

労災疾病臨床研究事業費補助金

潜水業務における現場で出来る応急対応に関する研究

令和 2 年度 総括研究報告書

研究代表者 柳下 和慶

令和 3 年 (2021) 年 3月

研究報告書目次

目 次

I. 総括研究報告

- 潜水業務における現場で出来る応急対応に関する研究----- 1
　　研究代表者 柳下和慶

II. 分担研究報告

1. 潜水業務等における救急処置の実態調査に関する研究----- 3
　　分担研究者 望月徹、鈴木信哉、和田孝次郎、森松嘉孝
2. 潜水業務等における救急処置の海外文献調査に関する研究----- 10
　　分担研究者 小島泰史、藤田智、高木元、望月徹、新関祐美
　　　　　　　小柳津卓哉、四ノ宮成祥

労災疾病臨床研究事業費補助金
総括研究報告書

潜水業務における現場で出来る応急対応に関する研究

研究代表者 柳下 和慶

研究要旨

減圧症発症時の再圧室利用の実態について、現場と海外文献について調査し、潜水業務等における救急処置の実践的マニュアル等を提案することを目的とする。

今年度は、潜水業務等における救急処置の実態調査研究と潜水業務等における救急処置の海外文献調査を実施した。

柳下和慶：東京医科歯科大学 医学部附属病院 准教授
望月徹：東京慈恵医科大学 非常勤講師
鈴木信哉：亀田医療大学 客員研究員
和田孝次郎：防衛医科大学校 教授
森松嘉孝：久留米大学 准教授
小島泰史：東京医科歯科大学 非常勤講師
藤田智：旭川医科大学 教授
高木元：日本医科大学 准教授
望月徹：東京慈恵会医科大学 非常勤講師
新関祐美：東京医科歯科大学 非常勤講師
小柳津卓哉：東京医科歯科大学 非常勤講師
四ノ宮成祥：防衛医科大学校 教授

本研究の目的は、A) 潜水業務等における救急処置の実態について調査すること、B) 潜水業務等における救急処置に関する海外の文献を調査し、C) A) B) の結果を踏まえ、潜水業務等における救急処置の実践的マニュアル等を提案することを目的とする。

B. 研究方法

・研究 A：実態調査研究

現地の実態調査研究はコロナ感染症の影響のため、アンケート調査として実施した。調査対象を潜函作業者、潜水作業者並びにダイビング・インストラクターとし、郵送及び web によって調査を実施した。実地での調査については、ほぼ実施できなかった。

・研究 B：海外文献調査

研究方法は、文献調査である。米国、カナダ、英国、ドイツ、フランス、ノルウェー、オーストラリア各国の資料を涉猟し得た。

C. 研究結果

・研究 A：実態調査研究

郵送調査では、潜函作業関係316名、潜水作業関係441名（潜水作業者288名、元請管理者153名）から回答を得た。

またweb調査に回答したものは368名で、その内の94%がダイビング・インストラクターであった。減圧障害発生時、医療機関への受診率は、web回答者群でだったが69.3%と潜水作業者群では38.3%と限定的だった。

減圧症患者が医療機関での治療が実施できていない可能性が示唆された。

・研究B：海外文献調査

渉猟しうる潜水規則に関する海外文献を調査した。日本以外でも、30～40m以上の潜水、減圧潜水時において現場に再圧室設置を義務付けている国は少なくない。また、米海軍潜水マニュアルでは、潜水後に何か異常があれば且つ心肺停止でなければ、「まずは減圧障害を疑い再圧開始すべし」とのスタンスである。

D. 考察

研究A) 実態調査、及び研究B) 海外文献の調査結果を踏まえ、来年度は潜水業務等における救急処置の実践的マニュアル等を提案することへ繋げる。

労災疾病臨床研究事業費補助金
分担研究報告書

潜水業務等における救急処置の実態調査に関する研究

研究分担者 ○望月徹、鈴木信哉、和田孝次郎、森松嘉孝

研究要旨：

減圧障害とその対応の現状を知るために、ダイビング・インストラクターを含め、高気圧業務に従事する労働者を対象に減圧障害の実態に関するアンケート調査を実施した。

減圧障害や類似症状の経験有りは、潜水作業者群：31.6%（91名）、web回答者群：18.9%（79名）、潜函作業者群：27.2%（86名）であった。医療機関での処置、web回答者群で69.3%、潜水作業者群で38.3%。潜水作業者群では、「ふかし」とよばれる再潜水による処置が多かった（36.1%）が、web回答者群では多くなかった（13.1%）。処置としての大気圧酸素呼吸はweb回答者群で多く（26.3%）、潜水作業者群では僅かであった（6%）。一人用再圧室による処置は潜水作業者群で9.8%、web回答者群で1.5%だった。

望月徹：東京慈恵医科大学 非常勤講師
鈴木信哉：亀田医療大学 客員研究員
和田孝次郎：防衛医科大学校 教授
森松嘉孝：久留米大学 准教授

A. 研究目的

潜水や潜函作業に特異な減圧障害は、早期の医療介入による酸素再圧治療が著効であるが、これらの作業は都市部から離れた遠隔地で行われることが多く、その実施は容易ではない。治療の遅れや不適切な処置は症状の増悪や後遺症のリスクが懸念されることから、その防止のためにpre-hospitalな処置の検討が必要である。その際には、現場で対応可能なことが求められるが、減圧障害の状況とその処置の実態については十分な情報がない。

特にダイビング・インストラクターに関しては、その労働環境面から減圧障害リスクが以前より指摘されているが、我が国では全国規模での調査報告はほとんどない。

そこで、我々は減圧障害の現状を知るために、ダイビング・インストラクターを含め、高気圧業務に従事する労働者を対象に減圧障害の実態に関するアンケート調査を実施した。

B. 研究方法

調査対象を潜函作業者、潜水作業者並び

にダイビング・インストラクターとし、郵送及びwebによって調査を実施した。潜函作業者は業界団体である日本圧気技術協会を介して、また潜水作業者に関しては港湾潜水作業関係の業界団体である（一社）日本潜水協会の会員に調査票を郵送した。

ダイビング・インストラクターはweb調査とし、DAN Japan等を通じて関係者に協力を求めた。アンケートは無記名とし、参加は任意とした。減圧障害の状況に関しては、減圧障害既往の有無や回数、その時の症状等を調査項目とした。また処置の実態は、実施した処置とその結果、処置開始までの時間や費用負担等について調査した。全ての項目への回答が10分程度で終了するよう配慮した。

C. 研究結果

調査は2020年12月から2021年2月に実施した。郵送調査では、潜函作業関係316名、潜水作業関係441名（潜水作業者288名、元請管理者153名）から回答を得た。またweb調査に回答したものは368名で、その内の94%がダイビング・インストラクターであった。

1) 減圧障害の経験有無

減圧障害の経験有無に関する結果を図1に示す。減圧障害や類似症状の経験について有りと回答したものは、潜水作業者群：31.6%（91名）、web回答者群：18.9%

(79名)、潜函作業者群：27.2%（86名）であった。また、減圧障害経験者のうち複数回の経験があるとしたのは、潜水作業者群で46.6%、web回答者群で50.7%であった（図2）

2) 減圧障害の症状

潜水作業者群とweb回答者群に経験した減圧障害の症状について調査した結果を図3に示す。いずれにおいても関節痛が最も多くみられた（62.4%と52.6%）。それ以外に関しては、潜水作業者群では、関節違和感（25.6%）、皮膚の痒み（19.5%）、しびれ等の感覺異常（15.8%）が多く、web回答者群では、しびれ等の感覺異常（40.1%）、関節違和感（35%）、皮膚の痒み（30.7%）、強い疲労感（29.2%）が多く認められた。

3) 減圧障害の処置

減圧障害発生時にとられた処置に関する調査結果を図4並びに5に示す。潜水作業者群とweb回答者群では医療機関での処置が最も多かった。その傾向は特にweb回答者群で顕著であり69.3%と潜水作業者群の38.3%を大きく上回った。これ以外には、潜水作業者群では、「ふかし」とよばれる再潜水による処置が多かった（36.1%）が、web回答者群ではその実施例は多くなかった（13.1%）。処置としての大気圧酸素呼吸はweb回答者群で多く（26.3%）、潜水作業者群では僅かであった（6%）。また、「処置をせず我慢し」との回答は、潜水作業者群で18.8%、web回答者群で14.6%であった。再圧室による処置では、一人用再圧室（ワンマンチャンバー）によるものが潜水作業者群で9.8%、web回答者群で1.5%、多人数用再圧室の利用はそれぞれ9%および4.4%であった。一方、潜函作業者群では現場に設置されたホスピタルロック（再圧室）での処置が約80%あり、大きく異なる様子となつた。潜函作業現場では従来よりホスピタルロックが設置されており²⁾、これを用いた処置が有効な方法となっている。潜函作業者群では減圧障害を「じっと我慢した」例が少ないことも、これに関係しているものと考えられる。減圧障害の処置としては医療機関での専門的な治療が最も望ましいが、その搬送には長時間要していることが今回の調査から示唆された。神経症状を呈する脊髄型減圧症では、発症から12時間以上経過すると再圧治療における改善率が低下することが報告されているが³⁾、神経障害の多いweb回答者群では24時間以上経過した例が約半数に達している。

潜水作業者群とweb回答者群では、医療機関で処置した割合が多かったが、その処置までに要した時間は大きく異なっていた（図6）。潜水作業者群では「6時間以内」とした回答が55%であったが、web回答者群のそれは19%であった。またweb回答者群では、処置までに「24時間以上」を要したとの回答が48%と約半数にのぼった。

D. 考察

厚生労働省の業務上疾病発生状況等調査によれば、2015-2019年の減圧障害（異常気圧による障害）発生件数は平均15.4件/年であるが、今回の調査ではこれらの統計に含まれない事例が多いことが示唆された。回答者の約20-30%は実際に減圧障害を経験しており、自身ではないものの現場で減圧障害事例に遭遇した例（図1の「罹ったのを見た」）を加えれば、40-50%にも達する。このことからも高気圧業務の現場における減圧障害は決して稀な障害ではないことが伺える。減圧障害の症状に関する限りでも差異が認められた。潜水作業者群では、関節痛や関節違和感、皮膚の痒みといった比較的軽度の減圧症と考えられる症状が多かったのに対し、ダイビング・インストラクターを主体とするweb回答者群では、しびれなどの感覺異常や強い疲労感など神経障害を疑わせるものが多かった。減圧障害の重篤度は神経症状の有無によるところから¹⁾、特にダイビング・インストラクターに対しては何らかの措置が早急に必要であると思われた。

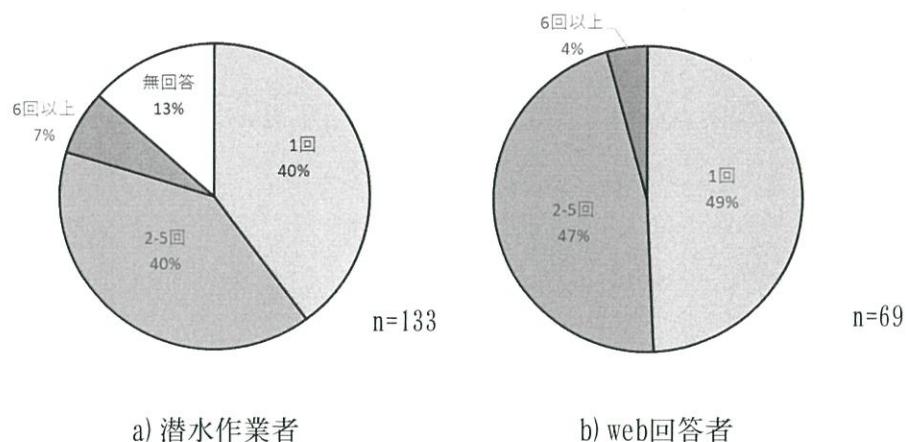
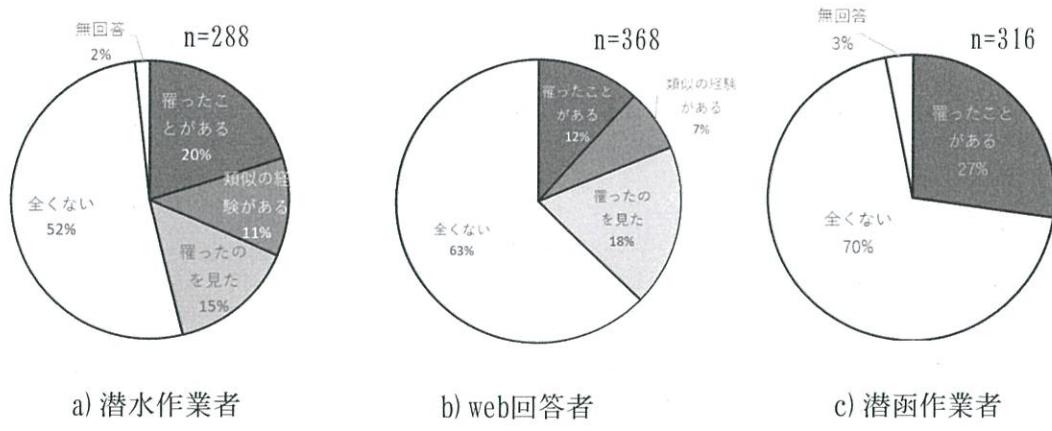
減圧障害の処置に関しては、医療機関での処置の他、潜水作業者群ではふかし（再潜水）が、web回答者群では大気圧酸素呼吸が処置として多く、再圧室を用いた救急再圧の積極的な実施は認められなかつた。一方潜函作業者群では、作業現場に設置されたホスピタルロック（再圧室）での処置が約80%あり、大きく異なる様子となつた。潜函作業現場では従来よりホスピタルロックが設置されており²⁾、これを用いた処置が有効な方法となっている。潜函作業者群では減圧障害を「じっと我慢した」例が少ないことも、これに関係しているものと考えられる。減圧障害の処置としては医療機関での専門的な治療が最も望ましいが、その搬送には長時間を要していることが今回の調査から示唆された。神経症状を呈する脊髄型減圧症では、発症から12時間以上経過すると再圧治療における改善率が低下することが報告されているが³⁾、神経障害の多いweb回答者群では24時間以上経過した例が約半数に達している。

これらのことから、現場における減圧障害の救急処置方法確立の必要性が再確認された。高気圧業務の形態によって、減圧障害の症状や対処方法などに差異があるため、処置方法の検討に際してはそれらを十分考慮する必要がある。

例えば、近年諸外国において緊急処置としての水中酸素再圧法が議論されており⁴)、我が国においても検討すべきと考えられた。

[参考文献]

- 1) Mitchel SJ, Bennett MH, Bulter F K, et al. Pre-hospital management of decompression illness: expert review of key principle and controversies. Diving Hyperb Med. 2018; 48: 45-55.
- 2) 望月 徹：圧気及び潜水作業における減圧障害の現状. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌. 2017; 52: 129-132.
- 3) 鈴木信哉：潜水による障害、再圧治療. 高気圧酸素治療法入門第6版. 日本高気圧環境・潜水医学会. 2017 ; pp147-174
- 4) Doolette DJ, Mitchell SJ. In-water recompression. Diving Hyperb Med. 2018; 48: 84-95.



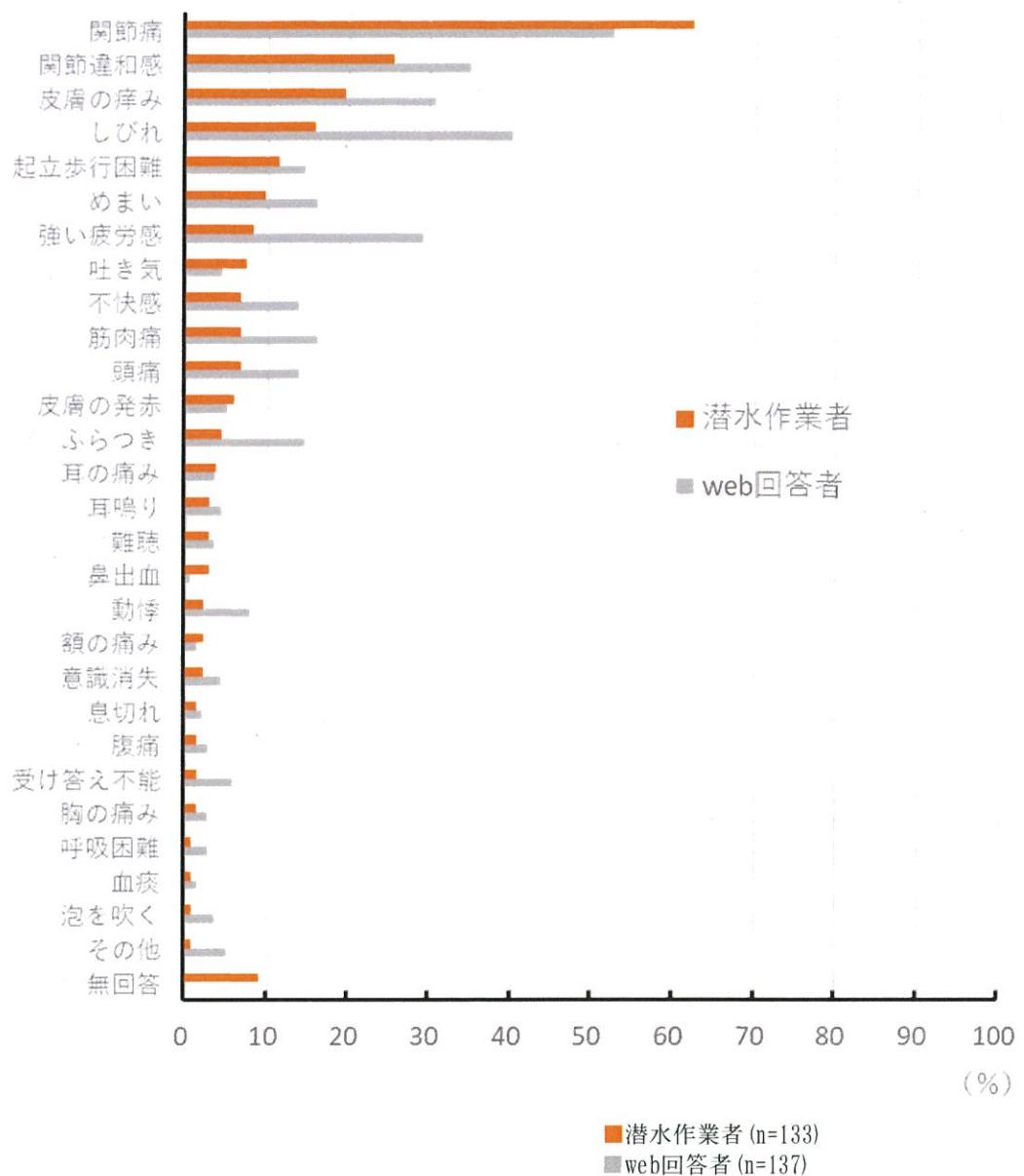


図3. 減圧障害の症状

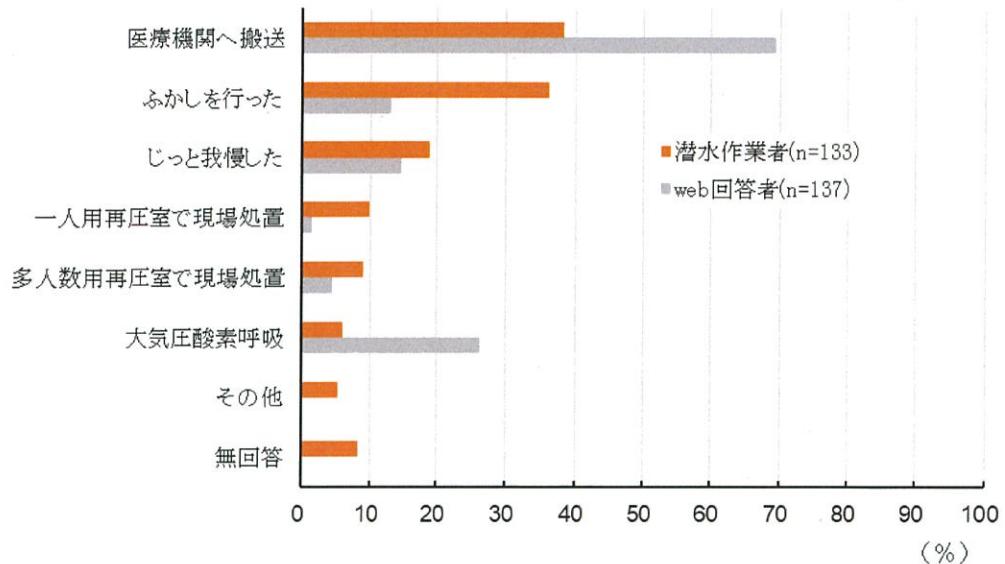


図4. 減圧障害の処置(潜水作業者及びweb回答者)

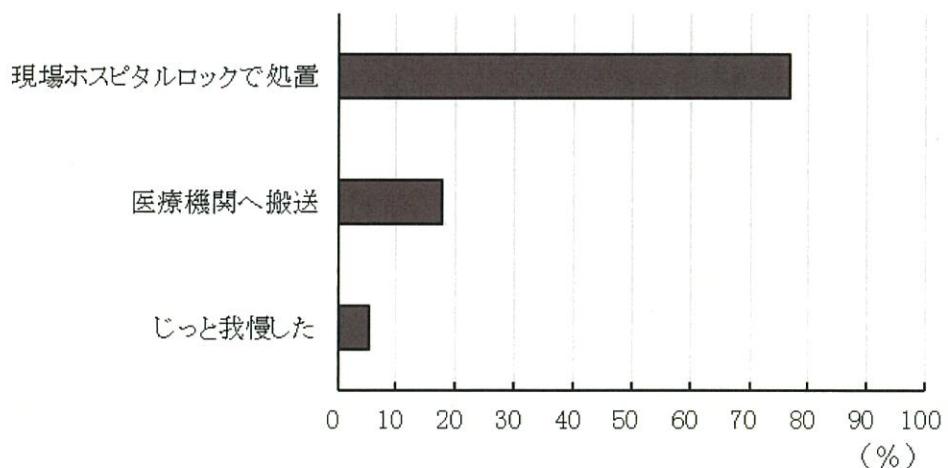


図5. 減圧障害の処置(潜函作業者)

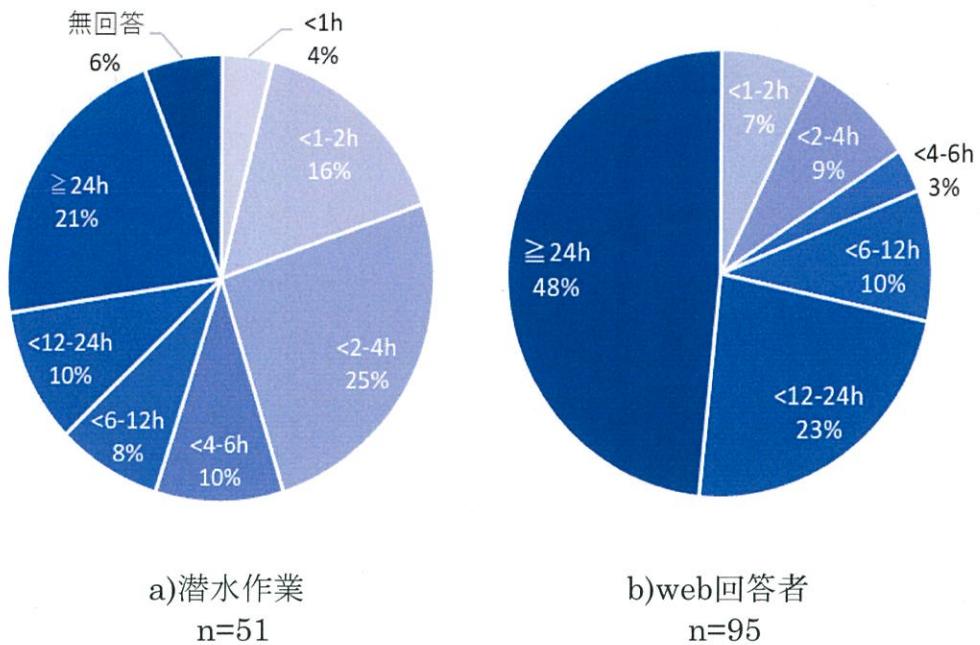


図6. 医療機関での処置までに要した時間

労災疾病臨床研究事業費補助金
分担研究報告書

潜水業務等における救急処置の海外文献調査に関する研究

研究分担者 ○小島泰史、藤田智、高木元、望月徹、新関祐美、小柳津卓哉

研究要旨：渉猟しうる潜水規則に関する海外文献を調査した。
日本以外でも、30～40m以上の潜水、減圧潜水時において現場に再圧室設置を義務付けている国は少なくない。また、米海軍潜水マニュアルでは、潜水後に何か異常があれば且つ心肺停止でなければ、「まずは減圧障害を疑い再圧開始すべし」とのスタンスである。

小島泰史：東京医科歯科大学 非常勤講師
藤田智：旭川医科大学 教授
高木元：日本医科大学 准教授
望月徹：東京慈恵会医科大学 非常勤講師
新関祐美：東京医科歯科大学 非常勤講師
小柳津卓哉：東京医科歯科大学 非常勤講師
四ノ宮成祥：防衛医科大学校 教授

A. 研究目的

労働安全衛生関係法令である高気圧作業安全衛生規則（高圧則）第5章再圧室第42条「事業者高圧室内業務または潜水業務を行うときは、高圧室内作業者又は潜水作業者について救急処置を行うため必要な再圧室を設置し、又は利用できるような措置を講じなければならない。」

しかしながら、再圧室の利用にあたって医師の関与の要否については規則に明記されていない。

再圧室の利用目的は減圧症の予防（船上減圧）から治療目的（減圧障害）と多岐にわたるか、どこまでが医療行為となるのか、医療行為である場合に遠隔地の医師のアドバイスにより利用できるのかなどの議論は整理されておらず、マニュアルも未整理である。また、潜水業務は医療機関から離れた地域で行われることも多いが、潜水事故時における再圧室利用以外の救急処置についてのマニュアル整備も求められている。そのため、本研究の目的は、A) 潜水業務等における救急処置の実態について調査すること、B) 潜水業務等における救急処置に関する海外の文献を調査すること、C) A) B) の結果を踏まえ、潜

水業務等における救急処置の実践的マニュアル等を提案することとした。

本研究では、B) 潜水業務等における救急処置に関する海外文献調査について述べる。

B. 研究方法

渉猟しうる潜水規則に関する海外文献を調査した。米国、カナダ、英国、ドイツ、フランス、ノルウェー、オーストラリア各国の資料を渉猟し得た。

C. 研究結果

1. 米国における潜水規則の概要

米国の労働安全衛生の中心となるのは、1970年に制定された労働安全衛生法（Occupational Safety and Health Act of 1970）と、それに伴い設置された労働安全衛生庁、OSHA（Occupational Safety and Health Administration）である。

OSHAでは労働安全衛生法に基づき労働安全衛生規則（Occupational Safety and Health Standards）を規定しており、潜水業務に関しては29 CFR PART 1910, Subpart T- Commercial Diving Operations（2006年8月）でその詳細を定めている。

当該規則は米合衆国内及び合衆国法規が及ぶ全ての地域に適用される（1910.401(a)(1)）。また、本規則は、一般産業、運搬、船舶修理、造船、船舶解体、および沿岸作業を含むすべての潜水業務に適用されるが、(i)スクーバ潜水で行われる教育指導のための潜水、(ii)政府機関の管理の下で行われる搜索、救難、公安活動のための潜水、(iii)連邦機関の承認を得た研究開発のために潜水、は適用を除外している（1910.401(a)(2)）。

潜水業務における潜水浮上方法並びに減圧表については、米海軍潜水マニュアルに記載の方法に準ずることとされている（1910.422(d)）。

本規則により許容最大潜水深度は、スクーバ潜水：130fsw（39m）、送気式空気潜水：190fsw（57m）、混合ガス潜水：制限なし、となっている。再圧室については、潜水深度が100fswを超える場合、減圧潜水を行う場合に潜水現場への設置が義務付けられている（1910.425(b)(2)）。

米海軍潜水マニュアルでは、

- ・ 発症から時間が経つにつれて再圧治療の効果は減弱する。
- ・ 潜水医官の到着前でも再圧開始する。
- ・ 意識障害を見たら、減圧障害の可能性が疑いなく否定できない限りは、減圧障害として再圧する。
- ・ 減圧障害を疑ったら常に再圧する（潜水後の内耳症状）。

などの記載を認め、潜水後に何か異常があれば且つ心肺停止でなければ、「まずは減圧障害を疑い再圧開始すべし」とのスタンスである。

1-1. 収集した資料

- ① OSHA INSTRUCTION 29 CFR PART 1910
Subpart T - Commercial Diving Operations
- ② U.S. NAVY Diving Manual rev.7

2. カナダにおける潜水規則の概要

カナダは13の州及び準州からなる連邦制のため、労働安全衛生法の管轄権は、カナダ議会と州及び準州がそれぞれ有している。国全体に関する法案は連邦政府により定められており、州を超えて行われる事業やビジネスなどについては連邦政府による法が適用される。具体的には、交通インフラ整備や電力関係等の公共事業があり、港湾や河川、ダム等で行われる潜水業務の多くは、連邦法の適用を受けることになる。

カナダ労働安全衛生規則（Canada Occupational Health and Safety Regulations; SOR/86-304, 2017年6月）では、その第18章で潜水業務（Diving Operations）について規定している。当該規則では、潜水を2種類に区別している（18.1条）。すなわち科学調査や犯罪搜

査のために行われ、水中工事作業を行わず、水深40m以内で行われる無減圧潜水を『タイプ1潜水（Type 1 dives）』、それ以外のものを『タイプ2潜水（Type 2 dives）』としている。なお沖合海域で行われる海底石油ガス関連の潜水業務は別規則の適用をうけるため、当該規則からは除外されている（18.2条）。

規則では、潜水業務に用いる浮上方法や減圧表について特に規定がなく、一般に有効と認められているものを使用することとしている（18.17条）。また、再圧室については、(a)減圧潜水を行う場合、及び(b)潜水深度が40mを超える場合には、副室付きの再圧室を潜水現場に設けることを事業者に義務付けている。

2-1. 収集した資料

- ③ Canada Occupational Health and Safety Regulations SOR/86-304
18.1 PART XVIII Diving Operations
- ④ DCIEM Diving Manual

3. 英国における潜水規則の概要

英国の労働安全衛生法は基本的なことだけが定められており、具体的な事項は、規則：Regulationsと公認実施準則：Approved Codes of Practice: ACOPによって規定されている。潜水業務におけるこれらは以下の通りである。

規則：The Diving at Work Regulations 1997（1998年4月）

これらのうち、L-104(第2版：2014年)は(a)英國領内沿岸部、(b)港、河川、湖沼等内陸部水域、(c)タンクまたはプールで行われる建築土木、海洋開発並びに水産養殖関係の潜水作業に適用される（第2条）。当該実施準則では、適用範囲内で行われる潜水業務は、可能な限り圧縮空気または窒素酸素混合ガスによる送気式潜水で行うこととしており、潜水深度は最大50mまでに制限している（第42条）。

浮上時間等減圧に関する規定はないが、事業者にはリスクアセスメントを行い、減圧症予防対策を含め十分な管理を行うよう求めている（第33,37条）。

3-1. 収集した資料

- ⑤ Diving at Work Regulations 1997

- ⑥ L-103 Commercial diving projects offshore
- ⑦ L-104 Commercial diving projects inland/inshore
- ⑧ L-105 Recreational diving projects
- ⑨ L-106 Media diving projects

4. ドイツにおける潜水規則の概要

ドイツの労働安全衛生管理体制は、公的機関による二元管理を特徴とする。すなわち、ドイツ社会法典第7編（Sozialgesetzbuch VII）ならびに労働者保護法（ArbSchG）により、産業別の同業者で構成される労災保険組合に法的権限を与え、職場における安全衛生の管理監督を行っている。

港湾建設や水中構造物の構築ならびにそれらの保守点検等、水中土木建設工事に係る潜水作業は、建設業労災保険組合（Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft : BG-BAU）によるBGV（職業組合規則）C23（2012年1月）が適用される。当該規則では、潜水作業は空気潜水が原則であり、最大深度は50mまでとされている。この深度を超える場合や混合ガスを用いる際には所属する職業組合による許可が必要となる（第22条1項）。また、当該規則では浮上時の減圧表（附表1）が示されており、潜水業務はこれに従って行うよう規定されている（第22条3、4項）。

4-1. 収集した資料

- ⑩ Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft BVG C23 Taucherarbeiten Berufsgenossenschaftliche Vorschrift für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

5. フランスにおける潜水規則の概要

フランスにおける労働安全衛生管理体制は、労働法（Code du travail）と社会保障法（Code de la sécurité sociale）に重要な規定がおかかれている。

労働安全衛生に関する政府機関の役割や、事業者の権利義務、あるいは労働安全衛生を確保するための基本原則等は前者によって規定されている。これらによる法律事項の詳細は、政令によって示されており、政令は首相令（Décret : D）とその下

位規則となる行政による省令（Arrête : A）から構成されている。潜水業務に関してはNOR（法令文書番号）：TEFT9003290-D（首相令1990年3月）とNOR : TEF T9103100-A（省令1991年1月）が適用される。

これらの規則では、圧縮空気による潜水は最大6 bar（水深60m）までとしており、それを超える潜水では呼吸ガスに混合ガスを使用することを義務付けている（首相令5条）。なお混合ガス潜水等の場合の酸素分圧は、水中では1.6 bar、減圧室内等の気中環境では2.2 barを超えないこととしている（首相令8条）。

潜水方式についても深度による規制が設けられており、スクーバ潜水並びに送気式潜水は水深60mまで、60mを超え90mまでは加圧型ベル潜水、90mを超える潜水では飽和潜水システムを用いるよう規定している（省令5,6,7,8条）。

浮上方法については、空気潜水（深度：12-60m）、ヘリウム酸素混合ガス（深度：30-120m）それぞれについて減圧表が示されており、これらに従って潜水を行うよう義務付けている（省令10条）。

5-1. 収集した資料

- ⑪ TRAVAUX EN MILIEU HYPERBAR Mesures particulières de prévention

6. ノルウェーにおける潜水規則の概要

ノルウェーでは労働監督局（Direktoratet for Arbeidstilsynet）によって安全衛生規則が定められており、潜水業務に関しては、労働監督局規則No.511「Forskrift om Dykking (Regulations of Diving)」（2007年10月）が適用される。当該規則では、潜水業務は5種類に区分されている（第9条）。それらは概ね次のように特徴づけられている。すなわち、クラスI：水深50mまでの潜水作業に従事するもの、クラスII：ベル潜水や飽和潜水作業に従事するもの、クラスIII：50mまでの潜水業務に関する基礎教育を受けたもの、クラスR：水深30mまでの潜水調査や救難業務に従事するもの、クラスS：水深30mまでのスクーバ潜水をおこなうもの、となっている。これらクラスごとに潜水者の資格要件や必要な教育訓練が異なる。

規則では、通常の潜水業務は水深50mまでとし、それを超える場合には潜水ベルの使用を義務付けている（第110条）。また、潜水深度が30mを超える場合や減圧が必要となる潜水を行う場合には、事業者に潜水現場への再圧室設置を求めている（第109条）。

潜水業務時の浮上方法や減圧手順に関してはWestern Norway University of Applied Sciencesによるノルウェー潜水及び治療表（Norwegian Diving and Treatment Tables）に拠るよう規定している（第108条）。

6-1. 収集した資料

- ⑫ Arbeidstilsynet Forskrift, best.nr. 5
11 Forskrift om Dykking
- ⑬ Norwegian Diving and Treatment Tables

7. オーストラリアにおける潜水規則の概要

オーストラリアは、六つの州（state）とオーストラリア首都特別地域（Australian Capital Territory : ACT）と北部準州（NothemTerritory）からなる連邦国家であり、連邦と州それぞれが立法権を有している。連邦政府の管轄事項は、国防や外交、通商、租税、通貨などであり、それら以外の分野ではそれぞれの州に管轄権がある。

労働安全に関しても、基本的には各州の定める法令によって管理されている。しかしながら、州ごとに安全基準が異なるなどの弊害があることから、1980年代より統一した労働安全衛生法制度導入の検討がSAFE WORK AUSTRARIA（オーストラリア労働安全機構）によって進められた。2011年に基準となる労働安全衛生法（モデル労働安全衛生法:Model Work Health and Safety Act. WHS）が公表された。WHSの採用は各州の判断に委ねられているが、ほぼすべての州で採用が決定され、現在WHSに基づく法整備が進められている。WHSでは4.8章に潜水業務に関する規則（Part 4.8 Diving Work）が定められている。またその準則としてはAS/NZS 299.1 :2015 Occupational diving operationsが規定されている。

7-1. 収集した資料

- ⑭ Model Work Health and Safety Regulations
- ⑮ AS/NZS 2299.1:2015 Occupational diving operations

以上、資料収集・翻訳が追いついていない部分もあるが、日本以外でも、30～40m以上の潜水、減圧潜水時において現場に再圧室設置を義務付けている国は少なくない。また、米海軍潜水マニュアルでは、潜水後に何か異常があれば且つ心肺停止でなければ、「まずは減圧障害を疑い再圧開始すべし」とのスタンスである。

D. 考察

1. 各国における潜水現場再圧の実態調査

再圧室の使用実態調査については、国際学会への出席を通じて、各国の専門医から情報収集を行う予定であったが、新型コロナウイルス流行により海外渡航が制限された結果、2020年には十分な情報収集ができなかった。先に述べたように潜水現場への再圧室設置を義務付けた国は少なくなく、その利用にあたって日本での医師法、対面診療の原則による制限といった問題が他国にも存在するのか、2021年に調査を進める予定である。具体的には、欧州潜水高圧医学会（European Underwater and Baromedical Society: EUBS）年次総会や、国際高気圧医学会（International Congress on Hyperbaric Medicine: ICHM）に参加して各国からの参加者から情報を入手する。

また海外の潜水医学専門家を国内に招聘して、情報収集を図る。英国アバディーンにあるNational Hyperbaric Centerを訪問して英国における救急処置の実態について調査する。しかし、海外渡航制限が長期化した場合には、オンラインを駆使した上で情報収集を予定している。なお、海外でも施工実績が多い日本企業への聞き取り調査を昨年行っており、以下に報告する。

2020年6月8日 アジア海洋(株)より情報収集

a. 海外における現場再圧

国の方規とIMCA規則の関係

IMCA規則はあくまで業界標準であり、あ

くまでも国内法規が優先されます。IMCA自体がヨーロッパを地盤とした業界団体であるため、UKのHSE基準と同じか近いものがあります。

一方、東南アジアでは潜水に関する国の法規が脆弱なケースが多く、施主が事故防止の観点から自主的にIMCA規則を採用し、ダイビングコントラクターに課しているケースがほとんどです。この場合国内法規に対してIMCA規則の方が厳格なため、法遵守という面においては特に問題は発生しません。

事故が発生した場合の責任の所在については、我々が不勉強のため、現時点で明確にお答えすることはできませんが、日本と同様にその国の法規で定める元請責任、下請責任、発注者責任に照らし合わせて処罰されるものと思われます。

非医師が遠隔地の医師による指示で現場で再圧治療ができるか否か。基本的には非医師が遠隔地の医師の指示の下現場で再圧治療をすることができます。

船には必ず船医が乗船していますが、潜水の専門医ではありませんので、通常の怪我や病気については船医に診ていただき、潜水に関する疾病については陸上の医師とコンタクトを取って助言を求めます(DMAC28)。基本的に潜水医が現場にいないことを想定して、現場で医療が必要になった場合の準備(Diver Medic、医薬品、連絡方法等)がダイビングコントラクターに求められます。

これらの準備についてはダイビングコントラクター側の義務となりますので、医療事故が発生した場合においては、上記義務が履行されていなかった場合はダイビングコントラクター側の過失となり得ます。すべての義務が履行された上で事故ということになった場合においては、医師側のアドバイスの内容、施主側の対応等原因の究明がなされるものと思われますが、正直なところ明確にはお答えできません。

また、非医師が再圧を実施できる論拠について、申し訳ありませんが現時点で見つかっておりません(そもそも法規に定めがない可能性)。

UKにおける法規には明るくありませんが、弊社のオーストラリア人、アメリカ人ダイバーに聞いても、現場での再圧が基本であり、医師の不在が前提となっているとのことです(現在彼らにその論拠を求めてい

ます。)

インショアでの作業についても基本的にオフショアと同様です。再圧できる施設への搬送が選択肢として増えますが、我々の主戦場である東南アジアではそのような施設が少ないため、現場での再圧が第一の選択肢となります。

b.再圧を実施する場合の資格

IMCAではDDCの操作に資格は設定されておらず、訓練を受けた者でチャンバーを操作するのに相応の評価をうけている者とされています(IMCA D014 5.1.2.4 Divers Operating Deck Decompression Chambers。評価の基準についてはIMCA C003 Guidance on competent Assurance and assessment: Diving Devisio n)。

上記評価システム以外ではChamber Operatorという訓練をHSEやIMCAに認定された民間の訓練施設で受講可能です。日本の再圧室操作員と同等の資格レベルと思われますが、この訓練を受講していくなくても上記評価システムで認定されればOKという点が異なります。

<http://www.professionaldivingacademy.com/course/emergency-air-chamber-operator/>

添付 NHC training参照

c.Diver Medicについて

再圧を実施する際にはテンダー(介助人)が必要ですが、テンダーはDiver Medic相当のトレーニングを受けた者もしくは医療従事者とされています(DMAC11 7 Recompression Facilities)。

IMCA基準では基本的にDiver Medicは潜水チームに必ず一人はいなければなりませんのでテンダーはDiver Medicとなります(IMCA D014 6.3 First-Aid/Diver Medic Training and Competences)。Diver Medicで受講する内容には、縫合、挿管、尿道へのカテーテル挿管等が含まれており、医療従事者がチャンバー内に入ることができない場合に、チャンバー外の医師から指示を受けてある程度の医療行為ができるようなものになっています(1週間程度の受講期間であり、上記の医療行為を教わったとしても、現実問題として実際にはできないと思います。あくまで緊急事態が差し迫った時の最終手段との認識です)。

2. 現場での応急手当

減圧障害の治療のゴールデンスタンダードは可及的早期の再圧治療であることは論を待たないが、困難な場合は、事故現場での応急手当が重要となる。2018年に、減圧障害が疑われる場合に求められる応急手当について、海外の潜水医学会によるコンセンサスガイドラインが公表されたので紹介する。特に常圧酸素投与は重要とされる。

1. 潜水後に不調を感じたダイバーは、可及的早期に潜水医学専門医に相談する。

2. 応急手当

A. 常圧酸素投与（大気圧下で投与される、可能な限り 100%に近い酸素）を発症後可能な限り速やかに投与する。

B. ダイバーに対して酸素投与のトレーニングが強く推奨される。

C. 基本的に水平仰臥位が奨励され、可能であれば患者搬送中も保持する。意識のない患者には回復体位が推奨される。

D. 経口水分補給は推奨されるが、意識清明でない場合には避ける。炭酸、カフェイン、アルコールを含む飲料は避けるべきであり、アイソトニック飲料が最も良い（飲料水でも良い）。

E. ダイバーを適温で管理する（温かく、しかし高体温にはしない）。特に重度の神経症状を伴う場合、高体温は避ける。日照、不必要的運動、過度な着衣を避ける。

参考文献

Mitchell SJ, et al.: Pre-hospital management of decompression illness: expert review of key principles and controversies. Diving and Hyperbaric Medicine 2018; 48: 45-55. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6467826/>

3. 鑑別診断

米海軍潜水マニュアルでは、潜水後に何か異常があれば且つ心肺停止でなければ、「まずは減圧障害を疑い再圧開始すべし」とのスタンスであり、このプリンシップを潜水現場へ適応可能であれば、非医師であっても潜水事故現場で再圧室を使用することは手技的に難しいことではないだろう。

しかしながら、同マニュアルでの対象者は若年健常者であることに注意しなければならない。

職業潜水士には高齢者も少なくない。そのため、最近海外では鑑別診断の重要性が指摘されており、2018年にはワークショップが開催された。そこでは、高齢者や持病のある方（糖尿病、高血圧など）の潜水後の体調不良の原因は必ずしも減圧症とは限らないこと等が指摘された。そのため、以前は再圧治療前に画像検査を含む各種検査を施行することは推奨されていなかったが、治療を急ぐべき疾患は減圧症だけではない、という理由から、近年変化してきている。現在では、潜水事故の患者が病院に搬送された場合、最低限の画像検査、採血検査などを再圧治療前、もしくは初回の再圧治療後に行う傾向にある。これは医療機関へ到着してからの対応であるが、潜水事故現場で非医療従事者が安易に減圧障害と判断することの危険性を示している。

参考文献

Denoble PJ, Marroni A, eds.: Differential Diagnosis of Decompression Illness Workshop Proceedings. Divers Alert Network. 2018.

https://www.diversalertnetwork.org/research/scientific-summaries/2018_Proceedings_Differential_Diagnosis.pdf

E. まとめ

事故現場での再圧室利用マニュアル作成にあたっては追加調査による海外での利用実態を把握した上で、

- ・潜水後の体調不良について即減圧障害と判断することのリスク

- ・鑑別疾患をどこまで現場で行いうるか、減圧障害との診断の確からしさをどこまで現場で担保できるのか

- ・減圧障害では可及的に早期の再圧治療を要するとの医学的推奨と応急手当を行なながら患者搬送することの比較

などを考慮する必要がある。

一方で、減圧無視、船上減圧といった治療行為とは別の減圧手順の一環としての再圧室の利用については別途議論する必要がある。