

ISSN 2187-0691

Japanese Journal of Maritime Activity

Vol.5 Supplement

第 5 巻 特別号

海洋人間学雑誌

March 2017

平成 29 年 3 月

日本海洋人間学会第 5 回大会
大会シンポジウム 特別号

日本海洋人間学会

Japan Society for Maritime Activity

目 次

第 5 回学会大会基調講演 「海川森をつなぐ学びの場」

講演：内野加奈子（「海の学校」主宰、「NPO 法人 土佐山アカデミー」理事）

司会：海野義明（NPO 法人 オーシャンファミリー海洋自然体験センター）…………… 1

シンポジウム 1 「ライフセービング活動におけるエビデンス」

司会：中塚健太郎（徳島大学）…………… 6

シンポジスト：石川仁憲（特定非営利活動法人 日本ライフセービング協会）

「わが国の海水浴場における溺水と傷病の実態」…………… 6

荒井宏和（流通経済大学スポーツ健康科学部）

「パトロール活動におけるコンディショニングの実際」…………… 14

深山元良（城西国際大学）

「ライフセービングにおけるボードパドリング技術

：エビデンスに基づいた指導法の確立」…………… 20

シンポジウム 2 「海洋人材育成の方向性」

司会：佐々木 剛（東京海洋大学）…………… 26

シンポジスト：久門明人（独立行政法人 海技教育機構）

「海上物流を支える海技者養成のための新組織発足」…………… 26

一瀬純弥（国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産大学校）

「水産大学校海技教育の現状と練習船「天鷹丸」建造について」…………… 32

編集後記/38

□基調講演□

海川森をつなぐ学びの場

内野加奈子¹¹「海の学校」主宰、「NPO 法人 土佐山アカデミー」理事

海洋人間学雑誌, 5(Suppl):1-5, 2017.

キーワード: 森川里海, 持続可能社会, 海洋教育

みなさま、こんにちは。只今より第5回学会大会の基調講演を始めさせていただきます。司会を担当します、理事の海野義明と申します。よろしくお願いいたします。今回の基調講演では、海が私たちに伝えてくれること、私たちは海から何を学べるのだろうか、ということをテーマにした時、教育関係の皆様が多い中で、ではどなたにお話を聞かせて頂こうかというところから、ハワイのホクレア号での伝統航海の経験があり、そして、今、未来の子供たちに向けて、海の教育活動をされている、内野加奈子さんに是非お話を伺いたいということで、今回の基調講演の運びになりました。学会大会誌の26ページにプロフィールが掲載されています。海の学校主宰、NPO 法人土佐山アカデミー理事、プロフィールは、ハワイ大学大学院で海洋学を学び、ハワイ州立海洋生物研究所にてサンゴ礁モニタリングに関わったのち、日米の教育機関と連携して、自然をベースとした学びの場づくりに取り組む。伝統航海師マウ・ピアイルグ、ナイノア・トンプソンに師事し、海図やコンパスを使うことなく星や波などの自然を読み航海する伝統航海カヌー、ホクレア号の日本人初のクルーとして、歴史的航海となったハワイー日本航海をはじめ、数多くの航海に参加。慶應義塾大学 SFC 卒業、NPO 法人土佐山アカデミー創立メンバー、現理事、海の学校主宰。内野加奈子さんです。

みなさん、こんにちは。今日はありがとうございます。ご紹介いただきました内野加奈子です。よろしくお願いいたします。海野さんには20代の学生時代からお世話になっていて、三宅島の海を体験させていただいたり、恩師であるジャック・モイヤー先生と共に過ごしたり、海と関わりながら、たくさんの貴重な時間を過ごさせていただきました。そういった時間を積み重ねてきた先に、今の私があります。ここでお話をさせて頂くことをとても楽しみにして参りました。私は、2000年から2011年までハワイに住んでおりまして、今、ご紹介いただきましたようにホクレアという伝統航海カヌーの活動ですとか、ハワイ大学大学院でサンゴ礁を専門に研究していました。今日は、ホクレアの話やサンゴの研究の話、またこれまで取り組んできた、海や川や森を、ひとつの大きな繋がりとしてみる学びの場づくりや、ハワイや日本での取り組みなどを紹介できたらと思っています。短い時間ですが、なるべくたくさんのことをご紹介できたらと思っています。まず、これは私が研究

筆頭者連絡先: NPO 法人土佐山アカデミー

e-mail: kana@tosayama.org

していたハワイ州立海洋生物研究所で、7年間勤務していました。島にあるので、毎日船に乗って通勤する形でした。ハワイには8つの島に加えて、ミッドウェイなどの北西ハワイ諸島があります。私は、ハワイ諸島全島のサンゴ礁の調査をしていました。現場にいるみなさまは感じていらっしゃるのだと思いますが、海というものが直面している問題の質が変わってきています。サンゴに関する研究は、ダイビング技術が一般的に普及しはじめた、1950年代以降から進みはじめました。ハワイでは、カネオヘ・ベイというところで多くの研究が行われています。十数年前までは、その場所で何かがあったから、こういう影響が出た、というように、ピンポイントで起きる問題が多かったのですが、今、サンゴ礁が一番大きく直面している問題は、海洋酸性化のように、どこか遠くで起きていることが、目の前の海に深刻な影響を与えている、自分たちの周りのことをどんなにケアしても、その影響を避けることができない、というようなものになってきています。私たちが研究していたのも、海が酸性化していく中で、サンゴにどのような影響があるかということでした。



写真1. ハワイ州立海洋生物研究所

例えば、目に見える成長率などを測っていくと、特に影響がないように見えるのですけれども、より詳しく見ていくと、サンゴの骨格の密度が薄くなっているということなどがわかってきました。レジリエンスという言葉がよく使われるようになってきましたけれども、自然そのものが持っている回復力みたいなものが、じわじわと低下しているというのが、海の中でも、大きな問題になっています。白化だとかオニヒトデとか、いろいろな問題がありますけれども、自然そのものが持つ

回復力はとても強いんです。私自身は、物理的に破壊されたサンゴがどのように回復するかという研究もしていましたが、大きな打撃を受けた場所でも、そこに卵が着床して成長できる環境さえあれば、サンゴが本来持つ回復力で、自然に復活していくことができます。そういうレジリエンス、自然そのものの持つ力を弱めてしまい、何かインパクトがあった時に、なかなか元の状態に戻らないというのが今の問題かなと感じています。



写真 2. サンゴ調査

ハワイには、AHUPUA' A (アフプアア) という考え方があります。山の頂点から海まで続く川の流れの周りに、パイ字型に広がる地形のことを AHUPUA' A と呼んでいます。かつてハワイでは、山の頂きから始まる水の流れが、森や大地から養分を得ながら、里へと流れ、田畑を潤し、最後に海に出るところには、FISH POND と呼ばれる、石を使った生簀のようなものが作られていました。小さな魚が入ってきて大きくなったら出られないような昔ながらの養殖システムです。日本でも流域という考え方や魚付き林という言葉があったりしますが、古代ハワイの面白いのは、それをひとつの行政の単位にして、そのひとつひとつにアライと呼ばれる首長を置いていたことです。森から川をつたって海まで広がるエリアをひとつの単位として、全ての資源の管理を、その首長が一括して治めていたんですね。ひとつひとつの AHUPUA' A には地名がついていて、例えば、ホノルルとかワイキキなどといった、私たちが良く聞く名前も、川を中心にしたパイ字型をした



写真 3. AHUPUA' A (アフプアア)

地形の名前です。こんな風に昔から、川を中心とした単位で、資源管理だとか暮らしの管理をしていたのが、かつてのハワイでの土地管理です。近年では、例えば、海の研究でも、AHUPUA' A ごとに海と陸地の関係を探ろうといった研究がされています。アメリカには沿岸管理法という、アメリカ全土の沿岸海岸を一括に管理しようとする法律がありますが、それとは趣向を変えて AHUPUA' A ごとの資源管理が出来ないかという取り組みもはじまっていますが、なかなか日本と同じような縦割り行政のなかで苦労しているという現状です。

話変わって、ホクレアの活動のことをご紹介します。ご存知ない方のために簡単に説明すると、ホクレア号は、ハワイの伝統航海カヌーで、皆さんがカヌーと言って想像する細長いカヌーを 2 艇つないだ双胴船カヌーです。20 メートルほどの大きさがあります。マストが付いていて動力は風だけのエンジンのついていない船です。もともとハワイに人が渡ったのは今から約 1300 年ほど前と言われています。太平洋の真ん中に浮かぶハワイは、世界中のどの陸地からも遠い場所になります。元をたどっていくと、アフリカでホモ・サピエンスが誕生して、そこから何万年もかけて人類が世界中に拡散していくわけですが、その人類拡散の歴史の最終章が、この海洋民族による太平洋への拡散だったと言われています。上野にある国立科学博物館の常設展にホクレアの 1/4 の模型が展示されているのですが、海洋文化の展示ではなくて、人類の移動の展示として設置されています。人類の拡散の最後にこういう知恵が使われていたということです。ハワイでは、数百年の間、伝統航海の技術が途絶えていました。それを再生させる試みとして 1975 年に建造されたのがホクレア号です。



写真 4. ホクレア初航海 タヒチ入港の様子

こちらはミクロネシアのマウ・ピアイルグという航海術師が、1976 年にタヒチに初航海したときの写真です。カヌーそのものは再生できたのですが、星を読んだりとか波を読んだりとか、海図や計器などの全くない状態で、何千キロもの海を何十日もかけて渡る技術をハワイの人は持っていなかったのが、マウ・ピアイルグに学びました。ハワイ～ニュージーランド～イースター島の三角形の海域がポリネシアですが、その西側のエリアである、ミクロネシアでは、航海術がリアルに毎日の生活の中で使われていて残っていたので、彼らから学ぶことで、ハワイの人々も技術を再生させていきました。私は 2001 年からホクレアのクルーと

なり、2007年にはハワイから日本までの航海、1万3000キロ、5ヶ月間の航海の内3ヶ月に参加しました。



写真5. ホクレア号日本へ

ホクレアのストーリーは、人と海の関わりについて研究している皆様に是非知っていただきたいストーリーです。本当にありがたいことに、ホクレアは5年から高校生の教科書に載っています。来年からはさらに4つの教科書で、高校生の英語、国語、英語ではフルチャプターで、一つのチャプターが全てホクレアの物語になるというのが決まっています。このように海を通じて、伝統や違う文化をつなげていくということが教科書で取り上げられるようになっていくのは、ありがたいことだと思っています。ハワイから日本への航海については『ホクレア 星が教えてくれる道(小学館刊)』という書籍にもなっています。

実はホクレアという船自体は、ファンクショナル・レプリカといって機能性をレプリカしたもので、ほとんどの部品は木でできているものの、現代の素材も使われています。これはハワイ・ロアという別のカヌーで、こちらは、全ての素材が自然素材で作られたカヌーです。このカヌーを作る時に、ハワイ中の森を探しても、カヌーを作ることが出来るような大きな木を見つけることができませんでした。古代にはあったはずの、タヒチなどに遺跡が残っているカヌーを作るための木がハワイには残っておらず、最終的にはアラスカからいただくことになりました。アラスカの巨木を切る前に、



写真6. ハワイロアの建造

ハワイの長老たちが集まって、自分たちの森を荒らして、カヌーを作る木をなくしてしまったような状態で、

アラスカの森の木を切り倒していいのかといった話し合いが何度も行われました。彼らは木を切る前に、ハワイの森を再生するための植林活動、原始の森を取り戻すための活動を始めることを決め、それは今でも続いています。先ほど AHUPUA' A という言葉を紹介しましたが、昔からハワイには諺で「カヌーは AHUPUA' A がないと航海することが出来ない」というのがあります。まさにそのことを彼らは実際に体験することになったわけです。こうやって新たにカヌーを作ることが、森と海と人の関わりについてあらためて意識が向けられるきっかけになりました。

これは現在の素材を使っていますが、もともとの素材はココナツの皮の部分をしごいて縄にしたりとか、タコノ木の葉を編んで帆にしたりといった方法で行われていました。

ホクレア号の主な航海と書いてありますけれども、1976年から約30年かけてハワイからイースター島、ニュージーランドなど、ポリネシアの島々の航海を行い、ポリネシアのほとんどの海域に行きました。イースター島は周りの島がないボツンと孤立した島ですが、この島への航海も伝統航海術を使って成功しました。ハワイの人々が、自分たちの文化圏をすべて回った時に、次に一番に行きたい場所というのが日本だったのです。30年のひとつの歴史が閉じた後、まず日本への航海を2007年に行い、その後、世界一周の航海をしています。日本に来たのと全く同じカヌーが、現在、世界を巡りながら、海と人、自然と人のつながりについて、あちこちでメッセージを発する存在になっています。



図1. ホクレア号 1976年から2006年までの主な航海

世界航海とあわせて、アメリカ航空宇宙局といったような全米の機関と協力して、とても充実した教育プログラムが実施されています。これはスターコンパスと呼ばれているものです。自分が海の上において、水平線しか見えなくなった時に、自分がこのスターコンパスの中心にいると想像します。水平線がコンパスの外枠で、その目盛を教えてくれるのが、次々の上がってくる太陽だとか月だとか星だとかということです。隣にあるのは、移動式のプラネタリウムで、水平線から上がってくる星を覚えることで、自分を中心としたコンパスが海の上を動いて、進んでいくことが体感できるようになっています。子供たちがこういった感じでプラネタリウムとスターコンパスの中を行ったり来たりすることで、自分を中心とした宇宙の空間的なつながりを体感しながら学んでいくことが出来るようなプログラムになっています。



写真7. スターコンパスとプラネタリウム

先ほど「AHUPUA' A なしではカヌーは航海できない」という諺を紹介させていただきました。こちらは、毎年ハワイ全島から150名から200名くらいが参加するプログラムです。日本からも15名くらいの学生が参加してくれています。カヌーの修理やロープワークとあわせて、ハワイの主食であるタロイモの畑の管理を行います。彼は1975年の最初のクルーですが、このような感じで、昔ながらのクルーと若者たちが一緒に作業する場を提供しています。それから、川の源流を探るような活動など、星の読み方から始まり、宇宙の捉え方、土や水、農業、さらに、人とどうコミュニケーションしていくか、協働していくか、など、カヌーで海を渡するために必要になってくるもの全てを包括したプログラムが行われています。hokulea.comというサイトには色々な教育マテリアルが紹介されていますので、是非サイトをご覧ください。



写真8. ロープワークとタロイモ畑

もうひとつご紹介したい活動です。ホクレアとはまた違いますけれども、Hui Malama O Ke Kai という活動をご紹介します。ハワイではドラッグやアルコール中毒の問題はかなり深刻で、親がそういう状態で、子どもたちをきちんと見てあげられないような家庭環境の子供たちが多いのです。そういう子供たちが放課後に行き場もなく、ふらふらするのを見るに見かねた大人たちが、子どもたちをまず海に連れて行こうというところから15年前頃に始まった活動です。最初は、道を外してしまう子供をほおっておけない大人たちが、数人の子供たちをトラックに載せて海に連れ出していたのが、今は、ハワイ大学と共同で実施しながら、とてもしっかりとした活動に成長し、学校でのケアが行き届かない子供たちへ、かけがえのない場を提供しています。ここの活動の面白い特徴は、もちろん海の活動がありますけれども、子供たちは毎日学校が終わったらここに集まり、サービス・ラーニングというものをしています。日本語でサービスというと「受け取る」ということで使われがちですが、サービス・ラーニングは「自分たちが誰かの助けになる」ということです。地域に対してだとか、コミュニティの中の例えばゴ

ミの問題や海のケアなど、様々な活動をしていくのですが、必ず活動の中に、自分たちが自分たちの手を使って、誰かのために何かをするということを組み込んであるプログラムです。家に帰っても食事がないような子供たちが、こうやって生き生きと過ごすフィールドが海をきっかけにして生まれています。

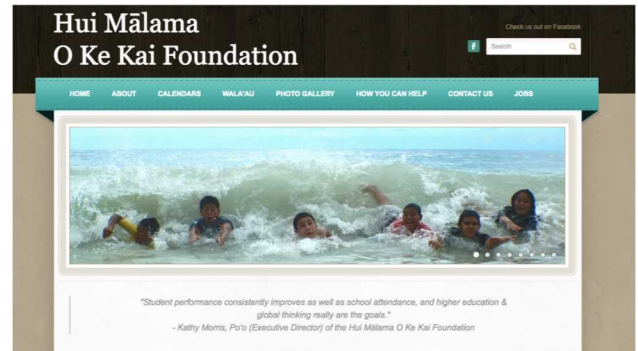


図2. Hui Malama O Ke Kai
(<http://www.huimalamaokekai.org/>)

日本の活動をご紹介したいと思います。これは、私が5年前から取り組んでいる土佐山での活動です。高知県の土佐山という里山で実施しています。森が深いところです。そこで、「地域で学び、地域で作る」という活動を実施しています。人口が1000人くらいの地域ですけども、どんどん人口が減少していました。日本全国どこでもそうだと思いますけれども、地域には豊かな資源があるのだけれども、活用する若者がいないということが典型的な課題です。だったらそのきっかけになるような場を作ればいいではないかということで始めました。若者たちは色々な技術を持っていて、例えばデザインだとか食だとか、様々な分野の専門的技術を都会で身につけています。そういった若者たちならではのアイデアと地域で活かされていない資源とが結びつくような、つなぎ役を私たちがやっています。アカデミーという名前がついていますが、その地域の資源を使って何かを生み出すためのきっかけの場というイメージで、日帰りのプログラムから、6か月間の滞在型のプログラムまで、色々なプログラムをやっています。滞在型のプログラムは、地域で暮しながら、自然のことも学び、地域のことも学び、地域の資源を使って、新しい生業を生み出す人もいます。宿やカフェを開いたり、使われずに捨てられていたゆずの種からオイルを作っている人もいます。5年間、たくさんの取り組みが生まれ、今では移住者が増え、家族単位で移住し



図3. 土佐山アカデミー
(<http://tosayamaacademy.org/x/>)

くれる人も増えて、賑やかな、元気な地域になっています。地方での暮らしは、地域に溶け込めたりするのに、最初のハードルが高いので、その最初のハードルをできる限り下げる活動をしています。



図4. 土佐山アカデミーの取り組み
(<http://tosayamaacademy.org/>)

宮崎県での「海の学校」という活動を紹介します。地域の海を入り口にした学びの場をつくりたいという思いと合わせて、大人に対しても、海に対してもう一歩踏み込んで学んでみたらどうかということも含めてやっています。宮崎県のこの地域も、人口の低下に直面しているところで、あと2年後に中学校がなくなることが決まっています。小学校は残るので、子どもたちが、海を介して地域とつながるフィールドそのものを作っていこうというものです。中学校は無くなってしまっても、小学校を卒業した子供たちが、地元の自然にふれながら学び続けていけるような場を作りたいという目標を持ちながら活動しています。



図5. 「海の学校」宮崎県串間市

ホクレアの読み聞かせを小学校でやってくれたりしています。海は豊かだし、フィールドとしては素晴らしいですね。小学校はなんとか維持できても、中学校を維持していくだけのコミュニティは失われているという現状の中で、学びに焦点をあてることで、この場所の豊かさを次世代につなげていこうという活動です。様々な海のプロフェッショナルたちを招いて特別プログラムを開いたり、海の図書館を開いたり、他の地域からも子供たちを受け入れて、その地域に住んでいる子供たちだけでなく、新しくつながりのある人たちを広げていこうというスタイルで進めています。



写真9. ホクレア号読み聞かせ

最後に種子島の「うみとも」プロジェクトを紹介します。これは、まさに海・森・川・里のつながりという、なかなか見えにくいその繋がりを改めて見出し、体感していくためのプログラムです。私もプロジェクトメンバーですが、おもしろいのは、海のプロプログラムにも関わらず、他のメンバーは、例えば農家だったり、写真家だったり、デザイナーだったり、全く違うフィールドのメンバーが、海との繋がりをきっかけに集まっています。水源をたどったり、川の自然と海の自然のつながりを学ぶプログラムだったり、さまざまな要素を総合的に繋げながらやっているところです。真ん中の男性は食に通じていて、海からとってきた食材と森の食材と組み合わせるといったプログラムを実施しています。これはデザイナーの女性がサンゴを使ってデザインアートプロジェクトをしているところです。



図6. うみともプロジェクト (<http://umitomo.org/>)

ホクレアで日本全国13か所を回りましたが、日本の海は本当に多様で豊かです。JAMSTEC（海洋研究開発機構）の発表によると全世界の海洋生物の13.5%は日本近海にいるということを聞いています。今日は大急ぎで日本やハワイでの活動を紹介しましたが、海というのは、ただ単に海の生き物を学んだり、海の仕組みを学んだりする場だけではなく、海を入り口として、食や暮らしといった、今、私たちが人として直面している課題に向き合うことができる、とても広い意味での学びの場としての可能性が詰まっているのではないのでしょうか。人と海の繋がりを入り口にしながら、海、森、川の全てがつながるこの自然界との関わりを体感する学びの場や機会が、これからも広がっていけばと思っています。

□シンポジウム「ライフセービング活動におけるエビデンス」□

わが国の海水浴場における溺水と傷病の実態

石川仁憲¹, 川地政夫¹, 中山 昭¹, 佐藤洋二郎¹¹ 特定非営利活動法人 日本ライフセービング協会

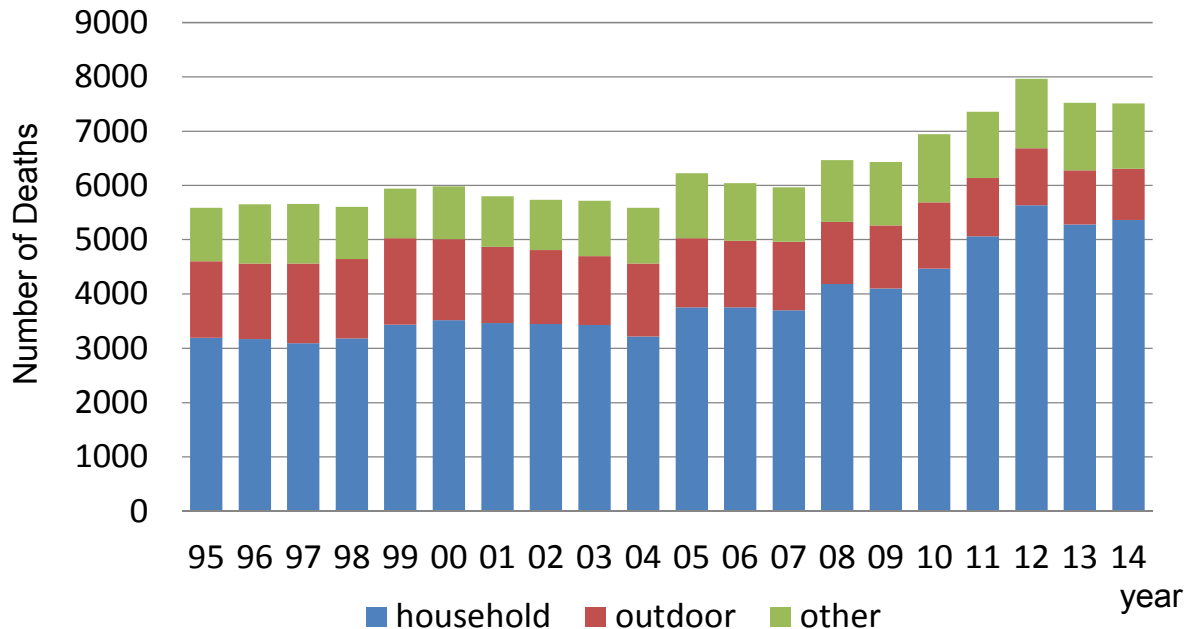
海洋人間学雑誌, 5(Suppl):6-13, 2017.

キーワード: 海水浴場, 溺水, 救助, 傷病, 応急手当

I. 研究目的

WHO によれば、世界で毎年 372,000 人の溺死が発生しており、わが国 (Japan/8,999 人、2011) は、ロシア (Russian Federation/11,981 人、2010) に次いで世界で 2 番目に溺死が多い¹⁾。わが国の不慮の溺死及び溺水は毎年 5,000~6,000 人であり、このうち家庭内での溺死及び溺水は 4,000~5,000 人で近年増加傾向にあり、屋外では毎年 1,000 人程度である²⁾ (図 1)。家庭内の溺死及び溺水は浴槽での事故が多く、65 歳以上が多い。一方、屋外での水難事故は毎年 1,500~1,700 件発生し、死者・行方不明者は約 50%、つまり救命率は約 50%であり、中学生以下の子供の場合の救命率は 75~80%と高い³⁾ (図 2)。水難事故の発生場所は、海

が最も多く、次いで川、湖である³⁾ (図 3)。また、海での水難事故は釣りや水泳 (遊泳) 中が多いが^{3,4)} (図 3、4)、夏季 (7 月~8 月) では、例えば 2015 年は 447 名の水難事故に対し、水泳 (遊泳) が 237 名と最も多い⁵⁾ (図 5)。このように、屋外では海での水難事故が最も多く、夏季では水泳 (遊泳) 中が最も多いが、この数値には、海水浴場内で発生した重症な溺水に至る前に救助された事故は含まれていない。そこで、本研究では、わが国の海水浴場における溺水や傷病の実態について、全国約 200 ヶ所の海水浴場におけるライフセーバーの活動記録を用いて定量的に明らかにすることを目的とした。



データ: 厚生労働省「厚生統計要覧」

図 1. 場所別 (家庭内外) の溺死数の年推移

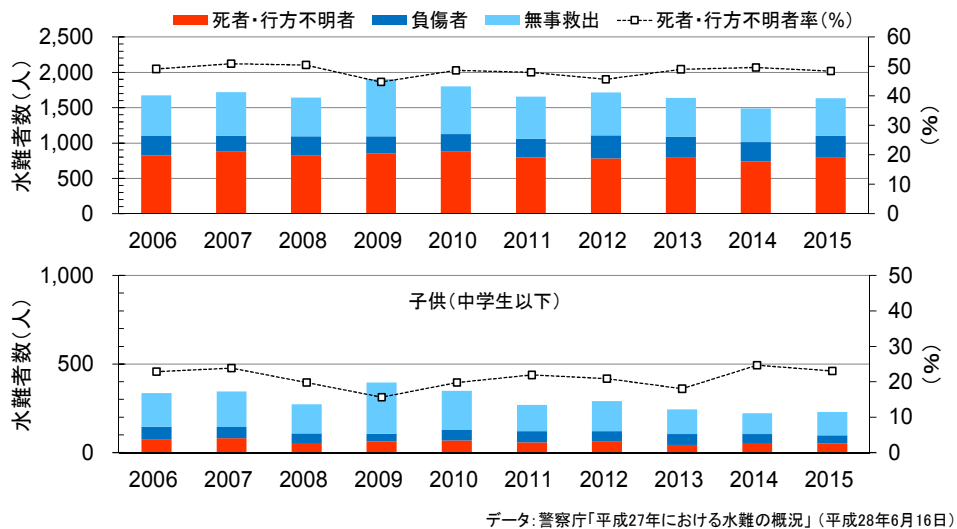


図2. 屋外における水難者数(死者・行方不明者, 救出等)の年推移

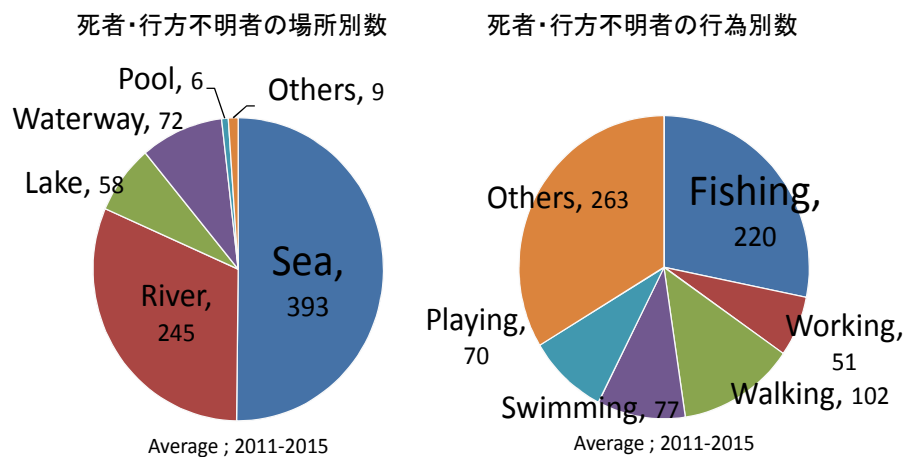


図3. 屋外における場所別, 行為別の水難者数(2011~2015年平均値)

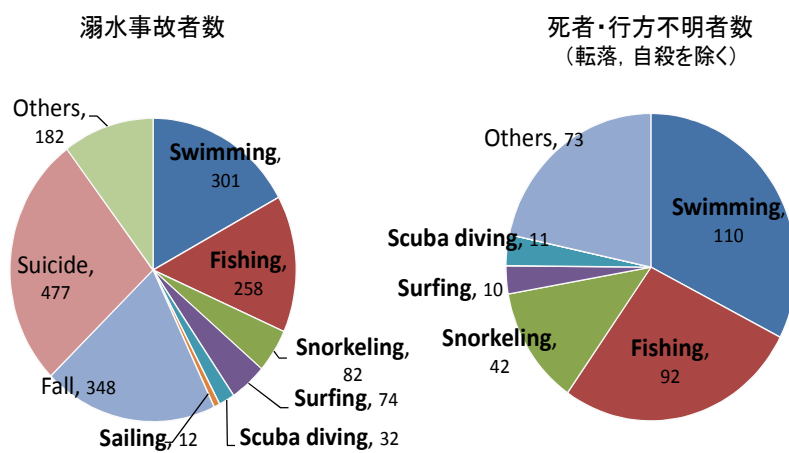
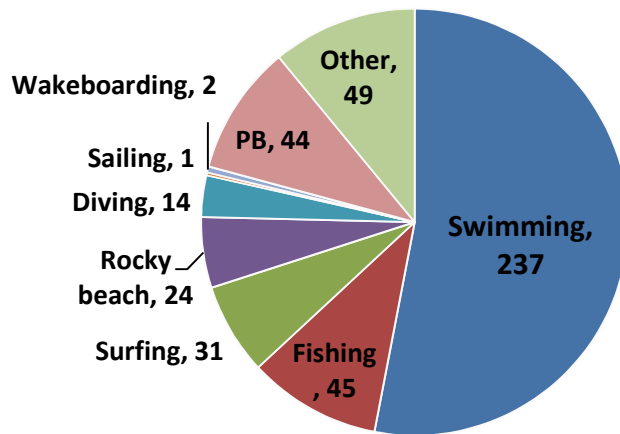


図4. 海での行為別の水難者数(2015年)



データ: 海上保安庁「夏季マリレジャー安全推進活動期間の事故発生状況(速報値, 2015年7月1日~8月31日)」

図5. 夏季(7, 8月)における海での行為別の水難者数(2015年)

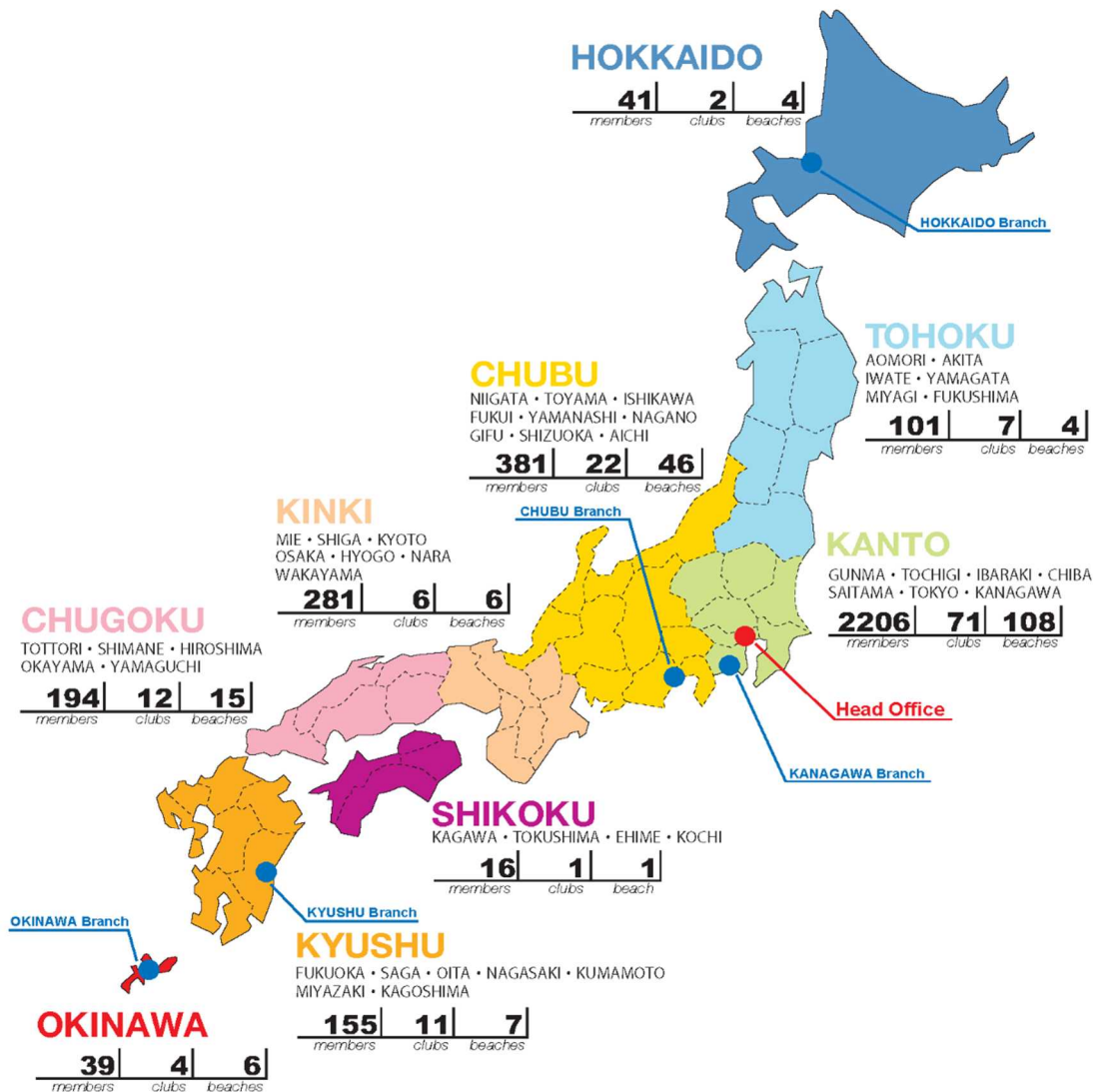


図6. 日本ライフセービング協会認定資格を有するライフセーバーが活動する海水浴場の分布(2015年)

II. 研究方法

7月から8月の夏季シーズンに全国約200ヶ所の海水浴場において(図6)、日本ライフセービング協会認定の資格を有するライフセーバーが監視、救助活動を行っている。本研究では、各海水浴場における1998年～2015年までのパトロール記録、救急要請をした場合に要救助者の症状やライフセーバーの事故対応を記録したレスキュー記録を分析し、溺水だけでなく海水浴場における傷病(応急手当)の実態を調べた。各年の解析対象の海水浴場数と総入込客数(海岸利用者数)を図7に示す。

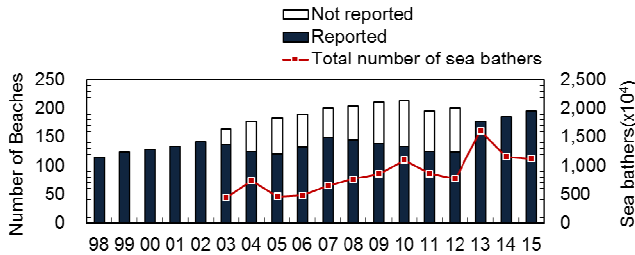


図7. 解析対象の海水浴場数と総入込客数

III. 結果と考察

1. 海水浴場における溺水

パトロール記録とレスキュー記録を分析した結果、総入込客数約1,000万人に対し、ライフセーバーによるPreventive Action (PA:意識のある溺者の救助、安全移送等)によって救助された遊泳客は毎シーズン1,000～3,000人であり、公的救助機関が発表している夏季遊泳中の水難者数の4～12倍もの数が、重症な溺水に至る前に救助されていることが分かった。また、Emergency Care (EC:意識のない溺者の救助)は毎シーズン10～20人であった(図8)。これらの溺水の要因は、図9に示すように離岸流(リップカレント)が42%と最も多く、次いで風(22%)、人的要因(20%)、沿岸流(8%)、地形(6%)、波(2%)であった。また、図10に示すように、溺水は、波が比較的穏やかな遊泳可の条件で多く起きていることか

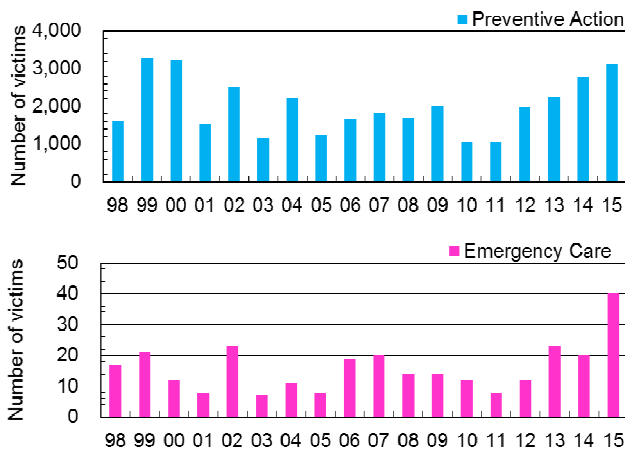


図8. 海水浴場におけるRescue (Preventive Action, Emergency Care)の発生件数

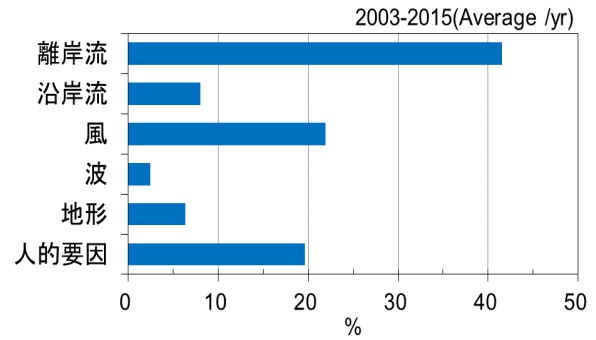


図9. 溺水の要因(2003～2015年平均値)

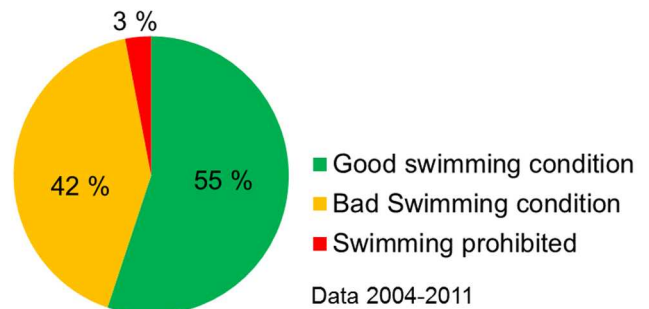


図10. 溺水(救助)時の海の状況

ら、海岸利用者は、視覚的に確認できる波の大きさで海の安全性を判断していると考えられた。離岸流による溺水の発生件数は近年1,000件を超えており(図11)、離岸流が溺水事故の主要因の一つであることはこれまでも報告されているが^{6,7)}、Ishikawaら⁸⁾によれば、図12に示すように離岸流による溺水が多く発生している海水浴場では、海水浴場内に設置された海岸構造物によって発生する固定的な離岸流や、海の家や駐車場の立地条件により離岸流の発生状況に合わせた遊泳区域の変更が難しいことが課題としてあげられている。このほか、溺水は波高1m以下で、汀線から100m以内、水深3m以浅と比較的汀線近くの碎波帯で起きていることも特徴であった(図13)。一方、溺水の人的要因の内訳は、図14に示すように泳力不足(51%)に次いで疲労(13%)、飲酒(13%)であった。飲酒について、WHOも「飲酒は溺水の重要な危険因子」と指摘しており¹⁾、溺水防止のためには諸外国と同様に海浜での飲酒規制が必要であると考えられた。

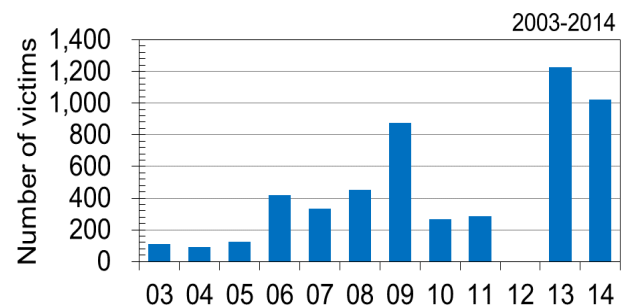


図11. 離岸流による溺水(救助)の発生件数

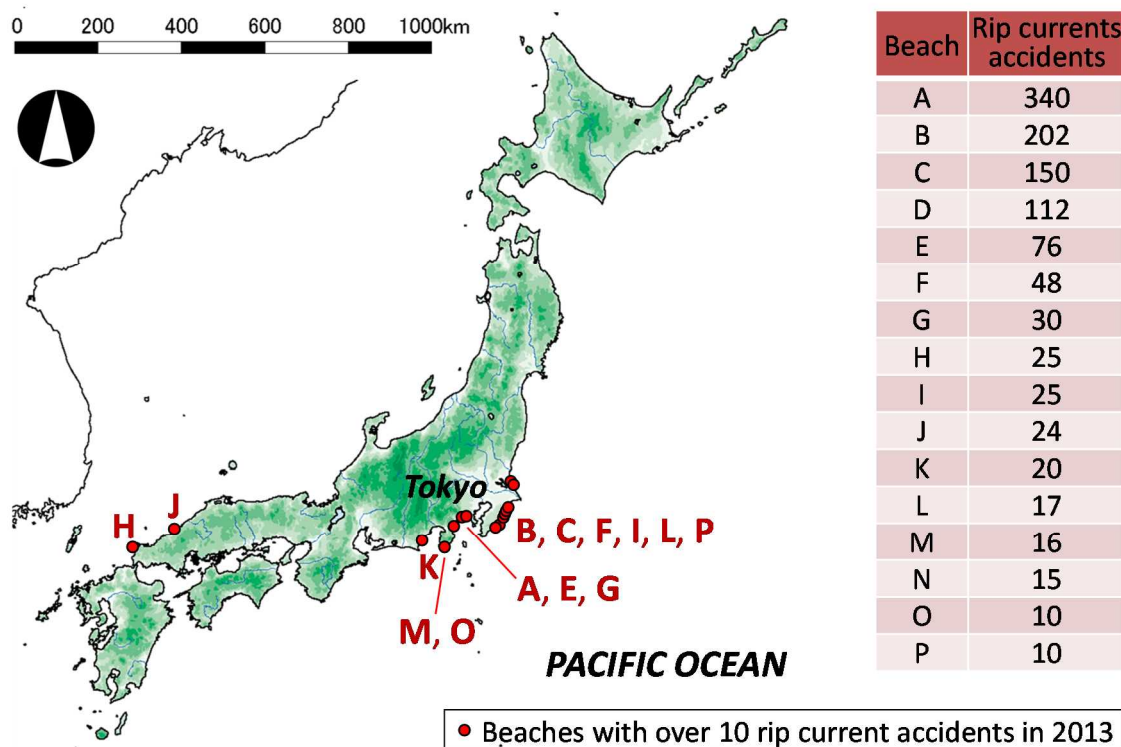


図 12. 多くの離岸流による溺水（救助）が発生した海水浴場の分布（2013 年）

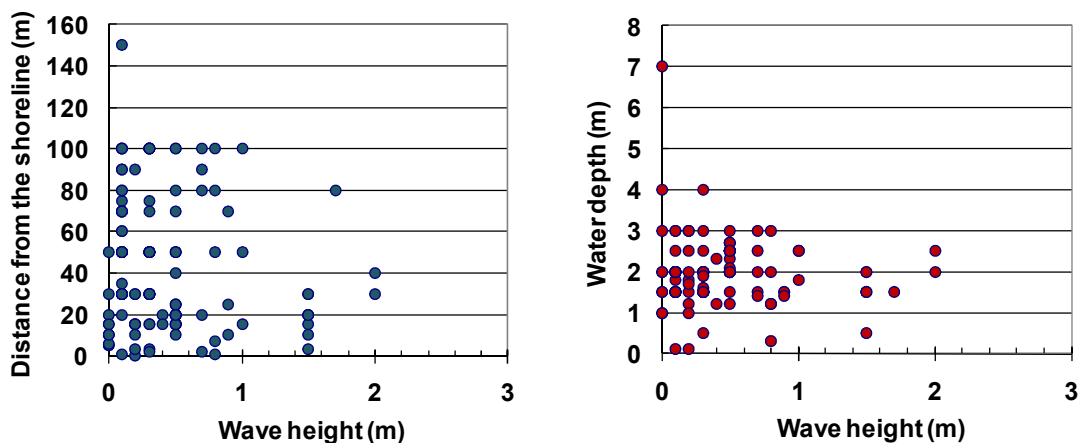


図 13. 溺水（救助）の発生場所

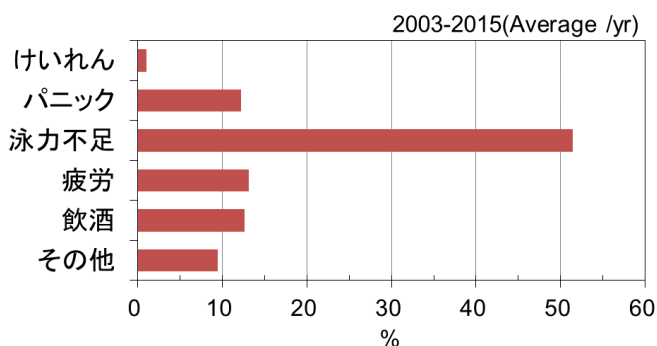


図 14. 溺水の人的要因（2003～2015 年平均値）

2. 海水浴場における傷病

海水浴場における応急手当は、図 15 に示すように毎シーズン 10,000～25,000 件であった。傷病者の症状は、図 16 に示すように様々であり、刺胞毒を有するクラゲ（60 %）による被害が最も多く、次いで擦過傷・切創（27 %）が多く、この傾向は 2010 年以降変わらなかった。この結果より、ライフセーバーには、溺水だけでなく様々な症状に対する適切な応急手当が求められると考えられた。また、近年の救急車要請は 100～200 件であり、傷病者の症状は心肺停止以外に様々であり（図 17）、傷病者の病院搬送後の社会復帰率の向上のためには、ライフセーバーと救急隊の強い連携が重要であることが改めて確認できた。表 1 には、2012 年（n=6）、2013 年（n=8）、2014 年（n=13）のライフセーバーによる心肺停止症例を示

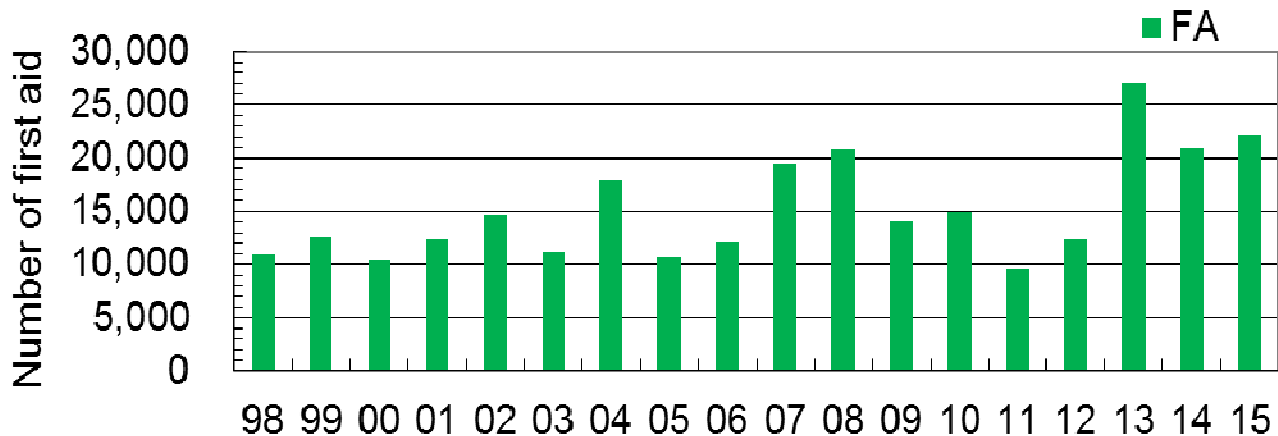


図 15. First Aid の件数

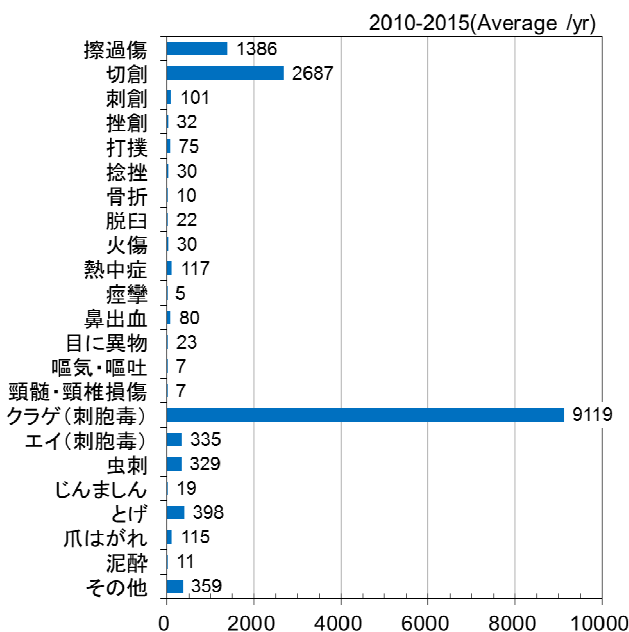


図 16. First Aid の症状 (2010~2015 年平均値)

す。AED 使用率は 75~100 %、現場での心拍再開率は 13~23 %であった⁹⁾。また、2014 年では、ライフセーバーによる目撃ありの場合の現場での心拍再開率は 100 %であり、飲酒ありの場合の心拍再開率は 0 %であった。海水浴場における目撃ありの場合の溺水による心肺停止傷病者の社会復帰率については、Komine ら¹⁰⁾によれば 59.1%であり (表 2)、救急隊員により搬送された心肺停止傷病者の社会復帰率 6.3% (目撃あり 13%)¹¹⁾に比べて高い。このことから、ライフセーバーによる迅速な救助、早期 CPR 開始が心肺停止溺水者の心拍再開だけでなく、高い 1 ヶ月後生存率や社会復帰率を図ることが可能であるといえる。

3. 溺水や傷病の防止について

溺水や傷病を未然に防ぐためには、離岸流や有毒生物等による各海水浴場の危険性を明らかにし、海岸利用者へ周知するとともに、遊泳エリアの調整等による

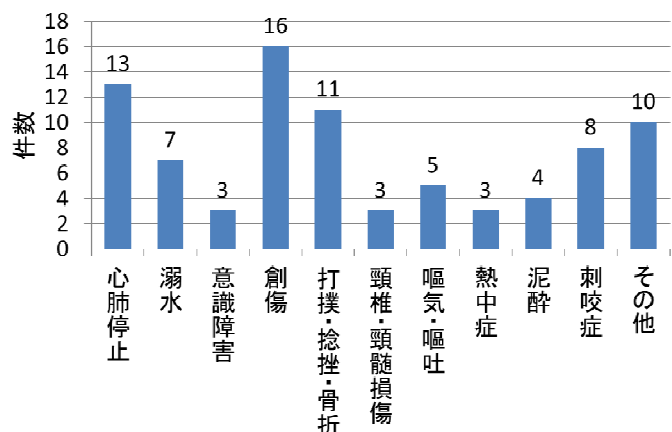


図 17. 救急要請時の傷病者の症状 (2014)

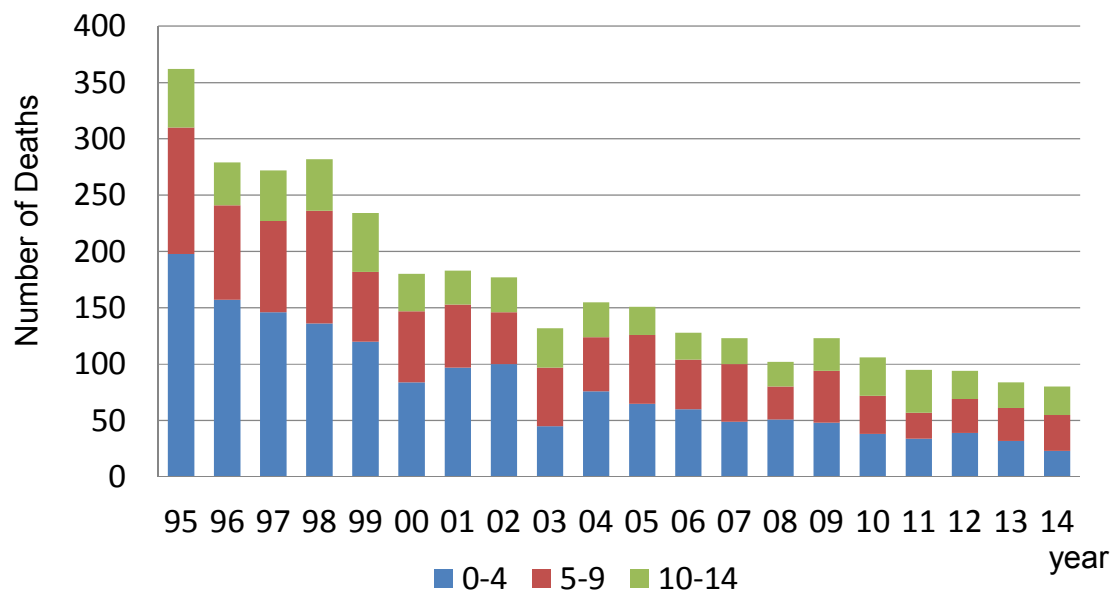
適切なリスク管理が望まれる¹²⁾。一方、0~14 歳の溺水死数は経年的に減少しているが (図 18)、海水浴場における溺水や傷病は、図 19 に示すように 0~14 歳が溺水 33 %、傷病 46 %と多い。また、消費者庁によれば、5~14 歳の死亡事故の要因の上位 2、3 が屋外での溺水であると報告されている¹³⁾。子供の溺水防止に対し、学校教育を通じて着衣泳等が展開されているが、これは不慮の事故後の対処方法である。また、近年では PFD の普及が進められているが、正しい着用をしなければ効果的でないことや、PFD 着用によって親などの監督が疎かになる可能性があるといった潜在的リスクも考えられる。したがって、まずは溺水や傷病を未然に防ぐための教育が重要である。このような教育を積極的に展開することで、津波など自然災害時における国民の自助、共助へと繋げることも期待でき、例えば、日本ライフセービング協会は、東日本大震災以降計 61,554 人へ Water Safety や BLS 教育を提供している (図 20)。この他、溺水要因のひとつである飲酒については、規制や注意喚起が必要であり、日本ライフセービング協会は企業と協働し、海上保安庁の後援で、夏季シーズンに「飲んだら泳がない」キャンペーンを実施している。

表 1. 海水浴場における溺水による心肺停止症例 (2012~2014 年) ⁹⁾

Year	Number of CPR	witnessed drowning by lifesavers	Bystander CPR without Lifesaver	Apply AED	Defibrillation	ROSC (return of spontaneous circulation) on the Beach
2014	13	3	3	11 (85 %)	1	3 (23 %)
2013	8	0	1	6 (75 %)	0	1 (13 %)
2012	6	1	3	6 (100 %)	0	1 (17 %)
Total	27	4	7	23 (85 %)	1	5 (19 %)

表 2. 海水浴場における溺水による心肺停止症例 ¹⁰⁾

	Total number of Drowning CPA patients (n=44)		Witness (n=22)		No Witness (n=22)		P value
Patient's characteristics							
Mean age, (SD)	36.2	(20.0)	32.9	(20.7)	39.4	(18.6)	p=0.29
Male, n, (%)	40.0	(90.9)	20.0	(90.9)	20.0	(90.9)	p=1
CPR by Life Saver, n, (%)	44.0	(100.0)	22.0	(100.0)	22.0	(100.0)	p=1
The presence or absence of							
rescue breathing, n, (%)	44.0	(100.0)	22.0	(100.0)	22.0	(100.0)	p=1
AED by Life Saver, n, (%)	41.0	(93.2)	20.0	(90.9)	21.0	(95.5)	p=0.56
PAD by Life Saver, n, (%)	4.0	(9.1)	3.0	(13.6)	1.0	(4.5)	p=0.30
Outcome							
ROSC, n,(%)	15.0	(34.1)	15.0	(68.2)	0.0	(0.0)	p<0.01
One month survival, n, (%)	13.0	(29.5)	13.0	(59.1)	0.0	(0.0)	p<0.01
Neurological intact survival(CPC1-2), n, (%)	13.0	(29.5)	13.0	(59.1)	0.0	(0.0)	p<0.01
Time related characteristics							
Mean Time until CPR start by Life Saver, min, (SD)	6.7	(5.1)	4.2	(2.5)	9.3	(5.7)	p<0.01
Time until ROSC in the field, min, (SD)	8.1	(4.0)	8.1	(2.5)	(-)	(-)	p<0.01



データ: 厚生労働省「厚生統計要覧」

図 18. 0~14 歳の溺死数の年推移

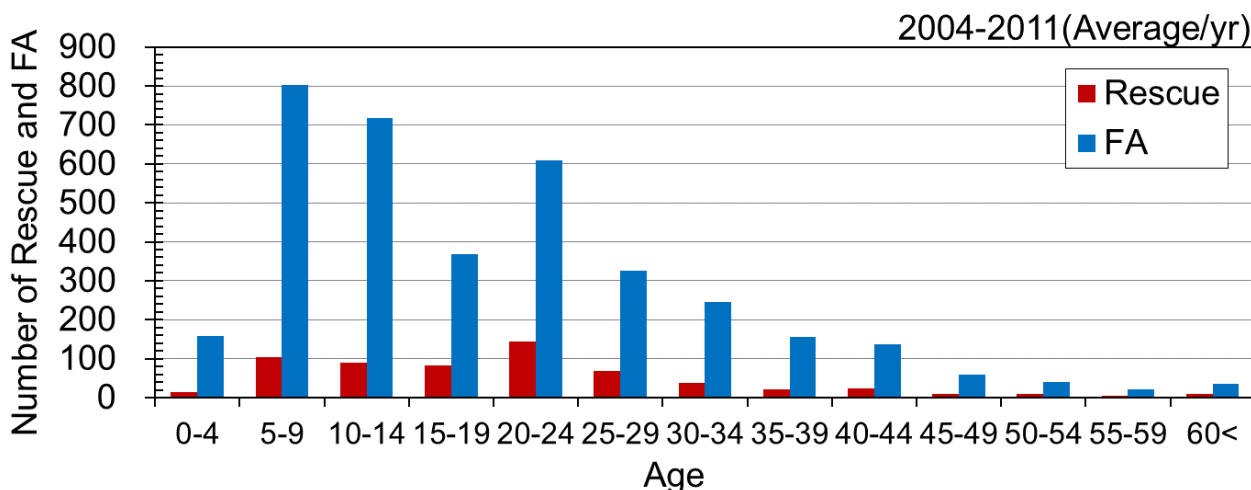


図 19. 溺水（救助）と First Aid の年齢別件数（2004～2011 年平均値）

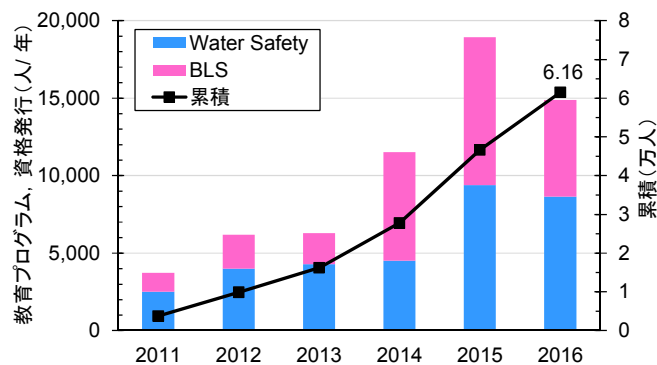


図 20. 日本ライフセービング協会による Water Safety と BLS 教育の実績（2016 年 12 月 9 日現在）

IV. 結 論

本研究では、全国約 200 ヶ所の海水浴場におけるライフセーバーの活動記録を用いて、海水浴場における溺水や傷病の実態について定量的に調べた。その結果、海水浴場において、重症な溺水に至る前に救助された遊泳客は毎シーズン 1,000～3,000 人であり、公的救助機関による夏季遊泳中の水難者数の公表値の 4～12 倍と多かった。溺水の主要因は離岸流であり、また、波が比較的穏やかな遊泳可の条件で溺水が多く起きていることから、海岸利用者は、視覚的に確認できる波の大きさで海の安全性を判断していると考えられた。一方、応急処置は毎シーズン 10,000～25,000 人と溺水救助よりも多く、海水浴場では、溺水による心肺停止以外に様々な傷病が発生していることが明らかになった。このような溺水や傷病は若年層に多いことから、溺水や傷病を未然に防ぐための教育が改めて重要であると考えられた。

引用文献

1) World Health Organization : WHO Global Report on Drowning, 2014.

- 2) 厚生労働省：厚生統計要覧, 2015.
- 3) 警察庁：平成 27 年における水難の概況, 2016.
- 4) 海上保安庁：平成 27 年 海難の現況と対策について, 2016.
- 5) 海上保安庁：夏季マリネレジャー安全推進活動期間の事故発生状況（速報値, 2015 年 7 月 1 日～8 月 31 日）, 2015.
- 6) 小峯力, 石川仁憲, 風間隆宏, 堀口敬洋：海浜における水難事故の発生要因と予防. 海洋開発論文集, 25: 1335-1340, 2009.
- 7) 石川仁憲, 岡辺拓巳, 堀口敬洋, 青木伸一：静岡県相良海岸における静穏時の離岸流発生特性. 土木学会論文集 B3 (海洋開発), 67:679-684, 2011.
- 8) Toshinori Ishikawa, Tsutomu Komine, Shinichi Aoki and Takumi Okabe : Characteristics of Rip Current Drowning on the Shores of Japan. Journal of Coastal Research, Special Issue 72, 2014.
- 9) 福島圭介：海水浴場におけるライフセーバーによる早期発見・救助・CPR 実施の意義. 日本臨床救急医学雑誌, 19(2), 339, 2016.
- 10) T. Komine, H. Tanaka, H. Takyu, T. Kinoshi, S. Gotoh, E. Sone, R. Sagisaka, T. Ishikawa, S. Shimazaki : Effectiveness of surf lifesaver on OHCA occurred by drowning on the beaches in Japan. 8th Asian Conference for Emergency Medicine, 2015.
- 11) 総務省消防庁：平成 28 年版 救急救助の現況 (I 救急編), 2016.
- 12) 石川仁憲, 風間隆宏, 中川儀英, 青木伸一, 田中秀治, 小峯力, 中山 昭：海水浴場における海岸利用者の安全性に関するリスク評価手法の提案. 土木学会論文集 B3 (海洋開発), 72(2), 2016.
- 13) 消費者庁消費者安全課：子供の事故防止関係府省庁連絡会議資料, 2016.

□シンポジウム「ライフセービング活動におけるエビデンス」□

パトロール活動におけるコンディショニングの実践

荒井宏和¹¹ 流通経済大学スポーツ健康科学部

海洋人間学雑誌, 5(Suppl):14-19, 2017.

キーワード: 唾液分泌型免疫グロブリン A, 上気道感染症, ライフセーバー

I. はじめに

海浜におけるライフセービング活動には、様々なリスクを未然に回避して事故を防止する監視活動と、水難事故を最小限に留め、その拡大を抑止する救助活動がある。ライフセーバーは、監視活動で身体的疲労や心理的ストレスに暴露されながら¹⁾、救助活動の場面において高い身体パフォーマンスが求められる。Gulbin ら²⁾が、スイムや救助用サーフボードによる水難救助をシミュレーションした運動負荷試験を被験者に行わせたところ、運動中の最高酸素摂取量が 57.9ml/kg/min 、運動終了3分後の血中乳酸濃度が 14.0mmol/l であったと報告していることから、水難救助活動の身体的負荷強度は非常に高いと言える。また、救助後における心肺蘇生法などの一次救命処置も身体的な負荷強度が高いとされている³⁾。従って、水難救助活動においてライフセーバーが責務を果たすためには、心身の状態(コンディション)を良好な状態に整えること(コンディショニング)が必要不可欠だと考えられる。

コンディショニングに用いる評価指標の一つに、唾液中の分泌型免疫グロブリン A (Secretory immunoglobulin A, SIgA) がある。SIgA は、病原体の粘膜下への侵襲阻止や毒素の中和に機能する抗体であり、上気道感染症 (Upper respiratory tract infection, URTI) 等の予防を担う主要なエフェクターとして働く。これまでの研究では、身体的および心理的ストレスにより、唾液 SIgA が変動することが報告されている。例えば、マラソン⁴⁾およびトライアスロン⁵⁾のような高強度持久系スポーツ種目で運動後に唾液 SIgA 分泌速度が一過性に低下することや、高強度運動の繰り返しにより、安静時においても唾液 SIgA 分泌速度が低下することが報告されている⁶⁾。また、慢性的な心理的ストレスも唾液 SIgA 濃度の低下を招くことが報告されている⁷⁾。以上のことから、一過性および慢性的な身体的および心理的ストレスは、唾液 SIgA の分泌を低下させ、URT I の罹患リスクを増大させると考えられる。URT I の罹患は、軽症であっても身体的パフォーマンスの低下や精神状態の悪化を招き、重症になればライフセービング活動の実施が不可能になることも予想される。身体的および心理的ストレスに曝されるライフセービング活動期間中は唾液 SIgA が変動すると予測される。その

変動を把握し、URT I の罹患リスクに応じて活動量を調整することは、ライフセーバーのコンディショニングとして有用だと考えられる。しかしながら、ライフセービング活動期のライフセーバーを対象として、唾液の変動を検討した報告は皆無であり、唾液 SIgA がライフセーバーのコンディションを反映するか否かのエビデンスは得られていない。そこで本研究では、ライフセービング活動期間におけるライフセーバーの唾液 SIgA をモニタリングし、その変動をライフセービング活動の経験およびURT Iに関連付けて検討することとした。

II. 方法

1. 対象者

対象者は、海水浴場において水難救助活動に携わるライフセーバー15人(男性9人、女性6人、平均年齢 19.9 ± 0.4 歳)とした。これらのうち、本実験の実施以前にライフセーバーとしての活動経験を有する者を経験者群 ($n=8$, 活動歴 3.3 ± 0.3 年)とし、本実験期間に初めてライフセービング活動の実践を経験する者を非経験者群 ($n=7$)とした。全ての対象者は、NPO 法人日本ライフセービング協会が認定する「ベーシックサーフライフセーバー」資格を取得していた。

対象者には、ヘルシンキ宣言に基づき、事前に研究の主旨や手順を説明して、本実験の参加に対する同意を得た。本実験の内容は、流通経済大学研究倫理審査委員会の承認を得ている。

2. 実験デザイン

ライフセービング活動は、活動開始1週間前から合宿を行い、活動のための準備やトレーニングを行った(準備期)。実際にライフセービング活動を行ったのは30日間であった(活動期)。これらに加えて、活動終了後の1週間も観察期間とした(活動オフ期)。唾液採取は、ライフセービング活動開始1週間前(準備期の開始日, Pre)、準備期の終了翌日(活動期の開始日, Start)、活動開始1週間後(1W)、同2週間後(2W)、同3週間後(3W)、同4週間後(活動期の最終日, 4W)、活動終了1週間後(Post)に行った。

また、1日の活動は朝5時に起床し、早朝のトレーニングと食事、活動準備を行った。唾液採取を日内変動の影響を考慮し、この起床後からトレーニング開始前の間に実施した。その際に対象者には、唾液採取までに飲

筆頭者連絡先: 〒301-8555 茨城県龍ヶ崎 120

e-mail: h-arai@rku.ac.jp



図1. 1日の活動と実験デザイン

食および激しい運動を行わない旨を指示し、同時に内科的自覚症状および自覚的疲労感について質問票を用いて調査した。その後パトロール活動、片付け、トレーニング、夕食、翌日の準備をしておおよそ22時には就寝した（図1）。これらの調査結果に及ぼす影響を考慮し、実験期間中は、22時以降の飲食を禁止した。

3. 測定方法

a. 唾液 SIgA

唾液の採取および SIgA の測定は、秋本ら⁸⁾の先行研究に従い、以下の手順で行った。初めに、対象者にミネラルウォーター約 30 ml で口腔内を濯がせ（30 秒間×3 回）、5 分間の座位安静をとらせた。次いで、口腔内の唾液を全て嚥下させた後に、唾液採取用の滅菌綿（Salivette, Sarstedt 社、ドイツ）を 1 秒間に 1 回のペースで 1 分間咀嚼させ、分泌された唾液を綿に吸収させた。唾液重量を電子天秤で測定し、唾液密度は 1 g/ml であると仮定して、唾液分泌量(ml/min)を推定した。唾液は遠心分離器（3,000 rpm, 15 分間）を用いて滅菌綿から分離し、-30 °C で SIgA の濃度測定まで冷凍保存した。唾液 SIgA 濃度 (μ g/ml) は ELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay) により測定し、唾液分泌量に乗じて、唾液 SIgA 分泌速度 (μ g/min) を算定した。

b. 内科的自覚症状

山内ら⁹⁾が内科医と相談して作成した質問票を用い、起床後の内科的自覚症状（頭痛、ノドの痛み、腹痛、関節痛、熱感、悪寒、吐き気、下痢、咳、痰、鼻水、倦怠感、風邪の自覚症状）の有無を確認した。Kon et al.¹⁰⁾

に従い、2 日連続でノドの痛み、熱感、悪寒、吐き気、咳、痰、鼻水、風邪の自覚症状が 2 つ以上あった場合に、URTI が発症したと判断した。自覚的疲労感は、活動前における通常の状態を「普通」、「普通」よりも疲労感が強い場合は、疲労感の強い順に「非常に疲労感あり」、「かなり疲労感あり」、「普通」よりも疲労感が弱い場合は、疲労感の強い順に「少し疲労感あり」、「疲労感なし」と回答するように指示した。自覚的疲労感における各回答の相対度数は、1 週間ののべ回答数を分母にして算定した。

4. 統計処理

対象者の条件（経験者群 vs. 非経験者群、URTI 群 vs. 非 URTI 群）と時間を要因とした各測定項目の変動は、反復測定の変数配置分散分析を用いて検討した。多重比較検定には、Tukey-Kramer 法を用いた。唾液 SIgA 分泌速度の変化量における Start~4W の平均値、各測定値における Pre の値など、二群間の比較には対応の無い t 検定を用いた。経験者群と非経験者群の自覚的疲労感は χ^2 検定により比較した。全ての値は平均値±標準誤差で示し、有意水準は 5%未満に設定した。統計処理には、統計解析ソフトウェア Stat view 5.0 (SAS Institute 社, USA) を用いた。

Ⅲ. 結果

本実験における実際の活動日数は、経験者群で 22.1 ± 2.4 日（活動期間の $78.3 \pm 0.1\%$ ）、非経験者群で 16.7 ± 2.5 日（ $55.7 \pm 0.1\%$ ）であり、群間の有意差は認められなかった。疲労を感じた者（「非常に疲労感あり」、「かなり疲労感あり」と回答した者）は、準備期間中は皆無であったが、活動期間の第 1 週（全被験者 8.0%，経験

者群 1.8%, 非経験者群 18.2%)、第2週(それぞれ 12.4%, 3.6%, 22.4%)、第3週(それぞれ 14.9%, 3.8%, 26.5%)、第4週(それぞれ 16.3%, 17.9%, 14.6%)、活動終了1週間後(それぞれ 18.6%, 17.6%, 19.6%)は増加傾向にあった。活動第1～3週においては、非経験者群の疲労感が経験者群よりも有意に高値を示した ($p < 0.05$)。

1. ライフセービング経験の有無と唾液 SIgA 分泌

Pre をベースラインとして唾液 SIgA の変化量 (Δ SIgA) を算定した。 Δ SIgA 分泌速度に交互作用は認められなかったが、活動期 (Start-4W) における Δ SIgA の平均値は、経験者群に比べて、非経験者群の減少量は有意に大きかった ($p < 0.05$, 図 2)。

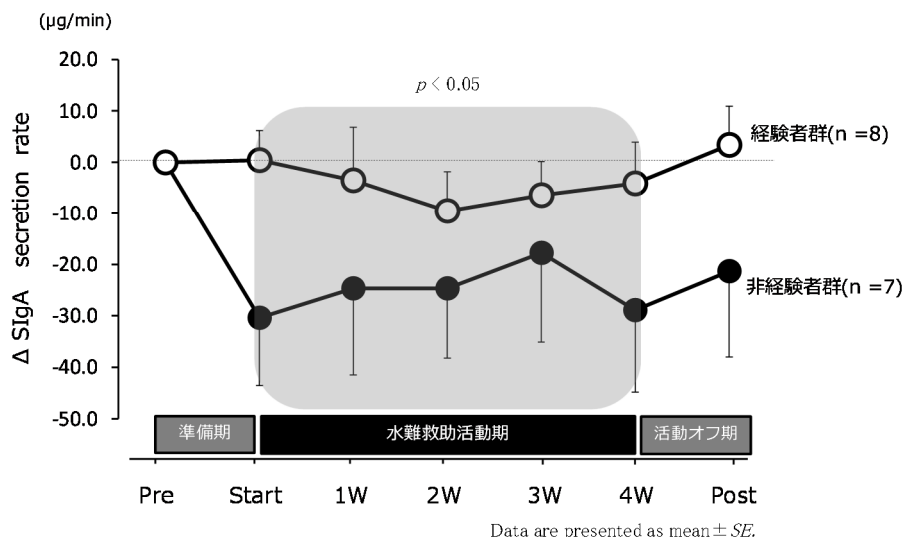


図 2. 経験者群と非経験者群における SIgA 分泌速度の変化量

荒井宏和ほか; 唾液 SIgA によるライフセーバーのコンディション評価, 日本臨床スポーツ医学会誌, 24(1), pp.84-92, 2016 (改変)

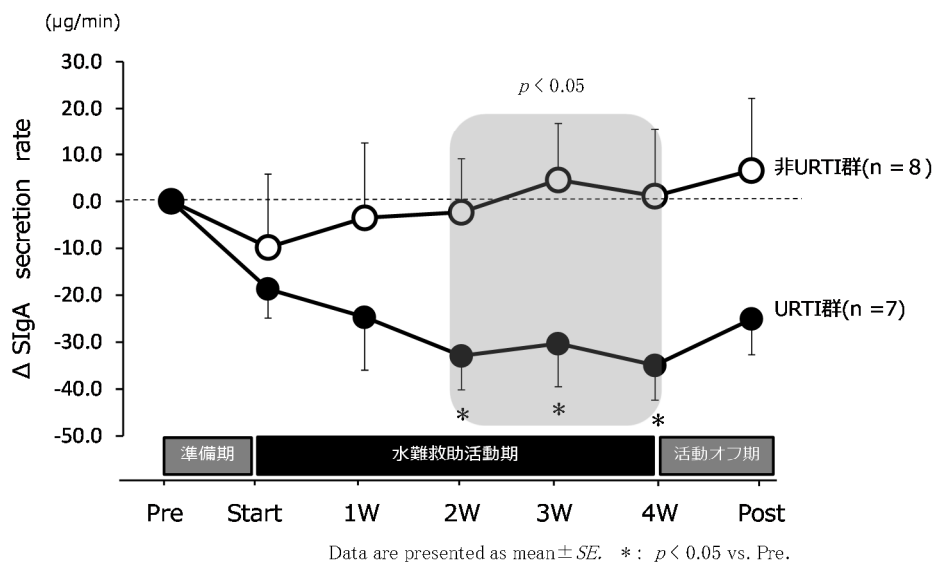


図 3. URTI 群と非 URTI 群における SIgA 分泌速度の変化量

荒井宏和ほか; 唾液 SIgA によるライフセーバーのコンディション評価, 日本臨床スポーツ医学会誌, 24(1), pp.84-92, 2016 (改変)

2. URTI 発症の有無と SIgA 分泌

質問票により、自覚症状の訴えが認められた項目は主に「ノドの痛み」、「熱感」、「咳」、「痰」、「鼻水」であった。URT I 発症の条件に該当する者は 7 人（経験者 4 人、非経験者 3 人）、該当しない者は 8 人（経験者 4 人、非経験者 4 人）であった。URT I 症状が認められたタイミングは、2W が 2 人、3W が 1 人、4W が 3 人、Post が 1 人であった。

Δ SIgA の変動に交互作用が認められ ($p < 0.05$)、URT I 群に主効果が認められた。また各群間の有意差は 2W、3W、4W で認められた ($p < 0.05$)。非 URT I 群においては、 Δ SIgA に有意な変動は認められなかった。URT I の対象者が自覚症状を訴えたのは 2W 以降だったので、2W から Post までの Δ SIgA の平均値を算定しところ、非 URT I 群に比べて URT I 群の減少量が有意に大きかった ($p < 0.05$, 図 3)。

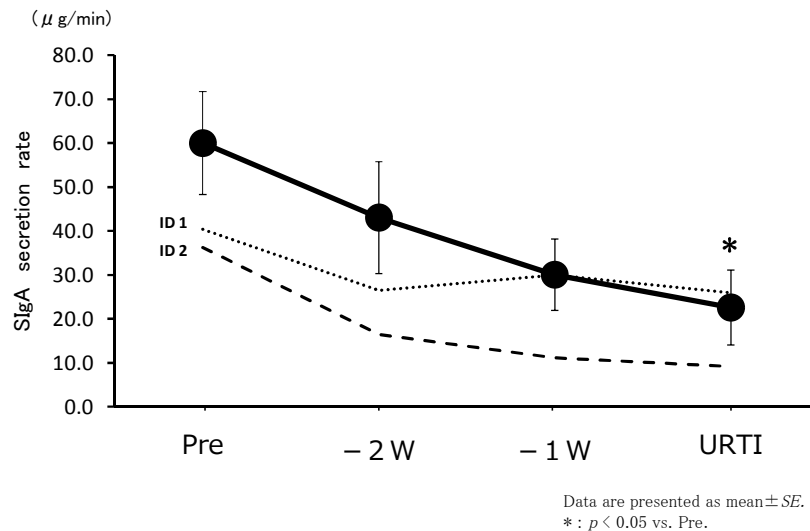


図 4. URT I 発症者における SIgA 分泌速度の推移

荒井宏和ほか; 唾液 SIgA によるライフセーバーのコンディショニング評価, 日本臨床スポーツ医学会誌, 24 (1), pp.84-92, 2016 (改変)

URT I が発症した週を基準にして、URT I 群における唾液 SIgA 分泌速度の推移を図 4 に示した。唾液 SIgA 分泌速度は、Pre から URT I の発症時まで経時的に低下する傾向にあり、発症時には Pre に比べて有意に低下した ($p < 0.05$)。なお、ID 1 の対象者は、Post の唾液採取後に高熱症状と咳症状が認められ、医師によって口腔粘膜炎（再発性アフタ）およびマイコプラズマ肺炎と診断され、2 週間の入院治療を行った。また、ID 2 の対象者は、Post の唾液採取直前に 38℃ の発熱が確認された。

IV. 考 察

本研究は、ライフセービング活動期のライフセーバーを対象に、唾液中の SIgA を定期的にモニタリングした初めての研究である。本研究において、ライフセービング活動に初めて参加するライフセーバーは、参加経験のある者に比べて、唾液 SIgA 分泌速度の低下が大きかった。また、研究期間中に URT I を発症した者では、唾液 SIgA 分泌速度が Pre と比較して有意に低下した。

これらの結果から、ライフセービング活動期のライフセーバーにおけるコンディショニング評価として、唾液 SIgA のモニタリングが有用である可能性が示唆された。

水難救助活動は身体的に高い負荷をかけ^{2,3)}、監視活動は心理的疲労を増大させる¹¹⁾。準備期間においても、初期には合宿生活に馴化することが必要であり、また、水難救助場面を想定した実践的なシミュレーショントレーニングが終日行われる。これらによって、ライフセーバーの心身には急激な負荷が加えられると推察できる。1W より疲労を感じた対象者が出現していることが、この推察を裏付けている。先行研究では、3 日連続の高強度運動負荷¹²⁾によって唾液 SIgA 分泌速度が低下したと報告されている。心理的ストレスによって唾液 SIgA 濃度が低下するという報告もある¹³⁾。

本研究の Pre における唾液 SIgA 分泌速度には個人差があり、また、統計学的に有意ではないが群間差もあった。そこで、Pre からの変化量を算定し、ライフセービング活動期における唾液 SIgA 分泌速度の変動を検討したところ、非経験者群は経験者群に比べて低下が大きかった。ライフセービング活動はライフセーバーに身体的・心理的ストレスを負荷するが¹⁾、それらのス

トレスが非経験者群で経験者群に比べて大きかったことが、唾液 SIgA 分泌速度の低下が両群で異なった一要因だと考えられる。実際に、ライフセーバーは炎天下で脱水症のリスクを抱えながら監視活動を行うが、脱水も、唾液 SIgA 分泌速度を減少させる可能性がある¹⁴⁾。暑熱環境への馴化能力および脱水症のリスク管理能力にも、経験者群と非経験者群に差があった可能性もある。唾液 SIgA 分泌速度の低下にライフセービング経験の差があった一方、URTI に罹患した割合は、経験者群と非経験者群でほぼ同等であった。先行研究において、安静時の唾液 SIgA 濃度が低い選手は高い選手に比べて、URTI の罹患率が高いことが示されている¹⁵⁾。いずれにせよ、本研究の成果を踏まえ、水難救助活動に初めて携わるライフセーバーには、活動開始の初期段階で十分な休息を与え、本格的な活動に向けて環境に適応する準備期間を設定する必要があると考えられる。

唾液 SIgA の低下は、URTI の罹患率を高めることが知られている。実際、アメリカンフットボール選手を対象にした1年間の観察研究¹⁶⁾および水泳選手を対象にした7か月間の観察研究¹⁷⁾において、唾液 SIgA 濃度と URTI の発症に負の相関関係が認められている。本研究において、URTI 群の唾液 SIgA 分泌速度は、URTI の発症が認められたポイントで最も低い値を示した。過去の研究では、サッカー選手における唾液 SIgA 分泌速度の減少が URTI 発症の3日前から認められたことや¹⁸⁾、水泳選手において唾液 SIgA 濃度が低値を示した1週間後に URTI の罹患率が上昇したことが報告されている¹⁷⁾。本研究では、URTI 経験群における唾液 SIgA 分泌速度が2W から4W にかけて有意に低下し、2W 以降より URTI 症状が認められた。さらに URTI の発症を軸として唾液 SIgA 分泌速度の動きをみると、Pre から URTI の発症にかけて段階的に唾液 SIgA が低下する傾向にあった。先行研究において、唾液 SIgA 分泌速度の変化量と URTI 発症との関連について検討した論文は公表されていないが、その変化率と URTI との関連については報告がなされている。例えば、Neville et al.¹⁹⁾は、アメリカズカップヨットレースに参加した選手を数ヶ月にわたり唾液 SIgA のモニタリングを行ったところ、唾液 SIgA 濃度に40%の低下が生じると3週間以内に50%の確率で URTI が発症したと報告して

いる。本研究では、先行研究と同様に、唾液 SIgA の低下率が40%を上回っていた可能性が考えられる(図5)。ただし、本研究は変化量により検討を行っており、先行研究と単純比較はできず、対象数は比較的少ないという課題もある。ライフセービング活動期において URTI が発症する唾液 SIgA 分泌速度の低下水準については、今後対象者を増やし、さらに検討することが必要である。

これらのことから、動期のライフセーバーにおいても、唾液 SIgA 分泌速度を定期的にモニタリングすることで、URTI の兆候を早期に検出し、URTI 罹患の予防や症状緩和のための対応をとりやすくなると考えられる。

V. まとめ

本研究では、ライフセーバーのライフセービング活動期間において唾液 SIgA 分泌速度の低下および URTI の発症が認められ、特にライフセービング活動を初めて経験する者において、その傾向が顕著であった。これらの結果から、水難救助活動期のライフセーバーにおける唾液 SIgA のモニタリングはコンディショニングに有用であること、初めてライフセービング活動の現場を経験するライフセーバーは、特に唾液 SIgA 分泌速度の低下に注意が必要であることが示唆された。

VI. 最後に

パトロール活動に関わるライフセーバーを対象とした研究は、未だ十分とは言えない。よって依然、エビデンスに基づく知見よりも、従来、現場で伝統的に組み込まれてきた習慣が引き継がれ、経験の蓄積によりパトロールが行われているのが現状である。

この間、ライフセーバー自身が様々な工夫を積み重ねながら事故防止に取り組み、多くの命を救ってきたと言っても過言ではない。しかしながら、異なる分野による学際的なアプローチがエビデンスとして現場に情報提供され、円滑なパトロール活動を実践するためのシステム構築が加速されることが望まれる。また、同時にこれらの知識を積極的に受け入れ、現場で実践できるインテリジェンス・ライフセーバーが育成されることを期待したい。

なお、本稿は日本臨床スポーツ医学会誌(2016)において投稿された原著論文を元に、海洋人間学会シンポジウムにて発表させていただいた。シンポジウムをコーディネートしていただいた中塚健太郎先生及び発表者の深山元良先生、石川仁憲先生、そして事務局の皆様へ感謝を申し上げたい。

引用文献

- 1) 荒井宏和, 河野一郎: 海浜におけるライフセービング活動について. トレーニング科学 8: 79-88, 1996.
- 2) Gulbin JP, Fell JW, Gaffney PT: A physiological profile of elite surf ironmen fulltime life guard and patrolling surf lifesavers. Aust J Sci Med Sport 28: 86-90, 1996.
- 3) Ochoa, FJ, Ramalle-Gómara E, Lisa V, Saralegui I: The effect of rescuer fatigue on the quality of chest compressions. Resuscitation 37: 149-152, 1998.

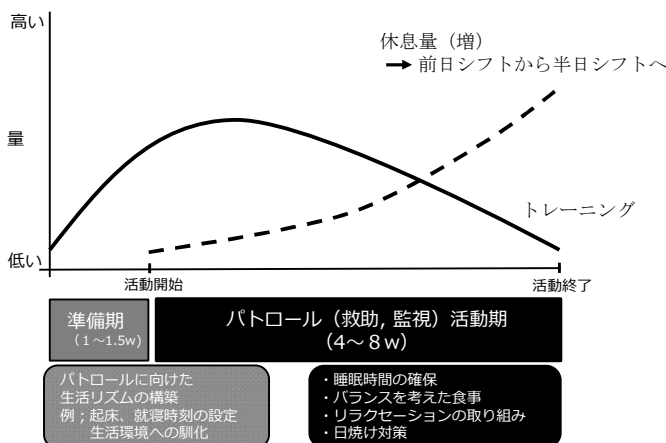


図5. コンディショニングのためのパトロール活動とトレーニング

- 4) Nieman DC, Henson DA, Dumke CL, Lind RH, Shooter LR, Gross SJ: Relationship between salivary IgA secretion and upper respiratory tract infection following a 160-km race. *J Sports Med Phys Fitness* 46: 158-162, 2006.
- 5) Libicz S, Mercier B, Bigou N, Le Gallais D, Castex F: Salivary IgA response of triathletes participating in the French Iron Tour. *Int J Sports Med* 27: 389-394, 2006.
- 6) 秋本崇之ほか: 高強度トレーニングによる安静時唾液中分泌型 IgA の変動. *体力科学* 47: 245-252, 1998.
- 7) Bosch JA, Ring C, de Geus EJ, Veerman EC, Amerongen AV: Stress and secretory immunity. *Int Rev Neurobiol* 52: 213-253, 2002.
- 8) 秋本崇之ほか: 持久性ランニングによる口腔局所免疫能の変動. *体力科学* 47:53-62, 1998.
- 9) 山内亮平ほか: 大学ラグビー選手における合宿期間中の唾液中分泌型免疫グロブリン A の変動. *体力科学* 58: 131-142, 2009.
- 10) Kon M, Iizuka T, Maegawa T, Hashimoto E, Yuda J, Aoyanagi T, Akimoto T, Takahashi H: Salivary secretory immunoglobulin A response of elite speed skaters during a competition period. *J Strength Cond Res* 24: 2249-2254, 2010.
- 11) 中塚健太郎ほか: 水難救助活動における監視作業に有効な走査法. *流通経済大学スポーツ健康科学部紀要* 1: 87-97, 2008.
- 12) Mackinnon LT, Hooper S: Mucosal (secretory) immune system responses to exercise of varying intensity and during overtraining. *Int J Sports Med* 15: 179-183, 1994.
- 13) Otsuki T, Sakaguchi H, Hatayama T, Takata A, Hyodoh F, Tsujita S, Ueki A, Morimoto K: Secretory IgA in saliva and academic stress. *Int J Immunopathol Pharmacol* 17: 45-48, 2004.
- 14) 清水和弘ほか: 唾液中 SIgA を用いた全日本トップレスリング選手の急速減量時のコンディショニング評価. *日臨スポーツ医学会誌* 15: 441-447, 2007.
- 15) Gleeson M, McDonald WA, Pyne DB, Cripps AW, Francis JL, Fricker PA, Clancy RL: Salivary IgA levels and infection risk in elite swimmers. *Med Sci Sports Exerc* 31: 67-73, 1999.
- 16) Fahlman MM, Engels HJ: Mucosal IgA and URTI in American college football players: A year longitudinal study. *Med Sci Sports Exerc* 37: 374-80, 2005.
- 17) Gleeson M, Hall ST, McDonald WA, Flanagan AJ, Clancy RL: Salivary IgA subclasses and infection risk in elite swimmers. *Immunol Cell Biol* 77: 351-355, 1999.
- 18) Nakamura D, Akimoto T, Suzuki S, Kono I: Daily changes of salivary secretory immunoglobulin A and appearance of upper respiratory symptoms during physical training. *J Sports Med Phys Fitness* 46: 152-157, 2006.
- 19) Neville V, Gleeson M, Folland JP: Salivary IgA as a risk factor for upper respiratory infections in elite professional athletes. *Med Sci Sports Exerc* 40:1228-1236, 2008.

□シンポジウム「ライフセービング活動におけるエビデンス」□

ライフセービングにおけるボードパドルリング技術：エビデンスに基づいた指導法の確立

深山元良¹¹城西国際大学

海洋人間学雑誌, 5(Suppl):20-25, 2017.

キーワード：ライフセービング, ボードパドルリング, ボード速度, ストローク頻度, ストローク長

I. はじめに

ボードパドルリングまたはパドルボードとは、水上のボード上で両腕・両手を使って水をかくことにより推進力を得る動作のことをいう。ボードパドルリングの動作には、ボード上で膝立ちになり両腕をバタフライのように使って水をかくニーリングパドル（Kneel Paddling : K-Pad）と、ボード上で腹ばいになり両腕をクロールのように使って水をかくストロークパドル（Stroke Paddling : S-Pad）の2種類の方法がある（図1）。

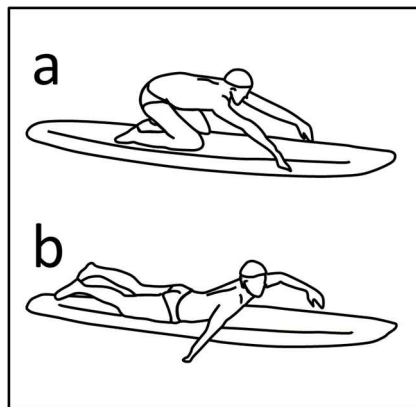


図1. ニーリングパドル：K-Pad (a) とストロークパドル：S-Pad (b)

ライフセービングにおいてボードを用いて救助を行う場合、ライフセーバーはパドルリングを行って要救助者に接近し、要救助者を確保した後、ボード上に要救助者を乗せて浜に戻る方法（ボードレスキュー）がある¹⁾。このボードレスキューは、エンジンを使用せず人力によって推進力を得る救助法の中では、最も迅速かつ効率的に要救助者に接近できるため、ライフセービング活動では大変有効である。さらに、国内外では、水辺の救助活動に必要な技能を競い合うためのライフセービング競技が行われている。現在、国際ライフセービング連盟が規定しているオーシャン競技17種目のうち、ボードを用いた種目は5種目あり²⁾、競技種目からみてもボードの汎用性は高いといえる。これらのことから、ライフセーバーが熟練したボード操作技能

を習得することは重要であるといえる。

競泳、カヤック等、左右対称の循環型の運動によって推進力を得る技術では、パフォーマンス（速度）をより向上させるためにストローク頻度（Stroke Rate : SR）とストローク長（Stroke Length : SL）の変化を分析した研究が多く報告されている³⁾。ライフセービングにおけるボードパドルリングの場合、K-Pad、S-Padともに、左右同時または交互に手が入水してから水をかいた後に退水し、再び入水する動作を1ストロークサイクルという³⁾。一般的に、SRは1分間あたりのストロークサイクル数、SLは1ストロークサイクルで進んだ距離によって表される。ボード速度（Board Velocity : BV）は、SRとSLの積によって求められ、BVを高めるためにはSRとSLのどちらか、あるいは両方を高める必要がある³⁾。しかし、ライフセービングにおけるボードパドルリングの先行研究は非常に少なく、エビデンスに基づいた指導法が確立されているとは言い難い。我々がライフセービングにおけるボードパドルリングの実験を始めた2012年当時、ボードパドルリングに関する先行研究は非常に限られており、ボードパドルリングの最高速度や速度変化が明らかにされておらず、また性差や技能レベル差の分析も行われていなかった。さらに、ライフセービングで使われるボードは、大別して、競技で使われるレーシングボードとレスキューで使われるレスキューボードがあるが、それらの2種類のBVの比較についても研究報告がなかった。そこで、ボードパドルリングの実験を計画するにあたり、まず、海水浴場における救助について着目した。ライフセーバーが海水浴場でボードを用いて救助を行う割合は、レスキューチューブなどと比較して最も多く、また、救助行為が行われた場所は海岸の汀線から50m以内が多いことが報告されている³⁾。これらのことから、50m程度の全力ボードパドルリングにおけるBV、SR、およびSLというストローク指標を分析しエビデンスを示すとともに、BVを高めるための指導法を確立することが急務であると考え研究を行ってきた。

II. 目的

本稿では、筆者らがこれまで行ったボードパドルリングに関する研究結果をまとめ、ボードパドルリングの指導法を確立するためのエビデンスを示すことを目的とした。

筆頭者連絡先：〒283-8555 千葉県東金市求名1

e-mail : miyama@jiu.ac.jp

III. 方法

1. 実験プロトコル

被験者に、室内 50m プールにおいて約 40m の直線コースにおける K-Pad および S-Pad の全力パドリングを行わせた。40m-50m 区間は、ボードを安全に停止するための区間とした。

A. 実験 1

実験 1 は、エリートパドラーが K-Pad と S-Pad における 40m 全力パドリングを行なったときのストローク指標を比較し、K-Pad と S-Pad ではどちらが速いのか、また BV の性差はどの程度なのかについて分析した。被験者は、エリートパドラー（全日本ライフセービング選手権ボードレース決勝進出者）10 名（男子 5 名、女子 5 名）とした。ボードは、レーシングボード（Dolphin 社製、全長 3.17m、全幅 0.45m、重量 7.9kg）を用いた。ストローク指標の分析は、3 台のデジタルビデオカメラの映像により行い、スタートから 40m 地点までを 5m 毎の 8 区間に分け BV、SR、および SL を算出した（図 2-a）。ただし、スタートから 5m 区間の値は 0 とした。

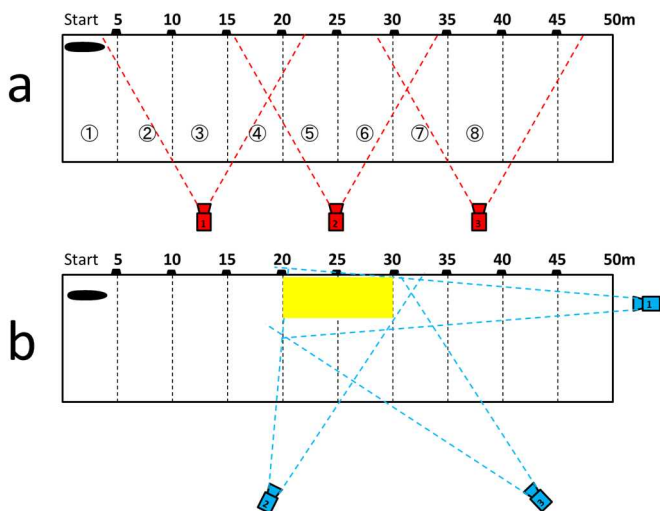


図 2. 室内 50m プールにおける実験セットアップ: ストローク指標の分析 (a) と動作分析 (b)

B. 実験 2

実験 2 は、エリートパドラーとサブエリートパドラーが K-Pad と S-Pad における 40m 全力パドリングを行なったときのストローク指標を比較し、技能レベル間ではどのような相違があるのかについて分析した。被験者は、エリート群（全日本ライフセービング選手権ボードレース決勝進出者）、サブエリート群（大学生ライフセーバー有資格者）ともに 16 名（男子 8 名、女子 8 名）とした。ボードは、実験 1 と同様のレーシングボードを使用した。また、ストローク指標の算出は、実験 1 と同様に行った（図 2-a）。さらに、質問紙を用いてパドリング中の主観的動作感覚について調査し、技能レベルの違いによって動作感覚にどのような特徴があるのかについて分析した。

C. 実験 3

実験 3 は、エリートパドラーとサブエリートパドラー

ーが K-Pad における 40m 全力パドリングを行なったときの動作を 3 次元動作分析によって比較し、技能レベル間ではどのような相違があるのかについて分析した。被験者は、エリート群（全日本ライフセービング選手権ボードレース決勝進出者）、サブエリート群（大学生ライフセーバー有資格者）ともに 8 名（男子 4 名、女子 4 名）とした。ボードは、実験 1 と同様のレーシングボードを使用した。動作分析は、20-30m 区間を 3 台のハイスピードカメラで撮影し、動作解析ソフト（Frame-DIAS4、DHK 社製）を用いて手動デジタイズ（100Hz）により 3 次元座標値を算出し、関節角度・角速度を分析した（図 2-b）。

D. 実験 4

実験 4 は、エリートパドラーが K-Pad と S-Pad の 40m 全力パドリングをレーシングボードとレスキューボードで行ったときのストローク指標を比較し、ボード種別間ではどのような相違があるのかについて分析した。被験者は、エリートパドラー（全日本ライフセービング選手権ボードレース決勝進出者）16 名（男 8 名、女 8 名）とした。ボードは、国際ライフセービング連盟のボード規格に準拠しているレーシングボード（Dolphin 社製、全長 3.17m、全幅 0.45m、厚さ 0.18m、重量 7.9kg）とレスキューボード（Bennett 社製、全長 3.13m、全幅 0.53m、厚さ 0.15m、重量 13.2kg）を用いた。ストローク指標の算出は、実験 1 と同様に行った（図 2-a）。

2. 統計処理

測定値は、すべて平均値±標準偏差（Mean±SD）で示した。5m 毎の 8 区間におけるパラメータの変化は、反復測定による分散分析（2 群×8 区間）と多重比較検定、または区間毎に t 検定を行った。また、各パラメータ間の相関係数は、ピアソンの相関係数を用いた。さらに、動作分析では、1 ストロークサイクルを規格化し、相対時間 1% 毎に対応のない t 検定を行った。統計的有意水準は、すべて 5% とした。

IV. 結果と考察

1. 実験 1: エリートパドラーにおける K-Pad と S-Pad の BV および性差の比較

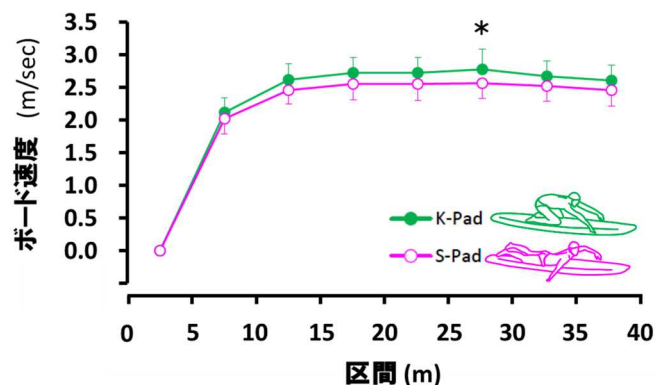


図 3. ニーリングパドル (K-Pad) とストロークパドル (S-Pad) におけるボード速度の変化 * : p<0.05

図3は、エリートパドラーがK-PadとS-Padにおける40m全力パドルングを行なったときのBVの変化を表している。両パドルングのBVはともに25-30m区間で最大となり、スタートしてからおよそ10秒後には最大速度に到達していた(図3)。この結果から、ボードパドルングの最大BVは、40m程度の距離でも十分に測定できるエビデンスとなった。また、K-PadとS-Padの最大BV区間(25-30m区間)を対応のあるt検定で比較したところ、K-Padの最大BV(2.77 ± 0.31 m/sec)はS-Pad(2.57 ± 0.24 m/sec)に比べて有意に速かった(図3)。したがって、エリートパドラーのレベルでは、より速いBVが求められる場面においてS-PadよりK-Padを行うことが勧められる。

図4は、エリートパドラーがK-PadとS-Padにおける40m全力パドルングを行なったときの男女別BV、SRおよびSLの変化を表している。エリートパドラーにおけるK-Padの最大BVは男子 3.02 ± 0.24 m/sec、女子 2.55 ± 0.11 m/secであった。同様にS-Padの最大BVは、男子 2.73 ± 0.20 m/sec、女子 2.40 ± 0.12 m/secであった。BV、SR、およびSLの区間変化について、反復測定による二元配置分散分析(性別2群×8区間)を行った結果、両パドルングにおける男子のBVは、女子に比べて有意に速く、女子の最大BVは男子に比べて約14%低かった(図4-a)。また、これらの最大BVを先行研究における他の水上スポーツの速度と比較すると、男子エリートパドラーにおけるK-Padの最大BV(3.02 ± 0.24 m/sec)は、100mクロールより43%速い、

サーフィンのパドルングより59%速い、S-Padより10%速い、サーフスキーより20%遅いことが示された。また、両パドルングにおける男女のSRは、K-Padで94-95回/min程度、S-Padで83-85回/min程度で、両パドルングともに男女間で有意差は認められなかった(図4-b)。さらに、SLの比較では、K-Padにおいて男子のSLは女子に比べて有意に長い値であり、最大BV区間での差は0.3m程度であった。それに対して、S-Padでは、男女間で有意差は認められなかった(図4-c)。

2. 実験2: K-PadとS-Padにおける技能レベル間比較

図5は、エリートパドラーとサブエリートパドラーがK-PadとS-Padにおける40m全力パドルングを行なったときの技能レベル別BV、SR、およびSLを表している。BV、SR、およびSLの区間変化について、反復測定による二元配置分散分析(技能レベル2群×8区間)を行った結果、両パドルングともに、エリート群のBVは、サブエリート群に比べて有意に速かった(図5-a)。また、両パドルングともにエリート群はサブエリート群に比べてより短い距離で、より速い最大BVに到達していた。このことから、エリート群は加速能力に優れており、加速能力も最大BVを高めるための重要な指標となると考えられる。K-Padにおいて、両群のSRは有意差が認められなかったのに対して、エリート群のSLはサブエリート群と比べて有意に長いという結果を示した(図5-b、c)。S-Padでは、SR、SL

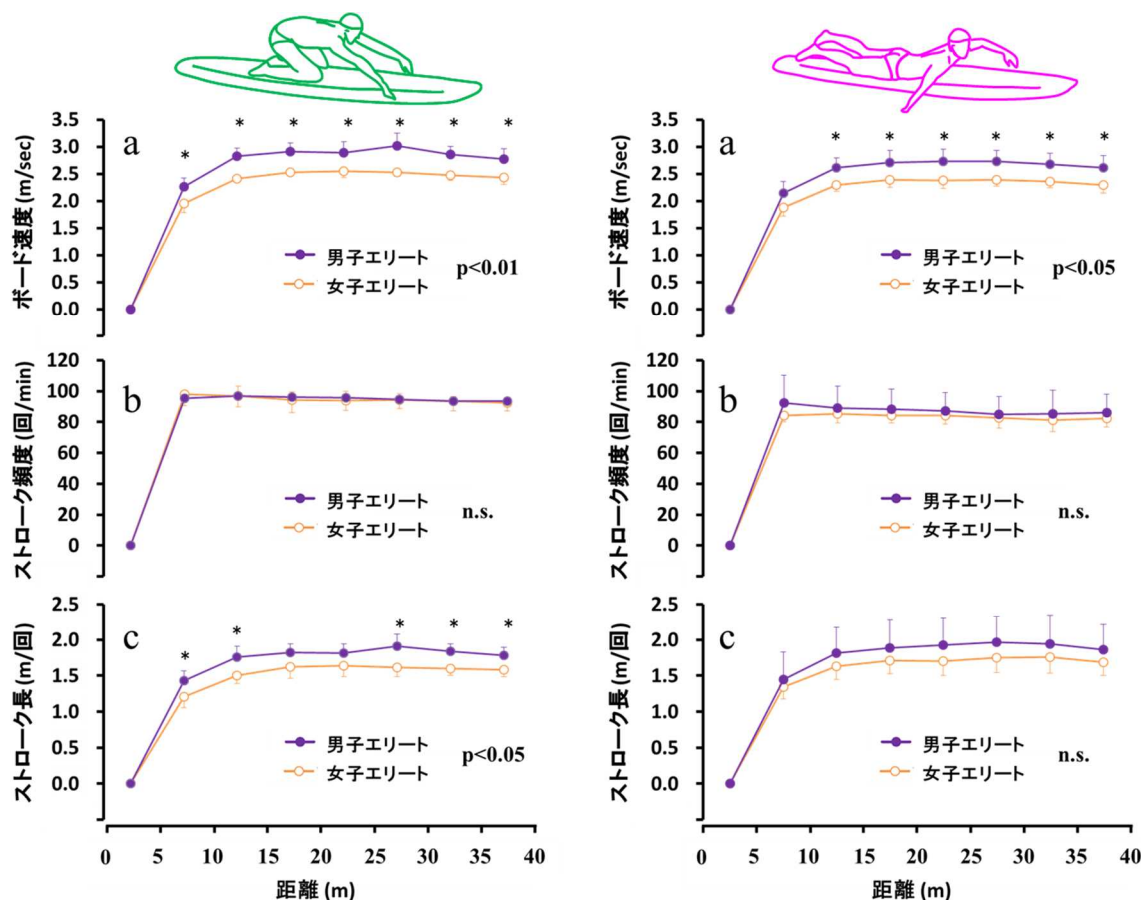


図4. ニーリングパドル(K-Pad)とストロークパドル(S-Pad)における男女別ボード速度(a)、ストローク頻度(b)、およびストローク長(c)の変化 * : p<0.05

ともに群間に有意差は認められなかった。このことから、K-Padにおいて、エリート群のBVがより速い要因は、エリート群のSLがより長いことであると考えられる。この点をより明らかにするために、最大BVとSR、および最大BVとSLの相関関係を分析した。その結果、K-Padでは、エリート群の最大BVとSLには有意な正の相関関係が認められたのに対して、最大BVとSRには有意な相関関係が認められなかった。また、サブエリート群は、最大BVとSL、および最大BVとSRのいずれにも有意な相関関係は認められなかった。同様に、S-Padでは、エリート群の最大BVとSLには有意な正の相関関係が認められたのに対して、サブエリート群は最大BVとSRに有意な相関関係が認められ

た。したがって、最大BVを高めるためには、SRを低下させずにSLをより長くすることが有効である。実際のトレーニングの現場でSLが長くなっているかを確認するためには、任意の距離のタイムトライアルを行い所要タイムとストローク数を計測し、それらの合計値を小さくしていく方法が勧められる。たとえば、35mの全力パドルングを行ったときの所要タイムが15秒、ストローク数が18回だったとすると、それらの合計値は33である。ある期間のトレーニングの後、同様の試技を行い、所要タイムが15秒、SRが17回となれば、合計値は32となり同様のタイムでSLがより長くなった効果を確認できる。

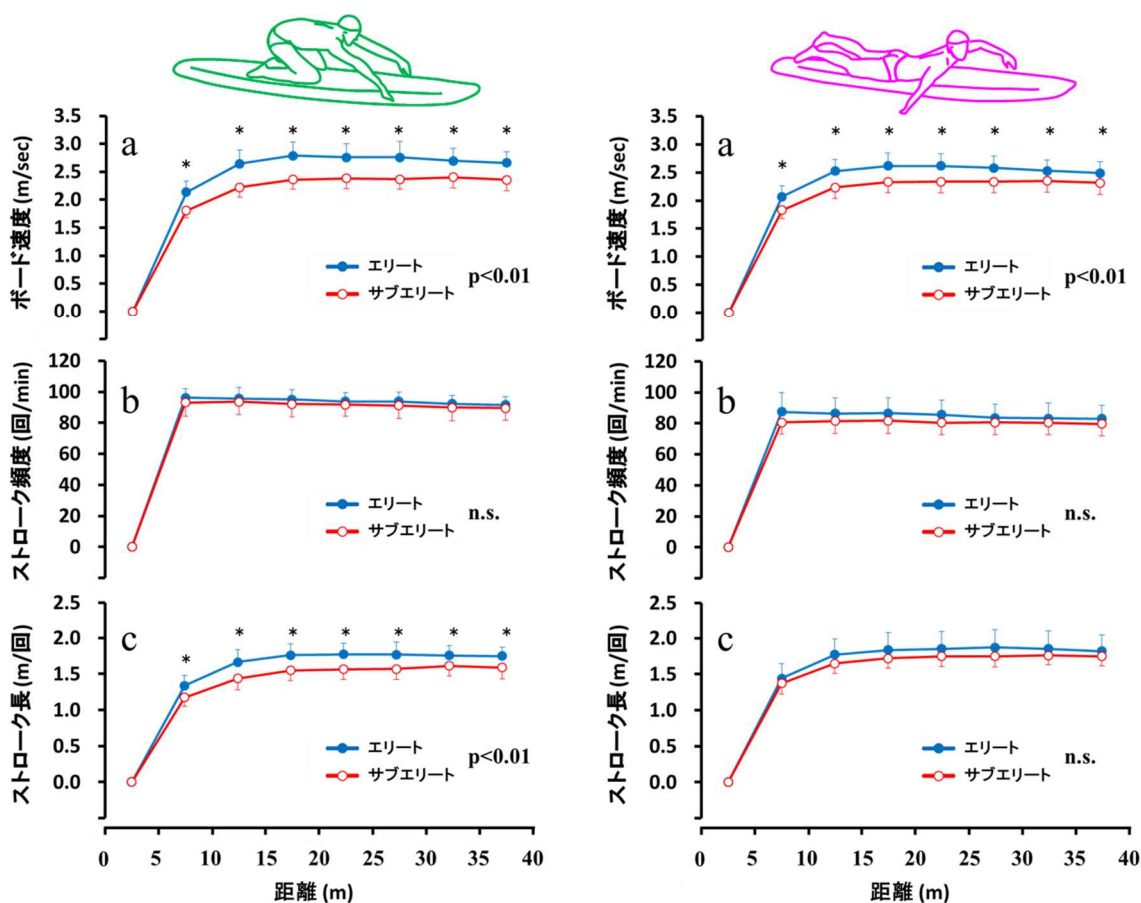


図5. ニーリングパドル (K-Pad) とストロークパドル (S-Pad) における技能レベル別ボード速度 (a)、ストローク頻度 (b)、およびストローク長 (c) の変化 * : p < 0.05

パドルング中の主観的動作感覚について技能レベル間でどのような相違があるのかについて質問紙を用いて分析したところ、K-Padにおいて、エリート群はサブエリート群に比べて、「姿勢がブレにくい」「上体と下体が上手く連動する」「パドルングを続けても疲れにくい」等の主観的動作感覚の得点が有意に高かった。また、S-Padでは顕著な違いは見られなかった。このことから、パドルング中の主観的動作感覚も有効な指導観点となると考えられる。

3. 実験3: K-Padにおける動作の技能レベル間比較

図6は、K-Padにおける1ストロークサイクル中のBV変化を表している。1ストロークサイクルの時間を

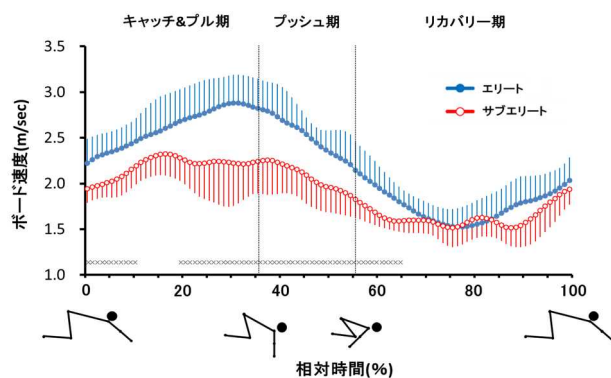


図6. ニーリングパドル (K-Pad) における1ストロークサイクル中のボード速度の変化 × : p < 0.05

100%に規格化し、相対時間1%ごとに対応のないt検定を行った結果、エリート群のBVは、サブエリート群よりもキャッチ&プル期、プッシュ期にかけて有意に速かった(図6)。これらの区間の速度の差を明らかにするために両群における関節角度および角速度を対応のないt検定により比較した結果、エリート群とサブエリート群の間で肩関節および股関節の動作に有意差が認められた。エリート群はサブエリート群に比べて、プッシュ期において肩関節をより速く伸展・内転させている、つまり両腕・両手で水をより速くかいていることが認められた。さらに、エリート群はサブエリート群に比べてキャッチ&プッシュ期において股関節をより大きく、より速く屈曲させていることが示された。

4. 実験4: K-Pad と S-Pad におけるボード種別間比較

図7は、エリートパドルラーがK-PadとS-Padの40m全力パドルングをレーシングボードとレスキューボー

ードで行ったときのボード種別BV、SR、およびSLを表している。BV、SR、およびSLの区間変化について、反復測定による二元配置分散分析(ボード種別2群×8区間)を行った結果、両パドルングともに、レーシングボードのBVはレスキューボードに比べて有意に速く、最大BVの差は約10%であった(図7-a)。また、両パドルングともにSRには有意差はなく、SLに有意差が認められた(図7-b, c)。レーシングボードとレスキューボードの最も顕著な違いは、レーシングボードの重量がレスキューボードに比べて5.3kg、割合として40%軽いことである。したがって、最大BVの差は、レスキューボードの形状や重量がレーシングボードより大きいため、より大きな抵抗が生じたことによると考えられる。この結果から、これらの異なるボードでトレーニングする際には、10%程度の最大BVの差を指標にすることが勧められる。

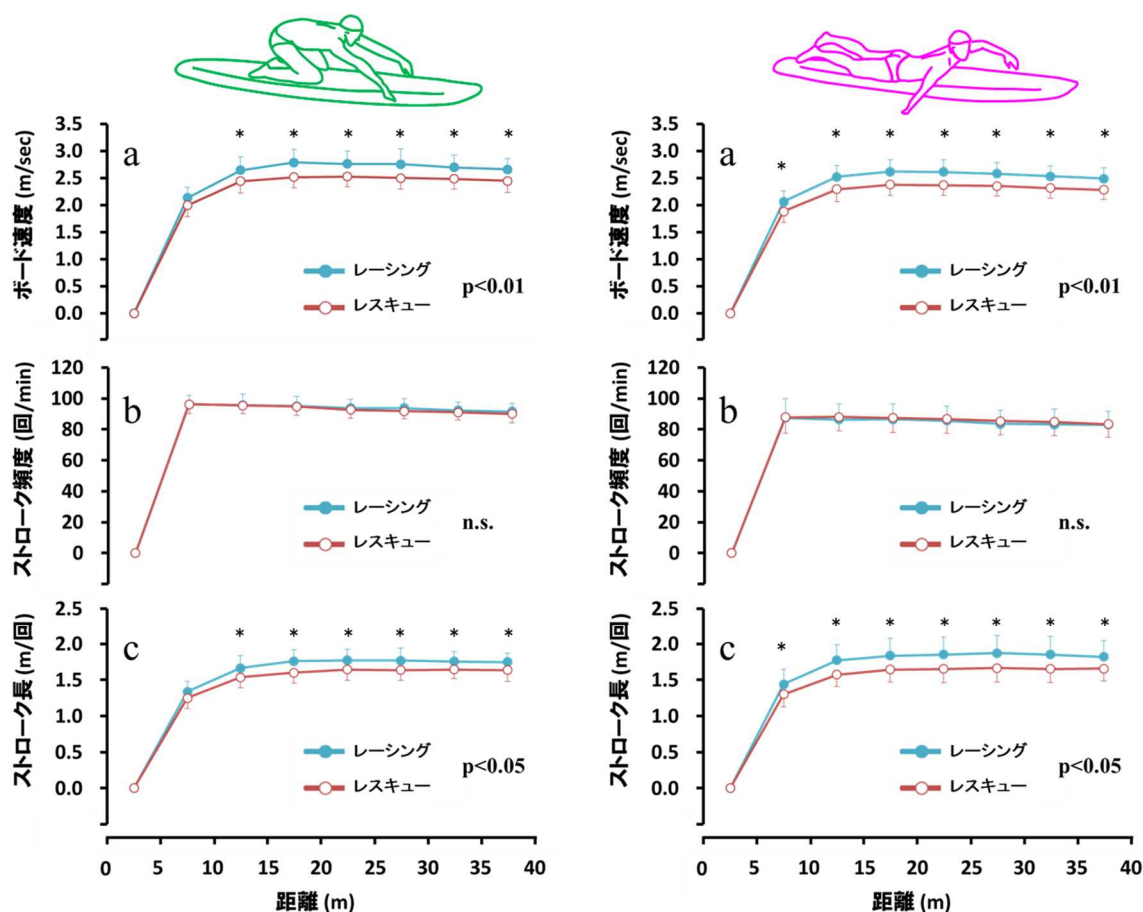


図7. ニーリングパドル(K-Pad)とストロークパドル(S-Pad)におけるボード種別ボード速度(a)、ストローク頻度(b)、およびストローク長(c)の変化 * : $p < 0.05$

V. まとめ

40m程度の全力パドルングにおけるBVを高めるためには、次のようなエビデンスに基づいた指導が推奨される。

1. 男女エリートパドルラーにおいて、K-Padの最大BVは2.77 m/secであり、S-Padの2.57 m/secに比べて8%速かった。したがって、より速いBVが求められる場面ではS-PadよりK-Padを行うことが勧められる。

2. エリートパドルラーにおけるK-Padの最大BVは男子3.02 m/sec、女子2.55 m/secであった。同様にS-Padの最大BVは、男子2.73 m/sec、女子2.40 m/secであった。これらの値をトップレベルのボードパドルラーの指標とすることによりボード技能のレベルを把握することができる。

3. 両パドルングともに、エリート群はサブエリート群に比べてより短い距離で、より速い最大BVに到達し

ていた。したがって、加速能力も最大 BV を高めるための重要な指標となる。

4. 両パドリングの最大 BV は、エリート群では SL との間に有意な正の相関関係が認められ、サブエリート群では SL との間に有意な相関関係は認められなかった。このことから、BV を高めるためには、SR を低下させずに SL をより長くすることが有効である。

5. K-Pad において、エリート群はサブエリート群に比べて、「姿勢がブレにくい」「上体と下体が上手く連動する」「パドリングを続けても疲れにくい」等の主観的動作感覚の得点が有意に高かった。このことから、パドリング中の主観的動作感覚も有効な指導観点となると考えられる。

6. K-Pad において、1 ストローク中におけるエリート群の BV は、キャッチ&プル期からプッシュ期にかけてより速かった。これらの期間における BV を高めるためには、キャッチ&プル期において股関節をより大きくより速く屈曲させること、また、プッシュ期において肩関節をより速く伸展・内転させることが有効であると示唆された。

7. 両パドリングともに、レーシングボードの最大 BV は、レスキューボードよりも約 10%速かった。したがって、これらの異なるボードでトレーニングする際には、10%程度の最大 BV の差を指標にすることが勧められる。

以上のエビデンスに加えて、筆者らは、実験室で KayakPro 社製パドルボードエルゴを用いて、600m の K-Pad を行った時の作業成績を技能レベル間で比較した実験を行った。その結果、エリート群はサブエリート群に比べて、所要時間、ボード速度、発揮パワーがより優れており、体重あたりの発揮パワーが高いほど、SL および BV が高値になるという関係を報告した。今後、ライフセービング競技のボードレースで行われているような距離 (600m) についてもエビデンスに基づいた指導法の確立が急務である。

謝 辞

本研究は科学研究費助成事業（日本学術振興会科研費、基盤研究 C、研究課題番号 24500752 および 15K01600）の助成を受けたものです。ここに記して感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 日本ライフセービング協会 (JLA)：サーフライフセービング教本. 大修館書店, 東京, 2009.
- 2) International Life Saving Federation (ILS): International Life Saving Federation Competition Rule Book. International Life Saving Federation, Belgium, 2015-19 Edition.
- 3) 深山元良ら, 全力ボードパドリングにおける速度, ストローク頻度, およびストローク長: パドリング方法および性差の比較, 海洋人間学雑誌, 2(1): 1-8, 2013.

□シンポジウム「海洋人材育成の方向性」□

海上物流を支える海技者育成のための新組織発足

久門明人¹¹ 独立行政法人海技教育機構

海洋人間学雑誌, 5(Suppl):26-31, 2017.

キーワード：海上物流, 船員, 海技者, 人材育成, 海事広報

I. はじめに

四面を海に囲まれた我が国において、エネルギー資源や食糧等の輸入及び国内生産品等の輸出による貿易を担う外航海運、並びに、国内産業を支える物資輸送を担う内航海運は、経済、国民生活に大きな役割を果たしている。

その海運を支えるのはもちろん船舶であるが、船舶の運航には海上、陸上における様々な部門の業務が必要であり、業務に携わる優秀な人材が海運を支えている。人材の要の多くは船員を含む海技者であり、我が国においても継続的な育成が求められている。

II. 船員養成の核となる新組織の発足

交通、通信、電気を幅広く管轄していた通信省に海員養成所と航海訓練所が設置され、その後、昭和20年には海技専門学院が設置された。各機関は運輸省所管となり、海員学校、航海訓練所、海技大学校として長きにわたり船員養成に貢献した。

平成13年に中央省庁等改革の一環として、行政の実施部門が分離され、独立行政法人3機関となった。平成18年には海技大学校と海員学校が組織統合し海技教育機構となり、平成28年4月にさらに海技教育機構と航海訓練所が組織統合し、新たな海技教育機構が発足した。沿革を図1に示す。



図1. 海技教育機構の沿革

全国に海上技術学校4校、海上技術短期大学校3校及び海技大学校を有するとともに、帆船2隻を含む大型練習船5隻を運航し航海訓練を展開する世界でもユニークな教育訓練機関が誕生した。

統合前、旧海技教育機構の本部所在地は、静岡市清水区であったが、新組織の本部は旧航海訓練所の本所在地の横浜第二合同庁舎内に設置することとなった。

図2及び図3に新組織のリソースを示す。新組織は我が国の船員養成の核となり、これらのリソースを最大限活用した人材育成を行い我が国の海運を支える。



図2. 陸上リソース



図3. 海上リソース

筆頭者連絡先：〒231-0003 神奈川県横浜市中区北仲通 5-57

横浜第2合同庁舎 20階

e-mail: kumon-a4pa@jmet.ac.jp

Ⅲ. 海技教育機構の注力事業

新組織の注力する4事業を以下に示す。

1. 海技者養成

学校における座学と練習船における航海訓練とを一体的に実施できるようになり、効率的、効果的な教育訓練の実施を目指している。

7校の学校においては、四級海技士の資格取得を目指すコース、海技大学校においては、三級～六級海技士の資格取得を目指すコース、運航実務コース、水先コース等、様々なコースを開設し、海事社会のニーズを的確にキャッチして優秀な人材を安定的に育成し、船舶の安全、効率的な運航の確保、海技伝承の維持、向上に努めながら、船員のキャリアパスをサポートする。

また、文部科学省所管の商船系大学及び高等専門学校校の三級海技士資格取得コース学生の練習船による航海訓練を引き続き受け入れ、外航及び内航海運を担う優秀な船員を継続的に養成する。

海技者養成について、5項目に分類し以下に示す。

A. 海技士教育

海上技術学校には中学卒業後、海上技術短期大学校には高等学校以上を卒業後に入学した生徒・学生は、座学及び9か月の乗船実習訓練を経て、卒業後、四級海技士（航海）及び（機関）両方の資格を取得する。

海技大学校には、三級海技士資格取得コースが三つあり、海上技術学校または海上技術短期大学校卒業した生徒・学生が進学するコースと、一般大学を卒業後、船社に雇用された社員が入学するコースがある。

組織統合前と同様、文部科学省所管の商船系大学及び高等専門学校の学生を対象とする乗船実習訓練は継続して行っている。

表1. 海技士教育の課程

・三級海技士及び四級海技士資格

資格	学校	年齢	15	18	20	22	24
四級	海上技術学校	中学卒→	3	6			
	海上技術短期大学校			9			
三級	海技大学校			一般大学卒・船社入社→	6+6		
		海上技術学校卒→		9			
	商船系大学			海上技術短期大学校卒→	6		
		高等学校卒→		3+3	6		
	商船系高等専門学校	中学卒→		12			

* 図中の数字は乗船実習期間

B. 資格教育

(1). 海技士コース

船員として雇用されている方を対象とする講習を実施している。各講習は、3級、4級、5級それぞれの資格について、海技国家試験の筆記試験が免除になる。

6級のコースについては、乗船実習を含む講習を終了後、6か月の乗船履歴の後、受験資格が得られる。

(2). 海技免許講習

海技士の免許を申請する際に必要な講習で以下の講習等を開設している。

- ・レーダ観測者

- ・レーダ・自動衝突予防援助装置シミュレータ
- ・救命
- ・消火
- ・上級航海英語、上級機関英語、航海英語、機関英語

(3). 資格取得講習

船舶の運航上必要な資格について、指定講習機関または認定講習機関として、船舶保安管理者（SSO）講習、船舶保安統括者（CSO）講習、限定救命艇手講習等を実施している。

C. 実務教育・訓練

実務教育・訓練は、国の施策及び海運界のニーズに基づき、船舶運航に関する技術、技能の向上及び船舶の技術革新に対応したシミュレータ訓練等を実施することにより、船舶の安全運航、安定的な海上輸送の確保を図り、最終的には国民生活の安定、経済活動の推進及び海洋環境の保護に資することを目的とした訓練で、以下の講習を開設している。

<航海系>

- ・操船シミュレータ
- ・レーダ・ARPAシミュレータ
- ・原油タンカーシミュレータ
- ・タグシミュレータ
- ・甲板作業管理者
- ・航海士実務
- ・航海計器運用実務
- ・BRM訓練



図4. BRM訓練

<機関系>

- ・主機遠隔操縦装置
- ・蒸気タービンプラント
- ・ボイラ
- ・PLC制御
- ・補機
- ・油圧回路
- ・電気回路
- ・電子回路
- ・自動制御
- ・溶接旋盤
- ・ERM訓練



図 5. ERM 訓練

< 共通 >

- ・ 海事英語
- ・ GMDSS シミュレータ
- ・ 安全実務

D. 水先人養成教育

平成 18 年の水先法改正に伴い、海技大学校ではこれまでの教育・訓練で培ったノウハウを活かし、登録水先人養成施設として水先人養成教育、水先免許更新講習等の水先関連教育をスタートさせた。

海技大学校に設置された水先教育センターにて、航海、運用、法規、英語に関する科目等の座学及び操船シミュレータを用いて実践的な訓練を行う。

E. 外国人教育

開発途上国におけるハイレベルの船員や海事教育者を育成するコースを設け、世界規模で船舶の安全運航や環境保護等を図っている。

1997 年度から国の施策に基づいて、開発途上国の船員になろうとする者に対して、運航技術に関する基礎訓練を行う課程を設け、海技大学校で座学を旧航海訓練所で乗船実習を行ってきた。

2011 年度から、船員教育者に対する教育実務の知識・技能向上に関する座学及び乗船実習を継続して行っている。



図 6. 乗船研修を行うフィリピン人研修生

2. 研究活動

船舶の安全かつ効率的な運航技術の向上、船員教育の向上に寄与する研究のために、海技大学校と練習船隊が相互に連携、協力し、人的、設備的資源を最大限に活用できるようになった。

国際海事機関(IMO)を中心に推進されている、環境保護、海難事故の減少とセキュリティ向上に関する国際的動向を的確に捉え、海事関連機関及び大学等との共同研究、受託研究に引き続き注力する。

3. 国際貢献

国際海事機関 (IMO)等に対する船員教育分野、船舶運航分野に関する国際基準案等の策定を支援するため、我が国の代表団の一員として国際会議に参画し、会議の運営に積極的に関与するとともに、国際海事社会において我が国が海技資格や船員教育の分野における国際的な議論をリードしていけるよう、国際貢献を目指している。

外国人教育の項で述べたようにアジアを中心とした開発途上国における船員養成分野に対する協力をを行い、国内船社が運航する船舶に乗船する優秀な外国人船員を確保するため、技術協力を継続して実施している。



図 7. IMO 会議への参画

また、STCW 条約（1978 年の船員の訓練及び資格証明並びに当直の基準に関する国際条約）を国内法に取り入れる際、必要な教育訓練について、訓練カリキュラム、教員の資格要件、訓練機材等の検討を行っている。

最近では条約関係の一つに極海コード（ポーラーコード）がある。極海は気象・海象条件が厳しく、船舶の航行に伴う安全・環境上のリスクが高くなる。極海コードでは、STCW 条約に係る要件として、海氷の状態・船種・職位に応じた訓練を義務付けられている。同訓練に関し、海外での調査も行い、基礎訓練の座学及びシミュレータ訓練について検討している。

条約関係のもう一つとして国際ガス燃料船安全コード（IGF コード）がある。

大気汚染防止の観点から、次世代の船舶燃料として天然ガスの利用の検討が活発化している社会情勢において、北欧を中心に内航フェリー、洋上作業船等で天然ガス燃料船の普及が進んでいる。我が国では、昨年、タグボートが竣工し運航している。

同コードは、天然ガスの特性を考慮し、天然ガス燃料の使用に特化した船舶の安全要件を規定していることから、ガス燃料船に乗り組む船員のガス燃料供給等についての訓練要件を調査検討している。

その他、我が国が支援する海事関係の船員教育訓練分野への支援を通じ国際貢献に注力している。

4. 海事広報活動

学校及び練習船における船員養成の業務に併行して海事広報活動を行っている。

学校においては、定期的にオープンスクールを開催するとともに、地域で開催される行事へも参加している。



図 8. オープンスクール

練習船においては、国内外の寄港地にて一般公開を実施し、普段目に触れることのない船の特殊な設備を見学する機会を設けている。帆船は全国各港にて、セイルドリルを実施することにより、一丸となって作業に取り組む実習生の姿と帆を開いた帆船の優美な姿は多くの国民に感動を与え、海事広報に貢献している。



図 9. セイルドリル

各地で実施している小中学生を対象とした練習船見学会（シップスクール）では、プログラムに工夫を凝らし、体験を通じて子供達の海への関心を深めることを実践している。



図 10. シップスクール

また、海王丸では実習生に対する航海訓練と併行して、一般の方を対象に体験航海や海洋教室を実施している。

ホームページ、SNS 等、様々な情報発信ツールを活用し、生徒・学生の募集、国民の皆様への海事思想普及に努めるとともに、全国の学校を拠点として広域での活動、練習船寄港地の自治体、団体との連携した活動を積極的に行っている。

将来の海事産業及び海運産業を担う若者をいかにして確保・育成するかが我が国の重要な課題となっている。

海事関係機関との連携を図り、船員教育を象徴する存在となっている練習船を有効に活用し、若者の海事に関する関心を高める活動を充実させている。

IV. 海事人材育成の方向性

海の日総理からのメッセージでは、日本は、国土面積の約 12 倍、世界第 6 位の海域面積を誇る「海洋国家」であり、海は、古来、私たちに豊かな食をもたらし、物や人が行き交い、子供にとっては遊びと学びの場であった。日本は、海を利用して産業を興し、近代化を遂げてきたことが発信されたが、我が国がさらに発展するには、海事クラスターの人材育成が重要であり、それには若い世代への海洋教育の強化が重要である。

海洋教育は学校での教育のほか様々なアプローチが考えられる。海事関係機関にとっては海事広報活動が効果的で、これまでも多くの機関、事業者、団体が行ってきたが、ここ数年、取組に変化が出てきている。当機構も新たな取り組みを展開している。

1. 海洋都市横浜うみ協議会への参加

横浜市近隣には、海洋関係の多くの企業、大学、研究機関、官公庁が立地している。この特徴を生かして様々な分野で横断的な取り組みを具現化するため、「海洋都市横浜うみ協議会」が設立され、横浜市が中心となり昨年からは新しい取組がスタートした。当機構も会員となっている。

会員を官公庁、企業・団体、教育機関・研究機関の三

つのグループに分け、図 11 に示す。非常に幅の広い横断的な集合体である。

【海洋都市横浜うみ協議会】

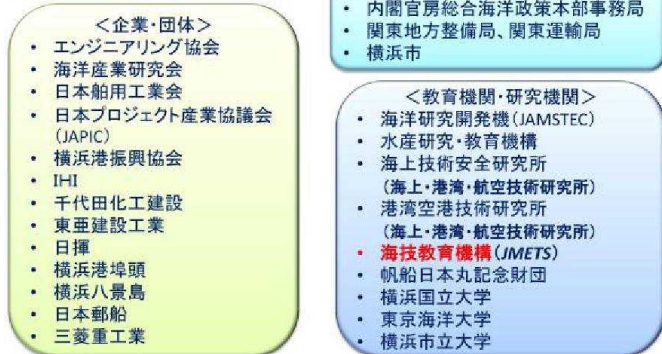


図 11. 海洋都市横浜うみ協議会

同協議会の設立目的の中に海洋環境の保全、海洋産業の振興、海洋教育の観点から海に関する理解・関心の向上が挙げられている。

2016 年度の活動として「横浜うみ博」が開催され、大榭橋内のホールをメイン会場とし、メンバーのブース展示、海に関する様々な講演、各種体験イベント、船の見学会、体験乗船等が行われた。

当機構は、関東運輸局主催の「海の女子会」という海洋関連業務で活躍している女性が仕事や海の魅力を講演するイベントに練習船女性教官が参加、また、ブース展示を行い、子供たちに船の魅力を伝えることができた。

図 12 はブース展示エリアの様子であるが、2 日間で 1 万 2 千人の来場があり、非常に集客力のあるイベントとなった。

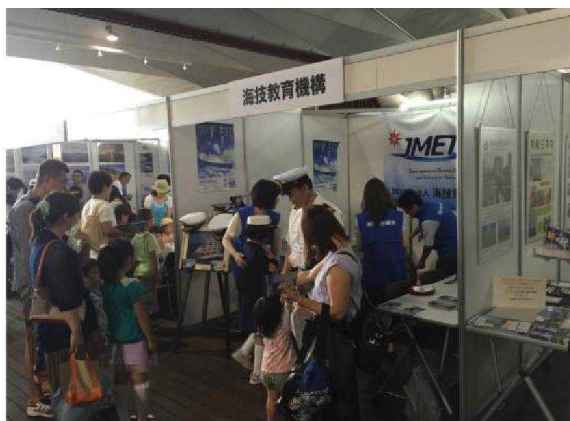


図 12. 「横浜うみ博」でのブース展示

また、横浜うみ協議会では、「横浜うみ博」のほかにも、小中学校の総合的な学習の時間を活用しての出前授業、就業体験等が行われているが、当機構も対象期間として登録されている。

2. 海運の重要性に関する広報

日本の貿易量の 99.6%が船で運ばれていることを知

らない国民が多いと感じる。

日本船主協会作成の資料によれば、国民生活、日本経済、産業に必要な物資の対外依存度は、鉄鉱石 100%、石炭 100%、原油 99.7%、液化天然ガス(LNG)97.8%、液化石油ガス(LPG)73.0%、羊毛・綿花 100%、大豆 93%、小麦 87%、木材 70.4%等で非常に高く、その輸入は海運が担い、また、国内工場で生産された製品の輸出も海運が担っている。

国土交通省の内航船舶輸送統計によれば、国内輸送機関別輸送量に占める内航海運のシェアは、輸送量(輸送トン数)では 8%であるが、輸送活動量(輸送トンキロ)では 44%を占める。石灰石等、石油製品、鉄鋼等、セメント、砂利・砂・石材、化学薬品・肥料、石炭、製造工業品、自動車等の産業基礎物資 9 品目においては、輸送活動量の 91%、輸送トン数の 90%を占めている。

我が国で生活するため、すなわち衣食住に必要なものの、衣類の原料、製品、食料品の原料、加工品、建材、紙、製品の原料、エネルギー資源の輸送には船舶がなくてはならない。

学校では、資源国、生産国、そして我が国の産業については多くを学ぶと思うが、海外と我が国の間の物流、国内の物流については、教材に掲載されるようになったものの子供達への情報量、社会見学する機会等がまだまだ少ないように感じる。学習時間には制約はあるが体験することが重要であり、将来的に人材育成につながっていく。

人材育成につながる広報活動は様々な企業等で行われているが、人、物を含めた物流に関する広報活動において、陸上、海上、航空で環境が異なる。

陸上及び航空の物流現場は人との距離が近く、日常的に鉄道、バス、航空機等を利用することができる。また、子供達も業務従事者の業務を見ることができ、見る、音を聞く、乗る、写真を撮る等、趣味の世界も広く、各地でイベントも多く開催され、広報しやすい環境である。

一方、海上の物流現場は、人との距離が遠いのが現実である。理解を深め、関心を高めるには、現場との距離を縮める必要がある。

例えば、新幹線の運行現場では、駅のプラットフォームで見学する或いは、実際に乗車することにより様々な体験をすることが可能である。

この新幹線を製作した工場から車両基地への輸送には内航船舶が利用されることがあるが、内航、外航を問わず、旅客船を除き、一般の方が輸送現場、岸壁等の荷役現場に近づくことは難しい状況にある。

海運業界では国民と海運の物流現場との距離を縮めるため様々な広報活動が展開されている。

2016 年の海の日の関連行事として「海と日本プロジェクト」というイベントが全国で展開された。

船社が一般の方を対象に各地に停泊している運航船舶、建造中の船舶の見学会を実施している。見学対象とする船種も増えてきている。

当機構も日本船主協会と連携し、練習船の見学会を同時開催するほか、帆船の停泊中のセイルドリルの訓練を船上から見学するイベントを一般の子供達を対象に行っている。

一般の方の見学は、広く海、船を知っていただく良い

機会となるが、船内見学と合わせて、セイルドリルを船上から見学することにより、帆船の構造、帆走の仕組み、作業のチームワーク、実習生の躍動を直接感じることができ、岸壁から見学する以上により強い感動を与える体験となる。

船社では国民と海運の物流現場との距離を縮めるため、通常、荷役のため市街地から距離のある岸壁、埠頭に接舷する船舶を客船ターミナル等に接舷させ、国民の目に触れる機会を作り、また、一般の方を対象とする船内見学会を実施している。船舶の大きさ、種類、役割もわかり、物流現場に触れることが可能となる。造船所では、建造中の船舶の建造現場及び船内の見学会を実施している。

海上物流を支える船舶は、造船所で建造され、また、海上を運ばれた物資は陸上物流に、そして最終的には国民生活につながる。

海洋教育においては、造船、海上物流、水産業、倉庫、陸上物流について、子供達にそれぞれが重要であることを理解させることが重要であるが、個々に学ぶ、言い換えれば点で学ぶのではなく線で、さらには面で学ぶことがより効果的に知識を深めることができる。

そのため、官民、事業者間の連携が図られ、体験型の施設見学会が各地で開催されている。現場を関連付けて見学することはとても有意義である。

子供達それぞれに興味を持つ対象は異なるかもしれないが、将来的に興味を持つきっかけにつながれば人材育成につなげることも可能となる。

3. 災害発生時の船舶の重要性

船舶は自己完結型の設備のため、陸上インフラの影響を受けることなく物資輸送が可能であるため、地震等の災害が発生した場合、生活物資、復旧機材等、大量の物資輸送、宿泊施設として活用することができる。

近年、様々な自然災害が各地で発生しているが、船舶の活用が広く国民に理解されるようになってきている。

この点も子供達への教育には重要な観点となる。

4. 文部科学省系学校との連携

内航業界では、水産系高等学校の生徒に対する船舶の見学会、インターンシップ、また、当機構では、オープンスクール等を実施し、船員養成のための人材育成につなげている。水産系高等学校には海技士資格を取得し海上就職を目指す学科のほかに、調理師資格を取得し食品関連企業等への就職を目指す学科がある。この学科の生徒を対象とした調理現場見学の試みを新たに始めた。

見学プログラムは、厨房を含めた船内見学、船内調理業務、食材の管理、献立作成、調理作業、勤務形態等の説明、調理を担当する若手職員の職場経験談も聞くことができる構成としている。

同様の学科を設置している学校と今後も連携を図っていく予定である。

5. 海事クラスターにおける連携強化

我が国の海に関係する官庁、教育機関、関係団体、事業者等の機関は図13のように整理される。

縦の連携、協力が中心に活動が行われるのが通例と



図13. 海に関係する機関

考えられるが、人材不足解消のため広く連携が図られるようになってきている。

海洋教育において、縦の連携だけでは限界があり、子供達には海に関する広い視野を持ち、興味のある分野を見つけ出してほしい。

所管、分野、業界の枠組みを超えた連携、地域性を活かした活動を重ね、子供達の体験の機会を増やすことが重要である。

企業の人材育成に関係する活動は景気に左右されるが、現在の厳しい状況の一因に活動が継続されなかったことが考えられる。連携活動の継続が人材面で業界を支えていくことになる。

さらには、海事クラスター内の専門分野に携わる教育者、インストラクタの継続的な育成が重要であり、社会的に人材が不足する中、人材育成には、世代ごとに指導者が指導者を育成する必要がある。

V. まとめ

学校での海洋教育が我が国の海洋、海事分野における人材確保、育成に重要であるという観点から、様々な業界、関係団体が活動を続けている。

海事関連分野全体における人材不足が問題視される現状では、更なる相乗効果を生む展開を目指し、これまで以上に関連団体、地域との幅広い連携が重要である。

新組織は、上述のように、4項目に注力するとともに、引き続き学校、練習船隊のリソースを最大限活用し、人材育成の活動を展開していく。



□シンポジウム「海洋人材育成の方向性」□

水産大学校海技教育の現状と練習船「天鷹丸」建造について

一瀬純弥¹，林田圭介¹，井原剛¹，津田稔¹¹ 国立研究開発法人水産研究・教育機構水産大学校

海洋人間学雑誌, 5(Suppl):32-37, 2017.

キーワード：海技教育，船用機関，漁業練習船，建造

Ⅰ. はじめに

水産系大学の中で唯一船舶機関士養成を行っている水産大学校は、本年創立 75 周年を迎え、国立研究開発法人水産総合研究センターと統合し国立研究開発法人水産研究・教育機構水産大学校となった。ここでは、水産大学校の海技教育の沿革と統合後の目標、統合後の大型事業の一つとなる練習船天鷹丸代船建造について紹介する。

Ⅱ. 水産大学校における教育

1. 水産大学校の概略

水産大学校は、昭和 16 年 4 月に設立された朝鮮総督府釜山高等水産学校が、終戦に伴い廃校になったことに伴い、農林省が昭和 21 年 5 月に開設した水産講習所下関分所を前身とする農林水産省を主務省とする水産を専門とする高等教育機関である。下関に校地を定めた理由は、元々農林省が水産講習所遠洋漁業科の設置を計画していたこと、水産の要地であることや、旧海軍防備隊施設を転用できたことなどであると言われている。昭和 22 年 4 月に水産講習所下関分所は廃止され、同じ地にその後水産大学校と改称することになる第二水産講習所が設置されている。同年機関科が設置されており、現在に至るまで船舶機関士養成を行う唯一の水産系高等教育機関となっている。昭和 38 年 1 月に第二水産講習所から水産大学校、平成 13 年 4 月独立行政法人水産大学校と改称している。

現在、水産大学校（図 1）は下関市吉見にあり、学生定員は、本科 5 学科、専攻科、研究科を含め 810 名である。校外実験実習設備としては、山口県内に小野臨湖実験実習場が存在する。また、船舶運航、船用機関、海洋生物・資源に関する実習、調査研究を行う洋上教育設備として、後述する 2 隻の大型漁業練習船（耕洋丸、天鷹丸）を所有しており、各種海洋調査機器および漁業実習設備等を搭載し、それぞれ異なるタイプの主機関（低速 2 ストロークディーゼル、低速 4 ストロークディーゼル）を搭載している。練習船の主たる用途は学生乗船実習対応であるが、それ以外に北方領土基参支援航海や大規模災害発生時災害復旧支援を行っていることが特筆される。過去、阪神・淡路大震災および東日本大震災において練習船を活用し教員および学生による人的



図 1. 水産大学校



図 2. 支援地への出発（熊本地震）

支援活動を行ってきており、平成 28 年 4 月に発生した熊本地震においても練習船耕洋丸により専攻科生および教職員による熊本地震復興支援活動を行った（図 2）。

学科は、5 学科（水産流通経営学科、海洋生産管理学科、海洋機械工学科、食品科学科、生物生産学科（4 カ年）および専攻科（1 カ年）、研究科（2 カ年）からなり、専攻科は船舶運航課程および船用機関課程に、研究科は水産技術管理学専攻および水産資源管理利用学専攻にそれぞれ分けられている。学科の内、海洋生産管理

学科および海洋機械工学科については、卒業後専攻科に進学することにより、三級海技士（航海）若しくは（機関）の筆記試験が免除される。本科 5 学科の目的と対象分野の概略を以下に示す¹⁾。

- ・水産流通経営学科・・・水産業の経営分野と水産物流通分野について、現場に根ざした実践的な教育と研究を目的とする。
- ・海洋生産管理学科・・・水産に関する幅広い技術を修めた海技士、漁業生産技術の改良・開発、漁場環境と資源の管理の分野を中心に活躍できる人材を育成。
- ・海洋機械工学科・・・海洋・水産に関する幅広い技術の修得をめざす海技士（機関）の育成、舶用機関・機器と環境計測機器、水産機械等に関する専門知識と技術に関する分野。
- ・食品科学学科・・・水産食品の衛生管理、物理性状、保健機能等に関する生理・生化学や低・未利用資源の高度利用技術に関する分野。
- ・生物生産学科・・・水産動植物の生物機能、繁殖、生育環境等の専門知識とこれを資源の培養に活用する技術に関する分野。

特徴としては、海洋生産管理学科、海洋機械工学科および専攻科は、航海士若しくは機関士の養成を行う第一種養成施設として国土交通省から登録認定を受けていること、日本技術者教育認定機構（JABEE）より認定を受けた 5 学科を卒業した者は、技術士の第一次試験が免除されることなどがあげられる。なお、卒業時には学士（水産学）の学位が独立行政法人大学改革支援・学位授与機構から授与される。

2. 水産大学校における舶用機関係海技教育

前述したように、水産大学校は船舶機関士養成を行う唯一の水産系高等教育機関である。海技士資格に関わる乗船履歴の特例に関しては、昭和 26 年より実施されてきたが、昭和 48 年に甲種二等機関士第一種養成施設、昭和 59 年に三級海技士（機関）第一種養成施設の指定を受けている。乗船履歴取得のために必要な蒸気タービン船実習については、本校が蒸気タービン練習船を所有していないことから社船実習により対応していたが、蒸気タービン船の減少により、受け入れ側の社船が少なくなり、平成 16 年に内燃機関三級海技士（機関）第一種養成施設に資格変更を行っている。しかし、その後航海訓練所所属の蒸気タービン練習船が用途廃止になったことから、平成 26 年 7 月 31 日に船舶職員及び小型船舶操縦者法施行規則が改正され、練習船の実習期間基準のうち「蒸気タービンを推進機関とする練習船」による実習期間の基準が削除²⁾されたことに伴い、平成 27 年 3 月に三級海技士（機関）第一種養成施設に資格変更を行った。機関係海技教育の陸上施設設備面としては、学内に内燃・制御実験棟（内燃機関および制御機器に関する実験実習を行う）、舶用機械総合実験棟（ボイラ蒸気タービン、冷凍装置、電気機器に関する実験実習を行う）、海洋機械工作実習工場（機械工作に関する実習を行う）他、流体工学実験室、電気実験室、材料工学実験室が存在する。水産大学校は、他の商船系

船舶機関士養成施設と異なり、学校が所有する練習船のみを用いて乗船実習を行うため、前述した学内の実験実習施設と練習船とを有機的に連携した形で教育・実習できるのが特徴である。また、舶用推進機関として使用されているほぼ全てのタイプの舶用機関（低速 2 ストロークディーゼル、低速 4 ストロークディーゼル、中速 4 ストロークディーゼル、高速 4 ストロークディーゼル、ガスタービン、ボイラ・蒸気タービン）について実機実習が可能である。

3. 統合後の新組織の目標

平成 25 年 12 月の閣議決定「独立行政法人改革等に関する基本的な方針」に基づき、平成 28 年 4 月 1 日、水産大学校は水産総合研究センターと統合し、国立研究開発法人水産研究・教育機構水産大学校となった。水産総合研究センターは、昭和 4 年に設置された農林省水産試験場を前身とする、水産に関する技術の向上に寄与するための総合的な試験及び研究等を行う組織であり、本部、10 箇所の研究部門・研究所（北海道区水産研究所、東北区水産研究所、中央水産研究所、日本海区水産研究所、国際水産資源研究所、瀬戸内海区水産研究所、西海区水産研究所、増養殖研究所、水産工学研究所、開発調査センター）、各研究所に所属する 9 隻の漁業調査船からなっていた（図 3）。新組織については、農林水産大臣から新たな中長期目標が示され、中長期計画では、①水産資源の持続的利用のための研究開発、②水産業の健全な発展と安全な水産物の供給、③海洋・生態系モニタリングと基盤研究、④水産業を担う中核的な人材の育成、の 4 つが重点課題となっている。特に水産大学校においては、④の人材育成が最も求められている業務であり、1) 独立行政法人大学改革支援・学位授与機構による学士（水産学）、JABEE による技術者教育プログラム、船舶職員養成施設としての認定の維持、2) 水産に関する学理及び技術の教育、3) 水産業



図 3. 水産研究・教育機構施設図

及びその関連分野への就職割合が 75%以上確保されるよう就職対策の充実等が具体的に求められている。特に専攻科については、現場に不可欠な上級海技士資格を有する水産系海技士として活躍できる人材を育成するために、二級海技士免許筆記試験受験者の合格率 80%を目指す数値目標を挙げている。これらの数値目標については、統合前から挙げられてきた目標であり、平成 27 年度実績では、水産業及びその関連分野への就職割合は 85.9%、二級海技士免許筆記試験受験者の合格率 84.8%と目標を達成しており、今後これを維持して行くことが求められるところである^{3,4)}。

現在、統合後数ヶ月が経過し事務事業面での統合化が図られているところであるが、今後水産総合研究センターが担ってきた研究開発と、水産大学校が担ってきた人材育成を維持しつつ、学生教育に最先端の研究成果や研究所施設を活用するなど統合による相乗効果を発揮していくことが求められている。

Ⅲ. 漁業練習船天鷹丸代船の建造について

前述したように、平成 28 年 4 月 1 日、水産大学校は水産総合研究センターと統合し、国立研究開発法人水産研究・教育機構水産大学校となったが、統合後の大型事業の一つとして水産大学校練習船天鷹丸の代船建造がある。本項では、代船建造の背景と建造コンセプト、船舶仕様に関する各種配慮について概説する。



図 4. 耕洋丸



図 5. 天鷹丸

表 1. 耕洋丸要目

総トン数	2,352 ton
国際総トン数	2,703 ton
長さ×幅×深さ	87.59×13.60×8.80m
計画満載喫水	5.90m
航海速力	14.0knot
主機関	低速 2 ストロークディーゼル 1 機 阪神 B&W 6L35MC (3900kW) ※補助推進電動機(400kW)搭載
定員	乗組員:42 名, 教員:7 名, 学生:60 名 計:109 名
竣工	平成 19 年 6 月 29 日
建造	三菱重工業(株) 下関造船所

表 2. 天鷹丸要目

総トン数	716 ton
国際総トン数	1,020 ton
長さ×幅×深さ	62.60×10.40×6.45m
計画満載喫水	4.004m
航海速力	12.5knot
主機関	低速 4 ストロークディーゼル 1 機 阪神 6ELS-32 (1618kW)
定員	乗組員:29 名, 教員:4 名, 学生:50 名 計:83 名
竣工	昭和 60 年 5 月 29 日
建造	三菱重工業(株) 下関造船所

1. 代船建造の背景

現在、水産大学校においては耕洋丸および天鷹丸の 2 隻の漁業練習船を用いて水産系海技士の養成および各種調査研究を行っている。両練習船の外観および主要目を、図 4 及び 5、表 1 及び 2 に示す。表 1 及び 2 より、耕洋丸は平成 19 年に竣工しているが、天鷹丸は建造後 31 年が経過し、船体延長工事を含む整備・修繕工事を行ってきたが、近年では船体の腐食修理のために航海計画を変更することになるなど老朽化が著しく進行している状態にあった。一方、水産総合研究センター所属の調査船みずほ丸についても建造後 30 数年が経過していたため、新法人設立に伴い人材育成機能、研究開発機能の拡充が求められていることも踏まえ、練習船の調査機能を強化し、新法人の研究開発部門が実施する調査を補完することが期待されることから、平成 27 年度に水産大学校に対して船舶建造補助金（事業実施期間 3 カ年）が交付され、練習船機能に加え調査研究機能を併せ持つ練習船（漁業調査共用船）を建造することとなった。

代船の仕様に関しては、補助金交付決定以前から検討が進められてきたが、予算決定後平成 27 年 5 月に、校長・各部長、船機長、設計コンサルタント、水研センター、水産庁検査官、実習教育センター教員等で構成される建造委員会が設立、その後建造委員会の下部組織として、甲板、機関、調査に関する作業部会が設置され、設計コンサルタントの助言を受けながら、主に本校教

員および練習船職員により建造仕様書が作成された。平成 27 年 11 月には、入札により建造造船所が三菱重工業下関造船所に決定した。基本設計終了後、平成 28 年 8 月 31 日起工式が行われ、平成 28 年 11 月現在船体ブロックの組立工事が進捗中であり、平成 29 年 3 月進水、平成 29 年 10 月頃引き渡し予定である。図 6 に建造造船所によって作成された側面 3D 外観を示す。

2. 代船基本コンセプト

始めに代船概算要求時に仮定された代船主要目等を以下に示す⁵⁾。

- ・航行区域、資格・・・遠洋区域（国際航海、A3 区域）、第三種漁船（国際航海）、JG
- ※ただし、建造時点での ECA 海域、スエズ・パナマ運河は通航しない。
- ・主要目等（計画値）・・・
- 全長：約 64.67m、計画満載喫水：約 4.45m、計画総トン数：約 980 トン
- 速力：約 13 ノット（試運転）、約 12 ノット（航海）
- 定員：職員 13 名、部員 15 名（個室化）、教員・調査員・予備 9 名、実習生 50 名

建造仕様書より代船の求められている能力としては、以下が上げられる。

- (1). 船舶運航、船用機関、海洋生物・資源に関する実習、調査研究を行う洋上教育設備
- (2). 水産研究・教育機構の事業に対応できる高度な海洋・漁業調査機能

また、(3). 運航・整備コストの削減についての配慮も重要になってくる。以下にそれぞれについての概略を、また本代船は練習船機能に加え調査研究機能を併せ持つ練習船というこれまでにない特色を有するため、推進プラントについても、これまでの練習船及び調査船とは異なる配慮を行っている。それらの概略を以下に記す。

A. 洋上教育設備としての機能

海技士第一種養成施設が所有する練習船であるため、航海関係においては、航海船橋において、学生実習用に大型の海図台および余裕のある空間スペースを設けて



図 6. 天鷹丸代船側面 3D 外観

いる。また、機関関係においては、機関制御室に隣接し工作室兼実習室を設置し、学生安全確保の面から、機関室を通らず船内から機関区域にアクセス出来るルートも設けている。また、機関系設備としては、環境対策機器に関する新たな知見を与えるため、主発電機関の内 1 台に、排気ガス脱硝装置（SCR）及び水混合燃料生成装置を搭載している。船体中央部には、学生教室兼食堂を設置しているが、パーティションで仕切ることにより、異なる学科及び教育課程の学生が混乗している場合でも講義等が行えるよう、限られたスペースを有効活用する配慮を行っている。学生生活面では、学生居室は 4 ～ 6 名定員となっているが、船体側壁傾斜空間を有効活用した荷物収納スペース、自主学習を支援するための自習室を設置、居室区域通路は脱出時を考慮し他甲板に比べ通路幅を広くするなど配慮を行っている。また、近年女子学生数が増大してきたことを踏まえ、女子学生用の浴室及び洗濯室を従来船に比べ拡大している。

B. 高度な海洋・漁業調査機能

漁業調査共用船という性格上、漁業練習船に加え最新鋭の漁業調査船としての機能も持つ必要がある。以下に代表的な調査観測機材および漁労設備を記す。これらの機材・設備は、学生実習の際にも使用されるため教育設備の一部と言ってもよい。

・調査観測機材

- (1). CTD システム、XCTD/XBT システム
- (2). 表層生物環境モニタリングシステム
- (3). 各種観測ウインチ（CTD、3500m、モックネスウインチ）
- (4). 各種音響機器（超音波式多層流速計、マルチナロービーム海底地形探査装置、サイドスキャンソナー、計量魚群探知機、カラー魚群探知機、漁網監視装置）
- (5). 船内 LAN システム
- (6). ドライ研究室、ウェット・セミドライ研究室、CTD 格納庫

・漁労設備

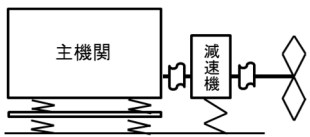
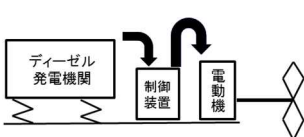
- (1). トロール漁労装置
- (2). 鮪延縄漁労装置
- (3). 漁倉冷凍庫および凍結庫、漁倉冷凍装置

特に音響機器については、船体および推進システム側にも、騒音（特に水中放射雑音）および振動対策が必要となる。

C. 推進システムについての検討

前述したように本代船は、漁業調査船としての機能も有するため多数の調査用音響機器を搭載しており、これらの機器の作動に悪影響を及ぼさないために推進システムについては、水中放射雑音の低減対策が必要となり、8 ノット以下で ICES（国際海洋調査学会）基準を満たすことを目標としている。一方、船舶機関士養成を行う唯一の水産系高等教育機関という側面から、練習船の推進機関にはこれまで行ってきた機関系教育を継続し、海技士教育を行う上で支障のない推進機関を選択する必要がある。従来、漁業調査船に採用される推進システムには、主に「防振対策を施した中速ディーゼル機関」若しくは「ディーゼル電気推進」が採用され

表3. 推進システムの比較

防振対策を施した 中速ディーゼル機関	ディーゼル電気推進
	
・内燃機関は防振ゴム支持機関は中速機関に限られる ・低速航行は、CPP と併用し減速機クラッチスリップ運転 ・通常取り扱い、従来船と同様 ・防振ゴム及び継手の交換コスト大	・ディーゼル発電機関で発電し、一旦電力に変換後電動機に供給。広い範囲での速力対応が可能 ・発電機関は中速機関が主。内燃機関は防振ゴム支持 ・電動機で推進軸を駆動するため CPP と併用し低速航行も可能 ・変換効率直結式に比べると劣る

てきた。これらの推進システムの特徴を表3に示す。

いずれも、低騒音・振動、水中放射雑音対策に優れているが、多種多様な推進機関の構造を学習し、取り扱いを学ぶ必要がある船舶機関士養成を行う練習船には最適な推進システムとは言えない。また、推進機関を防振支持する事により全使用速力範囲において低騒音・振動化が達成され船内居住環境上も有利になるが、反面高弾性軸継手を含む防振ゴムが経年劣化した際の取替コストが膨大であり、長期的視点で考えると保守整備コストの面で課題が多い。従って、本代船においては漁業調査船としては必須要件である音響機器対策と機関系教育を行う練習船としての機能を両立させ、保守整備コスト抑制を狙うために、低速4ストロークディーゼル機関と軸発電機兼補助推進電動機を組み合わせた複合推進システム（CODEOD：Combined diesel electric or diesel）を採用することとした。

本システムの概略構成図を図7に示す。実習航海および調査点までの航走時には、低騒音・振動条件は特に求められないため、低速4ストロークディーゼル主機関により航走する。主機関負荷率が低い速力条件の場合は、軸発電機兼補助推進電動機を発電モード（SGモード）として使用する事により、主機関が低負荷運転状態に陥ることを防ぐことができる。水中放射雑音低減

策が必要となる8ノット以下の調査航走時には、軸発電機兼補助推進電動機を推進電動機モード（PMモード）として使用し、低騒音航走を可能にする。この際、推進電動機を駆動するための電力は、2台のディーゼル発電装置により給電される。なお、ディーゼル発電装置の内1台は、トロール漁労装置用油圧ポンプを装備しており、トロール操業時には漁労装置の動力源として使用される。

D. 運航・整備コストの削減

前述したように推進システムを選定するにあたっては、保守整備コスト抑制も考慮に入れて選定を行ったが、船内装備品や仕様についても保守整備コスト抑制を念頭に置いて検討を行った。一例を以下に示す。なお、これらの対策は教育的見地からでも有益であると考えている。

- (1). 一部の甲板通路、洗面所・乗組員風呂の側壁内張・天井板を省略。保守面からは漏れ発見・配管点検・交換がしやすくなり、教育面からはブラックボックス化が避けられ、学生による船内配管系統の把握がしやすくなる。
- (2). 燃料・清水移送配管交通弁や一部の船底弁を手動弁とした。保守面からは故障時の交換コスト低減・信頼性向上が図られる。教育面からは弁の開け閉め基本動作、力の加減を体得する場が増える効果が期待される。
- (3). 潤滑こし器は、自動逆洗式ではなく従来型の複式こし器とした。保守面からは故障時の交換コスト低減が図られる。教育面からは機関室内作業を行う機会を増やし作業を体得する場が増える効果が期待される。

これらの方針は、過去の技術・システムに回帰したとも受け取られかねないが、一方省エネ化（運航コスト削減）のため、空調装置にヒートポンプを採用し、船内照明のLED化や船内補機類電力消費量把握のために電力監視システムを搭載するなど新技術の導入も積極的に行っている。

IV. おわりに

天鷹丸の歴史は、昭和24年（1949年）に日本鋼管鶴見で建造された初代に遡る。天鷹丸（初代）は戦後初の本格的漁業調査船として建造され、竣工後は東海区水産研究所（現水産研究・教育機構中央水産研究所）に配属され南方鮪・サケマス漁業調査用として活躍した

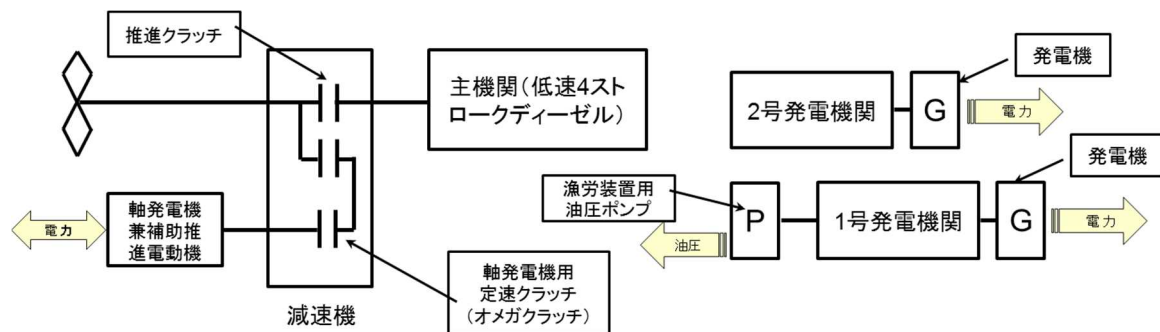


図7. 天鷹丸代船の推進システムの概略構成図

後、昭和36年水産講習所（現水産大学校）に移管されたという経歴を持つ⁶⁾。今回天鷹丸（IV）が建造される事となり、70年弱経過して調査研究機能を併せ持つ練習船（漁業調査共用船）という役目を担うことになることは、歴史の偶然とは言え感慨深い。前述したように、組織統合により研究開発と人材育成業務を維持しつつ、統合相乗効果を発揮していくことが求められているが、新天鷹丸もその一助として末永く活躍することが望まれるところである。

謝 辞

三菱重工業株式会社からは、船体各部図面および3D外観図等を提供して頂いた。ここに記して謝意を表する。

引用文献

- 1) 平成29年度水産大学校案内.
- 2) 国土交通省海事局海技課監修：船舶職員及び小型船舶操縦者法関係法令. 成山堂書店, 2014.
- 3) 国立研究開発法人水産研究・教育機構 HP. <http://www.fra.affrc.go.jp/>
- 4) 水産大学校 HP. http://www.fish.ac.jp/johokoukai/h28_gyomuzisseki.pdf
- 5) 独立行政法人水産大学校：漁業練習船天鷹丸代船建造仕様書, 2015.
- 6) 黒肱善雄：調査船の30年. 東海区水産研究所業績C集, 23, pp68-72, 1979.

編集後記

海洋人間学会雑誌第 5 巻特別号をお届けいたします。本号には昨年の学会大会における基調講演と、シンポジウムにおける 5 本のご講演を掲載しております。また、本年度最後の発刊となります。

前号より、新委員として編集に携わることとなりました。本学会では、海洋環境における様々な分野・活動の研究発表を行っております。そのため、今回、私自身がこれまであまり接点を持たなかった分野の研究に触れることができ、とても新鮮な気持ちで編集作業をさせていただきました。

これから編集委員をさせていただくことで、国内における海洋・船舶に関する学問の普及に少しでも役立てればと考えております。また、自身の成果が掲載されることを目標に頑張りたいと存じます。

最後になりますが、本号の発行にあたりご執筆いただいた皆様、編集作業にご協力いただいた編集委員各位に厚く御礼申し上げます。今後とも、ぜひ本学会誌へご投稿いただけますようお願いいたします。

(佐藤淑子)

日本海洋人間学会編集委員会

委員長／松本秀夫

編集委員／漆谷伸介、小川涼、佐藤淑子、若林庸夫

日本海洋人間学会査読委員会

委員長／藤本浩一

査読委員／中塚健太郎、中村夏実、瀧真輝、村田信

海洋人間学雑誌 第 5 巻特別号

2017 年 3 月 発行

発行者 神田一郎

発行所 日本海洋人間学会

〒108-8477 東京都港区港南 4-5-7 東京海洋大学内

郵便振替 加入者名 日本海洋人間学会

口座番号 00150-6-429943

TEL/FAX : 03-5463-4276 (千足研)

URL : <http://www.jsmta.jp/>

E-mail : jsmta@jsmta.jp

Vol. 5 Supplement

March 2017

Japanese Journal of Maritime Activity

Japan Society for Maritime Activity (JSMTA)