

目次

暦	旧暦の2033年問題《2》	鈴木 充広	2
	平成30年度 水路新技術講演会		8
水路新技術講演	天橋立の景観と形成過程	植村 善博	9
〃	日本近海における海底火山活動とその観測	野上 健治	14
〃	最新の海洋観測機器について	小西 直樹	22
歴史	中国の地図を作った人々《12》	今村 遼平	27
コラム	健康百話 (68)	加行 尚	34
	海洋情報部コーナー	海洋情報部	37

お知らせ

2019年度	1級水路測量技術研修実施報告	46
2019年度	1級水路測量技術検定試験合格者	47
2019年度	水路測量技術検定試験問題 港湾2級1次	48
	環境に優しい袋を導入・協会だより	52
	編集後記	53
	海底地形デジタルデータ更新情報のお知らせ	54

表紙：「伊達政宗像」・・・稲葉 幹雄

仙台市青葉城址公園に建立されている「伊達政宗像」をペン画にしました。

作者ブログ <http://blog.goo.ne.jp/mikijii>

イラスト：淵之上 倫子

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	55	古野電気 株式会社	56
株式会社 武揚堂	57	株式会社 鶴見精機	58
海洋先端技術研究所	59	株式会社 東陽テクニカ	表4
一般財団法人 日本水路協会	60・61・62		表3

旧暦の 2033 年問題 ≪ 2 ≫

海上保安庁海洋情報部 海洋調査課海洋防災調査室 鈴木 充広

「旧暦の 2033 年問題」の第 2 回を始める前に、前回の水路 190 号の文中の誤字について訂正させていただきます。2 (5) の最初の行に「太陰太陽暦において暦月をどこに挿入するか」とありますが、この中の「暦月」は「閏月」の誤りです。暦月では文章の意味が通じませんので訂正させていただきます。

4 2033 年の旧暦の暦月名決定の問題

「前回、天保暦（日本で公的に使用された最後の太陰太陽暦）で、二十四節気の計算方法を恒気法から定気法に切り替えたことによる暦月名の混乱について、1851～1852 年（嘉永四～五年）の天保暦の暦月名決定の事例で説明しました。天保暦は 1844 年（弘化元年）から使用された暦ですから、天保暦使用開始からわずか 8 年目にして、大きな問題に直面したことになります。

この問題は、それまでの単純な置閏法では解決できない問題でしたので、当時の作暦担当者（幕府天文方 しづかわかかげすけ 渋川 景佑 他）たちは、置閏法を見直して、この問題を解決しました。それまでの置閏法においては暦月名を決定する役割を持つ二十四節気の中の 12 の中気の間には優先順位が無く、定気法採用によって生じた一つの暦月（月の朔を含む日から次の朔を含む日の前日まで）の期間に二つの中気が含まれる場合、何れの中気に従って月名とすべきか、決定することが出来ないので。天保暦の作暦者はこの問題を解決するために「冬至を含む暦月を 11 月、春分を含む暦月を 2 月、夏至を含む月を 5 月、秋分を含む月を 8 月とする」という条項を付け加え、12 の中

気の中から冬至、春分、夏至、秋分（「に二至に二分」）を他に優先するものと決めました。1851～1852 年の例（水路 190 号 P8, 表 3 参照）では十月中気である小雪と十一月中気である冬至が一つの暦月の期間に現れるのですが、この場合は十一月中気である冬至が小雪より優先されるため、この暦月は「十一月」となります。また、この年には十二月中気である大寒と正月中気である雨水とが同時に現れる暦月もあるのですが、この暦月の直後の暦月には優先順位の高い春分（二月中気）があることから、二月の前月は正月であることから、正月の中気である雨水が十二月中気である大寒より優先されました。その結果、十二月という月名は押し出されるように直前の無中気の暦月の名前とされました。

天保暦の作暦者たちは天保暦への切り替えからわずか 8 年目で直面した暦月名の混乱は二至二分を他の中気に優先させるという置閏法の修正によってどうにか乗りきりました。しかしこの苦心の対応でも解決できないパターンが 2033～2034 年の間に現れてしまいました。

（1）二至二分の間の優先順位

旧暦の 2033 年問題の問題個所を見てみます（表 1）。

表の左端のグレゴリオ暦年月日は暦月の始まる日、つまり月の朔を含む日の日付を表します。表の中ほどの中気はその暦月の期間中に含まれる中気です。（）内は伝統的にその中気が表してきた暦月名です。表の右端は天保暦の置閏法をそのまま適応した場合の暦月名

です。表の中で黄色で示された行は中気の中で優先される二至二分が含まれる暦月を表しています。一見すると、天保暦方式で暦月名が決定出来ているように見えるのですが、おかしいところがあります。お気づきになりましたか？

グレゴリオ暦年月日	大小	中気(月名)	天保暦方式
2033年 7月26日	大	処暑(7)	七月
" 8月25日	小		閏七月
" 9月23日	大	秋分(8)	八月
" 10月23日	大	霜降(9)	九月
" 11月22日	大	小雪(10), 冬至(11)	十一月
" 12月22日	小		十二月
2034年 1月20日	大	大寒(12), 雨水(正)	正月
" 2月19日	小		閏正月
" 3月20日	大	春分(2)	二月

表1 天保暦の置閏法による2033~2034年の暦月名
2033~2034年には秋分を含む月と冬至を含む月まで3暦月しかなく、天保暦の置閏法をそのまま適用すると暦月名に矛盾が生ずる。

秋分と冬至を含む暦月の間をご覧ください。天保暦の置閏法では秋分を含む月は8月、冬至を含む月は11月となりますので、表においてもこのとおり記載しました。問題はここからです。8月と11月を固定すると、その間には暦月が1つだけしか残っていないことが解ります。ここには9月中気である霜降がありますのでそのまま9月とするまでは問題ありません。しかし、この9月の次は冬至を含む暦月なので11月となってしまいます。10月がどこにも登場しません。8~11月の月名を付けるためには少なくとも4暦月が必要ですが問題の年にはこの間が3暦月しかありませんからどうしようもありません。一時は、天保暦の置閏法を順守し、9月の直後に11月が来てもよいではないかという極端な意見も聞かれましたが、流石にこうした極端な意見は姿を消して、現在は概ね次の3つの案に集約されてきた感があります(表2)。

・8月固定案(秋分優先案)

秋分を冬至より優先し、8月を秋分を含む暦月に固定し、閏月は7月の直後の無中気暦月に置く案。

・11月固定案(A)(冬至優先案)

冬至を秋分より優先し、11月を冬至を含む暦月に固定し、閏月は11月の直後の無中気暦月に置く案。

・11月固定案(B)(冬至優先案)

冬至を春分より優先し、11月を冬至を含む暦月に固定し、閏月は正月の直後の無中気暦月に置く案。

8月固定案と11月固定案は天保暦の置閏法において、優先順位に差が無い秋分と冬至のどちらを優先させるかで分かります。11月固定案では更に11月の後に出現する2つの無中気暦月のどちらを閏月とするかで

(A)(B)二つに分かれます。秋分を含む暦月と冬至を含む暦月まで3暦月しか無い以上、矛盾なく暦月名を割り振るためには、天保暦では定められていなかった二至二分間の優先順位を作らなければならないことはわかりませんが、優先順位をどのように決めるべきか、その考え方によって暦月名の並びが異なります。

中気(月名)	天保暦方式案	八月固定案	十一月固定案(A)	十一月固定案(B)
処暑(7)	七月	七月	七月	七月
	閏七月	閏七月	八月	八月
秋分(8)	八月	八月	九月	九月
霜降(9)	九月	九月	十月	十月
小雪(10), 冬至(11)	十一月	十月	十一月	十一月
	十二月	十一月	閏十一月	十二月
大寒(12), 雨水(正)	正月	十二月	十二月	正月
	閏正月	正月	正月	閏正月
春分(2)	二月	二月	二月	二月

表2 2033~2034年の暦月名決定方式案
天保暦の置閏法で生ずる暦月名の回避案。時憲暦(康熙甲子元法)の置閏法では11月固定案(A)となる。

(2) 時憲曆^{じけんれき}の考え方

既に何度も書いてきたことですが、旧暦2033年問題のような暦月名の並びの混乱は二十四節気の計算方式として定気法を採用したことによって生まれたものです。定気法の二十四節気を採用した太陰太陽暦は日本においては、天保暦が唯一で、天保暦が公式に使用された29年間に、2033年のような特殊な暦月の並びが無かったために、天保暦そのものに実例を探すことは出来ません。しかし、天保暦と同じく定気法による二十四節気を用いた太陰太陽暦がもう一つありました。それは、中国の清王朝の時代に使用された時憲曆です。

時憲曆は1645～1911年まで使用された中国最後の太陰太陽暦です。時憲曆は天保暦と違って使用された期間が長くそのために使用期間中に発見された問題を解決するため幾度かの改良が行われました。その中には1851年や2033年問題のような暦月の配置について考慮した置閏法の改良（時憲曆 康熙 甲子^{こうきこうし}元法^{がんぽう}）もありました。改良された時憲曆の置閏法は単純です。

①冬至を含む暦月を11月とする。

②前後の冬至を含む暦月間に12暦月ある場合は、最初の無中気月を閏月とする。

天保暦の規則よりよほど単純ですが、この考え方に従えば旧暦の2033年問題はすんなりと11月固定案（A）に落ち着きます。

中国において生まれた東洋の太陰太陽暦では、作暦は冬至を求める計算から始まります。暦において冬至を含む暦月は計算の基点となる最も重要な暦月と考えられます。時憲曆の置閏法はこの考えに基づいて考えられたものだといえるでしょう。

時憲曆では冬至だけを特別の中気として扱ったことで単純な置閏法に落ち着きましたが、天保暦では冬至二分それぞれを特別の中気として扱ってしまったことが仇になり、面倒な

問題を引き起こす結果となってしまいました。過ぎたるは猶及ばざるが如しというべきでしょうか。

5 旧暦の暦月が決まらないことの影響とは？

ここまで2033年の旧暦の作暦上のテクニカルな問題を見てきましたので、なぜ旧暦の暦月名が決まらないという問題が起こるのかについては御理解いただけただことと思います。ではこうした問題の発生によって、現実の生活にはどのような影響があるのでしょうか。ここでは2033年問題が実生活に与える影響について考えてみます。

(1) 「中秋の名月」はいつ？

現在の日本において日常生活において旧暦の日付を意識する機会というのは大分少なくなってきましたが、それでも伝統行事の中には旧暦の日付でないと具合がよくないものがあります。その一つが中秋の名月の月見の日付です。



図1 中秋の名月
旧暦8月15日の夜の月は「中秋の名月」と呼ばれ、古くから月見の対象とされた。

今でも日本には、中秋の名月に秋の草花や収穫物、団子などを供えて月見を楽しむ風習が広く残っています。この月見の対象となる中秋の名月とは、旧暦の8月15日の夜空に昇る月（十五夜の月）です（図1）。

旧暦時代、秋は暦の7月～9月の間とされてきました。「中秋」とはその秋の期間の真ん中の日を表す言葉であり、8月15日がその日です。ご存じのとおり旧暦の15日は必ず満月か満月に近い月が見える日ですので、この日の月を「中秋の名月」と呼び、月見の対象としたのでした。中秋の名月の月見という行事は中秋を意味する日付と、その当日の月が満月に近い月であることが必須の条件となります。このため月見の日付だけ単純に新暦の8月15日や月遅れの9月15日に置き換えればよいというわけには行かず、今でも旧暦の8月15日を新暦の日付に換算した日を中秋の名月の日としています。2033年の旧暦の8月15日を新暦の日付に換算すると、8月固定案と11月固定案では次のようになります。

8月固定案：新暦2033年10月7日

11月固定案：新暦2033年9月8日

ご覧のとおり、どちらの案を採用するかによって日付が1ヶ月分違ってきます。

ここでは、わかりやすい例として中秋の名月の月見という旧暦の日付以外では行いにくい行事を取り上げましたが、地域の祭りなども意外に旧暦の日付で行われているものが多く残っていて、そうした行事の日取りを考える上では旧暦の日付は重要なのです。また他国のことではありますが、お隣の中国では旧暦の元日は今でも「春節」という祝日となっているので、旧暦の暦月名が正しく決まらなると、祝日の日を決めることが出来なくなります（2034年の旧暦は「11月固定案（B）」とそれ以外とで正月の位置が1ヶ月違う）

（2）冠婚葬祭への影響

現在の日本で2033年問題の影響を最も大きく受けるのは、おそらく冠婚葬祭の日程ではないでしょうか。旧暦時代の暦には、日ごとに日時や方角の吉凶、禁忌などを示した占いの類である暦注が数多く記載されており、人々の日常生活に影響を与えていました（図2）。そうした暦注の中には、旧暦の日付によって決まるものもあり、旧暦の日付が変わるとその日の吉凶ががらりと変わってしまうことがあります。



図2 江戸暦（えどごよみ）

江戸暦は天保暦の暦法によって作られた暦の一つで、江戸で刊行された冊子形式の暦。画像は弘化四年（1847年）の暦の冒頭部分。1年の日数や各暦月の大小、毎日の暦注などが記載されている。

現在では流石に日々の生活まで暦注によって影響されるということは少なくなったと思いますが、こと冠婚葬祭の類となると、今でも暦注を調べ日柄の善し悪しを気にするという方が多いのではないのでしょうか。占いは信じないという方でも、祝い事の日取りを考える時、仏滅よりは大安の日を選ぶことでしょう。大安や仏滅は六曜と呼ばれる手軽な日の吉凶占いの一種で多くのカレンダーや手帳に記載されています。六曜が一般に使われるようになったのは明治以降のことで、それ以前の正式な暦には一度も記載されたことがないものですが、今や結婚や葬儀の日取りを考える場合には無視出来ないものとなっています。

この六曜はどのように決められているかと

いうと旧暦の月日だけで決まってしまうのです。計算は簡単で旧暦の月と日の数字を足してその答えを6で除算した際の剰余で六曜は決まります（表3）。

剰余	0	1	2	3	4	5
六曜	大安	赤口	先勝	友引	先負	仏滅

表3 六曜の求め方
日の吉凶判断などに使われる六曜は、旧暦の「月+日÷6」の剰余の数によって決まる。

六曜は一見すると単純に大安→赤口→・・・と循環しますが、時折この循環が途切れて不連続になることがあります。何か特別な決まり事でもあるのかと思われがちなのですが、種明かしは簡単で不連続となった個所で旧暦の暦月が変わっただけなのです。旧暦の暦月が変わると六曜の並びが不連続となるということは2033年問題の影響で暦月名が変わると六曜の並びが違ったものになるということです。六曜の並びが変わる例として新暦2033年9月25日（日曜日）の六曜について考えてみることにしましょう。この日を二つの案によってそれぞれ旧暦の日付に変換し、六曜を求めると次のようになります。

8月固定案：旧暦8月3日 → 仏滅

11月固定案：旧暦9月3日 → 大安

8月固定案ではこの日の旧暦の日付は8月3日ですから、月と日の数の合計は11。6で除算した場合の剰余は5ですからこの日の六曜は「仏滅」になります。これに対して11月固定案では旧暦の日付が9月3日なので、剰余は0で大安というわけです。同一の日であるにもかかわらず旧暦の日付が異なると、日の吉凶が正反対となってしまうことがあるのです。結婚式場などでは8月固定案で求めた日付か11月固定案で求めた日付かで、この日の営業成績は随分違ったものになることでしょう。

六曜など所詮、単なる迷信なのですが、迷信とは判っていてもこれを気にする人がいる

限り、その影響を受ける人がいるということです。

6 「旧暦の2033年問題」の本当の問題

旧暦の2033年問題について、作暦上の問題、社会生活に与える影響とみてきましたが、ここまで書いてこなかったもう一つの問題を最後に書いておきたいと思います。「もう一つの問題」としましたが、本当はこれが旧暦の2033年問題の本当の問題だと思います。

(1) 「正しい暦」とは

旧暦の暦月名が決定できないという作暦上の問題に発した2033年問題ですが、この問題に気づかれてから長い時間が経過しても解決しないのはなぜでしょう。確かに旧暦の暦月名の決定手順は、暦月名や暦月数が変化しない新暦と比べれば難しいものに見えます。現在私たちが「旧暦」と呼ぶ暦の手本とした天保暦が定気法による二十四節気を採用したことも問題をさらに複雑化しました。しかし、そうしたことを考えても何年も解決できないほど難しい問題とは考えられません。それなのになぜ今もって解決できないのか。その理由は「正解」を判定する者がいないからです。

現在「旧暦」と呼ばれる暦は、明治6年の太陽暦への改暦以前に使用されていた太陰太陽暦（狭義に考えれば天保暦）に倣って作られた暦です。ただしこの暦には、これを管理すべき機関は無く、この暦の正しさを認定する権威を持つ者が無い暦なのです。昔作られた暦の作暦手法に倣って勝手に作られている暦、それが「旧暦」なのです。それぞれが勝手に作ったとしても、正しい手順で作れば同じ結果が得られるので、これまでは問題がなかったのですが2033～2034年は前例のない特殊な例であるため、暦を作る者の考え方によって複数の異なる暦が出来てしまう可能性が生まれたのです。

この原稿の第1回で取り上げた天保暦使用

期間中の 1851～1852 年もまた、前例のない特殊な年でした。しかし当時は問題が発生しませんでした。なぜなら、天保暦が当時の政権によって管理された正式な暦（官暦）だったからです。おそらく 1851～1852 年の暦の作暦においても暦月名の配置については複数の案があったと思いますが、最終的に一つの案が採用され、その案に従って作られた暦を時の政権が認めれば、この暦が唯一の「正しい暦」として、国内すべてで使われることとなります。仮に作暦の過程で論理や計算に誤りがあったとしても、国内すべての人が同一の暦を使っている限り、社会生活に大きな問題を引き起こすことはありません。たとえ作暦に誤りがあったとしても、皆がその間違っただけの暦を使っている限り、同一の日が大安の暦と仏滅の暦が存在するという事実はないのですから。暦は社会生活を営む上での重要な基盤情報であり、生活の基準となる情報です。その基準となる情報が同一だと保障されることが、社会生活においては作暦の正しさ以上に重要なのです。

（２）旧暦の 2033 年問題の仮の答え

もし、現在も旧暦を管理する公的機関があり、「2033～2034 年の旧暦の暦月名の配置はこうする」と決定し公表すればこれが正解となり、それ以外の案で作られた暦は誤りということが出来ます。しかし、残念ながら現在の旧暦にはこうした機関が存在しません。旧暦の 2033 年問題の本当の問題はこうした、「正解」を決定出来る者がいないことです。

しかし、そうはいつでも 2033 年にまちまちの旧暦が出現しては多数の方が迷惑を蒙ることは間違いありません。そこで、迷惑を蒙る方々の側から 2033 年の旧暦の統一化を図ろうという動きが起こりました。そうした動きの一つはカレンダー等の制作販売業者が中心となって設立した一般社団法人「日本カレンダー暦文化振興協会」（暦文協）が 2015 年に

発表した、

2033 年旧暦閏月問題の見解

<http://www.rekibunkyo.or.jp/year2033problem.html>

です。ちなみに暦文協の見解は、「11 月固定案（A）」を妥当としていました。こうした活動によって、おそらく 2033 年の旧暦も一つのものに集約されてゆくのだろうと予想されますが、それでもこれは、あくまで多数派の「仮の答え」であって、残念ながら正解という訳ではありません。

（３）遠い未来の問題

暦文協などの活動によって、とりあえず 2033 年問題を乗り越えたとしても天保暦に倣った現在の旧暦のままであればいずれ似たような問題が起こります（次は 2147～2148 年）。それまでに何か抜本的な対策が講じられるのか、それとも今回同様にその時点で対処療法的対策で乗り切るのでしょうか。あるいは、もうその時代には「旧暦」そのものが使われなくなっていて問題そのものが起きないか。いずれにせよ、次回の問題はこれを書いている私も、お読みくださっている方々にも関係のなさそうな遠い未来の話なので、遠い未来の問題は未来の方々に任せることにいたします。

参考文献

- 1) 内田正男：暦と時の事典　：雄山閣 1986
- 2) 広瀬秀雄：天文学史の試み　：誠文堂新光社 1981
- 3) 広瀬秀雄：日本史小百科 暦　：近藤出版社 1978
- 4) 岡田芳朗他：現代こよみ読み解き事典　：柏書房 1993

平成30年度 水路新技術講演会

— 講演内容 —

平成30年12月3日に開催された、第2回水路新技術講演会での講演内容を掲載致します。

第2回 水路新技術講演会 東舞鶴市：第八管区海上保安本部

天橋立の景観と形成過程

講演者：佛教大学名誉教授

植村 善博

日本近海における海底火山活動とその観測 ～西之島の成長と拡大～

講演者：東京工業大学理学院教授

野上 健治

最新の海洋観測機器について

講演者：第八管区海上保安本部海洋情報部長

小西 直樹

平成29年度までの講演内容は「水路新技術講演集 第32巻」までをご覧ください。

お問い合わせは、(一財)日本水路協会 技術指導部までお願い致します。

TEL:03-5708-7076 E-mail:gijutsu@jha.jp

天橋立砂州の地形と形成過程

佛教大学名誉教授 自然地理学 植村 善博

1. はじめに

天橋立は日本三景として白砂青松の優美な砂州地形をもち、日本の砂州中でも群を抜いて秀逸である。舞鶴湾内の宮津市江尻から文殊へ一直線にのびる天橋立砂州は延長3.4km、幅20～150mの細く絶妙な形態をもつ(図1)。クロマツによっておおわれた美しい景観は雪舟の『橋立図』をはじめ多くの画家・文人によって取り上げられ賞賛されてきた。地表付近には淡水の地下水層が存在し、磯清水は日本百名水にも選ばれている。これは降雨を起源とする宙水と推定される。まさに丹後地方を代表する地形的・文化的景観としての価値は高い。ところで、天橋立の地形とその変遷については小谷(1965)、松田(1974・75)、平井(1993)、武田(2007)、植村(2000, 2010)などによって論じられてきた。本稿では1) 地形的特徴、2) 地質構成と形成過程、3) ニュージーランドのボルダーバンクの特徴、について報告する。



図1 天橋立の空中写真 北東から南西をみる
(旧岩滝町提供)

2. 天橋立の地形的特徴

天橋立は宮津湾の西南部に位置し阿蘇海を閉鎖している。このような地形を湾央砂州と呼ぶ。天橋立は外洋の砂質海岸という形成の好条件を欠いており、長大な砂州としては希有な存在といえよう。また、文殊付近で南北に分離され、北砂州は延長約2.5kmに対して幅は一般に20～55mにすぎない。橋立明神の最も広い部分で約150mであり、高度は2m以下と極めて低平である。大天橋のある切戸から長さ約0.9kmの南砂州が発達している(図2)。南砂州は元来約1.4kmの長さを有していたが、明治期に南半部の水路を埋立て陸地と連続したため約半分は消滅してしまった。本来の砂州は約3.9kmの長さを有するものだった。また、智恵の文殊で知られる智恩寺が位置する三角地は砂嘴状の地形をなし、この文殊三角地が北東へ約150m突き出している点も注目される。

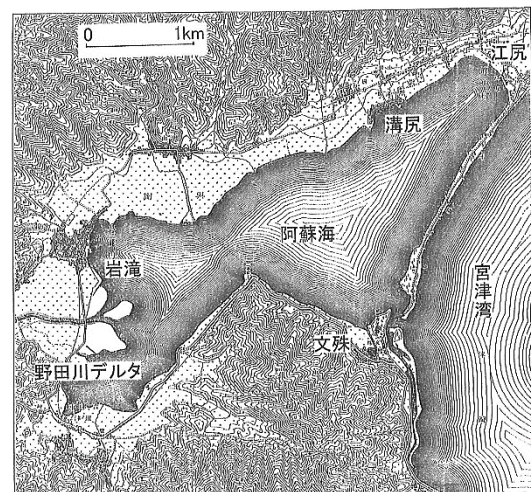


図2 天橋立と阿蘇海の地形
(明治26年測図2万分の1地形図)

昭和40年代から砂州の侵食が深刻化し、防砂堤の建設やサンドバイパスとよばれる土

砂のリサイクル事業が不可欠になっている。ところで、北砂州は砂礫層から構成されており礫州と呼ぶべきものであろう。観察によると、つけ根の江尻では15～20cm径の円～垂円礫からなり、南下するにつれて礫径は小さくなり、橋立明神付近では1～5cm径が中心になる。礫種は花崗岩が約8割を占め、半花崗岩8%、チャートと砂岩がそれぞれ約4%であった。供給源として丹後半島の世屋川など北方の河川からの砂礫が沿岸流によって運ばれたと考えられているが、筆者は江尻背後の真名井川や難波野川の土石流堆積物とその再堆積に起因するものを重視したい。

阿蘇海は面積4.9km²、最深点は砂州直下で-13.0mにも達し、面積の割に大きな深度をも

つ。北砂州は宮津湾底の深度-20m付近から屏風のように急激にそびえ立っており、その最上部のみが地表に現れている(図3)。阿蘇海の湖底地形は湖盆底平坦面が卓越し、極めて単調な地形をなす。明治26年の図2から明治前期頃の砂州地形を検討してみよう。江尻から文殊まで一直線にのびる北砂州と文殊から杉末方面に屈曲しながら続く南砂州とに二分される。前者は延長2.4km、磯清水付近で幅約150mと最も広い。一方、南砂州は延長1.4km、北端で幅120mと最も広く、南下するほど細くなる。南北両砂州を分ける2つの水路は宮津湾と阿蘇海とを結ぶ潮口である。大天橋が架かる切戸が本来のものだが、今ではほとんど砂で埋まっている。近世において切戸は砂の堆積により閉塞される傾向が強くなり、両砂州は連続していることが多かった。大雨時に阿蘇海の水位が上昇、切戸付近の砂州を決壊させて宮津湾へ流れ出した記録が多い(松田1974)。宮津-岩滝間の重要な航路と

しての安定した水路が必要となり、京都府が大正期に文殊三角地と南砂州の間にあった狭い潮口を拡幅、築堤し、回旋橋(小天橋)を架けて現在の水路を完成させた。一方、文殊三角地と北砂州をわけている幅100～200mほどの湾入部は水深が0.4m程度と浅く、かつて両者は連続した一連の砂州であった可能性が高い。その時期は南砂州の形成以前であろう。このように文殊付近の地形変化は複雑である。

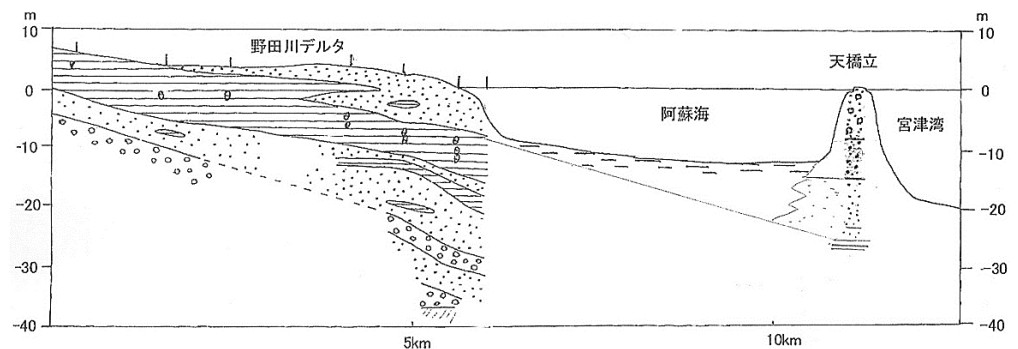


図3 天橋立と野田川デルタの地質断面図(植村2000)

近世における人口増大は新田・新畑の開発を促進した。文殊には埋立事業を行う築地組合があり、天明・寛政期から明治15年までの約100年間に8町6段7畝2歩(約8.6万m²)の新田を造成した(松田1974)。その工事は山地斜面を削り、風化花崗岩のマサ土を海へ直接流し込む鉋(かんな)流しの手法を用いたという。これにより文殊付近の池沼や海岸が埋め立られ、陸地が拡大して地形は大きく変化した。また、江尻付近や北方の世屋、養老地域でも開発が進み、近世以降に土砂供給量が急増した。これに伴って南砂州が一気に南へ伸長して形成されたといえる。

3. 地質構成と形成過程

2013年度に天橋立南端の橋立明神横でオールコアボーリングを実施した。これによって地下25mまでの構成層の特徴を直接観察し、貝化石の同定やC¹⁴年代測定などをおこなった。その詳細は別原稿にゆずるが、要点のみ

を紹介する。地質柱状は以下の通りである。以下全て地表下深度 ①0～2m 中砂 ②2～6m 砂礫 ③6～10m 粗粒～中粒砂 ④10～18m 細粒砂 ⑤18～24.5m シルト混じり細粒砂、⑥24.5～25m 青色粘土 粒度と堆積構造から堆積環境を推定すると以下の通りである。①は現在の砂丘砂および前浜堆積物、②強い波浪や沿岸流の影響を受けた砂州堆積物、③波浪の影響を受けた水中砂州堆積物、④貝化石や生物擾乱が著しい水深10m以下の水中堆積物、⑤シルトを多くはさむ水中砂州堆積物、⑥貝化石を多く含む内湾泥底海成粘土である。以上から推定される天橋立砂州の堆積環境は内湾泥底→水深10m以深の水中砂州→沿岸流や波浪による砂州→現在の海浜および砂丘という変化が読み取れる。また、年代測定値によると、⑥の海成粘土は4000年前を上限とする縄文海進期、④～⑤は1000～3000年前、③以上は1000年前から現在までと判断される。

以上から推定される過去約2万年間の天橋立の古地理図を図4に示す。約6千年前の海進最盛期頃に深い湾入部の泥底環境であったが、その後海面低下にともなって現在とほぼ同じ位置の深度10～20m付近に海底バー(砂州)の原形が形成された。そして地表には現れない水中のバーとして上方へ発達、阿蘇海の海水は自由に交流した。弥生～古墳期の約2～3千年前の海面低下期に砂州は海面上に姿を現した。これには活発化した人間活動による森林伐採や焼畑により堆積物の供給が急増したことも強く関与している。砂州の先端はまっすぐに文殊まで達しており対岸との間に不安定な潮口が形成されていた。しかし、阿蘇海の高水位時の潮流が文殊北方で砂州を決壊させる傾向が強く、ついには完全に切断されて文殊三角地を分離してしまった。さらに、近世の土地開発による土砂供給量の増加によって南砂州が一気に伸長、発達したと推定される。

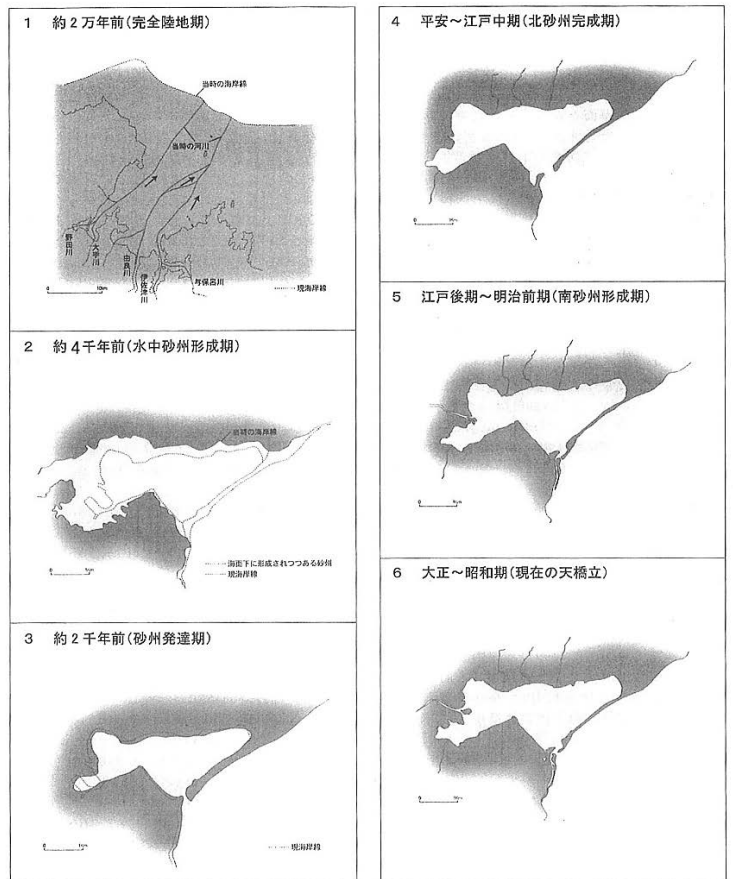


図4 約2万年間の天橋立の古地理図

4. ニュージーランド・ネルソン市のボルダーバンク

宮津市はニュージーランド南島ネルソン市と姉妹都市関係を結んでいる。これには天橋立という地形が大きな役割を果たしている。1974年ニュージーランドを訪問した国会議員団に当時の衆議院議長前尾繁三郎が同行していた。ニュージーランド国会のホワイトヘッド議長により出身地のネルソンへ招待された際に、前尾氏は自分の宮津市と同じ背後に山地をもつ港湾都市で、かつ天橋立と同じ砂州地形が発達していることに強く共鳴した。そして、両氏の仲介により1976年に両市は姉妹縁組を結んだのであった。地形が取り持つ縁による。これは1973年のクライストチャーチ市と倉敷市について日本で2番目のニュージーランド姉妹都市締結であった。なお、

1995年にネルソン市は日本庭園の宮津ガーデンを市街地北部の低地に開設、2001年には姉妹都市25周年記念モニュメントを宮津市に寄贈した。この海と帆を示すモニュメントは「歴史の館」横に設置されている。

ネルソン市はタスマン海との間にボルダーバンクとよばれる細長い砂州をもち、内側の波静かなネルソンヘブンを面している(図5)。この砂州は北方から南南西に延長約13km、比高3~5m、その幅30~50mと一定である。これは長径10~40cmの大~巨礫で構成されており、ほぼ石英閃緑岩一種類のみからなる。名の通り礫州というべきものである(図6)。これらが北から南への沿岸流によって運ばれ堆積したと考えるには次のような疑問点がある。①タスマン海東部は強い沿岸流が発達せず、延長10km以上にわたって巨大な礫を運搬するとは考えにくい、②礫はほぼ石英閃緑岩のみから構成される。しかし、供給源の北方海岸には白亜紀堆積岩が広く分布し閃緑岩の露出する面積は限られており矛盾する。これらを説明するため、Dickinson & Woolfe (1997)は砂州構成層を現在形成中のリッジ礫層と低潮位以下に存在するプラットフォーム礫層とに区分している。とくに、後者は断層によって隆起し海面下10~20mに伏在する石英閃緑岩の孤立丘から直接供給されたものであり、完新世の海面上昇により上方へ発達してきた海進型バリアーであると説明している(図7)。

現在形成中の部分は表層部の数mに限られるという。このような海底の活断層運動による基盤岩の隆起体を基礎として海進とともに上方へ発達してきたボルダーバンクの形成過程は天橋立の場合とは対照的で、地殻変動の影響を強く受けた興味深い事例であるといえよう。

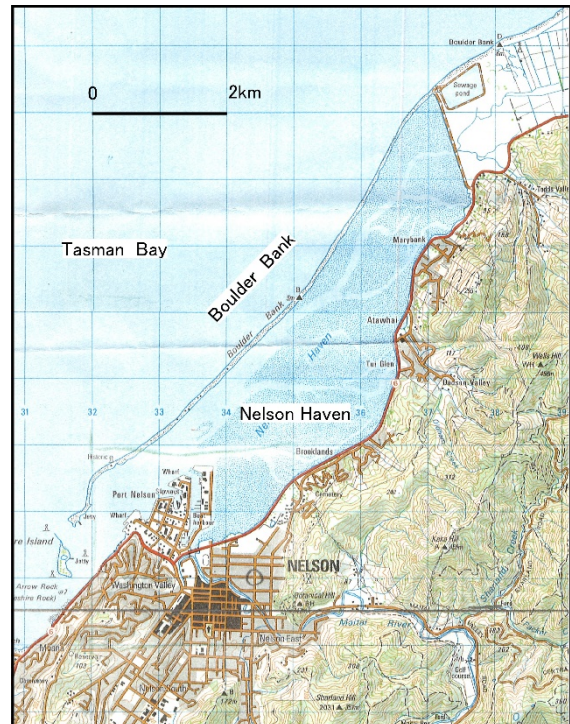


図5 ニュージーランド南島、ネルソン市の地形 (5万分の1地形図)



図6 ボルダーバンクを構成する大~巨礫 (2013年撮影)

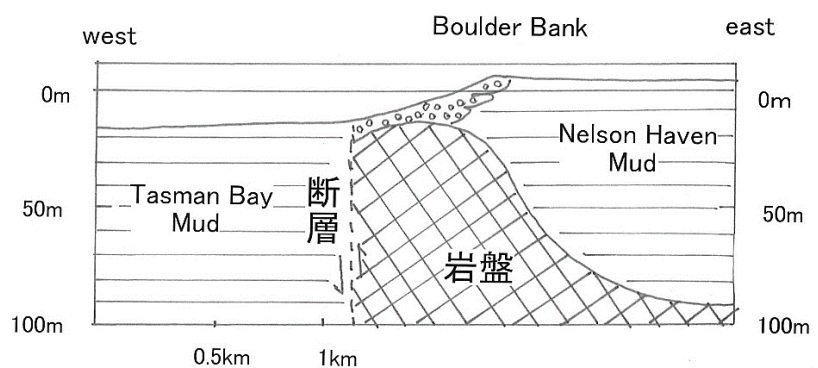


図7 ボルダーバンクの東西地質断面図 (Dickinson & Woolfe 1997より編集)

参考文献

- 1) 平井幸弘(1995)海岸侵食でやせ細る天の橋立,
『湖の環境学』27～39、古今書院
- 2) 小谷聖史(1965)天の橋立について 京都教育
大学地理学研究報告 12, 178～190
- 3) 松田啓三郎(1974)文殊の民話から 天橋立
シリーズ第1話, 奥丹後地方史研究, 2, 1～5
- 4) 松田啓三郎(1975)天橋立の生い立ち 天橋
立シリーズ第2話, 奥丹後地方史研究, 3, 1
～5
- 5) 武田一郎(2007)砂州地形に関する用語と湾口
砂州の形成プロセス, 京都教育大学紀要, 111,
79～89
- 6) 植村善博(2000)京都府丹後地方における海跡
湖の湖底地形分類と地形発達史 『地図と歴
史空間』, 14～22 大明堂
- 7) 植村善博編(2010)『京丹後市久美浜湾の古環
境と形成過程－阿蘇海・天橋立との比較』京
丹後市教育委員会, 143 p
- 8) Dickinson, W. W. & Woolfe, K. J. (1997) An In
Situ - Transgressive Barrier Model for the
Nelson Boulder Bank, New Zealand. Jour,
Coastal Research, 13, 937～952



日本近海における海底火山活動とその観測

—西之島の成長と拡大—

東京工業大学理学院教授 野上 健治

1. はじめに

日本列島とその周辺海域は、世界的にも希少な4つのプレートが闘ぎあう沈み込み帯のフロントゾーンにあるため地震活動や火山活動が非常に活発な大変動帯であり、世界の火山の約6割が集中する環太平洋火山帯の一部を構成している。我が国では火山噴火予知連絡会によって、概ね過去1万年以内に噴火したことが科学的に確かめられている火山、もしくは火山ガスを放出する噴気活動がある火山が活火山と定義されており、現在、陸域と海域あわせて111座ある。このうちの3割が火山島・海底火山であり、これらは伊豆半島からグアム付近まで伸びる伊豆マリアナ弧上と九州から沖縄を経て台湾に至る琉球弧上に分布する。活火山島でも硫黄島や西之島のような絶海の無人島はむしろ少なく、伊豆大島や三宅島、薩摩硫黄島、口永良部島、中之島など多くの火山島嶼で人々が生活を営んでいる。日本船主協会がとりまとめた日本の海運 Shipping now 2019-2020によると、世界の海上輸送量は1985年以来増加の一途を辿り、我が国の貿易に占める海上貨物輸送の割合は重量ベースで99.5%に達している。四方を海洋に囲まれている我が国においては、エネルギー資源や工業製品材料、生活物資等のありとあらゆる物資が船舶によって大量に運ばれており、海上物流が我が国の経済活動を支えている。我が国の周辺海域における火山活動の活発化は、火山島で生活する住民の安全のみならず、海上物流に対しても非常に大きな影響を与えることは自明である。また、大規模な噴火が発生すれば、その上空の航空網に影響を及ぼす場合もある。更には、海底火山活動は領土の拡大にも影響が及ぶ。公海

上に新島が出現した場合にはその島は無主地であり、我が国の領土であることを宣言する為には新島の形成をいち早く確認することが第一である。新島がEEZ内のみならず領海内であった場合でも、その帰属については公海上に新島が出現した場合と同様の対応が必要であり(長岡, 2014)、新島発見が他国に先をこされては国益を損なう結果ともなりかねない(土出, 1997)。従って、海域における火山活動の継続的な観測・研究は、国民の生命・財産を火山災害から守るためのみならず、海上交通・航空交通の安全確保、そして領有権の確保など、我が国の国益のために極めて重要な意味を持つ。本稿では、我が国での海底火山活動の観測・研究と2013年からの西之島噴火について述べる。

2. 海底火山活動とその観測・研究

我が国近海における海底火山活動や観測結果は海上保安庁海洋情報部のホームページ上の海域火山データベースに詳細にまとめられており、自由に閲覧が可能である。それによると、我が国の近海では数年に一回程度噴火や火山活動の活発化を示す徴候があり、陸域の火山に比べて決して活動度が低いわけではない。絶海の海底火山活動は目撃される確率が極めて低いためむしろその活動が知られることなく終息したものも数多くあると考えべきである。海底火山は火口周辺が海面下にあるために直接的な目視観測によって活動状況を把握することができない。また、陸域の火山で行われている地震活動や地盤変動などの連続観測は、無人島や海底火山では観測機器を常設する事自体がきわめて困難であり、監視目的の観測は行われていない。更に、火

山体から放出される火山ガスや温泉水等の火山性流体も海水の影響なく採取することは不可能であるため、海底火山における活動のモニタリングは陸上の火山に比べて非常に困難を伴う。海底火山活動に伴って起こる現象として、発泡や水柱、噴煙、軽石の流出などがあるが、最も特徴的な現象として、噴火口直上付近の海面が淡青～乳白色～黄褐色を呈する現象がしばしば観測されている。この現象は変色海水と呼ばれ、変色の原因は海面に浮遊したゲル状の $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$ 系の低結晶質沈殿物であり、これは海底火山から放出された Si、Al、Fe を含む酸性熱水が弱アルカリ性の海水によって中和され、これらの 3 成分が共沈して生成したものである(小坂, 1975; 小坂・他, 1977)。海底火山活動の静穏期には変色海水の色調は淡青色～乳白色で、化学組成も Fe、Al に比べて Si の割合が高い。これに対して、活動期には黄色～褐色を呈し、Si に比べて Fe、Al の割合が高いことが小坂・他(1996)で明らかにされている。更に、海水による熱水の中和によって生成する沈殿の組成が熱水の組成を反映している事が Nogami (2004) で示されている。これらの結果は、変色海水の化学組成と色調は海底火山から放出される熱水の組成を反映したものであり、静穏期と活動期で放出される熱水の化学組成に明瞭な差異があることを示している。更に、変色海水の面積は海底火山からの熱水の放出量を反映しており、変色海水の目視観測は海面下で起っている火山活動の状況を把握する上で有効な手段である。南方諸島及び南西諸島の火山活動は、海上保安庁の航空機による定期監視観測や哨戒、海上自衛隊や航空会社からの情報提供によってその把握がなされている。

3. 西之島の火山活動

(1) 西之島 1973-1974 年噴火の概要

西之島は、東京の南約 1000km、小笠原諸島

父島の西約 130km に位置する無人島である。山頂部は小笠原トラフからの比高が約 4000m 以上、底面の直径は約 70km 以上ある巨大な円錐型海底火山であり、周囲には西之島火山より古い山体がいくつも存在している(小野・他, 2018)。1911 年に作成された西之島の海底地形図によると、山頂部は水深 50m 以浅の平坦な地形が西之島の北側に約 1.5km、西側に約 1km 広がっていた。1973 年 5 月 30 日に西之島の東方 500m の海面が変色していることが発見・通報され、31 日に海上保安庁によって有史以来初の海底火山活動が始まったことが確認された。後に同年 4 月 12 日に撮影された写真にも変色域が写っており、少なくともこの時点で海底火山活動は始まっていたと考えられる(小坂, 1978)。その後、変色域は拡大し、噴煙が頻繁に目撃されるようになるなど、火山活動が激化の一途をたどり、9 月 11 日には新島の出現が確認された。この活動前には西之島の南東 500m の海底に直径 1000m 深さ 107m の火口があり、この火口の中心から噴火が始まったとみられる(小坂, 1973)。噴火点の移動、熔岩流出・新島の生成、波浪浸食による消滅を繰り返しながら活動は 1974 年 5 月までの約 1 年続いた。噴火活動が停止して約 1 ヶ月後には漂砂によって新島と旧島が接続し、一つの島となった。海上保安庁による航空測量で、新島の面積は 0.238km²、旧島を併せた西之島全体の面積は 0.316km² に達したことが明らかになっている。その後、流出した熔岩の大半は激しい波浪浸食によってごく一部を残して消失し 1990 年頃まで汀線が漂砂によって著しく変化した。1999 年 1 月の時点での西之島新島部分の面積は 0.25km²(伊藤・他, 2012)まで減少したが、その後は海岸地形に著しい変化はなかった。1974 年以降、火山活動は沿岸部に薄い青白色～黄緑色の変色域が僅かに認められる程度の静穏な状況が長らく続いていた(写真 1)。



写真1 2009年12月24日南西側から撮影
希薄な変色域が島周辺に広がっている。島の東端が1973～1974年の噴火で流れ出した熔岩。



写真3 2013年11月20日北側から海上保安庁撮影
火山噴出物の中に赤熱している熔岩片が確認できる。

(2) 2013-2015年噴火

2013年11月20日10時20分頃に西之島の南東約500mの海底から噴煙が上昇しているのを海上自衛隊機が発見、同日夕刻には既に150m×80mの噴石丘が海面上に現れており、噴火によって新島が40年ぶりに誕生したことが海上保安庁によって確認された(写真2、3)。この噴火地点は、1973年の噴火で最初に陸地が出現したところとほぼ同じ地点であることが興味深い。コックステイルジェット状の噴煙の中に赤熱した岩片が認められたことから、マグマは海面のごく近くまで上昇しており、激しい噴火活動が長期化する可能性がこの時点で指摘されていた。翌11月21日も新島の周辺には濃厚な茶褐色の変色海域が広がっており、大量の白色噴煙を上げ、マグマ水蒸気爆発を繰り返していた(写真4)。



写真4 2013年11月21日南西側から撮影
この時点の新島の大きさは長径150m短径80m。

11月22日になると、濃厚な茶褐色の変色海域が前日同様大規模に広がってはいたものの、水蒸気は全く上がっておらず、新島火砕丘頂部から小規模な爆発的な噴火を繰り返していた(写真5)。



写真2 2013年11月20日北側から海上保安庁撮影
2013年噴火による新島形成が確認。噴煙がコックステイルジェットであることから、吹き上げられている火山噴出物が高温であることが判る。

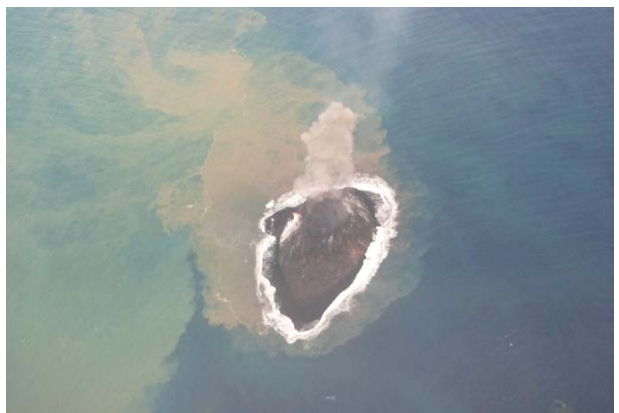


写真5 2013年11月22日北側から撮影
熔岩流が東に流下し始めている。

この時点で熔岩が火砕丘頂部から東側に流出を始めており、マグマ供給系と海水が完全に隔離された状態になり、マグマの地表への通り道である火道が形成された。これ以降マグマは安定的に地表へと供給されるようになり、大量の熔岩流出が続いた。噴火開始以降、海上保安庁は定期的に噴火活動や変色海域分布状況、航空写真による熔岩流分布と新島面積等の観測を行い、火山活動について詳細な結果を得ている。熔岩流出によって新島は成長を続け、同年12月下旬には北に流下した熔岩が12月26日に西之島の南岸に到達、西之島と新島が一体化した（写真6）。



写真6 2013年12月26日南南東側から撮影
北に流下した熔岩流は浅海部を埋め立て西之島南岸と接続した。

西之島南東部は40年前の噴火による熔岩や火山砕屑物が堆積して水深が10mより浅い海域が広がっていた。このために、新島と西之島間の浅海は噴火開始直後から流れ始めた大量の熔岩によって急速に埋め立てられたと考えられる。この後も大量の熔岩は熔岩トンネルを通じて海岸まで高温の状態でも供給され続け、浅海部を徐々に埋め立てた（写真7）。1973-1974年の噴火では噴火地点は西之島の南東側で転々と移動しながら熔岩を流出したが、2013年からの噴火ではほぼ同じ地点で長期間大量の熔岩を流出し続け、新たに形成された陸地はほぼ等方的に拡大し続けた。2014年9月からは火砕丘北側中腹に開いた火口から北～北東方向へ大規模な熔岩流が拡

がり、噴火前の西之島（旧西之島とする）の大半を覆った（写真8）。更に北側に熔岩流は伸び続け、12月末には旧西之島北側に広がる浅海部を埋め立てた（写真9）。



写真7 2014年2月21日西側から撮影
火砕丘山頂からの噴火継続。熔岩流出によって東～南～西へ熔岩原が拡大。



写真8 2014年9月17日西側から撮影
火砕丘北麓に開口した複数火口から北への熔岩流下。

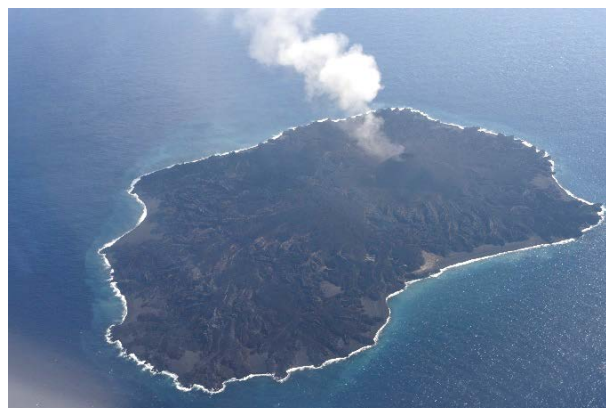


写真9 2014年12月25日北西側から撮影
北への熔岩流出によって著しく拡大した新島。この時点での熔岩の流下は停止しており、熔岩流と熔岩流の間に砂礫浜が形成されている。

これに伴い、旧西之島の西海岸の汀線が漂砂によって徐々に変化し、2015年5月には旧西之島の西海岸の汀線は西側へ移動、陸地面積が拡大した（写真10）。



写真10 2015年5月19日南西側から撮影
旧西之島の最も古い部分の西側に砂礫浜が形成されている。新島の南へ熔岩の流下が続いている。

2015年6月22日から7月9日まで海上保安庁によって2013年の噴火後初めての総合的海洋調査が行われ、特殊搭載艇“マンボウII”によって島近傍の詳細な海底地形が明らかにされた。島近傍の海域、特に東-南の海域に広がっていた水深50m以浅の平坦な海底は完全に大量の熔岩によって埋め立てられ最大で80m海底が浅くなっている一方、西-北の海域は殆ど変化が認められなかった（小野・他, 2018; 森下・他, 2018）。この観測によって南-東の海域では平坦な海底を埋め立てた後に急崖から水深300mまで熔岩が流下しているが、西-北の海域では平坦な海域は一部が埋め立てられただけであることが明らかになった。従って、今後の火山活動による大量の熔岩流出が起きても陸域は南～東方向へ大きく拡大する可能性は極めて低い、西-北方向へは拡大する余地が十分にある。また、2015年の観測の時点では海底下の地形変化から海面下への火山噴出物は0.74億 m^3 と見積もられ、陸上への火山噴出量0.85億 m^3 との合計では火山噴出物総量は1.6億 m^3 に達する。これは1973-1974年噴火の噴出物量

(0.17億 $DREm^3$; DRE: Dense Rock Equivalent)の9倍以上に達し、1990-1995年の雲仙普賢岳噴火(2.4億 $DREm^3$)に次ぐ噴出物量だった（森下・他, 2018）。この結果、噴火開始からの1.5年間の平均マグマ供給率は約1億 m^3 /年となり、雲仙普賢岳の約2倍と極めて高い供給率だった。2013年からの噴火で火道がほぼ移動しなかった1つの要因として、この様にマグマ供給率が安定的に極めて高かったことが考えられる。2015年7月以降も東-南方向への熔岩の流出は続いていたが、同年11月17日に観測された熔岩流は11月25日の観測時には海岸まで達する事無く停止し、その後は2017年4月までは新たな熔岩の流出は認められなかった。また、噴火の頻度は次第に低下し、2015年11月17日の観測の際に発生した火砕丘での爆発的噴火以降、2017年4月まで噴火は観測されなかった。海上保安庁と国土地理院は、2016年10月22日から11月10日まで海図および地形図作成のための上陸調査を行い、水路測量標を旧島に、一等三角点を旧島と新島にそれぞれ一カ所設置した（写真11）。



写真11 2016年10月28日新島での三角点設置作業
(国土地理院撮影)

海上保安庁は航空レーザーによる海岸線および浅海部の測量を、国土地理院は航空写真測量を実施し、2017年6月30日に航海用海図と海底地形図が海上保安庁から、2万5千

分の1の地形図が国土地理院からそれぞれ発行された。2015年6月及び2016年5月にマンボウ II によって西之島の全周で海水が採取され化学分析を行った。噴火中だった2015年に採取した試料はすべての地点において、pHは8程度かそれ以下で、pH8.2～8.4を示す通常の海水よりも明らかに低く酸性にシフトしていたが、火山活動が静穏だった2016年に採取した試料はすべての地点においてpHは通常の海水と同じであった。マグマから放出される揮発性成分にはH₂OとCO₂、H₂S、SO₂、HCl、HFなどがあるが、例えば、2015年に採取した試料では、海水中に溶存している全炭酸種濃度も海水よりも高く、高温の火山ガス起源の成分であるフッ化物イオン、塩化物イオン、硫酸イオンの各成分の濃度は海水とは異なる組成であった。これらの結果は、活動が活発な時期には西之島の周辺の海水がマグマから放出された揮発性成分の影響を受けていたが、火山活動が静穏になっていた2016年にはその影響はほとんどなかったことを示している。

(3) 2017年・2018年噴火

2017年4月20日に哨戒中の海上保安庁機が火砕丘山頂付近からの噴火の再開を確認、21日には火砕丘北麓に開口した複数の火口からの熔岩の流出が認められた(写真12)。



写真12 2017年4月21日西側から撮影
火砕丘山頂での小規模噴火と火砕丘北麓にできた複数火口からの溶岩流出。

後に4月18日に空振を伴う地震が発生し、19日夜には気象衛星ひまわりで高温域が確認されていることから、噴火の発生は18日で、19日夜には熔岩が流出したと考えられる(気象庁, 2017)。流出した熔岩流は火砕丘北西麓で二条に別れ、南と西に流下してそれぞれ海岸に到達した。この噴火で、これまで熔岩に覆われずに残っていた旧西之島の南部の1/4～1/3が西に流れた熔岩によって覆われた(写真13)。



写真13 2017年5月25日西側から撮影
熔岩の流下が続いており、海中に入った先端から白煙があがっている。

火砕丘山頂火口ではストロンボリ式噴火を繰り返し、短期間に大量の熔岩を流すなど、2013年から2015年にかけての噴火活動の最盛期に匹敵するものだった。2017年1月に測量船拓洋によって採取された海水試料は2016年に採取された試料よりも酸性側にシフトしており、噴火の約3ヶ月前には西之島の周辺の海水に火山活動で放出された揮発性成分の影響が出ていたといえる。噴火の約一ヶ月前の3月22日の観測の際には火砕丘山頂火口からは噴気もなく、熱活動も全く認められない極めて静穏な状態だったが、変色海水は西之島全域の海岸線に発生しており、特に東～北～西にかけて濃厚な黄緑色～黄白色を呈していた(写真14)。



写真 14 2017年3月22日東側から撮影
北岸に広がっている濃厚な変色域。

この結果は、噴火再開までの火山活動は表面上静穏に見えたが、変色海水の色調は火山活動が決して静穏ではなかったことを示している。7月以降は火砕丘山頂火口での噴火間隔が長くなり、噴火規模も小さくなって8月24日の観測の際には火砕丘山頂火口からの噴気が僅かに上がる程度の活動になっていた。西への熔岩の流下は5月2日の時点で停まったが、南への流下はその後も続き、一部は海へ達した後に西へ方向を変えて浅海部を徐々に埋め立てた（写真15）。



写真 15 2017年8月24日東側から撮影

この噴火によって2017年6月30日に発行された地形図と比較して0.17km²面積が拡大したことが国土地理院・海上保安庁によって示されている。2017年の噴火活動はこの時点で停止し、静穏な状況が続いていたが、2018年7月12日に哨戒中の海上保安庁機が

火砕丘山頂付近からの噴火を確認、1年ぶりに活動が再開した。衛星ひまわりで同日の夜から高温域が認められ（気象庁、2018）、7月13日に火砕丘東麓に開口した火口から熔岩が流出しているのが海上保安庁の観測で確認された。熔岩は南へ流下したが、海岸から100mのところまで停止、海への流入はなかった。火山活動も7月30日には活動を停止しており、規模は2017年の噴火に比べて格段に小さかった（写真16）。

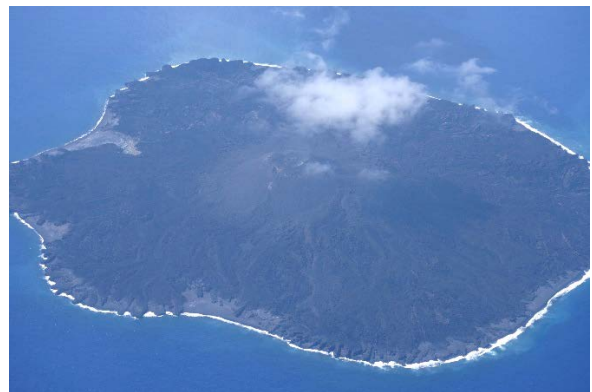


写真 16 2018年7月30日南東側から撮影

この約1月前の6月14日の観測でも火砕丘山頂火口からは噴気もなかったが、変色海水は西之島全域の海岸線に発生しており、特に北～西にかけて黄緑色～黄白色を呈していた。この場合も、噴気や熱活動の表面現象から推察される状態とは異なり、変色海水は火山活動が活発な状態を示していたと考えられる。2013年、2017年、2018年噴火は共に噴火開始から熔岩流出までが1日程度しかなく、マグマの上昇が極めて高速であることが特徴としてあげられ、マグマ溜まりが非常に浅いところに存在している可能性がある。熔岩流出は気象衛星ひまわりで捉えられており、火山活動のモニタリングのツールとして非常に有用である。今後、西之島に限らず監視・観測の目が届きにくい離島火山や海底火山の監視に衛星を活用すべきである。

4. おわりに

1999年1月には最高点標高25m、南北600m東西760m、陸地面積0.29km²だった西之島が2013年に始まった海底噴火によって最高点標高142m、南北1930m東西1940m、陸地面積2.97km²まで拡大・成長した。これほどの大量の熔岩を長期間流し続け、新島を形成した海底火山は世界的に例がなく、極めて大規模な火山活動だったと言える。それを可能にした西之島のマグマシステムの解明は将来解決すべき課題である。

四方を海洋に囲まれている我が国において、海上物流ルートは国民が享受している豊かな経済活動を支える非常に重要なライフラインである。海域火山の監視観測と活動状況の把握は防災のみならず、国益に直結するものであり、海洋立国日本にとって極めて重要なミッションである。

謝辞

西之島火山観測の機会を与えて頂いた海上保安庁海洋情報部関係各位、測量船昭洋・拓洋の船長・乗組員の皆様に深く感謝いたします。

引用文献

- 1) 伊藤弘志, 堀内大嗣, 芝田 厚, 鈴木 晃, 小山 薫 (2004) 日本周辺海域火山通覧 (第4版), 海洋情報部研究報告、第48号, p. 41-73.
- 2) 気象庁 (2017) 西之島の火山活動解説資料 (平成29年4月), p. 1-6.
- 3) 気象庁 (2018) 西之島の火山活動解説資料 (平成30年7月), p. 1-8.
- 4) 森下泰成, 小野智三, 濱崎翔五, 高橋日登美 (2018) 噴火活動中の西之島火山の2015年の海洋調査, 海洋情報部研究報告、第55号, p. 55-65.
- 5) 長岡さくら (2013) 新島の形成が沿岸国の領域権原及び海洋限界画定に与える影響, 福岡工業大学環境科学研究所所報, 第8巻, p. 63-68.
- 6) Kenji Nogami (2004) Relationship in chemical composition between mother solution and allophane-like aluminosilicate precipitate through neutralization of acid hydrothermal water by seawater, EPS, vol. 56, p. 457-462.
- 7) 土出昌一 (1997) 日本近海における火山活動の監視と火山情報, 火山, 第42巻, 第1号, p. 89-91.
- 8) 小坂丈予 (1973) 西之島付近海底噴火について, 火山, 18, 97-98.
- 9) 小坂丈予 (1975) 西之島海底火山噴火と地球化学-その噴出物の成分と活動を探る, 現代化学, 第55巻, p. 12-20.
- 10) 小坂丈予 (1978) 日本の火山-7 西之島新島-, アーバンクボタ, 15, P. 18-21.
- 11) 小坂丈予・太平洋子・平林順一・森 彰 (1977) 海水中で生成したシリカーアルミナ含水低結晶物質と沈澱アロフェンとの比較, 鉱物学雑誌, 第13巻, 特別号, p. 178-186.
- 12) 小坂丈予・平林順一・野上健治・土出昌一・足立紀佳 (1996) 福徳岡ノ場海底火山活動に伴う変色海水: 海底火山活動の指標としての変色海水, 火山, 41, 107-113.
- 13) 小野智三, 佐藤 泉, 森下泰成, 福山一郎, 吉岡眞一, 中村圭佑, 山野寛之, 白根宏道, 小川遥, 山川 峻, 野上健治 (2018) 2013-2015年噴火活動による西之島火山の地形変化, 海洋情報部研究報告、第55号, p. 77-84.

最新の海洋観測機器について

第一管区海上保安本部 小西 直樹

1. はじめに

地球表面の約7割を占める海は、私たちが地球上で暮らす上に欠かせないものです。

海は魚介類などの食料をもたらしてくれますし、海底油田は全石油産出量の約30パーセントを占め、これから開発が期待されているメタンハイドレートや海底熱水鉱床で形成される貴金属やレアメタル等資源の宝庫でもあります。また、貿易立国である日本は、大量輸送が可能な船舶による輸送が不可欠です。

このように私たちは海から多くの恩恵を受けていますが、海洋の調査を行わないと、本当の海の姿を知ることが出来ません。ですので、海洋調査を行い多くのデータを蓄積しなければなりません。

海全体を調査するために海上保安庁海洋情報部（以下海洋情報部）では、船舶、航空機、衛星などによる海洋調査を行っています。

では、海洋情報部では、どんな目的で、海洋調査を行っているか説明します。航海安全のための海洋調査、海洋権益のための海洋調査そして防災環境保全のための調査です。以上の目的で海洋情報部は、海洋調査を行っています。

では、実際にどのような海洋調査を行っているか。測量船やアルゴフロートなどによる海の流れや水温、海水中の塩分の濃度などの調査。アルゴフロートは、海中で自動的に海面と水深2,000mくらいまで浮き沈みます。その際に水温、塩分濃度を計測し海面に出たら、人工衛星を中継して観測データを陸上に送信してきます。アルゴフロートは、各国で使われており全地球的な規模で調査が行われています。

2. 最新の調査方法—航空レーザー測量—

航空レーザー測量とは、航空機からレーザーを発射し海底から反射してくるまでの往復時間を測定し水深を測定する調査機器です。

航空とあるように航空機に取り付け、調査を行います。

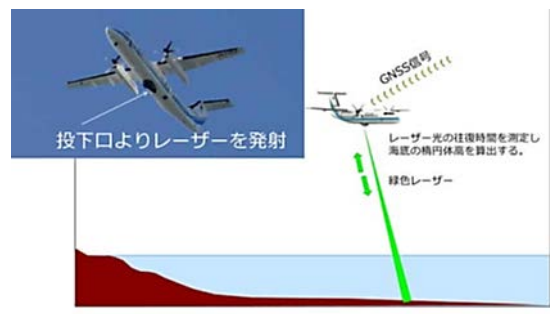


図1 航空レーザー測量

3. マルチビーム測量

マルチビーム測量は、図2の左図で分かるように船から海底に向けて、扇形に音波を発射して、広く海底地形を調査する機器です。

右の図は、マルチビーム測量で得られたデータから作られたものです。この図は、海底を真上から見えています。緑色の物体は、沈没した船で長さは約5mです。マルチビーム測量を行うと、海底にある沈没船などが良くわかります。

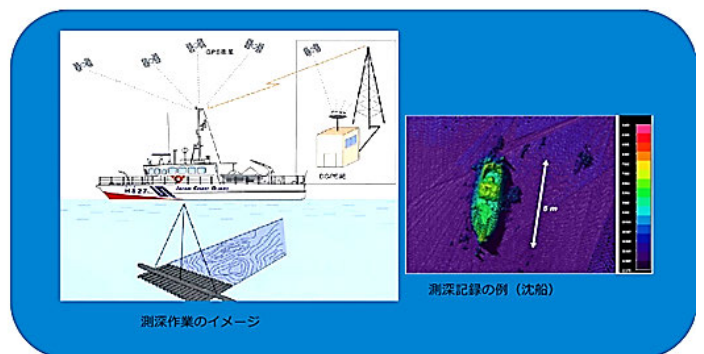


図2 マルチビーム測量

第八管区海上保安本部海洋情報部が行ったマルチビーム測量で得られた成果をご覧ください。(図3)

これは、宮津湾です。

青色の濃いほうが水深の深い海域で、赤色の濃いほうが水深の浅い海域です。宮津湾の海底地形が良くわかると思います。

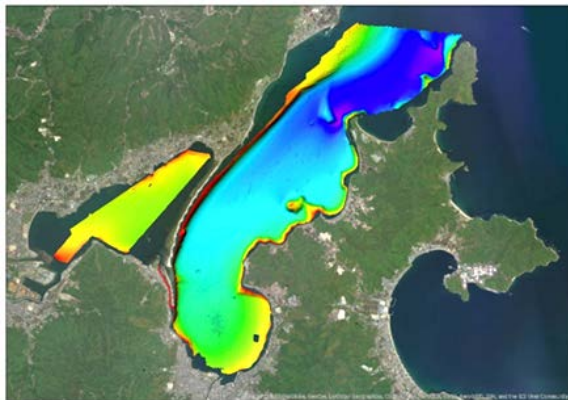


図3 宮津湾

ここまで、海洋情報部が行っているいろいろな海洋調査をご紹介します。

海洋情報部は、わが国の海洋調査を担ってきたと考えています。政府では、海上保安庁体制強化に関する関係閣僚会議決定がありました。尖閣領海警備体制の強化はじめとする5本柱が策定され、その一つに海洋調査体制の強化が盛り込まれました。それは、わが国の海洋権益を守るために海洋情報部が海洋調査体制を整備し、調査能力の向上努めることです。

しかし、課題もあります。

海洋調査は、測量船や航空機などで行います。それには、多くの人間が必要です。そして、測量船、航空機を動かす、経費、時間が必要です。海洋調査の強化が叫ばれていても人と、お金には限りがあります。

そこで、新たな調査方法、自動化、省力化、省エネルギー化が可能な調査方法を模索した結果、海洋情報部では、自律型の観測機器を導入しました。「ASV 自律型ボート」、「A0V

自律型海洋観測装置」、「AUV 自律型潜水調査機器」です。この三つとも自らがコントロールして調査を行う機器です。この中で八管区が運用しているA0Vについて、概要、調査の状況、調査の成果をご紹介します。

4. 自律型海洋観測装置—A0V—(図4)

A0Vの大きさですが、フロートの長さは、約3m、グライダーの大きさは、長さ2m、幅が1.4mです。A0Vの特徴として太陽光により調査機器、通信機器に使われる全ての電力の推進力は、波です。

通信は、衛星を介しています。衛星通信で、得られたデータを送信したり、A0Vの状況を陸上に送っています。陸上では、A0Vの状況監視、制御を行っています。

A0Vの安全装置です。他船接近時の自動回避、夜間ではライトが点灯し、衝突などを防いでいます。

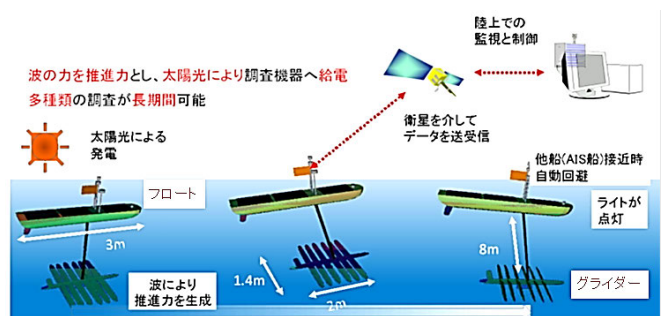


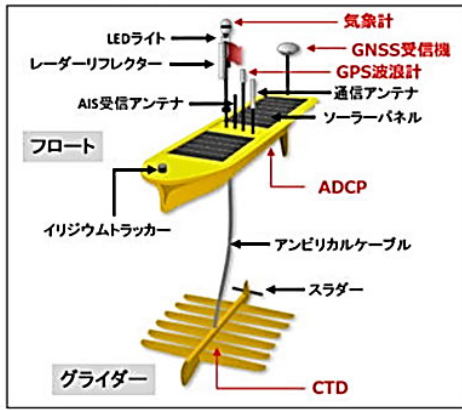
図4 A0V

(1) A0Vの機器について(図5)

先ほども言いましたが、黄色い部分がフロートです。下の部分がグライダーです。フロートとグライダーは長さ約8mのケーブルで繋がっています。赤い文字で書いてあるのが観測機器で、黒字で書いてあるのがそれ以外の機器です。グライダーには、CTDという塩分と温度のセンサーが装着されています。

フロートの下部には、(水中部分です) ADCPという海の流れの強さを計る機器が付いています。フロート上部は、ソーラーパネルや通信機器のアンテナが備わっています。

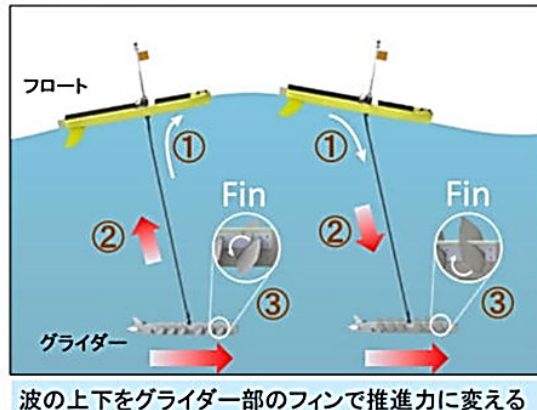
■ 構成機器



当庁のAOV構成品

3 0 2 6 4 0

■ 推進原理



波の上下をグライダー部のフィンで推進力に変える

推進原理

図5 AOV機器

右の図は、AOVが波の力で動く原理です。波が上げる時には、フロートが上がり、グライダーが上に引っ張られ、フィンが上向きの角度になります。波が下がる時には、フロートが下がり、グライダーが下に沈み、フィンが下向きの角度になります。この動きで、推進力を得ています。簡単に言うと波の上下運動を横方向の推進力に変えているわけです。

(2) 第八管区海上保安本部の

AOVの観測状況

当本部では、平成28年度から隠岐諸島周辺で観測を行っています。30年度は5月末から隠岐諸島東方海域、7月末から西方海域にて観測を開始しました。

整備のため、9月末に機器交換を行いました。東方海域では5月31日から11月8日までの連続161日間の観測を実施。西方海域では、機器交換を挟みながら、継続して1年間の連続観測を行う予定です。

そうすると日本海側で初の冬季連続観測を実施することになります。これは、私たちは大きなチャレンジと捉えています。

(3) 今回調査のAOVの航跡 (図6)

東側AOVの総航行距離は、6,390kmで、この距離は、東京からハワイまでの距離とほぼ同じです。西側AOVの総航行距離は、4,376

kmで、東京からバンコクまでの距離とほぼ同じです。この様に、二つのAOVは、長い距離を航行しています。また、東側のAOVが大きく調査海域から外れた航跡がありますが、これは、非常に強い流れが発生したためです。AOVの推進力では、どうしてもなくなり、観測海域から85km離れたところまで流されました。AOVは、流れの弱いところを航行しながら、二週間かけて無事に観測海域に戻ってくる事が出来ました。思わず、「ごくろうさま」の声がでてしまいました。

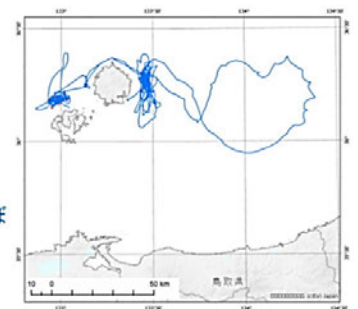
■ AOVの航跡

平成30年度(11月8日回収時まで)

東方海域 総航行距離 6390km
東京からハワイ6500kmとほぼ同じ

西方海域 総航行距離 4376km
東京からバンコク(タイ)4614kmとほぼ同じ

1日平均約40kmの自律航行



今年度の航跡

図6 AOVの航跡

2017年10月に発生し、超大型で非常に強い勢力となった台風21号は強風域が非常に広く、各地に災害をもたらしました。AOVの観測海域も強風域となり、波風ともに強くな

り、AOV が観測した気圧も 10 月 23 日の早朝に 989 hpa まで急激に下がっています。このときには、急激に風、波ともに強くなっていますので、観測データの例として紹介します。

台風 21 号接近時に AOV が観測した風向・風速の時系列を表したものです。(図 7)

風向・風速について、緑色の丸は平均風速を、紫色の丸は瞬間最大風速を表しています。矢印の方向は風が流れていく方向を表しており、下向きの矢印が北を表します。30 分間の平均風速は 10 月 23 日の未明に連続して 18m/s を観測しており、5 秒移動平均の瞬間最大風速は 51m/s を観測しています。

波高は、平均風速のピークから約 3 時間遅れた 10 月 23 日の 3:30 にピークの 8m を計測しています。24 時間で 4.7m も上昇しており、

船舶が逃げ遅れた場合には事故に繋がる恐れがでてきます。(図 8)

台風通過に伴う海流の変化も観測しました。本年(2018 年)の台風 19 号通過時です。通常だこの海域は、1 ノット、時速約 2km 以下の流れが殆どですが、このときは、2.1 ノット、時速約 4 km を観測しました。風、雨だけではなくいろいろな影響があることがわかりました。(図 9)

AOV の観測では、このような、貴重なデータを取得し手いることから、第八管区海上保安本部では、引き続き AOV による海洋観測を推進し、多くの皆様にデータが提供できるようにしていきたいと思ひます。

■ 台風 21 号(2017)接近時の風

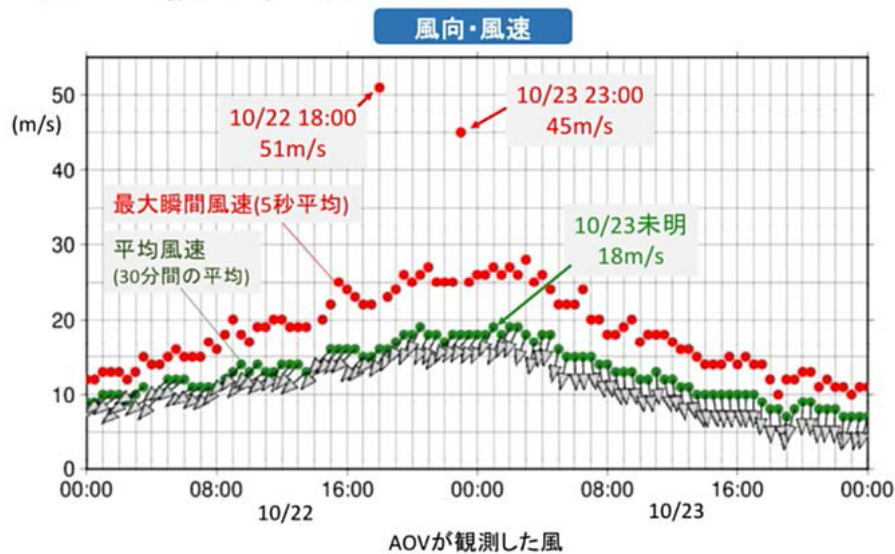


図 7 台風 21 号接近時の風

■ 台風21号(2017)接近時の波

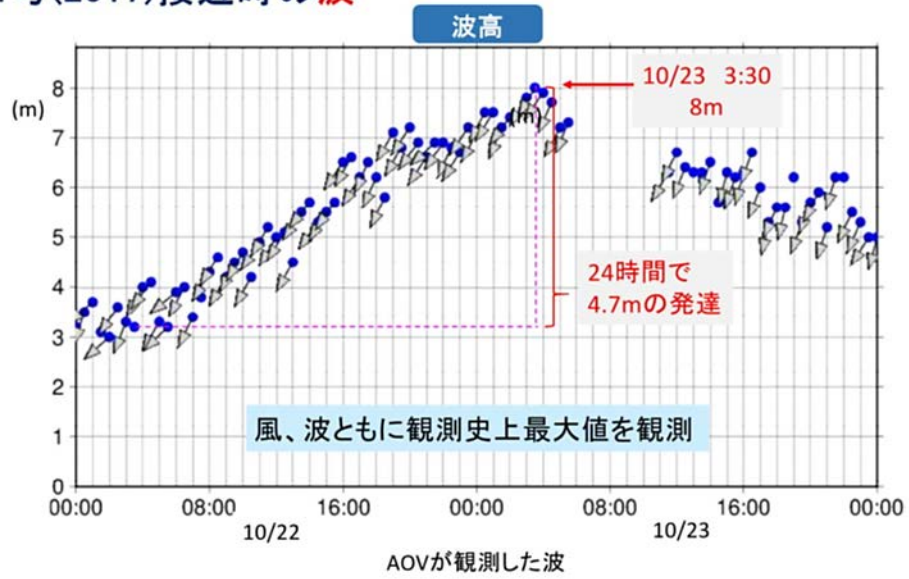


図8 台風21号接近時の波

■ 台風19号(2018)接近時の海流

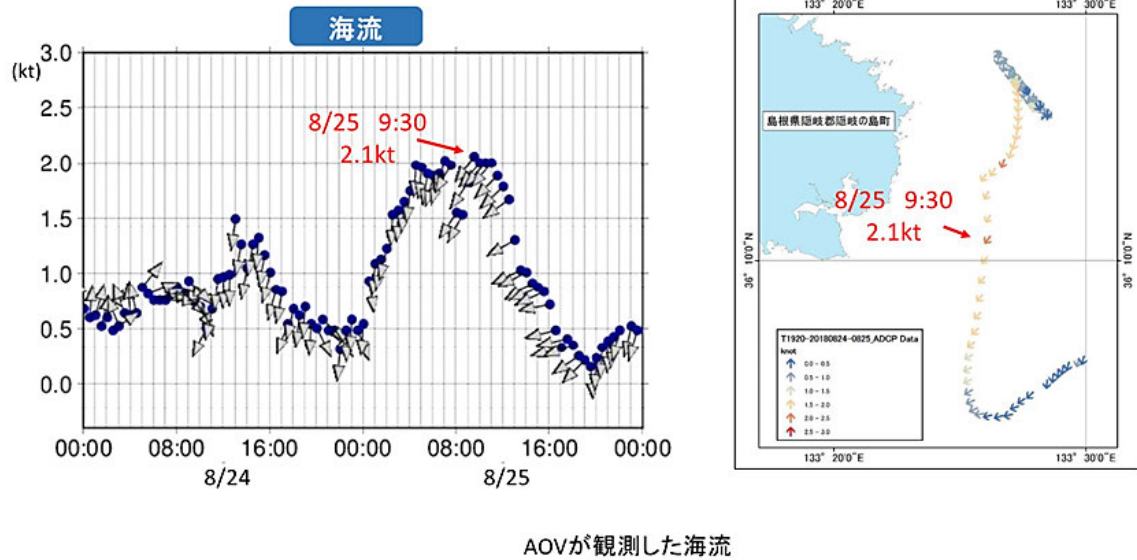


図9 台風接近時の海流

中国の地図を作ったひとびと《12》

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》禹 | 181号 中国の地図を作ったひとびと《2》張衡 |
| 182号 中国の地図を作ったひとびと《3》劉徽 | 183号 中国の地図を作ったひとびと《4》裴秀 |
| 184号 中国の地図を作ったひとびと《5》酈道元 | 185号 中国の地図を作ったひとびと《6》祖冲之 |
| 186号 中国の地図を作ったひとびと《7》僧一行 | 187号 中国の地図を作ったひとびと《8》竇叔蒙 |
| 188号 中国の地図を作ったひとびと《9》賈耽 | 189号 中国の地図を作ったひとびと《10》李淳風 |
| 190号 中国の地図を作ったひとびと《11》沈括 | |

12. 朱思本

(1) 幼・青年期

朱思本^{しゆしほん} (1237－1337) は江西省臨川の人で、南宋の咸淳9年(1237)に生まれ、字を本初といい貞一と号した。祖父は科挙に受かると官に仕え、淮陰^{わいいん} 県令に任じられた。父は仕官していない。そのためか、元代になると家は落ちぶれてきた。朱思本が生まれて間もない至元12年末(1275)、首都臨安(現在の杭州)は元軍に攻占されて、南宋は滅びた。朱思本の家は新しい元朝政府には否定的で、従わない態度をとった。朱思本一家は龍罩^{りゅうとう}に移り、長輩^{ちやうはい}們一家に厄介になった。長輩們は隱棲して、名利を得るのを軽蔑していた。幼年の朱思本は、その影響を強く受けたようである。

朱思本は元時代の著名な地理学者であり、地図学者であった。幼いころから地理の書籍を読むのを好み、中国の山川や古代九州(当時の中国全土)の地勢分布などを熟知していた。14歳にも満たないころ、江西省溪県西南の龍虎山に入って道教を学んだ。龍虎山は道教正一教一もとは五斗米道と呼んだ一の発祥の地で、4代の張天師(五斗米道の創始者張陵の子孫に対する尊称)がこの山に伝教場を置いた時から、道教の中心となった。元の平江南の時、36代天師・張宗演^{ちやうそうえん} (1244－1291)



写真1 朱思本像(中国測繪史による)

が入観に応じ、元の世祖フビライの命により、江南道教の首領となった。その弟子の張留孫^{ちやうりゅうそん} (1248－1322) という真人(道教の道を体得した人)に道学を学び、30歳のころ至元24年(1287)には張留孫の弟子である玄教大宗師・吳全節^{ごぜんせつ}に道学を学ぶために大都(今の北京)に赴いた。

(2) 青年・壮年期の各地遍歴

朱思本は20年の長きにわたって中国各地を遍歴した。地方をたびたび訪れては、ひそかに輿地図を編集・作成し続けた。そのこと

を《輿地図・自序》の中で触れている。この間、彼の主要な遍歴の過程は次の2段階に分けられる。

第1段階は、大徳3年(1299)から龍虎山を離れて北上し、“会稽^{かいけい}に上り、洞庭に浮かび、荊襄^{けいじょう}を縦遊し、淮・四^{わい}を流覽し、韓・魏・齊・魯の城外を遍歴し、燕・趙に轍^{てつ}を結び(車で訪れること)、そこで初めて京の都に落ち着いた”という時期である。

第2段階は至次4年(1311)から延祐7年(1320)までで、“天子の命に従って嵩山^{そうざん}に天を祀り、南に至っては桐柏、さらに南に至っては祝融^{しゅくゆう}(地名)を経て海に至った”期間である。この20年間、大都に一時入ったほか、彼は今の華北・華中・中南地域に足跡を残し、まさに“跋歩数千里間”の周遊をなした。

第1段階の龍虎山から出発して北上し大都に戻るまでの間には深山に久しく居住し、群衆の道士からは離れて本当の現状社会に直接接触して、“人生休戚、時政得失”(人生の有利な境遇や時政の好い点悪い点)を理解し、世間の実態を知りはじめた時期であった。大徳年間(1297-1307)、江浙一帯は常にひどい洪水に見舞われ、被災住民は住むところをなくし、死者の数は計り知れなかった。朱思本は災害を受けた住民の惨状を目にし、“良田は大洪水に没し、人々は魚や亀などを生で食べている。壮健なものは流されてしまい、年寄りや病者は溝に転落して没してしまった”と、《廟山九月》の中で描写している。《東吳行》の中には“今年、東吳は津波にあつて、太湖には百尺の高波が押し寄せ、夏から秋の間ずっと陰気極まりなく、10月にも風雨が陰気に地面をたたき、吳江・浙水はもとのようには復旧できない。(中略)。大洪水は十六州にわたり、良田は蛟^{みづち}や龍がのたうち回ったような茫漠たる原野に変わってしまった”。洪水の氾濫が大衆に多大な労苦をもたらし、生命を奪い去り、“死者は10人に7、8人、生存者の多くは落ちぶれた”。“死体の流下は日夜にわたり、

水気は生臭いにおいがする”(《御河》)。洪水の後、揚州一帯では旱^{ひでり}が発生し、蝗^{いなご}の被害と疫病が発生した。彼は《広陵行》の中で“去年の春は早続きで、雷がなくて雨も降らず、稲の種をまく人々の心をくじいた；夏や秋の太陽は火のように暑く、かつては万里も続いた良田は、草の生い茂る処となってしまった”などと書き記している。

朱思本は江浙の大洪水や揚州の旱害・蝗害などの中で、封建的な地方官僚の残暴^{ざんぼう}(残酷で乱暴なこと)と統治の不十分さを悟った。彼は《御河》のなかで、“守令(郡守と県令)は豹や虎のようにやりたい放題だし、里村はどこも蝗^{いなご}の被害を受けている”と述べている。このように朱思本は中国各地を周遊して、民衆の受けた自然災害の悲惨さや、地方官僚たちの無能さと残暴や統治の不十分さなどをつぶさに見て、その実態を各種の文書に数多く残している。

(3) 呉全節の助手としての周遊に伴う 地理実地調査

大徳11年(1307)、玄教の師を授けられた呉全節の助手となった朱思本は、彼を助けて江南道教の統制・管理にあたった。その間、皇帝の代理として祭祀を執り行う奉詔を受けて中国伝統の五嶽四瀆^{ごがくしとく}¹などの名山・大川を訪れては、各地を周遊する若いころからの願望が実現して、地理や郡邑の沿革を考察・研究しては、河川や山の名称を現状と照合して訂正する機会を得た。元の成宗・鉄穆耳^{てつむじ}(6代皇帝：治世1295-1307)の死後、武宗(治世1308-1311)が後を継いだ。至大3年(1310)の春、武宗はとくに李孟^{りもう}(1265-1321)²に布衣を授けて(官位を授けること)中書平章政事に任じ、賢い大学士を集めては政院事に当らせた。当時、朱思本の詩作はす

¹五嶽：道教の聖地とされる五名山で、泰山(東岳)・衡山(南岳)・嵩山(中岳)・華山(西岳)・恒山(北岳)、四瀆：中国の4大河川(黄河・長江・淮水・濟水)。

²元代中葉の政治家で、唐皇室の後裔である。字を道復・秋谷と号した。

でに大都の知識階級中に知れわたっていて、その才能は李孟にも聞こえるところとなった。次の年(1311)、武宗がなくなり、その弟の仁宗(治世1312-1320)からも李孟は中書平章政事を拝命した。李孟は人材を用いることにかけては第1級の注目すべき政治家で、朱思本の才能・学力を賞賛し、彼に仕官するように勧めた。しかし、彼はその提案を、故事を引いて婉曲に断った。幼い頃の長輩們の影響であろうか。そのあたりの事情は《朱思本初北行稿序》の中で詳しく述べられている。

至大4年(1311)に仕官の勧めを断った後、なお10年の長きにわたって現地調査と考察活動をつづけた。彼は天子の代理として名山や大川の祀祭のために各地の周遊と同時に、中朝大夫という諸藩府の当時の実情を調査し、多くの人の言葉を広く採用して現状の地図を作成する任務を負った。このために彼は実地調査によって地形や地理条件など直接観察し、先人作成の資料を十分考察することを重視した。

実地調査中に先人の図籍を発見しては、“そこにある多くの誤りや現状との乖離^{かいり}を明らかにし”、それによって“正しい図の在り方を考えた”と《輿地図・自序》に記している。彼は張衡^{ちやうへい}(78-139)や裴秀^{はいしやう}(223-271)以来の地図作成の伝統である計里画方^{けいりわほう}を継承・発展させた。10年間(1311-1320)、計里画方により地図作成技術を発展させた方法で、唐・宋以来の地理学の成果を総まとめして、これに多くの現存資料を加味して《輿地図》を作成したのである。これは漢代以来集積されていた地理学的な成果の総まとめと当時の資料、それに朱思本自身が後述するような綿密な実地調査した結果とを総合した成果なのである。

こうした10年間の地道な努力の末に長さ・幅とも7尺の《輿地図》は完成したのである。完成後に龍虎山の上清宮に図碑刻されたが、もはや亡失している。

(4) 朱思本の地図作成の思想

—実地調査と考察重視—

朱思本は計里画方にもとづいて《輿地図》を編纂した。その際の編図は厳密で、信用できる資料だけを使った。滏陽^{ふやう}(今の河北省磁県)・安陸^{あんりく}(今の湖北省安陸)にある石刻図《禹跡図》(3種類ある)や後漢の《建安混一合郡邑図》、唐の《通典》・《元和郡県図史》、北魏の酈道元が注をつけた《水経注》やその原典である《水経》、宋の《元豊九域志》、元の《大元一統志》などの図籍を、仔細に研究・考証した。域外地域に関しては、全国各地を歩きまわる機会を利用して、“諸藩府の実情や多くの人の言葉を広く採用して、地図作成は実地調査による地形に従った”とある³。

彼は《輿地図・自序》の中で、ある一つの土地に到着するたびに“古い道を尋ね、郡邑(街や村)の沿革を調べ、山河の名実を調べ、滏陽^{ふやう}(今の河北省磁県)と安陸^{あんりく}(今の湖南省安陸)の石刻図の《禹跡図》・樵川(今の福建省邵武市)にある後漢の《建安混一合郡邑図》を調べた”。彼の考察は厳格な科学的な実践にもとづくもので、まず“訊^{しん}”すなわち、その土地に詳しい古老に聞いて古跡や口碑を訊ね、次に、“尋^{しん}”、“つまり遺跡や遺址を探してその由来を尋ね、三番目にそれらにもとづいて“考^{こう}”、すなわち郡邑の沿革をじっくり考察し、四番目に“核^{かく}”、“すなわち現在の実際の河流・山川の名に誤りはないかを厳しく調べ、五番目に“驗^{げん}”、すなわち自分の考察にもとづき古地図に載っているものと現状と合致するかどうかを検証した。このように彼は科学的な結論を得るために、倦まずたゆまない精神をもって地図作りを実行し、実地調査・考察を通して前人たちの図籍を発見しては、“そこに多くの誤りや現状との乖離があるのを明らかにし、”それをさらに一歩進めて、“新しい地図作成方法と正しい地図の在り方”を考察した。

³ 羅洪先著の《広輿図》の巻首所載の《輿地図・自序》による

(5) 広範な地理学関係の研究成果の吸収

朱思本は、先人たちの著作のなかの価値のある成果をことごとく吸収した。《輿地図・自序》の中で彼は、地理的著作の《水系注》や《通典》・《元和郡県志》・《元豊九域志》などを参考にしたことを挙げている。とくに当時編纂された、《大元一統志》⁴の編纂は価値の高いものであった。この書ははじめ札馬魯丁・虞応龍らが至元31年(1294)775巻に編集した。その後、李蘭兮・岳鉉による新編の《雲南図志》・《甘肅図志》・《遼陽図志》などの新しい資料を増補し、大徳7年(1303)に本になったもので、約1300巻からなる貴重な資料である。この資料を対照して調べ、江以南の各行省の大半を《輿地勝記》と宋・元の旧志に取材し、長江以北の大半は《元和郡県志》や《太平実字記》と金・元の旧志、雲南・甘肅・遼東の新志(新しい地方誌)に取材した。《大元一統志》は、当時の地理学の最新成果の一部と全国性の地方誌に基づく優れた書物である。朱思本はすでに中朝大夫の命を受けていて、地方の地図を作るために、諸藩府の所有する地理資料や地方事務所の文書・書類を随時自由に見ることができた。当然、新しく編纂された《大元一統志》を利用することもできた。このような条件のもと、《輿地図》の作成はさらに充実した基礎を具備するようになったのである。

朱思本は漢文資料の収集は不満足であり、チベット文献等少数民族の地理著作にも注意を払った。例えば、清流をなす黄河の河源の状況やその流向・里程などについては、八里吉思家得帝師⁵所蔵の中国語に訳された梵字図書や(潘)昂霄が著した《河源志》・《元史・地理志》などにも目を向けている。彼が訳したチベット文図書に基づく河源についての記

載は、《元史・地理志》の中に部分的に収録されており、黄河の河源地・火敦腦儿^{フオドロンナール}から漢の地に至るまで、かなり詳しく記載されているのは、黄河上流の地についての貴重な資料である。このことから朱思本は、チベット文の翻訳家としてもよく知られていた。

《輿地図》は真に信用できる地図であった。朱思本は辺境の地図資料の採用に際しては特に細心の注意を払ったからである。彼は“もし漲海(南海のこと)の東南や沙漠の西北などの諸藩は元朝に朝貢はしていても、はるかに遠方であるため稀に中国に逆らうことがあるし、中国に従うと約束したものが誰であるかはわからなくなっていて、文書も信用できない。このため、このたぐいのことは、当面は省くことにした”と記している。つまり彼は、資料は厳格なものでなくてはならないという態度であり、正確さを欠く信用のおけない資料が少しでもあったら、それらについては説明を付したのである。《輿地図》がかなり正確な地図であるのは、彼が資料収集面で力を惜しまなかった結果であることがよくわかる。

(6) “計里画方”による地図作成の重視

地図の方眼法(方格法)による表示は後漢の張衡に始まるが、地図作成方法の理論化は、魏晋時代に始まる。つまり、地理学者・裴秀が創造した“制図六体”の方法がそうである。すなわち具体的には、地図は必ず“分率(縮尺)”、“准望(方位)”、“道理(実際の里数)”、“高下”、“方邪”、“迂直”(すなわち地貌地形と実際の里数との関係)を備えたものでなければならないという理論である。裴秀自身が作成した《禹貢地域図》は、“1分が10里、1寸が100里、山や都市や邑の名が載っている。《北堂書録》巻96には“王者は可不下堂而知四方”(王者一力のある者一は、堂舎を出て周辺地域を自分でつぶさに見て知る者である)とある。“計里画方”は裴秀が地図作成方法を理論化したものである。この方法は唐

⁴元のフビライに至元22年(1285)、札馬魯丁が全国の地理図志を編纂することを建議し実施された。

⁵八里吉思: 鉄木迭児の息子で元世祖フビライや元成宗・元仁宗・元英宗などに仕えた大臣。帝師はチベットからきた元の皇帝の宗教上の先生のこと。

の貞元年間(785－805)には賈耽(730 - 805)が継承して再度新しい方法を提唱した。朱思本は《輿地図・自序》の中で、北宋時代の偽齊の阜昌7年(1136)4月と刻されている《禹跡図》を参考に持ち出している。図中の唐代の地名と地図の描画状況から判断して、賈耽が作成した《海内華夷図》のなかの禹貢九州部分の図示は、計里画方を用いて“每分折地百里”としている。

このように魏晋の裴秀以降も、計里画方は中断してはいなかったのである。朱思本は裴秀や賈耽の基礎の上に、彼独自の地図作成方法を積み重ねている。このため《輿地図》は前時代のものよりさらに精細に表現され、図上の山川湖泊や城鎮区域の注記は大幅に増加していて、この地図が計里画方の精度の要求がさらに高くなったことを示している。計里画方は朱思本の方法を経て、元・明両時代になってまた盛んになり始めたのである。

明末になって、イタリアの宣教師マテオ・リッチが西方の地図作成手法を中国に伝えられると、それまでの計里画方に代わってより科学的な経緯度表示法が、次第に取り入れられるようになっていった。

(7) こうしてなった《輿地図》の原本

《輿地図》の内容は非常に豊富で、それまでの国内国土と城外地域、既存の伝統的な陸部と海部の地図を含む内容となっている。《輿地図》の原本(図2)は亡失したが、その模本や石刻した《輿地図》を改版・増補して作成した明の羅洪先(1504－1564)の《広輿図》から、その概要を知ることができる。

朱思本の自序によると、《輿地図》はそれまでに作成された各種の小さな地図を総合して、1幅の大きな地図に編集したものである。明代になって羅洪先がこの地図を転写・複製して《広輿図》を作成するのに、朱思本の計里画方による方眼が効果的に利用できたと記している。《広輿図》の中にある《黄河図》や《漕河図》・《海運図》等の内容から見て、朱思本

はすでに元代に行われた測量と地図作成の新しい成果を《輿地図》に採用していたことが分かる。元代に実地に調査・計測した《河源図》(黄河の源流を探るために都実や闕闕出などが作成した黄河源流部の地図)、郭守敬が調査していた黄河図や“四海験測”(郭守敬が提唱して全土で実施された経緯度観測)で得られた経緯度の計測結果や南北大運河と海域の資料など、いずれも《輿地図》に反映されていたのである。

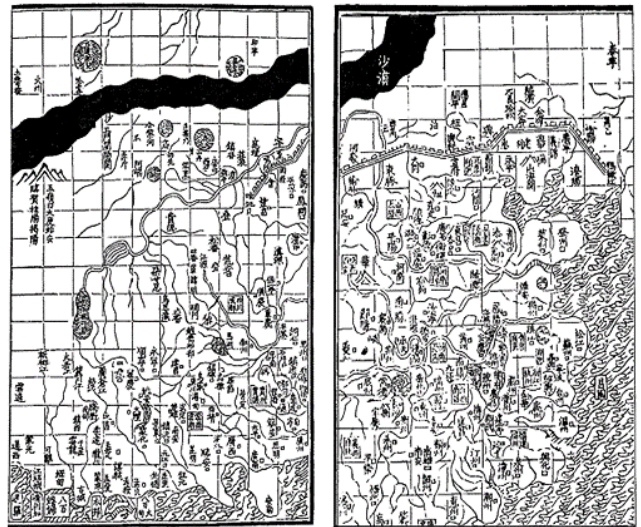


図2 朱思本の《輿地図》の総図
(羅洪先の《広輿図》に転載されていたもの)

(8) アフリカを最初に正しい向きに描いた朱思本

英国のジョセフ・ニーダム(Joseph Needham:1900-1995)博士⁶は、朱思本の《輿地図》を極めて高く評価しており、“14世紀の欧州やアラブの地図では、常にアフリカの先端は東を向いて描かれており、15世紀になってやっとその間違いが正されたのである。1555年に印刷・刊行された中国地図集(羅洪先の《広輿図》)によって、アフリカの先端は南に向いていることが示され、さらに、そのほかの証拠にもとづくその説明がなされたのだ。これに対し、朱思本は早くも1315年

⁶イギリスの生化学者で科学史家。《中国の科学と文明》を明らかにして、世に広く知らしめたことで有名

には、すでにアフリカ大陸が全体として南に伸びていることを地図上に描いているのである”と述べている。

以上のように、《輿地図》は広範な資料収集とそれらの慎重な取捨選択、現地での実地調査の重視、さらには計里画方による地図作成方法などによって、元代の地図の信頼性と正しさは非常に高いレベルに達した。ここにおいて唐・宋以来の地図作成技術はさらに新しい高峰へと到達し、それらをふまえたうえで、**朱思本の地図作成体系**が確立されたのである。その成果は、明の**羅洪先**や**陳祖綬**などの著名な地図学者に強い影響を与え、ここに計里画方や制図六体にもとづく中国の伝統な地図作成手法は成熟の段階へと上り詰めたのである。

(9) 海運情報の付記

《広輿図》“占驗篇”(巻2)所収の海況に関することわざは豊富で、天候の読み方・雲による予報・風の読み方、太陽の見方・虹の見方・雷の見方・海で航海する人が当然知っておかねばならない事項など、昔から江南沿岸海域の漁民や舟子たちに代々伝承されてきた海の天候を占うことわざが、すべて“占驗篇”の中に収録されていて、航海に大変便利にできている。“明代に安全確保のために広く利用されていた《風角書》などには、これらはみな**朱思本**の《輿地図》にある“占驗篇”に基づくもので、的を射たものとして挙げられている⁷。**朱思本**は実地調査に基づく多くの江河図を作成し、さらに、当時の盛んになった海運業に實際上必要な海図をも作成しているのである。

(10) 明代まであった《輿地図》の石刻図

《輿地図》の原図は**朱思本**が至大4年から延祐7年(1311-1320)の間に作成したものとされている(2002)。図2は《輿地図》の総図(中国全土の索引図)でこれは、1555年ころに刊行された**羅洪先**の《広輿図》に掲載

されたもので、その序文には“**朱思本**の地図は方眼(計里画方)によって距離を測る方法で作られており、したがって実際の地理的状況は信頼するに足りる”記されている。

朱思本がこうして作成した計里画方に基づく地図(図2)を石碑に刻んだものが、延祐7年(1320)に建てられた。ところが、長さ・幅とも7尺と図面が大きいので、印刷(雕版印刷)するのに大変不便であった。そこで、明の世宗・**朱厚徳**の嘉清20年(1541)になって、**羅洪先**が《広輿図》を増訂・改作したのち、やっと嘉清34年(1555)に印刷・刊行された(図3)。当初200年余りの間は《輿地図》は、ずっと模本と前記石碑に刻まれたものの拓本の形で流布していた。《広輿図・自序》には、この地図は江西省貴敬県上清鎮の三華院の石碑に刻まれていたものだと説明されている。その**朱思本**の原図を刻んだ石碑は亡失したが、ある説によると“1715年にはまだ1幅の石刻図があったが、現在見るものは、その地図の原図ではない”とされる⁸。

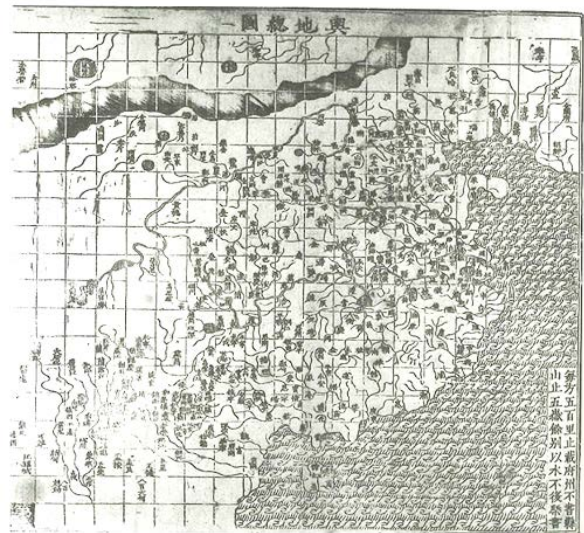


図3 **羅洪先**の《広輿図》の総図
方眼辺長は1.8 cm (500里 : 縮尺は1/5500 : **朱思本**の図より正確さが増しているのがわかる)

⁷劉昭民《中華氣象史》、《中国古代海洋学史》などによる。

⁸ジョセフ・ニーダム : 《中国の科学と文明》第5巻

(11) 晩年

なお、**朱思本**は、地図学だけでなく、《貞一齊詩文稿》2巻という詩集を残した詩文家の一面も持っていた。

至治2年(1322)、**朱思本**は大都(北京)を離れ江西の玉隆宮に行った。このとき**呉全節**はすでに玄教大宗師の継承者であった。泰定年間(1324 - 1328)、**呉全節**は**朱思本**を召して大都に入り自分の後継者にしたいと思ったが、**朱思本**は依然として道官の高位を求める意思はなく、数年後、再び江西の玉隆宮に帰ってそこで隠居生活を送り、元の順帝の元統～至元年間に病没している。

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) 喻滄・廖克 編著：中国地図学史 測繪出版社 2010 (中国語)
- 3) ジョセフ・ニーダム(東畑精一ほか日本語監修)：中国の科学と文明 第1～第11 思索社 1991
- 4) ロバート・テンプル(牛山輝代訳)：図説 中国の科学と文明 河出書房新社 1992
- 5) 中国のインターネット“百度” (中国語)



☆ 健康百話（68） ☆

—症状から病気へ②うつ状態（うつ病）—

若葉台診療所 加行 尚

1 はじめに

このストレスの多い現代社会において、平成26年6月25日に労働安全衛生法の一部が改正され、労働者50人以上の事業所においては、ストレスチェックと面接指導の実施等を事業所に義務付ける制度が創設され、平成27年12月1日より施行されました。私はある事業所の産業医をしています、ストレス社会の現実を身に染みて感じています。

さて、個人の性格や環境、遺伝、ストレスなどが関与しているといわれています「うつ状態」（うつ病）は、障害有病率が約7%で年間患者数が100万人を超えるという高い有病率で、現在年間約2万5千人にも上る自殺との関連もあり、その社会的コストは年間3兆円を超えており、患者さん自身だけでなく、その家族や社会にも大きな負荷を与える消耗性の疾患であると云われています。

数か月前には、成人の引き籠りの人に関する大変痛ましいニュースが日本中を駆け巡りました。今回は「うつ状態」（うつ病）について考えてみたいと思います。

2 定義・概念

「うつ状態」（うつ病）という名称は伝統的診断法の用語で、その定義は学派や地域、文化により若干のばらつきがあるそうです。それは「うつ状態」（うつ病）の診断の根拠になる明確な生物学的マーカーがまだ見つからないからだということです。そこで「うつ状態」（うつ病）は「抑うつエピソード」の存在により定義されます。即ち①抑うつ気分、

②興味・喜びの喪失、③体重(食欲)の減少または増加、④不眠または過眠、⑤焦燥・静止、⑥易疲労性・活力の減退などの身体症状、⑦無価値感・罪責感、⑧易疲労性・思考力・集中力の減退、⑨希死念慮・自殺企図等の精神症状で構成されます。これらの9項目の中①もしくは②の中核症状を必ず含む5項目が同時期に、ほぼ1日中かつ毎日存在し、2週間以上継続した場合を「抑うつエピソード」と呼ぶことになっています。

「うつ状態」（うつ病）の原因は多因子であると考えられており、個人の性格や環境、遺伝、ストレス等が関与しています。

3 症状

- 1) 今まで好きであった事に全く興味を感じなくなった。
- 2) 気分が落ち込む。
- 3) 疲れやすい。
- 4) お腹がすかない。
- 5) 眠れない。
- 6) 周囲に迷惑を掛けてしまっている。
- 7) イライラする。
- 8) 体が重い・痛い。(図1)

上記のように、うつ状態の愁訴や症状が彩にわたります。しかし表1に示しますように、他の身体疾患や現在服用している薬剤によることも有りますので、それらの鑑別が必要となります。その為にはさらに詳細な診察が必要となりますので、その際には主治医の先生にご協力下さいます様お願い申し上げます。

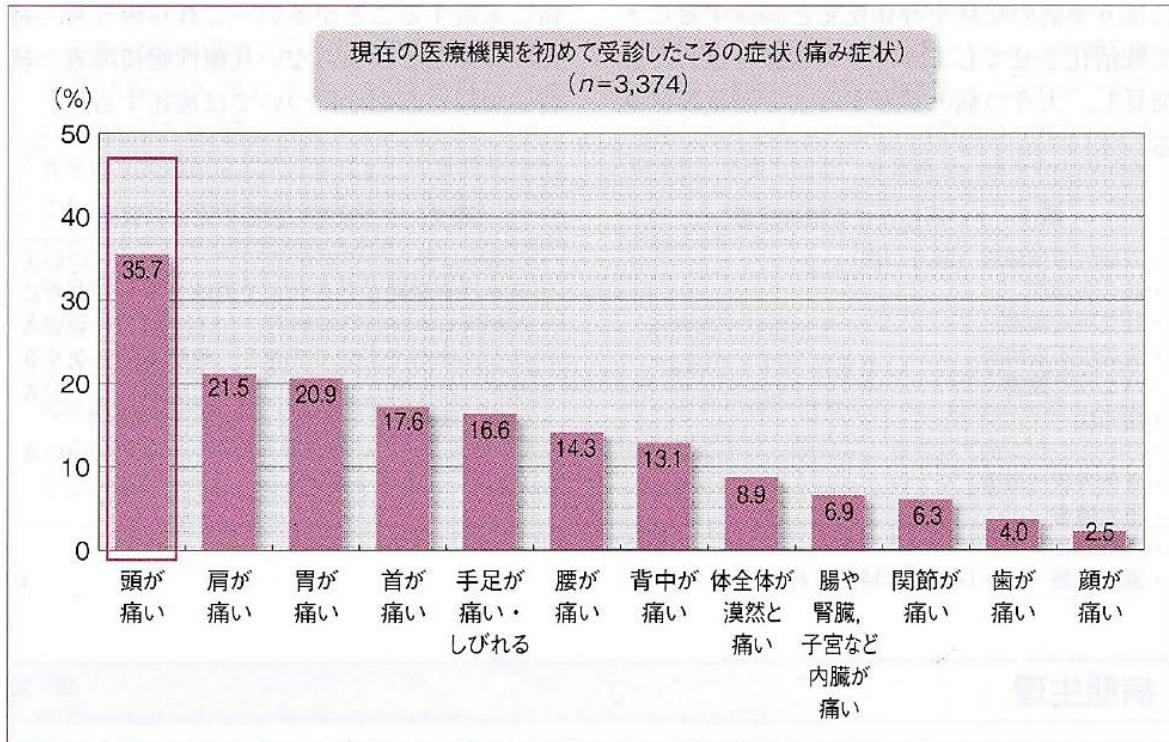


図1 うつ病患者が初診時に感じている痛み
(下寺信次監修：話してみよう。うつ痛み <http://utsu.ne.jp/itami/> より改変)
参考文献1) 216頁より

表1 気分障害(主として抑うつ状態)を引き起こしやすい一般身体疾患 (APA, 2004)
参考文献3) 358頁より

気分障害(主として抑うつ状態)を引き起こしやすい一般身体疾患	
脳血管障害・神経変性疾患	脳卒中, Parkinson病, Huntington病, 認知症
内分泌疾患	甲状腺機能亢進症または低下症, 副甲状腺機能亢進症または低下症
自己免疫疾患	全身性エリテマトーデス
癌	膀胱癌
気分障害を引き起こしやすい物質	
中毒・離脱	アルコール, アンフェタミン, コカイン, アヘン類, フェンシクリジン, 鎮静薬, 睡眠薬, 抗不安薬
治療に用いられる薬剤	麻酔薬, 鎮痛薬, 抗コリン薬, 抗てんかん薬, 降圧薬, 抗パーキンソン薬, 抗潰瘍薬, 強心薬, 経口避妊薬, 向精神薬(抗うつ薬, ベンゾジアゼピン, 抗精神病薬), 筋弛緩薬, ステロイド
同上(特に抑うつを引き起こしやすいもの)	大量のレセルピン, 副腎皮質ステロイド, 蛋白同化ステロイド, インターフェロン
重金属・毒物	ガソリンや塗料などの揮発性物質, 有機リン系殺虫剤, 神経ガス, 一酸化炭素, 二酸化炭素

(日本うつ病学会, 2013)

4 病態生理

脳内の神経伝達物質であるセロトニンやノルアドレナリンなどのコントロールがうまくいかなくなることが原因です。しかし不明な点も少なくありません。脳内レベルでは抑うつや意欲の低下、あるいは不眠などの症状がみられます。また脊髄レベルでもセロトニンのコントロールがうまくいかなくなることも多く、四肢の痛みを伴うことも見られます。

今回はいわゆる身体の症状とは違う、精神的な症状に触れましたが、何か気になるようなことが有りましたら、直ぐに主治医の先生に御相談下さい。

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) 日本医師会学術企画委員会(監) 上島国利、鴨下重彦(編)：症候から診断へ 第4集：日本医師会 2001
- 3) 泉孝英(編)：今日の診療のために ガイドライン 外来愛診療 2017「うつ病(加藤正樹)」日経メディカル開発、2017



海洋情報部コーナー

1. トピックスコーナー

(1) 「世界水路の日」記念展示の開催

(本庁 海洋情報部)

6月21日は「世界水路の日」です。同日は1921年(大正10年)に国際水路機関(IHO)が設立されたことを記念し、船舶交通の安全や海洋環境の取り組みにおける水路業務や水路技術の重要性を加盟国が広く一般に啓発するため、2005年(平成17年)の国連決議により定められました。

海上保安庁では、今年6月17日-21日に中央合同庁舎3号館(霞が関)、6月26日-8月30日に海洋情報資料館(青海)において、「世界水路の日」の記念展示を開催しました。本展示では、IHOが定めた今年の「世界水路の日」のテーマ「海を知るための海洋情報」にのっとり、さまざまな海洋情報を集約して地図上で重ね合わせて表示できる先進的な情報サービス「海洋状況表示システム(海しる)」、

来年就役予定の新造大型測量船「平洋」、海上保安庁の最新の海洋調査成果等を紹介しました。訪れた方からは詳細な展示内容の問い合わせがあるなど、水路業務に一層の関心を持っていただくことができました。



記念展示の様子
<海洋情報資料館(青海)>



記念展示の様子
<中央合同庁舎3号館(霞が関)>

記念展示は、本庁だけでなく、第四管区(名古屋市)、第六管区(広島市)、第七管区(北九州市)、第九管区(新潟市)、第十管区(鹿児島市)、第十一管区海上保安本部(那覇市)においても開催されました。

(2) 海德海山にカルデラ、中央火口丘及び溶岩流を発見

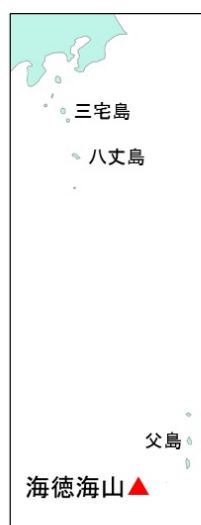
(本庁 海洋情報部)

海上保安庁は、東京の南約1,000kmにある「海德海山(1984年に噴火)」の調査を実施し、海底に広がるカルデラ、中央火口丘及び溶岩流などの火山地形をはじめ明らかにしました。

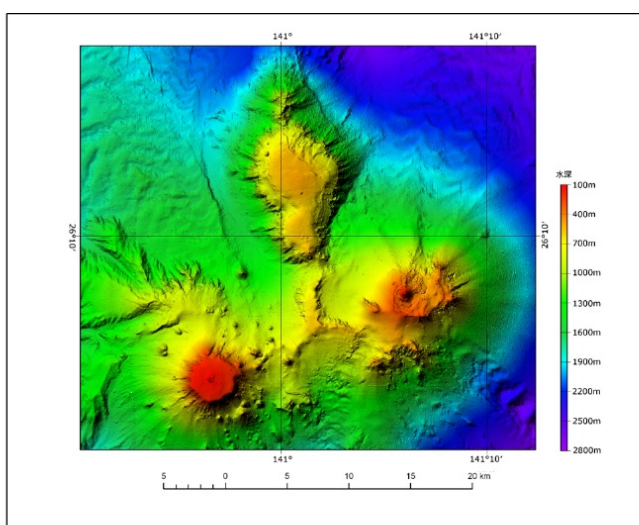
調査は平成28年5月に測量船「昭洋」により実施し、その結果、「海德海山」を構成する4箇所の高まりのうち、東側の高まり(東海德場)では、直径約3,000mの凹地形を取り囲むよう幾重にもカルデラが形成されていることを発見しました。また、そのカルデラの西側では中央火口丘がカルデラを埋めており、その北東側及び南側の裾野からは溶岩流が流れ出していたことも発見しました。

一方、西側の高まり(西海德場)では頂部が直径約3,000mの台地状の平坦な地形となっており、平坦部の中央には比高約50mの高まりがみられることなどを発見しました。

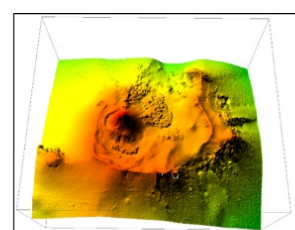
調査結果は、海上交通安全を確保するための基礎資料となるほか、同火山を研究する上でも非常に重要な資料となります。これらの、調査結果については6月28日に広報を行い、20社以上の報道機関のネットニュース等で取り上げられたほか、7月2日に開催された火山噴火予知連絡会において報告しました。



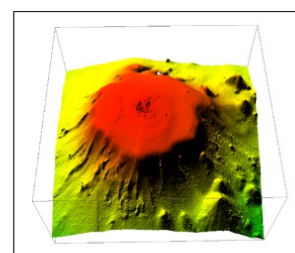
「海德海山」位置図



「海德海山」海底地形図



東側の高まり(東海德場)鳥瞰図



西側の高まり(西海德場)鳥瞰図

(3) ～知ろう・学ぼう・海のこと～

「夏休み 2019 宿題・自由研究大作戦」に出展

(第八管区 海洋情報部)

7月24日、25日の2日間、みやこめっせ(京都市)において小学生を対象とした「夏休み 2019 宿題・自由研究大作戦」が開催され、第八管区海上保安本部は海上保安庁ブースを出展しました。

これは、夏休みを迎えた小学生へ自由研究の題材を提供しようというもので、(一財)日本能率協会が主催し、今年は東京・京都・仙台の3箇所で開催、官公庁や民間企業が多数出展しました。

大盛況で、小学生に楽しく海のことを学び知ってもらう良い機会を提供することができました。



3D海底地形図を眺める小学生



賑わう海上保安庁ブース

当庁のテーマは「～知ろう・学ぼう・海のこと～」とし、イベントの一つとして「海の教室」を開催、その中で手作りの3Dメガネ(赤と青のセロハンを貼ったメガネ)で3D海底地形図を眺める「3Dメガネを作って海をのぞいてみよう!」を実施しました。参加した小学生の皆さんは、自分で作った3Dメガネで海底の地形が立体的に見えると「わあっ、すごい!」などと歓声を上げ、夢中で眺めていました。その他にも、海での安全に関する教室、測量船や巡視船のペーパークラフト配布など、どれも

梅雨明け直後で、最高気温が連日35度を超える猛暑日の中、2日間で約8千人の来場者となりました。

2. 国際水路コーナー

(1) 第11回地域間調整委員会 (IRCC11)

イタリア ジェノバ
海上保安庁 海洋情報部
令和元年 6月3日～5日

本年6月3日～5日にイタリアのジェノバにおいて、国際水路機関 (IHO) 第11回地域間調整委員会 (IRCC) が開催され、我が国から海上保安庁海洋情報部技術・国際課 中林国際業務室長及び齋藤調査技術運用調整官が出席しました。IRCCはIHOでの地域間活動の調整や人材育成等を所掌する委員会であり、世界に15ある地域水路委員会 (RHC) と地域間調整が必要な事項を扱う小委員会および作業部会が下部組織となっています。IRCCの参加者は主に各RHCの議長国及び下部組織の代表から構成され、今回、我が国はRHCの1つである東アジア水路委員会 (EAHC) の議長国として参加しました。

今次会合では、IRCC下部組織からの報告として、各地域水路委員会、世界航行警報小委

員会 (WWNWS)、能力開発小委員会 (CBSC)、世界電子海図データベース作業部会 (WENDWG)、海洋空間データ基盤作業部会 (MSDIWG)、クラウドソース測深作業部会 (CSBWG)、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 (IBSC)、大洋水深総図指導委員会 (GEBCO GC) 等の代表から活動状況について発表がありました。また活動報告以外にも、IHO戦略計画の見直し、災害対応に係るIHO決議の改正、地域水路委員会の設置に係るIHO決議の改正等について議論が行われました。

次回会合は、来年6月8日～10日にポーランドのグダニスクで開催される予定です。



第11回地域間調整委員会参加者

(2) 第4回航海用電子海図基準維持作業部会 (ENCWG4) および 第4回 S-101 プロジェクトチーム会合 (S-101PT4)

モナコ

海上保安庁 海洋情報部

令和元年6月10日～14日

モナコの国際水路機関(IHO)において、令和元年6月10日～12日に第4回航海用電子海図基準維持作業部会(ENCWG4)、6月13日～14日に第4回S-101プロジェクトチーム会合(S-101PT4)が開催されました。

ENCWGは、IHO水路業務基準委員会(HSSC)の下に設置された10ある作業部会の1つであり、航海用電子海図(ENC)の作製や表示等に関する国際基準について、議論と検討を行うことを目的として設置されたもので、議長は、英国海洋情報部(UKHO)のトーマス・メラ氏です。

また、S-101PTは、HSSCの作業部会の一つであるS-100作業部会(S-100WG)に設置されており、S-100に基づくENCの新たな仕様であるS-101について討議されています。

両会議はいずれもENCに関する話題を取り扱うことから、昨年度から同時期・同一場所で開催されており、今年度はあわせて21カ国、7組織から約50名が出席し、我が国からは、

海上保安庁海洋情報部技術・国際課海洋研究室の服部研究官および航海情報課の馬場海図編集官付が出席しました。

今回で4回目となるENCWGでは、S-57海図仕様におけるENCの作製方法や審査方法、ECDISでの表示等、ENCに関する様々な提案がなされ、それらについて多くの議論が行われました。本会議は、ENCに関する様々な議論を行うものであるため、各国水路機関のみならずECDISメーカーやソフトウェア会社、ENCの頒布を担う地域電子海図調整センター(RENC)であるPrimar及びIC-ENCなど多くの出席者によって、ENCの編集や審査、ECDIS表示、暗号化や頒布、次世代のS-100シリーズ等、幅広い視野を持って議論が行われました。今後も引き続き会議に出席をし、国内外の関係機関と積極的に意見交換を行っていきます。

また、S-101PTも同じく4回目の開催となり、昨年末に第1版が刊行されたS-101の改訂に関する議論や、S-57ENCからS-101ENCデ



ENCWG4 会議参加者集合写真

ータへ変換するソフトウェア（コンバータ）の開発状況の紹介など、S-101の実用化に向けた技術的な議論が行われました。

今回の両会議は、来年ニュージーランドで、今回と同様に連続して開催される予定です。

（3）東アジア水路委員会（EAHC）第8回水路業務専門委員会（CHC）

シンガポール
海上保安庁 海洋情報部
令和元年6月25日～28日

令和元年6月25日から28日にかけて、シンガポールにおいて、第10回研修センター理事会（TRDC-BOD）、第2回海洋空間データ基盤作業部会（MSDIWG）と共に、東アジア水路委員会（EAHC）第8回水路業務専門委員会（CHC）が開催されました。本会議は東アジア水路委員会の下に設置されている会議であり、年1回のペースで開催されています。

本会議には、EAHCの加盟国であるシンガポール、ブルネイ、中国、インドネシア、日本、マレーシア、フィリピン、韓国、タイのほか、オブザーバーとしてベトナムが出席しました。海洋情報部からは、MSDIWG副議長を務める木下航海情報課長の他、金田海洋情報渉外官、福島専門官、高橋海洋空間情報官、（一財）日本水路協会から伊藤技術アドバイザーが出席しました。

TRDCでは、今年度・来年度にEAHCで実施される人材育成プログラムの報告と将来計画、MSDIWGでは、各国の海洋空間データ基盤に関する活動報告が行われました。特にMSDIWGにおいて、日本による海洋状況表示システム「海しる」の紹介は、会議参加国の注目を集め、数多の質問を受けました。

CHCでは、南シナ海電子海図やS-100製品の検討や進捗の報告、TRDC及び東アジア地域電子海図調整センター（EA-RECC）からの活動について報告が行われたほか、日本からは、NAVAREA XI調整国として各国への協力要請やXPRIZEが開催した海底探査技術の国際競技におけるGEBCO-NF修了生チームの優勝報告が行われました。

次回CHCは2020年6-7月頃にベトナムで開催される予定です。



EAHC 第8回水路業務専門委員会参加者

(4) 米国海洋大気局(NOAA)-大洋水深総図(GEBCO)海図適正ワークショップ及び 第2回 NOAA 海図作製オープンハウス

米国 シルバースプリング
海上保安庁 海洋情報部
令和元年7月23日～26日

令和元年7月23日から25日にかけて、米国のシルバースプリングにおいて、米国海洋大気局(NOAA)-大洋水深総図(GEBCO)海図適正ワークショップが開催されました。

本ワークショップには、GEBCO 研修生として、アンゴラ、ケニア、マレーシア、モーリシャス、セントビンセント及びグレナディーン諸島、英国のほか、デンマーク、フランス、メキシコ、ナイジェリア、タイ、日本が参加しました。海洋情報部からは松本海図編集官が参加しました。

今回のワークショップでは、衛星画像推定水深、AIS による通航量、測量の方法・年代の3要素を基にして、現行海図の“Adequacy”(適正：その区域は現行のままでよいかどうか)を評価する手法について、講義とともにArcGISを用いた実習が行われました。この間、

NOAAの海図作製部門の見学も行われ、各セッションの担当者と話をする機会も設けられました。

また、同月26日には、海図作製オープンハウスが開催されました。

本オープンハウスは、NOAAが産官学の関係者を集め、講演やポスター展示等を通じて、活動報告・情報共有をするもので、ESRIやメリーランド州立大学等から発表がありました。

今回のワークショップとオープンハウスを通じて、海図に対する新しい手法や米国の海図作製現場を知る機会となったほか、GEBCO研修生ともコミュニケーションをとる良い機会となりました。



会議参加者

3. 水路図誌コーナー

令和元年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 (<https://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	発行日等
改版	W 1 1 8	宮津湾付近	20,000	全	2019/7/26
		(分図) 伊根港	10,000		
		(分図) 宮津港	10,000		
改版	W 1 1 6 7	舞鶴港	13,000	全	2019/8/9
改版	W 1 2 8 2	平良港	10,000	1/2	2019/8/23
改版	W 1 8 1	油津港及外浦港, 内海港付近		全	2019/9/13
		油津港及外浦港	18,000		
		内海港付近	20,000		

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	発行日等
新刊	5 入港	JP54SI9T	W1153 「本州北西岸北部諸分図 第2 : (分図) 粟島漁港」	15分	2019/8/23
		JP54TFJE	W1153 「本州北西岸北部諸分図 第2 : (分図) 飛島漁港」		
		JP54Q45H	W1092 「橋立漁港、塩屋港、富来漁港 : 橋立漁港」		
データ 追加	5 入港	JP54SS2E	W1153 「本州北西岸北部諸分図 第2 : 由良港」	15分	2019/8/23

データ追加とは、既刊セルの中に新たな海域のデータが追加されることを言います。

海の基本図

刊種	番 号	図 名	縮尺 1 :	図積	発行日等
新刊	6 7 2 3	小笠原群島南方	1,000,000	全	2019/7/26
改版	6 7 2 4	南鳥島南方	1,000,000	全	
改版	6 7 2 7	南鳥島北方	1,000,000	全	

特殊図

刊種	番 号	図 名	縮尺 1 :	図積	発行日等
改版	6 9 7 3	日本近海演習区域一覧図 (分図) 沖縄島	3,500,000 500,000	全	2019/7/19

航空図

刊種	番 号	図 名	縮尺 1 :	図積	発行日等
改版	2 2 9 2	国際航空図 札幌	1,000,000	1/2	2019/9/27

特殊書誌

刊種	番 号	書 誌 名	発行日等
新刊	6 8 3	令和2年 天測略暦	2019/7/26
新刊	6 8 1	令和2年 天測暦	2019/8/23

2019年度 1級水路測量技術研修実施報告

上記研修を一般社団法人海洋調査協会と共催で、沿岸級（令和元年6月11日～28日）、港湾級（令和元年6月17日～28日）に分け、日本水路協会・研修室（東京都大田区羽田空港1-6-6）において実施しました。

1. 講義科目と講師

◆ 沿岸級

- ・ 海底地質調査（地学一般、海底地形地質概論、音波探査機及び採泥器の原理・構造・取扱い、音波探査記録及び採集底質の解析、海底地質構造図・底質分布図の作成）[桂 忠彦]
- ・ 水深測量（測量成果の作成、海底地形図（素図）の作成）[西川 公]

◆ 港湾級

- ・ 水路測量と海図（海図概論）[八島 邦夫]
- ・ 基準点測量（測地、測定方法、位置測定）[佐々木 稔]
- ・ 水深測量（測位・測深：マルチビーム音響測深機の儀装、機器の取扱い、海上実習（東京晴見埠頭前海域）、データの解析）[榊東陽テクニカ]
- ・ 水深測量（測深：高さの測定、海岸線測量、多素子音響測深機の原理・構造・取扱い、記録の整理、資料作成）[田中 日出男]
- ・ 水深測量（測深：サイドスキャンソナーの原理・構造）[松原 修三]
- ・ 水深測量（測深：測深と基準面、資料の作成、デジタル測量成果）[岩本 暢之]
- ・ 潮汐観測（理論、計画、観測、資料の作成）[山田 秋彦]

2. 研修受講修了者

沿岸級2名及び港湾級12名の方々が研修を修了されました。

3. 実習紹介



マルチビーム音響測深機の説明



研修室での講義

2019年度 1級水路測量技術検定試験合格者

(試験日：1次・2次 令和元年6月29日)

【港湾 16名】

人数	氏名	所属	都道府県
1	谷藤 雅昭	(株) 陸地測量設計	徳島県
2	平戸 淳一	建基コンサルタント (株)	北海道
3	矢野 雄一	(株) シャトー海洋調査	大阪府
4	仙石 新	朝日航洋 (株)	東京都
5	福田 公輝	(株) 萩原技研	鹿児島県
6	櫛木 浩二	(株) 陸地測量設計	徳島県
7	杉山 邦広	北建コンサル (株)	富山県
8	赤峰 匠	(株) 高崎総合コンサルタント	福岡県
9	福田 滋	(有) 共立測量設計	広島県
10	吉田 智	(株) 東設土木コンサルタント	東京都
11	松田 亘	(株) アイテック	新潟県
12	岩谷 和行	大洋技研 (株)	長崎県
13	吉岡 治	(株) 翔洋技研	山口県
14	多田 俊文	中国工務 (株)	広島県
15	鹿野 裕貴	(株) 北新測量	北海道
16	蔭山 洋亮	復建調査設計 (株)	広島県

【沿岸 4名】

人数	氏名	所属	都道府県
1	田代 直之	(株) E-SYSTEM	福岡県
2	伊藤 義則	日本ジタン (株)	福岡県
3	中村 邦夫	(株) 東鵬開発	北海道
4	清野 泰弘	(株) セア・プラス	神奈川県

2019年度 水路測量技術検定試験問題

港湾2級1次試験（令和元年5月24日）

－試験時間 80分－

基準点測量

問1 次の文はGNSS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 GNSS測量機は位相差を観測できるものを使用する。
- 2 三角網で展開したGNSS測量において、基線長は1周波型のGNSS測量機を使用する場合は、努めて10キロメートル以内となるようにし、2周波型を使用する場合は30キロメートル以内となるようにする。
- 3 観測方法は2点以上の同時観測による干渉測位方式とする。
- 4 観測時間は、スタティック法を用いた基準GNSS測量で、30分以上とする。
- 5 GNSS衛星はヘルス情報が良好で、水平からの高度角10度以上に存在するものを同時に4個以上使用する。

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 : $X_1 = -259.10$ m $Y_1 = +350.30$ m

既知点B : $X_2 = +820.35$ m $Y_2 = -450.80$ m

水深測量

問1 次の文は測深作業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×を解答欄に記入なさい。

- 1 スワス音響測深機による水深は、方位、動揺、音速、音線屈折等の補正を行うものとする。また、シングルビーム音響測深機についても努めて行うものとする。
- 2 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8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。
- 3 漁港域を除く着岸施設の前面水域は水域の区分にかかわらず、密度の高い間隔で実施するように努めるものとする。（但し、側傍測深を除く。）
- 4 浅所の位置は3線以上の位置の線の交会によるか、又は2回以上の測定を行うものとする。
- 5 測深区域及び至近にある浮標、魚網等は、その位置及び形状を測定しておくものとする。

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×を解答欄に記入なさい。

- 1 測深は、海上模様が出来る限り平穏なときに実施するものとし、特に掘下げ区域及び岩礁区域では、波浪のある場合を避けるものとする。

- 2 測深線の方向は、測深作業が能率的であるとともに、海底地形を把握できるように設定するものとする。
- 3 未測深幅とは、測深線に沿って音波の指向角外にある海底面で、誘導測深の場合は、船位誤差（偏移量を含む）を減じた幅とする。
- 4 測深区域内の現行海図に記載されている暗礁、沈船、堆等については、確認のための測量を行い、その結果発見できない場合は、その不存在又は著しく水深の異なることを確認できる調査を実施するものとする。
- 5 計画した測深区域以外であっても、浅所又は異常な記録が現れた場合は、必要な補測を行うものとする。ただし、現行海図又は旧測量原図若しくは旧電子測量原図にそれが記載されている場合にはこの限りではない。

問3 サイドスキャンソナーを使用し海底を調査したところ、記録紙上から読み取った水平距離50メートルの位置から影の長さ10メートルの物体を確認した。海底から曳航体までの高さが19メートルとすると、その物体の高さはいくらになるかメートル位まで算出なさい。

問4 スワス音響測深機を使用して測深を行う前にパッチテストを行いますが、パッチテストを行う理想的な海域は、どのような海域（どのような海底地形を有した海域）ですか。

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、太平洋沿岸に比べて、日本海沿岸のほうが小さい。
- 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 験潮は、どのような目的で実施されるか。五つ書きなさい。

問3 測量地に常設験潮所（基準となる験潮所）がないので、臨時験潮所を設置して最低水面を求めるために次の資料を得た。

資料

- 1) 常設験潮所（基準となる験潮所）の平均水面の高さ (A_0) 2.55 m
- 2) 常設験潮所（基準となる験潮所）の短期平均水面の高さ
某年5月1日～5月31日の平均水面の高さ (A_1) 2.50 m
- 3) 臨時験潮所（測量地験潮所）の短期平均水面の高さ
某年5月1日～5月31日の平均水面 (A'_1) 1.95 m

測量地の平均水面の高さ及び最低水面の高さは、臨時験潮所（測量地験潮所）の観測基準面上何メートルになるか、それぞれメートル以下第2位まで算出なさい。ただし、測量地の Z_0 は、0.95メートルである。

環境に優しい袋を導入

一般財団法人 日本水路協会 販売部

協会内で水路図誌などの店頭販売を行っている海図サービスセンターでは、3月から発売が始まったばかりの石灰石を原料とするショッパー袋（図1）を導入し、7月1日から使用しております。

図1のとおり新たな袋は、これまで2代にわたり使用していたオレンジ色の袋のデザインを一新しています。

古くから海図サービスセンターをご利用のお客様は、図2の左

側の初代デザインを懐かしくご覧になられたことでしょう。調査したところ、図2の右側の2代目デザインにして納品されたのは平成25（2013）年2月であったことがわかりましたので、初代デザインの袋は今からおよそ7年前まで使用されていたものとなります。



図1 新たに導入したショッパー袋

新たな袋の特徴は、図1のとおり商品が透けるほどの薄い素材になったにもかかわらずこれまで同様に防水性を備えています。

この新たな袋は、海図サービスセンターではお客様へ商品のほかにも店頭配布の各種リーフレットを入れてお渡ししておりますので、ご来店いただきぜひお手に取りまして新素材の袋の触感や質感をお確かめください。

さらに新たな袋は、この素材を使用した製品間で再利用が可能とのことで、この素材はリサイクルすることで地球資源の枯渇を一層抑制することができるのだそうです。

海に漂うマイクロプラスチックが海洋生物などに影響を与えているようですが、この新たな環境に優しい袋の導入によって少しでも防止効果があればうれしく思います。



図2 左が初代、右が2代目のショッパー袋のデザイン

協会だより

日本水路協会活動日誌 期間（令和元年7月～9月）

7月

日	曜	事 項
1	月	◇ newpec（航海用電子参考図）7月更新版提供 ◇ 海図サービスセンターショッパー袋 環境に考慮した製品を導入
4	木	◇ 第4回水路測量技術検定試験委員会
25	水	◇ 機関誌「水路」第190号発行

9月

3	金	◇ 令和元年度 第1回日本水路史150年編纂委員会
19	木	◇ H-705（令和2年 瀬戸内海・九州・南西諸島沿岸潮汐表）発行

- ★ 鈴木 充広さんの「旧暦の 2033 年問題 << 2 >>」は、旧暦の暦月の名前が決められない原因とその影響について書かれており、中でも身近なものとしては冠婚葬祭の日取りを考える「六曜」の日の吉凶が正反対となってしまうことがあるとのこと。さらに本当の問題として、現在「旧暦」と呼ばれる暦は明治 6 年の太陽暦への改暦以前に使用されていた太陰太陽暦に倣って作られた暦だそうですが、これを管理すべき機関が無く、この暦の正しさを認定する権威を持つ者が無い暦ということなどが紹介されています。
- ★ 植村 善博さんの「天橋立砂州の地形と形成過程」は、日本三景として白砂清松の優美な砂州地形を持つ天橋立は、外洋の砂質海岸という形成の好条件を欠いており長大な砂州としては希有な存在であること、また、H25 年度に天橋立南端でオールコアボーリングを実施したその地質柱状の詳細や、さらにその結果から推定される過去約 2 万年前の古地図を掲載された上で、阿蘇海の地質構成と形成過程などが紹介されています。
- ★ 野上 健治さんの「日本近海における海底火山活動とその観測 - 西之島の成長と拡大 -」は、我が国の近海では数年に一回程度噴火や火山活動の活発化を示す徴候があり、陸域の火山に比べ決して活動が低いわけではないことや、これほど大量の熔岩を長期間流し続け、新島を形成した海底火山は世界的に例がなく、極めて稀な西之島の火山

活動について、噴火の様子を時系列の写真と共に詳細に紹介されています。

- ★ 小西 直樹さんの「最新の海洋観測機器について」は、海洋情報部が行っている海全体を調査するために必要な観測機器の詳細について、航空機に取り付ける「航空レーザー測量機器」や船で行う「マルチビーム測量機器」、さらに自律型海洋観測装置「AOV」のそれぞれの特徴と、第八管区が行った AOV を使用した観測状況と共に海洋調査の内容を紹介されています。
- ★ 今村 遼平さんの「中国の地図を作ったひとびと << 12 >>」は、元時代の著名な地理学者であり、地図学者であった朱思本 (1237-1337) について、その生い立ちから「計里画方」により地図作成技術を発展させた方法で唐・宋以来の地理学の成果を総まとめして、これに多くの現存資料を加味して「輿地図」を作成したことや「輿地図」は真に信用できる地図であったこと、さらに朱思本は地図学だけでなく詩文家の一面も持っていたことなどが紹介されています。
- ★ 加行 尚さんの「健康百話 (68)」は、「うつ状態 (うつ病)」についてのお話です。「うつ病」は個人の性格や環境、遺伝、ストレスなどが関与しているといわれているそうです。症状として図 1 にあるように彩にわたります。また、服用中の薬剤によることもあるようなので、鑑別が必要となるそうです。何か気になるようなことがありましたら直ぐに医療機関でご相談ください。
(伊藤 正巳)

編集委員

藤田 雅之	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
細川滝馬 ダニエル	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191号

発行：令和元年 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
第一綜合ビル 6階
TEL 03-5708-7074 (代表)
FAX 03-5708-7075

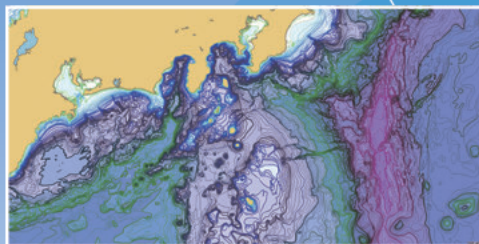
印刷：株式会社 ハップ
TEL 03-5661-3621

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。

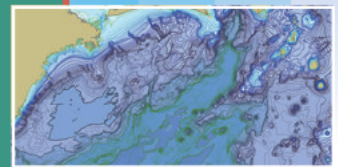
海底地形デジタルデータ あなたのM7000は シリーズ 最新ですか？

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

- 2018年 更新
 - 2017年 更新
 - 2016年 更新
 - 2015年 更新
 - 2014年 更新
 - 2013年 更新
- (2019年10月現在)



海図ネットショップ

JHA (一財)日本水路協会
<https://www.jha.or.jp/shop/>