

第14回（2024年度）水難学会 学術総会 プログラム

令和6年6月8日（土）11：00～ 東京海洋大学 越中島キャンパス 第4実験棟 5F 大教室

総会 11：00～ 一般社団法人 水難学会 総会 総会終了後 休憩

学術講演会 13：30～17：00 司会 田村 祐司（東京海洋大学）
開会挨拶 水難学会 会長 木村 隆彦

第1部 13：40～ **特別講演** 座長 斎藤 秀俊（長岡技術科学大学）

S 13:40～14:40 水辺活動時に注意すべき海洋危険生物 —その被害と対応—
永井 宏史（東京海洋大学）

休憩 14:40～14:50

第2部 14：50～ **一般講演 A** 座長 中内 哲（熊本大学）

A-1 14:50～15:05 学校水泳授業民間委託の現状と今後の「ういてまで教室」の実施
新西 道浩（日本スイミングクラブ協会近畿支部）

A-2 15:05～15:20 水難事故防止活動における防災 DX 導入について
— 地域コミュニティにおける行事および民間伝承の位置づけ —
永原 順子（大阪大学）

A-3 15:20～15:35 水辺のチェーンオブサバイバルの標準化を考える（第2報）
— 2,000人アンケートの調査結果から —
佐竹洋二（埼玉県三郷市消防本部）

A-4 15:35～15:50 ライフジャケットの製品安全分視点で評価研究
—誰でも正しい着用ができるようにするために—
井上 泰（製品安全コンサルタント）

休憩 15:50～16:00

第3部 16:00～ **一般講演 B** 座長 大湊 佳宏（長岡高専）

B-1 16:00～16:15 ういてまで教室におけるライフジャケットプログラム導入の試み
早川弘子（日本安全潜水教育協会）

B-2 16:15～16:30 シンういてまで研究で明らかとなった普及の重要性と課題
木村隆彦（明治国際医療大学）

B-3 16:30～16:45 琵琶湖西岸域での水難事故発生要因の考察
犬飼 直之（長岡技術科学大学）

B-4 16:45～17:00 令和6年能登半島地震時の新潟県上越地域における津波避難についての課題
犬飼直之（長岡技術科学大学）

17:00 閉会挨拶 水難学会 事務局長 秦 辰也

懇親会 18時～

S1 水難学会 特別講演

水辺活動時に注意すべき海洋危険生物：その被害と対応

永井 宏史

国立大学法人 東京海洋大学

学術研究院・海洋環境科学部門・教授

水辺（ここでは特に海辺を指す）活動時に注意すべきものの一つに、海洋危険生物が存在する。本講演では、それら海洋危険生物について概略し、その被害や対応策について述べることとする。

基本的に「海洋生物に触れない」ということが「海辺において自分の身を守るための最大の防御策」である。

この大原則を知っていても、うっかり触れてしまうことなどで被害を生じるのが危険生物でもある。実際にこれらの事実をよく知っているはずのプロダイバーやダイビングインストラクターなどが数多く被害にあっている事実がある。

以下にヒトに危害を及ぼす可能性のある生物群を示す。

（ラン藻）

海辺に普遍的に存在するラン藻のいくつかの種類が、極めて強い毒性物質を作り出すことが知られている。中でも、aplysiatoxin や lyngbyatoxin A（両方とも強力な発ガンプロモーター）を生産するラン藻が海水浴客の体にくっついて swimmer's itch と呼ばれる皮膚炎を引き起こすことが知られている。実際に沖縄では10年ほど前にこのラン藻の大量出現により海水浴場が閉鎖された。

（軟体動物）

イモガイは生物のイオンチャンネルに結合して影響する毒素を持つものがある。イモガイの中でもアンボイナは猛毒で有名である。これらのもつ毒素はさまざまなタイプのポリペプチド（アミノ酸が長くつながったもの）毒素である。アンボイナは不用意な取り扱いでの死亡例が複数報告されている。

ヒョウモンダコは致死性のフグ毒テトロドトキシンを唾液線の中に持つことで有名である。イカ、タコのほとんどが唾液線の中にタンパク質毒素を持つが、幸いヒトに対しては強い毒性を示さない。

（刺胞動物）

刺胞動物は、クラゲ・イソギンチャク・サンゴなど幅広い生物群を含んでいる。刺胞動物のすべては無毒のようにみなされているミズクラゲも含めて、すべてが多かれ少なかれポリペプチド毒素をもっている。中でもヒトに対して刺傷被害を引き起こす刺胞動物が危険生物とみなされる。たとえば、ハブクラゲ、カツオノエボシ、ウンバチイソギンチャク、火炎サンゴなどがあげられる。日本国内ではハブクラゲによる死亡事例が公式に3例報告されている。

（棘皮動物）

数多くのヒトデ類の中でなぜかオニヒトデのみが、強力なポリペプチド毒素を持っていることが知られている。本邦では、オニヒトデ刺症による死亡例も近年存在する。特にサンゴを食害するこのオニヒトデ駆除のための作業中にプロダイバーたちが刺傷被害にあう例も多い。

（魚類）

オニダルマオコゼやアカエイのように毒棘に刺されることによって命を奪われるような魚類も存在する。これら刺症を引き起こす毒素はすべてポリペプチドである。魚類の持つ毒はもっぱら自分を防御するために使用される。

以上のように海洋生物の中でもヒトにたいして主に、刺す・咬むなどの行為で毒素を用いて強力な症状を引き起こすものについて概説を行う。

1. 背景・目的

近年、自治体によっては学校水泳の民間委託事業が急速に進む可能性があり、それらにより水難学会が行う、「ういてまで教室」の在り方が大きく変化する可能性がある。

本研究では、その変化に対応すべく、学校水泳の導入背景やメリットおよびデメリットを明らかにし、その在り方を考える

2. 方法

各自治体の教育委員会、既に実施を行っている学校の管理職者、教職員、児童生徒及び保護者等やスイミングスクールに対し、ヒヤリング実施しデータを収集した。

3. 結果

現状の学校水泳には、学校運営(自治体)の目線、教職員の目線、児童生徒の目線により様々な違いがあるが、多くの課題が存在することが判明し、その多くが学校水泳の民間委託事業を行うことでそれらの課題が解決することが判明した。しかし多少のデメリットが存在し、民間委託を受ける側にも課題が存在する。

4. 考察

水難学会の会員が、今後このような民間委託を行っている事業者の施設で、「ういてまで教室」行うには、自治体と民間委託事業者の間で交わされる契約までのプロセスの違いにより水難学会員がどのような行動を経て実施するのかを考える。

水難事故防止活動における防災 DX 導入について —地域コミュニティにおける行事および民間伝承の位置づけ—

永原順子（大阪大学大学院人文学研究科）、山本展彰（横浜国立大学大学院国際社会科学研究院）
福田雅樹（大阪大学社会技術共創研究センター）

1. 緒言

防災 DX（Disaster Prevention Digital Transformation）とは、災害予防や災害対応におけるデジタル技術の活用を指す概念である。従来の防災活動に加えて、情報技術や通信技術を駆使して、より効果的で効率的な対策や対応を行うことを目的として、自治体や事業者を中心に具体的な取組が広がりつつある。

現在、特に ICT を中心とするデジタル技術の利活用が注目を集めているが、それらを社会実装するにあたっての課題も浮き彫りになっている。

本発表では、防災 DX の導入において、年中行事や民間伝承が果たす役割について分析を試みる。

2. 防災 DX の抱える課題とその解決に向けて

山本¹⁾（2024）は、防災に関する取組一般に関して現在指摘されている課題を整理することを通じ、デジタル技術を活用した防災に関する課題を示すことを試み、「各取組の基盤となるエネルギー・通信インフラの耐災害性の向上、第一義的に対応主体となる基礎自治体における財源・人材の確保、高齢者や障がい者等への配慮等は、デジタル技術を活用した防災の実現に不可欠な要素である」と課題点をまとめている。また、「デジタル技術の利活用に固執せず、（継続的な発展を前提とした）従来の防災に関する取組や災害伝承といった身体知の併用が必要になる場面もある」とも指摘する。以上をふまえ、人々に寄り添った防災 DX を導入する手がかりとなる事例を挙げてみたい。

高知県南国市後川流域で 6 月に行われる「エンコウ祭り」²⁾ は、夏の水遊びが始まる前、菖蒲小屋を建ててエンコウという妖怪を祀って水難防止を祈願する行事であり、4 か所で開催されている（2023 年時点）。そのうちの 1 つである前浜里組では、従来、用水路の近くに菖蒲小屋を建てていたが、2013 年に「津波避難施設 下田村タワー」が建設されて以降、その側に小屋を建て、エンコウ祭りの行事をタワー周辺で行うようになった（図 1）。その際、タワーの設備点検や清掃、避難経路の確認なども実施しているという。



図 1. 前浜里組エンコウ祭り
(写真右下に菖蒲小屋)

3. まとめと展望

防災 DX 導入の際の課題の一つとして、高齢者など、デジタル技術の利活用が困難な人々への対応が挙げられるが、前浜の事例のような老若男女が集まる機会において、従来型の地域コミュニティを生かしながら、新しい設備や技術を身近なものにしていくことが重要と考える。この他にも、夏祭りに演じられる素人歌舞伎の中心であると同時に町の人々の寄合の場所としても機能している芝居小屋「弁天座」（高知県香南市赤岡）、春・夏の大祭以外にも毎月 1 日に氏子を中心としたサロン（勉強会）を開催している栗村神社（岡山県岡山市妹尾）など、祭礼空間の場は日常においても人的ネットワークの構築に役立っている事例が見られる。今後も防災 DX の導入における年中行事や民間伝承の位置づけについて調査を続けたい。

【参考文献】

- 1) 山本展彰ほか（2024）「デジタル技術を活用した防災に関する課題の体系的整理」『ELSI NOTE. 2024, 35』 pp. 1-48、大阪大学社会技術共創研究センター
- 2) 南国市教育委員会（2024）『南国市民俗文化財調査報告書第一集 南国市後川流域のエンコウ祭り』

【謝辞】本研究は、大阪大学社会技術共創研究センター2023 年度「ELSI 共創プロジェクト研究活動費」望ましい防災 DX の在り方の構想に向けた調査研究、の成果によるものです。深く御礼申し上げます。

1. 背景

消防職員等は各種救命講習会で指導の際に、心肺停止傷病者の社会復帰率向上を目指し、心停止の予防・早期認識と通報・一次救命処置・2次救命処置が連鎖することにより蘇生率が上がることを市民に対し伝えており、救命講習等の資料には広くチェーンオブサバイバル（救命の連鎖）のイラストが用いられている。

水の事故時におけるチェーンオブサバイバルは、旧水難学会指導員養成講習会テキストにおいて第2章で解説があり、背浮きによる呼吸の確保・119番通報・専門部隊による救助活動と医療機関へ搬送と記されている。

2. 目的

水の事故時における対処方法は、近年水難学会及びその指導員が全国のみならず世界で普及活動を行い、徐々に認識されてきているが、その特殊性から一般的には、まだまだ広く認知されていない。

令和元年度の第9回水難学会学術総会において「水の事故を目撃した際にあなたがとる行動順位—市民アンケートの結果から考える水辺のチェーンオブサバイバルとは—」について発表し、90人のアンケートから市民が考える水辺のチェーンオブサバイバルの調査結果を発表した。

本発表では、職種によってその行動順位に変化があるかについて検討した。

3. 方法

調査対象は、職種別で一般市民・小中学生・小中学生の保護者・学校教員・消防職員の5つの分類に分け、設問として、(1) ライフジャケット着用で予防、(2) 浮くものを投げる、(3) 119番通報、(4) 周りの人を呼ぶ、の4項目から、予防部分の(1)は固定し、(2)～(4)を並び替えた以下の6パターンから最も適した行動順位を選択する方式とした。

4. 結果

アンケートは約2,000名に対して行い、パターン1の(1)(2)(3)(4)の行動順位を選択した方が608名で最も多く、次いで(1)(2)(4)(3)の行動順位を選択した者が571名、最も回答が少なかった(1)(3)を選択した者が123名であった。

職種分類では、消防職員以外は行動順位のパターン選択に差はなかったが、消防職員で2番目に多かった行動パターンは、「周りの人を呼ぶ」ことを2つ目の行動として選択する者が多かった。

5. 結論

心肺停止でのチェーンオブサバイバルは、心停止の予防から始まり、2次救命処置と心拍再開後の集中治療までを、4つの鎖で図示化されている。当然、状況によりその順番は入れ替わることも多々あるが、一定の指標があることにより冷静な行動に繋がる一助となる。

今回は、職種別に行動順位に変化があるか調査を行ったが、どの職種においても6つのパターンに一定数の回答があり、言い換えれば水辺のチェーンオブサバイバルには指標がないことから、指標が定められれば水難事故死の減少に繋がるのではないかと考えた。

今後は、防ぎえた溺死をゼロ(0)にするための最も有効な行動パターンを水難学会により定め、水の事故に遭遇した際の行動順位を瞬時に思い出させるために、心肺停止時の救命の連鎖イラストに準じた、水辺のチェーンオブサバイバルを標準化する必要があると考えられた。

ライフジャケットの製品安全分視点での評価研究 — 誰でも正しい着用ができるようにするために・・・

井上 泰 (製品安全コンサルタント)

1. 諸言

昨今、水難事故や水上安全に関する報道を目にするようになり、水上安全に関する社会的認識も変化しつつある。ライフジャケットの着用も推奨されるようになり、並行してその着用に関する教育も各地で行われるようになった。

しかし、市場で流通している(ネット販売を含め)ライフジャケット(以後規格外も含め「ライフジャケット」と記す)は、その多くが、性能に関して一般消費者にはわかりにくい。また、取り扱い説明に関する販売時の販売店による使用説明もないことが多い。

今回の発表のきっかけは、飛行機搭乗の際のライフジャケット着用伝達方法と、大型船舶への乗船時のライフジャケットの着用教育の違いである。双方とも通常時は着用をしていないものの緊急時は着用をする必要が生じる。航空機の場合は、必ず搭乗後最初のプロセスとしてライフジャケット着用方法のデモが行われるが、大型船舶ではそのような教育はされた経験がない。

製品安全視点では、「教育をしなければ正しく使えない可能性がある製品」は、使用対象を有技能保有者に限定するか(例:ライセンス制)、教育なくとも使用可能な製品に改善する必要がある。

本製品の機能目的は、通常使用および緊急使用ともに同一である(体を水上に浮上させ呼吸を確保する。)ものの、着用時の環境は大きく異なる。そのため、着用の必要性の教育や着用方法の習得タイミングも大きく異なる。

このような2面性を併せ持つ製品に対し、共通な安全性を確保するために何が不足し必要であるかを、製品安全の視点から検討した。

2. 方法

本製品は規格認定の有無の違いはあるが、今回の調査では一般使用時と緊急使用時に関する使用制限が明記されている製品は確認できなかった。製品安全の観点から、緊急使用時に正しく着用できる製品は、通常使用時にも正しい着用が可能と考え、緊急使用時における検討を行った。

ISO Guide 51で示される製品安全の基本的な原則である、①「本質安全設計」、②「安全防護及び付加保護方策」、③「残留リスクについての情報提供」に基づき、ライフジャケットという製品全般を評価し、安全な製品としてあるべき姿(理想的と感ずるかもしれないが)を検討した。今回は、ベストタイプのライフジャケットを検討対象とした。

3. 結果と考察

緊急時の使用に関しては、人間特性を考慮した設計が必要となる。人は環境により行動が変化する特性がある。また、人は過度のストレス状態にある場合には判断能力が制限され、平時の判断とは異なる認識行動をとることが多い。人間が瞬時に理解し行動できるのは2~3プロセスまでと言われている。(参考:下部 Lewinの行動モデル)。

設計時には、着用プロセスを「3プロセス」までを目標として、誤着用ができない設計をすることが重要となる。

また、並行して装着ミス(プロセス抜けや間違った操作等)を行った際、それに気づく又は間違ってもリスクは許容限度内に収まるように設計することが重要となる。

流通製品を任意で調査したところ、取扱説明書として紙が添えてあるケースが確認できた。本製品は法律上「消費生活用製品」ではないため、JIS S 0137「消費生活用製品の取扱説明書に関する指針」(ISO/IEC Guide 37)の適応外であるが、使用者は一般市民であり準拠した取扱説明書を添付することが望ましい。しかしながら、添付紙ベースの取説を紛失する可能性があり、紛失した場合体重制限等の誤認識、間違った着用をする可能性もある。本製品の使用形態から本体に直接表示することが望まれる。

着用すべき理由(目的)は、広く認知させる活動が重要で、机上の水上安全の確保の在り方だけでなく、学習・実技を含めた水泳授業への導入(指導者育成含む)等、さらなる効率的な啓蒙活動が望まれる。

着用普及に当たっては、通常使用と緊急使用を併せ持つ特殊な製品であることも視野に入れることが望まれる。

また、販売事業者(ネットモール含む)は、製品機能評価が確実に行われ、機能が十分に保証された製品であることを確認したうえで取り扱い、販売時には購入者に対し適切な指導や情報提供が行われる必要がある。

B : Behavior(行動)

P : Person(人)

E : Environment(環境)

f : function(関数)

【参考】Lewinの行動モデル

$$B = f(P, E)$$

早川弘子・勝田麻吏江・鎌田恭輔・高崎邦雄（NPO. 日本安全潜水教育協会）、植松正樹（一社. ウォーターセーフティプロモーション）、江川照子・近藤浩子（新日本スポーツ連盟練馬区連盟）、大手貴史（前橋市消防局）、内藤耕一（川崎市消防局）、鈴木龍太（陸上自衛隊）、松下直幸（株. フォーバル）、安行由美子（福西内科クリニック）、志田美乃（SSC 谷原アルファ）、西久保理代、吉武裕二、渡邊賢二

1. 緒言

練馬ういてまで教室の開催は、今年で23回目を迎えた。これまでライフジャケットは、水を怖がる受講者に対する補助浮力として活用してきたが、昨年より全受講者に対してライフジャケットプログラムを導入したことにより、若干の知見を得たので紹介する。

2. 方法

- 1) **指導法**：練馬ういてまで教室に関わってきた指導員は、ライフジャケットプログラムを経験したことがなかったため、群馬水辺安全協会の大手貴史氏に教えを受けながら進めた。
- 2) **ライフジャケットの準備**：所有している受講者には持参をお願いした。不足分は共同研究者が所属する（一社）ウォーターセーフティプロモーションよりレンタルした。
- 3) **座学講習**：香川県で発生した修学旅行における船の座礁事故等を紹介しながら、ライフジャケットの有用性を講義した。着用法については受講者をモデルにして展示を行った。
- 4) **プール実技**：受講者全員、正しい着用方法を体験した。入水後は、浮きやすさや体温低下防止のHELP姿勢、水難事故における救助ヘリコプターからの早期視認に繋がるフラワーポジションの体験をした。
- 5) **背浮き**：ライフジャケットを着用しないで、ういてまでプログラムを展開した。

3. 結果と考察

受講者の半数程度はライフジャケットを着用した経験がなかった。ライフジャケットを着用して水に入り、浮きやすさ、いろいろな動き、フラワーポジション、HELP姿勢などの体験に要した時間は10分であり、受講者全員が目標を達成することができた。その後、背浮きの練習を行った。例年はペットボトル背浮きから浮き具なし背浮きの習得まで、講習時間はおよそ20分程度としていたが、今年は7分程度で習得することができ、全員が「効果測定」と「流水下での背浮き」に臨むことができた。これは、ライフジャケット着用の体験により浮くバランス感覚を習得し、戸惑うことなく背浮き動作に取り組むことができたためと考えられた。ういてまで教室にライフジャケットプログラムを導入したことにより、ライフジャケットの有用性を知り、かつ、ライフジャケットを着用していないシーンでのバイスタンダーを含む「ういてまで」の仕組みを、効率的に学ぶことができたと考える。

4. 今後の展望

バイスタンダーの役割を含む「ういてまで」と、ライフジャケットを準備して水辺の活動を行うことはどちらも命を守る大切な行動である。ういてまで教室で効果的に伝達できる手法を探究していきたい。

木村隆彦（明治国際医療大学）

1. はじめに

救命胴衣を活用した水災害時の命を守る行動として、シンウいてまでが提唱されている。水災害が繰り返し発生する昨今、シンウいてまで普及の需要が高まっており、水難学会推奨の教育プログラム確立が急務である。本発表では、発表者が関与する研究に基づき、シンウいてまで教室普及の重要性と課題を明らかにすると共に、教育プログラム確立に向けて実技展開や実施要領の根幹を精査する。

2. 研究事例と結果

①市民による家屋内救助

室内プールを利用し、洪水によって屋内浸水が発生し室内に取り残された父親を娘が救助するという状況を模して、家人の救助行動を確認した。プールフロアで壁を作り一般家屋の一室に見立て、浮具やクーラーボックス等を投入してタンスや机などの家具が室内に浮遊している状況とした。そのうえで、家屋2階に居た娘が救命胴衣を着用して1階に下り、救助活動を行う状況を監視した。

その結果、浮遊物が巨大な障害物となり父親の声は聞こえるが姿は見え、浮遊物の移動によって自己確保ロープが活動障害になる中で、不安と脅威を抱きながら活動する状況が明らかとなった。

②大学実習（プール）

「2階建て高齢者施設の1階が浸水。多人数が1階ホールに取り残されている。」という課題に対し学生がグループワークを行った。「入所者の認知機能が正常で協力的である」と仮定したグループでは、浸水前にホールにいた全員に救命胴衣を着用させて2階へ避難を開始し、「一気に浸水が始まった」との合図により入所者を背浮きにして救命胴衣を引き、階段室付近に移動させた。堅牢な建物では、要避難者の落ち着いた行動の実現により浸水下での高所避難が可能であるとの結論に至った。

③大学実習（河川）

「洪水流の中を歩いて避難する」という課題に対し、流下要領を学んだあとに水中歩行を行った。また、本学科Aゼミナールは河川において流下実験を行い、洪水下の救助行動に適した救命胴衣の種類別検証を行った。流水下歩行では、水位が膝の上下で安全性に違いがみられた。また、砂利等による水底の変化は身体の安定を崩し転倒に繋がるが、身体が不安定な状態で流水圧に押されると転倒し、救命胴衣の浮力によって下流に流され、澱みに入るまでは立ち上がれないことが明らかとなった。

救命胴衣別流下実験では、固型ベスト式は深みに入ると浮力によって自由な行動ができなくなり、また流れに乗って流下が始まるのが明らかとなり、腰ベルト膨張式は、自動膨張式では水しぶきで水感知カートリッジが作動して気室が開き活動障害になることや、手動膨張式では操作遅れや操作できないことによって気室が開かず浮力体となら可能性が指摘された。

3. 普及対象と方法

プールや河川を使った訓練では、準備や安全管理が課題となる。特に家具類に見立てた浮遊物の準備と、その浮遊物が不安定であることを念頭においた安全管理は困難を極める。そのため、ボランティア指導員が個人的に普及活動を行うことは、現実的には困難となる。したがって、シンウいてまで教室の開催は、自治体との連携により防災士研修として開催することが現実的である。防災士と水難学会指導員によって、地域の自主防災組織の防災訓練に組み込むことで、人員と準備物が揃い、より効果的な普及が実現すると考えている。なお、シンウいてまでを学んだ本学学生が地域防災イベントの洪水時避難訓練において、救命胴衣を使った避難実技を正しく指導していることを申し添えたい。

犬飼 直之（長岡技術科学大学 技学研究院 環境社会基盤系）

1. 諸言

河川財団によると、淡水域では2003年からの20年間で約3,500件の水難事故が発生しており、琵琶湖水域では国内最多の123件が発生している。そんな中、2023年8月には琵琶湖西岸の近江舞子周辺で4件の水難事故が発生した。水難学会事故調査委員会では現地調査を実施し、その後の解析により事故多発要因を考察した。また報道によると、比良おろしという琵琶湖西側に位置する山からの吹きおろしの風により漂流事故が発生することがあるということから、気象客観解析情報を用いて比良おろしが発生する機構を把握した。

2. 方法

既往文献より、琵琶湖の流れや地形に関する特徴を把握した。また、琵琶湖での事故情報を収集することで、事故発生年月日や場所を把握し、事故が発生しやすい場所を把握した。更に、事故発生時や比良おろし発生時の気象や天候などを把握した。このうち、琵琶湖付近での風況は、日本周辺を5km格子に分割し、3時間ごとの気象変化を求めたメソスケールモデルの客観解析数値情報を用いて、琵琶湖周辺地域での通年や夏季、比良おろし発生時での風特性を把握した。

現地調査は2023年9月21日に滋賀県大津市の近江舞子中浜水泳場で実施した。調査では、水底の状況を測量や潜水目視により把握するとともに底質を採取した。測量では、測量棒およびメジャーロープを用いて岸沖方向の数本の測量線における地形変化を把握するとともに、水底では傾斜計を用いた水底勾配を把握した。また、GNSS受信機付の測深器を用いて水面の水平移動による面的な地形状況を把握した。更に、現場水域での漂流実験をおこない、調査時の流況を把握した。最後に、無人航空機により現場付近の地形状況を把握した。調査後の解析時には、採取した底質から現場水域での粒径を把握し、無人航空機で把握した陸上地形や、測量から把握した水底地形の情報をあわせて形成地形の特徴を考察した。

3. 結果と考察

2016年からの8年間では少なくとも22件の水難事故が発生しており、そのうち16件が琵琶湖西側の近江舞子周辺に集中していた。特に、近江舞子中浜水泳場では8件の水難事故が発生した。既往文献より、琵琶湖の水深は最大で90m程度であり、湖西は急勾配地形となっている。また、夏季には、琵琶湖中央部付近では時計回転方向の循環流が発生しており、近江舞子付近ではその循環流の影響を受け、南西方向へ0.1m/s弱の流況となる。

現地調査時の漂流実験時は、AMeDAS南小松によると風速1.3m/s、風向は東向であり、約5分間で南東方向へ約2m程度漂流する微流を確認したが、事故を発生させる流況ではなかった。無人航空機の航空写真より、近江舞子付近では急勾配地形の山が接近する地形であった。岸では約20m沖までは水底の砂が白く目視できるが、沖側では急勾配による大きな水深変化により底質が把握できない。水深測量結果より、汀線から18m付近では汀線から近距離とを感じるにも関わらず水深は約2mであり、1/10（約5.5度）程度の勾配であった。そこから沖では7/10（約34度）の急勾配であった。解析より底質砂の中央粒径は1.5mmであり、この場所での斜面を維持できる安息角は最大で35度であることから、この斜面では少しの負荷でも崩壊しやすい状況であり、もし溺水者が沈降しても着底して斜面に留まることができずに更に大水深方向へ沈降してしまい、発見が困難となる状況となる。

以上より、淡水の浮力の水域であり、大きな水深変化地形である事が、水難事故が発生しやすい要因であると考えられる。湖上風の解析結果より、ここでは通年では北北西からの風向が卓越しており、夏季には南南東からの風向が卓越する。比良おろしの発生時は冬季の特徴的な北北西からの風向時であり、夏季でも全体の15%の頻度で出現する。発生時には急激な風況変化となる事もある。2023年8月14日の事故では急激に風速が増大する比良おろしが発生していた。比良おろしが発生する天気の特徴は西高東型などの6種類の天気図の特徴があり、予想天気図などから比良おろしを予測することも可能である。

犬飼 直之（長岡技術科学大学 技学研究院 環境社会基盤系）

1. 諸言

2024年1月に能登半島沖で発生した地震津波により、新潟県上中下越地域には津波警報が発表され沿岸域へ津波が到達した。この津波により、上越市では堤防の越流や海浜公園などへの遡上が発生し、海の家や建物が破壊された他、主要道路では避難による渋滞が発生した。

ここでは、新潟県沿岸域での住民の避難行動に関する課題を抽出するために、津波被害が大きかった上越市街地を中心に現地調査や聞き取り調査を実施するとともに、津波の伝播状況を把握するために数値実験を実施し、住民の避難行動とあわせて考察をおこなった。

2. 方法

新潟県内の各港での津波観測情報を国土交通省や新潟県から提供していただき、津波の到達状況を把握した。現地調査は2024年1月5日から複数回実施し津波遡上高を把握すると共に聞き取り調査を実施した。調査領域は津波被害が発生した上越市を中心に、西端は糸魚川市付近から東端は柏崎市の区間で実施した。調査時の水位は津波到達時の水位へ潮位補正し、遡上高の数値を補正した。数か所で無人航空機による空撮を実施し、地形情報を作成し、レーザ距離計やRTK-GNSS受信機とあわせて津波遡上高分布を把握した。

また、上越市や柏崎市、長岡市の防災担当課へ住民の避難状況などの聞き取り調査を実施した。津波の水位変動状況は新潟県内の各港での観測情報から把握できるが、住民避難を考える際には特に津波先端部の伝播特性を面的に把握しておく必要があると考えられる。また、到達波高が新潟県内で大きかった上越市での海岸域への到達波高を把握しておく必要があると考えられ、日本海全域での広領域および上越市周辺の小領域での津波の伝播数値実験をおこなった。広領域での地形は500m格子間隔であり、上越市付近での小領域での地形は10m格子間隔で実施した。広領域では断層パラメータから地盤変動を入力し、結果は、領域内各地の観測値と比較し、一致することを確認した。小領域では、領域内の直江津港験潮所での観測結果とあうように水位変動を入力した。

3. 結果と考察

観測情報によると、新潟県内の各港での津波の水位変動は、港内地形の影響で港外と時間差が生じ、水位変動状況も異なっていた。最大水位変動量は直江津港内で1.5m強であった。計算結果では、上越市の海岸への津波到達波高は約2m程度であり、津波が集中する地形の影響で局所的に3m程度まで増大した。津波遡上高は、調査結果では、直江津港付近で6m強、西方へ約3kmの居多ヶ浜で8m強であったが、上越市付近以外では低減し波浪痕跡と見分けが困難となった。この理由として、海底地形が上越付近では周囲よりも浅く扇状であり、津波が集中しやすい地形である事が考えられる。津波到達時間は計算結果によると、新潟県では佐渡島西方への到達が最も早く、地震発生後約4分で到達している。また本土側では、糸魚川へ地震後8分で到達した。この理由として、震源域からこれらの地域へは水深が他海域よりも大きく、波速が大きくなる事が考えられる。

各市への聞き取り情報によると、地震後の津波警報の発表で多くの海辺の住民が避難行動を開始したが、平野部ではハザードマップでの浸水想定地域外の住民も含めて自家用車を使用しての避難が多発し、主要道路で渋滞が発生した。ハザードマップでの被害想定地域を優先的に避難させる仕組みが必要と考えられる。また、背後地が丘陵である地域では、避難場所入口までは海辺を横移動し、その後に積雪した足場の悪い道の登坂が必要な地形であった。更には、夏季には海辺へ土地勘のない海水浴客が多数来訪することから、視認しやすい避難経路情報などの掲示の充実などが必要と考えられる。これらの課題は、犬飼らが2007年中越沖地震後に実施した住民アンケートで把握して以来、継続した課題と考えられる。2019年山形県沖地震や2007年中越沖地震と同様に、今回の地震でも津波到達時間が短い事から、強い揺れを感じたら直ちに避難準備が必要であり、その後の津波情報の内容で避難準備の継続や様子見などを判断すると良いと考えられる。