この潮汐記事は、その海域の潮汐の大きさを表すひとつの目安である。実際の潮位は様々な要因で複雑に変化するため、航海者は潮汐表を用いて潮汐に関する正確な情報を得る必要がある。この海図に記載されている潮汐記事についても、日英両国に記載方法に違いがあった。両国で議論した結果、英国の方法の方がより細かな情報提供が出来ることから、潮汐記事については日本が英国方式に改めることとなり、平成16年7月以降日本の海図全てについて潮汐記事を英国方式に順次変更している。また、潮汐表については平成18年版(平成17年1月刊行)から英国方式に変更している。

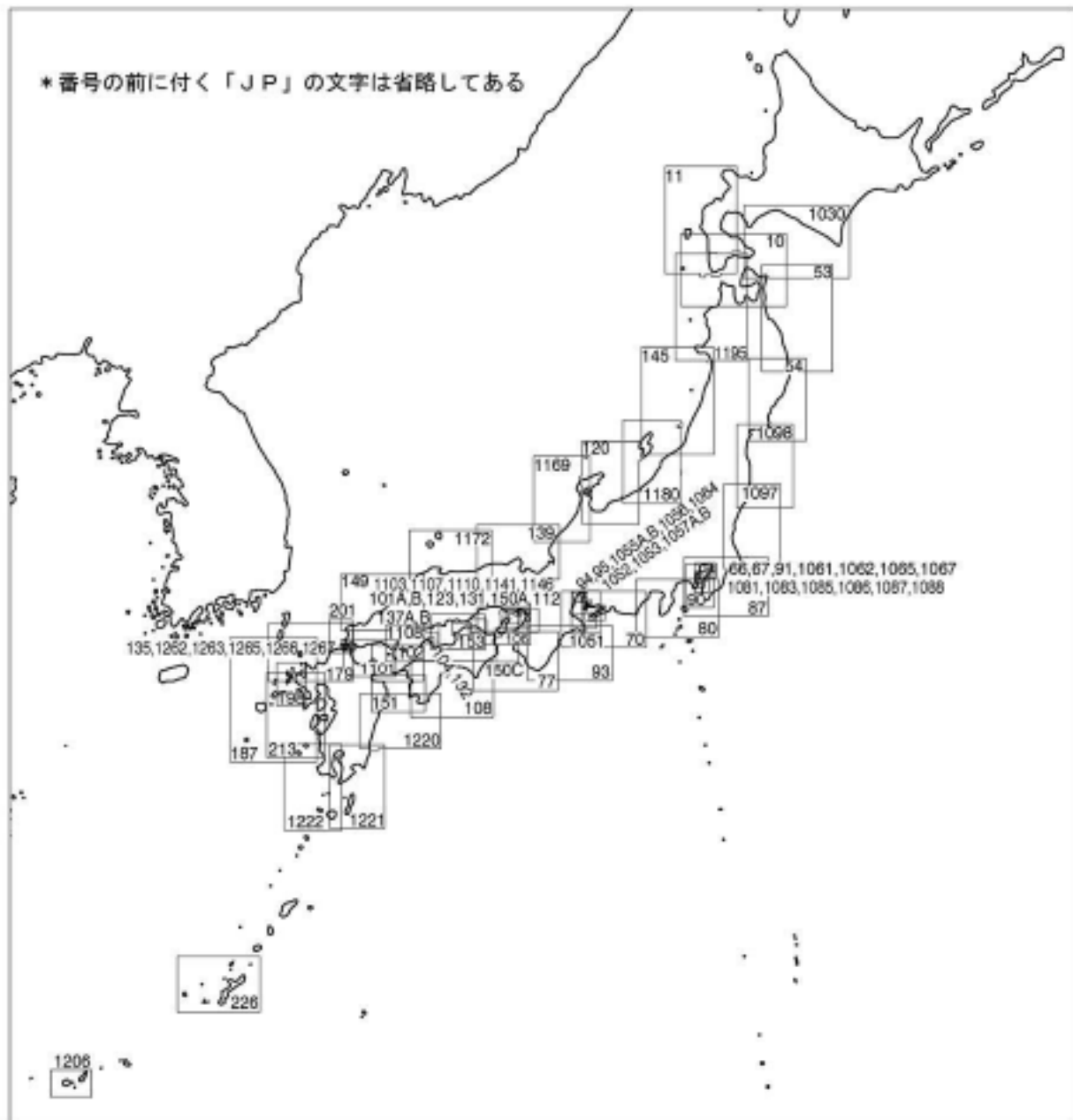
(デュアルバッジ海図のラインアップ)

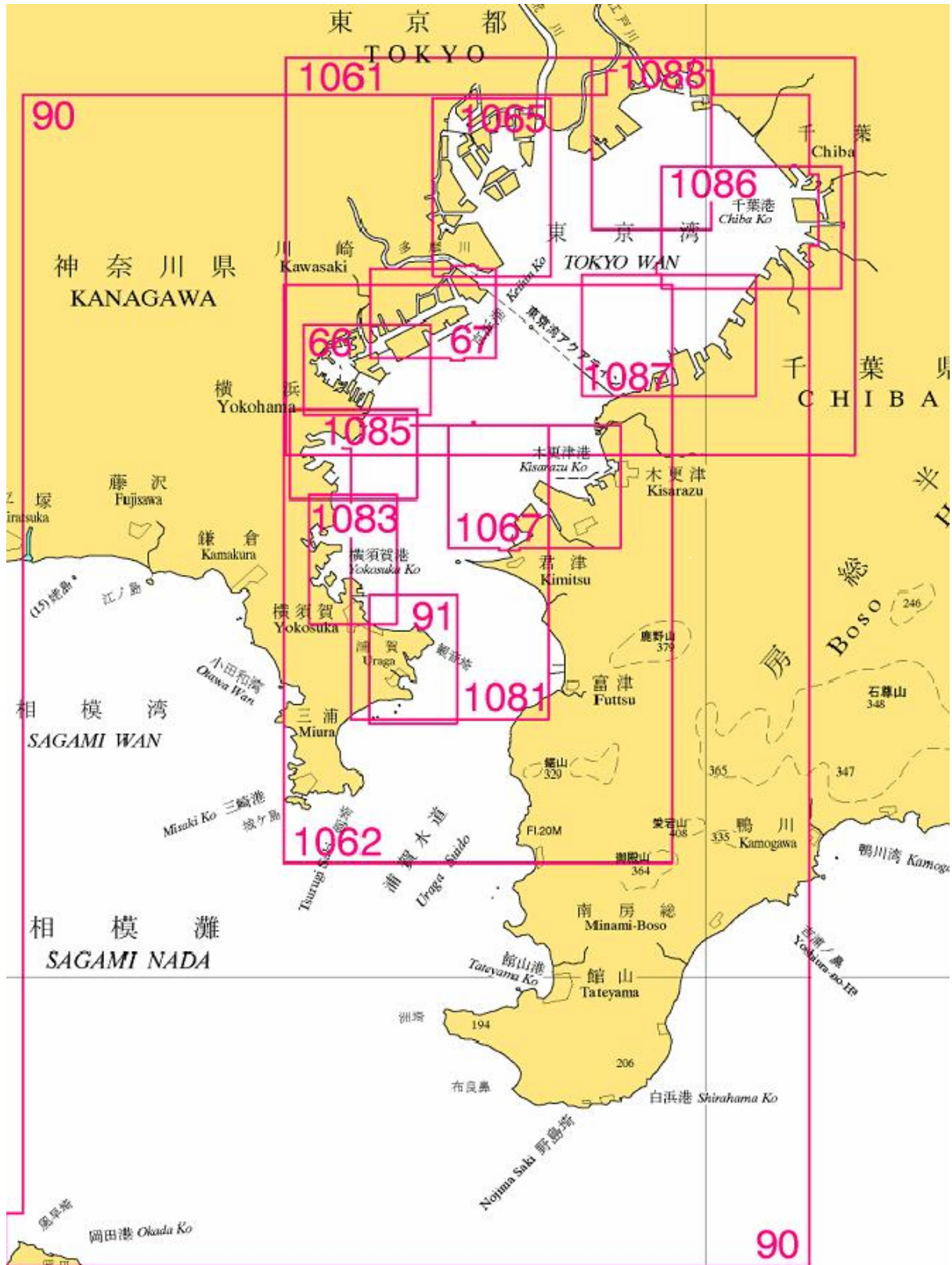
どの図をデュアルバッジ海図として刊行するかについても、かなりの議論があった。海図には用途に応じて様々な縮尺の図がある。どのような海図を刊行し航海者に利用してもらうかは、海図の刊行方針そのもので、極めて重要なことである。UKHO は日本の水域で多様な縮尺の海図を刊行していた。当初、我々は英国の 50 万分の 1 以上の中・大縮尺海図を全て廃版させ、それに相当するデュアルバッジ海図(139 図)に置き換えてもらう方針であった。しかし、これでは図数が多過ぎ、日本側では多数の英語版海図を刊行する必要が生じ、英国側では多数の水路通報を採用する必要が生じるなど、双方の作業が過大となるおそれがあった。日英で議論を重ねた結果、沿岸域を縮尺 20 万分の 1 でカバーし、主要な航路については大縮尺の海図を加えることとなり、最終的にデュアルバッジ海図の図数を 84 図とすることで両国の合意が図られた。下図に予定されているデュアルバッジ海図の区

域を示す。図中に番号は海図番号を示している。デュアルバッジ海図のラインアップは、今後、必要に応じて定期的に見直すこととされている。利用者の利便を図るため、デュア

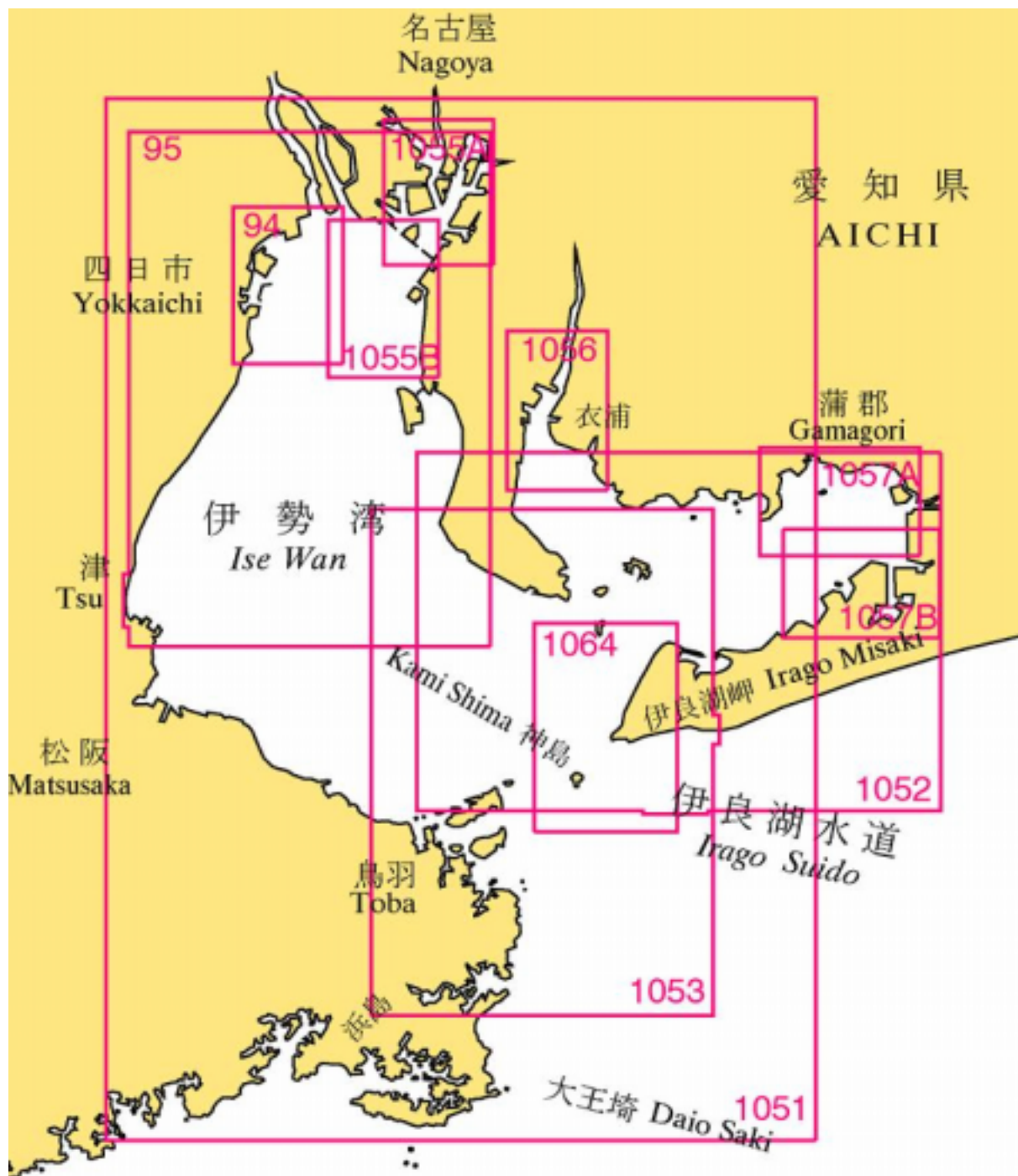
ルバッジ海図は、東京湾、伊勢湾、大阪湾などブロックごとにまとめて刊行されることとなっている。

### デュアルバッジ海図刊行予定区域





東京湾付近のデュアルバッジ海図（平成 18 年 7,8 月刊行）



伊勢湾付近のデュアルバッジ海図（平成 19 年 1 月刊行）

## 2. どうやって海図を刊行するのか

海図の体裁，記載内容，海図のラインアップの他にも，まだまだ検討することは多かった。そもそも，海図をどのように印刷し，どうやって販売店に届けるのか。航海安全のためには，海図は常に最新の状態にアップデートする必要があるが，そのためには，誰がい

つ海図を直すのか。このような複製頒布に関する具体的な作業手順を合意することには様々な困難があった。

（印刷版の作成）

海図は以下のようにして作成されている。

- 1) 海図の印刷に用いる海図と同じ大きさのアルミ製の印刷版を海上保安庁



が作成し、複製頒布者（日本水路協会）にこれを貸与する。

- 2) 複製頒布者はこの印刷版を用いて海図を印刷する。
- 3) 水路通報により海図のアップデート情報が出された場合は、複製頒布者が在庫の海図を修正する。

印刷版を海上保安庁が作成するのは、海上保安庁が海図の内容を確定した後、印刷などの工程で内容が変わらないようにするためである。

英国は、デュアルバッジ海図を英国で印刷することを強く求めた。これはUKHOのポリシーのひとつである。UKHOからみれば、他国で印刷した海図を送ってもらうのでは時間もかかり、英国海図として品質管理・在庫管理を行うことが困難、と考えているのである。これまでの方法に基づけば、英国で海図を印刷するためには、海図と同じ大きさの印刷版を日本から英国へと送る必要が生じるが、運搬にかかる時間とコストが膨大であり、また運搬の際に何らかの原因で版が傷つくといったリスクも十分に想定されるため、現実的ではなかった。このため、デュアルバッジ海図では、英国に物理的に印刷版を送るのではなく、印刷版を作るためのデジタルデータをインターネットで送付し、これを用いてUKHOが印刷版を作成することとなった。一言でデジタルデータと言っても、実際には様々な形式がある。当初、英国にポストスクリプトファイルを送付することを想定していたが、ポストスクリプトファイルを用いると、地名の表記など海図に使用されている文字が出力側の文字フォントにより形状が変化してしまうことが分かり、変化することのないアウトライン1ビットティフファイルと呼ばれる形式で送付することとなった。

デジタルデータから印刷版を作る技術をCTP(Computer To Plate)技術と呼んでいる。当部でもCTP技術の研究はなされており実用

化の目途は立っていたが、業務に取り入れる段階には至っていなかった。CTPを海図作成工程に取り入れたのは、デュアルバッジ海図が初めてであった。このため、刊行に先立ち、平成17年10月から東京湾の海図についてデジタルデータを送付し、英国側で模擬的に印刷するテストも行われた。デジタル技術の進展がなければ、デュアルバッジ海図は刊行できなかったもので、デュアルバッジ海図の刊行開始は、技術革新の賜でもある。

(水路通報)

水路通報についても様々な議論があった。日本では、細かな事項でも水路通報に掲載し、頻繁に海図を修正するが、英国では、水路通報に掲載する事項は一般的に重要な事項に限られている。デュアルバッジ海図を刊行するためには、英国が日本の水路通報を例外なく全て採用する必要があった(UKHOの販売網から海図を購入した利用者は英国の水路通報により海図を修正するからである)。これは、水路通報に関するポリシーの相違であり、長期にわたる議論となったが、最終的には英国は日本の水路通報を全て採用することを受け入れたのであった。

また、デュアルバッジ海図は日英両国の水路通報でアップデートが出来るよう海図の欄外には両国の水路通報の項数が記載されている。

(海図のアップデート)

補正図など海図のアップデート情報が出されると、海図の原版は修正される必要がある。この原版の修正は当然ながら海上保安庁が行うことになるのであるが、作業効率の観点から、当初UKHOは英国で修正を行うことを主張した。しかし、英国が誤って海図を修正することも考えられ、その場合、当庁が刊行者としての責務を果たせなくなることから、日本側が原版の修正を行うこととなった。

(在庫管理)

海図は、一度に多数印刷すると印刷経費は

安く済むが、補正図などが出された際に多くの在庫海図を修正する必要が出る。一方、小部数しか印刷しないと印刷経費が高つくが、在庫を修正する手間は少なくて済む、という相矛盾する要素を持っている。日本は、突発的に生じる需要にも耐えられるように複製頒布者が一定量の在庫を持つようにしているが、UKHOは海図の印刷を自身が行っていることから、急な需要が発生しても対応が容易であるため、一回あたりの印刷部数を少なくして、なるべく在庫を持たないように在庫管理をしている。このように両国の在庫管理のポリシーは大きく異なっている。これについては、双方がお互いの考え方を認め、なるべく尊重するよう確認するほかなかった。

(刊行までのスケジュール)

各地で行われている水路測量の成果などを収集して海図を編集し海図を刊行するプロセスについても、日英で調整する必要があった。特に、海図の編集が終了してから刊行に至るまでのスケジュールには両国に相当の違いがあったため、これをすりあわせる必要があった。スケジュールを合意するためには、お互いの海図作成プロセスをしっかりと理解し、お互いを尊重しつつ、実施可能な現実的スケジュールを策定しなければならない。結果として、通常海図とデュアルバッジ海図では工程がかなり異なることとなったため、海図作成に至る日本側の業務工程は複雑化した。これはやむを得ないことである(5節に具体的なスケジュールを示す)。

また、デュアルバッジ海図は英国で印刷するため、完成直前に新しい情報を加えて海図編集をやり直す、といった柔軟な業務体制は組めない。このため、海図編集の工程管理には従来以上に神経を払う必要がでている。

(海図の色数)

一般的に、海図は黒、マゼンタ、シアン、地色(灰色若しくは黄茶色)の4色を用いて印刷されている。海図を印刷する際には、そ

れぞれの色について版を作成し、印刷を行うのである。色数が増えると、版を作成する工程が増加し、また印刷機によっては印刷に時間がかかる(印刷機の中には4色までしか同時に印刷できないものがある)。日本の海図はほとんどの場合4色刷りであるが、ごく一部の海図にはこの4色以外に緑色を用いられており5色刷りとなっている。これに対し、英国が保有している印刷機は4色対応であることから、5色刷りをなんとか4色にして欲しい旨要望があった。4色刷りの機械で5色の海図を印刷するためには、2回印刷機にかけなければならない、その間インクが乾くまで待たなければならないため、効率が著しく低下するからである。両国で話し合った結果、緑色の部分は黄茶色とシアンを重ね合わせることとなった。(つづく)



# 漂流予測精度向上への取組

深江 邦一\*

## 1 はじめに

平成 18 年度の幕開けは、高速旅客船トッピー 4 の事故から始まり、7 月には今回掲載しました、宇治群島でのダイバー事故がありました。

この事故では、4 名もの漂流者を無事救助し、全国版で報道されました。また、一部の新聞では「漂流予測ピタリ」の文字が掲載されたこともあり、「水路」に投稿して貰えないかとの依頼がありました。

十管区としましては、漂流予測の精度向上を重点課題の一つとして掲げており、漂流予測の重要さが部外にも伝わればとの思いで投稿することにしました。

ところが、その矢先に飛び込んできたのが、もう一つ掲載しましたマグロ延縄漁船幸吉丸の事故です。これも 3 名の乗員を無事救出したのですが、ダイバー事案以上に困難を極めました。

そこで「この事案はどうしても外せない！」そう思い執筆することにしたのですが、内示も入るわ、残った仕事もあるわ、切は迫るわ、で慌てたことから、思うこと全てが読者の皆様に伝わるかどうか判りません。しかし、十管区海洋情報部のメンバーが、水路マンとしてではなく海上保安官として漂流予測に取り組んでいる様子が少しでも伝わり、さらにそれが精度向上への追い風になればと思い執筆しました。

## 2 宇治群島で行方不明ダイバーを無事救助！

平成 18 年 7 月 17 日(月)「海の日」で 3 連休の最終日。

\* 前第十管区海上保安本部海洋情報部海洋調査課長  
海上保安庁海洋情報部海洋調査課主任大陸棚調査官

09:26 長崎のダイビング船船長から携帯電話で「本日、06:30 からガラン瀬付近で 8 名がダイビングを開始したが、07:00 の浮上予定時刻になっても 4 名が浮上しない」と 118 番通報があった。ただし、通話圏内ギリギリの場所であったことから途切れ途切れで、着衣等の詳細は不詳であった。

09:31 オペレーション(以後オペ)から各部署へ口頭指示し巡視船艇、航空機が発動した。



捜索中の当庁ヘリとダイビング船

09:50 オペから漂流予測依頼があり、海象担当の坂口調査官付が 10:00 登庁し、概要説明を受け直ちに漂流予測を開始した。付近は統計値だけしかなく、その結果は北東流となった。また、付近は水深も浅く潮流の影響があると判断し調和定数を調べたところ、一番近いところでは島の南方 20 マイルに 1 点だけ。その値を入れ計算したところ、やはり北流となった。ただし、後日検証した結果この調和定数は、平成元年に離島の海の基本図で草垣群島に驗流器を入れたもので(私も参加していた)、小潮期に 7 日間の観測であり、かつ黒潮の影響があるところなので信頼のおける値ではなかった。

ここで、宇治群島について説明しますと、薩摩半島南西端の坊ノ岬から東方へ約 40 マイル、

甌島列島からは南南東方へ約 30 マイルに位置し、大小多数の島や岩からなっている無人島です。

島々の周りは、魚種も豊富で磯釣りは勿論のこと、透明度が良く、熱帯魚もいることからダイビングスポットにもなっているそうです。なお、今回は宇治群島北端にある、ガラン瀬の西方付近でダイビングを行っていた。



宇治群島全景

坂口調査官付は、11:00 漂流予測第 1 報をオペに提供。

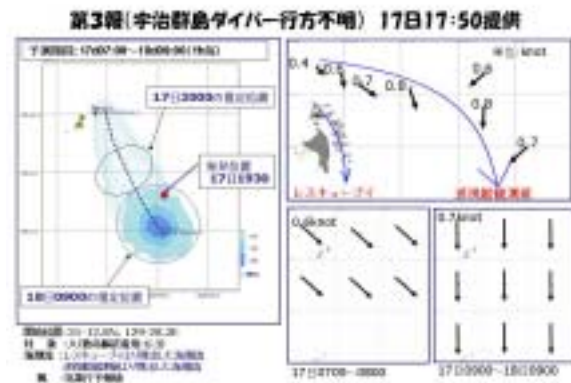
その頃、現場では島の岸壁やダイビング船に機動救難士が降下し、関係者からの聞き取り調査を行い、11:59 には聞き取り調査で判明したダイビング位置に鹿児島航空基地のビーチ 350 「MA861」がレスキューブイを投下した。

情報部の体制は、12:00 に川上調査官が、13:00 に私が登庁し 3 名体制として、その後の情報を待っていたところ、オペから 13:30 にレスキューブイのデータが入り始めたとのことで、2 回目の漂流予測依頼があった。

レスキューブイの位置情報は複雑で方向性を決定することは非常に困難であったが、ダイビング船の船長からの情報が、当時の現場は南流れだったとのことで、レスキューブイの値を吟味し方向性を定め、群島内に漂着との第 2 報を 15:00 に提供した。

その後、ADCP 搭載船である巡視船「さつま」及び「はやと」が現場海域に近づくやいなや、各船の ADCP データの吸い上げを行った。また、その頃にはレスキューブイも、ガラン瀬の西方

から東南東方へ流れ、その後は南南東方に安定した方向性を持つようになり、巡視船「さつま」「はやと」とレスキューブイの 3 データともほぼ一定方向となり 16:30 に、今回の救助に繋がった第 3 報を提供した。



宇治群島漂流予測図

第 3 報は、宇治群島北端から約 2 マイル東へ向かい、そこから南南東方に流れるというもので、第 2 報の結果とはまったく異なることとなった。

第 2 報で設定された海域の捜索を行っていた「MA861」の城臺飛行長は、残り少なくなった捜索時間を第 3 報による南東方の捜索に充てることとした。

南東方向の捜索をするも依然として手掛かりはなく、捜索時間があと僅かになった 19:30 に、海上で人が手を振っているように見え、19:35 にライトを振っている人を確認した。その時点での「MA861」のオンステイ可能時間は 10 分であり、巡視船「とから」の着予定は約 20 分後。日没過ぎ（当日の日没は 19:27）であったことから、目標を見失わないためマリンマーカー 3 本を投入し 19:45 現場を離れた。

その後 20:02 に巡視船「とから」が漂流者を発見、揚収にかかり 20:17 に 4 名全員の揚収が終了した。

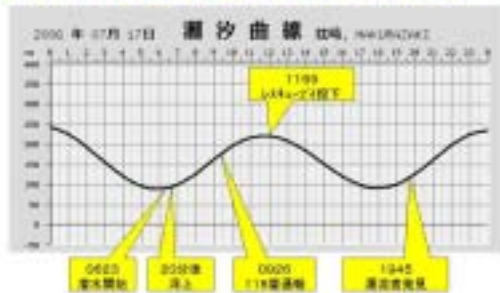
ここから、救助後のダイバー達からの聞き取りを参考に検証してみる。

ダイバー達は 17 日早朝に潜水したところ、前日の南流れではなく、北に流されたため浮上したと証言している。前日のダイビング時間は

不明であるが、現場は浅海域で潮流成分が大きく影響するところである。宇治群島に潮汐推算値が無いので一番近場の枕崎で検証すると、潜水を開始した時間帯は最低潮の時間であり、潮流が変わる時間ではなかったかと思われる。同じようにレスキューブイについても、投入時間が最高潮の時であったため、複雑な動きをしていたと思われる。

浅いところは潮流の影響が大きい(宇治群島ダイバー行方不明)

潜水開始は潮が変わる時間で、高潮中低潮と違った。(低潮は南風流れ、高潮は北風流れ)  
ブイ没下時間も潮が変わる時で、安定した状態になるまで時間が掛かった。



宇治群島潮汐と時系列

### 3 大海原でライフラフトを捜せ！！

2月10日(土)14時25分、日向市漁協から細島保安署へ「日向市漁協所属マグロ延縄漁船、幸吉丸(ゆきよしまる)が、9日09:00の連絡を最後に連絡が取れない。」との連絡があり、14:35に本部オペが入手した。

概要は、種子島近海でのマグロ延縄操業及び操業時のドキュメンタリー番組撮影のため、カメラマン1名が加わり、3名乗船のうえ2月8日05:00頃日向市細島港を出港、2月9日05:00頃から投縄を開始し、09:00頃までは僚船と無線交信をしていたが、その後一切連絡が取れないため、僚船3隻で捜索していたが発見に至らず、翌日海保へ通報したものの。その時点で既に28時間ほどが経過していた。

2月10日15:12 オペから漂流予測の依頼(今回は3連休の初日で、私は父の墓参りのため、福岡在住の母と平戸へ行っており、携帯メールへのオペ報告は見ていた)があり、15:30伊藤主任官、川上調査官、坂口調査官付の3名が登

庁し、オペからの概要説明の後、16:40 漂流予測第1報を提供した。

その後、川上調査官から私の元へ電話でオペの様子を伝えてきたところによると、「なんだか大きな事案に発展しそうですよ」とのこと、墓参りは終わっていたので母に「事故があったので戻るよ」と言って車をUターンさせることに。その場所は母が約55年前の娘時代に住んでいたところの直ぐ近くだったが、母は「仕事だから仕方ないよ」と言ってくれました。母の本心は、昔住んでいたところが今どうなっているのか見たかったのですが、私は心を鬼にして福岡へ向かった次第です(親不孝者ですかね)。

その頃、情報部では、18:30に巡視船「おおすみ」が、種子島南東方から現着したので、ADCPの吸い上げ、及びオペからの最終位置変更があり再計算を行い20:00に第2報を提供した。その後、明日の捜索海域設定のため、最新データでの第3報を23:45に提供し、情報部職員は00:30一旦帰宅した。

11日は伊藤主任官と川上調査官が04:00に登庁し、巡視船「おおすみ」のADCP吸い上げを行った。

ところで、幸吉丸には設備規定にはないが、ライフラフトを搭載しており、そのライフラフトで脱出している可能性もあることから、船体の他にライフラフトの漂流予測も行い、05:15に第4報を提供した。

現場では、幸吉丸の延縄には数キロ間隔でラジオブイが付いており、僚船が10日の20:20と11日の00:50に信号を受信していたが、ラジオブイも幸吉丸も発見には至ってなかった。

その後、06:40にラジオブイの受信方向を捜索していた僚船が船尾を上にして、直立状態で漂流している幸吉丸を発見した。

07:10に巡視船「おおすみ」が現着し、警救艇で調査を開始したが、人及びライフラフトの有無については確認できなかった。

その後、船尾発見位置から逆漂流で事故発生





漂流中の「幸吉丸」船尾

現場を割り出し、救命胴衣着用の人と救命式膨張筏の漂流依頼があり、10:45 に第 5 報として提供した。

私は、その頃博多から鹿児島中央行きの「つばめ」に乗っており、携帯電話のオペ報告と車内電光掲示板に映し出される新聞記事で船体発見を知ることとなったが、いつもは速い新幹線が、この時ばかりはなんと遅く感じられたとか。到着をいらいらしながら待っていました。

09:30 に巡視船「さつま」が現着し、潜水士による調査を開始した結果、船橋、居住区、機関室に人影を認めず。左舷後部に救命筏の架台はあるが救命筏は無いとのこと。

巡視船及び航空機で付近を探索するも、行方不明者の手がかりは依然として掴めなかった。

その後、現場の潜水士が撮影した写真を送られてきて見たところ、船橋の前から船首部分が無い無惨な状況で、私たちの脳裏には一瞬、乗組員は海に投げ出されて生存はしていないのではないかと思ったほどでした。しかし、救命筏が見当たらないことから、一縷の望みを持ち、発見の報を待っていました。

第 5 報の予測結果は、人と救命式膨張筏は遠く離れ、搜索海域も南北に分断されることとなっていた。

川上調査官から第 5 報の説明を受けている時、それまでの予測位置の計算は巡視船「おおすみ」の現場値が使用されていたが、今回の予測結果で出た付近は統計値と観測値しかなく、東から南東方向に向かう予測結果は、その付近

のメッシュにあった南西方向に向かう観測値に引っ張られている。この海域は黒潮の海域でありその様な流れがあるのは不自然で、どうしてもその海域の流れが欲しいと思っていた。

日没を迎え、オペでは今後の搜索海域設定の話が出てきている最中で、私は、搜索の指揮を執られている菊井警救部長の大きな顔をチラチラと見ながら第 5 報の説明をしていましたが、突然警救部長が「調査課長、欲しいデータがあるなら「おおすみ」に走らせるから、そちらで測線を出してくれ」と言われました。私は、「やった！」と心で叫びながら 4 階の情報部へ駆け戻り巡視船「おおすみ」の現在地から約 10 時間で航走でき、現場値が把握できる測線を作りオペへ提出した。

18:20 オペから巡視船「おおすみ」あてに「搜索に併せ本夜間、漂流予測用データ収集のため次の各点を結ぶ経路を航走せよ」との司令電が発せられた。情報部職員は 10 時間後の吸い上げを明日の 4 時から開始することで、一旦帰宅することとした。

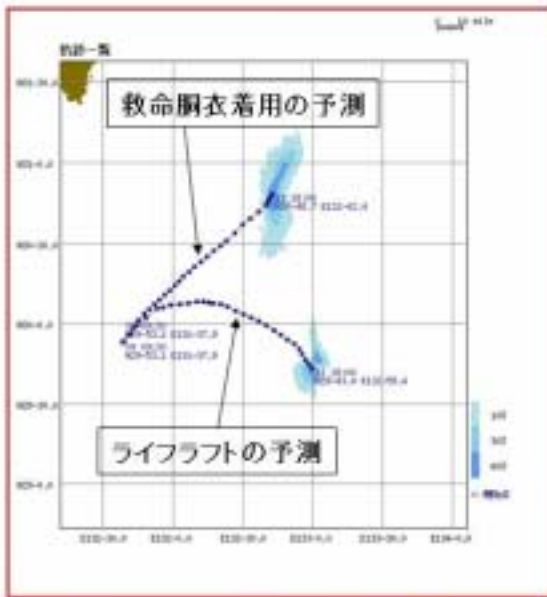
2 月 12 日まだ暗い中、私と伊藤主任官と川上調査官の 3 名は登庁し 04:18 から巡視船「おおすみ」の ADCP データ吸い上げを実施、その後、風データの収集のため航海日誌を FAX で受信した。

オペからの依頼は、救命式膨張筏、救命胴衣着用の人と昨日 15:00 に「MH540」により発見されたオレンジ色の救命浮環の 3 種類。

救命式膨張筏は約 70 度方向、人と救命浮環は約 50 度方向で距離はいずれも同様の距離となり、06:20 に第 6 報を提供した。その結果からオペは、巡視船艇及び航空機をその海域に集中させ搜索に当たさせた。

10:16 巡視船「おおすみ」を発進した「MH540」から「手を振っている 3 名を発見。場所 N30-40 E133-12.5、種子島喜志鹿崎から東 111 海里、「おおすみ」から約 30 海里」10:38 には「手を振っているライフボートの 3 名は幸吉丸の 3 名であることを確認した。「おおすみ」現場到

### 漂流予測(第5報)



統計値と観測値による結果

### 漂流予測(第6報) 82時間予測



巡視船おおすみ現場値入力

統計値・観測値と現場値入力結果の相違



当庁ヘリにより発見されたライフラフトと乗組員

着まで待機する」との報告が入った。

私は発見の情報を4階の情報部で受け、急ぎ6階のオベへ駆け上がり、白澤救難課長と立岡オベ所長に向かってガッツポーズ！そして警救部長の側へ行き、両者が「ありがとう」と堅い握手を交わした。

因みに、発見位置は約60度方向で距離もそれ程離れておらず、一堂ホッとした次第です。

#### 4 二つの事案から学んだこと

現在、十管区では精力的に漂流予測研修を

陸上、船艇、航空の職員に対し行っています。まずは、内から理解して貰う。なぜ、そう思ったかというのは、ある海上保安官に「漂流予測は当たらないから信用しない」と正面切って言われたのです。これには唖然としました。「何故？そう思わせたのか」元々私は流れ屋さんでは無いので漂流予測に関しては全くと言っていいほどの素人でしたが、測量船勤務が長いせいで、流れに関して身体で覚えたところがありました。特に測量船「海洋」での地殻変動観測においては、それこそ流れとの戦いでした。船を何処に船位すれば良い資料が取得できるのか、常に考えなければいけません。

そして、十管区勤務です。西には東シナ海の浅海域、東には広大な太平洋、そして、その間を蛇行しながら流れている黒潮と様々な流況を持つ海域です。そこに来て上述したことを言われたのです。これは何とかしなくてはと思っても、何をどうして良いか判りません。

昨年度、5管区で漂流予測研修を部署で行っていると知り「これはいけるかもしれない！」まずは、近場のオベや海流観測の時の巡視船で

始めました。

オペの研修は、宇治群島事案の前でした。今までの漂流予測依頼は、ただ依頼書に記載して来るだけのもので、計算に必要なデータ等はその都度こちらから聞かなくては入手出来ませんでした。それも計算途中で「まだか、まだか」の催促です。依頼書の計算時間も、検索が延びそうと思うのか、48時間や72時間と長く、余計に計算時間がかかり提供も遅れるのです。オペの研修では、まず漂流予測プログラムについて説明するのは当たり前ですが、それ以外の内容として、依頼時間は初動に係る最短時間で依頼して欲しい、それと現場の状況はどの様なものでも良いから入手したいことを強調したところ、その後の依頼形態や現場からの情報提供が変化してきました。また、ADCP搭載船もデータ提供に対し積極的に行ってくれるようになりました。そのおかげで、宇治群島ではダイバー4名の救出に貢献できたと思えました。

「これはいいぞ」と思ったのと、調査課長会議の時に参事官が「部外に理解して貰うには、まず部内から」と仰せられた（文言は一寸違ったと思いますが）ことが頭の隅にあり、データを取るのにはADCP搭載船だけではなくそれ以外の船艇や航空基地にも、そして出来るだけ多くの保安官に理解して貰おうと思い、部下職員にハッパをかけ、研修資料をもっと分かりやすいものにして、部署に対しても積極的に研修を行いました。

幸吉丸事案では、固定翼機から漂流物の位置について直上での計測を、時間を空けて数回行い、流れのデータとして当部へ提供されてきました。また、先日巡視船「おおすみ」の赤塚船長とお話することがあり、幸吉丸では当方からの依頼で測線を走って貰ったことにお礼を言ったところ「検索に必要なデータを取ることは当たり前」と仰っていただきました。因みに赤塚船長は、今回少し不満だった事があったそうです。それは、救助後に食事等の提供を行っている「おおすみ」船内の映像が全国版で報道され

たのですが、鈴木業務管理官ばかりで赤塚船長が映っていなかったことだそうです。

今年度は3月9日現在で、海象担当官の休日、夜間呼び出しは16回にも及びました。川上調査官に幸吉丸の救助が終わった後「疲れたろう」と労ったところ「私たちの漂流予測で命が助かったのですから全然疲れは感じません！」と、にこやかな顔で返してきました。

ところで、私は研修の時必ず言うことにしていることがあります。それは、2管区勤務時代に青森保安部の巡視船「おいらせ」が津軽半島西方沖で起こった海難の捜索に向かいましたが、その時の船長はまず海流を知らなくてはと思ったそうです。だが、巡視船「おいらせ」にはADCPが搭載されていない。ただし、当時でも海流観測では既に使用されていなかったGEKが、どういう訳かまだ搭載されていたことから、それを使用し現場付近の流れを観測して捜索海域を設定、捜索を開始したことです。現場に急行し闇雲に広大な海域を走るより、捜索区域をどれだけ狭められるか、それにより救助の確立が上がるのではないかと私は思うのです。「急がば回れ」ですかね。

ついこの前も、ADCP搭載船がない串木野保安部で研修を行ったのですが、研修資料には宇治群島、幸吉丸、そして最近串木野管内で起こった事案を入れた最新版で行うとともに、巡視船「おいらせ」のことも話しましたが、質疑応答では「ゴミの流れでも良いのですか？」と聞かれました。「何でも良いです、何も無いより余程精度が上がります」と嬉しく答えている私がいきました。

今の十管区では、部を超えた陸海空が一体で救難捜索等に向かっていると言っても過言ではありません。それが、今年度7名救助の功績につながったものと思います。

最後に、管区の海象担当官殿へ一言言わせていただきますが、私も漂流予測精度向上のためのプログラム改修は必要不可欠と思います。しかし、それだけではなく自分たちでも精度向上のためにやれると思ったことはやってみる。それも大事なことはないかと今回の事案で学びました。

# サンゴ礁海岸での冲向流れ

- 離岸流 その 6 -

西 隆一郎\*

前号までの概要

- 136号(目で見える離岸流) 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
- 139号(離岸流予報のための数値計算法) 1 まえがき 2 波浪に起因した浅海域での水面勾配  
 3 離岸流流速の簡易推定 4 海浜流系の数値計算 5 あとがき
- 140号(海浜事故予防のための啓発教育) 1 まえがき 2 海岸の安全利用啓発教育と  
 セミナーアンケート 3 海域利用案内 4 あとがき

## 1 まえがき

一般的に、離岸流は遠浅の砂浜で起こりやすいといわれている。しかし、筆者自身が見た2万数千枚以上の海岸の航空写真には、礫浜や岩礁性の海岸でも冲向きの流れが、濁りの移流・拡散状況から判別できるものが多数あった。離岸流は、質量輸送により碎波帯内に輸送された海水が向きを変えて沖側にかつ集中的に流出するものであると考えれば、礫浜や岩礁海岸であっても波が碎ける状況が生じれば冲向きの流れが形成されても不思議ではないが、本土における岩礁海岸での流れや地形の調査は、砂質海浜よりも危険であると感じるために、筆者自身は実施したことがない。また、学術的な論文集などを見ても、岩礁性海岸での流れや地形の調査に関する参考文献は少ない。一方、亜熱帯や熱帯海域で生物活動により形成されるサンゴ礁も岩礁性海岸に分類されるが、このサンゴ礁海岸に関しては沖縄県を対象とした調査研究が多数ある。

筆者自身も1992年の波浪調査を始めとし、鹿児島県沖永良部島や沖縄の海岸で海岸保全や発電施設設計の調査を行ったことがある。

写真1 岩礁性海岸の例



写真2 島を取り囲むサンゴ礁の例

\*鹿児島大学水産学部環境情報科学講座



本土の一般的な岩礁性海岸と小笠原諸島、奄美群島や琉球列島のサンゴ礁海岸は両者とも同じ岩礁性海岸に分類できるが、形成過程は全く異なる。写真1に示すような本土の岩礁性海岸は海岸に作用する波が荒い(高い)ために、侵食され続け、シルトや砂あるいは細礫などが沖側に流され、結果として強固な岩礁が残っている。また、海底勾配も比較的急であるために、沖からの入射波浪があまり減衰しないで汀線際に強いエネルギーが集中的に作用することになり、結果として後退傾向の海岸である。これに対し、写真2に示すようなサンゴ礁性海岸は、サンゴ礁の外洋側では波が高く海が荒れていても、サンゴ礁内の海浜はサンゴ礁という天然の防波堤(消波堤)の効果で波が比較的穏やかである。また、サンゴが健全な状態であれば図1に示すように一定の高さを保持し、且つサンゴ礁の面積を拡張(成長)する前進型の海岸とも言える。さらにサンゴ礁海岸はシュノーケルやスキューバダイビングなどの海域利用が盛んという違いもある。

ところが、全国の海浜事故状況を見れば、遊泳中の事故は沖縄県が最も多い。そこで本論文では、サンゴ礁海岸での海浜事故の主要因と推測されるリーフカレントの特性について、観測結果の概要を示すことにする。

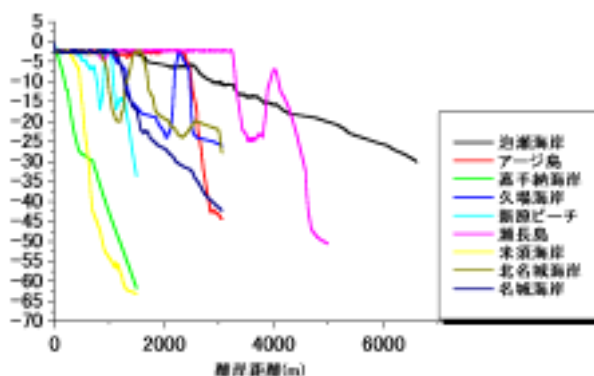


図1 サンゴ礁海岸の様々な海底地形

## 2 サンゴ礁海岸の価値と親水利用

写真3から写真5に示すように、サンゴ礁海域は人を魅了する景観や生態学的な多様性のために、多数の海域利用者を島嶼圏に集客する主要因となっている。例えば、サンゴ礁に囲まれた沖縄県ではマリ-ンレジャー-を含む観光が主要産業となっている。

沖縄県を訪れる年間数百万人を超える観光客のうち、6割程度が海に足を運ぶとも言われている。観光客は「青い海と白い砂浜」を求めてサンゴ礁海岸の海辺に足を運ぶので、当然ながら自己責任で安全に海を楽しむことが期待される。ところが、サンゴ礁海域の一般利用者の多くは、サンゴ礁海域特有の波や流れなどの水理現象を熟知しているわけではない。場合によっては、サンゴ礁内の海洋危険生物でさえも知らないことが多い。筆者自身も、存在は知っていても無防備であったためにハブクラゲの被害を受けてICUの世話になったこともある。このように、観光客自身が適切な安全管理に無知および無関心のままに、遊泳、シュノーケル、スキューバダイビングなどの海域利用を行えば、その結果として海浜事故(水難事故)に至る場合もある(写真6参照)。

しかしながら、多数の親水利用者がいるにも関わらず、サンゴ礁海域の適切な安全管理を考えるために必要な水理現象に関する基礎データは必ずしも十分とは言い難い状況であった。加えて、関係機関により蓄積されつつある有意な海域利用情報が一般利用者自身の啓発教育資料としてうまく利用されていないという問題もあった。そこで、サンゴ礁海域の海浜事故(水難事故)の低減を目的として、サンゴ礁海域特有の流れ(リーフカレント)の観測を第十一管区海上保安本部(財)日本水路協会および鹿児島大学グループで行った。3章以降で得られた観測結果について述べることにする。



写真3 サンゴ礁内の白い砂浜(砂は炭酸カルシウム性)



写真4 サンゴ礁の砂浜でのウミガメの上陸産卵痕跡

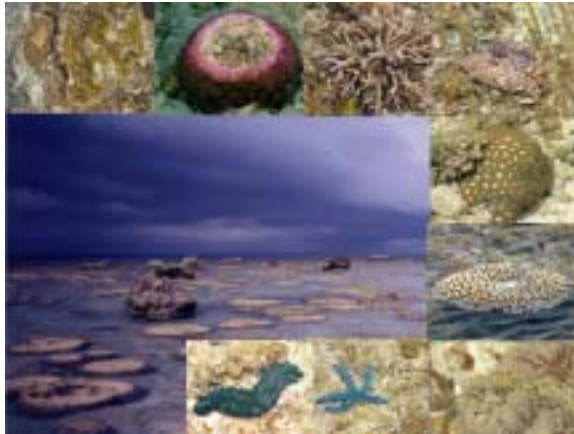


写真5 サンゴ礁海岸を構成する多様な生態系の例

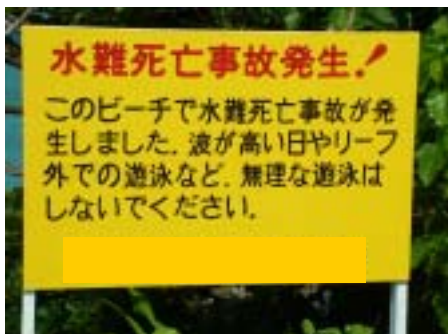


写真6 サンゴ礁海岸の安全利用

### 3 サンゴ礁海岸特有の流れ

写真6に示すようなサンゴ礁海域での海浜事故の主要因が何かを検討するために、地元の石垣海上保安部の協力も頂きながら石垣島の吉原海岸と米原海岸、そして、波照間島西浜海岸で現地踏査および事故例調査などを行った。その結果、海域利用中に強い流れで沖に流された、あるいは、強い沖向き流れのために陸(海浜)に戻れなくなった状況が多いことが分かった。つまり、砂浜海岸でのリップカレントのように海域利用者にとり危険な沖向き流れが形成されていたことがわかった。サンゴ礁海岸でのそのような沖向き流れを写真-7に示す。なお、海浜事故事例を概観すると、サンゴ礁海域での沖向き流れ(リーフカレント)による海浜事故は、比較的特定の海域(リーフギャップあるいは口と呼ばれる海底地形)に集中しているようである(写真8参照)。



写真7 リーフカレントの可視化状況



写真8 サンゴ礁海岸でのリーフギャップ(口)地形

図2及び図3に写真8のリ-フギャップ付近で観測された20分間平均流速と平均水位の変動図を示す。ほぼ、24時間おきに1.0m/sを超える強い流速が出現することがわかる。この強い流速は、図3に示した水位変動において、より低い方の干潮時に発生している。つまり、海浜事故の主要因となる強い沖向き流れは下げ潮時に発生しやすいことがわかった。ただし、この観測時期には高波浪の入射がなかったので、砂浜海岸で一般的に言われる波のセットアップの効果は含まれていないことに注意する必要がある。

さらに、図4には観測地点における平均水位と平均流速の比較を示す。平均水位が1.4mからさらに低下すると徐々に流速が増大する傾向が図より認められる。そして、平均水位が1.0mを下回ると平均流速が1ノット(0.54m/s)を超え、危険性が増大することが分かる。

なお、2回目の観測期間中に台風0603号、0604号が観測地域を通過した。台風0603号は7月8～9日にかけて、台風0604号は7月13日から14日にかけて通過している。この期間中に、台風に伴い波が高くなると観測地点での平均流速が速くなる傾向が観測されたが、詳細は紙面の関係で割愛する。

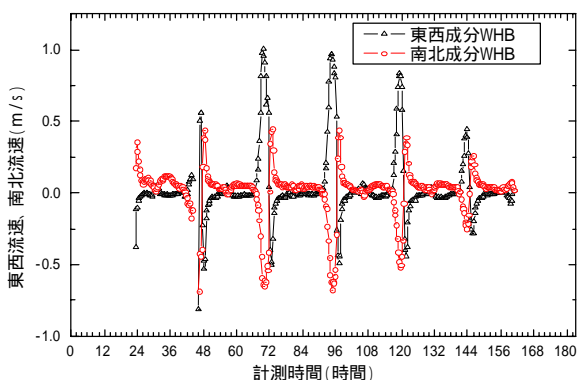


図2 リーフギャップ周辺で観測した20分間平均流速の変動

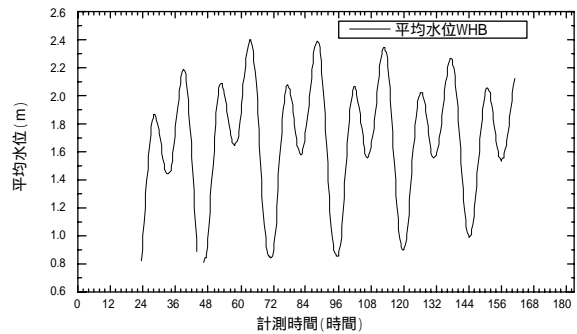


図3 平均流観測時の水位(潮位)変化

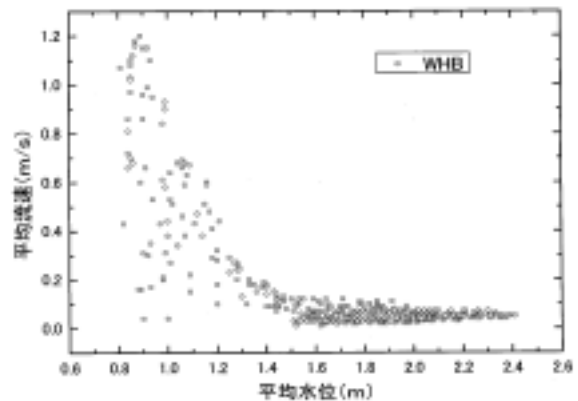


図4 平均水位と平均流速の比較

潮位と平均流速増加の対応関係を調べるために、リーフ内外に4箇所の水位計を設置し、水頭差などを把握した。水位計の設置状況は図5に示すとおりである。



図5 水位計の配置状況

観測結果を図6に示す。この図から、低低潮面側の干潮時を中心に前後2時間(合計4時間程度)の間に最大40cm程度の水位差がリーフ内外で生じていることがわかる。

図6に示されるように、本観測地点では、



リーフ内外でこの程度の水位差が生じた場合に、1 m/s 以上の早い流れ（リーフカレント）が生じるので、海域利用上特に注意が必要となる。

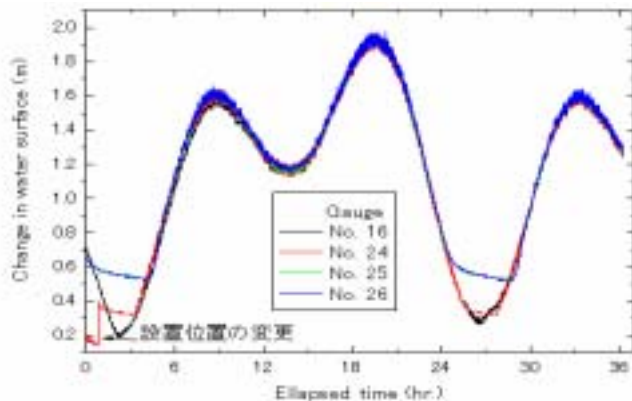


図6 リーフ内外での平均水位（水頭差）

#### 4 まとめ

サンゴ礁海域の海浜利用者は、今後増加することが考えられる。しかも、奄美群島や琉球列島そして小笠原諸島が世界自然遺産登録候補地になったことなどを考慮すれば、日常海に親しんでいないタイプの海域利用者が増加する可能性も高い。したがって、安全な海域利用の情報が、このような海域利用者に適切に伝わらなければ、海浜事故の低減は困難と言える。基本的には、自己責任で海域利用（マリ-ンレジャー-）を行うべきであるが、受け入れ側や管理者側も効果的な啓発教育システムの構築を図るべきと考える。本研究のまとめとしては、以下のことが分かった。

- 1) サンゴ礁海域利用時の海浜事故は、リーフギャップや口と呼ばれる特定の海底地形でリーフカレント（沖向き流れ）により生じることが多い。
- 2) リーフカレントによる既往の事故は、下げ潮時に生じやすい傾向があった。

なお、リーフカレントに関する情報は、例えば、第十一管区海上保安本部のホ-ムペ-

ジや鹿児島大学水産学部環境情報科学講座のホームページなどで閲覧可能であるが、リーフカレントの物理的性質などに関しては今後も地道に現地調査を行う必要がある。現地観測に関しては、今後とも地元関係諸機関のご尽力を賜れば幸いである。

