

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3年度 総括研究報告書

研究代表者 柳下 和慶

令和4年（2022年）3月

目 次

I. 総括研究報告	(通しページ)
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頁 (3頁)
研究代表者 柳下和慶	
分担研究者 鈴木信哉、小島泰史、望月徹、和田孝次郎、森松嘉孝、 藤田智、高木元、新関祐美、小柳津卓也	
II. 分担研究報告	
A. 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頁 (5頁)
分担研究者 鈴木信哉、望月徹、和田孝次郎、森松嘉孝、藤田智	
A-1 : 聞き取り調査 (資料A-1参照) 鈴木信哉、望月徹、和田孝次郎、森松嘉孝、藤田智	
A-2 : アンケート調査 (資料A-2参照) 望月徹、鈴木信哉	
B. 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-----	5頁 (7頁)
分担研究者 小島泰史、高木元、望月徹、新関祐美、小柳津卓也 (資料B参照)	
C. 潜水業務等における救急処置の実践的マニュアル等の提案-----	6頁 (8頁)
分担研究者 柳下和慶、鈴木信哉、小島泰史、望月徹、和田孝次郎、 森松嘉孝、藤田智、高木元、新関祐美、小柳津卓也 (資料C参照)	
〈別添資料〉	
資料A-1 聞き取り調査	
1. 表紙・目次 1~2頁 (9~10頁)	
2. 聞き取り調査について 3頁 (11頁)	
3. 聞き取り事例 (25事例) 4~76頁 (12~84頁)	
4. 聞き取り調査のまとめ 77頁 (85頁)	
5. 別添資料1 遠隔医療支援による現場再圧治療趣味レーション訓練報告 1~19頁 (86~104頁)	
6. 別添資料2 潜水・潜函作業に伴う障害の症例集 (10症例) スライド資料 1~95枚目 (105~152頁)	
7. 学会発表抄録 (153~154頁)	
資料A-2 アンケート調査 1~87頁 (155~241頁)	
資料B 海外文献調査 1~27頁 (242~268頁)	
資料C 潜水業務等における救急処置の実践的マニュアル等の提案	
1. 本文 1~11頁 (269~279頁)	
2. 【別表】再圧室の準備もしくは利用のための条件 1頁 (280頁)	

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

研究分担者 鈴木信哉、小島泰史、望月徹、和田孝次郎
森松嘉孝、藤田智、高木元、新関祐美、小柳津卓也

研究要旨

減圧症発症時の再圧室利用の実態について、実態調査として現場の聞き取り調査とアンケート調査を実施し、海外文献の調査を実施した。アンケート調査と海外文献調査については、昨年度分に追加検討を加え、報告書を作成した。

現在の法令、規則のもと、今回の実地調査と海外文献に基づき、
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した。

◎研究者

- ・柳下和慶：東京医科歯科大学病院 准教授
 - ・鈴木信哉：亀田医療大学 客員研究員
 - ・小島泰史：東京医科歯科大学病院 非常勤講師
 - ・望月徹：東京慈恵会医科大学 非常勤講師
 - ・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
 - ・藤田智：名寄市立総合病院 顧問
 - ・高木元：日本医科大学 准教授
 - ・新関祐美：東京医科歯科大学病院 非常勤講師
 - ・小柳津卓也：東京医科歯科大学 非常勤講師

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）では、第5章再圧室第42条にて、「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。」

としている。再圧室は、減圧症の発症時の治療もしくは急浮上・急減圧時での減圧症発症予防を目的として、使用される。

しかしながら、減圧症の条件、高気圧酸素治療可能な近隣の医療機関環境、現場での医師や専門家の関与など、再圧室利用について整理されておらず、実際の再圧室利用に関する情報や過去の記録も少ない。

本研究の目的は、研究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、研究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、研究 C) は研究 A) 研究 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
減圧症発症時の再圧室利用の実態について、実態調査として現場の聞き取り調査（研究 A-1）とアンケート調査（研究 A-2）を実施し、アンケート調査については、昨年度分に追加検討を加え、報告書を作成した。

• 研究 B：海外文献調查

研究B：海外文献調査
海外文献調査については、昨年度分に追加検討を加え、報告書を作成した。

- #### ・研究 C：潜水業務等における救急処置の実践的マニュアル等の提案

現在の法令、規則を踏まえ、研究 A) 研究 B) の結果も踏まえて、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した。

(倫理面への配慮)

研究Aについては、東京医科歯科大学倫理審査委員会にて承認済み

C. 研究結果、考察、結論

研究 A：実態調査研究

- ## 研究A-1：文献調査研究

研究A-2：資料A-2「ノルマ」

研究B：資料B「海外文献調査」
研究C：資料C「潜水業務等における救急
処置の実践的マニュアル等の提案」
参照のこと

F. 健康危険情報 特になし		
G. 研究発表 ○鈴木信哉. 深深度混合ガス潜水における再圧室の使用について－潜水医学専門の産業医によるオンライン治療支援－. 第55回日本高気圧環境・潜水医学会学術集会総会. 2021年10月. 沖縄 ○鈴木信哉. 基調講演、減圧症治療施設から離れた地域における潜水の安全管理と事故対応. 第5回日本高気圧環境・潜水医学会. 近畿地方会. 2022年3月. Web開催		

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A）

研究分担者 ○鈴木信哉、望月徹、和田孝次郎、森松嘉孝、藤田智

研究要旨：

減圧障害とその対応の現状を知るために、現地聞き取り調査（研究A-1）を行い、昨年度実施したダイビング・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整理報告した（研究A-2）。

鈴木信哉：亀田医療大学 客員研究員
望月徹：東京慈恵会医科大学
非常勤講師
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
藤田智：名寄市立総合病院 顧問

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

研究 A-1：聞き取り調査

聞き取り調査においては受注元が発注者に提出する施行計画書（潜水計画書）とともに安全対策及び応急対処計画についての基本情報を取り、潜水請負業者及び元請負業者等から潜水実施内容を詳細に調査した。個人事業主に関しては潜水士から直接聞き取りを行った。

潜函 1 例を含め 25 事例を集めた。被災者の医学的評価や応急処置について高気圧作業を実施する側の理解を図り、高気圧作業関係者、救急搬送関係者、直近の医療施設や救急対応施設関係者、潜水医学専門医が、相互で顔の見える関係づくりを形成して議論を進めながら、地域特性に合わせた対処マニュアルを作成するための高気圧障害対処検討会を計画したが、新型コロナ感染症拡大の影響により当該検討会の開催は断念し、代替えとして、近隣に再圧治療施設がない佐渡島を選定して産業医による遠隔医療支援として緊急 Web 会議を通じて潜水現場と医師が情報共有しながら潜水現場に設置の再圧室で減圧症治療を行うシミュレーション訓練を実施した。訓練には地元消防署、保安庁、救急病院、第 2 種装置が近隣にない地域の救急医療施設の関係者に加え減圧障害対策委員会委員が参加して事後検討会が行われた。本訓練の内容については、別添資料 1 「遠隔医療支援による現場再圧治療シミュレーション訓練報告」に記載した。

潜水関連疾患については実際に医療機関が関わった症例を中心に症例集として、日本高気圧環境・潜水医学会減圧障害対策委員会が監修して、別添資料 2 「潜水・潜函作業に伴う障害の症例集（10 症例）」としてまとめた。症例集のうち症例 9 及び症例 10 については、潜水死亡事故に関係した医療者と潜水医学専門職が一堂に会し、事故の背景を含めた事故内容と臨床経過から事故原因と死亡に至る病態を考察して病理で確認するという一貫した検討を行い今後の事故予防や適切な事故対処に役立てることを目的とした潜水事故総合検討会 [CPC]（日本高気圧環境・潜水医学会減圧障害対策委員会主催）の症例である。

研究A-2：アンケート調査

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。

今年度は、昨年度実施したアンケート調査を整理し、解析した。

C. 研究結果、考察、結論

研究A-1：資料A-1「聞き取り調査」

研究A-2：資料A-2「アンケート調査」

参照のこと

D. 研究発表

- 鈴木信哉. 深深度混合ガス潜水における再圧室の使用についてー潜水医学専門の産業医によるオンライン治療支援ー. 第55回日本高気圧環境・潜水医学会学術集会総会. 2021年10月16日. 沖縄
- 鈴木信哉. 基調講演、減圧症治療施設から離れた地域における潜水の安全管理と事故対応. 第5回日本高気圧環境・潜水医学会. 近畿地方会. 2022年3月12日. Web開催

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B）

研究分担者 ○小島泰史、高木元、望月徹、新関祐美、小柳津卓也

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
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：東京医科歯科大学病院 非常勤講師
小柳津卓也：東京医科歯科大学 非常勤講師

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

資料B「海外文献調査」
参照のこと

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践的マニュアル等の提案（研究C）

研究分担者 ○柳下和慶、鈴木信哉、小島泰史、望月徹、和田孝次郎、
森松嘉孝、藤田智、高木元

研究要旨：

現在の法令、規則のもと、今回の研究A) 実地調査と研究B) 海外文献調査に基づき、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した。

柳下和慶：東京医科歯科大学病院
准教授
鈴木信哉：亀田医療大学 客員研究員
小島泰史：東京医科歯科大学病院 非常勤講師
望月徹：東京慈恵会医科大学
非常勤講師
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
藤田智：名寄市立総合病院 顧問
高木元：日本医科大学 准教授

A. 研究目的

潜水業務では、浮上に伴う減圧障害発症の避けられないリスクが一定の確率で存在し、再圧治療など特殊な応急対応策が求められる。再圧治療は一般疾患に対する高気圧酸素治療とは異なり、高い治療圧が必要で長時間となるうえ、潜水に精通した医師の診断も必要であるため、実施可能な医療機関は限られている。このため、潜水業務場所の近隣に、再圧治療が可能な医療機関が存在し協力体制が構築されていれば良いが、作業現場近隣に再圧治療可能な医療機関が存在しないケースも多く、移動手段や移動にかかる時間によっても再圧室設置の要否や条件に重要な影響を及ぼす。

また、現場に再圧室が設置されている場合でも、再圧室利用においては、潜水医学や救急医学など専門医師の判断や助言が望まれるところだが、規則には医師や専門家の関与の要否や関与方法については明記されておらず、遠隔からの専門医師らのアドバイスにより再圧室の利用が許容されるか否かも明確に整理されていない。

また、現場に再圧室が設置されている場合でも、再圧室利用においては、潜水医学や救急医学など専門医師の判断や助言が望まれるところだが、規則には医師や専門家の関与の要否や関与方法については明

記されておらず、遠隔からの専門医師らのアドバイスにより再圧室の利用が許容されるか否かも明確に整理されていない。

さらに、現段階で潜水業務における再圧室利用に関する一定のマニュアルは存在せず、また減圧障害以外で応急処置を要する場合もあり、現場からは再圧室の設置利用や応急処置に関する実践的マニュアルや指針が求められている。

今回、法令や法令解釈等の事実関係に基き、研究A) および研究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

法令や法令解釈等の事実関係に基き、研究A) および研究B) の結果を踏まえ、研究分担者とともに、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した。

併せて課題や問題点を最終項で記載した。

C. 研究結果

資料C「潜水業務等における救急処置の実践的マニュアル等の提案」
参照のこと

潜水業務における現場で出来る応急対応に関する研究

A) 潜水業務等における救急処置の実態についての調査
聞き取り調査報告

<研究担当（所属）>（五十音順） ○聞き取り調査統括

四ノ宮成祥（防衛医科大学校）
○鈴木信哉（亀田医療大学）
高木 元（日本医科大学）
藤田 智（名寄市立総合病院）
望月 徹（東京慈恵会医科大学）
森松嘉孝（久留米大学）
和田孝次郎（防衛医科大学校）

<研究協力者（所属）>（順不同）

橋本昭夫氏（高気圧作業支援事務所、日本潜水協会）
近藤俊宏氏（オリエンタル白石株式会社）
密本尚寛氏（アジア海洋株式会社）
櫻庭直達氏*（釧路ろうさい病院）
清水徹郎氏*（南部徳洲会病院）
瀧端康博氏*（防衛医科大学校）
土居 浩氏*（牧田総合病院）
堂本英治氏*（けいゆう病院）
藤田 基氏*（山口大学）

<研究協力団体・機関等>

一般社団法人日本高気圧環境・潜水医学会 減圧障害対策委員会
一般社団法人日本潜水協会
•

目次

	ページ
1. 聞き取り調査について	3
2. 聞き取り事例（25事例）	4～76
3. 聞き取り調査のまとめ	77
4. 別添資料1 遠隔医療支援による現場再圧治療シミュレーション訓練報告	
4. 別添資料2 潜水・潜函作業に伴う障害の症例集（10症例）	
5. 学会発表抄録	
① 第55回日本高気圧環境・潜水医学会総会：2021.10.16 「深深度混合ガス潜水における再圧室の使用について－潜水医学専門の産業医によるオンライン治療支援－」	
② 第5回日本高気圧環境・潜水医学会近畿地方会：2022.3.12 「減圧症治療施設から離れた地域における潜水の安全管理と事故対応」	

1 聞き取り調査について

聞き取り調査においては受注元が発注者に提出する施工計画書（潜水計画書）をもとに安全対策及び応急対処計画についての基本情報を取り、潜水請負業者及び元請負業者等から潜水実施内容を詳細に調査した。個人事業主に関しては潜水士から直接聞き取りを行った。潜函1例を含め25事例を集めた。

被災者の医学的評価や応急処置について高気圧作業を実施する側の理解を図り、高気圧作業関係者、救急搬送関係者、直近の医療施設や救急対応施設関係者、潜水医学専門医が、相互で顔の見える関係作りを形成して議論を進めながら、地域特性に合わせた対処マニュアルを作成するための高気圧障害対処検討会を計画したが新型コロナ感染症拡大の影響により当該検討会の開催は断念し、代替えとして、近隣に再圧治療施設がない佐渡島を選定して産業医による遠隔医療支援として緊急Web会議を通じて潜水現場と医師が情報共有しながら潜水現場に設置の再圧室で減圧症治療を行うシミュレーション訓練を実施した。訓練には地元消防署、保安庁、救急病院、第2種装置が近隣にない地域の救急医療施設の関係者に加え減圧障害対策委員会委員が参加して事後検討会が行われた。本訓練の内容については、別添資料1「遠隔医療支援による現場再圧治療シミュレーション訓練報告」に記載した。

潜水関連疾患については実際に医療機関が関わった症例を中心に症例集として日本高気圧環境・潜水医学会減圧障害対策委員会が監修して、別添資料2「潜水・潜函作業に伴う障害の症例集（10症例）」としてまとめた。症例集のうち症例9及び症例10については、潜水死亡事故に関係した医療者と潜水医学専門職が一堂に会し、事故の背景を含めた事故内容と臨床経過から事故原因と死亡に至る病態を考察して病理で確認するという一貫した検討を行い今後の事故予防や適切な事故対処に役立てることを目的とした潜水事故総合検討会〔CPC〕（日本高気圧環境・潜水医学会減圧障害対策委員会主催）の症例である。

2 聞き取り事例（25事例）

《事例番号 ①》

潜水作業日：2021/2/6, 10, 11

潜水作業場所：潮岬沖合

潜水現場との通信手段：携帯電話

潜水作業内容：波浪観測装置設置

潜水方式：送気式（デマンド式潜水呼吸器（KMB））

潜水呼吸ガス：ヘリウム酸素

酸素減圧：酸素減圧

潜水士との通信手段：音声通信装置

ダイバーカメラ：ビデオシステム

昇降装置：なし

水中減圧法：さがり綱・水中酸素減圧ステージ

単独／バディ潜水：単独

スタンバイダイバー：9mで酸素減圧監視（監視潜水士呼吸ガス：空気）

緊急用ボンベ：緊急用ボンベ携行

潜水深度：56m（ヘリウム酸素）

滞底時間：20分

浮上時間：59分

減圧表：NSK H2-57（日本潜水協会 ヘリオックス潜水水中酸素減圧表 57m）

（21m3分・18m3分・15m3分・12m4分・9m酸素34分エアブレイク5分）。通常使用する減圧表は、水中酸素減圧表であるが、緊急時の場合は、水上酸素減圧表を使用する。

繰り返し潜水：なし

潜水士数：7名

潜水のべ回数／日：6回

潜水日数：3日

再圧室：再圧室（2室構造 治療表6可）台船上に設置

台船上の再圧室による緊急再圧に備えて、再圧室の主室側は12m深度に予め保圧して副室入室後に副室緊急再圧により12m深度で待ち受け均圧とする。

救急病院：くしもと町立病院

救急病院までの搬送所要時間：40 分

再圧治療病院① 日本赤十字社和歌山医療センター・第1種装置

移動時間・距離 134km・2 時間 16 分（救急病院から）もしくはヘリ
搬送

再圧治療病院② 石切生喜病院・第2種装置

移動時間・距離 211km・3 時間 2 分

再圧治療病院③ 京都大学医学部附属病院・第2種装置

移動時間・距離 252km・3 時間 44 分

●安全・応急態勢

・潜水作業安全対策【備考*1】及び潜水医学専門医の携帯電話による遠隔医療支
援【備考*2, *3】が得られている。

【備考】

【*1】潜水作業安全対策

1 作業中止基準

作業中止基準は以下の通り。天候の急変などに留意し、この基準内であっても状
況に応じて作業の中止を決定する。

波高（有義波波高）： 1. 0 m 以上

風速（平均風速）： 10. 0 m/s 以上

視程 : 1000 m 以下

潮流 : 0. 7 m/s 以上

2 潜水士の呼吸ガス

ヘリウム酸素混合ガス（ヘリウム 81%、酸素 19%）、また減圧時には空気及び酸
素を使用する。

3 呼吸ガスの切り替え

潜水用ガス、減圧用ガスの切り替えは作業船上より、ガスコントロールを通して
潜水士と連絡を取りながら行う。

4 潜水士の潜降、浮上

潜水士の潜行、浮上はダウンラインに沿って作業船と架台の往復を行う。潜行及
び浮上速度の管理はニューモゲージにより、船上ガスコントロールから指示を

する。

5 減圧管理

各減圧点は作業船上ガスコントロールからの指示(水深、時間)により行われる。水中酸素減圧は減圧ステージ内で行い、酸素減圧中の潜水士の状況を監視潜水士が確認する。

6 繰り返し潜水

1日あたり、1人1回の潜水として、繰り返し潜水は行わないものとする。

7 緊急用潜水士の配置

潜水作業中は船上に緊急用潜水士(スタンバイダイバー)を待機させる。

8 再圧室

再圧室は作業期間中は常時主室の加圧を保持し、緊急時に備える。また担当の救急再圧員は始業前点検を行う。

【*2】 潜水医学専門医の携帯電話による遠隔医療支援

1 潜水作業計画の確認

- (1) 潜水実施要領：潜水作業深度、作業時間、減圧表、潜水装備、再圧室、要員配置(スタンバイダイバーなど)
- (2) 緊急時連絡態勢：再圧治療施設との事前調整
搬送時間、搬送方法、緊急時の連絡方法を確認
- (3) 緊急時の処置要領【*3】：医師への連絡がつくまでの処置要領の申し合わせ(緊急浮上時の再圧など)

2 潜水士の健康管理

- (1) 高気圧作業者健診・一般健康診断結果、既往歴、服薬歴の確認
- (2) 潜水1週間前から当日までの健康状態把握の助言

3 潜水作業管理

- (1) 潜水開始前(30分前)の連絡確認：潜水士健康状態チェック(血圧、体温、自覚症状)、海象・気象の確認
- (2) 潜水終了報告を受け、潜水士の経過時間毎の行動範囲の助言

4 事故時の対応

- (1) 現場再圧治療の判断及び処置プロトコールの指示
- (2) 再圧治療施設への受け入れ調整
- (3) 救急隊への助言

【*3】緊急時の処置要領

<潜水士の異常を覚知した場合>

まずは、潜水士に何か異常があった場合にはオンコールで産業医まで電話連絡する。

ただし、直ちに処置を行わなければ重篤な状態を引き起こす可能性が高い以下の3つの事態の際は下記の手順をとることとする。

①水中での深度9mでの酸素呼吸中の酸素中毒発生時

潜水士の異変を察知した場合は、直ちに酸素から空気にガス切替を行う。意識が消失して呼吸が確認できない場合には、けいれんを起こしている可能性があるので、潜水士を直ぐには浮上させずに、呼吸再開を確認した後に引き揚げる。作業台船上に浮上後、介助者1人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が18mまで再圧して治療表6を実施する。産業医に連絡がつき次第、その後の指示（助言）に従うこと。

②緊急浮上時

症状がない場合は、緊急浮上時再圧マニュアル**に従う。症状がある場合は、治療表5もしくは、治療表6を使用する。産業医に連絡がつき次第、その後の指示（助言）に従う。

③浮上後10分以内の発症

浮上して10分以内に疼痛、しびれ、筋力低下等が出た場合には産業医に連絡を取ると同時に介助者1人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が18mまで再圧して治療表6を実施する。

上記以外の場合、潜水後に何らかの症状が出た場合には、産業医に連絡して処置に関する指示（助言）を得て再圧処置等を実施することを原則とする。

保安庁、消防への救急要請は現場の判断を基本とする。台船上で再圧処置とするか救急対応病院へ搬送するかについては産業医の助言を受けて判断する。

**緊急浮上時再圧マニュアル

無症候性減圧無視の処置:空気潜水

最深減圧無視	水面インターバル	再圧室あり	再圧室なし
なし	何れも	1時間水面で観察*	
20 もしくは 30fsw	1分未満	減圧停止深度まで戻り、1分間減圧時間追加	
	1分以上 7分以下	水上減圧表使用	減圧停止深度に戻り (酸素or空気で) 30 and/or 20fsw で 1.5倍の時間で減圧
	7分を超える	治療表5 SurDO2 ≤2期間	
		治療表6 SurDO2 >2期間	
30fsw超える	何れも	治療表6 50fswを超え、60分以下の減圧無視の場合165fswに加圧し治療表6A	最初の減圧停止深度に戻った後30fswまで減圧し、可能なら酸素で、30と20fswで1.5倍の時間で減圧

水上減圧における酸素吸入(SurDO2):50海水フィート相当圧(fsw)15分 + 40fsw 15分から(酸素吸入30分を1期間とし、期間の間に空気5分の吸入をいれる。)

水面インターバル(最終減圧停止点から水面到着後、再圧深度到着までの時間)が5分を超えて7分以下の場合、50fswにおける酸素吸入時間は、15分から30分に増やす。

水中再圧よりも再圧室による再圧が強く勧められる。
100fsw/分を超えて、できるだけ速く再圧深度まで加圧する。

*酸素吸入が推奨される

U. S. Navy Diving Manual. Revision 6, Naval Sea Systems Command Publication NAVSEA 0910-LP-106-0957.
15 April 2008. Change A 15 October 2011 (http://www.supsalv.org/00c3_publications.asp)

★【潜水計画・応急態勢の評価】

- 台船上に2室構造の再圧装置が設置されているため、無症候性の減圧無視に対応が可能であり、酸素中毒や潜水器トラブルなどによる緊急浮上の場合には、水中酸素減圧から水上酸素減圧に切り替え可能であり、無症候性の減圧無視にも対応が可能である。
- 標準治療が実施できる施設が遠隔地となるため、台船上の再圧装置で治療表6までの治療が可能となるように計画されている。
- 地理的及ぶ医療資源的に患者搬送困難地域における潜水作業であることから、陸上搬送に加え、ドクターへリによる搬送の選択肢を検討する必要がある。
- 病院までの搬送時間を考えると、減圧症発生時にはできる限り現地での再圧装置を使用するのが適切だと考えられる。その際には、もちろん専門医のリアルタイムでの助言を得られる体制にしておく必要がある。その点で、緊急時の処置要領は妥当である。

★【再圧治療環境と推奨されるマネージメント】

- 減圧障害とその他の疾患の鑑別が困難な場合はくしもと町立病院(救急病院)

に搬送して診察評価の後、減圧障害の治療が必要な場合は①日本赤十字社和歌山医療センター②石切生喜病院③再圧室での再圧処置を検討する。

《事例番号 ②》

潜水作業日： 2021/3/15

潜水作業場所：潮岬沖合

潜水現場との通信手段：携帯電話

潜水作業内容：ケーブル防護

潜水方式：スクーバ

潜水呼吸ガス：空気

酸素減圧：なし

潜水士との通信手段：水中通話装置（作業用エアホースに電話線這わせる）

ダイバーカメラ：なし

昇降装置：なし

単独／バディ潜水：バディ

スタンバイダイバー：岸で待機

潜水深度： 12m

滞底時間： 60 分

浮上時間： 2 分

減圧表： NSK 標準空気潜水減圧表、無減圧潜水

繰り返し潜水： 60 分

潜水士数： 6 名

潜水のべ回数／日： 4 回

潜水日数： 1 日

再圧室：なし

救急病院：くしもと町立病院

救急病院までの搬送所要時間： 24 分

再圧治療病院① 日本赤十字社和歌山医療センター・第1種装置

移動時間・距離 134km・2 時間 16 分（救急病院から）もしくはヘリ
搬送

再圧治療病院② 石切生喜病院・第2種装置

移動時間・距離 211km・3時間2分
再圧治療病院③ 京都大学医学部附属病院・第2種装置
移動時間・距離 252km・3時間44分

●安全・応急態勢

・潜水事故の安全対策の問題点を検討して、安全対策の改善【備考*4】を行っている。

【備考】

【*4】改善された安全対策

1 潜水士の作業配置

- (1) 2人1組による潜水を行う。
- (2) 潜水予定時間を厳守する。
- (3) 残圧 50 を切ったら予定時間内であってもバディとともに浮上開始する。
- (4) 緊急浮上を容易にするため足ひれを携行する。
- (5) 下がり綱を設け、決められた場所で潜水・浮上を行う。
- (6) スタンバイダイバーは2人配置する。

2 連絡合図の体制

(1) 作業用のエアーホースに水中通話装置の電話線を這わせてマイク、スピーカを使用する。水中通話装置は通常の合図連絡と共に、緊急時の連絡に使用する。

(2) 潜水士から陸上への緊急時合図連絡

水中通話装置を使用して陸上に緊急事態の発生を連絡する。

水中通話装置が使用できない状況では、浮上可能な場合は水面から手を挙げて合図し、浮上不可能な場合は携行する玉ブイを水面に揚げ緊急事態を知らせる。

(3) 陸上から潜水士への緊急時合図連絡

水中通話装置を使用して潜水士に緊急事態の発生を連絡する。水中通話装置が使用できない状況では、緊急通報用水中ブザーを用いて潜水士へ合図を通達する。

(4) 残圧確認

作業中の潜水士のボンベ残圧を5分に一度、連絡員によって確認する。

3 監視員、連絡員の配置

配置する監視員は専任とし、拡声器・無線機を携行する。

潜水指揮者、監理技術者は無線機を携行し作業の状態を管理する。"

★【潜水計画・応急態勢の評価】

- ・無減圧潜水であり、改善された安全対策も出されていることから、潜水計画自体は妥当と考えられる。
- ・潜水計画から生じうる潜水病としては、想定外の事象を除けば、まず動脈ガス塞栓症を念頭に、現地における酸素投与を迅速に開始できる態勢の確保が必要である。
- ・スクーバ潜水の場合、水上との通信に制限があるが、本潜水作業では作業用エアホースに電話線這わせて通話を可能としており、安全対策に工夫がされている。

★【再圧治療環境と推奨されるマネージメント】

万一に備えて、緊急時の連絡方法を確認しておく。併せて、再圧治療が必要となる条件について、事前に確認しておく。

《事例番号 ③》

潜水作業日：2021/4/21

潜水作業場所：金石港沖合

潜水現場との通信手段：携帯電話

潜水作業内容：海象計再設置

潜水方式：送気式（デマンド式潜水呼吸器（KMB））

潜水呼吸ガス：ヘリウム酸素

酸素減圧：水中酸素減圧

潜水士との通信手段：音声通信装置

ダイバーカメラ：ビデオシステム

昇降装置：なし

水中減圧法：さがり綱・水中酸素減圧ステージ

単独／バディ潜水：単独

スタンバイダイバー：9m で酸素減圧監視（監視潜水士呼吸ガス：空気）

緊急用ポンベ：緊急用ポンベ携行

潜水深度：50m（ヘリウム酸素）

滞底時間：20 分

浮上時間：53 分

減圧表：NSK H2-51(日本潜水協会 ヘリオックス潜水 水中酸素減圧表 51m)、
NSK N1-39・18 (日本潜水協会 空気減圧表 39m・18m) (21m1 分・
18m2 分・15m4 分・12m4 分・9m 酸素 30 分エアブレイク 5 分)

繰り返し潜水：なし

潜水士数：9 名

潜水のべ回数／日：5 回

潜水日数：1 日

再圧室：再圧室（2 室構造 治療表 6 可）

尾崎白浜魚港（釜石）に設置（搬送時間 20 分）

再圧室による緊急再圧に備えて、再圧室の主室側は 12m 深度に予め保圧
して副室入室後に副室緊急再圧により 12m 深度で待ち受け均圧とする。

救急病院：岩手県立釜石病院

救急病院までの搬送所要時間：19km・27 分

再圧治療病院① 東北大学病院・第 2 種装置

移動時間・距離 191km・2 時間 56 分

再圧治療病院② 自衛隊大湊病院・第 2 種装置

移動時間・距離 303km・4 時間 36 分

再圧治療病院③ いわき市医療センター・第 2 種装置

移動時間・距離 338km・4 時間 21 分

●安全・応急態勢

- ・産業医の携帯電話による遠隔医療支援【備考*5, *6】が得られている。
- ・再圧治療施設として東北大学病院、自衛隊大湊病院の治療担当科医師に対して事前に受け入れ調整がされている。

【備考】

【*5】 産業医の携帯電話による遠隔医療支援

1 潜水作業計画の確認

- (1) 潜水実施要領：潜水作業深度、作業時間、減圧表、潜水装備、再圧室、要員配置（スタンバイダイバーなど）
- (2) 緊急時連絡態勢：再圧治療施設との事前調整

搬送時間、搬送方法、緊急時の連絡方法を確認

(3) 緊急時の処置要領【*6】

2 潜水士の健康管理

(1) 高気圧作業者健診・一般健康診断結果、既往歴、服薬歴の確認

(2) 潜水1週間前から当日までの健康状態把握の助言

3 潜水作業管理

(1) 潜水開始前(30分前)の連絡確認：潜水士健康状態チェック(血圧、体温、自覚症状)、海象・気象の確認

(2) 潜水終了報告を受け、潜水士の経過時間毎の行動範囲の助言

4 事故時の対応

(1) 現場再圧治療の判断及び処置プロトコールの指示

(2) 再圧治療施設への受け入れ調整

(3) 救急隊への助言"

【*6】緊急時の処置要領

<潜水士の異常を覚知した場合>

先ずは、潜水士に何か異常があった場合にはオンコールで産業医まで電話連絡する。

ただし、直ちに処置を行わなければ重篤な状態を引き起こす可能性が高い以下の3つの事態の際は下記の手順をとることとする。

①水中での深度9mでの酸素呼吸中の酸素中毒発生時

潜水士の異変を察知した場合は、直ちに酸素から空気にガス切替を行う。意識が消失して呼吸が確認できない場合には、けいれんを起こしている可能性があるので、潜水士を直ぐには浮上させずに、呼吸再開を確認した後に引き揚げる。産業医に連絡すると共に、尾崎白浜魚港(釜石)に設置されている再圧室での緊急再圧処置のため酸素を吸入させながら搬送する。介助者1人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が18mまで再圧して治療表6を実施する。産業医に連絡がつき次第、その後の指示(助言)に従う。

②緊急浮上時

症状がない場合は、再圧室がない場合の緊急浮上時再圧マニュアルに従う。症状がある場合は、尾崎白浜魚港(釜石)に設置されている再圧室での緊急再圧処置のため酸素を吸入させながら搬送し、介助者1人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が18mまで再圧して治療表6を実施する。産業医に連

絡がつき次第、その後の指示（助言）に従う。

③浮上後10分以内の発症

浮上して10分以内に疼痛、しびれ、筋力低下等が出た場合には産業医に連絡を取ると同時に尾崎白浜魚港（釜石）に設置されている再圧室での緊急再圧処置のため酸素を吸入させながら搬送し、介助者1人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が18mまで再圧して治療表6を実施する。

上記以外の場合、潜水後に何らかの症状が出た場合には、産業医に連絡して処置に関する指示（助言）を得て再圧処置等を実施することを原則とする。

保安庁、消防への救急要請は現場の判断を基本とする。漁港での再圧処置とするか救急対応病院へ搬送するかについては産業医の助言を受けて判断する。

★【潜水計画・応急態勢の評価】

- 台船上に2室構造の再圧装置が設置されているため、無症候性の減圧無視に対応が可能であり、酸素中毒や潜水器トラブルなどによる緊急浮上の場合には、水中酸素減圧から水上酸素減圧に切り替え可能であり、無症候性の減圧無視にも対応が可能である。

- 標準治療が実施できる施設が遠隔地となるため、台船上の再圧装置で治療表6までの治療が可能となるように計画されている。

★【再圧治療環境と推奨されるマネージメント】

- 深深度混合ガス潜水では酸素中毒や緊急浮上対応のため水上減圧に切り替える場合があり、台船上に再圧室設置が望ましい。

- 標準治療が実施できる施設が遠隔地となるため、基本的には尾崎白浜魚港（釜石）に設置の再圧装置で治療表6までの治療を実施する。減圧障害とその他の疾患の鑑別が困難な場合は岩手県立釜石病院（救急病院）に搬送して診察評価の後、減圧障害の治療が必要な場合は①再圧室②東北大学病院③自衛隊大湊病院での再圧処置を検討する。

- 緊急浮上など減圧無視があった場合には、直ちに水上減圧ができる再圧室は設置されていないため、無症候性の場合は、直ちにスタンバイダイバー潜水士と共に減圧停止深度までもどり、1.5倍の時間で減圧する。あるいは漁港設置の再圧室まで高濃度酸素マスクで酸素吸入(10~15L/分)しながら移動して産業医の指示により米海軍再圧治療表5もしくは6で再圧処置を行う。また、緊急浮上後に症状が出た場合には、漁港設置の再圧室まで高濃度酸素マスクで酸素吸入(10

～15L/分)しながら移動して産業医の指示により米海軍再圧治療表5もしくは6で再圧処置を行う。

《事例番号 ④》

潜水作業日： 2021/5/19-22

潜水作業場所：名瀬港沖合

潜水現場との通信手段：携帯電話

潜水作業内容：海象観測装置定期点検・保守業務

潜水方式：送気式（デマンド式潜水呼吸器（KMB））

潜水呼吸ガス：ヘリウム酸素（酸素 16%）

酸素減圧：水中酸素減圧

潜水士との通信手段：音声通信装置

ダイバーカメラ：ビデオシステム

昇降装置：昇降装置

水中減圧法：水中酸素減圧ステージ

単独／バディ潜水：バディ

スタンバイダイバー： 9m で酸素減圧監視（監視潜水士呼吸ガス：空気）

緊急用ポンベ： 緊急用ポンベ携行

潜水深度： 51m（ヘリウム酸素）、39-18m（空気）

滞底時間： 20 分

浮上時間： 53 分

減圧表： OHO（潜水会社固有の減圧表）（He O₂ 16%） 混合ガス潜水減圧表
(水深 57m 16%) (21m5 分・18m3 分・15m4 分・12m6 分・9m 酸素
40 分エアブレイク 5 分)、通常使用する減圧表は水中酸素減圧表である
が、緊急時の場合は水上酸素減圧表を使用する。

繰り返し潜水：なし

潜水士数： 10 名

潜水のべ回数／日： 4 回

潜水日数： 3 日

再圧室：再圧室（2 室構造 治療表 6 可）台船上に設置

救急病院：鹿児島県立大島病院

救急病院までの搬送所要時間：40分

再圧治療病院① 鹿児島県立大島病院・第1種装置

移動時間・距離 3.3km・10分

再圧治療病院② 鹿児島大学病院・第2種装置

移動時間・距離 390km<航空搬送>

●安全・応急態勢

- ・産業医の携帯電話による遠隔医療支援【備考*7, *8】が得られている。
- ・救急受け入れ施設・再圧治療施設として鹿児島県立大島病院の治療担当科医師に対して産業医から事前に受け入れ調整がされている。

【備考】

【*7】 産業医の携帯電話による遠隔医療支援

1 潜水作業計画の確認

- (1) 潜水実施要領：潜水作業深度、作業時間、減圧表、潜水装備、再圧室、昇降装置、要員配置（スタンバイダイバーなど）

(2) 緊急時連絡態勢：再圧治療施設との事前調整

搬送時間、搬送方法、緊急時の連絡方法を確認

- (3) 緊急時の処置要領【*8】：医師への連絡がつくまでの処置要領の申し合わせ（緊急浮上時の再圧など）

2 潜水士の健康管理

- (1) 高気圧作業者健診・一般健康診断結果、既往歴、服薬歴の確認

- (2) 潜水1週間前から当日までの健康状態把握の助言

3 潜水作業管理

- (1) 潜水開始前（30分前）の連絡確認：潜水士健康状態チェック（血圧、体温、自覚症状）、海象・気象の確認

- (2) 潜水終了報告を受け、潜水士の経過時間毎の行動範囲の助言

4 事故時の対応

- (1) 現場再圧治療の判断及び処置プロトコールの指示

- (2) 再圧治療施設への受け入れ調整

- (3) 救急隊への助言"

【*8】緊急時の処置要領

<潜水士の異常を覚知した場合>

先ずは、潜水士に何か異常があった場合にはオンコールで産業医まで電話連絡する。

ただし、直ちに処置を行わなければ重篤な状態を引き起こす可能性が高い以下の3つの事態の際は下記の手順をとることとする。

①水中での深度9mでの酸素呼吸中の酸素中毒発生時

潜水士の異変を察知した場合は、直ちに酸素から空気にガス切替を行う。意識が消失して呼吸が確認できない場合には、けいれんを起こしている可能性があるので、潜水士を直ぐには浮上させずに、呼吸再開を確認した後に引き揚げる。作業台船上に浮上後、介助者1人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が18mまで再圧して治療表6を実施する。産業医に連絡がつき次第、その後の指示（助言）に従うこと。

②緊急浮上時

症状がない場合は、緊急浮上時再圧マニュアルに従う。症状がある場合は、治療表5もしくは、治療表6を使用する。産業医に連絡がつき次第、その後の指示（助言）に従う。

③浮上後10分以内の発症

浮上して10分以内に疼痛、しびれ、筋力低下等が出た場合には産業医に連絡を取ると同時に介助者1人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が18mまで再圧して治療表6を実施する。

上記以外の場合、潜水後に何らかの症状が出た場合には、産業医に連絡して処置に関する指示（助言）を得て再圧処置等を実施することを原則とする。

保安庁、消防への救急要請は現場の判断を基本とする。台船上で再圧処置とするか救急対応病院へ搬送するかについては産業医の助言を受けて判断する。

★【潜水計画・応急態勢の評価】

- ・バディ態勢と昇降装置が整備され、潜水計画に問題はない。
- ・深深度混合ガス潜水に対する長時間水中減圧に対して、緊急時の水上減圧への切り替えが正しく検討されている。
- ・状況は事例番号①の例に似ている。したがって、基本的考え方は、①で示した通り。

★【再圧治療環境と推奨されるマネージメント】

- ・深深度混合ガス潜水であるため、台船上での緊急処置として水上減圧への切り替えや再圧治療が必要となる場合がある。その際、遠隔からの産業医の関与では処置判断が不十分の場合があり、救急搬送先の医師が台船上に乗り込んで医療処置を行うことも選択肢として持つことが望ましい。
-

《事例番号⑤》

潜水作業日： 2021/6/11-10/3

潜水作業場所：台湾澎湖島沖

潜水現場との通信手段：携帯電話、衛星電話

潜水作業内容：海底ケーブル修理工事

潜水方式：送気式（デマンド式潜水呼吸器（KMB））

潜水呼吸ガス：ヘリウム酸素、空気

酸素減圧：水上酸素減圧

潜水士との通信手段：音声通信装置

ダイバーカメラ：ビデオシステム

昇降装置：昇降装置

水中減圧法：水中酸素減圧ステージ

単独／バディ潜水：バディ

スタンバイダイバー：台船上待機

緊急用ポンベ：緊急用ポンベ携行

潜水深度： 75m-87m（ヘリウム酸素）

滞底時間：25 分

浮上時間：158 分

減圧表：NSK H3-75,-87（日本潜水協会 ヘリオックス潜水水上酸素減圧表
75m,-87m）

繰り返し潜水：なし

潜水士数： 12 名

潜水のべ回数／日： 4 回（最大）

潜水日数： 38 日（78 回の潜水）

再圧室：再圧室（2 室構造 治療表 6 可）台船上に 2 基設置

台船上の再圧室による緊急再圧に備えて、再圧室の主室側は 12m 深度

に予め保圧して副室入室後に副室緊急再圧により 12m 深度で待ち受け均圧とする。

再圧治療病院① 國軍高雄總醫院左營分院潛水醫學部（台灣）

移動時間・距離 140km<海上輸送>

●安全・応急態勢

- ・産業医の携帯電話による遠隔医療支援【備考^{*9, *10}】が得られている。
- ・台灣の再圧治療施設である國軍高雄總醫院左營分院潛水醫學部の専門医と事前に受け入れ調整がされている。

【備考】

【*9】 産業医の携帯電話による遠隔医療支援

1 潜水作業計画の確認

- (1) 潜水実施要領：潜水作業深度、作業時間、減圧表、潜水装備、再圧室、昇降装置、要員配置（スタンバイダイバーなど）
- (2) 緊急時連絡態勢：再圧治療施設との事前調整

搬送時間、搬送方法、緊急時の連絡方法を確認

- (3) 緊急時の処置要領【*10】：医師への連絡がつくまでの処置要領の申し合わせ（緊急浮上時の再圧など）

2 潜水士の健康管理

- (1) 高気圧作業者健診・一般健康診断結果、既往歴、服薬歴の確認
- (2) 潜水 1 週間前から当日までの健康状態把握の助言

3 潜水作業管理

- (1) 潜水開始前（30 分前）の連絡確認：潜水士健康状態チェック（血圧、体温、自覚症状）、海象・気象の確認
- (2) 潜水終了報告を受け、潜水士の経過時間毎の行動範囲の助言

4 事故時の対応

- (1) 現場再圧治療の判断及び処置プロトコールの指示

- (2) 再圧治療施設への受け入れ調整

- (3) 救急隊への助言

【*10】緊急時の処置要領

<潜水士の異常を覚知した場合>

先ずは、潜水士に何か異常があった場合にはオンコールで産業医まで電話連絡する。

ただし、直ちに処置を行わなければ重篤な状態を引き起こす可能性が高い以下の3つの事態の際は下記の手順をとることとする。

①水中での深度9mでの酸素呼吸中の酸素中毒発生時

潜水士の異変を察知した場合は、直ちに酸素から空気にガス切替を行う。意識が消失して呼吸が確認できない場合には、けいれんを起こしている可能性があるので、潜水士を直ぐには浮上させずに、呼吸再開を確認した後に引き揚げる。作業台船上に浮上後、介助者1人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が18mまで再圧して治療表6を実施する。産業医に連絡がつき次第、その後の指示（助言）に従うこと。

②緊急浮上時

症状がない場合は、緊急浮上時再圧マニュアルに従う。症状がある場合は、治療表5もしくは、治療表6を使用する。産業医に連絡がつき次第、その後の指示（助言）に従うこと。

③浮上後10分以内の発症

浮上して10分以内に疼痛、しびれ、筋力低下等が出た場合には産業医に連絡を取ると同時に介助者1人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が18mまで再圧して治療表6を実施する。

上記以外の場合、潜水後に何らかの症状が出た場合には、産業医に連絡して処置に関する指示（助言）を得て再圧処置等を実施することを原則とする。

台湾の救急機関への救急要請は現場の判断を基本とする。台船上での再圧処置とするか台湾での再圧治療対応施設へ搬送するかについては産業医の助言を受けて判断する。

★【潜水計画・応急態勢の評価】　・緊急時の処置要領については、基本的に妥当な計画である。

★【再圧治療環境と推奨されるマネージメント】

・標準治療が実施できる施設が遠隔地となるため、台船上に設置の再圧装置で治療表6までの治療を行い中等症の減圧障害までは治療完結することを基本とする。重症の減圧障害で台船上での治療で不十分の場合は、國軍高雄總醫院左營分院潜水醫學部の専門医に治療依頼する。

- ・緊急時における連絡として言語の問題が考えられるので、事前に使用言語についてよく調整しておく、もしくは通訳を必ず確保しておく。作業が長期間にわたるので、潜水員の継続的健康状態のチェックを考慮。
-

《事例番号⑥》

潜水作業日： 2021/8/2-4

潜水作業場所：金沢港沖合

潜水現場との通信手段：携帯電話

潜水作業内容：海象観測装置定期点検・保守業務

潜水方式：送気式（デマンド式潜水呼吸器（KMB））／スクーバ

潜水呼吸ガス：空気

酸素減圧：なし

潜水士との通信手段：音声通信装置

ダイバーカメラ：ビデオシステム

昇降装置：なし

水中減圧法：さがり綱

単独／バディ潜水：バディ（スクーバ）、単独（送気式）

スタンバイダイバー：船上待機

緊急用ポンベ：なし

潜水深度： 22m

滞底時間： 10 分（スクーバ）、25 分（送気式）

浮上時間： 3 分

減圧表： NSK N1-24（日本潜水協会 空気減圧表 24m）無減圧潜水

繰り返し潜水： 20 分（スクーバ→送気式 修正 22 分）、

15 分（送気式→送気式 修正 20 分）、

10 分（送気式→送気式 修正 13 分）

潜水士数： 4 名

潜水のべ回数／日： 8 回

潜水日数： 2 日

再圧室：設置せず

救急病院：設定せず

救急病院までの搬送所要時間：－

再圧治療病院① 富山大学附属病院・第1種装置 治療表6可能

移動時間・距離 56km・46分（高速道経由）

再圧治療病院② 自衛隊舞鶴病院・第2種装置

移動時間・距離 213km・2時間53分

再圧治療病院③ 燕労災病院・第2種装置

移動時間・距離 276km・3時間25分

●安全・応急態勢

・産業医から助言を得られる態勢ではあるが、オンコール態勢はとっていない。

★【潜水計画・応急態勢の評価】

・潜水深度22mで繰り返し潜水を含め無減圧潜水で計画されていることと、搬送時間が1時間以下で比較的近くに再圧治療施設として第1種装置で治療表6が実行可能な富山大学附属病院があるため、現場の再圧室設置は必須ではない。

★【再圧治療環境と推奨されるマネージメント】

・万一に備えて、事前に富山大学病院への連絡方法を確認しておくことが望ましい。

・潜水現場の金沢港と再圧治療施設の富山大学病院へは56kmの距離で県を跨ぐことから、公的な救急車による搬送には制限がないか事前確認が必要である。

《事例番号⑦》

潜水作業日：2021/8/5-7

潜水作業場所：伏木富山港（富山地区）沖合

潜水現場との通信手段：携帯電話

潜水作業内容：海象観測装置定期点検・保守業務

潜水方式：送気式（デマンド式潜水呼吸器（KMB））／スクーバ

潜水呼吸ガス：空気

酸素減圧：なし

潜水士との通信手段：音声通信装置

ダイバーカメラ：ビデオシステム

昇降装置：なし

水中減圧法：さがり綱

単独／バディ潜水：バディ（スクーバ）、単独（送気式）

スタンバイダイバー：船上待機

緊急用ポンベ：なし

潜水深度： 22m

滞底時間： 10 分(スクーバ)、25 分(送気式)

浮上時間： 3 分

減圧表： NSK N1-24 (日本潜水協会 空気減圧表 24m)、無減圧潜水

繰り返し潜水： 20 分 〈スクーバ→送気式 修正 22 分〉、

15 分 〈送気式→送気式 修正 20 分〉、

10 分 〈送気式→送気式 修正 13 分〉

潜水士数： 4 名

潜水のべ回数／日： 8 回

潜水日数： 2 日

再圧室：設置せず

救急病院：設定せず

救急病院までの搬送所要時間：－

再圧治療病院① 富山大学附属病院・第 1 種装置 治療表 6 可能

移動時間・距離 21km・25 分 (高速道経由)

再圧治療病院② 燕労災病院・第 2 種装置

移動時間・距離 234km・3 時間 8 分

再圧治療病院③ 自衛隊舞鶴病院・第 2 種装置

移動時間・距離 264km・3 時間 29 分

●安全・応急態勢

・産業医から助言を得られる態勢ではあるが、オンコール態勢はとっていない。

★【潜水計画・応急態勢の評価】

・潜水深度 22m で繰り返し潜水を含めて無減圧潜水で計画されていることと、搬送時間が 1 時間以下で近くに再圧治療施設として第 1 種装置で治療表 6 が実行可能な富山大学附属病院があるため、現場の再圧室設置は必須ではない。

★【再圧治療環境と推奨されるマネージメント】

・万一に備えて、事前に富山大学病院への連絡方法を確認しておくことが望ましい。

《事例番号⑧》

潜水作業日： 2021/8/20-22

潜水作業場所：酒田港沖合

潜水現場との通信手段：携帯電話

潜水作業内容： 1) 架台予定地点調査はバンドマスク及びスキューバ潜水

2) 予定ケーブルルート調査はスキューバ潜水

潜水方式：送気式（デマンド式潜水呼吸器（KMB））／スクーバ

潜水呼吸ガス：空気

酸素減圧：なし

潜水士との通信手段：音声通信装置

ダイバーカメラ：ビデオシステム

昇降装置：なし

水中減圧法：さがり綱

単独／バディ潜水：バディ（スクーバ）、バディ（送気式）

スタンバイダイバー：船上待機

潜水深度： 39m

滞底時間： 20 分(送気式)

浮上時間： 19 分

減圧表： NSK N1-39（日本潜水協会 空気減圧表 39m）

減圧停止：6m5 分・3m10 分(送気式)

繰り返し潜水：なし

潜水士数： 8 名

潜水のべ回数／日： 4 回

潜水日数： 3 日

再圧室：再圧室（2室構造 治療表 6 可）酒田港に設置

（潜水士船から再圧室設置の岸壁まで 30 分の距離）

再圧室による緊急再圧に備えて、再圧室の主室側は 12m 深度に予め保
圧して副室入室後に副室緊急再圧により 12m 深度で待ち受け均圧する。

救急病院：日本海総合病院

救急病院までの搬送所要時間： 7km・16 分

再圧治療病院① 東北大学病院・第2種装置

移動時間・距離 173km・2時間28分（経路に標高700m地点）

再圧治療病院② 燕労災病院・第2種装置

移動時間・距離 191km・2時間50分

●安全・応急態勢

- ・産業医の携帯電話による遠隔医療支援【備考*11, *12】が得られている。

【備考】

【*11】 産業医の携帯電話による遠隔医療支援

1 潜水作業計画の確認

- (1) 潜水実施要領：潜水作業深度、作業時間、減圧表、潜水装備、再圧室、要員配置（スタンバイダイバーなど）

- (2) 緊急時連絡態勢：再圧治療施設の稼働確認

搬送時間、搬送方法、緊急時の連絡方法を確認

- (3) 緊急時の処置要領【*12】

2 潜水士の健康管理

- (1) 高気圧作業者健診・一般健康診断結果、既往歴、服薬歴の確認

- (2) 潜水1週間前から当日までの健康状態把握の助言

3 潜水作業管理

- (1) 潜水開始前（30分前）の連絡確認：潜水士健康状態チェック（血圧、体温、自覚症状）、海象・気象の確認

- (2) 潜水終了報告を受け、潜水士の経過時間毎の行動範囲の助言

4 事故時の対応

- (1) 現場再圧治療の判断及び処置プロトコールの指示

- (2) 再圧治療施設への受け入れ調整

- (3) 救急隊への助言"

【*12】緊急時の処置要領

<潜水士の異常を覚知した場合>

先ずは、潜水士に何か異常があった場合にはオンコールで産業医まで電話連絡する。

ただし、直ちに処置を行わなければ重篤な状態を引き起こす可能性が高い以下の2つの事態の際は下記の手順をとることとする。

①緊急浮上時

症状がない場合は、緊急浮上時再圧マニュアルに従う。症状がある場合は、治療表5もしくは、治療表6を使用する。産業医に連絡がつき次第、その後の指示（助言）に従う。

②浮上後10分以内の発症

浮上して10分以内に疼痛、しびれ、筋力低下等が出た場合には産業医に連絡を取ると同時に介助者1人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が18mまで再圧して治療表6を実施する。

上記以外の場合、潜水後に何らかの症状が出た場合には、産業医に連絡して処置に関する指示（助言）を得て再圧処置等を実施することを原則とする。

保安庁、消防への救急要請は現場の判断を基本とする。酒田港での再圧処置とするか救急対応病院へ搬送するかについては産業医の助言を受けて判断する。

★【潜水計画・応急態勢の評価】

- ・酒田港(8/20-8/22)は38mまでの空気による調査潜水で、再圧室は岸壁に設置して海上輸送で再圧室収容までの時間が30分であるため、浮上時間は20分以下になるように潜水計画が立てられている。

- ・再圧治療可能な医療施設までは2時間以上の搬送となるため、減圧症の場合は岸壁設置の再圧室での処置が必要である。

★【再圧治療環境と推奨されるマネージメント】

- ・潜水現場から産業医への緊急連絡した際、減圧症とその他の疾患との区別がつかない場合は、岸壁から16分の距離にある日本海総合病院での診察により、診断と再圧処置の判断をいただく。その場合、適宜産業医と連携して進めて行く。

- ・減圧症の可能性が高く再圧治療が必要な場合は、①岸壁に設置の再圧室での治療 ②東北大学病院もしくは燕労災病院への搬送を選択することになる。両病院への搬送は何れも2時間半以上かかり、近い方の東北大学病院へは高所移動を伴うため、岸壁に設置の再圧室での治療が望ましい。

- ・水温、潮流、天候などを考慮して、安全な潜水が実施できる日程を選ぶよう配慮する。

- ・緊急浮上など減圧無視があった場合には、直ちに水上減圧ができる再圧室は設置されていないため、無症候性の場合は、直ちにスタンバイダイバー潜水士と

共に減圧停止深度までもどり、1.5倍の時間で減圧する。あるいは岸壁設置の再圧室まで高濃度酸素マスクで酸素吸入(10~15L/分)しながら移動して産業医の指示により米海軍再圧治療表5もしくは6で再圧処置を行う。また、緊急浮上後に症状が出た場合には、漁港設置の再圧室まで高濃度酸素マスクで酸素吸入(10~15L/分)しながら移動して産業医の指示により米海軍再圧治療表5もしくは6で再圧処置を行う。

《事例番号⑨》

潜水作業日： 2021/9/6-10

潜水作業場所：新潟港沖合

潜水現場との通信手段：携帯電話

潜水作業内容：海象観測装置定期点検・保守業務

潜水方式：送気式（デマンド式潜水呼吸器（KMB））／スクーバ

潜水呼吸ガス：空気

酸素減圧：なし

潜水士との通信手段：音声通信装置

ダイバーカメラ：ビデオシステム

昇降装置：なし

水中減圧法：さがり綱

単独／バディ潜水：バディ（スクーバ）、単独（送気式）

スタンバイダイバー：船上待機

緊急用ポンベ：なし

潜水深度： 35m

滞底時間： 10 分（スクーバ）、20 分（送気式）

浮上時間： 4 分（スクーバ）、11 分（送気式）、16 分（送気式）

減圧表： NSK N1-36（日本潜水協会 空気減圧表 36m）

減圧停止 6m2 分・3m10 分（送気式）

繰り返し潜水： 10 分〈スクーバ→送気式 修正 12 分〉、

15 分〈スクーバ→送気式 修正 17 分〉、

15 分〈送気式→送気式 修正 20 分〉（2 日目）

潜水士数：6 名

潜水のべ回数／日：8-10 回

潜水日数：3 日

再圧室：設置せず

救急病院：設定せず

救急病院までの搬送所要時間：－

再圧治療病院① 燕労災病院・第 2 種装置

移動時間・距離 38km・40 分

再圧治療病院② 新潟大学医歯学総合病院・第 1 種装置

移動時間・距離 5km・10 分

再圧治療病院③ 新潟市民病院・第 1 種装置

移動時間・距離 10km・20 分

●安全・応急態勢

- ・産業医から助言を得られる態勢ではあるが、オンコール態勢はとられていな
い。

★【潜水計画・応急態勢の評価】

- ・潮流が強いなど作業強度が大きい場合は減圧停止を設ける繰り返し潜水は避
けることが推奨される。
- ・潜水深度 35m であるが、浮上時間が 20 分以下であることと、搬送時間が 1
時間以下で第 2 種装置の治療施設があるため、現場の再圧室設置は必須ではな
い。

★【再圧治療環境と推奨されるマネージメント】

- ・軽症から中等症までの減圧障害であれば第 1 種装置と第 2 種装置を問わない。
- ・重症減圧障害の場合は第 2 種装置を有する燕労災病院への搬送が推奨される。

《事例番号⑩》

潜水作業日： 2021/9/20-22

潜水作業場所：名瀬港沖合

潜水現場との通信手段：携帯電話

潜水作業内容：海象観測装置定期点検・保守業務

潜水方式：送気式（デマンド式潜水呼吸器（KMB））
潜水呼吸ガス：ヘリウム酸素（酸素 16%）
酸素減圧：水中酸素減圧
潜水士との通信手段：音声通信装置
ダイバーカメラ：ビデオシステム
昇降装置：なし
水中減圧法：水中酸素減圧ステージ
単独／バディ潜水：バディ
スタンバイダイバー：9m で酸素減圧監視（監視潜水士呼吸ガス：空気）
緊急用ポンベ：緊急用ポンベ携行
潜水深度：55m（ヘリウム酸素）、39-18m（空気）
滞底時間：20 分
浮上時間：59 分
減圧表：NSK H2-57（日本潜水協会 ヘリオックス潜水水中酸素減圧表 57m）
(減圧停止 21m3 分・18m3 分・15m3 分・12m4 分・9m 酸素 34 分エ
アブレイク 5 分) 通常使用する減圧表は、水中酸素減圧表であるが、
緊急時の場合は、水上酸素減圧表を使用する。
繰り返し潜水：なし
潜水士数：16 名
潜水の回数／日：4 回
潜水日数：3 日
再圧室：再圧室（2 室構造 治療表 6 可）台船上に設置
台船上の再圧室による緊急再圧に備えて、再圧室の主室側は 12m 深度
に予め保圧して副室入室後に副室緊急再圧により 12m 深度で待ち受け
均圧とする。
救急病院：鹿児島県立大島病院
救急病院までの搬送所要時間：40 分
再圧治療病院① 鹿児島県立大島病院・第 1 種装置
移動時間・距離 3.3km・10 分
再圧治療病院② 鹿児島大学病院・第 2 種装置
移動時間・距離 390km<航空搬送>

●安全・応急態勢

- ・産業医の携帯電話による遠隔医療支援【備考^{*5, *6}】が得られている。
- ・救急受け入れ施設・再圧治療施設として鹿児島県立大島病院の治療担当科医師に対して産業医から事前に受け入れ調整がされている。

【備考】

【*5】 産業医の携帯電話による遠隔医療支援

1 潜水作業計画の確認

- (1) 潜水実施要領：潜水作業深度、作業時間、減圧表、潜水装備、再圧室、昇降装置、要員配置（スタンバイダイバーなど）

(2) 緊急時連絡態勢：再圧治療施設との事前調整

搬送時間、搬送方法、緊急時の連絡方法を確認

- (3) 緊急時の処置要領【*6】：医師への連絡がつくまでの処置要領の申し合わせ（緊急浮上時の再圧など）

2 潜水士の健康管理

- (1) 高気圧作業者健診・一般健康診断結果、既往歴、服薬歴の確認

- (2) 潜水1週間前から当日までの健康状態把握の助言

3 潜水作業管理

- (1) 潜水開始前（30分前）の連絡確認：潜水士健康状態チェック（血圧、体温、自覚症状）、海象・気象の確認

- (2) 潜水終了報告を受け、潜水士の経過時間毎の行動範囲の助言

4 事故時の対応

- (1) 現場再圧治療の判断及び処置プロトコールの指示

- (2) 再圧治療施設への受け入れ調整

- (3) 救急隊への助言"

【*6】 緊急時の処置要領

<潜水士の異常を覚知した場合>

まずは、潜水士に何か異常があった場合にはオンコールで産業医まで電話連絡する。

ただし、直ちに処置を行わなければ重篤な状態を引き起こす可能性が高い以下の3つの事態の際は下記の手順をとることとする。

- ①水中での深度9mでの酸素呼吸中の酸素中毒発生時

潜水士の異変を察知した場合は、直ちに酸素から空気にガス切替を行う。意識が消失して呼吸が確認できない場合には、けいれんを起こしている可能性があるので、潜水士を直ぐには浮上させずに、呼吸再開を確認した後に引き揚げる。作業台船上に浮上後、介助者1人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が18mまで再圧して治療表6を実施する。産業医に連絡がつき次第、その後の指示（助言）に従うこと。

②緊急浮上時

症状がない場合は、緊急浮上時再圧マニュアルに従う。症状がある場合は、治療表5もしくは、治療表6を使用する。産業医に連絡がつき次第、その後の指示（助言）に従う。

③浮上後10分以内の発症

浮上して10分以内に疼痛、しびれ、筋力低下等が出た場合には産業医に連絡を取ると同時に介助者1人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が18mまで再圧して治療表6を実施する。

上記以外の場合、潜水後に何らかの症状が出た場合には、産業医に連絡して処置に関する指示（助言）を得て再圧処置等を実施することを原則とする。

保安庁、消防への救急要請は現場の判断を基本とする。台船上で再圧処置とするか救急対応病院へ搬送するかについては産業医の助言を受けて判断する。

★【潜水計画・応急態勢の評価】

・奄美大島には再圧治療施設は鹿児島県立大島病院と名瀬徳洲会病院にそれぞれ第1種装置があるが、第2種装置は鹿児島大学病院となり390km離れている。そのため緊急で標準治療が必要な場合は潜水現場に複室構造をもつ再圧室を設置することが求められる。治療の際には携帯電話による遠隔医療支援が産業医から得られる態勢が取られている。

★【再圧治療環境と推奨されるマネージメント】

・深深度混合ガス潜水であるため、台船上での緊急処置として水上減圧への切り替えや再圧治療が必要となる場合がある。その際、遠隔からの産業医の関与では処置判断が不十分の場合があり、救急搬送先の医師が台船上に乗り込んで医療処置を行うことも選択肢として持つことが望ましい。

《事例番号⑪》

潜水作業日： 2021/10/13[#]-15

潜水作業場所：佐渡市藻浦沖

潜水現場との通信手段：携帯電話・Web会議[#] (Zoom)

潜水作業内容：海象観測機器点検作業

潜水方式：送気式（デマンド式潜水呼吸器（KMB））／スクーバ

潜水呼吸ガス：空気

酸素減圧：なし

潜水士との通信手段：音声通信装置

ダイバーカメラ：ビデオシステム

昇降装置：なし

水中減圧法：さがり綱

単独／バディ潜水：バディ（スクーバ）、単独（送気式）

スタンバイダイバー：船上待機

緊急用ポンベ：なし

潜水深度： 35m

滞底時間： 10 分（スクーバ）、25 分（送気式）

浮上時間： 4 分（スクーバ）、20 分（送気式）

減圧表： NSK N1-36（日本潜水協会 空気減圧表 36m）

減圧停止 6m6 分・3m10 分（送気式）

繰り返し潜水：なし

潜水士数：9名

潜水のべ回数／日：7回

潜水日数：3日

再圧室：再圧室（2室構造 治療表6可）佐渡市鷺崎漁港に設置

再圧室による緊急再圧に備えて、再圧室の主室側は 12m 深度に予め保圧して副室入室後に副室緊急再圧により 12m 深度で待ち受け均圧する。

救急病院：佐渡総合病院

救急病院までの搬送所要時間：40km・59分

再圧治療病院① 燕労災病院・第2種装置

移動時間・距離 140km<海上輸送>新潟港-37.5km・45分（車）

再圧治療病院② 新潟大学医歯学総合病院・第1種装置

移動時間・距離 140km<海上輸送>新潟港－4.9km・14分（車）、
ドクヘリ搬送

再圧治療病院③ 新潟市民病院・第1種装置

移動時間・距離 140km<海上輸送>新潟港－9.6km・13分（車）

●安全・応急態勢

2021/10/13 に医療支援再圧シミュレーション訓練を実施

潜水現場に再圧治療処置が可能な再圧室を設置されていて、潜水会社の産業医がオンコールで潜水作業を支援する態勢が敷かれている前提で、オンラインによる遠隔治療が可能であるかを減圧障害の軽症例について検証した。

★【潜水計画・応急態勢の評価】

- ・潜水会社の産業医がオンコールで潜水作業を支援する態勢が構築されている。
- ・潜水計画自体は安全であるが、海象の影響を受けやすい状態であり、減圧無視が生じた場合の対策についても検討が望まれる。

★【再圧治療環境と推奨されるマネージメント】

- ・佐渡島内に再圧治療ができる施設設置が望ましい。もしくは、佐渡島から短時間の新潟沿岸に同等の施設設置が必須。燕労災病院がその最前線となるのであれば、同院での診療体制を再検討する。
- ・緊急浮上など減圧無視があった場合には、直ちに水上減圧ができる再圧室は設置されていないため、無症候性の場合は、直ちにスタンバイダイバーの潜水士と共に減圧停止深度までもどり、1.5倍の時間で減圧する。あるいは漁港設置の再圧室まで高濃度酸素マスクで酸素吸入(10～15L/分)しながら移動して産業医の指示により米海軍再圧治療表5もしくは6で再圧処置を行う。また、緊急浮上後に症状が出た場合には、漁港設置の再圧室まで高濃度酸素マスクで酸素吸入(10～15L/分)しながら移動して産業医の指示により米海軍再圧治療表5もしくは6で再圧処置を行う。

《事例番号⑫》

潜水作業日： 2021/10/12-11/25

潜水作業場所：須田貝発電所 取水口(群馬県利根郡みなかみ町大字藤原)

潜水現場との通信手段：携帯電話

潜水作業内容：須田貝発電所 取水口スクリーン取替
潜水方式：送気式（デマンド式潜水呼吸器（KMB））
潜水呼吸ガス：空気、ナイトロックス(酸素 50%-窒素 50%)、酸素
酸素減圧：水中酸素減圧
潜水士との通信手段：音声通信装置
ダイバーカメラ：ビデオシステム
昇降装置：なし
水中減圧法：さがり綱
単独／バディ潜水：バディ、単独
スタンバイダイバー：台船上待機
緊急用ポンベ：緊急用ポンベ携行
潜水深度：～39m
滞底時間： 85 分(26.5m), 18 分(39m), 27 分(35m)
浮上時間： 31 分 (26.5m85 分)、23 分 (35m27 分)
減圧表： ZHL-16 を使用しての減圧管理 M 値について水面浮上時最小安全率
(100 ÷ %M-value) は、第 8 半飽和時間組織で 1.060
水温 7 °C、温水供給、標高 735m: 深度補正+6m
繰り返し潜水：なし
潜水士数： 9 名
潜水のべ回数／日： 1-6 回
潜水日数： 25 日 （109 回の潜水、うち総減圧時間が 20 分を越えるのは 50 回）
再圧室：再圧室（2 室構造 治療表 6 可）台船上に設置
救急病院：設定せず
救急病院までの搬送所要時間：－
再圧治療病院① 群馬大学医学部附属病院・第 2 種装置
移動時間・距離 71.3km・1 時間 23 分、ドクヘリ搬送
再圧治療病院②
移動時間・距離
再圧治療病院③
移動時間・距離
●安全・応急態勢
・産業医の携帯電話による遠隔医療支援【備考*13, *14】が得られている。

・救急受け入れ施設・再圧治療施設として群馬大学医学部附属病院の救急科治療担当科医師（高気圧酸素治療室長）に対して産業医から事前に受け入れ調整がされている。

【備考】

【*13】 産業医の携帯電話による遠隔医療支援

1 潜水作業計画の確認

（1）潜水実施要領：潜水作業深度、作業時間、減圧表、潜水装備、再圧室、要員配置（スタンバイダイバーなど）

（2）緊急時連絡態勢：再圧治療施設との事前調整

搬送時間、搬送方法、緊急時の連絡方法を確認

（3）緊急時の処置要領【*14】：医師への連絡がつくまでの処置要領の申し合わせ（緊急浮上時の再圧など）

2 潜水士の健康管理

（1）高気圧作業者健診・一般健康診断結果、既往歴、服薬歴の確認

（2）潜水1週間前から当日までの健康状態把握の助言

3 潜水作業管理

（1）潜水開始前（30分前）の連絡確認：潜水士健康状態チェック（血圧、体温、自覚症状）、気象の確認

（2）潜水終了報告を受け、潜水士の経過時間毎の行動範囲の助言

4 事故時の対応

（1）現場再圧治療の判断及び処置プロトコールの指示

（2）再圧治療施設への受け入れ調整

（3）救急隊への助言

【*14】 緊急時の処置要領

潜水会社と産業医との事前打ち合わせ

1 【潜水士の異状を覚知した場合】

まずは、潜水士に何か異状があった場合にはオンコールで待機の産業医まで電話連絡を行う。

事故発生時の産業医への電話連絡は安全衛生責任者

連絡を受けた産業医は救急再圧処置を現場の再圧室で行う必要かの判断をする。ただし、電話連絡で間に合わない以下の3つの事態の時は前もって下記の手

順をとることとする。

(1) 【水中でナイトロックスあるいは酸素呼吸中の酸素中毒発生時】

潜水士の異変を察知した場合は、直ちにナイトロックスあるいは酸素から空気にガス切替をする。意識が消失して呼吸が確認できない場合にはけいれんを起こしている可能性があるので、潜水士を直ぐには浮上させずに、呼吸再開を確認した後に引き揚げるようにする。作業台船収容後、介助者1人とともに潜水士を再圧室に収容し18mまで再圧して治療表5を開始する。産業医に連絡つきしだいその指示(助言)に従う。産業医に連絡がつかない場合は治療表5から治療表6に移行する。

(2) 【緊急浮上時再圧法】

症状がない場合は添付の緊急浮上時再圧マニュアル*に従う。症状がある場合は18mまで再圧して治療表5を開始する。産業医に連絡つきしだいその指示(助言)に従う。産業医に連絡がつかない場合は治療表5から治療表6に移行する。

(3) 【浮上後10分以内の発症】

浮上して10分以内に疼痛、しびれ、筋力低下等が出た場合には産業医に連絡を試みると同時に介助者1人とともに潜水士を再圧室に収容し18mまで再圧して治療表6を実施する。

上記3事態以外の場合、潜水後に何らかの症状が出た場合には産業医に連絡して処置に関する指示(助言)を得て再圧処置等を実施するのを原則とする。台船上で再圧処置後は救急疾患の診療のため群馬大学医学部附属病院へ搬送する。群馬大学医学部附属病院(高気圧酸素治療室長)医師には産業医から適宜連絡を行う。

救急搬送要請で救急隊が到着した時に産業医に架電して、産業医と救急隊とで搬送先として救急病院もしくは群馬大学医学部附属病院のどちらにするか、及びドクヘリ要請について意見交換をする。

★【潜水計画・応急態勢の評価】

- ・潜水計画自体は妥当。トラブル発生時の連絡法や、潜水作業中止の条件などについて事前に確認しておく。
- ・高所潜水、混合ガス潜水という潜水作業の特性から繰り返し潜水を避ける潜水計画が立案されている。
- ・長期間の潜水作業のため、潜水作業実施前後の潜水員の健康状態把握が必要

であり、その計画が正しく立案されている。

・須田貝ダムの潜水工事は標高 735m での高所潜水であり、総減圧時間が 20 分を超えるため、複室構造の再圧室を現場に設置して緊急再圧処置が実施できる態勢を構築する必要があった。そのため潜水工事現場から 71.3km、搬送に 1 時間 23 分を要する第 2 種装置を有する群馬大学医学部附属病院の支援を得て、オンコール待機の産業医による遠隔医療支援態勢が取られている。潜水現場は山間部であり 2 次救急対応の医療施設は 43km 離れているため、減圧障害の緊急対応の可能性を考慮し、3 次救急対応の群馬大学医学部附属病院への搬送を想定した調整がされている。

本潜水作業は、2021 年 10 月 12 日から 11 月 25 日までで全ての潜水作業が終了した。最大潜水深度 39m（標高補正深度 45m）の潜水を含む 109 回の潜水作業では、総減圧時間が 20 分を超える潜水が 18 日間（50 回の潜水）あったが、減圧症の発症はなかった。再圧治療施設から離れた場所におけるダム等の高所潜水で総減圧時間が 20 分を超える場合の救急治療態勢について確立したものは本邦にはこれまでなかった。今回構築されたオンコール待機の産業医による遠隔医療支援態勢は、モデルケースとして推奨できると思料する。

★【再圧治療環境と推奨されるマネージメント】

- ・減圧を省略した緊急浮上や減圧症が発生した場合には、2 室構造の再圧室を用いて治療表 5 もしくは 6 の再圧処置をオンコール待機の産業医が作業責任者兼健康管理に電話指示して行う。
- ・再圧室の操作方法について、再度確認しておく。再圧実施に当たっては、操作に慣れた者が行う。
- ・緊急再圧処置後は群馬大学医学部附属病院へ搬送して診察・追加治療を実施する。そのため潜水現場地域担当の消防署へ潜水情報提供を含めた事前調整が推奨される。

《事例番号 ⑯》

潜水作業日： 2021/10/19-22

潜水作業場所：福井港沖合

潜水現場との通信手段：携帯電話

潜水作業内容：海象観測装置定期点検・保守業務

潜水方式：送気式（デマンド式潜水呼吸器（KMB））／スクーバ
潜水呼吸ガス：空気
酸素減圧：なし
潜水士との通信手段：音声通信装置
ダイバーカメラ：ビデオシステム
昇降装置：なし
水中減圧法：さがり綱
単独／バディ潜水：バディ（スクーバ）、単独（送気式）
スタンバイダイバー：船上待機
緊急用ポンベ：なし
潜水深度：38m
滞底時間：10分（スクーバ）、20分（送気式）
浮上時間：6分（スクーバ）、19分（送気式）
減圧表：NSK N1-39（日本潜水協会 空気減圧表 39m）
減圧停止 3m2分（スクーバ）、6m5分・3m10分（送気式）
繰り返し潜水：10分〈スクーバ→送気式 修正11分〉
潜水士数：8名
潜水のべ回数／日：9-10回
潜水日数：2日
再圧室：再圧室（2室構造 治療表6可）福井港に設置
再圧室による緊急再圧に備えて、再圧室の主室側は12m深度に予め保圧して副室入室後に副室緊急再圧により12m深度で待ち受け均圧する。
救急病院：設定せず
救急病院までの搬送所要時間：—
再圧治療病院① 自衛隊舞鶴病院・第2種装置
移動時間・距離 165km・2時間32分
再圧治療病院② 京都大学医学部附属病院・第2種装置
移動時間・距離 180km・3時間1分
再圧治療病院③ 中村病院（越前市）・第1種装置
移動時間・距離 42km・1時間2分

●安全・応急態勢
・産業医の携帯電話による遠隔医療支援【備考*15, *16】が得られている。

- ・救急受け入れ施設・再圧治療施設として自衛隊舞鶴病院に対して産業医から事前に受け入れ調整がされている。
- ・再圧室の台船上設置を推奨したが台船手配ができず潜水現場から 20 分の福井港設置となった。

【備考】

【*15】 産業医の携帯電話による遠隔医療支援

1 潜水作業計画の確認

(1) 潜水実施要領：潜水作業深度、作業時間、減圧表、潜水装備、再圧室、要員配置（スタンバイダイバーなど）

(2) 緊急時連絡態勢：再圧治療施設との事前調整

搬送時間、搬送方法、緊急時の連絡方法を確認

(3) 緊急時の処置要領【*16】：医師への連絡がつくまでの処置要領の申し合わせ（緊急浮上時の再圧など）

2 潜水士の健康管理

(1) 高気圧作業者健診・一般健康診断結果、既往歴、服薬歴の確認

(2) 潜水 1 週間前から当日までの健康状態把握の助言

3 潜水作業管理

(1) 潜水開始前（30 分前）の連絡確認：潜水士健康状態チェック（血圧、体温、自覚症状）、海象・気象の確認

(2) 潜水終了報告を受け、潜水士の経過時間毎の行動範囲の助言

4 事故時の対応

(1) 現場再圧治療の判断及び処置プロトコールの指示

(2) 再圧治療施設への受け入れ調整

(3) 救急隊への助言

【*16】緊急時の処置要領

<潜水士の異常を覚知した場合>

まずは、潜水士に何か異常があった場合にはオンコールで産業医まで電話連絡する。

ただし、直ちに処置を行わなければ重篤な状態を引き起こす可能性が高い以下の 2 つの事態の際は下記の手順をとることとする。

① 緊急浮上時

症状がない場合は、再圧室がない場合の緊急浮上時再圧マニュアルに従う。症状がある場合は、福井港に設置されている再圧室での緊急再圧処置のため酸素を吸入させながら搬送し、介助者1人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が18mまで再圧して治療表6を実施する。産業医に連絡がつき次第、その後の指示（助言）に従う。

② 浮上後10分以内の発症

浮上して10分以内に疼痛、しびれ、筋力低下等が出た場合には産業医に連絡を取ると同時に福井港に設置されている再圧室での緊急再圧処置のため酸素を吸入させながら搬送し、介助者1人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が18mまで再圧して治療表6を実施する。

上記以外の場合、潜水後に何らかの症状が出た場合には、産業医に連絡して処置に関する指示（助言）を得て再圧処置等を実施することを原則とする。

保安庁、消防への救急要請は現場の判断を基本とする。福井港での再圧処置とするか救急対応病院へ搬送するかについては産業医の助言を受けて判断する。

★【潜水計画・応急態勢の評価】

- 潮流が強いなど作業強度が大きい場合は減圧停止を設ける繰り返し潜水は避けることが推奨される。
- 浮上時間が20分以内であることから、再圧治療施設まで2時間以内であれば、現場の再圧室設置は必須ではないが、福井港の場合、第2種装置までの距離が遠く2時間以上かかるため、現場の再圧室設置が必要と判断され設置されている。

★【再圧治療環境と推奨されるマネージメント】

- 緊急浮上など減圧無視があった場合には、直ちに水上減圧ができる再圧室は設置されていないため、無症候性の場合は、直ちにスタンバイダイバーの潜水士と共に減圧停止深度までもどり、1.5倍の時間で減圧する。あるいは漁港設置の再圧室まで高濃度酸素マスクで酸素吸入(10~15L/分)しながら移動して産業医の指示により米海軍再圧治療表5もしくは6で再圧処置を行う。また、緊急浮上後に症状が出た場合には、漁港設置の再圧室まで高濃度酸素マスクで酸素吸入(10~15L/分)しながら移動して産業医の指示により米海軍再圧治療表5もしくは6で再圧処置を行う。

《事例番号⑭》

潜水作業日： 2021/9/27-10/1

潜水作業場所：敦賀港沖合

潜水現場との通信手段：携帯電話

潜水作業内容：海象観測装置定期点検・保守業務

潜水方式：送気式（デマンド式潜水呼吸器（KMB））

潜水呼吸ガス：ヘリウム酸素、空気

酸素減圧：酸素減圧

潜水士との通信手段：音声通信装置

ダイバーカメラ：ビデオシステム

昇降装置：なし

水中減圧法：さがり綱・水中酸素減圧ステージ

単独／バディ潜水：単独

スタンバイダイバー： 9m で酸素減圧監視（監視潜水士呼吸ガス：空気）

緊急用ボンベ：緊急用ボンベ携行

潜水深度： 51m（ヘリウム酸素）、39-18m（空気）

滞底時間： 20 分

浮上時間： 53 分

減圧表：NSK H2-51(日本潜水協会 ヘリオックス潜水水中酸素減圧表 51m)、

NSK N1-39・18 (日本潜水協会 空気減圧表 39m・18m)

（減圧停止 21m1 分・18m2 分・15m4 分・12m4 分・9m 酸素 30 分エ
アブレイク 5 分）通常使用する減圧表は、水中酸素減圧表であるが、緊
急時の場合は、水上酸素減圧表を使用する。

繰り返し潜水：なし

潜水士数： 9 名

潜水のべ回数／日： 6 回

潜水日数： 3 日

再圧室：再圧室（2室構造 治療床 6 可）敦賀港に設置

再圧室による緊急再圧に備えて、再圧室の主室側は 12m 深度に予め保
圧して副室入室後に副室緊急再圧により 12m 深度で待ち受け均圧する。

救急病院：設定していない

救急病院までの搬送所要時間： -

再圧治療病院① 自衛隊舞鶴病院・第2種装置

移動時間・距離 79km・1時間14分

再圧治療病院② 京都大学医学部附属病院・第2種装置

移動時間・距離 98km・1時間51分

再圧治療病院③ 中村病院（越前市）・第1種装置

移動時間・距離 35km・43分

●安全・応急態勢

- ・産業医の携帯電話による遠隔医療支援【備考*17, *18】が得られている。
- ・救急受け入れ施設・再圧治療施設として自衛隊舞鶴病院に対して産業医から事前に受け入れ調整がされている。
- ・再圧室の台船上設置を推奨したが台船手配ができず潜水現場から20分の敦賀港設置となった。

【備考】

【*17】 産業医の携帯電話による遠隔医療支援

1 潜水作業計画の確認

- (1) 潜水実施要領：潜水作業深度、作業時間、減圧表、潜水装備、再圧室、要員配置（スタンバイダイバーなど）
- (2) 緊急時連絡態勢：再圧治療施設との事前調整
搬送時間、搬送方法、緊急時の連絡方法を確認

- (3) 緊急時の処置要領【*18】：医師への連絡がつくまでの処置要領の申し合わせ（緊急浮上時の再圧など）

2 潜水士の健康管理

- (1) 高気圧作業者健診・一般健康診断結果、既往歴、服薬歴の確認
- (2) 潜水1週間前から当日までの健康状態把握の助言

3 潜水作業管理

- (1) 潜水開始前（30分前）の連絡確認：潜水士健康状態チェック（血圧、体温、自覚症状）、海象・気象の確認
- (2) 潜水終了報告を受け、潜水士の経過時間毎の行動範囲の助言

4 事故時の対応

- (1) 現場再圧治療の判断及び処置プロトコールの指示
- (2) 再圧治療施設への受け入れ調整

(3) 救急隊への助言

【*18】緊急時の処置要領

<潜水士の異常を覚知した場合>

先ずは、潜水士に何か異常があった場合にはオンコールで産業医まで電話連絡する。

ただし、直ちに処置を行わなければ重篤な状態を引き起こす可能性が高い以下の3つの事態の際は下記の手順をとることとする。

①水中での深度9mでの酸素呼吸中の酸素中毒発生時

潜水士の異変を察知した場合は、直ちに酸素から空気にガス切替を行う。意識が消失して呼吸が確認できない場合には、けいれんを起こしている可能性があるので、潜水士を直ぐには浮上させずに、呼吸再開を確認した後に引き揚げる。産業医に連絡すると共に、敦賀港に設置されている再圧室での緊急再圧処置のため酸素を吸入させながら搬送する。介助者1人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が18mまで再圧して治療表6を実施する。産業医に連絡がつき次第、その後の指示（助言）に従う。

②緊急浮上時

症状がない場合は、再圧室がない場合の緊急浮上時再圧マニュアルに従う。症状がある場合は、敦賀港に設置されている再圧室での緊急再圧処置のため酸素を吸入させながら搬送し、介助者1人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が18mまで再圧して治療表6を実施する。産業医に連絡がつき次第、その後の指示（助言）に従う。

③浮上後10分以内の発症

浮上して10分以内に疼痛、しびれ、筋力低下等が出た場合には産業医に連絡を取ると同時に敦賀港に設置されている再圧室での緊急再圧処置のため酸素を吸入させながら搬送し、介助者1人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が18mまで再圧して治療表6を実施する。

上記以外の場合、潜水後に何らかの症状が出た場合には、産業医に連絡して処置に関する指示（助言）を得て再圧処置等を実施することを原則とする。

保安庁、消防への救急要請は現場の判断を基本とする。敦賀港での再圧処置とするか救急対応病院へ搬送するかについては産業医の助言を受けて判断する。

★【潜水計画・応急態勢の評価】

- ・第2種装置までの距離が2時間以内ではあるが、51mの深深度での潜水作業であり酸素も減圧時に使用されることから重症の減圧障害が発生することも考慮され、潜水現場での再圧治療が可能な態勢が取られている。しかしながら再圧室は敦賀港設置となっており、水中酸素減圧から水上酸素減圧への緊急対応ができない。
- ・緊急浮上などで減圧無視があった場合、無症候性の場合は緊急浮上時再圧マニュアルの潜水現場に再圧室がない場合の手順に従うことになるが、再潜水時はスタンバイダイバーと共にに行う配慮が必要である。減圧無視の程度が大きい場合は、再潜水しても減圧症が発症する可能性や緊急浮上による肺過膨張症候群が生起している可能性があり、リスクマネージメントは困難となる。

★【再圧治療環境と推奨されるマネージメント】

- ・深深度混合ガス潜水では酸素中毒や緊急浮上対応のため水上減圧に切り替える場合があり、台船上に再圧室設置が望ましい。
- ・緊急浮上など減圧無視があった場合には、直ちに水上減圧ができる再圧室は設置されていないため、無症候性の場合は、直ちにスタンバイダイバーの潜水士と共に減圧停止深度までもどり、1.5倍の時間で減圧する。水面到着後は敦賀港設置の再圧室まで高濃度酸素マスクで酸素吸入(10~15L/分)しながら移動して産業医の指示により米海軍再圧治療表5もしくは6で再圧処置を行う。潜水士の状況等により直ちに再潜水ができない場合あるいは緊急浮上後に症状が出た場合には、敦賀港設置の再圧室まで高濃度酸素マスクで酸素吸入(10~15L/分)しながら移動して産業医の指示により米海軍再圧治療表5もしくは6で再圧処置を行う。
- ・標準治療が実施できる施設が遠隔地となるため、基本的には敦賀港に設置の再圧装置で治療表6までの治療を実施する。
- ・減圧障害とその他の疾患の鑑別が困難な場合は救急病院に搬送して診察評価の後、減圧障害の治療が必要な場合は①再圧室②自衛隊舞鶴病院③京都大学医学部附属病院での再圧処置を検討する。

《事例番号⑯》

潜水作業日： 2021/10/4-9

潜水作業場所：伏木富山港沖合
潜水現場との通信手段：携帯電話
潜水作業内容：海象観測装置定期点検・保守業務
潜水方式：送気式（デマンド式潜水呼吸器（KMB））
潜水呼吸ガス：ヘリウム酸素
酸素減圧：酸素減圧
潜水士との通信手段：音声通信装置
ダイバーカメラ：ビデオシステム
昇降装置：なし
水中減圧法：さがり綱・水中酸素減圧ステージ
単独／バディ潜水：単独
スタンバイダイバー：9mで酸素減圧監視（監視潜水士呼吸ガス：空気）
緊急用ポンベ：緊急用ポンベ携行
潜水深度：46m（ヘリウム酸素：1日・2日目），36m（空気：3日目）
滞底時間：20分（ヘリウム酸素：1日・2日目），30分（空気：3日目）
浮上時間：50分（ヘリウム酸素：1日・2日目），28分（空気：3日目）
減圧表：NSK H2-48（日本潜水協会 ヘリオックス潜水水中酸素減圧表 48m）、
(減圧停止 18m2分・15m3分・12m4分・9m 酸素 30分エアブレイク 5分)
NSK N1-36（日本潜水協会 空気減圧表 36m）
繰り返し潜水：なし
潜水士数：8名
潜水のべ回数／日：6回（ヘリウム酸素：1日・2日目），8回（空気：3日目）
潜水日数：4日
再圧室：再圧室（2室構造 治療表6可）伏木富山港に設置
再圧室による緊急再圧に備えて、再圧室の主室側は12m深度に予め保
圧して副室入室後に副室緊急再圧により12m深度で待ち受け均圧する。
救急病院：富山大学附属病院
救急病院までの搬送所要時間：17分
再圧治療病院① 富山大学附属病院・第1種装置 治療表6可能
移動時間・距離 12km・17分（高速道経由）
再圧治療病院② 燕労災病院・第2種装置
移動時間・距離 214km・2時間48分

再圧治療病院③ 自衛隊舞鶴病院・第2種装置

移動時間・距離 275km・3時間40分

●安全・応急態勢

- ・産業医の携帯電話による遠隔医療支援【備考*19, *20】が得られている。
- ・救急受け入れ施設・再圧治療施設として第1種装置で治療表6での治療実績のある富山大学附属病院に対して産業医から事前に受け入れ調整がされている。
- ・再圧室の台船上設置を推奨したが定置網が設置されておりクレーン台船の繋留が不可能であるため潜水現場から20分の伏木富山港設置となった。

【備考】

【*19】 産業医の携帯電話による遠隔医療支援

1 潜水作業計画の確認

- (1) 潜水実施要領：潜水作業深度、作業時間、減圧表、潜水装備、再圧室、要員配置（スタンバイダイバーなど）

- (2) 緊急時連絡態勢：再圧治療施設との事前調整

搬送時間、搬送方法、緊急時の連絡方法を確認

- (3) 緊急時の処置要領【*20】：医師への連絡がつくまでの処置要領の申し合わせ（緊急浮上時の再圧など）

2 潜水士の健康管理

- (1) 高気圧作業者健診・一般健康診断結果、既往歴、服薬歴の確認

- (2) 潜水1週間前から当日までの健康状態把握の助言

3 潜水作業管理

- (1) 潜水開始前（30分前）の連絡確認：潜水士健康状態チェック（血圧、体温、自覚症状）、海象・気象の確認

- (2) 潜水終了報告を受け、潜水士の経過時間毎の行動範囲の助言

4 事故時の対応

- (1) 現場再圧治療の判断及び処置プロトコールの指示

- (2) 再圧治療施設への受け入れ調整

- (3) 救急隊への助言"

【*20】緊急時の処置要領

<潜水士の異常を覚知した場合>

先ずは、潜水士に何か異常があった場合にはオンコールで産業医まで電話連絡

する。

ただし、直ちに処置を行わなければ重篤な状態を引き起こす可能性が高い以下の3つの事態の際は下記の手順をとることとする。

①水中での深度9mでの酸素呼吸中の酸素中毒発生時

潜水士の異変を察知した場合は、直ちに酸素から空気にガス切替を行う。意識が消失して呼吸が確認できない場合には、けいれんを起こしている可能性があるので、潜水士を直ぐには浮上させずに、呼吸再開を確認した後に引き揚げる。産業医に連絡すると共に、伏木富山港に設置されている再圧室での緊急再圧処置のため酸素を吸入させながら搬送する。介助者1人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が18mまで再圧して治療表6を実施する。産業医に連絡がつき次第、その後の指示（助言）に従う。

②緊急浮上時

症状がない場合は、再圧室がない場合の緊急浮上時再圧マニュアルに従う。症状がある場合は、伏木富山港に設置されている再圧室での緊急再圧処置のため酸素を吸入させながら搬送し、介助者1人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が18mまで再圧して治療表6を実施する。産業医に連絡がつき次第、その後の指示（助言）に従う。

③浮上後10分以内の発症

浮上して10分以内に疼痛、しびれ、筋力低下等が出た場合には産業医に連絡を取ると同時に伏木富山港に設置されている再圧室での緊急再圧処置のため酸素を吸入させながら搬送し、介助者1人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が18mまで再圧して治療表6を実施する。

上記以外の場合、潜水後に何らかの症状が出た場合には、産業医に連絡して処置に関する指示（助言）を得て再圧処置等を実施することを原則とする。

保安庁、消防への救急要請は現場の判断を基本とする。伏木富山港での再圧処置とするか救急対応病院へ搬送するかについては産業医の助言を受けて判断する。

★【潜水計画・応急態勢の評価】

- ・第2種装置を有する医療機関は遠隔地にあり、医療機関での再圧治療は第1種装置を有する富山大学附属病院のみとなるため、潜水現場設置の2室構造の再圧室で標準治療を行う態勢が取られている。その際、産業医による遠隔医療支

援が得られ、富山大学附属病院との事前調整も行われて応急態勢としての医療連携も評価される。

★【再圧治療環境と推奨されるマネージメント】

- ・深深度混合ガス潜水では酸素中毒や緊急浮上対応のため水上減圧に切り替える場合があり、台船上に再圧室設置が望ましい。
- ・緊急浮上など減圧無視があった場合には、直ちに水上減圧ができる再圧室は設置されていないため、無症候性の場合は、直ちにスタンバイダイバーの潜水士と共に減圧停止深度までもどり、1.5倍の時間で減圧する。水面到着後は伏木富山港設置の再圧室まで高濃度酸素マスクで酸素吸入(10～15L/分)しながら移動して産業医の指示により米海軍再圧治療表5もしくは6で再圧処置を行う。潜水士の状況等により直ちに再潜水ができない場合あるいは緊急浮上後に症状が出た場合には、伏木富山港設置の再圧室まで高濃度酸素マスクで酸素吸入(10～15L/分)しながら移動して産業医の指示により米海軍再圧治療表5もしくは6で再圧処置を行う。
- ・富山大学附属病院は第1種装置で治療表6での治療実績を持つが、減圧を省略した緊急浮上や減圧症が発生した場合には、2室構造の再圧室を用いて治療表5もしくは6の再圧処置をオンコール待機の産業医が作業責任者兼健康管理責任者に電話指示して行う。
- ・緊急再圧処置後は富山大学附属病院へ搬送して診察・追加治療を実施する。

《事例番号⑯》

潜水作業日： 2021/12/15, 22

潜水作業場所：高知県室戸岬沖 16km

潜水現場との通信手段：携帯電話

潜水作業内容： GPS 波浪計撤去（カキ殻等除去清掃・引揚げ用ワイヤー設置、
チェーン・アンカー水中仮設）

潜水方式：送気式（全面マスク式潜水器（フーカー））

潜水呼吸ガス：空気

酸素減圧：なし

潜水士との通信手段：水中電話

ダイバーカメラ：なし

昇降装置：なし

水中減圧法：さがり綱

単独／バディ潜水：単独

スタンバイダイバー：船上待機

緊急用ボンベ：緊急用ボンベ携行

潜水深度：25m

滞底時間：20分

浮上時間：3分

減圧表：NSK N1-27（日本潜水協会 空気減圧表 27m）無減圧潜水

繰り返し潜水：11分

潜水士数：3名

潜水のべ回数／日：3回

潜水日数：1日

再圧室：一人用可搬式・空気・交話装置 台船上設置

救急病院：室戸中央病院

救急病院までの搬送所要時間：1時間

再圧治療病院① 香川労災病院・第2種装置

移動時間・距離 2時間57分・166km（救急病院から）

再圧治療病院② 高知赤十字病院 第1種装置

移動時間・距離 1時間49分・82km（救急病院から）

●安全・応急態勢

- ・波浪計撤去場所で減圧障害が発症した場合は、日本潜水協会のホームページに記載されている高気圧障害発生時のホットラインに連絡し、指示を仰ぐ。
- ・再圧治療が必要な場合は、起重機船に設置した一人用可搬式再圧装置を使用して、有資格者がホットライン医師の指示のもとで操作し、再圧治療する。

★【潜水計画・応急態勢の評価】

- ・空気加圧のみで再圧処置で酸素を使うことができないという再圧室の条件であれば、減圧障害が発症した場合の現場再圧処置はかなり限定される。（安易な空気加圧は減圧症の悪化を招きかねないため、再圧処置を考慮する際は、潜水医学専門医による指導を確実に受けてから行動することを勧める。）

・潜水現場で空気による再圧処置する場合としては、たとえば潜水器の不調で急浮上して意識がなくなる、あるいは手足の麻痺が出て立つことができない重症時に必須となりえる。その場合の空気再圧処置は6時間以上かかる（重症の場合は18時間以上）ものとなり、医師不在での実行は困難である。

・現場での再圧処置ができない場合には救急搬送病院である室戸中央病院まで搬送（可能であれば大気圧下での酸素投与15L/毎分を継続しながら）して、医学的評価を行い再圧治療が必要とされれば約3時間の陸上輸送で香川労災病院へ搬送して再圧治療を行うこととなる。その際、標高300mから400mの高所移動がある。

・室戸中央病院での医学的評価に際し再圧治療の要否について潜水医学専門医から助言を得ることが望ましい。

・地理的及ぶ医療資源的に患者搬送困難地域における潜水作業であることから、現地再圧室における対処が困難と判断される事象であれば、陸上搬送に加え、ドクターヘリによる搬送の選択肢を検討する必要がある。

★【再圧治療環境と推奨されるマネージメント】

・医療施設での再圧治療には遠距離搬送及び高所移動を伴うため、潜水現場に設置の再圧室で再圧治療が完結することを基本にすべきであり、そのため台船上に設置する再圧室は複室構造であること及びBIBS（殻外排気式呼吸装置）で酸素吸入できるタイプであることが望ましいが、一人用の再圧室を設置する場合はBIBSでの酸素吸入が可能であることが強く推奨される。その際の救急再圧員については酸素による再圧処置ができることが条件となる。

・緊急浮上後や減圧障害発症後に常圧下酸素吸入するための酸素ボンベ、調整器、高濃度酸素吸入用マスク（リザーバー付き）を用意する。

・電話通信によるホットラインを使用して医師の指示による現場再圧治療を行う可能性のある潜水作業については潜水計画（施工計画）の早い段階から下記の事前調整・確認を行うことが推奨される。

1. 再圧室でBIBS酸素呼吸が可能であること
2. 救急再圧員資格者は酸素を使用した再圧処置の知識・経験があること
3. 再圧処置後の医療施設搬送について
 - ① 潜水現場地域を所轄する消防署への事前調整
 - ② 救急受け入れ病院への事前調整
 - ③ 再圧治療受け入れ医療施設への事前調整

-
4. 作業を行う潜水士の既往歴及び通院治療（内服薬等）状況の確認
 5. 上記情報と潜水作業計画をもってホットライン医師への事前相談
-

《事例番号⑯》

潜水作業日： 2021/12/14, 15

潜水作業場所：沼津市原 前面海域

潜水現場との通信手段：携帯電話

潜水作業内容：河川国道水文観測所保守点検

潜水方式：送気式（デマンド式潜水呼吸器（KMB））

潜水呼吸ガス：ヘリウム酸素

酸素減圧：酸素減圧

潜水士との通信手段：音声通信装置

ダイバーカメラ：ビデオシステム

昇降装置：なし

水中減圧法：さがり綱・水中酸素減圧ステージ

単独／バディ潜水：単独

スタンバイダイバー：9mで酸素減圧監視（監視潜水士呼吸ガス：空気）

緊急用ポンベ：緊急用ポンベ携行

潜水深度：51m（ヘリウム酸素）

滞底時間：20分

浮上時間：53分

減圧表：NSK H2-51（日本潜水協会 ヘリオックス潜水水中酸素減圧表 51m）

（減圧停止 21m1分・18m2分・15m4分・12m4分・9m 酸素 30分エ
アブレイク 5分）

通常使用する減圧表は、水中酸素減圧表であるが、緊急時の場合は、水
上酸素減圧表を使用する。

繰り返し潜水：なし

潜水士数：10名

潜水のべ回数／日：6回

潜水日数：2日

再圧室：再圧室（2室構造 治療表6可）台船上に設置

台船上の再圧室による緊急再圧に備えて、再圧室の主室側は 12m 深度に予め保圧して副室入室後に副室緊急再圧により 12m 深度で待ち受け均圧する。

救急病院：設定せず

救急病院までの搬送所要時間：－

再圧治療病院① 静岡済生会総合病院・第 2 種装置（使用不可：点検整備中）

移動時間・距離 64.4km・58 分

再圧治療病院② 東海大学医学部付属病院・第 2 種装置

移動時間・距離 83.4km・1 時間 18 分

●安全・応急態勢

- ・産業医の携帯電話による遠隔医療支援【備考*21, *22】が得られている。
- ・救急受け入れ施設・再圧治療施設として静岡済生会総合病院及び東海大学医学部付属病院に対して産業医から事前に受け入れ調整がされている。

【備考】

【*21】 産業医の携帯電話による遠隔医療支援

1 潜水作業計画の確認

- (1) 潜水実施要領：潜水作業深度、作業時間、減圧表、潜水装備、再圧室、要員配置（スタンバイダイバーなど）

(2) 緊急時連絡態勢：再圧治療施設との事前調整

搬送時間、搬送方法、緊急時の連絡方法を確認

- (3) 緊急時の処置要領【*22】：医師への連絡がつくまでの処置要領の申し合わせ（緊急浮上時の再圧など）

2 潜水士の健康管理

- (1) 高気圧作業者健診・一般健康診断結果、既往歴、服薬歴の確認

- (2) 潜水 1 週間まえから当日までの健康状態把握の助言

3 潜水作業管理

- (1) 潜水開始前（30 分前）の連絡確認：潜水士健康状態チェック（血圧、体温、自覚症状）、海象・気象の確認

- (2) 潜水終了報告を受け、潜水士の経過時間毎の行動範囲の助言

4 事故時の対応

- (1) 現場再圧治療の判断及び処置プロトコールの指示

(2) 再圧治療施設への受け入れ調整

(3) 救急隊への助言

【*22】緊急時の処置要領

<潜水士の異常を覚知した場合>

先ずは、潜水士に何か異常があった場合にはオンコールで産業医まで電話連絡する。

ただし、直ちに処置を行わなければ重篤な状態を引き起こす可能性が高い以下の3つの事態の際は下記の手順をとることとする。

①水中での深度9mでの酸素呼吸中の酸素中毒発生時

潜水士の異変を察知した場合は、直ちに酸素から空気にガス切替を行う。意識が消失して呼吸が確認できない場合には、けいれんを起こしている可能性があるので、潜水士を直ぐには浮上させずに、呼吸再開を確認した後に引き揚げる。作業台船上に浮上後、介助者1人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が18mまで再圧して治療表6を実施する。産業医に連絡がつき次第、その後の指示（助言）に従うこと。

②緊急浮上時

症状がない場合は、緊急浮上時再圧マニュアルに従う。症状がある場合は、治療表5もしくは、治療表6を使用する。産業医に連絡がつき次第、その後の指示（助言）に従う。

③浮上後10分以内の発症

浮上して10分以内に疼痛、しびれ、筋力低下等が出た場合には産業医に連絡を取ると同時に介助者1人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が18mまで再圧して治療表6を実施する。

上記以外の場合、潜水後に何らかの症状が出た場合には、産業医に連絡して処置に関する指示（助言）を得て再圧処置等を実施することを原則とする。

保安庁、消防への救急要請は現場の判断を基本とする。台船上で再圧処置とするか東海大学医学部付属病院へ搬送するかについては産業医の助言を受けて判断する。

★【潜水計画・応急態勢の評価】

・第2種装置の医療施設までの距離が2時間以内ではあるが、51mの深深度で

の潜水作業であり酸素も減圧時に使用されることから重症の減圧障害が発生することも考慮され、潜水現場での再圧治療が可能な態勢が取られている。更に再圧室は台船上に設置されており、水中酸素減圧から水上酸素減圧への緊急対応が可能となっている。産業医により緊急時の事前打ち合わせが行われていて、電話連絡による指示を待つことなしに緊急時直ちに処置ができる態勢が取られている。

★【再圧治療環境と推奨されるマネージメント】

- ・減圧を省略した緊急浮上や減圧症が発生した場合には、2室構造の再圧室を用いて治療表5もしくは6の再圧処置をオンコール待機の産業医が電話指示して行う。
 - ・緊急再圧処置後は東海大学医学部付属病院へ搬送して診察・追加治療を実施する。
-

《事例番号⑯》

潜水作業日： 2022/1/12, 13

潜水作業場所：中城湾津堅島沖合

潜水現場との通信手段：携帯電話

潜水作業内容：海象観測装置定期点検・保守業務

潜水方式：送気式（デマンド式潜水呼吸器（KMB））

潜水呼吸ガス：ヘリウム酸素

酸素減圧：酸素減圧

潜水士との通信手段：音声通信装置

ダイバーカメラ：ビデオシステム

昇降装置：なし

水中減圧法：さがり綱・水中酸素減圧ステージ

単独／バディ潜水：単独

スタンバイダイバー：9mで酸素減圧監視（監視潜水士呼吸ガス：空気）

緊急用ポンベ：緊急用ポンベ携行

潜水深度：49m（ヘリウム酸素）

滞底時間：20分

浮上時間：53分

減圧表： NSK H2-51 (日本潜水協会 ヘリオックス潜水水中酸素減圧表 51m)
(減圧停止 21m1 分・18m2 分・15m4 分・12m4 分・9m 酸素 30 分エア
ブレイク 5 分)通常使用する減圧表は、水中酸素減圧表であるが、緊急
時の場合は、水上酸素減圧表を使用する。

繰り返し潜水：なし

潜水士数： 8 名

潜水のペ回数／日： 6 回

潜水日数： 3 日

再圧室：再圧室（2 室構造 治療表 6 可）台船上に設置

台船上の再圧室による緊急再圧に備えて、再圧室の主室側は 12m 深度
に予め保圧して副室入室後に副室緊急再圧により 12m 深度で待ち受け均
圧とする。

救急病院：那覇市立病院

救急病院までの搬送所要時間：25.5km・27 分（中城港から）

再圧治療病院① 南部徳洲会病院・第 2 種装置

移動時間・距離 26.7km・35 分（中城港から）

再圧治療病院② 琉球大学病院・第 2 種装置

移動時間・距離 17.3km・32 分（中城港から）

●安全・応急態勢

- ・産業医の携帯電話による遠隔医療支援【備考*23, *24】が得られている。

【備考】

【*23】 産業医の携帯電話による遠隔医療支援

1 潜水作業計画の確認

（1）潜水実施要領：潜水作業深度、作業時間、減圧表、潜水装備、再圧室、要員配置（スタンバイダイバーなど）

（2）緊急時連絡態勢：再圧治療施設との事前調整

搬送時間、搬送方法、緊急時の連絡方法を確認

（3）緊急時の処置要領【*24】：医師への連絡がつくまでの処置要領の申し合わせ（緊急浮上時の再圧など）

2 潜水士の健康管理

（1）高気圧作業者健診・一般健康診断結果、既往歴、服薬歴の確認

(2) 潜水 1 週間前から当日までの健康状態把握の助言

3 潜水作業管理

(1) 潜水開始前(30 分前)の連絡確認：潜水士健康状態チェック(血圧、体温、自覚症状)、海象・気象の確認

(2) 潜水終了報告を受け、潜水士の経過時間毎の行動範囲の助言

4 事故時の対応

(1) 現場再圧治療の判断及び処置プロトコールの指示

(2) 再圧治療施設への受け入れ調整

(3) 救急隊への助言

【*24】緊急時の処置要領

<潜水士の異常を覚知した場合>

先ずは、潜水士に何か異常 があった場合にはオンコールで 産業医まで電話連絡する。

ただし、直ちに処置を行わなければ重篤な状態を引き起こす可能性が高い以下の 3 つの事態の際は下記の手順をとることとする。

①水中での深度 9 m での酸素呼吸中の酸素中毒発生時

潜水士の異変を察知した場合は、直ちに酸素から空気にガス切替を行う。意識が消失して呼吸が確認できない場合には、けいれんを起こしている可能性があるので、潜水士を直ぐには浮上させずに、呼吸再開を確認した後に引き揚げる。作業台船上に浮上後、介助者 1 人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が 18 m まで再圧して治療表 6 を実施する。産業医に連絡がつき次第、その後の指示(助言)に従うこと。

②緊急浮上時

症状がない場合は、緊急浮上時再圧マニュアルに従う。症状がある場合は、治療表 5 もしくは、治療表 6 を使用する。産業医に連絡がつき次第、その後の指示(助言)に従うこと。

③浮上後 10 分以内の発症

浮上して 10 分以内に疼痛、しびれ、筋力低下等が出た場合には産業医に連絡を取ると同時に介助者 1 人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が 18 m まで再圧して治療表 6 を実施する。

上記以外の場合、潜水後に何らかの症状が出た場合には、産業医に連絡して処置

に関する指示（助言）を得て再圧処置等を実施することを原則とする。

保安庁、消防への救急要請は現場の判断を基本とする。台船上で再圧処置とするか南部徳洲会病院もしくは琉球大学病院へ搬送するかについては産業医の助言を受けて判断する。

★【潜水計画・応急態勢の評価】

・第2種装置を有する医療施設が近傍にあり、再圧治療環境は整っている地域であるが、49mの深深度潜水であり減圧に酸素を使用する混合ガス潜水であるため、水中での酸素中毒発症リスクがある。そのため水中酸素減圧を中止して水上減圧に切り替える態勢が必要であり、台船上に2室構造の再圧室が設置され、産業医による事前打ち合わせにより、緊急時直ちに対応ができるようになっている。

★【再圧治療環境と推奨されるマネージメント】

・減圧を省略した緊急浮上や減圧症が発生した場合には、2室構造の再圧室を用いて治療表5もしくは6の再圧処置をオンコール待機の産業医が電話指示して行う。緊急再圧処置後は南部徳洲会病院もしくは琉球大学病院へ搬送して診察・追加治療を実施する。

《事例番号⑯》

潜水作業日：2022/1/15

潜水作業場所：沖縄港沖合

潜水現場との通信手段：携帯電話

潜水作業内容：海象観測装置定期点検・保守業務

潜水方式：送気式（デマンド式潜水呼吸器（KMB））

潜水呼吸ガス：ヘリウム酸素

酸素減圧：酸素減圧

潜水士との通信手段：音声通信装置

ダイバーカメラ：ビデオシステム

昇降装置：なし

水中減圧法：さがり綱・水中酸素減圧ステージ

単独／バディ潜水：単独

スタンバイダイバー： 9m で酸素減圧監視（監視潜水士呼吸ガス：空気）
緊急用ポンベ：緊急用ポンベ携行
潜水深度： 54m（ヘリウム酸素）
滞底時間： 20 分
浮上時間： 54 分
減圧表： NSK H2-54（日本潜水協会 ヘリオックス潜水水中酸素減圧表 54m）
(減圧停止 21m2 分・18m3 分・15m3 分・12m4 分・9m 酸素 30 分エア
ブレイク 5 分) 通常使用する減圧表は、水中酸素減圧表であるが、緊急
時の場合は、水上酸素減圧表を使用する。

繰り返し潜水：なし

潜水士数：8 名

潜水のべ回数／日：6 回

潜水日数：3 日

再圧室：再圧室（2 室構造 治療表 6 可）台船上に設置

台船上の再圧室による緊急再圧に備えて、再圧室の主室側は 12m 深度
に予め保圧して副室入室後に副室緊急再圧により 12m 深度で待ち受け
均圧とする。

救急病院：那覇市立病院

救急病院までの搬送所要時間：4km・10 分（那覇港から）

再圧治療病院① 南部徳洲会病院・第 2 種装置

移動時間・距離 13km・29 分（那覇港から）

再圧治療病院② 琉球大学病院・第 2 種装置

移動時間・距離 13km・27 分（那覇港から）

●安全・応急態勢

・産業医の携帯電話による遠隔医療支援【備考*23, *24】が得られている。

【備考】

【*23】 産業医の携帯電話による遠隔医療支援

1 潜水作業計画の確認

（1）潜水実施要領：潜水作業深度、作業時間、減圧表、潜水装備、再圧室、要員配置（スタンバイダイバーなど）

（2）緊急時連絡態勢：再圧治療施設との事前調整

搬送時間、搬送方法、緊急時の連絡方法を確認

(3) 緊急時の処置要領【*24】: 医師への連絡がつくまでの処置要領の申し合わせ (緊急浮上時の再圧など)

2 潜水士の健康管理

(1) 高気圧作業者健診・一般健康診断結果、既往歴、服薬歴の確認

(2) 潜水 1 週間前から当日までの健康状態把握の助言

3 潜水作業管理

(1) 潜水開始前 (30 分前) の連絡確認: 潜水士健康状態チェック (血圧、体温、自覚症状)、海象・気象の確認

(2) 潜水終了報告を受け、潜水士の経過時間毎の行動範囲の助言

4 事故時の対応

(1) 現場再圧治療の判断及び処置プロトコールの指示

(2) 再圧治療施設への受け入れ調整

(3) 救急隊への助言"

【*24】緊急時の処置要領

<潜水士の異常を覚知した場合>

先ずは、潜水士に何か異常 があった場合にはオンコールで 産業医まで電話連絡する。

ただし、直ちに処置を行わなければ重篤な状態を引き起こす可能性が高い以下の 3 つの事態の際は下記の手順をとることとする。

①水中での深度 9 m での酸素呼吸中の酸素中毒発生時

潜水士の異変を察知した場合は、直ちに酸素から空気にガス切替を行う。意識が消失して呼吸が確認できない場合には、けいれんを起こしている可能性があるので、潜水士を直ぐには浮上させずに、呼吸再開を確認した後に引き揚げる。作業台船上に浮上後、介助者 1 人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が 18 m まで再圧して治療表 6 を実施する。産業医に連絡がつき次第、その後の指示 (助言) に従うこと。

②緊急浮上時

症状がない場合は、緊急浮上時再圧マニュアルに従う。症状がある場合は、治療表 5 もしくは、治療表 6 を使用する。産業医に連絡がつき次第、その後の指示 (助言) に従う。

③浮上後10分以内の発症

浮上して10分以内に疼痛、しびれ、筋力低下等が出た場合には産業医に連絡を取ると同時に介助者1人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が18mまで再圧して治療表6を実施する。

上記以外の場合、潜水後に何らかの症状が出た場合には、産業医に連絡して処置に関する指示（助言）を得て再圧処置等を実施することを原則とする。

保安庁、消防への救急要請は現場の判断を基本とする。台船上で再圧処置とするか南部徳洲会病院もしくは琉球大学病院へ搬送するかについては産業医の助言を受けて判断する。

★【潜水計画・応急態勢の評価】

・第2種装置を有する医療施設が近傍にあり、再圧治療環境は整っている地域であるが、49mの深深度潜水であり減圧に酸素を使用する混合ガス潜水であるため、水中での酸素中毒発症リスクがある。そのため水中酸素減圧を中止して水上減圧に切り替える態勢が必要であり、台船上に2室構造の再圧室が設置され、産業医による事前打ち合わせにより、緊急時直ちに対応ができるようになっている。

★【再圧治療環境と推奨されるマネージメント】

- ・減圧を省略した緊急浮上や減圧症が発生した場合には、2室構造の再圧室を用いて治療表5もしくは6の再圧処置をオンコール待機の産業医が電話指示して行う。
- ・緊急再圧処置後は南部徳洲会病院もしくは琉球大学病院へ搬送して診察・追加治療を実施する。

《事例番号②〇》

潜水作業日： 2022/3/16

潜水作業場所：宮古島市平良港沖合

潜水現場との通信手段：携帯電話

潜水作業内容：海象観測装置定期点検・保守業務

潜水方式：送気式（デマンド式潜水呼吸器（KMB））

潜水呼吸ガス：ヘリウム酸素

酸素減圧：酸素減圧

潜水士との通信手段：音声通信装置

ダイバーカメラ：ビデオシステム

昇降装置：なし

水中減圧法：さがり綱・水中酸素減圧ステージ

単独／バディ潜水：単独

スタンバイダイバー：9mで酸素減圧監視（監視潜水士呼吸ガス：空気）

緊急用ポンベ：緊急用ポンベ携行

潜水深度：46m（ヘリウム酸素）

滞底時間：20分

浮上時間：50分

減圧表：NSK H2-48（日本潜水協会 ヘリオックス潜水水中酸素減圧表 48m）

（減圧停止 18m2分・15m3分・12m4分・9m 酸素 30分エアブレイク
5分）通常使用する減圧表は、水中酸素減圧表であるが、緊急時の場合
は、水上酸素減圧表を使用する。

繰り返し潜水：なし

潜水士数：8名

潜水のべ回数／日：6回

潜水日数：3日

再圧室：再圧室（2室構造 治療表6可）台船上に設置

台船上の再圧室による緊急再圧に備えて、再圧室の主室側は12m深度
に予め保圧して副室入室後に副室緊急再圧により12m深度で待ち受け
均圧する。

救急病院：宮古島徳洲会病院

救急病院までの搬送所要時間：2.8km・6分（平良港から）

再圧治療病院① 宮古島徳洲会病院・第1種装置

移動時間・距離 2.8km・6分（平良港から）

再圧治療病院② 南部徳洲会病院・第2種装置

移動時間・距離 <航空搬送>

再圧治療病院③ 琉球大学病院・第2種装置

移動時間・距離 <航空搬送>

●安全・応急態勢

- ・産業医の携帯電話による遠隔医療支援【備考*25, *26】が得られている。

【備考】

【*25】 産業医の携帯電話による遠隔医療支援

1 潜水作業計画の確認

- (1) 潜水実施要領：潜水作業深度、作業時間、減圧表、潜水装備、再圧室、要員配置（スタンバイダイバーなど）

- (2) 緊急時連絡態勢：再圧治療施設との事前調整

搬送時間、搬送方法、緊急時の連絡方法を確認

- (3) 緊急時の処置要領【*26】：医師への連絡がつくまでの処置要領の申し合わせ（緊急浮上時の再圧など）

2 潜水士の健康管理

- (1) 高気圧作業者健診・一般健康診断結果、既往歴、服薬歴の確認

- (2) 潜水1週間前から当日までの健康状態把握の助言

3 潜水作業管理

- (1) 潜水開始前（30分前）の連絡確認：潜水士健康状態チェック（血圧、体温、自覚症状）、海象・気象の確認

- (2) 潜水終了報告を受け、潜水士の経過時間毎の行動範囲の助言

4 事故時の対応

- (1) 現場再圧治療の判断及び処置プロトコールの指示

- (2) 再圧治療施設への受け入れ調整

- (3) 救急隊への助言

【*26】緊急時の処置要領

＜潜水士の異常を覚知した場合＞

先ずは、潜水士に何か異常があった場合にはオンコールで産業医まで電話連絡する。

ただし、直ちに処置を行わなければ重篤な状態を引き起こす可能性が高い以下の3つの事態の際は下記の手順をとることとする。

①水中での深度9mでの酸素呼吸中の酸素中毒発生時

潜水士の異変を察知した場合は、直ちに酸素から空気にガス切替を行う。意識が消失して呼吸が確認できない場合には、けいれんを起こしている可能性がある

ので、潜水士を直ぐには浮上させずに、呼吸再開を確認した後に引き揚げる。作業台船上に浮上後、介助者1人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が18mまで再圧して治療表6を実施する。産業医に連絡がつき次第、その後の指示（助言）に従うこと。

②緊急浮上時

症状がない場合は、緊急浮上時再圧マニュアルに従う。症状がある場合は、治療表5もしくは、治療表6を使用する。産業医に連絡がつき次第、その後の指示（助言）に従う。

③浮上後10分以内の発症

浮上して10分以内に疼痛、しびれ、筋力低下等が出た場合には産業医に連絡を取ると同時に介助者1人とともに潜水士を再圧室に収容し、再圧室操作員が18mまで再圧して治療表6を実施する。

上記以外の場合、潜水後に何らかの症状が出た場合には、産業医に連絡して処置に関する指示（助言）を得て再圧処置等を実施することを原則とする。

保安庁、消防への救急要請は現場の判断を基本とする。台船上で再圧処置とするか宮古島徳洲会病院へ搬送するかについては産業医の助言を受けて判断する。

★【潜水計画・応急態勢の評価】

・減圧に酸素を使用する深深度混合ガス潜水であるため、水中で酸素中毒が発生した場合に対応できる態勢が求められるが、台船上に2室構造の再圧室を設置して、水上減圧に切り替えることが可能となっている。また、減圧障害が発症した場合には、重症の神経症状を呈するリスクのある潜水であるが、直ちにオンラインコールの産業医による遠隔医療支援を受けられる態勢を取っている。

★【再圧治療環境と推奨されるマネージメント】

・宮古島市平良港沖合の場合は、再圧治療施設は宮古島徳洲会病院のみで一人用の治療装置であるため、基本的には台船上で再圧治療を完結できるように治療することが推奨される。

・宮古島徳洲会病院には、台船上での再圧治療終了後の医学的評価と追加の補助的な再圧治療をすることとなる。

《事例番号②1》

潜水作業場所：香川県本島
潜水現場との通信手段：携帯電話
潜水作業内容：タイラギ漁
潜水方式：ヘルメット潜水（軟式潜水）
潜水呼吸ガス：空気
潜水士との通信手段：水中電話
ダイバーカメラ：なし
昇降装置：なし
単独／バディ潜水：単独
スタンバイダイバー：なし
緊急用ポンベ：なし
潜水深度：10-30m
滞底時間：2時間（30mの場合）
潜水士数：1名
潜水のペ回数／日：
潜水日数：9日間潜水－6日間休のサイクル
再圧室：一人用再圧室を船上に設置 酸素呼吸可
再圧治療病院① 香川労災病院
移動時間・距離 本島から船利用1時間弱

●安全・応急態勢

- ・潜水後はルーチンで再圧室入室
- ・再圧室は内部操作で加減圧操作、殻外排気式酸素マスク使用し8mと10mで1時間ずつ酸素吸入後、空気3時間呼吸
- ・前日の症状がよくならないときに労災病院で再圧治療
- ・本島では他に2名の潜水漁師がいるがいずれも空気で再圧室に5時間入室

★【潜水計画・応急態勢の評価】

- ・潜水計画の細部が不明で、ルーチンで行っているとされる再圧室入室（酸素呼吸）の効果が検証できない。
- ・潜水の安全管理が潜水士一名にゆだねられており、潜水病を含む有害事象発生の際の医療対処に不安が残る。

- ・過大な窒素ガスが体内に蓄積する潜水であるため、減圧手順について更に詳細な調査が必要である。

★【再圧治療環境と推奨されるマネージメント】

- ・潜水病発生の際には、搬送(移動)可能状態であれば、一人用再圧タンクより、労災病院でも再圧治療が望まれる。
 - ・再圧室を利用するときには、必ず要領を守り、症状があるからと言って加圧深度を深くすることがないよう留意。減圧症が疑われる際には、基本的に香川労災病院を受診することとする。
-

《事例番号②》

潜水作業日： 2021/3/18～2021/12/7

潜水作業場所：佐渡島

潜水現場との通信手段：携帯電話

潜水作業内容：定置網メンテナンス

潜水方式：スクーバ

潜水呼吸ガス：空気

酸素減圧：なし

潜水士との通信手段：なし

ダイバーカメラ：なし

昇降装置：なし

単独／バディ潜水：単独

スタンバイダイバー：なし

潜水深度： 63mまで 年間の潜水内容は【備考*25】を参照

減圧表：減圧コンピュータ

3段階の減圧停止を行う潜水もしくは浮上時間が 20 分を越える潜水が
年に数回ある。

潜水士数：1名

潜水回数／日：1～6回

潜水日数：週2日程度

再圧室：一人用再圧室 空気のみ使用

佐渡水産会館（佐渡市両津夷）に設置：使用せず

救急病院：佐渡総合病院

救急病院までの搬送所要時間：15～60 分

再圧治療病院① 燕労災病院・第2種装置

移動時間・距離 140km<海上輸送> - 37.5km・45分（車）

再圧治療病院② 新潟大学医歯学総合病院・第1種装置

移動時間・距離 ドクヘリ搬送、140km<海上輸送> - 4.9km・14分（車）

再圧治療病院③ 新潟市民病院・第1種装置

移動時間・距離 140km<海上輸送> - 9.6km・13分（車）

●安全・応急態勢

- ・水中スクーター、10Lダブルボンベ使用
- ・減圧停止深度に補助ボンベ用意
- ・常圧下酸素吸入（リザーバー付きマスク 15L/分）を適宜実施

酸素吸入は潜水終了し帰宅後

★【潜水計画・応急態勢の評価】

- ・空気、スクーバ潜水で行う潜水作業としてはほぼ限界に近い潜水深度であり、減圧障害の発生は高い可能性があることを認識する必要がある。
- ・海象の影響を受けやすい状態であり、減圧無視が生じた場合の対策についても検討が望まれる。
- ・空気加圧のみで酸素吸入ができない一人用の再圧室であるため、減圧障害に対する空気再圧処置は6時間以上かかり（重症の場合は18時間以上）、有効な治療が困難である。
- ・3段階の減圧停止を行う潜水もしくは浮上時間が20分を越える潜水が年に数回あることから、潜水現場にBIBS（殻外排気式呼吸装置）で酸素吸入できるタイプの再圧室を設置することが望ましい。
- ・佐渡島の医療施設に高気圧酸素治療装置がないため、緊急の再圧治療にはドクターへリ搬送となるが、夜間・悪天候での運用ができない。
- ・非常にリスクが高い潜水法であるため、基本的に空気スクーバ潜水の在り方を見直す必要がある。コストや機器整備などの問題もあるので、ヘリオックス導入が困難な場合には、当日の海象には特に注意を払い、潜水中止の厳格な判断基準が求められる。

★【再圧治療環境と推奨されるマネージメント】

- ・佐渡島の医療施設に高気圧酸素治療装置が強く望まれる。
- ・夜間ヘリ搬送のため保安庁もしくは自衛隊ヘリ利用の検討が必要である。
- ・減圧障害の標準治療は燕労災病院の第2種装置となるが、同装置は2023年度に「県央基幹病院」として統合再編成に伴い廃止となる予定であり、新潟県は一人用の装置（第1種装置）のみの対応となり、第1種装置をもつ新潟大学医歯学総合病院、新潟市民病院、長岡赤十字病院の3つの施設で対応せざるを得ない状況となる。減圧障害の標準治療を行うためには群馬大学医学部附属病院への搬送が必要になる。その場合、 $216\text{km}/2\text{ 時間 } 54\text{ 分}$ の遠距離搬送となり、途中64kmは標高300m以上の高所移動となるため、搬送前に第1種装置をもつ新潟大学医歯学総合病院、新潟市民病院、長岡赤十字病院にて応急再圧治療を行い安定化させるという選択肢がある。しかしながら、気胸合併の減圧障害、循環・呼吸が不安定な重症例には第1種装置での対応は困難になることから、新潟を中心とした北陸地区に第2種装置を整備維持することは喫緊の課題である。

備考 【*25】

定置網メンテナンス

2021.1~2021.12 60歳代男性 潜水経験本数：11,563本（R3.11末現在） 潜水年数：39年

月日	時間	総潜水 時間	ガスの 種類	水深 (m)		作業内容	酸素の使用
				平均	最大		
3.8	8:18~9:21	63	空気	12.3	32.8	角斗～磯垣網調査	なし
3.1	8:11~9:21	70	空気	8.6	40.6	磯垣網修理	なし
4.15	10:22~10:45	23	空気	24	64.0	角斗ずりロープ取付	なし
5.18	10:03~11:11	68	空気	13.9	36.6	運動場・袋調査	なし
8.5	14:11~15:19	68	空気	12.7	37.0	運動場・袋調査	なし
〃	15:34~15:49	15	空気	9.3	18.7	磯網調査	なし
8.24	8:31~8:39	8	空気	18.5	54.8	沖垣網切り上げ	なし
〃	10:16~10:39	23	空気	16.4	44.3	沖垣網切り上げ	なし
〃	11:34~11:37	3	空気	4.5	6.0	沖垣網切り上げ	なし
〃	13:51~14:23	32	空気	2.7	4.9	陽極調査	なし
8.30	9:57~10:17	20	空気	23.3	52.4	運動場・袋調査	なし
〃	10:43~11:04	21	空気	12.3	26.5	磯網調査	なし
9:15	7:09~8:01	52	空気	19.1	54.8	胴掛けロープ取付	なし
10.4	7:25~8:19	54	空気		57.7	角斗調査	
〃	8:47~9:01	14	空気		3.2	沖垣網調査	自宅で30分酸素吸入
〃	9:30~10:08	38	空気		23.1	沖垣網調査	
〃	13:13~13:32	19	空気		2.8	写真撮影	なし
10.5	7:05~8:09	64	空気	17.4	41.0	沖垣網調査	なし
〃	11:58~12:36	38	空気	6.6	8.8	魚礁設置	なし
10:30	11:30~12:01	31	空気	20.4	44.3	角斗調査	なし
〃	12:26~12:44	18	空気	9.7	24.9	角斗調査	なし
10.19	7:57~8:13	16	空気	20.8	32.4	垣網点検	なし
〃	8:30~8:45	15	空気	14.1	29.4	垣網点検	なし
〃	9:07~9:25	18	空気	5.5	11.5	垣網点検	なし
〃	12:16~12:42	26	空気	20.4	33.9	角斗修理*	潜水終了1時間後
〃	13:00~14:10	70	空気	5.4	22.7	角斗修理*	自宅で60分酸素吸入
〃	14:24~14:42	18	空気	12.1	21.0	角斗修理*	リザーバー付き15L
10.27	10:07~10:07	7	空気	8.2	11.6	ワイヤー調査	なし
〃	11:48~12:44	56	空気	10.3	47.2	角斗調査	自宅で30分酸素吸入
11.2	9:16~9:59	43	空気	19.6	48.6	角斗調査	なし
11.4	8:15~9:13	58	空気		22.0	角斗調査	なし
〃	10:00~10:14	14	空気		42.0	生簀網調査	なし
〃	10:28~10:39	11	空気		7.0	生簀網調査	なし
11.5	9:21~11:25	124	空気	11.9	43.9	角斗修理	なし
11.19	11:07~11:55	48	空気	11.9	37.1	角斗調査	なし
11.30	9:07~10:05	58	空気	16.8	53.5	角斗磯垣網調査	なし
12.4	14:15~15:16	61	空気	21.3	62.8	ロープ引き上げ**	19時から自宅で60分酸素吸入
12.6	10:50~11:07	17	空気	30.0	61.9	ロープ引き上げ	なし
12.7	9:30 1~10:09	39	空気	21.8	50.6	角斗調査	なし
〃	10:31~10:45	14	空気	21.7	50.0	角斗調査	なし

*急遽潜水作業に入る

**海底近くでロープ足りず一旦浮上後に潜水作業

《事例番号②③》

潜水作業日： 2021/9/12, 12/19

潜水作業場所：神奈川江ノ島沖

潜水現場との通信手段：携帯電話

潜水作業内容：捜索訓練

潜水方式：スクーバ

潜水呼吸ガス： 3種（ヘリウム窒素酸素）混合ガス

酸素減圧： Nx53

潜水士との通信手段：なし

ダイバーカメラ：なし

昇降装置：なし

水中減圧法：さがり綱

単独／バディ潜水：バディ

スタンバイダイバー：減圧監視（監視潜水士呼吸ガス：空気）

緊急用ポンベ： 緊急用ポンベ携行

潜水深度： 57m

滞底時間： 13 分

浮上時間： 26 分

減圧表：トライミックスガス潜水用減圧表-60m

（減圧停止 12m2 分、9m2 分、6m16 分（20m 以浅 Nx53 使用））

繰り返し潜水：なし

潜水士数： 9 名

潜水のべ回数／日： 2 回

潜水日数： 1 日

再圧室：一人用再圧室（治療表 5 可）岸壁に設置（20 分の距離）

再圧治療病院① 自衛隊横須賀病院・第 2 種装置

移動時間・距離 18km・38 分

再圧治療病院② 東海大学医学部付属病院・第 2 種装置

移動時間・距離 31.2km・41 分

●安全・応急態勢

- ・潜水医学専門医の携帯電話による遠隔医療支援【備考*26, *27】が得られている。
- ・事前にBIBS(殻外排気式呼吸装置)で酸素吸入できるタイプの一人用再圧室にて治療表5のシミュレーション訓練が潜水医学専門医の指導で実施されている。

【備考】

【*26】 潜水医学専門医の携帯電話による遠隔医療支援

1 潜水作業計画の確認

- (1) 潜水実施要領：潜水作業深度、作業時間、減圧表、潜水装備、再圧室、要員配置(スタンバイダイバーなど)
- (2) 緊急時連絡態勢：再圧治療施設との事前調整
搬送時間、搬送方法、緊急時の連絡方法を確認
- (3) 緊急時の処置要領【*27】：医師への連絡がつくまでの処置要領の申し合わせ(緊急浮上時の再圧など)

2 潜水士の健康管理

3 潜水作業管理

- (1) 潜水開始前(30分前)の連絡確認：潜水士健康状態チェック、海象・気象の確認
- (2) 潜水終了報告を受け、潜水士の経過時間毎の行動範囲の助言

4 事故時の対応

- (1) 現場再圧治療の判断及び処置プロトコールの指示
- (2) 再圧治療施設への受け入れ調整

【*27】緊急時の処置要領

<潜水士の異常を覚知した場合>

まずは、潜水士に何か異常があった場合にはオンコールで潜水医学専門医まで電話連絡する。

ただし、直ちに処置を行わなければ重篤な状態を引き起こす可能性が高い以下の3つの事態の際は下記の手順をとることとする。

①水中での酸素呼吸中の酸素中毒発生時

<潜水士自身もしくは減圧監視している支援ダイバーが異変を察知した場合>
意識が消失して呼吸が確認できない場合には、けいれんを起こしている可能性があるので、潜水士を直ぐには浮上させずに、呼吸再開を確認した後に引き揚げる。作業ボート上に浮上後、岸壁に設置の一人用再圧室に収容し、再圧室操作員が18mまで再圧して治療表5を実施する。潜水医学専門医に連絡がつき次第、その後の指示（助言）に従うこと。

②緊急浮上時

症状がない場合は、緊急浮上時再圧マニュアルに従う。症状がある場合は、治療表5を使用する。潜水医学専門医に連絡がつき次第、その後の指示（助言）に従う。

③浮上後10分以内の発症

浮上して10分以内に疼痛、しびれ、筋力低下等が出た場合には潜水医学専門医に連絡を取ると同時に岸壁に設置の一人用再圧室に潜水士を収容し、再圧室操作員が18mまで再圧して治療表5を実施する。

上記以外の場合、潜水後に何らかの症状が出た場合には、潜水医学専門医に連絡して処置に関する指示（助言）を得て再圧処置等を実施することを原則とする。

★【潜水計画・応急態勢の評価】

- ・浮上時間が20分を越える深深度混合ガス潜水であり再圧室を潜水現場に設置する必要がある。
- ・緊急浮上時、酸素中毒発生時、水面到着間もなくの発症に対して直ちに再圧処置できる応急態勢ではない。
 - ・一人用の再圧室(monoplace recompression chamber)1基のみでの対応であるため、バディ同時の急浮上には対応できない。バイタルが不安定で装置内介助者が必要な場合には対応できない。
 - ・潜水作業内容が「搜索訓練」とあり、Trimixで行うとはいえ、敢えて減圧症の可能性のある訓練を行う理由を再検討する必要がある（別の安全なやり方で、同じ目的を達成することができないのか？）。もちろん、深度やTrimixの潜水に慣れるという意義を否定するものではないが。

★【再圧治療環境と推奨されるマネージメント】

- ・船上にBIBSによる酸素吸入が可能な複室構造再圧室 multiplace recompression chamber(2人用再圧室 duoplace recompression chamberを含む)

を装備して、治療表6までの再圧処置能力をもつことが推奨される。

《事例番号②》

潜水作業日：2019.2.28～2021.3.17

潜水作業場所：石巻市（潜函）

潜水現場との通信手段：固定電話、携帯電話

潜水作業内容：沈砂池ポンプ棟工

潜水方式：酸素呼吸装置（BIBS）

潜水呼吸ガス：空気

酸素減圧：0.12MPa から酸素減圧

潜水士との通信手段：音声通信システム

ダイバーカメラ：監視カメラシステム

昇降装置：作業用エレベーター

緊急用ボンベ： 緊急用ボンベ携行

潜函作業圧： 0.378MPa

減圧表：高気圧作業安全衛生規則に基づく減圧表

再圧室：再圧室（2室構造 治療表6可）2基

再圧治療病院① 東北大学病院・第2種装置

移動時間・距離 48.7km・61分

●安全・応急態勢

- ・日常の健康管理は産業医
- ・コンサルト、相談先は潜水医学専門医
- ・救急病院については東北大学病院と事前に電話調整
- ・再圧施設との調整については工事開始前に可能な限り潜水医学専医と面談し、工事概要等説明の上、減圧症発症時の対応について確認
- ・県条例に基づく届け出を最寄りの消防署に行う

★【潜水計画・応急態勢の評価】

- ・最寄りの消防署には減圧症である場合とその他の救急疾患である場合の搬送要領について事前調整されていることが推奨される。

★【再圧治療環境と推奨されるマネージメント】

- ・潜函作業は潜水作業と違い加減圧制御が環境に左右されず安定しており、またドライな環境下での作業のため、長時の作業となる傾向にある。その結果体内の不活性ガス負荷は大きくなるので、再圧治療はできるだけ早急に治療表6を中心とした標準治療が確実に実行されることが求められる。そういう意味で、近隣の医療機関で再圧するよりも備え付けのホスピタルロックで減圧症発症後ただちに標準治療を行うべきではないかと考える。そのためには産業医の関与が必須である。
- ・石巻に最も近い再圧治療施設は東北大学病院であるが、48.7km離れており搬送には最低1時間必要である。東北大学病院は救急科が担当する。救命処置を必要としない場合は、搬送して再圧治療するよりもホスピタルロックで産業医の遠隔医療により管理しながら再圧治療した方が再圧治療までの時間の短縮および症状の増悪が防げると考えられ、良いのではないかと考える。

《事例番号②⁵》

潜水作業日： 2022/4/1～6/30

潜水作業場所：津島市上対馬三ツ島地先

潜水現場との通信手段：携帯電話

潜水作業内容：座礁船撤去工事（船骸水中切断、玉掛け）

潜水方式：簡易型フルフェイス（フーカー）コンプレッサー送気

潜水呼吸ガス： 空気

酸素減圧：なし

潜水士との通信手段：有線同時通話

ダイバーカメラ：オーバーヘッドカメラ、水中モニター

昇降装置：減圧ケージ

スタンバイダイバー：あり

潜水深度： 4m～10m

滞底時間： 120分， 105分

浮上時間： 1分

減圧表： NSK （日本潜水協会 標準空気減圧表）

繰り返し潜水： 2 回

潜水士数： 8 名

潜水のべ回数／日： 3 名 × (午前 2 回, 午後 2 回) = 12 ダイブ

再圧室：再圧室（2 室構造 治療表 6 可）起重機船上に設置

- ・ BIBS は主室に 4 セット、複室に 2 セット
- ・ BIBS の呼吸媒体を酸素と空気の 2 系統
- ・ CO₂ 吸収装置、ガス分析装置（酸素、二酸化炭素）
- ・ 消火栓、モニターカメラ 3 台、通話装置、LED 照明
- ・ 空気清浄ユニット、サービスロック
- ・ 空調付き冷蔵コンテナに内蔵し断熱

救急病院： 長崎県上対馬病院

救急病院までの搬送所要時間： 鰐浦漁港から 7.6km, 12 分

再圧治療病院① 長崎県対馬病院・第 1 種装置

移動時間・距離 上対馬病院から 69.7km • 1 時間 30 分

●安全・応急態勢

- ・ 日本潜水協会のホットライン医療支援を受けるため、日本潜水協会医療顧問の医師に潜水作業計画の指導・調整【備考*28】を受けて緊急時の具体的な処置要領【備考*29】を検討の上、潜水現場に再圧室を準備している。
- ・ 救急受け入れ施設として長崎県上対馬病院と調整を行い、再圧治療施設として第 1 種装置を持つ長崎県対馬病院と情報共有されている。

【備考】

【*28】 潜水協会医療顧問による潜水計画の指導・調整

- 1 潜水実施要領：潜水作業深度、作業時間、減圧表、潜水装備、再圧室、要員配置（スタンバイダイバーなど）
- 2 緊急時連絡態勢：再圧治療施設との事前調整
搬送時間、搬送方法、緊急時の連絡方法を確認

【*29】 緊急時の処置要領

- ・ 水中切斷作業時に水中爆発が起きる可能性への配慮を要する。

- ・潜水深度が 10m 以下であることから、警戒すべき疾患としては、水中爆発の衝撃波による外傷と動脈ガス塞栓症（空気塞栓）になる。空気塞栓については、衝撃波による気道内圧上昇のほか、フルフェイスマスクを飛ばされて水面への急浮上による場合が想定される。
- ・空気塞栓による意識障害である場合には直ちに現場設置（起重機船上）の再圧室での緊急再圧となり、治療表として最初は治療表 5 となる。事故発生と同時に日本潜水協会ホットライン医師に連絡するが、連絡がつくことを待たずに介助者 1 名を装置内に同室させて治療表 5 への加圧を行うことを原則とする。外傷の程度によりこの原則から外れることもあり、上対馬病院への搬送を優先するかは現場判断となる。医師に連絡がついた後に治療表 5 から治療表 6 に移行する判断がされる。
- ・起重機船上での緊急再圧処置終了後は、上対馬病院へ搬送して、病院で診察されその後の処置について判断をいただく。追加の再圧治療が必要な場合は、起重機船上での追加治療か、対馬病院へ転院搬送いただき追加治療されるかの判断となる。この時は適宜、ホットライン医師から上対馬病院院長に連絡される。

★【潜水計画・応急態勢の評価】

- ・第 2 種装置を有する医療施設にアクセスできない地域において減圧症が発生しない潜水条件でも、水中爆発など動脈空気塞栓症を配慮したリスクマネージメントとして再圧室設置が必要であるが、今回起重機船上に設置される再圧室は、2 室構造で下記の仕様となっており、治療表 6 を実施する装置として適切である。

- ① BIBS は主室に 4 セット、複室に 2 セット
- ② BIBS の呼吸媒体を酸素と空気の 2 系統
- ③ CO₂ 吸収装置、ガス分析装置（酸素、二酸化炭素）
- ④ 消火栓、モニターカメラ 3 台、通話装置、LED 照明
- ⑤ 空気清浄ユニット、サービスロック
- ⑥ 空調付き冷蔵コンテナに内蔵し断熱

★【再圧治療環境と推奨されるマネージメント】

- ・動脈ガス塞栓の場合の意識消失であれば再圧後直ちに意識回復するため、その後は引き続き再圧治療表 5(2 時間 15 分)もしくは再圧治療表 6(4 時間 45 分)での治療となり、治療後は上対馬病院へ搬送され医学的評価を受けることとな

る。なお、治療圧である 2.8 絶対気圧(ATA)に再圧されても意識回復がなかった場合には、動脈ガス塞栓以外の可能性があるため再圧治療は中止となり、上対馬病院へ搬送して診断・処置という流れになる。起重機船上での再圧治療中止についてはホットライン医師と現場とのやり取りで判断され、同医師から上対馬病院へ引き継がれこととなる。

聞き取り調査のまとめ

<全般的な所見>

1. 医療態勢構築及び応急マニュアル作成上の留意点

- ・ 関係者の意識向上と安全遵守の仕組みを盛り込む。
- ・ 事前調整する対象は産業医もしくは専門医、再圧治療施設、救急施設、消防署・保安庁である。
- ・ 地政学的特徴、医療資源へのアクセス、専門医との連絡体制
 - ✓ 地域ごとのリスク評価（マッピング）
 - ✓ 搬送時間が長い地域では救急病院と再圧治療施設との医療連携について事前調整
- ・ 現実的な観点からの訓練実施
- ・ 安全を考慮した場合でも減圧障害は発生しうるという考え方の浸透
- ・ ヘリ搬送では日没運航時間
 - ✓ 夜間などドクターへリ、防災ヘリが使用できない場合の保安庁へリ・自衛隊ヘリ利用のための事前調整も考慮

2. 深深度混合ガス潜水における留意点

- ・ 積極的な産業医・専門医の関与が必要である。
- ・ 運用実績がない場合には訓練が必要である。

深深度混合ガス潜水など再圧室を通常業務で使用している潜水会社であれば、救急時の再圧治療に対応が可能であるが、通常業務で再圧室の使用経験がない潜水会社等では緊急時に再圧室が使用できるかは不明である。そのため定期的な訓練が必要であり、訓練には使用経験が豊富な高気圧医学専門医の評価・指導が望ましい。

3. ある程度の減圧を伴う空気潜水における留意点

- ・ 潜水環境、作業内容、治療施設環境により産業医・専門医からの助言・指導が必要である。例えば低水温、大作業量、水中爆発の危険性、治療施設から遠隔地であることなど。

4. 本事例集の活用について

- ・ 応急対処マニュアルは潜水作業条件、再圧治療環境、潜水実施者の規模（経済性等）に合わせて作成するのが現実的（実行可能）であることから、本報告は応急対処マニュアル作成の参考となるような事例集として扱われるとよい。

2021.11.10 (Ver. 3.0)

遠隔医療支援による現場再圧治療シミュレーション訓練
報告書

実施日時：2021 年 10 月 13 日（水）15 時から 16 時

実施場所：佐渡島鷺崎漁港

訓練者：株式会社ソニック、千尋海洋技術株式会社、亀田総合病院

参加施設・機関：佐渡市消防本部、佐渡海上保安署、佐渡総合病院、佐渡再圧タンク協会、
鹿児島県立大島病院、市立釧路総合病院、第十管区保安本部、鹿児島大学病院、
鹿児島県大島消防、姶良市消防本部、鹿児島市立病院、龍郷消防、潜水技術セン
ター、海上保安庁鹿児島航空基地、沖与広域消防本部、徳之島地区消防組合、霧
島記念病院、佐賀大学、日本高気圧環境・潜水医学会減圧障害対策委員会

シナリオ：

- 潜水会社の産業医がオンコールで潜水作業を支援する態勢をとっている。
 - 産業医は潜水作業計画、潜水士の健康診断結果を把握している。
 - 再圧治療施設がない島の沿岸で水上送気式潜水（最大深度 36m・滞底時間 27 分）実施
 - 潜水終了して帰港後右膝の痛みを訴える潜水士（被災者）が出現
 - 潜水作業管理責任者から産業医に被災者発生の電話連絡
 - 緊急 Web (Zoom) 会議を開いて潜水現場と遠隔の産業医を結びオンライン確立
 - 産業医が Web 会議画面で被災者を診察
 - 産業医が減圧症（軽症）を疑い、漁港に設置の再圧室での処置を判断
 - 消防へ一報
 - 再圧が開始され 18m (60ft) への加圧中に症状消失
 - 減圧症と判断
 - 18m (60ft) で 10 分経過の時点で症状消失のまま
 - 軽症減圧症と判断して治療表 5（治療時間 2 時間 15 分）で治療を完結する判断
 - 18m (60ft) からの減圧直前、9m (30ft) 到着直後、9m (30ft) からの減圧直前、水面
到着直後の症状確認
 - 治療終了後の診察
 - 診察による神経所見の確認及び事後の経過をみるために救急対応病院に搬送と判断
 - 消防へ救急搬送の依頼
 - 救急隊到着後、救急隊員へ産業医から経過説明と搬送中の酸素投与指示
 - 産業医から救急受け入れ病院医師への連絡
- <状況中止>

【事後検討会】（敬称略）

鈴木信哉（亀田総合病院）：今回の設定ですが、初めてのオンラインによる再圧治療シミュレーションでしたので、軽症の場合の処置として治療表 5 で治療をはじめることにしました。設定の潜水深度 36m で滞底時間 27 分の空気潜水というのは結構体の中に窒素ガスが入っていますので、潜水終了 5 時間後の発症としてもその後症状が悪くなることがあって、治療表 5 の治療中に治療表 6 に移行する可能性があったという事例となっています（注釈 1）。これが潜水直後の発症であればもっと緊急性があって、最初の症状から次々と神経所見などが出てくるようになって重篤になりますので、その時は対応が別になります。

今回、減圧症を疑い再圧治療と判断した時に消防へ第 1 報を入れていますが、治療表 5 による再圧治療は 2 時間 15 分かかりますので、救急隊を直ぐに呼んでしまうと再圧終了まで待たせてしまうことになります。重症度が今のところないということと現場の緊急再圧治療の時間を第 1 報で消防にお知らせする必要があります。

これが重症の場合は現場で治療がほんとうに実行できるかという課題があります。現場の医療者がいないなかで重症をどこまでみることができるかということになりますが、実行できない場合には重症対応と再圧治療が可能な施設へ迅速に搬送しなければなりません。しかし重症であればあるほど直ちに再圧する必要があるので、現場再圧治療かそれとも緊急搬送かについて極めて判断が難しくなってきます。

こういった訓練を重ねていけば、重症例でも医療者がいなくても現場の再圧処置にかかる方々とオンラインで繋がっている産業医とのやり取りで緊急再圧処置ができるようになっていくと考えています。

まずは、今回はこういった簡単な症例のシナリオでやってみました。今度は重症例を想定した訓練を計画していただければと考えています。

それでは、参加された方々からのご意見等お願い致します。

正司正（佐渡再圧タンク協会、佐渡潜水株式会社）：今回のシミュレーションではこのような再圧室を設置する規模の潜水であったので潜水現場で再圧処置をすることができましたが、実際のところ一般的には佐渡島は再圧室を準備することや再圧室を操作するオペレータを配置することは先ずないと思います。あと心配するところは、Web をつかってオンラインで医師と直接会話しながら搬送の準備ができるかというところです。鈴木：体の中にどのくらい窒素ガスが入るかという潜水深度と潜水時間でリスク見積りができるという観点から再圧室を用意するということになると思います。（参考資料 1）

例えば潜水深度が 20m 以下で数 10 分潜るような無減圧潜水の場合は再圧室を設けないで潜水することが通常であると思います。そこで出てくる減圧症はそれほど重症度がないものになるので、その減圧症の処置までの時間についてはある程度許容され障害を残す可能性は低いということがあります。そのような状況でできるだけ迅速に

再圧治療施設まで搬送対応ができるかということになります。

佐渡は再圧治療が可能な医療施設がありませんので、新潟大学病院やもっと先の燕労災病院にいかにして搬送するかということになります。ただ、燕労災病院も令和5年の春には治療装置（第2種装置）がなくなりますので、新潟県は第1種装置である一人用の装置でしか対応ができなくなり、第1種装置をもつ新潟大学医歯学総合病院、新潟市民病院、長岡赤十字病院の3つの施設が対応してゆくことになります。そのように搬送してどのような治療をするかということを検討しなければなりません。

佐渡に再圧装置があればと思いますが、佐渡再圧タンク協会では空気で治療する再圧装置をお持ちなので、なんとか酸素を使える形であれば、たぶん佐渡で十分とは言えませんが、少なくとも応急的な再圧治処置が可能であり、重症例であれば応急的再圧治療により安定化させて十分な治療が可能な第2種装置のある病院へ搬送することができるようになると思います。それがいま考えられる選択肢となるかなと思います。

正司：わかりました。ダイバー側としてはいまのやっているところを見直していただいて、潜水のデータをしっかり記録しておくことが大事ですね。

藤田基（山口大学、減圧障害対策検討会委員）：再圧装置の操作する方と、タンクの中に患者さんと一緒に入った人がいますが、どのような方々を想定されていますか。

鈴木：装置を操作する方は再圧処置をする講習（注釈2）を受けています。その資格があつて実際に操作経験がある方となります。一緒にタンクに入る方は潜水士になります。高圧環境で従事している方ですので一緒にテンダーとしてタンクに入ることは問題ありません。

藤田：今回工事をやっている間は、装置を操作する方たちが常にその場に常駐していると考えていいのですか。

鈴木：再圧室を操作する資格は潜水士自身が持っています。混合ガス潜水では酸素による減圧に備えて再圧室を設ける必要、もしくは水上減圧で再圧室を使う場合があり、潜水と再圧室操作については潜水毎に番を変えて行うため、操作資格も持つ必要があります。

中村健太郎（鹿児島県立大島病院）：われわれの島（奄美大島）の近辺で深深度の潜水作業が定期的に行われ最近でも（5月と9月）ありましたが、そういった場合には必ず2種（2室構造の再圧室）のチャンバー*が設置されるのでしょうか。

（＊別添資料「治療装置・再圧室」参照）

鈴木：奄美大島名瀬の海象計メンテナンス潜水作業は深度が54mで定期的にあります。その時は本訓練でご覧いただいた再圧室を設置することになっています。今回は2室構造の再圧室を作業船に搭載できないので直近の漁港に設置しましたが、名瀬の場合は洋上の台船上に設置して潜水作業が行われますので、潜水士が急浮上してもその場で緊急再圧ができる環境をつくって潜水作業を実施しています。

中村：仮にそういった緊急の場合に我々がドクターへりで向かうとか、例えば医療スタッフがドクター、看護師の2名が乗り込んで、心肺停止に至ってなくても循環動態が不安定などの状況だと気管内挿管してカテコラミンをシリンジポンプにつけて流しながら2室構造の再圧室で再圧する、あるいは加圧中にガスが詰まつたりしてアシドーシスになって状態が急変することもあると思いますが、そういった場合に潜水士と一緒にわれわれも装置の中に入るって事はあり得る話なのでしょうか。

鈴木：それをやっていただきたいと考えています。県立大島病院の高間先生がお考えになつておられて、台船に乗り込むにはどうしたよいかとお話しを伺っています。実際には作業船が台船についていますので、それを利用して行くと名瀬の場合は漁港から20分ぐらいで台船に到着すると思います。それで被災者と一緒に加圧するか、時間的に間に合わなければ、再圧室は2室構造になっていますので、被災者が奥の主室に入っていても手前の副室から加圧していって中に入ることができます。点滴セットも薬剤も後からサービスロックからでも入れることができます。なかで十分とはいかないまでも処置が可能です。トライしてやっていただければと思います。

中村：そうなった状況で、鹿児島大学の臨床工学技師さんに聞くと、2種装置については持ち込める機器・器材の制約があまりないと伺っていますが、例えば気管内挿管して人工呼吸器は無理かも知れませんけどもジャクソンリースで換気とか、シリンジポンプ輸液でカテコラミンを投与しながらというように、機器・器材を持ち込むのは可能ですか。

鈴木：アンビューバックあるいはジャクソンリースで換気するのは2種装置ではやっていきますので、それと同じように2室構造の再圧室で可能です。シリンジポンプを入れられるかということについてですが、取扱説明書には高気圧装置内では使用しないことと記載されていますが実際には使えます。ただ、装置内に酸素が漏れたりして中で火災が起きないように注意する必要があります。再圧室では、第2種装置で使用するリザーバー付きマスクではなく、呼気を装置の外に排出するタイプのマスク（BIBS: Built-In Breathing System）ですので装置内に酸素が漏れることはあまりないので装置内酸素濃度が上昇するリスクは第2種装置よりも少ないという利点があります。ただ反面、その酸素マスクは換気抵抗があるので状態のわるい患者にはBIBSを使うのは難しい場合があります。BIBSを使わなければならぬという制限があります。

（事後検討会では話しませんでしたが）挿管した後の酸素投与についてですが、再圧室では調整器を通した酸素供給がないので、調整器をつけた酸素ボンベを入れなどの事前準備が必要です。その場合、呼気や酸素の余剰ガスは装置内に入りますので装置内酸素濃度コントロール目的に再圧室内の換気量を増やす必要があります。

高間辰雄（鹿児島県立大島病院）：追加ですが、我々の施設は（一人用の）1種装置ですので減圧症例で、鹿児島大学の平田先生がまとめていますが、何例か亡くなっている方がいらっしゃいますが、非常に重篤な転帰を辿ってゆきます。1種装置ではどうにもなら

なくなってしまう例がありました。1種装置の中に入れたのですが、神経症状で不穏になつてともかく出さないといけなくなつて、治療を完遂できずに亡くなつてしまつたことがありました。そうなると先ほどの中村先生の話でもありましたが、場合によつてはメーカーさん（潜水会社）が持つて来られる2種装置（再圧室）に入れてた方が、フライトバックに薬剤とかを入れて持ち込んでいけば、そつちの方がよいのかなと、5~6時間の治療をと思うのですが、いかがでしようか。

鈴木：そうですね。再圧室に入り込んで治療するのが奄美大島・名瀬の場合は必要なのかなと思っています。装置の中では不穏状態となるとどうしようもないということがありますので1種装置の限界であると思います。

高間：今日のシミュレーション訓練では、第10管区保安本部も含めて、県内で唯一第2種装置を持っている鹿児島大学も入られていますし、消防もたくさん入っていますが、その辺の計画を、重症例で少しやっていかないと我々もすぐにできなくて、今日拝見しながら、どの辺で消防が入るとか、台船まで行くなら海保の船かなとか、再圧室での処置が終わつたあとに治療表5の処置が終わつたあとに次はどうするか、本土までの搬送だとするとヘリか巡回艇でいうと「さつま」とか「あまぎ」は一人用の再圧装置がついていますので、それを使って保圧しながら本土まで船で搬送するなど、こういったものをオンラインで潜水医学専門医と意見交換しながらやれるといいなと思っています。

鈴木：そういった検証をこれから行う必要があると思います。重症例がでたときにどうやっていけばよいのか、実際にシミュレーション訓練をやってみなければ判らないと思います。よろしくお願ひしたいと思います。今回は軽症例でしたが、今後は重症例でシナリオを作つて計画できればと思います。その時には計画段階からいろいろと教えていただければと思います。

高間：鹿児島の奄美の方でも減圧症に関するトレーニングを一回どこかでやりたいねという話しされていました。佐渡の訓練を遠く鹿児島でみているのは画期的なことなので、第2種装置をもつ鹿児島大学を含めてもし訓練できれば、先生方にアドバイスをいただきながら遠隔でオンラインでやらせていただけるとwithコロナ時代によいのではと思います。よろしくお願ひします。ありがとうございます。

中村：もう1件お願ひします。鈴木先生が学会のシンポジウムで出している論文を拝見していますが、治療ネットワーク構築というのは、地域単位、医療圏単位でやっていくということですが、全国的にはそういう動きになるよう学会から働きかけがされているのでしょうか。

鈴木：学会から高気圧酸素治療施設に2年毎にアンケートをとっています。
<https://www.jshm.net/file/hbo/JSHUMsurv2021.pdf> 減圧障害の治療対応状況、使用する治療表、症例数についてご回答いただき、集計した結果として対応施設一覧
https://www.jshm.net/file/hbo/hboanketo2019_1022.pdf と減圧障害の治療症例数

https://www.jshm.net/file/hbo/hboanketo2019tekiou_1022.pdf を学会ホームページ上で公開しています。それらの情報をご利用いただき、それぞれの医療圏で、減圧症対応している施設同士で情報共有しながら交流を深めていっていただきたいと考えています。あとはそれぞれの地域で発生した事例を踏まえて、施設間連携についていろいろとアドバイスなど支援を5年前から取り組んできました。奄美大島の場合は、第2種装置を持っている鹿児島大学とは離れているので厳しいと拝見しています。

中村：われわれも第2種装置があればもちろんいいのでしょうかが、予算のことでなかなか現実味がないので、なにか上手い具合に態勢をつくって第2種装置まで最短で送っていくことを考えなければならぬのですが…

鈴木：いまできる話しではないのですが、潜函工事をする会社がありますが、潜函現場ごとにそれぞれ再圧室（ホスピタルロック）を持って行っています。そこはかなりの数の再圧室を保有しています。余剰の再圧室がでることも考えられ、有効利用も考えてもいいかもしれません。ただ、再圧室は医療機器ではありませんので、医療施設でたとえばリースで再圧室を使う場合には、医療費請求など規則上の整合性を考える必要があると思います。なお、伊豆七島の八丈島の町立八丈病院では再圧室を病院で使用しておられるという実績があります。なぜ再圧室を病院で使えるようになったか経緯を承知しておりませんが、再圧室を利用するという形も減圧症対応の選択肢と考えています。

大塚隆（千尋海洋技術株式会社）：県立大島病院の中村先生から、いろいろな機材を再圧室の中に持ち込んで治療をされるとのことですが、その機材は電源が必要なのでしょうか。再圧室は電源がとれません。交流は使えず、直流が照明灯にあるくらいです。

鈴木：先ほどシリンジポンプの例がでましたが、バッテリー形式です。実際に治療装置内で使えることを確認しています。しかしバッテリー形式でも、アルカリイオン電池など危ないものもありますので、持ち込みには注意する必要があります。

鈴木：救急受け入れ先の佐渡総合病院の佐藤賢治先生にご意見をお願いします。今回は初めての訓練でしたので慣れないところもあったのですが、軽症例で現場再圧処置した後に神経学的な所見がないか診察していただくために及び経過をみるために佐渡総合病院に搬送することとしました。こういう事例はあると思います。症状が再燃あるいは新たな症状が出て増悪した場合には追加治療が必要となります。もう一度潜水現場の再圧室に戻るのか、あるいは高気圧酸素治療装置がある新潟に送って再圧治療を行うのかの判断も佐渡総合病院でしていただくことになると思います。

佐藤賢治（佐渡総合病院）：おそらく基準あるいはマニュアルがきちんとないと、その時の日直、当直の救急外来を担当した医師がたぶん判断することができないと思います。だいぶ前に私が作ったマニュアルでは、減圧症であると判断した場合には基本的に燕労災病院に送るというような手順にしていました。

鈴木：その燕労災病院も令和5年末には再圧治療できなくなります。そうすると第1種装置がある新潟大学、新潟市民病院で治療できるかということになります。

佐藤：そういう意味では、今回の取り組みはこれから先どうするかという大きな取っかかりにできると思い興味を持っていました。

鈴木：今度は重症例にどう対応するかということになると、ドクターへリをどのように使うのかというところもポイントとなると思います。新潟大学医歯学総合病院救急科の本多忠幸先生もこの訓練についてはご存知だったのですが、今日はドクターへリ当番とのことで残念ながら参加できませんでした。減圧症対応については積極的に取り組まれるとお聞きしています。患者さんの搬送受入についてどのような手順で進めるのか今後検討させていただければと考えています。

佐藤：重症例をドクターへリで運ぼうとすると生身で運ぶことになるので、佐渡から飛ぶ時点ではよいのですが、新潟市内に入った時に低空にはできないと思うので、アプローチをよく考えていただく必要があります。

鈴木：第1種装置での減圧症治療についてですが、長岡赤十字病院では治療をされていると伺っています。最後まで治療を完結するというわけではなく、緊急で再圧治療して、病態が安定した状態で第2種装置がある燕労災病院に送るということをされています。それほど症例はありませんが、そういう事例はあったということで、一人用の装置でも応急的な治療は可能と思います。

佐藤：長岡赤十字病院に運ぶにしても海伝いには行けないので、（可搬式の）装置に入れたまま運ぶにしても自衛隊のへりでないと運べないことになります。佐渡総合病院も含めてどういう基準で初期判断をどのようにして、搬送手段をどのようにするか、ある程度フローを決めておかないとと思います。別な事例ですが、今回コロナの患者さんを新潟に運ぶことになり、海上保安庁を使わせていただきましたが、指揮命令系統が複雑でした。事前にある程度、どういう連絡ルートで動かしてゆくのか決めておかないと、その場その場での連絡が繰り返し発生して難しくなると思いますので、そこの所をご検討いただければと思います。

鈴木：ヘリ搬送はいろいろな方々が関与しなければならないことがあるのですね。

佐藤：ドクターへリは、ほとんど救急隊レベルで動かせるのであまり問題はないのですが、自衛隊、海上保安庁を使うとなると、建前上は新潟県知事からの災害派遣要請が必要で、ある程度予め決めておいてもなかなか繋がらなかったりして非常に苦労します。

鈴木：今回、佐渡海上保安署の方に参加いただいているので、持ち帰っていただいて検討していただけるのではないかと思います。

佐藤：関係者については、佐渡でしたら漁業関係とか、潜水作業する企業とか、佐渡総合病院、潜水医学専門医、場合によっては海上保安庁、ドクヘリ関係、消防関係であり、共通した手順書が作成されると、スムーズに「あのマニュアルに沿っていきましょう」となります。

鈴木：そうですね。フローをうまく作り上げられればと思います。

佐藤：滅多にないからこそ必要ですね。 ありがとうございました。

鈴木：ソニックの宇美さんいかがでしょうか。今回企画していただいてありがとうございます。

宇美裕一（株式会社ソニック）：皆様お忙しいところありがとうございます。長年潜水の仕事関わっているのですが、人の命を一番に守らなければならないのですがいろいろありまして難しく、今回は発案から鈴木先生には関わっていただいてお手数かけていろいろありがとうございました。コロナで実際やりたかったことが伸びてしまい、本来であれば軽症後に実際の 50m 潜水でもトライしたいと考えておりましたので、今度は是正しながら、今後も協力しながら安全管理を進めたいと考えていますので、またの機会にご協力いただきたい。今回のシミュレーションの悪いところを直しながら対応していきたいと思いますのでご協力願えればと思っています。ありがとうございました。

鈴木：今回はこれで終了したいと思いますが、今回はメールアドレスで繋がっております、情報交換ができると思いますので、なにかしらご要望、ご提案などご意見を鈴木のメールアドレス suzuki.shinya@kameda.jp にいただければ。次回の計画の時に参考にさせていただいて、シミュレーション訓練を続けて行きたいと思いますのでよろしくお願ひします。これで事後検討会を終了します。ありがとうございました。

（注釈 1）

- 1 潜水では減圧表どおりにしても時には減圧症が出てくることがあるが、一般的には無減圧潜水より減圧停止を行う潜水では発症リスクがある。
- 2 膝の痛みなど軽症の減圧症に対しては治療表 5 を適用する。
- 3 今回の事例では、潜水終了間もなくではなく 5 時間で発症しているため、重症化する可能性は高くないものの、治療中、治療後に再燃・増悪する可能性に対して、治療中に適宜症状確認を行い、治療後は医師による直接の診察による神経所見をみると再燃がないことの経過をみると救急対応していただける病院への搬送となっている。もし、治療圧の 18m 深度相当圧になって 10 分経過した時点で症状が消失しない場合や、消失した症状が再燃したり新たな症状が出てきた場合には 5 時間近い治療時間が必要な治療表 6 に移行し

て治療が継続される。

(注釈 2)

1 高気圧作業安全衛生規則

(特別の教育) 第十一条 事業者は、次の業務に労働者を就かせるときは、当該労働者に対し、当該業務に関する特別の教育を行わなければならない。

2 高気圧業務特別教育規程

高気圧障害防止規則＜現行＝高気圧作業安全衛生規則＞（昭和四十七年労働省令第四十号）第十一条第三項の規定に基づき、高気圧業務特別教育規程を次のように定め、昭和四十七年十月一日から適用する。

(再圧室を操作する業務に係る特別教育)

教育すべき事項（範囲）：時間

- 高気圧障害の知識に関すること。（高気圧障害の病理、症状及び予防方法）：二時間
- 救急再圧法に関すること。（再圧室に関する基礎知識 標準再圧治療法）：三時間
- 救急そ生法に関すること。（人工呼吸法 人工そ生法）：二時間
- 関係法令（労働基準法、安衛法、施行令、安衛則及び高圧則中の関係条項）：二時間
- 再圧室の操作及び救急そ生法に関する実技（再圧室の操作を行うバルブ又はコックの操作 人工呼吸法 人工そ生法）：三時間

3 特別民間法人建設業労働災害防止協会の安全教育センターが実施している再圧室操作業務従事者特別教育指導員（インストラクター）講座
<https://www.kensaibou.or.jp/seminar/center004.html?page=1> では圧気ケーン・圧気シールド工事等の圧気作業及び潜水作業における、減圧症等の高気圧障害防止を図るために再圧室操作業務従事者を対象に、その職務を遂行する上で必要な専門知識及び再圧室の操作方法、救急再圧法等について研修するとともに、再圧室操作業務に従事する労働者に対して特別教育を担当する指導員（インストラクター）を養成することを目的としている。2020 年から酸素を使った再圧処置に対応する講習内容となっており、この講習を受けられた方が救急再圧処置をする作業員に対して教育実施することが推奨される。

参考資料 1

潜水と再圧治療装置の準備基準

ACOPガイドライン

潜水条件	再圧室までの距離
水中の減圧時間が20分を超える場合	直ちに(潜水場所に)
水中の減圧時間が20分以下 もしくは 10mから50mまでの無減圧潜水	2時間以内
内陸、沿岸の無減圧潜水で 10m以下の潜水	6時間以内

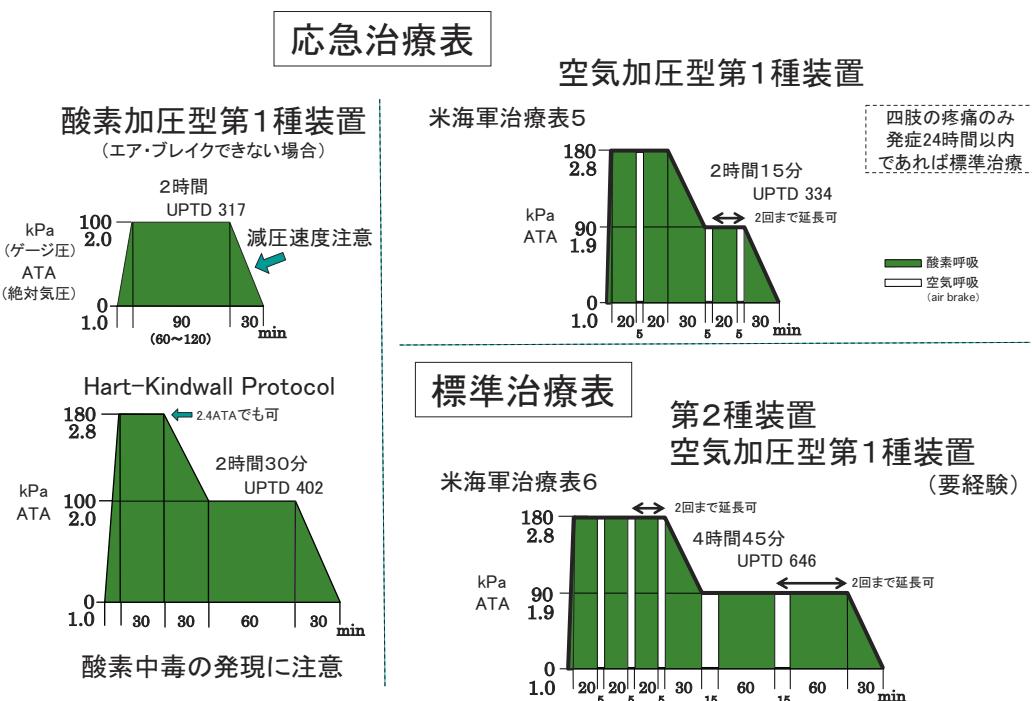
Time to treatment for decompression illness

Werner Stipp, North Sea Medical Centre

HSE Books :Health and Safety Executive (HSE).

ACOP(Approved Codes of Practice): 英国における公認実施準則

参考資料 2



【まとめ】

今回のシミュレーション訓練は、潜水現場に再圧治療処置が可能な再圧室を設置されていて、潜水会社の産業医がオンラインで潜水作業を支援する態勢が敷かれている前提で、オンラインによる遠隔治療が可能であるかを減圧障害の軽症例について検証するものでした。初回の訓練でしたが現場における再圧治療はオンラインで潜水医学専門医である産業医の指示のもとで概ね治療処置が可能であったと考えております。今後は、現場再圧処置後に救急医療機関に搬送して事後評価と経過観察を行い、必要に応じて追加治療することが可能であるかの検証、更には中等症から重症例について検討することになります。

事後検討会で問題提起されていますが、潜水現場に標準治療が可能な再圧室設置という前提は特別な事例であり、佐渡島で実際に一般的に実施されている潜水では標準治療が可能な再圧室が設置されない実状があります。再圧治療を行う高気圧酸素治療装置を有する医療機関は佐渡島にはありません。更には新潟で標準再圧治療が可能な第2種装置を有する燕労災病院については令和5年度末には治療装置がなくなるため、新潟県は一人用の装置（第1種装置）のみの対応となり、第1種装置をもつ新潟大学医歯学総合病院、新潟市民病院、長岡赤十字病院の3つの施設で対応せざるを得ない状況です。今後とも、佐渡島で生起する減圧障害に対して治療態勢をいかに構築するかについて、引き続き様々な観点から検討を進めてゆく必要があると考えております。

本訓練終了後、佐渡市消防本部において潜水事故対処のフローを検討して頂き、管轄署との調整されたものを頂きましたので、資料を添付いたしました。

最後に、本訓練を計画・調整して実行された株式会社ソニック、千尋海洋技術株式会社のご担当の方々には大変お世話になりました。佐渡市消防本部、佐渡海上保安署、佐渡再圧タンク協会の方々には現地の訓練・検討会にご参加いただきありがとうございました。また、直前の調整にも拘わらずWeb会議にご参加いただき貴重なご意見をいただきました佐渡総合病院、鹿児島県立大島病院、市立釧路総合病院をはじめ多くの施設・機関の方々には厚く御礼申し上げます。

2021年11月10日

日本高気圧環境・潜水医学会

減圧障害対策委員会委員長 鈴木信哉

訓練状況

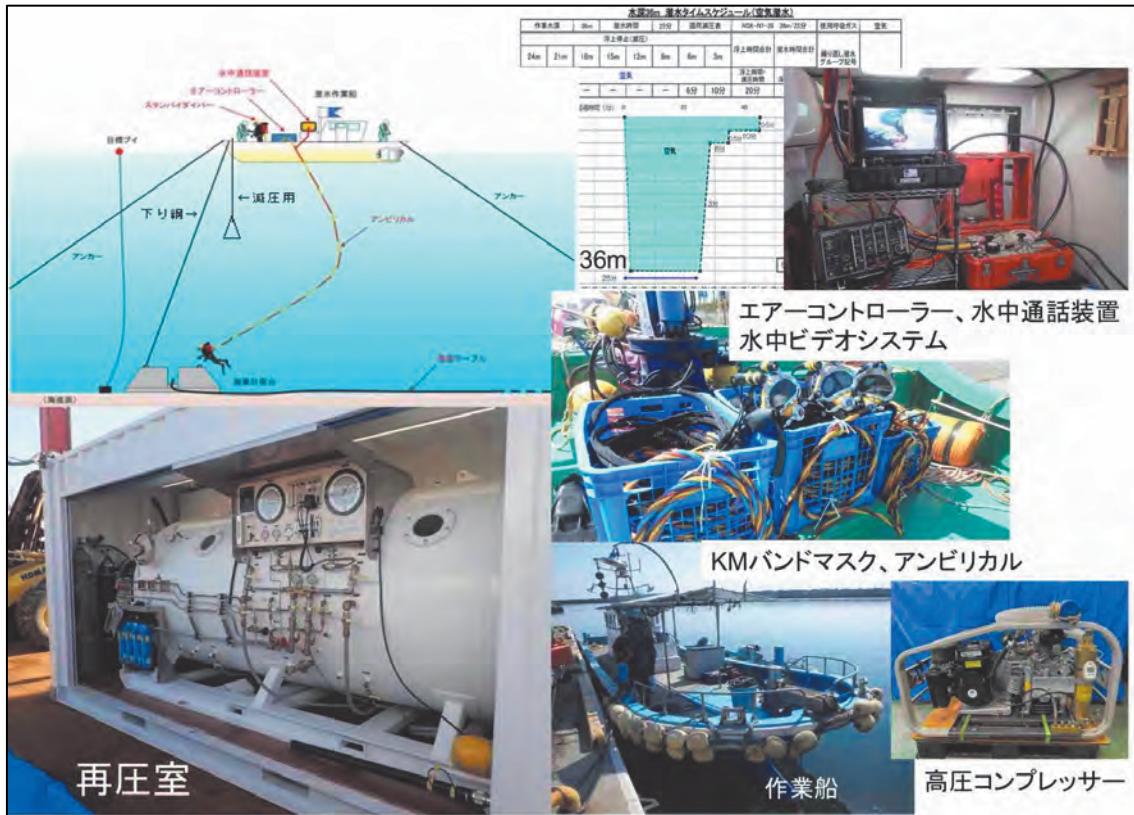
潜水障害オンライン医療支援 シミュレーション訓練

再圧治療施設のない佐渡島で減圧障害を疑う事例を想定
潜水作業を管理している産業医がオンラインの問診により現場
に設置の再圧室で再圧治療を行う検証

- 再圧室は作業船に搭載できないため漁港に設置
- 潜水作業深度36m、滞底時間27分、水上送気式潜水

2021.10.13実施





潜水作業内容と潜水機材



岸壁に設置した再圧室



潜水作業船



被災者が作業船から再圧室設置場所まで移動



Zoom による緊急 Web 会議を開いて潜水医学専門の産業医が被災者を問診



血圧測定 潜水管理責任者から潜水状況を聴取



減圧症と判断し再圧室による再圧治療のため被災者が移動



再圧室の副室を経て主室へ移動



再圧室による減圧症の再圧治療開始



産業医から救急隊員への状況報告と搬送中の指示伝達



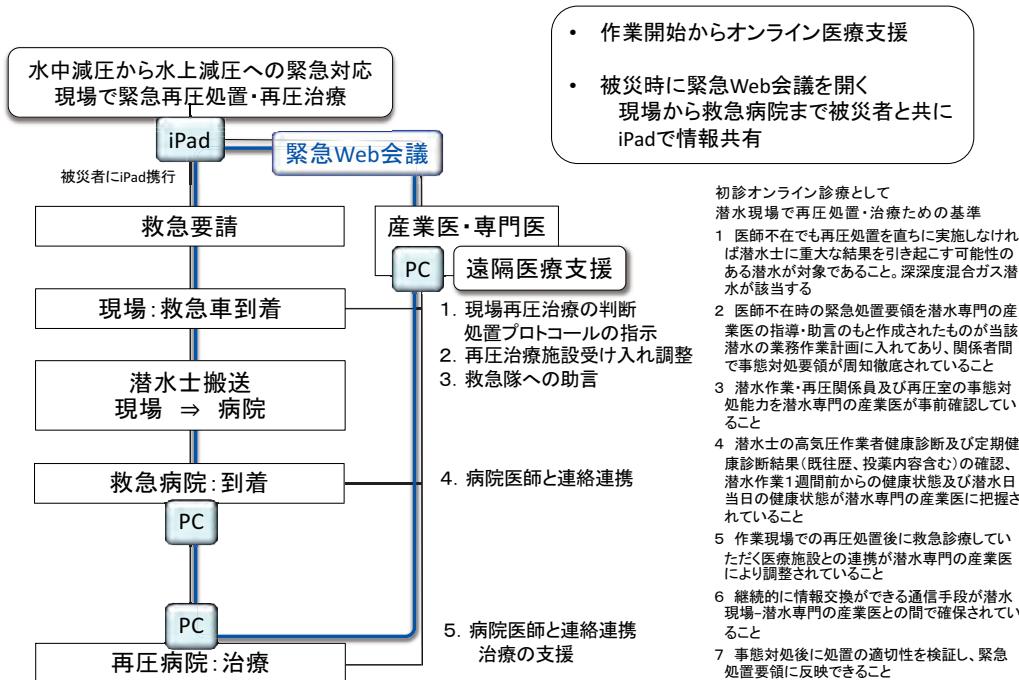
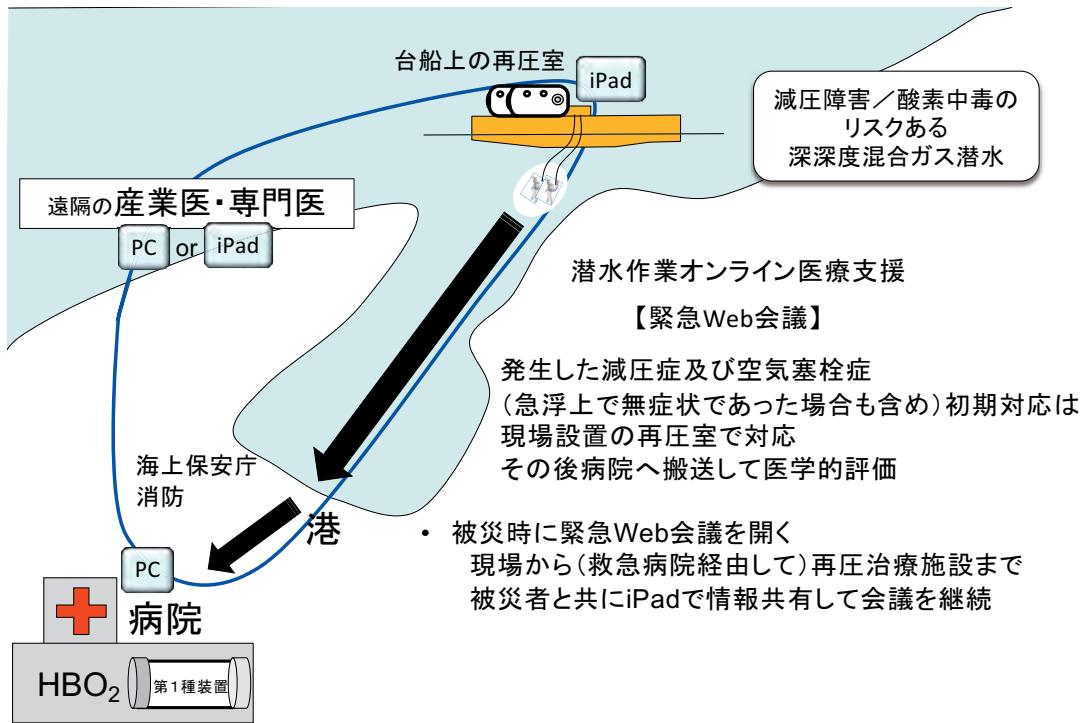
ZoomWeb 会議による事後検討会

資料 佐渡市消防本部：潜水事故対処フロー

R3.11.1



潜水作業オンライン医療支援イメージ図



潜水・潜函作業に伴う障害

症例集

日本高気圧環境・潜水医学会
減圧障害対策委員会 監修

1

症例集

No	症例	診断名1	診断名2	キーワード						
1	50代 男性 潜函工	減圧症		大理石斑 動脈ガス塞栓症	重症度把握 水中酸素減圧	血圧と輸液 意識消失	肺酸素中毒 ドクヘリ搬送	酸素中毒対処 再圧治療	不適切な再圧 バディ潜水	発症要因 水上送気式潜水
2	30代 男性 潜水士	脳酸素中毒	動脈ガス塞栓症							治療開始遅延
3	40代 男性 潜水士	脳酸素中毒	動脈ガス塞栓症	意識消失	混合ガス潜水	呼吸ガス切り替え	窒素麻酔	急浮上	ダイバー揚収	再圧室設置基準
4	40代 男性 潜水士	低酸素症	動脈ガス塞栓症	意識消失	離脱効果	酸素減圧	ガス切り替え	バディ潜水		
5	40代 男性 潜水士	動脈ガス塞栓症	溺水	意識消失	残圧0	水深9m	スクーバ	単独潜水		
6	40代 男性 潜水士	脳酸素中毒	空気塞栓症	炭酸ガス蓄積 意識消失	視野狭窄、 制御範囲 とリスク		酸素中毒 発症要因			
7	50代 男性 インストラクター	浸漬性肺水腫	肺過膨張症候群	僧帽弁閉鎖不全	酸素需要増	呼吸不全進行	発症3日後の再圧	治療戦略	血管内皮細胞障害	
8	60代 男性 潜水士	空気塞栓症		右左シャント	窒素負荷量	第1種装置対応	応急対処	施設間連携	ヘリ搬送	治療戦略
9	50代 男性 潜水士	肥大型心筋症	浸漬性肺水腫	低酸素血症	急性冠症候群	高血圧	動脈ガス塞栓 気腫性肺囊胞	冠動脈狭窄	健康診断	
10	70代 男性 採貝漁師	ヘルメット・スキーズ	動脈ガス塞栓症	軟式潜水	逆止弁	ドライスーツ・スキーズ	窒息	気道閉塞	肺胞腔内圧上昇	呼吸停止

2

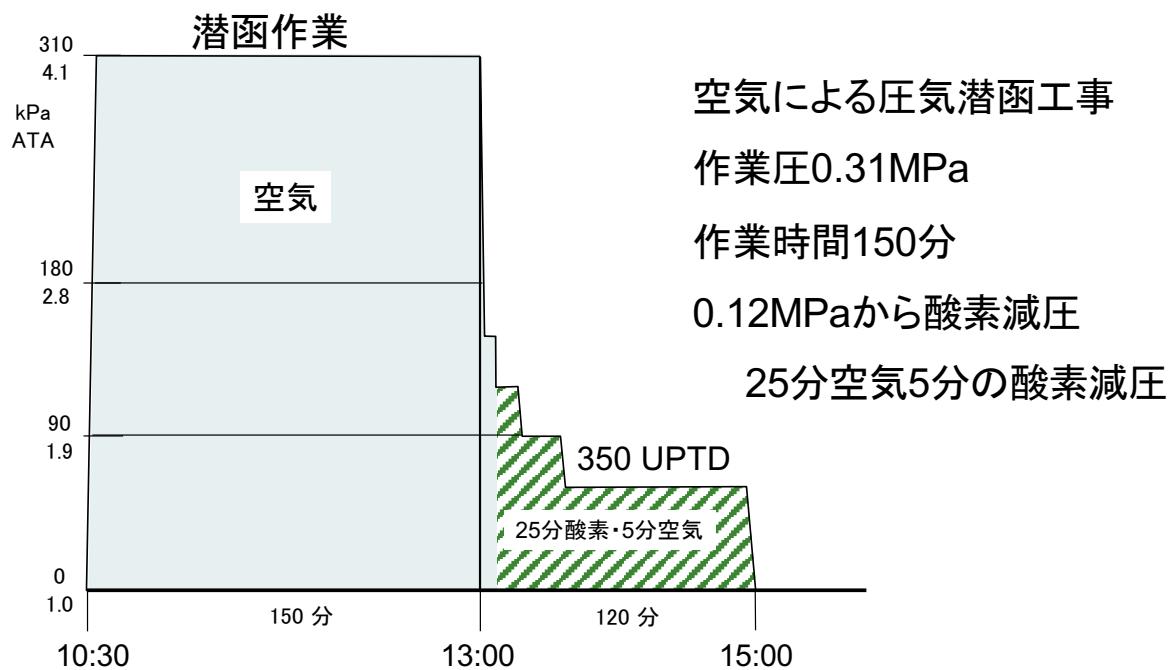
症例1

50代 男性 潜函工

3

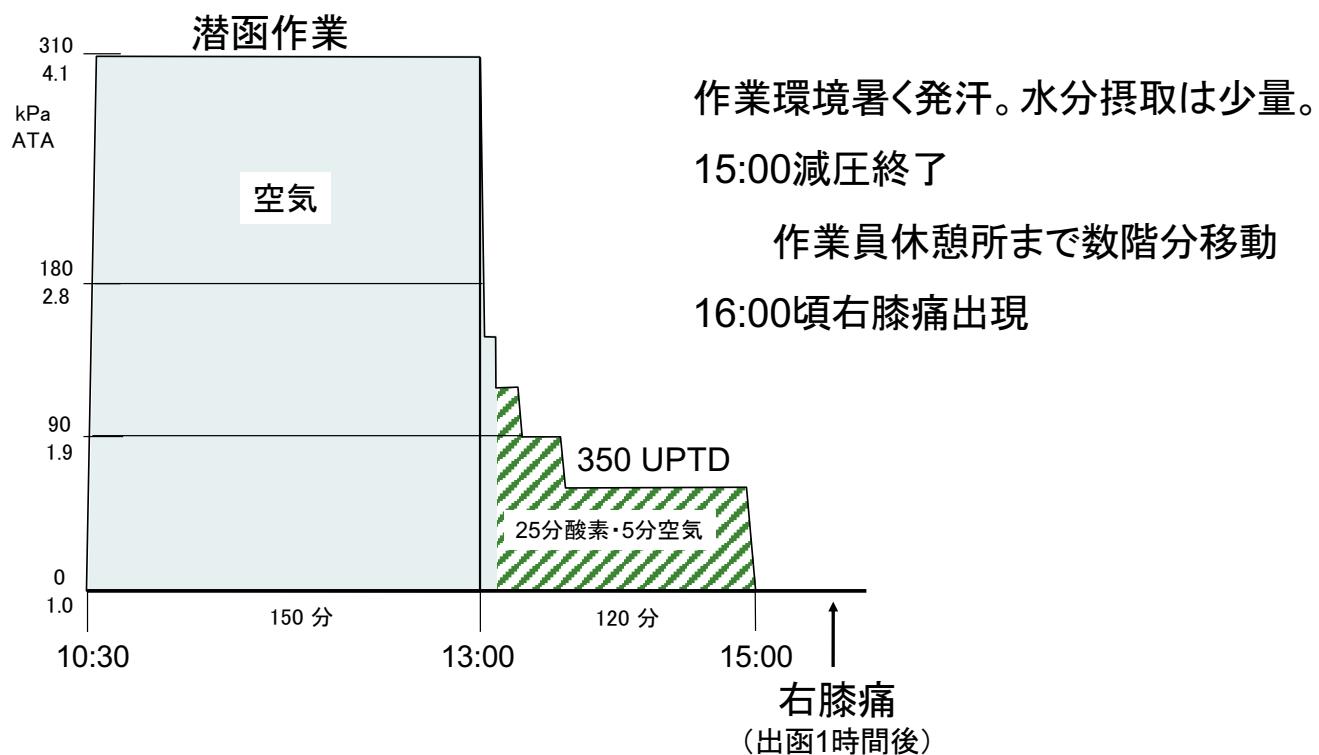
【症例1 50歳代 男性 圧気潜函工事作業員】

3日前と前日にも同じ圧気作業(作業圧0.31MPa、作業時間150分)に従事



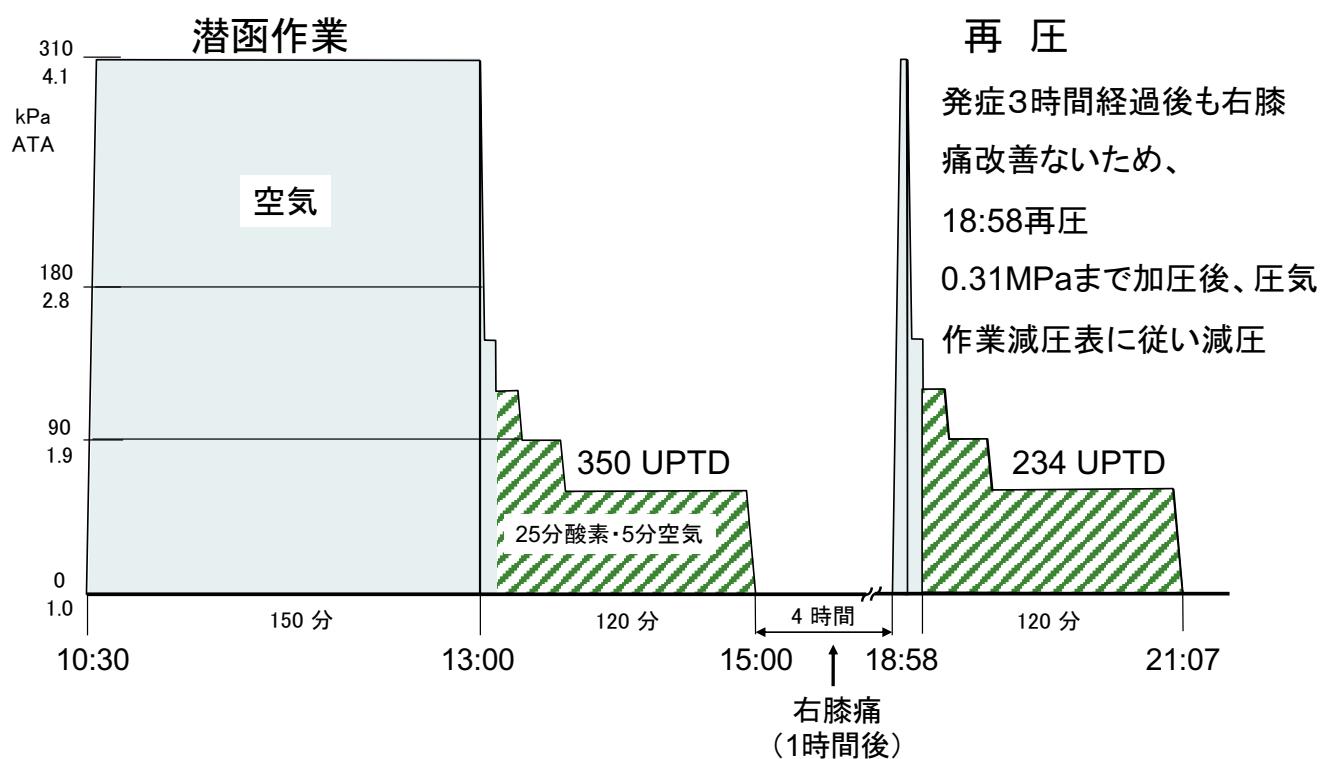
4

【症例1 50歳代 男性 圧気潜函工事作業員】



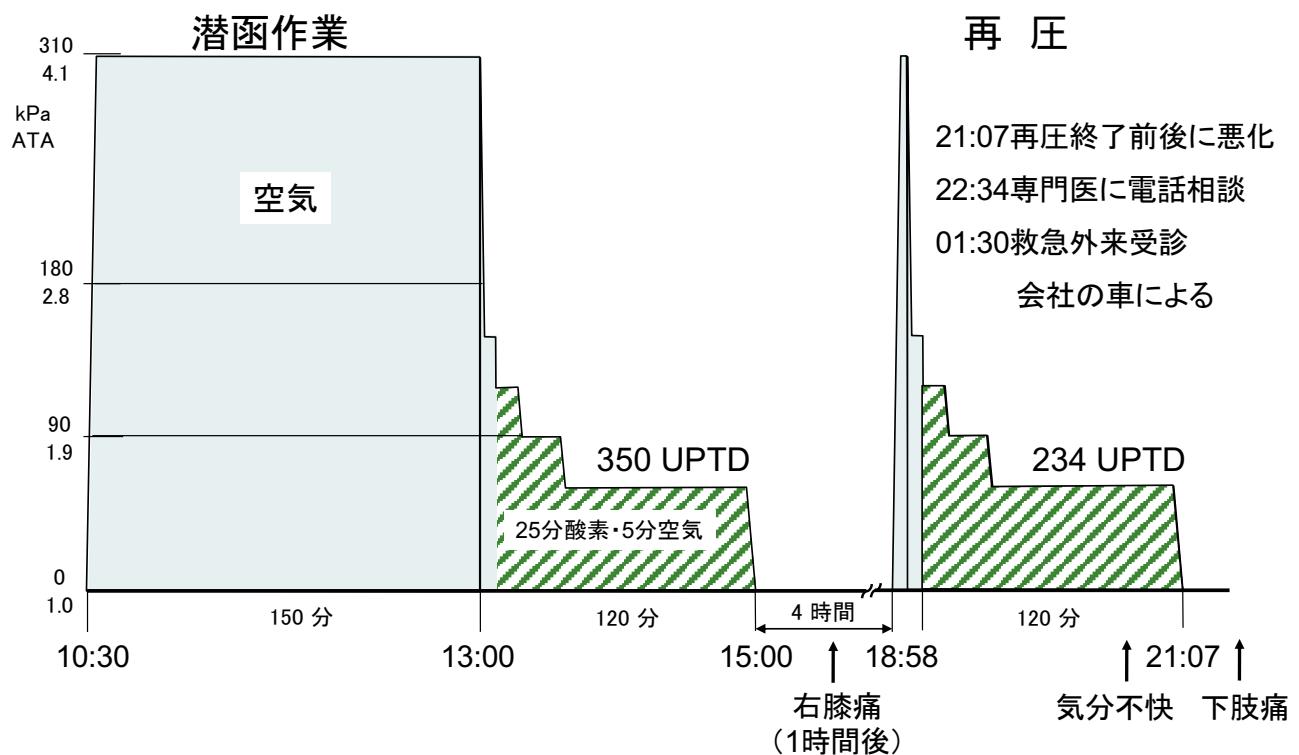
5

【症例1 50歳代 男性 圧気潜函工事作業員】



6

【症例1 50歳代 男性 圧気潜函工事作業員】



7

【症例1 50歳代 男性 圧気潜函工事作業員】

問題点リスト：病院到着前

- 0.31MPa, 150分: 長時間の曝露
- 酸素減圧
- 再圧後も下肢痛
- 産業医不在
- 医療機関への連絡
 - 遅延
 - 症状・状態の伝達
 - 搬送手段

8

【症例1 50歳代 男性 圧気潜函工事作業員】

救急外来初診時 診察・検査所見

主訴：両下腿痛 腹部のぴりぴりした痛み

既往歴：減圧症なし、高血圧

身長174cm、体重92kg、血圧110/62mmHg、脈拍60、呼吸16、

SaO₂96%（室内空気）、体温37.0°C、貧血（-）、黄疸（-）、口腔咽頭所見（-）、

頸静脈怒張（-）、呼吸音：清、心音：整、腹部：圧痛（-）、

大理石斑：腹部・右大腿部、腱反射正常、触覚・痛覚異常（-）、眼振（-）、

ロンベルグ徵候：陰性、反復拮抗運動障害（-）、

9

【症例1 50歳代 男性 圧気潜函工事作業員】

問題点リスト

- 過大な窒素ガス負荷
 - 脱水：作業中の発汗 飲水不足
 - 肥満 BMI 30.4
 - 減圧終了後の階段昇降
 - 再圧後に病状進展
 - 膝痛→両下肢痛
 - 気分不快
 - **大理石斑**
 - 再圧終了から4時間半
-
- 外来診察で判明
 - 病院到着前
 - 情報不足
 - 情報不確実
 - 治療開始の遅れ

10

109

【症例1 50歳代 男性 圧気潜函工事作業員】

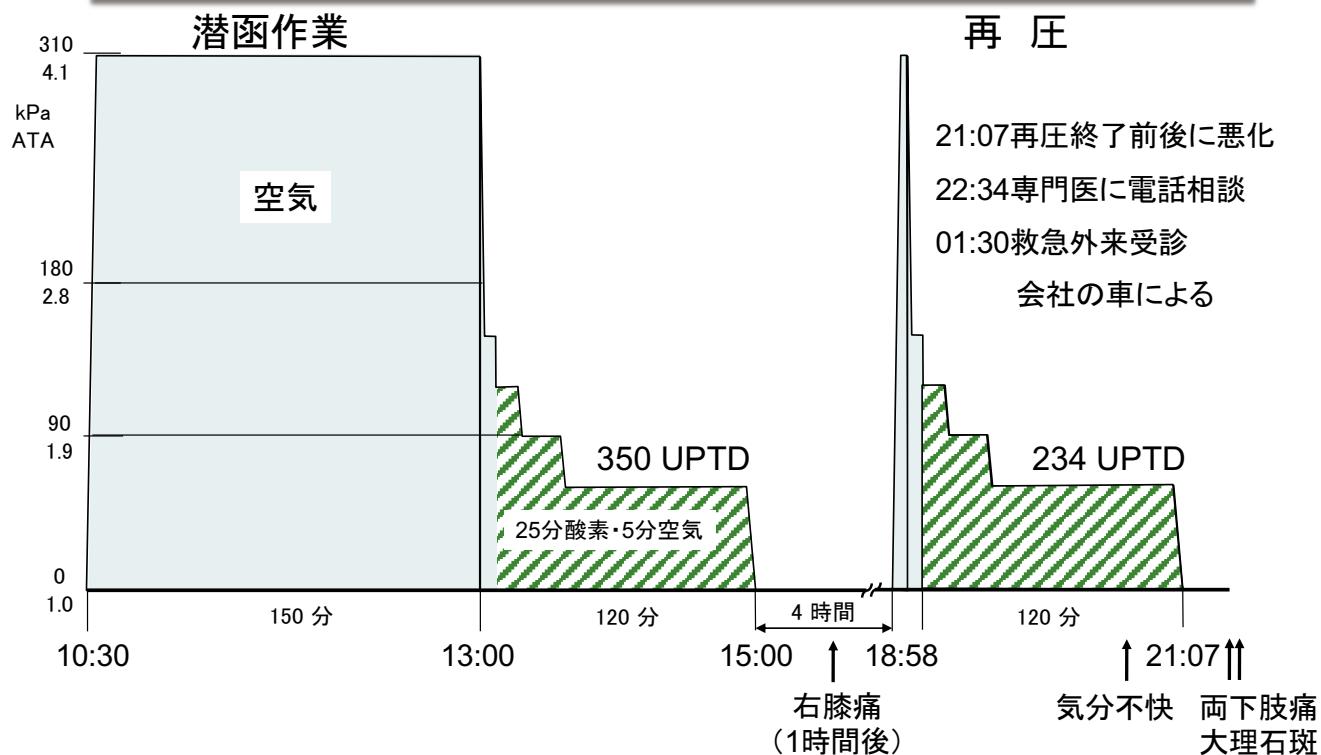
問題点リスト

- 過大な窒素ガス負荷
 - 脱水：作業中の発汗 飲水不足
 - 肥満 BMI 30.4
 - 減圧終了後の階段昇降
- 発症要因
-
- 再圧後に病状進展
 - 膝痛→両下肢痛
 - 気分不快
 - 大理石斑
- 不適切な再圧
-
- 再圧終了から4時間半
- 治療開始の遅れ

11

【症例1 50歳代 男性 圧気潜函工事作業員】

0.31MPa 150分の潜函作業後に発症し、不適切な再圧にて重症化



12

110

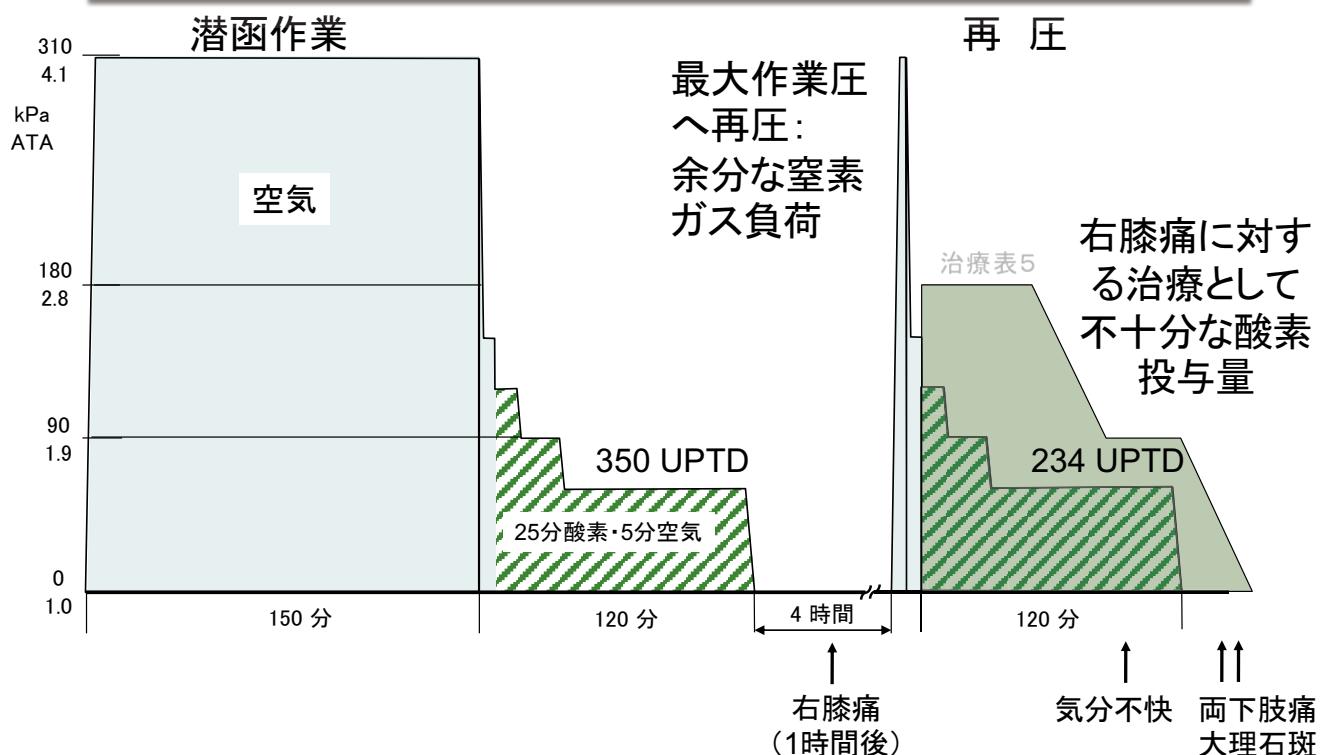
減圧症の重症化

発症例に対する不適切な再圧 治療開始の遅れ

13

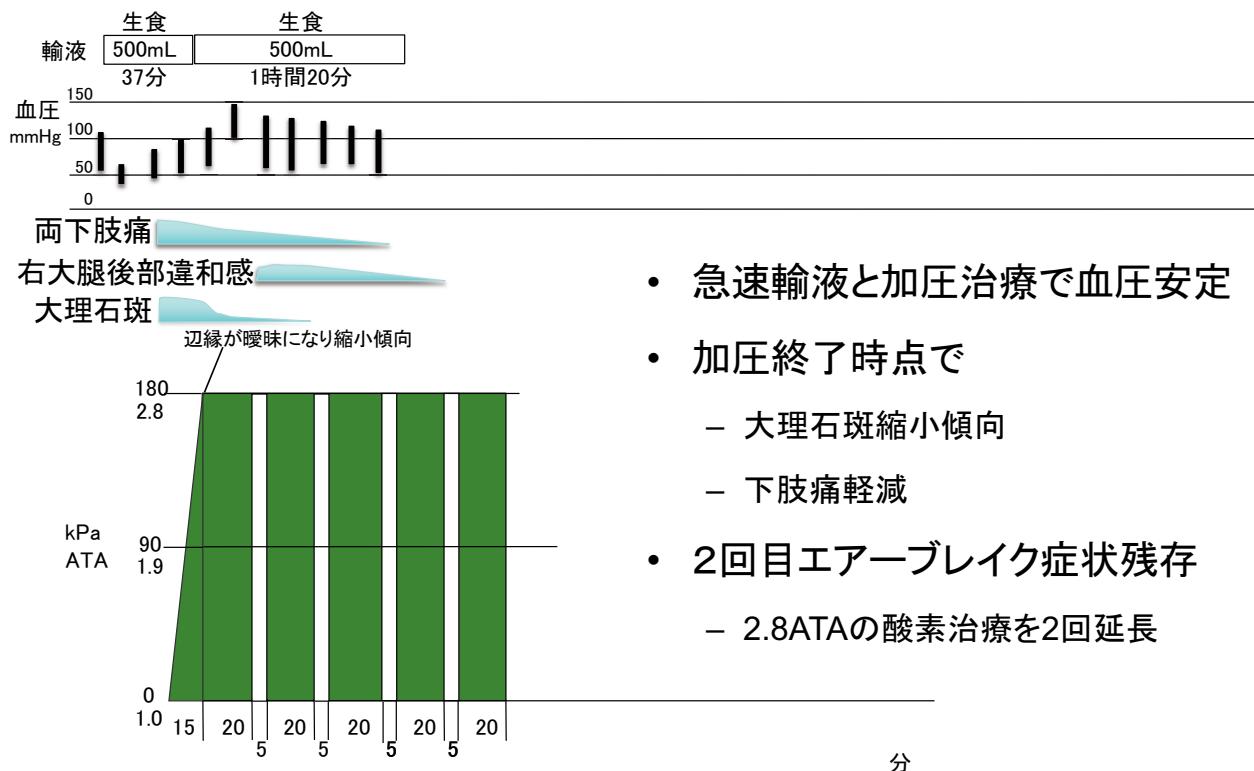
【症例1 50歳代 男性 圧気潜函工事作業員】

0.31MPa 150分の潜函作業後に発症し、不適切な再圧にて重症化



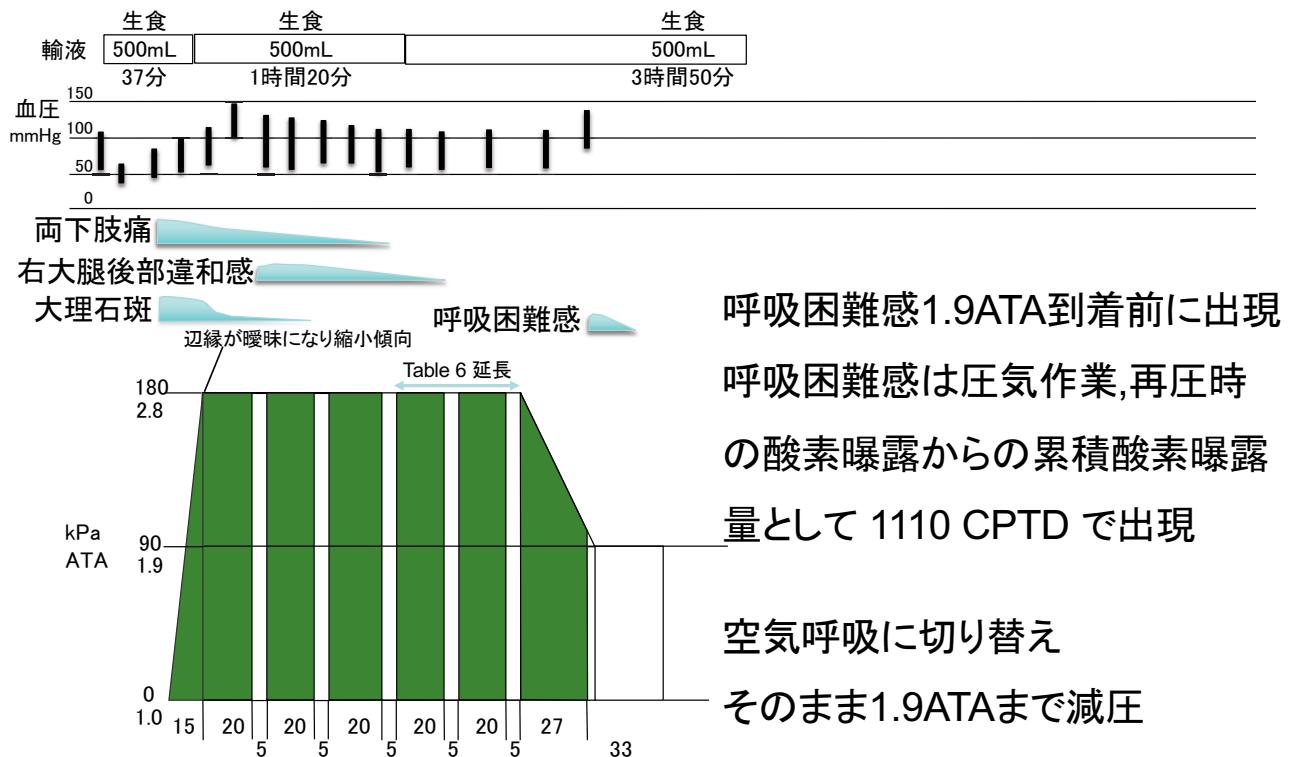
14

【症例1 50歳代 男性 圧気潜函工事作業員】
減圧症に対して再圧治療

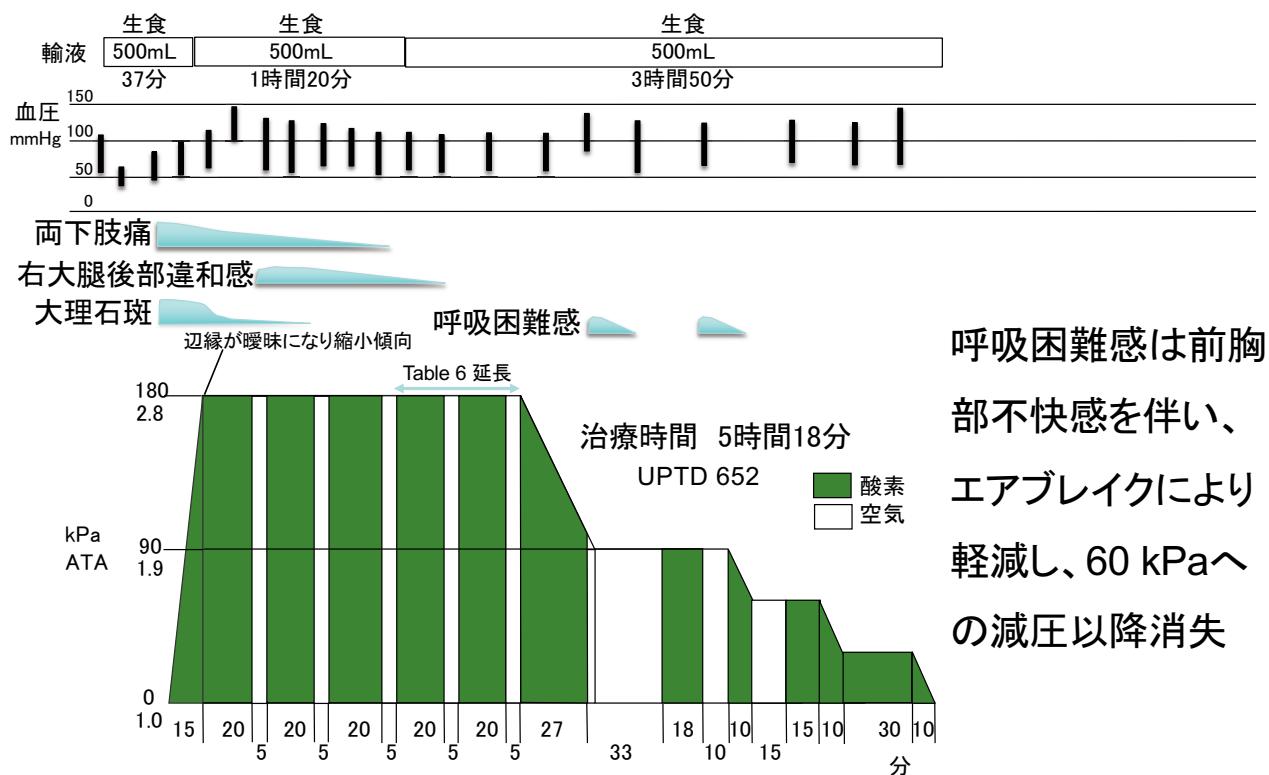


15

【症例1 50歳代 男性 圧気潜函工事作業員】
再圧治療による臨床経過



【症例1 50歳代 男性 圧気潜函工事作業員】
再圧治療による臨床経過



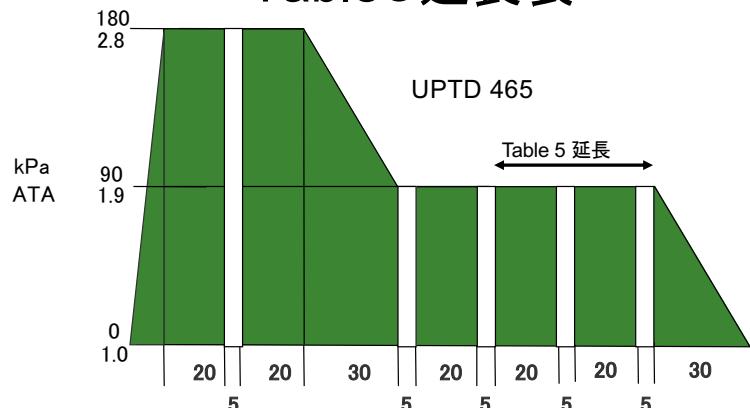
【症例1 50歳代 男性 圧気潜函工事作業員】

第2病日

- 呼吸循環状態改善
- 右大腿後部若干の違和感のみ

第3病日

Table5延長表



- 前治療終了26時間後に2回目の再圧治療
- 酸素中毒に配慮
- 治療後症状消失
- 第4病日症状消失を確認して退院

19

【症例1 50歳代 男性 圧気潜函工事作業員】

症例1の特徴

- 過大な窒素負荷の後の酸素減圧
- 脱水、肥満、減圧後階段昇降が誘引
- 不適切な再圧による増悪
- 治療開始遅延による重症化
- 血圧低下と補液
- 高気圧酸素治療中の肺酸素中毒と対処
- 治療後の血圧低下と輸液管理
- 追加治療と酸素中毒

20

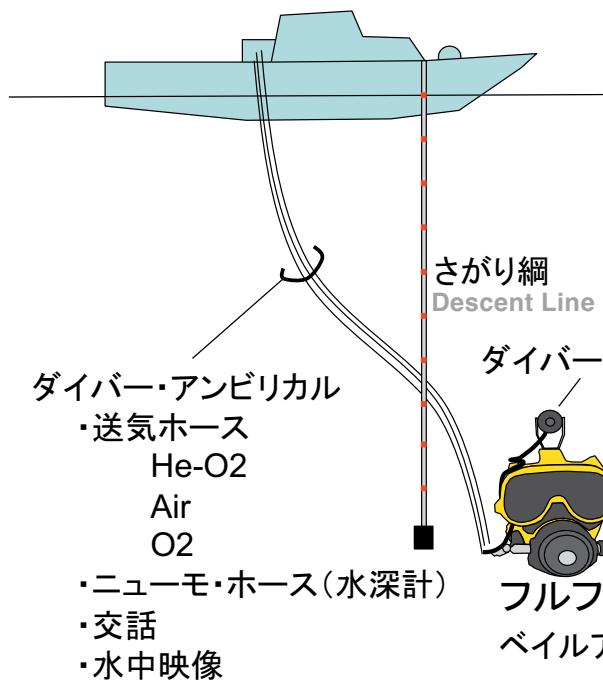
症例2

30代 男性 潜水士

21

【症例2 30歳代 男性 潜水士】 潜水歴12年 800回(主にフーカー式空気潜水)

港外にて水上送気式混合ガス(ヘリウム酸素)潜水を単独で実施



船上には3名配置

- ・潜水分管者: 時間管制、残圧、浮上速度、ガス切り替え・交話
- ・アンビリカル操作員: 水上警戒
- ・スタンバイ・ダイバー: 緊急時対応

最大潜水深度52m

滞底時間19分

気温20°C

水温22°C

ドライスーツ着用

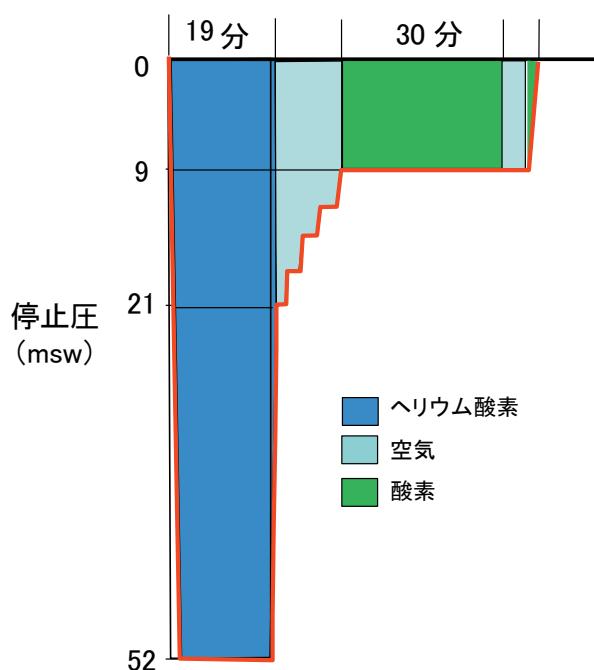
フルフェイス・マスク Full Face Mask

ベイルアウト用(緊急用)ボンベ Emergency Gas Supply

22

【症例2 30歳代 男性 潜水士】

水上送気式混合ガス潜水 最大潜水深度52m 滞底時間19分

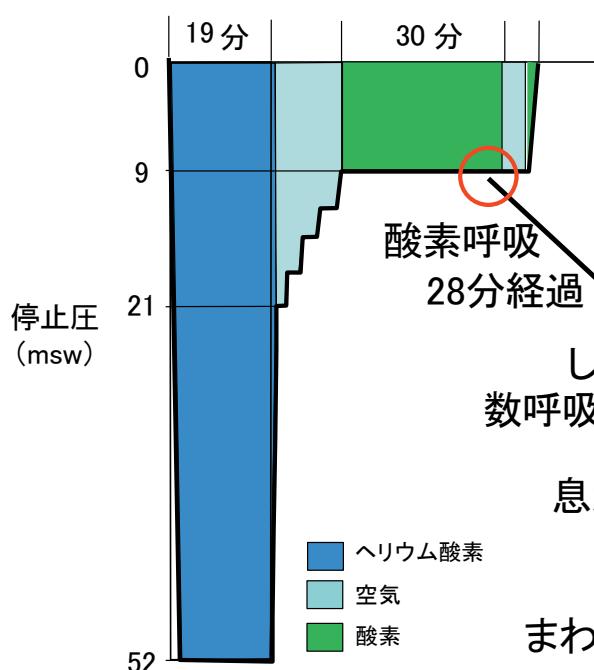


ヘリオックス潜水・水中酸素
減圧表に従い、21m2分、18m3
分、15m3分、12m4分の空気呼
吸に引き続き、9mにて30分間
の予定で酸素減圧を実施した。
減圧深度では潜降索(さがり
綱)を用いて減圧を行った。

23

【症例2 30歳代 男性 潜水士】

水上送気式混合ガス潜水 最大潜水深度52m 滞底時間19分



交話が途絶え
呼吸音が聞こえなくなり } 潜水管理者
問い合わせに返事なし

酸素呼吸
28分経過

しゃっくりのような詰まる感じ
数呼吸に1回(吸気に引っかかる感じ)

息が詰まって吸気できない感じ

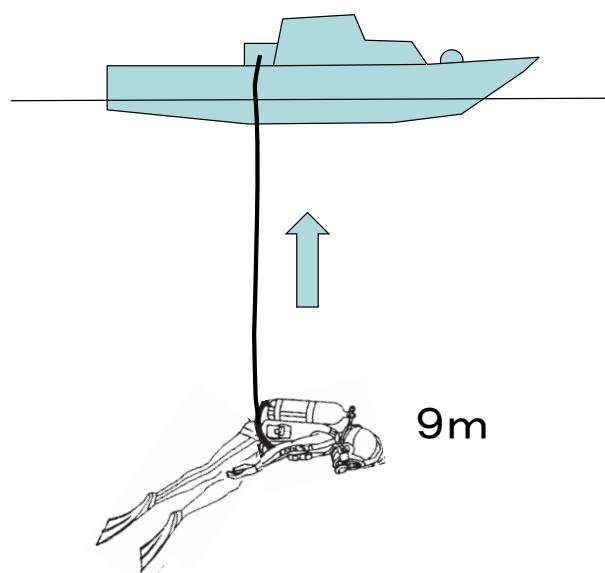
会話がわからなくなる
まわりが回る感じ(意識消失前)

ダイバー

24
116

【症例2 30歳代 男性 潜水士】

水上送気式混合ガス潜水 最大潜水深度52m 滞底時間19分



ダイバーアンビリカルをたぐって
ダイバーを引き上げ(9mから)、
スタンバイダイバーが水面近くで
救助した。

25

【症例2 30歳代 男性 潜水士】

水上送気式混合ガス潜水 最大潜水深度52m 滞底時間19分
9mで酸素減圧中に意識消失 9mから水面へ引き揚げ

水面でマスクを外したところ、口から泡をふいていた。
船上に引き上げ後は意識なく、いびきをかき始め、5
分後に開眼あり、呼びかけには反応せず閉眼した。
港に向かう間、15分後に呼びかけに反応して体動が
あり、その10分後に名前の呼びかけに開眼した。

26

【症例2 30歳代 男性 潜水士】

水上送気式混合ガス潜水 最大潜水深度52m 滞底時間19分
9mで酸素減圧中に意識消失 9mから水面へ引き揚げ

診 斷：

中枢神経系酸素中毒

動脈ガス塞栓症

27

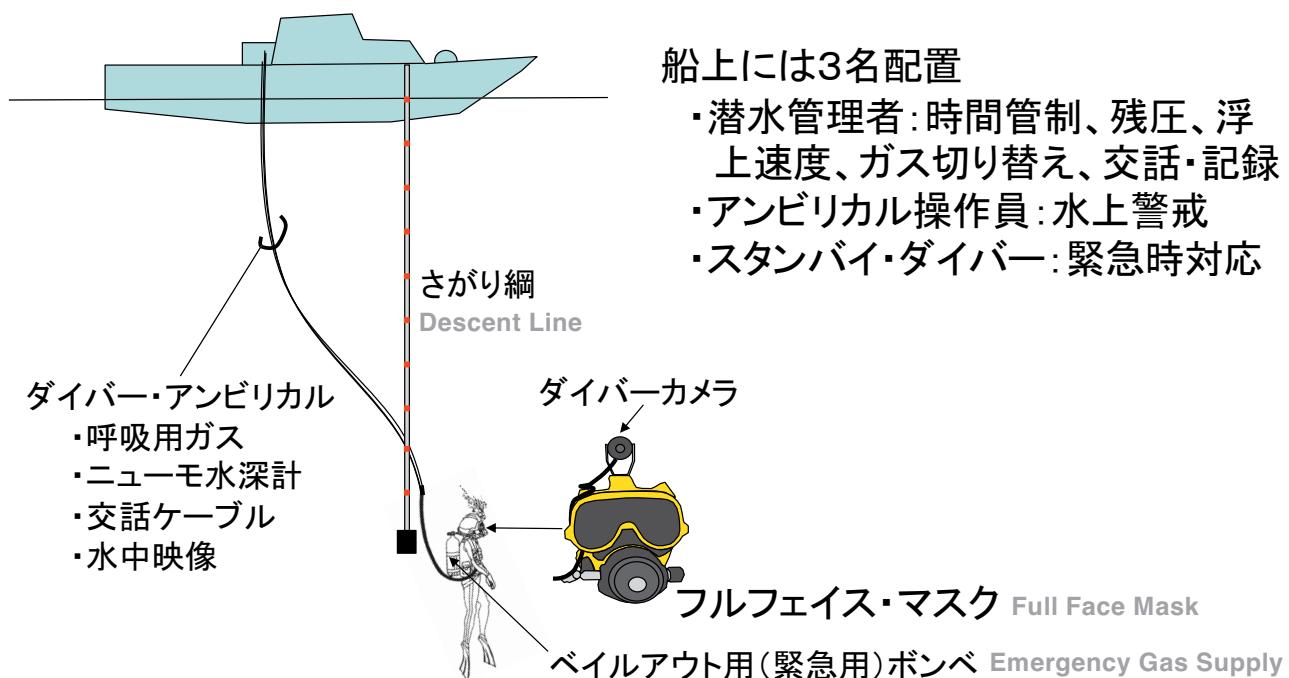
症例3

40代 男性
潜水士

28

【症例3 40歳代 男性 潜水士】 潜水歴24年 初めての混合ガス潜水で前日に続く2回目の潜水

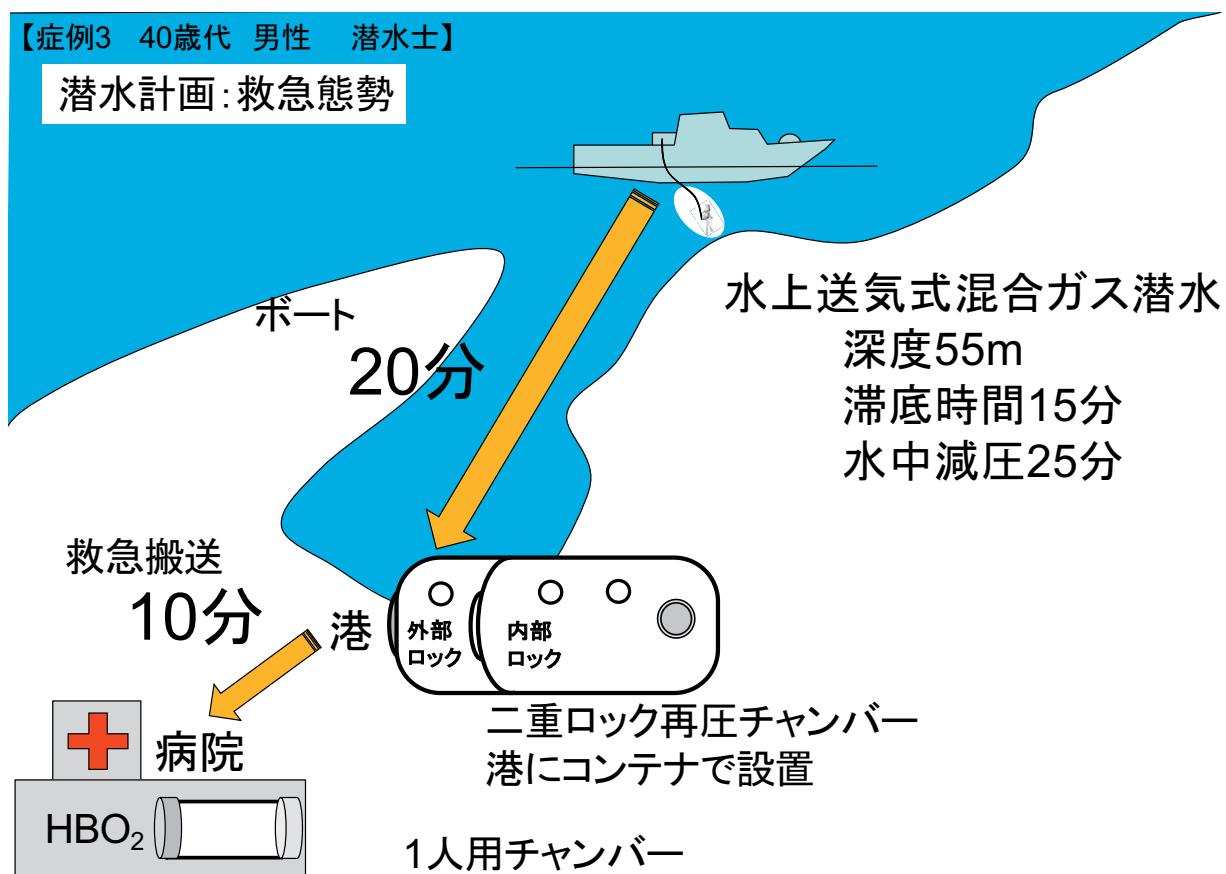
岸壁から20分の港外にて水上送気式混合ガス潜水を単独で実施



29

【症例3 40歳代 男性 潜水士】

潜水計画: 救急態勢



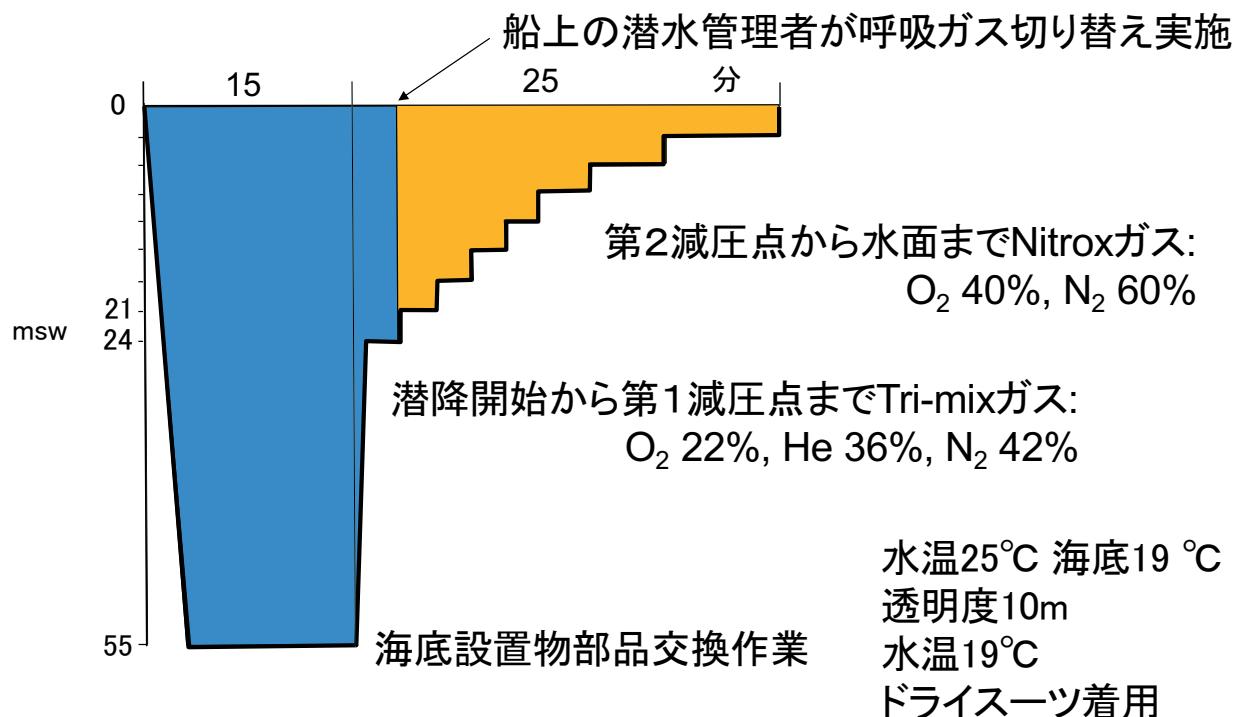
30

119

【症例3 40歳代 男性 潜水士】

潜水計画

水上送気式混合ガス潜水 深度55m 滞底時間15分予定

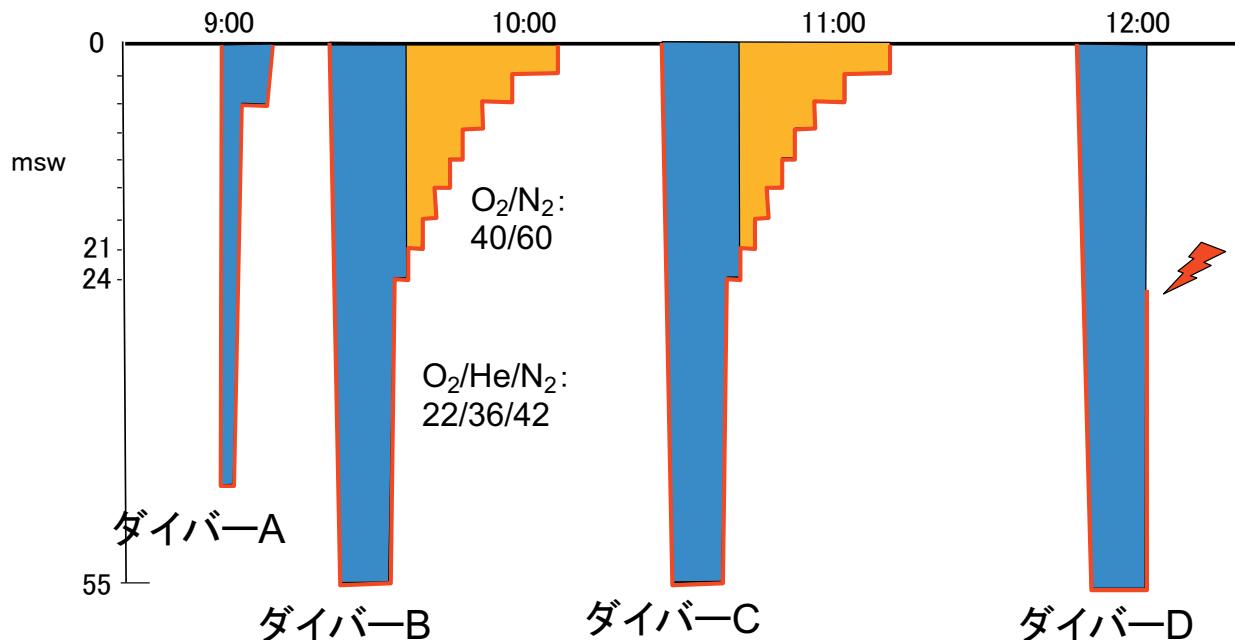


31

【症例3 40歳代 男性 潜水士】

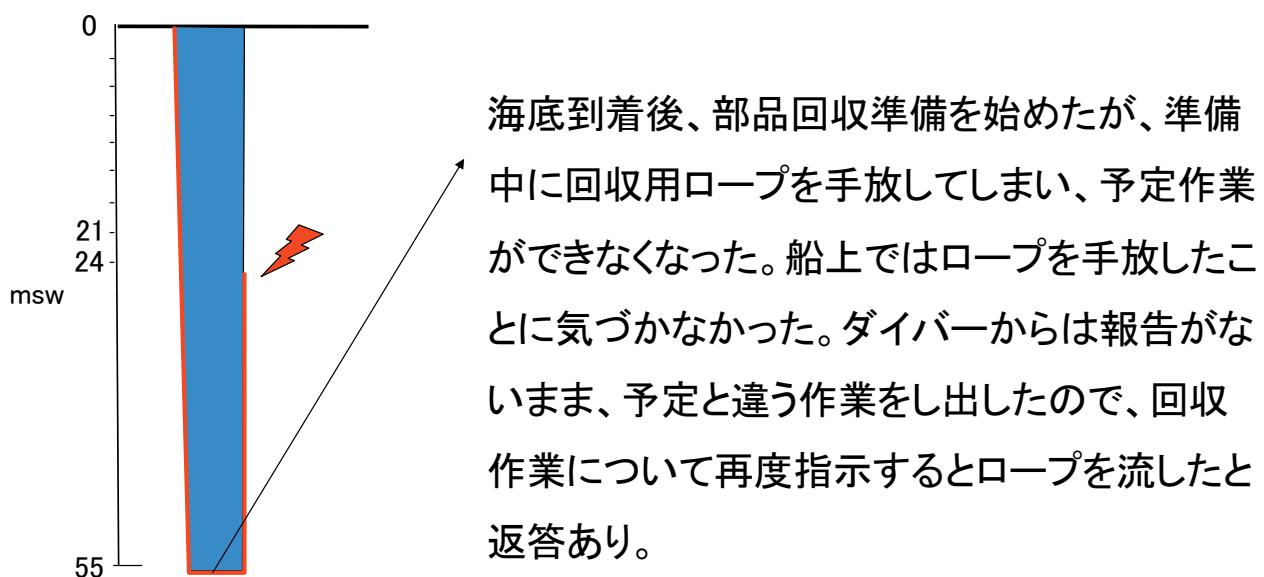
水上送気式混合ガス潜水 深度55m 滞底時間15分

ダイバーAは、耳抜き不良のため潜水中止 ダイバーB,Cは潜水後異常なし
ダイバーDが浮上途中に意識消失



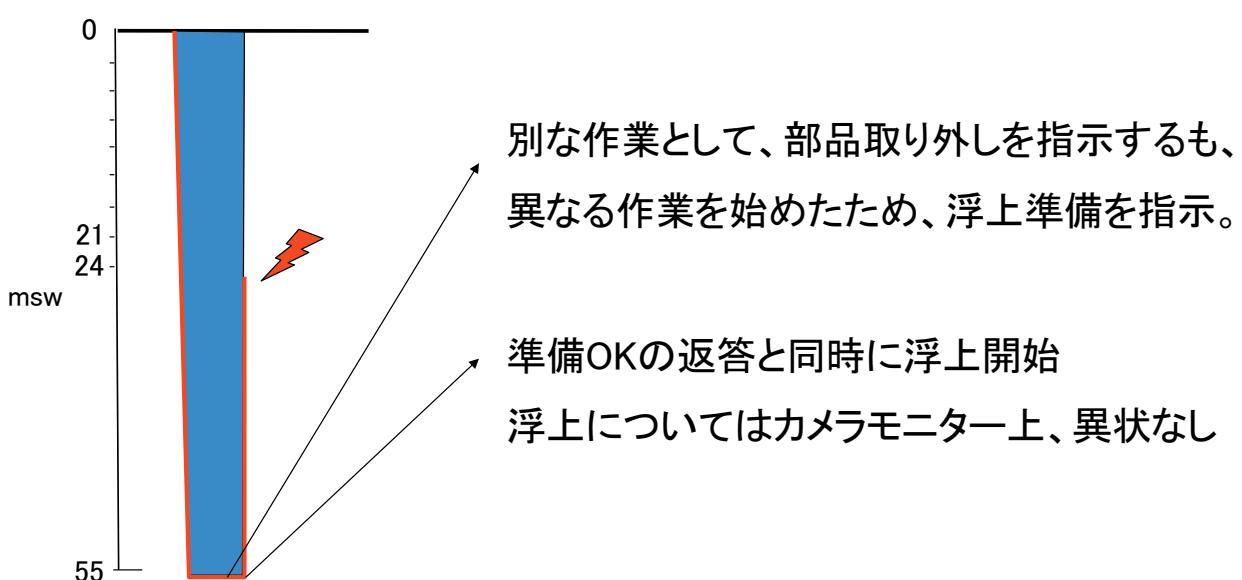
32
120

【症例3 40歳代 男性 潜水士】



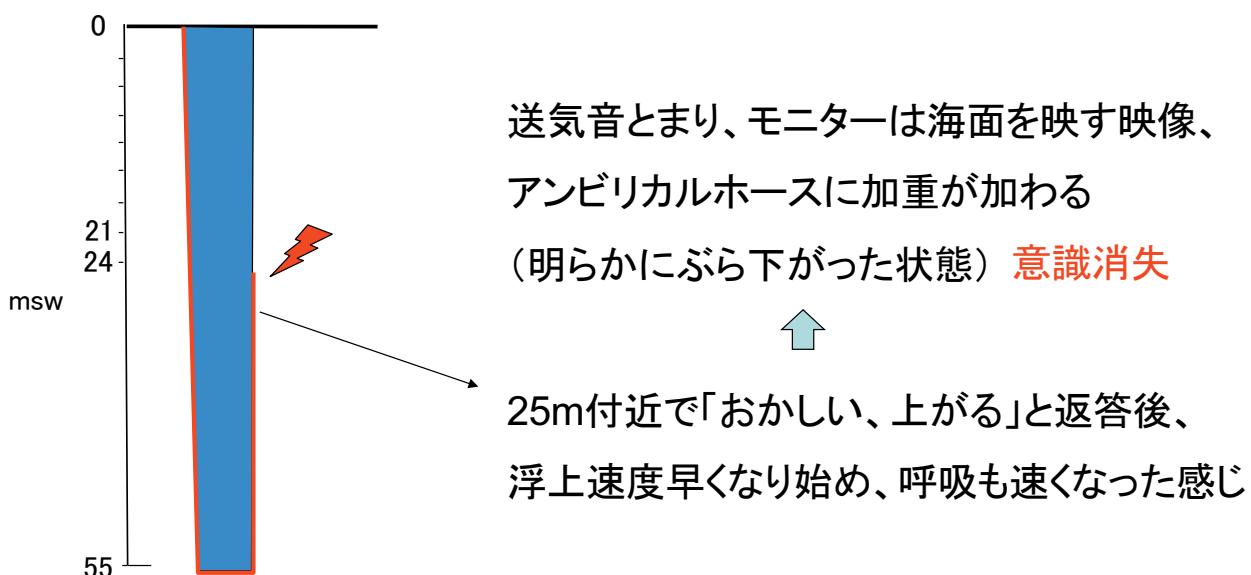
33

【症例3 40歳代 男性 潜水士】



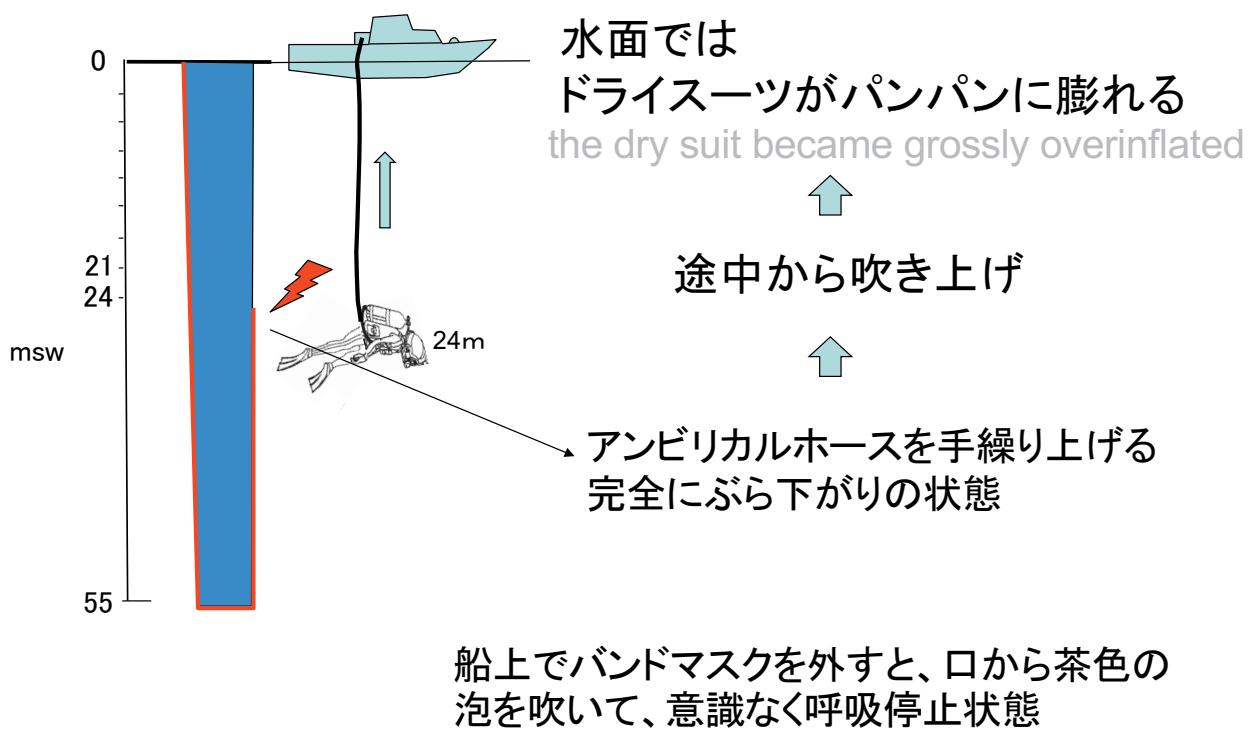
34

【症例3 40歳代 男性 潜水士】



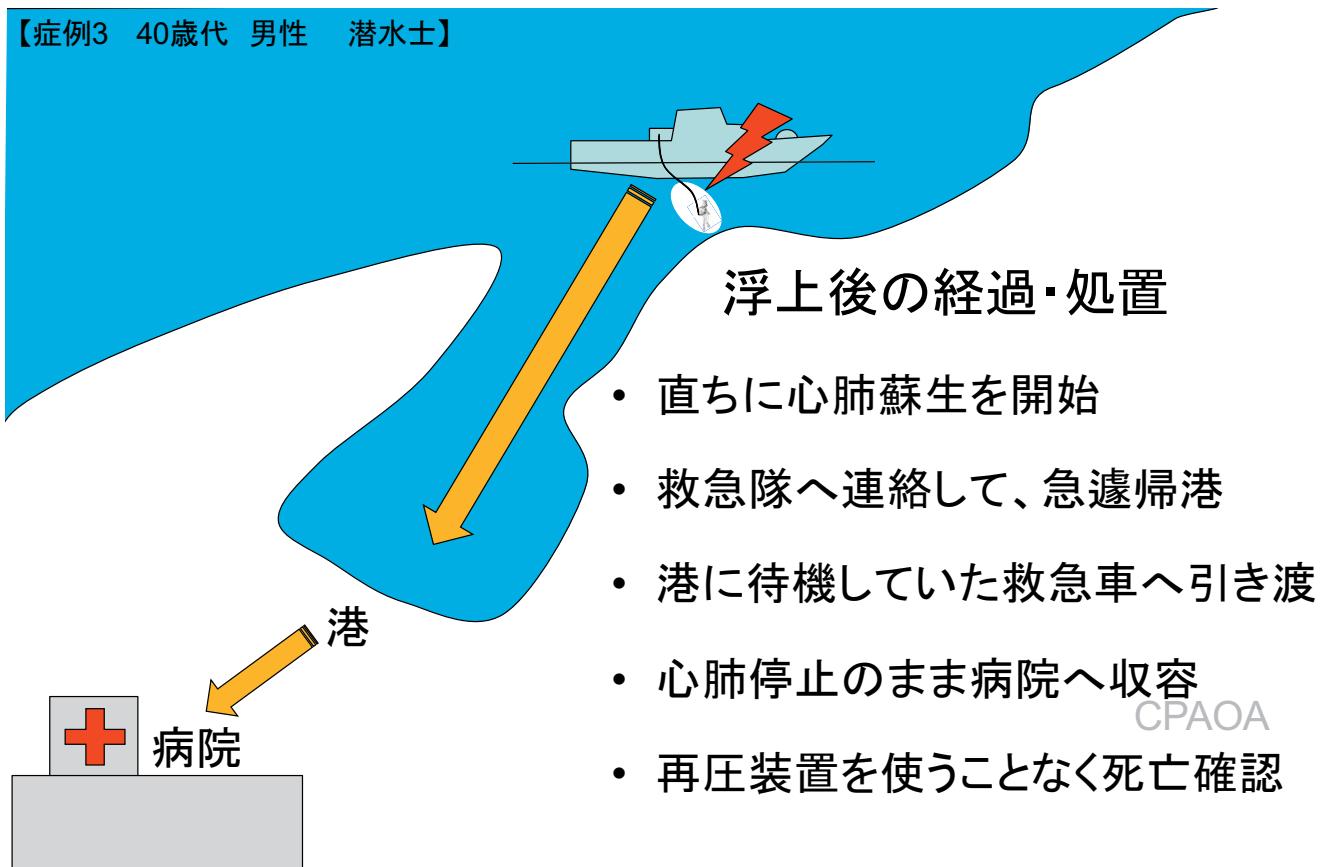
35

【症例3 40歳代 男性 潜水士】



参考 <https://www.youtube.com/watch?v=IMJcFQLsH74>

【症例3 40歳代 男性 潜水士】



37

【症例3 30歳代 男性 潜水士】

症例3の特徴

- 水上送気式混合ガス潜水
- 単独潜水
- 窒素酔いの可能性
- 中枢神経系酸素中毒の可能性
- 24m付近での意識消失
- 呼吸停止中24mからの強制浮上
- Blow upによる動脈ガス塞栓症
- 来院時心肺停止
- 再圧室を潜水現場に設けない深深度潜水

38

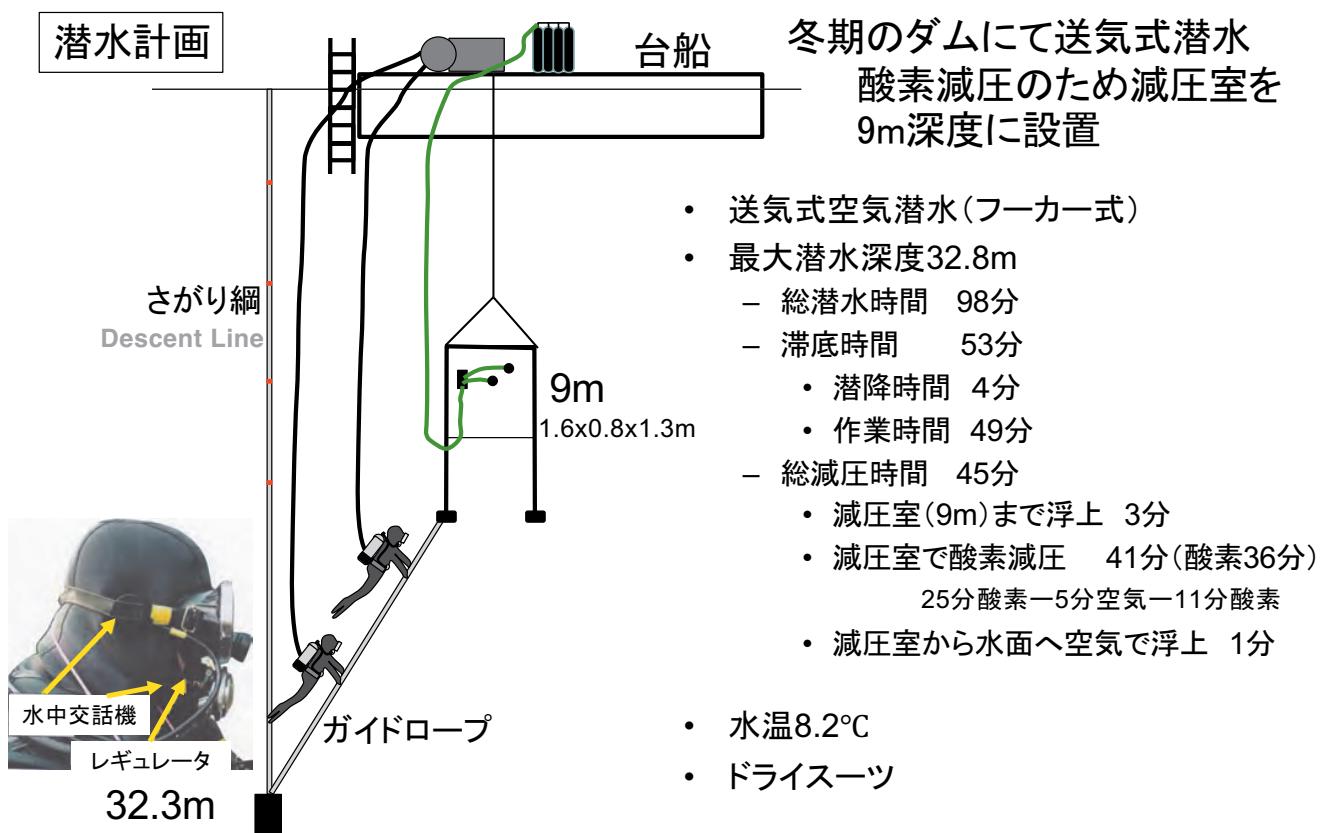
123

症例4

40代 男性 潜水士

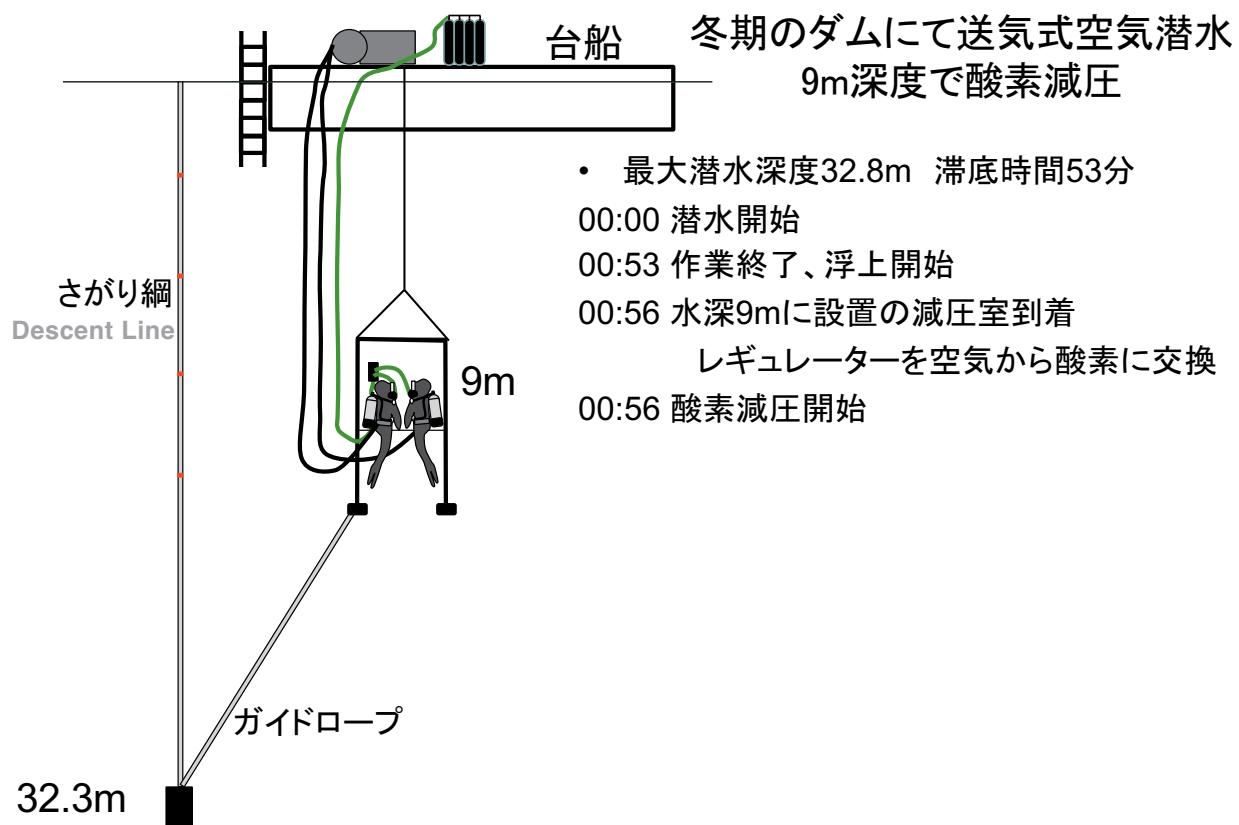
39

【症例4 40歳代 男性 潜水士】



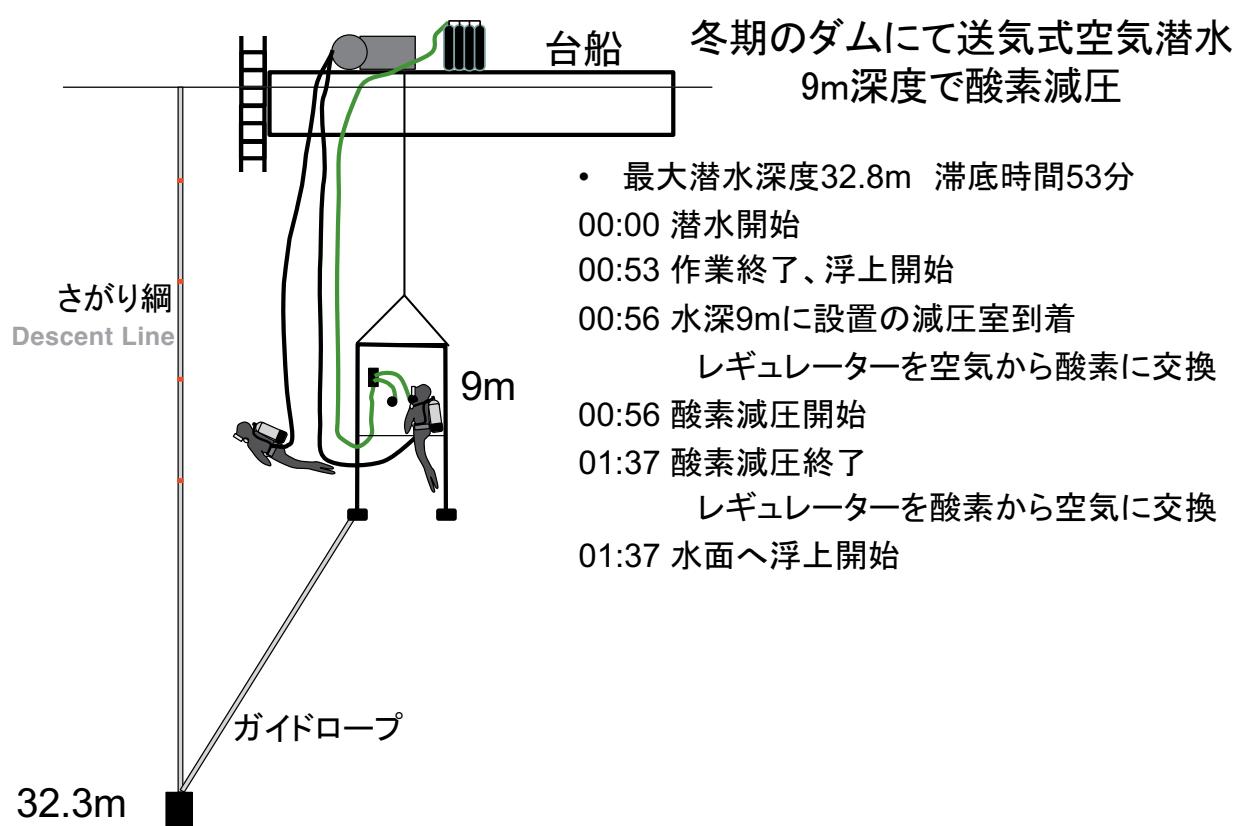
40

【症例4 40歳代 男性 潜水士】



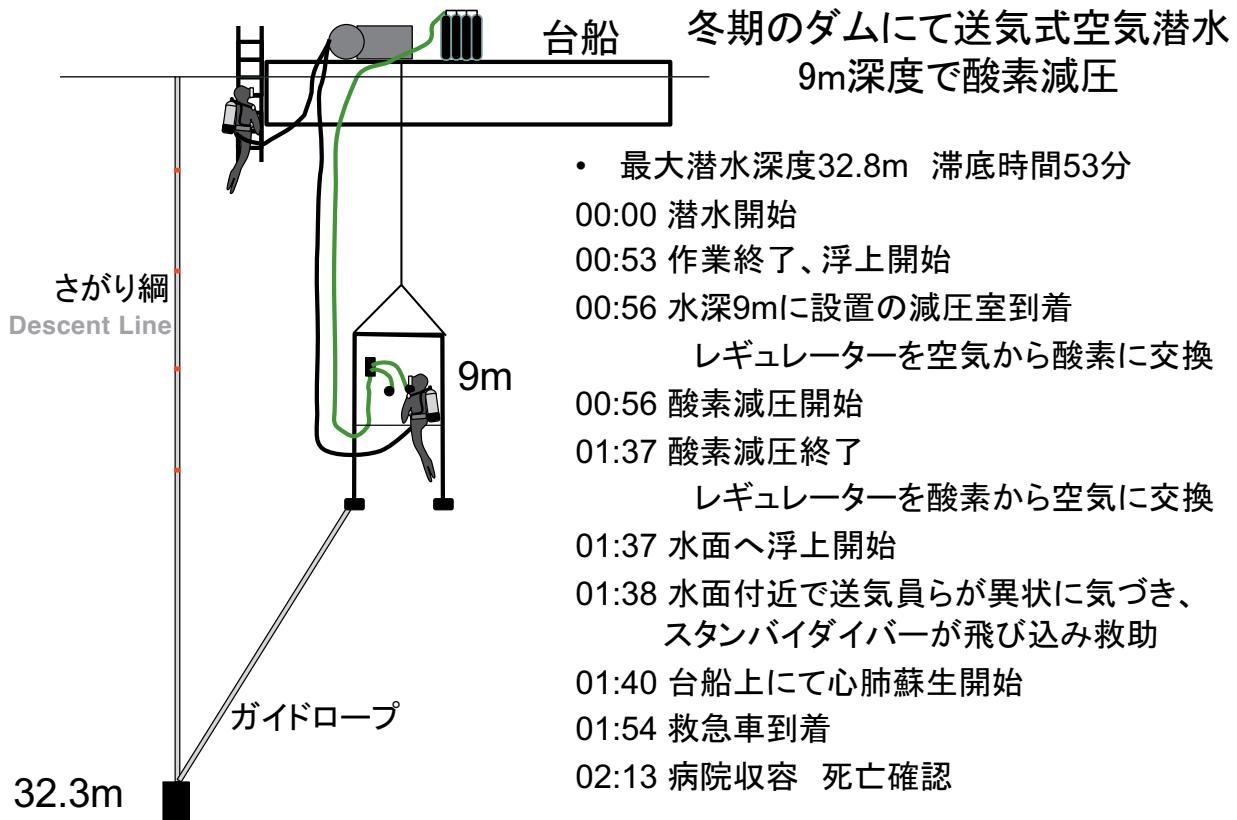
41

【症例4 40歳代 男性 潜水士】



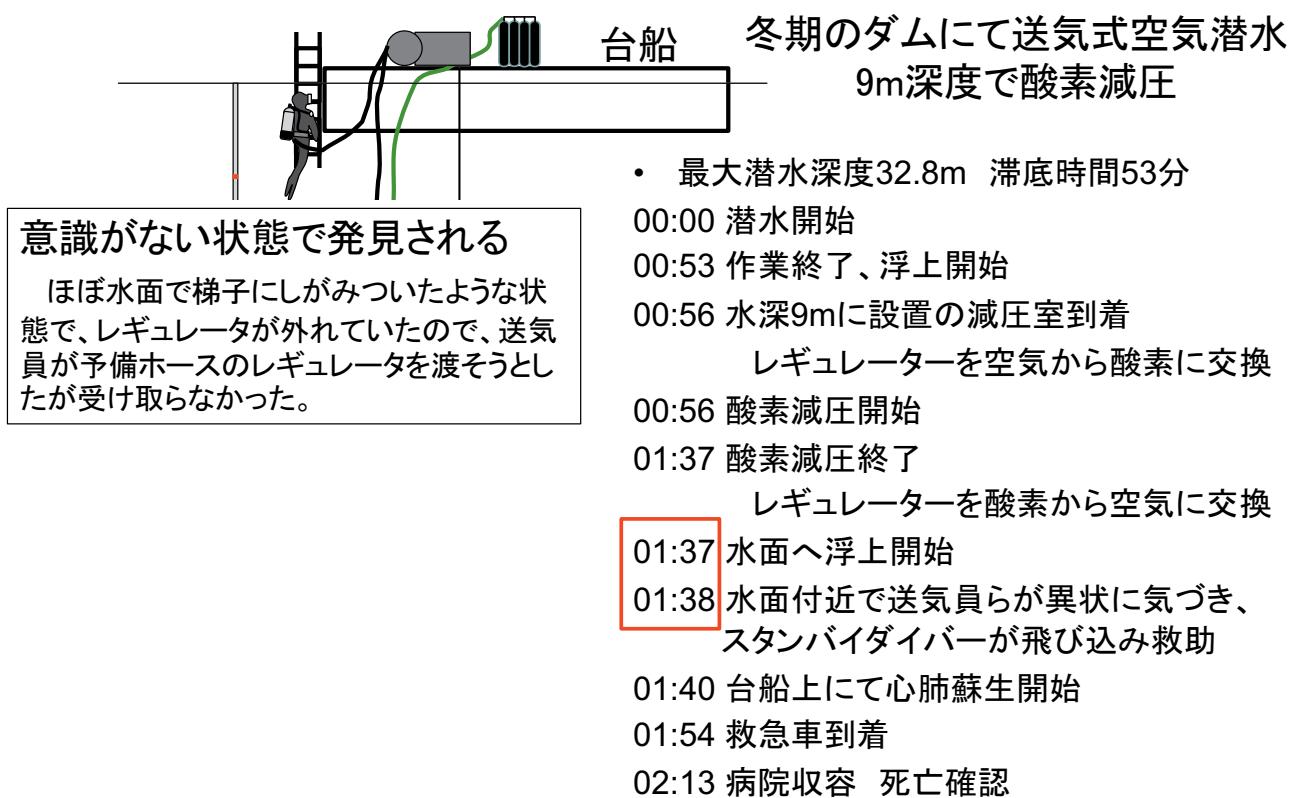
42

【症例4 40歳代 男性 潜水士】



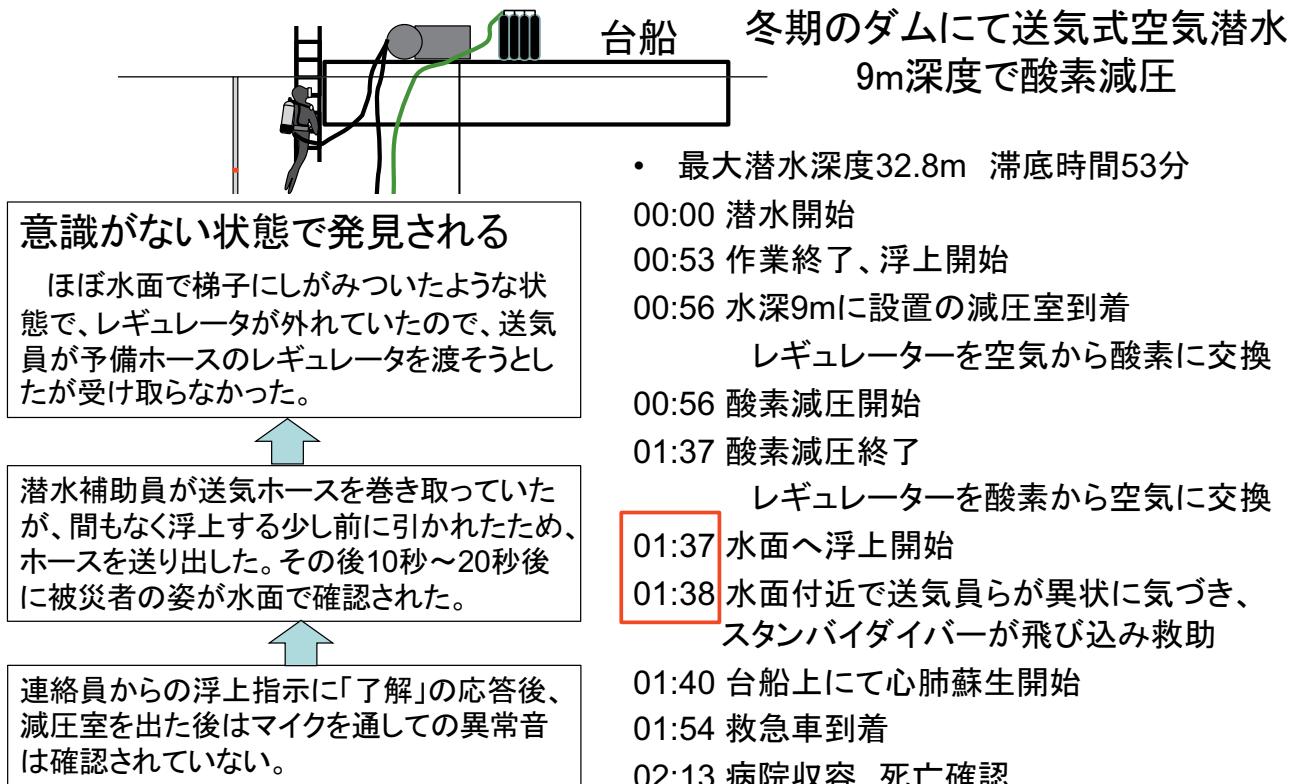
43

【症例4 40歳代 男性 潜水士】



44

【症例4 40歳代 男性 潜水士】



45

【症例4 30歳代 男性 潜水士】

症例4の特徴

- 水上送気式空気潜水
- 9mで酸素減圧後、空気で水面まで浮上
- 9mから水面まで単独浮上中に意識消失
- 酸素離脱効果の可能性
- 動脈ガス塞栓症の可能性
- 現場での再圧処置なし
 - 1人用チャンバー
 - 使用実績なし

46

症例5

40歳代 男性 潜水士

47

【症例5 40歳代 男性 潜水士】

潜水経験22年

2月 X日

10時20分： 最大潜水深度9mでスクーバ潜水開始 3人で分かれての潜水作業
11時55分頃 一人のみ浮上遅いと判断しスタンバイダイバーが潜水準備・捜索
12時05分： 水深8mの海底で意識ない状態で発見 岩角に仰向け状態 レギュレータは外れ 空気ボンベ残圧0
12時20分： 水面に引き揚げBLS開始 救急要請
12時30分： AED使用
12時41分： 救急隊現着
12時45分： 救急隊接触 心静止状態 頸と四肢に軽度の硬直 ラリングアルチューブ(LT)を挿入して救急蘇生
換気は当初できたが途中から水が戻ってきて
13時17分： 救急隊員が経口插管 血性か泡沫状かの情報なし
13時20分： 20-30分心肺蘇生された状態で○○病院到着
生命兆候なし 心電モニタで心静止状態
13時58分： Ai

48

【症例5 40歳代 男性 潜水士】

発見から約1時間53分、病院到着から約41分での撮像 AiCT

【所見】

- 頭部 CT：頭蓋内に明らかな出血巣は指摘できない。皮髄境界の不鮮明化が認められ、これは死後変化と思われる。脳内に上小脳動脈、前脈絡叢動脈と思われる血管内 gas が認められる。横走静脈洞、上矢状静脈洞などの静脈系に明らかな gas は指摘できない。前頭洞、篩骨洞、蝶形骨洞、両側上頸洞、両側乳突蜂巣に少量の液体が認められる。頭蓋骨に明らかな骨傷は指摘できない。
- 頸部 CT：頸部は一部撮影範囲外となっている。撮影範囲の頸椎に明らかな骨折は指摘できない。右総頸動脈、左椎骨動脈に gas が認められる。
- 胸部 CT：胸郭斜め前方の右下位肋骨に不全骨折が認められ、蘇生処置による変化と思われる。明らかな気胸、胸水、心嚢液の貯留は指摘できない。右房右室内、左室壁内、両側鎖骨下動脈、両側内胸骨動脈、右腕頭動脈、上行大動脈内に gas が認められる。左室内には血液就下が認められる。左房左室、両側冠動脈内に明らかな gas は指摘できない。肺動脈内に明らかな gas は指摘できない。左右主気管支、右下葉枝内部に液体貯留が認められる。左下葉、上葉背側に小葉間隔壁の肥厚を伴う濃厚なスリ硝子影が認められ、その他の両側肺野には多発斑状スリ硝子影が認められる。
- 腹部 CT：明らかな腹水、腹腔内 free air は指摘できない。腹部大動脈は扁平化し、下腸間膜動脈起始部付近から大腿動脈内は gas が充満している。上腸間膜動脈、右腎動脈に gas が認められる。肝、両側腎、脾臓に血管内 gas が認められる。肝門部では固有肝動脈に gas が認められる。下大静脈は虚脱し、下腸間膜静脈合流部付近から尾側は静脈内に gas が認められる。胃、小腸は gas により拡張している。胃内には少量の液体貯留が認められる。胃・腸管に明らかな粘膜下気腫は指摘できない。他に上腹部、骨盤内に著明な異常は指摘できない。椎体骨、骨盤骨に明らかな骨折は指摘できない。

49

【症例5 40歳代 男性 潜水士】

発見から約1時間53分、病院到着から約41分での撮像 AiCT

【所見】

- 頭部 CT：頭蓋内に明らかな出血巣は指摘できない。皮髄境界の不鮮明化が認められ、これは死後変化と思われる。脳内に上小脳動脈、前脈絡叢動脈と思われる血管内 gas が認められる。横走静脈洞、上矢状静脈洞などの静脈系に明らかな gas は指摘できない。前頭洞、篩骨洞、蝶形骨洞、両側上頸洞、両側乳突蜂巣に少量の液体が認められる。頭蓋骨に明らかな骨傷は指摘できない。
- 頸部 CT：頸部は一部撮影範囲外となっている。撮影範囲の頸椎に明らかな骨折は指摘できない。右総頸動脈、左椎骨動脈に gas が認められる。
- 胸部 CT：胸郭斜め前方の右下位肋骨に不全骨折が認められ、蘇生処置による変化と思われる。明らかな気胸、胸水、心嚢液の貯留は指摘できない。右房右室内、左室壁内、両側鎖骨下動脈、両側内胸骨動脈、右腕頭動脈、上行大動脈内に gas が認められる。左室内には血液就下が認められる。左房左室、両側冠動脈内に明らかな gas は指摘できない。肺動脈内に明らかな gas は指摘できない。左右主気管支、右下葉枝内部に液体貯留が認められる。左下葉、上葉背側に小葉間隔壁の肥厚を伴う濃厚なスリ硝子影が認められ、その他の両側肺野には多発斑状スリ硝子影が認められる。
- 腹部 CT：明らかな腹水、腹腔内 free air は指摘できない。腹部大動脈は扁平化し、下腸間膜動脈起始部付近から大腿動脈内は gas が充満している。上腸間膜動脈、右腎動脈に gas が認められる。肝、両側腎、脾臓に血管内 gas が認められる。肝門部では固有肝動脈に gas が認められる。下大静脈は虚脱し、下腸間膜静脈合流部付近から尾側は静脈内に gas が認められる。胃、小腸は gas により拡張している。胃内には少量の液体貯留が認められる。胃・腸管に明らかな粘膜下気腫は指摘できない。他に上腹部、骨盤内に著明な異常は指摘できない。椎体骨、骨盤骨に明らかな骨折は指摘できない。

50

【症例5 40歳代 男性 潜水士】

AiCT

【考察】

副鼻腔・乳突蜂巣内、主気管支内の液体貯留、肺野のスリ硝子影は溺水の所見として矛盾しないと思われる。

循環停止から約2時間としては血管内gasの量が多い印象を受ける。脳、腹部臓器のgasは動脈系と思われる。

右房右室のgasは蘇生処置による変化の可能性も考えられる。

【まとめ】

溺水の所見が認められる。動脈系優位の血管内gasが認められる。推論として脳または冠動脈動脈空気塞栓が発症し溺水に至った可能性が考えられる。

他に明らかな溺水の原因となり得る所見は指摘できない。

51

症例6

40代 男性
潜水士

52

【症例6 40歳代 男性 潜水士】 潜水歴20年 主にフーカー式空気潜水

初冬の港外で45mのフーカー式空気潜水 潜水始めから潮流強く、息が追いつかない状態が続き、15分ほどで視野が狭まってきて意識消失。

意識ないまま、9mまで引き揚げられたところでダイバー用吸気ホースが水中構造物に引っかかり水中拘束状態となる。ホース切断ののち水中から引き上げられ、意識消失のまま再圧施設に救急搬送。

53

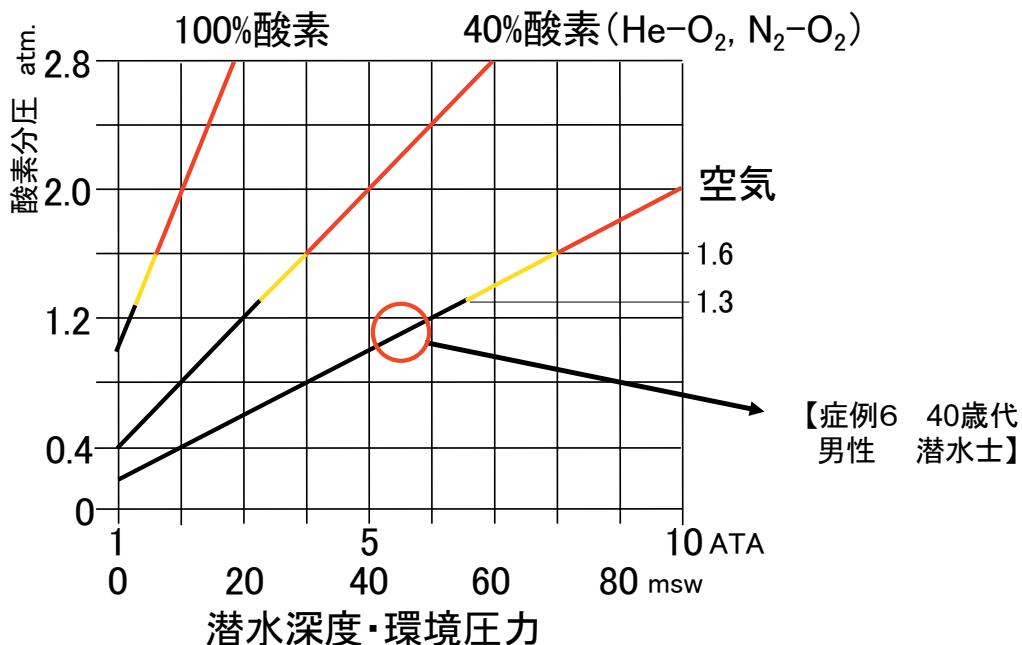
【症例6 40歳代 男性 潜水士】

45mフーカー式空気潜水中に意識消失あり、強制引き揚げ
9mで構造物に引っかかり水中拘束
ホース切断後水面に揚収し、再圧施設に救急搬送

最初の施設では治療困難にて別の再圧施設に転送され、発症から5時間後に再圧治療。
再圧治療中に意識回復し、右膝の痛みとしびれが残るも、その後の10回の追加再圧治療にて症状消失。

54

中枢神経系酸素中毒リスクを避けるための 潜水用呼吸ガスと潜水深度制限



55

重篤な事故に繋がる潜水に関連した障害：酸素中毒

中枢神経系酸素中毒を起こしうる潜水様式

	潜水様式	呼吸ガス*	可能性	注意点
自給気式	開式	空気	✗ ~ △	深深度(60m以深)
		O ₂ リッチ混合ガス	○	深度 O ₂ 濃度
半閉式		O ₂ リッチ混合ガス	○	深度 O ₂ 濃度 CO ₂ 吸収剤
	閉式	純酸素	◎	深度 時間 CO ₂ 吸収剤
送気式	閉式	酸素分圧制御	○	時間 CO ₂ 吸収剤
	フリーフロー式	空気	✗ ~ △	深深度(60m以深) 送気量
	デマンド式	空気 混合ガス	○	深深度(He-O ₂)
	ベル方式 (含むDDC)	+ 純酸素	△ ~ ○	ベル・DDC内制御に依存

* 主として使用する呼吸ガスであり、多種に及ぶ

酸素中毒の発現を促進する要因

- ・ 高炭酸ガス血症
 - 換気不足: 過大な運動、スキップブリージング
 - 炭酸ガス吸收剤: 性能、整備不良
 - 送気不足
- ・ 運動
- ・ 水中
- ・ 低水温

●症例6が吸入気酸素分圧1.1atm程度で酸素中毒を発症した要因

57

症例7

50代 男性
インストラクター

58

133

【症例7 50歳代 男性 インストラクター】僧帽弁閉鎖不全があり、2日前頃から咳嗽と息切れ軽度あり

最大潜水深度18.7m、潜水時間58分の空気スクーバ潜水

波高2m

海水温20.4°C

ウェットスーツ着用

20m泳いで息切れ

減圧停止点5mでレギュレータ交換

安静・酸素吸入で改善しないため、近くの医療機関の救急外来受診



59

【症例7 50歳代 男性 インストラクター】僧帽弁閉鎖不全があり、2日前頃から咳嗽と息切れ軽度あり

深度18.7m 58分の潜水で減圧停止中から呼吸困難、咳嗽、血痰

酸素化不良、CTでは気管・血管束に沿ったすりガラス陰影、左室駆出率良好

市中肺炎疑いとしてCTX + AZMで治療開始される

第2病日夜 湿性咳嗽と頻呼吸で増悪

心不全による肺水腫の増悪が疑われて利尿薬投与にて若干改善

胸部CT所見は、気管支血管束に沿ったすりガラス陰影・浸潤影増悪

第3病日 39度の発熱とCRP20 mg/dLに上昇
臨床所見・経過から感染症は否定的

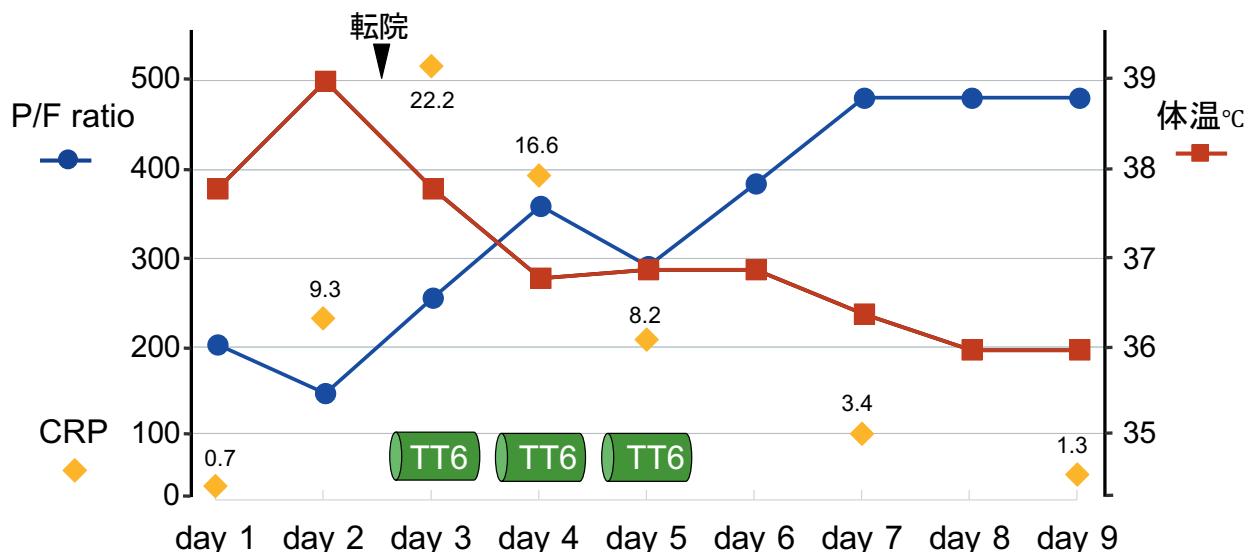
↓
浸漬性肺水腫としては非定型的
減圧障害の可能性は？

→ 再圧治療のため
転院となる

60

【症例7 50歳代 男性 インストラクター】 深度18.7m 58分の潜水で呼吸困難、咳嗽、血痰

本症例は、僧帽弁閉鎖不全症を持つダイバーが浸漬性肺水腫とされるも経過が一致せず、減圧障害が疑われ、発症3日後から5日後に再圧治療(米海軍治療表6を3回)にて改善している。



61

【症例7 50歳代 男性 インストラクター】 深度18.7m 58分の潜水で呼吸困難、咳嗽、血痰

浸漬性肺水腫

+

肺型減圧症

もしくは

気道内圧上昇による直接の肺障害

Pulmonary Overinflation Syndromes (POIS)

(肺毛細血管内皮細胞の障害)

62

135

【症例7 50歳代 男性 インストラクター】

症例7の特徴

- 僧帽弁閉鎖不全症あり潜水前から軽度の運動で息切れ
- 窒素ガス負荷はQ値:136で減圧症の否定できず
- 肺過膨張症候群の可能性
 - 波高2mあり、減圧停止は不安定
 - 深度5mにおけるレギュレータ交換時の息止めで深度変化
 - 呼吸困難、咳嗽、血痰:肺組織損傷
- 浸漬性肺水腫と一致しない臨床経過
 - 利尿剤の効果が乏しい
 - 2日後に発熱、酸素化増悪
- CRP高値、感染の所見なし
- 再圧治療に反応

63

【症例7 50歳代 男性 インストラクター】

本症例は、僧帽弁閉鎖不全症を持つダイバーが浸漬性肺水腫とされるも経過が一致せず、減圧障害が疑われ、発症3日後の再圧治療(3回)にて改善している。

推奨事項

潜水後呼吸困難があり、胸部X線で肺水腫所見の場合、減圧障害の可能性が否定できなければ、再圧治療を考慮すべきである。

- (1)窒素ガスの負荷状況で肺型減圧症の可能性の評価
- (2)海象状況や潜水中のイベントなど空気塞栓症リスクの評価

64

136

症例8

60代 男性 潜水士

65

【症例8 60歳代 男性 潜水士】 潜水歴40年 1ヶ月ぶりの潜水 身長174cm 体重98.5kg

潜水終了30分後の梯子登り動作の数秒後に突然のめまいと立位不能

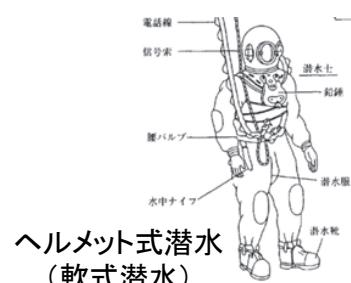
【現病歴】

ヘルメット式潜水(軟式潜水) ワイヤ取り付け作業 潮流少
潜水深度26m 滞底時間22分 3分で水面浮上 減圧停止なし

潜水終了後岸壁に向かう船上で両肩の痺れ、側腹部痛が若干あり
船が着岸後、梯子を上がって10歩ほどで急にめまいと脱力のため立
てなくなり(潜水終了約30分後)、直近の前医に救急搬送される

【既往歴】

20年前減圧症:後遺症なし タバコ:30年前禁煙



66

【症例8 60歳代 男性 潜水士】 潜水歴40年 1ヶ月ぶりの潜水 身長174cm 体重98.5kg

潜水深度26m 滞底時間22分 3分で水面浮上 減圧停止なし
潜水終了30分後の梯子登り動作の数秒後に突然のめまいと立位不能

窒素負荷状況

$$Q\text{値}^* = 26\text{m} \times \sqrt{22\text{分}} = 122$$

減圧症を起こすには低い値
無症候性気泡は出現する可能性あり

*ヘンプルマンの曝露指数
Hempleman's exposure index (Q)

Q値(m)	窒素ガス負荷	減圧症の可能性
200以上	過大	あり
200~150	相当な	ありえる
150~100	ある程度	否定できない
100以下	少ない	ほばない

発症機序の推定

$$\text{BMI} = 98.5 / (1.74)^2 = 32.5 \text{ (標準体重66.6kg)}$$

潜水後の運動負荷 (体重過多で梯子登り動作)



- ①静脈系で気泡発生を誘発
②バルサルバ手技となり右左シャント → 動脈ガス塞栓症

67

【症例8 60歳代 男性 潜水士】 潜水歴40年 1ヶ月ぶりの潜水 身長174cm 体重98.5kg

潜水深度26m 滞底時間22分 3分で水面浮上 減圧停止なし
潜水終了30分後の梯子登り動作の数秒後に突然のめまいと立位不能

【前医来院時】

めまい・嘔気・眼振あり、
左で手回内回外試験及び指鼻指試験がやや稚拙

CT・MRI:所見(-)

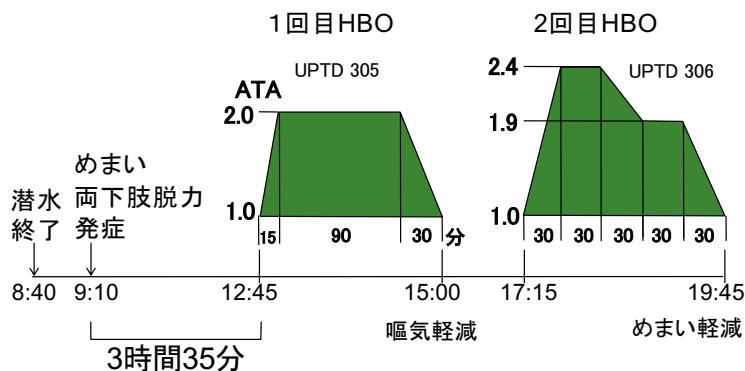
小脳の動脈ガス塞栓症と診断

68

138

【症例8 60歳代 男性 潜水士】 潜水後に突然のめまいと立位不能で発症した動脈ガス塞栓症

酸素加圧型の1人用チャンバーによる再圧治療

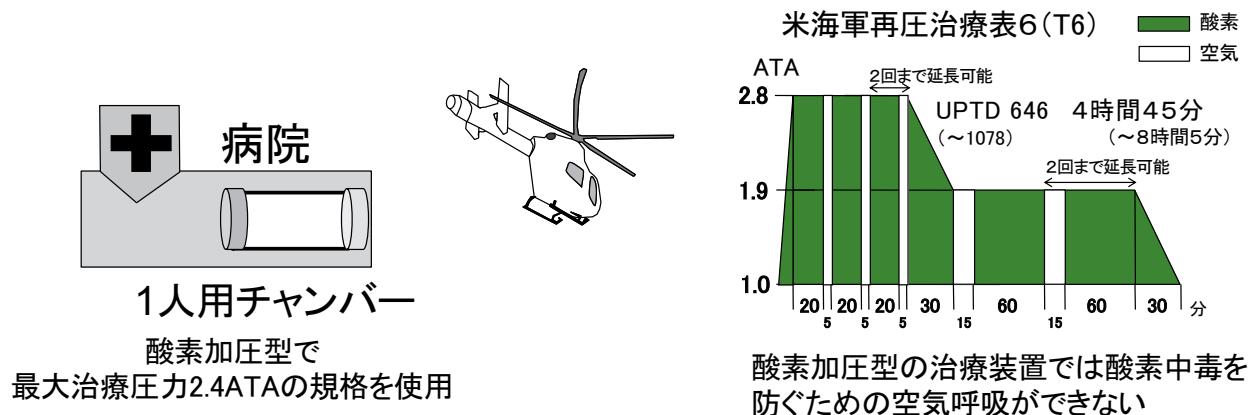


発症3時間半後に治療圧2.0ATAで応急治療し嘔気軽減するも、めまい強いため、発症約8時間後に治療圧2.4ATAで2回目の応急治療を行い、めまい症状軽減
補助療法としてリドカイン50mg/h持続点滴及びメチルプレドニン250mgが投与された。

69

【症例8 60歳代 男性 潜水士】 潜水後に突然のめまいと立位不能で発症した動脈ガス塞栓症

前医の1人用チャンバーは減圧障害標準治療である米海軍再圧治療表6が実施できないため、翌朝、ヘリにより転院搬送



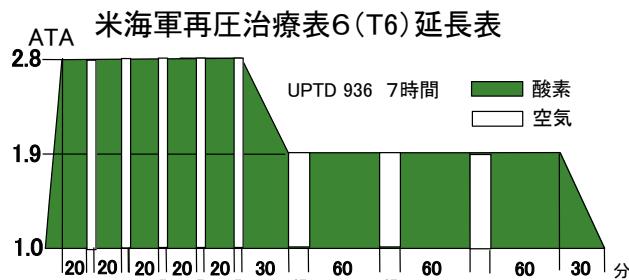
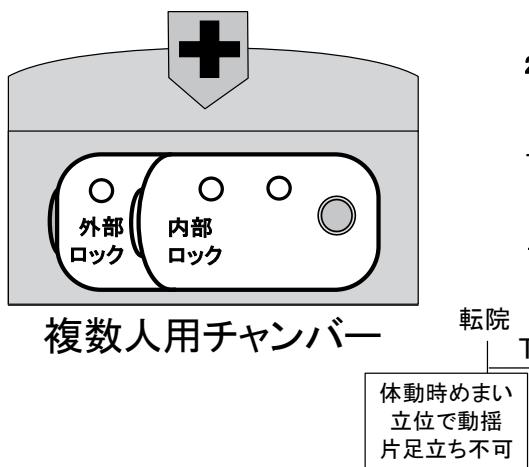
70

139

【症例8 60歳代 男性 潜水士】 潜水後に突然のめまいと立位不能で発症した動脈ガス塞栓症

【転院時】

眼振と体動時のめまいがあり、立位可能なるも動搖し、片足立ちは出来なかった



転院

T6延長表
第2病日
体動時めまい
立位で動搖
片足立ち不可

T6
第3病日
体動時めまい改善
開眼左片足立ち可

開眼右片足立ち可

つぎ足歩行可

第4病日
第5病日
ほぼ正常

転院後直ちに再圧治療表6延長表による7時間の治療後、開眼右片足立ちが可能となり、第3病日の再圧治療表6による5時間の治療後、開眼左片足立ち可能、つぎ足歩行可能、第5病日の再圧治療表6の治療では、平衡障害はほぼ改善し、左右とも閉眼片足立ちは5秒可能となり、日常生活に支障を来さないレベルまで回復

71

1人用チャンバー

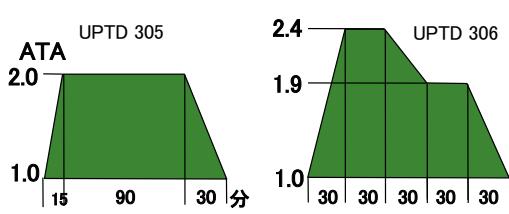
→複数人用チャンバー

施設間の連携による重症例対処

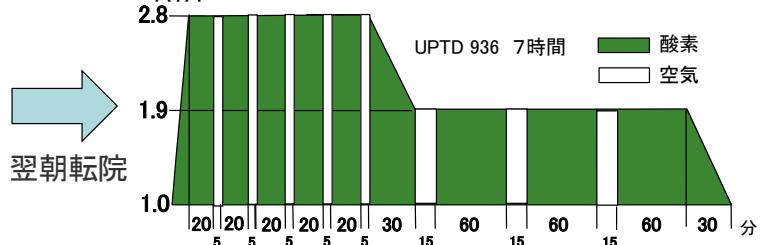
●直近の再圧治療施設
応急治療

●標準再圧治療ができる施設
必要十分な治療

高気圧酸素治療(応急治療)



米海軍再圧治療表6(T6) 延長表



72

140

【症例8 60歳代 男性 潜水士】

症例8の特徴

- 体重過多(BMI32.5)で潜水30分後に梯子登り動作
- 動作後に突然のめまいと立位不能
- 動脈ガス塞栓症:CT・MRI所見なし
- 再圧治療施設間の治療連携
 - ① 1人用チャンバーを使った応急治療
 - 酸素加圧型
 - 2.4ATAの治療圧
 - 安定化して翌日の航空搬送
 - ② 複数人用チャンバーによる標準治療
- 補助療法としてリドカイン、ステロイドを使用

73

症例9

50代 男性
潜水士

一般社団法人日本高気圧環境・潜水医学会減圧障害対策委員会主催
第1回潜水事故総合検討会(CPC):2020年7月20日(月)資料

74

141

【症例9 50歳代 男性 潜水士】 潜水事故概要

【健康診断記録】 潜水歴30年以上

高気圧業務健康診断時診察カルテ記録から健診医のコメント

当クリニックにはY-7.3.28初健診(この時より心拡大(CTR52-54%)の指摘と喫煙歴あり)

以降、年2回高気圧健診のみ実施でY-1.10.21まで計15回受診(心電図検査の実施はなし)

経過中、胸部X線による心拡大の指摘、禁煙勧奨の指示は継続してコメントされています。

ご本人と診察時の会話の簡単なメモが残っている回がございますので以下に記しておきます。

Y-5.7.2 診察時収縮期心雜音の指摘も10年前に精査して問題なしと言われたと

Y-4.12.21 心雜音と頻脈(PR108)、血圧高値(164/90)で要循環器精査と判定

診察時に受診勧奨をしたと思います。

Y-3.6.22 上記について、受診の結果を伺うと以前(10数年前)の精査で問題なしとのことで受診に至らず。禁煙指導

Y-1.10.21 血圧計測時①150/81②151/83、診察後に再度計測し③136/81。

診察時に血圧高めの話題。その日は寝不足で血圧が高いとのことで

家庭血圧を記録するなど経過を見るようにという指示をしております。

75

【症例9 50歳代 男性 潜水士】 潜水事故概要

【潜水前の体調】

体
調
管
理
表

日付	X-1月14日	X-1月16日	X-1月17日	X-1月21日	X-1月22日	X-1月26日	X-1月28日	X月3日	X月7日	X月21日
体温	36.5 °C	°C	36.4 °C	°C	36.6 °C	°C	36.7 °C	°C	36.5 °C	°C
測定時間	15:00								7:00	
倦怠感	有 (○)	有 (○)	有 (○)	有 (○)						
咳	有 (○)	有 (○)	有 (○)	有 (○)						
呼吸困難	有 (○)	有 (○)	有 (○)	有 (○)						
その他の症状	有 (○)	有 (○)	有 (○)	有 (○)						
運動・買い物以外の外出	(有) 無	(有) 無	(有) 無	(有) 無						

日付	X月22日	X月24日	X月26日	X月27日	X月28日	月 日	月 日	月 日	月 日	月 日
体温	36.5 °C	°C	36.7 °C	°C	35.9 °C	°C	36.4 °C	°C	36.4 °C	°C
測定時間	6:30		8:30		5:30		5:30			
倦怠感	有 (○)	有 (○)								
咳	有 (○)	有 (○)								
呼吸困難	有 (○)	有 (○)								
その他の症状	有 (○)	有 (○)								
運動・買い物以外の外出	(有) 無	(有) 無								

同僚情報: 事故20日前位に痛風で通院 3日前位から不眠

事故日3本目の潜水(13:44~14:30)前の行動

05:40 個人潜水器財の準備のため出社

06:00~08:30 会社から潜水現場の港に車両移動

09:15~11:56 午前中2本の潜水

昼食、休憩(30分岸壁で睡眠)

76

【症例9 50歳代 男性 潜水士】 潜水事故概要

【潜水内容】

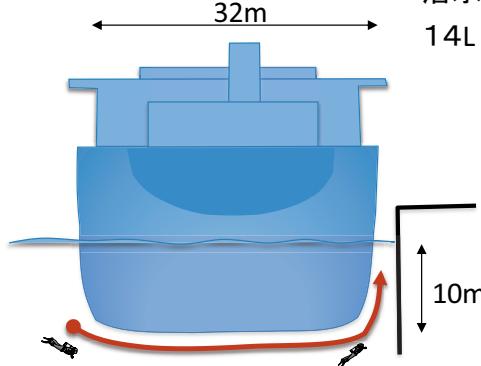
浮上まで

事故者の潜水データ（ダイビングコンピュータ）

	日付	開始時間	終了時間	潜水時間	平均水深	最大水深	海水温度	休憩時間
No1(3本目)	X月26日	12時49分	13時49分	59分	8.1m	10.2	15°C	
No2(4本目)		14時52分	15時47分	54分	8.9m	11.9	15°C	1時間02分
No3(1本目)	X月27日	9時38分	10時34分	55分	10.1m	11.2	14°C	17時間50分
No4(2本目)		11時17分	12時15分	55分	9.6m	11.2	15°C	0時間42分
No5(3本目)	X月28日	13時33分	14時24分	50分	9.8m	11.5	15°C	1時間17分
No6(4本目)		15時07分	16時07分	59分	8.3m	12.4	15°C	0時間42分
No7(1本目)	X月28日	9時15分	10時09分	52分	8.1m	11.2	16°C	17時間07分
No8(2本目)		10時57分	11時56分	55分	8.0m	10.7	15°C	0時間47分
No9(3本目)		13時44分	14時30分	47分	9.8m	11.9	15°C	1時間48分

潜水作業3日目の3回目の午後

14L 空気ボンベ 初圧19.8MPa 残圧4.0MPa 浮上時間 59秒以下



左舷側(沖側)船尾船側を水流ハンディブラシ*で清掃

ハンディブラシは浮上途中で手から離している

陸上員証言：7番ハッチセンターバットのバットラインから泡が上がり始めた。が、なかなか姿が見えてこない（頭を水面に出さない）ので、この泡は〇〇（事故者）さんで間違いないと推測し、ジェットポンプを止めた。（通常は頭が見てから止めている）ほどなく頭が見え（その時船体側を向いていた）、そのまま水面に浮上した。

77

【症例9 50歳代 男性 潜水士】 潜水事故概要

【浮上後の経過】

13時44分		
~		
14時30分	①水面浮上	
14時31分		
14時32分	岸壁際に戻り、緩慢な動き	
14時33分	声かけに無反応	
14時34分		
14時35分		
14時36分	水面救助の準備	
14時37分	潜水士A呼び寄せ	
14時38分		
14時39分	②仰向け・顔水没	
14時40分	③意識消失	陸上員D飛込み
14時41分	潜水士Aと陸上員Dと合流	潜水士A浮上
14時42分	真正にケーン有り、	
14時43分	引揚げ準備	
14時44分		
14時45分	引揚げ用モッコ下ろし	
14時46分		
14時47分	引揚げ開始	
14時48分		
14時49分	引揚げ終了	
14時50分	事故者X-7外し	(引揚げた場所のまま)
14時51分	①CPR開始	
14時52分		
14時53分		
14時54分	AED到着、準備(1分位で)	
14時55分	AED装着	
14時56分	1回目解析	
14時57分		
14時58分	CPR継続	
14時59分	救急車到着	
15時00分	(AED2回目解析かかる前)	
15時01分		
15時02分		
~		
15時10分		
15時11分		
15時12分		
15時13分		
~		
15時21分	搬送開始	
15時22分		
15時23分		
~		
15時30分		
~		
15時45分		

13:44 - スクーバ潜水 深度11.9m 47分

14:30 水面浮上

返事なく、異常な疲労のようす

マスクフードを緩慢に脱ぎ捨てる

BCを何とか脱ぎ、そのまま

ドライスーツのネックに指入れ息苦しそう

顔面蒼白、呼び掛けに反応なし

震え ネックに指入れ

14:39 水面で仰向け状態 顔水没 救助飛び込み

救助員の呼び掛けに閉眼・無反応

14:49 岸壁引き揚げ完了

14:51 心肺蘇生開始(人工呼吸は行っていない)

14:55 AED装着 心静止

14:56 1回目解析 作動せず心肺蘇生継続

15:00 救急隊到着

通常水面に頭を出せばすぐに岸壁に向くのが、船体側を向いたまま。浮上後もすぐに振り返ろうとしたので「〇〇（事故者）さんこっちは！」と声をかける。するとゆっくり岸壁側に体を反転させた（この時点でちょっといつもと違うぞ、と思った）ので、ブラシ回収用に準備していたロープを目の前に落として「つかまってー！」と声をかけた。本人はロープをつかんだので、岸壁直下まで引き寄せた。

ウエイトベスト(4kg)を救助員が水面で取り外した。

78

143

【症例9 50歳代 男性 潜水士】 潜水事故概要

所 見

- 高気圧業務健診
 - 高血圧(無治療)
 - 収縮期心雜音
 - 心拡大(54%)
 - 肺紋理増強
 - 喫煙、肥満
- 潜水前体調
 - 20日前痛風発作
 - 1週間前から作業再開
 - 睡眠不足
 - 疲労蓄積
 - 早朝起床、潜水前後長距離移動
- 潜水中
 - 水温15°C
 - 早めの潜水終了(50~59分 → 47分)
 - 換気量の増大(残圧:0.5Mpa → 0.4Mpa)
 - ブラシを持たずに浮上
 - 浮上速度 早い
- 浮上後
 - 従命あるも発語なし
 - 緩慢な動作、余裕なし
 - 装備脱ぎ捨て、錐ベルト外せず
 - 呼吸困難
 - ドライスーツに指入れ
 - ふるえ、意識消失(浮上9分後)
 - 呼び掛けに応答なし
 - 心肺停止
 - 心肺蘇生(意識消失12分後)
 - AED解析1回:作動せず
 - 救急隊到着(心肺蘇生開始9分後)

79

【症例9 50歳代 男性 潜水士】

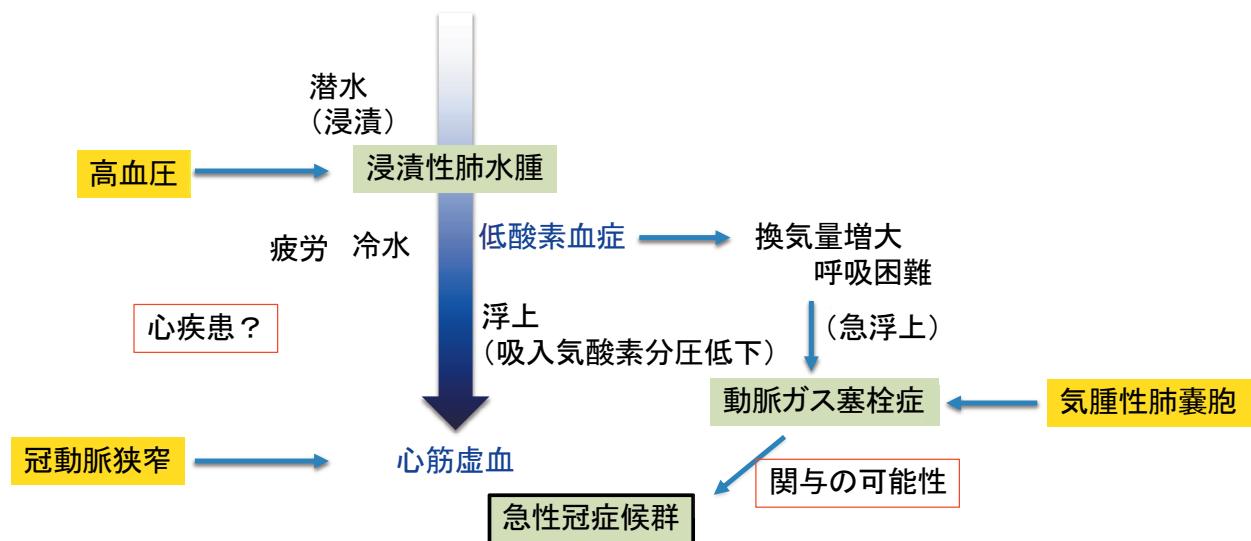
救急隊到着から収容先病院到着、その後の経過

- 14:45 消防覚知
15:00 救急車現着
15:02 救急隊心肺蘇生引継ぎ
15:10 救急車に乗車
15:20 収容予定病院医師から潜水医学専門医に連絡:心肺蘇生で心拍再開後に再圧と助言
搬送開始 酸素10L/分、バッグバルブマスクで人工呼吸、心静止(14:55から)
15:21 エピネフリン投与開始 28分、32分、37分に順次投与
15:23 エピネフリン投与開始 28分、32分、37分に順次投与
15:39 心室細動にてAED作動するも心静止
15:41 収容先病院到着 心静止継続 心肺蘇生引継ぎ
気管内挿管、エピネフリンを3分毎に投与 計14筒投与、バソプレシン静注
血液ガス(静脈血): pH6.508, Pco₂ 188, Po₂ 34, BE-41.3, Na 155, K6.5, Cl 114, Lactate248
著明な代謝性(混合性)アシドーシスにてメイロン500mL投与
トロポニン陰性, CPK 341, CPK-MB比率10%, BNP 56.3
15:55, 15:59, 16:05 3回心室細動(一時的に無脈性電気活動)で除細動となるも心静止状態へ
15:54 胸部X線
16:30 蘇生困難と判断
16:35 CT
 - 胸部X線、肺CT
 - 肺うつ血
 - 動脈に空気:大血管、下肢まで
 - 動脈石灰化:冠動脈、その他
 - 気腫性肺のう胞

80

【症例9 50歳代 男性 潜水士】

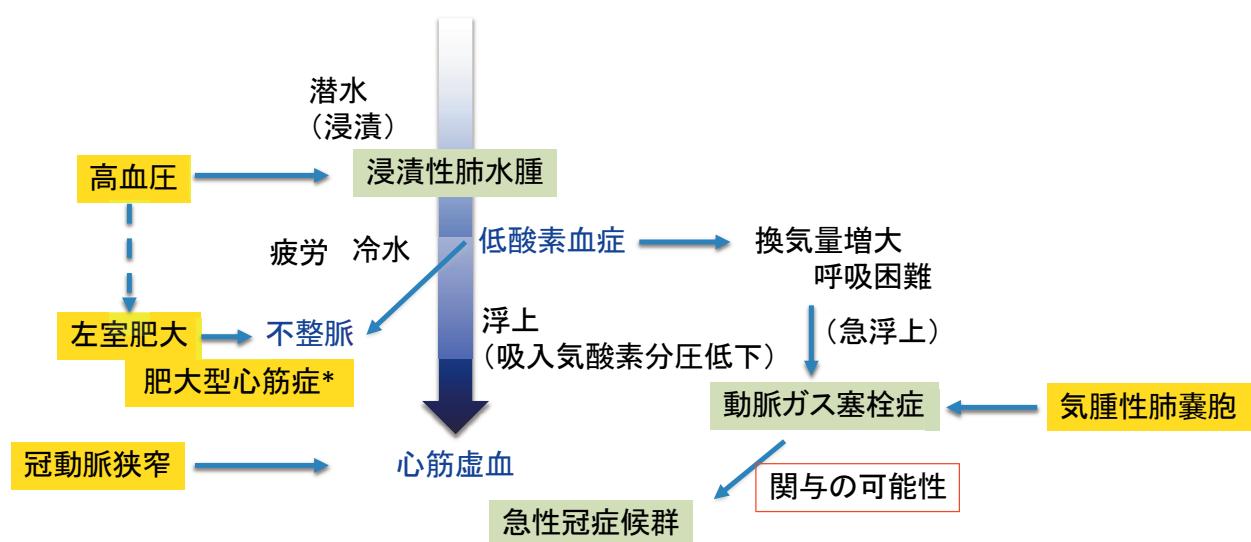
臨床経過から考えられる病態



81

【症例9 50歳代 男性 潜水士】

総合的な検討による病態



*専門機関へコンサルトを検討

82

【症例9 50歳代 男性 潜水士】

本例から学ぶもの*

○事故予防

- ・健康管理

- 高気圧業務健康診断

- ・雇入れ・配置替え時 : 短期雇傭者の扱い確認
 - ・6ヶ月以内毎に1回実施: 就業制限・注意事項

- 日常の健康管理

- ・過労対策: 車両移動、拘束時間
 - ・健診結果の反映: 血圧測定、禁煙、食生活改善

- 高気圧業務に関する産業医研修(講習会)

- 潜水士、健康管理者的啓発

- ・潜水装備・様式・運用

- 水中監視、ダイバーカメラ、交話機能
 - 潜水方式をスクーバから水上送気式へ
 - バディ、スタンバイ・ダイバー

○潜水前準備(潜水計画時)

- ・酸素準備: 使用者教育・訓練 心肺蘇生教育

- 酸素講習会: 業界基準で実施

- ・緊急連絡先の確保

- 救急時受け入れ医療機関との調整
 - 受け入れ病院と学会専門医の連携

- ・緊急時潜水士収容方法(エキジット)の確保

○事故対処

- ・酸素投与

- 高濃度酸素マスクの使用15L/分

- ・心肺蘇生

- 人工換気: バックバルブマスク
酸素駆動式人工蘇生器

- ・(救急再圧については継続検討)

*添付参考資料:一般社団法人日本潜水協会潜水事故調査検討会から

83

【参考資料】一般社団法人日本潜水協会 潜水事故調査・検討会*

事故から学ぶ事

1. 健康管理について

- ・雇入れ時の健康診断を規則に従い実施しなければならない。
- ・喫煙あるいは高血圧などの持病が潜水作業に与える影響について潜水者はもとより作業管理者も認識する必要がある。
- ・40才頃に健康状態が悪くなる傾向があるので、40歳を節目として精密検査(胸部CT検査、頸動脈エコーなど)が推奨される。
- ・早朝の長距離移動後に潜水を連日行うなど潜水者の疲労が見込まれる潜水計画は避ける必要がある。

2. 潜水作業管理

- ・潜水者が水面浮上して意識消失した場合に対応できるよう、迅速に岸壁へ引き揚げる方法を潜水前に確保しておく。
- ・潜水者との交話確保のため水上送気式潜水を推奨する。
- ・バディを組まないスクーバ潜水はリスクがある。
- ・応急の酸素ボンベ及び高濃度酸素マスクを準備する必要がある。

3. 当協会の取り組む方向

- ・酸素及び再圧室使用の教育・講習会の実施を提案していく。

※ 問題点として健康管理、緊急時に対応するための浮上引き上げ方法、ホットラインの活用方法など、改めて救急対応病院及び高気圧再圧治療病院との接点の仕方、それらとスクーバ潜水の安全管理として一般的になるがそれらを取り纏めて議事録として周知徹底する。

* 第2回 潜水事故調査・検討会

開催日時: 令和2年7月6日(月) 13:30~15:50

開催場所: (一社)日本潜水協会 会議室

東京都港区新橋3丁目4-10 新橋企画ビル5F

座長 高橋 宏 日本潜水協会技術・安全委員長(三国屋建設会長)

委員 鈴木信哉 亀田総合病院 救命救急科部長((一社)日本潜水協会 医療顧問)

" 橋本昭夫 高気圧作業支援事務所 代表 理学博士((一社)日本潜水協会 技術顧問)

" 高木 潤 海洋技研 代表取締役

" 鉄 芳松 日本潜水協会会长

事務局 幸田勇二 日本潜水協会 専務理事

" 小林利夫 日本潜水協会 企画部長

" 天坂勇治 日本潜水協会 技術部長

" 利光久信 日本潜水協会 調査役

84

146

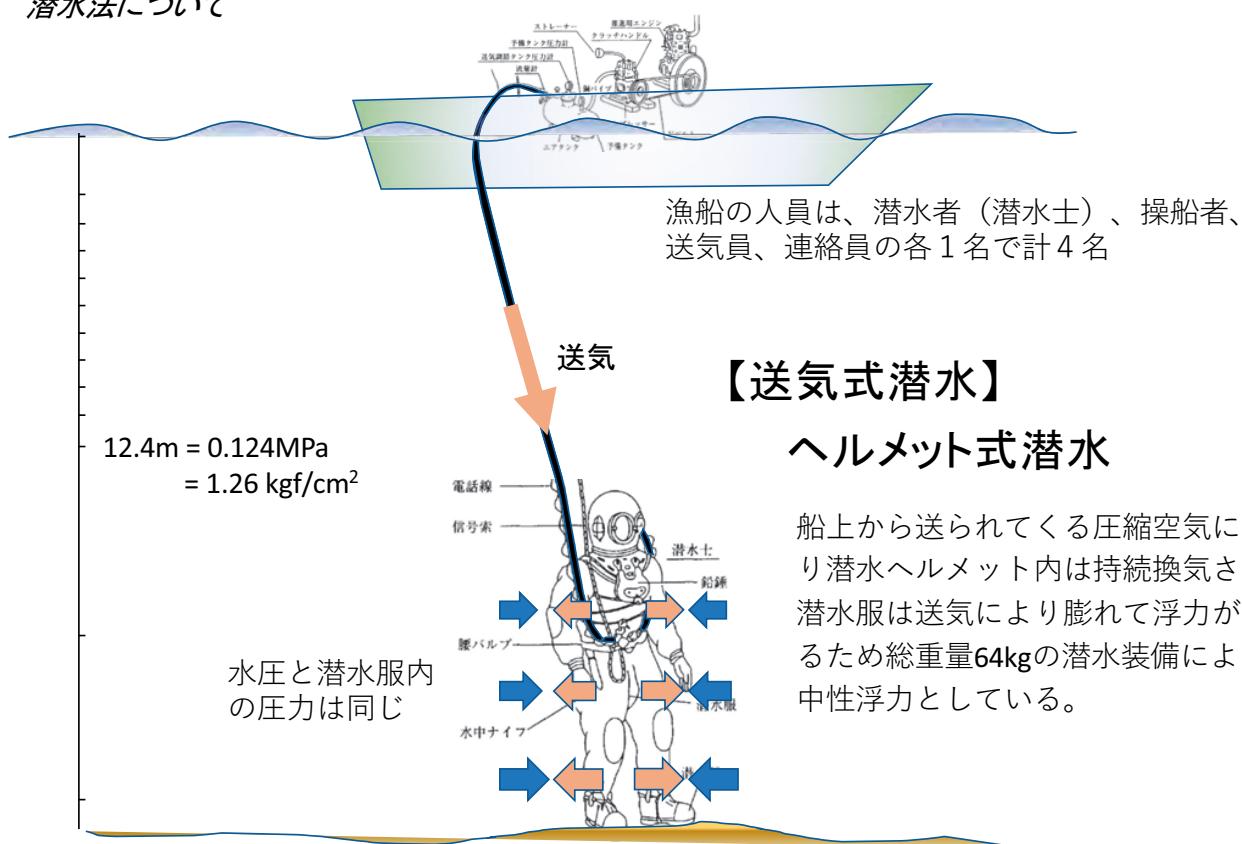
症例10

70代 男性 採貝漁師

一般社団法人日本高気圧環境・潜水医学会減圧障害対策委員会主催
第2回潜水事故総合検討会(CPC) : 2020年11月30日(月)資料

85

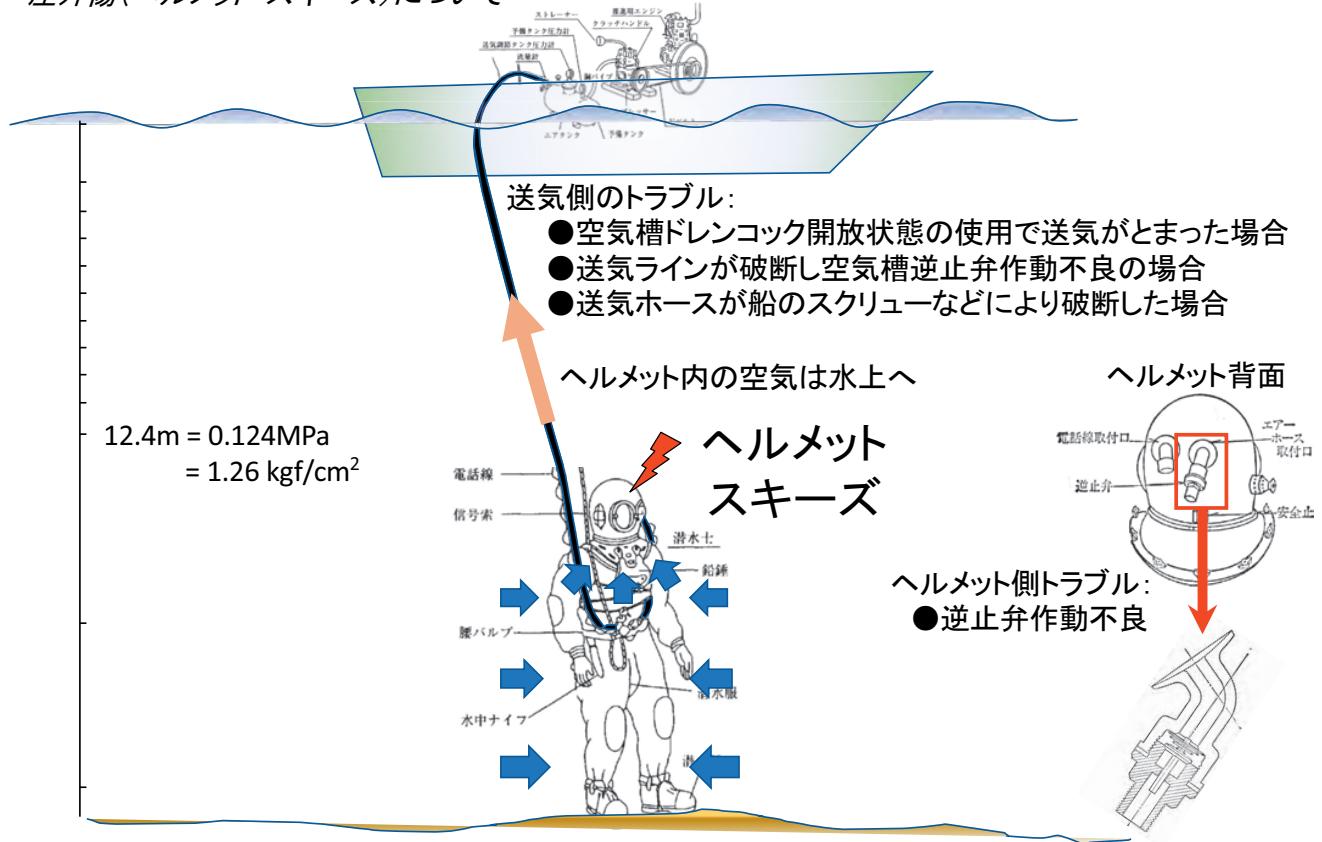
潜水法について



86

147

圧外傷(ヘルメット・スキーズ)について



87

【症例9 50歳代 男性 潜水士】 潜水事故概要

- 5時00分

 - ・採貝漁潜水第1回目開始 水深約12m

5時20分

 - ・スカリーツ揚げ、海水ポンプ不具合のため漁ができず一旦浮上
 - ・一旦漁港に帰り、ポンプ修理後同じ漁場に戻る

6時50分

 - ・採貝漁潜水第2回目開始 水深12.4m

7時05分

 - ・スカリーツ揚げる

7時40分

 - ・「エアが少ないぞ」潜水者から水中電話で連絡あり
 - ・潜水者からの交話はこの一言のみで、語勢は通常だった。
 - ・操船者がコンプレッサーのオンオフ操作で作動確認するとともに、船上補助者2名のうち連絡員は信号索(いのち綱)、送気員は送気ホースで潜水者の引き揚げにかかる。
 - ・潜水者が重く連絡員と送気員の体格から二人のみでの引き揚げはほぼできず保持するのがやっとで、コンプレッサーを確認した操船者が10秒後に引き揚げ作業に加わり、漸く3人で引き揚げた形となった。

引き揚げには2~3分要したことじで、水中重量を50~60kgに想定してタイヤ・ホイールで潜水器装着した潜水者を模した事後検証での引き揚げ時間は40秒程度であった。

 - ・海面までの引き揚げ時間は1分半程度と推定。
 - ・潜水者は仰向けて両手を広げた状態で動きはなく脱力状態で海面まで引き揚げられ、潜水服には空気がなく潜水者の体に張り付いた状態であった。

信号索と送気ホースは潜水者の腰部前面左よりの位置で止められ引き揚げ時にはヘルメット・しころ・鉛錘による上体の重みと潜水靴の下肢の重みとの水中バランスから仰向になっていたと考えられる。

7時43分

 - ・3人で引き揚げヘルメットを2人で外した直後、残りの一人が重さに耐えきれず潜水者を海に落としてしまう。
 - ・潜水者の顔は真っ青で意識はなかった。
 - ・海に落ちて潜水服内に入った海水で重さが増して3人では揚収できなくなる。
 - ・潜水者は足が海面にみえる逆さ状態となる。

8時05分~8時10分

 - ・潜水者を漁船舷外の梯子に引き寄せ、梯子下端を水面上まで引き揚げ、梯子上に潜水者を乗せた状態とする。

8時20分~8時22分

 - ・僚船から4人が加わり、7人がかりで船内に揚収した。

8時23分

 - ・119通報
 - ・意識呼吸なく、胸骨圧迫を船内から開始

8時35分

 - ・救急隊現場到着 8:36CPA確認 8:37EKG心静止 8:43コンビチューブ気道確保 8:54搬送開始 9:10病院到着

9時39分

 - ・収容先病院にてAI

88

【症例9 50歳代 男性 潜水士】 潜水事故概要

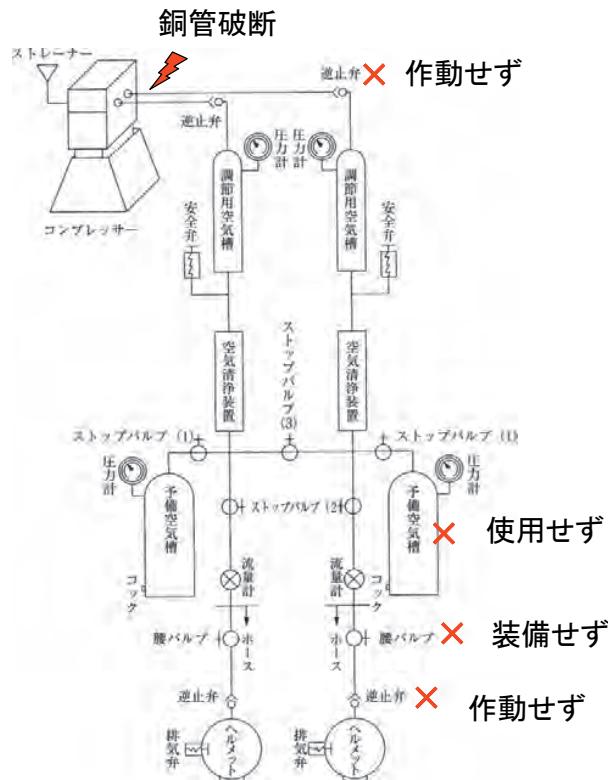


図 1-5-19 2人用送氣系統

89

【症例9 50歳代 男性 潜水士】 潜水事故概要

所 見

- 70代、漁師
- 送気式ヘルメット式潜水 採貝漁
 - 1回目 12m 20分
 - 一旦浮上、帰港し海水ポンプ修理 : 1時間半
 - 2回目 12.4m 50分
 - エア不足の訴えのち交話 (-)
- 潜水者引き揚げ
 - 困難: 1分半程度で12.4mから水面へ
 - 最初の10秒は上げられず
 - 仰向け、脱力状態、潜水服に空気(-): 浮力↓
- 水面
 - ヘルメット脱着(顔色悪、意識なし)後に落水
 - 逆さ状態で頭頸部水没
 - 船上への収容に39分かかる
- 心肺停止状態
 - 胸骨圧迫: 水面への引き揚げから40分後
 - 救命士による気道確保: 同 60分後
- 潜水器の状況
 - 空気槽への銅管破断
 - 空気槽逆止弁作動不良
 - 予備空気槽使用せず
 - ヘルメット逆止弁作動不良
 - 腰バルブ装備せず

- ヘルメット・スキーズ
 - 12.4mの海底で発生

ヘルメット内が大気圧へ急減圧
頭頸部が強大な陰圧に曝露

頭頸部水没
救急蘇生開始まで時間経過

90

【症例10 70歳代 男性 採貝漁師】

搬送から収容先での経過 救急概要

- 8:23 覚知 指令内容 漁船 77歳男性意識呼吸なし 5-10分後到着予定 付近誘導依頼 水死？
仕事中の事故に関する模様
- 8:26 出動
- 8:35 現場到着
- 8:36 接触 船上に引き上げられ、同僚が有効な胸骨圧迫実施中。CPA確認。
CPR開始。換気に若干の抵抗あるも胸部拳上確認
首から顔面、頭部にかけうつ血。眼球突出。口唇浮腫。
- 8:37 モニター装着 初期波形心静止。救急車内でCPR継続するためにバックボードに固定
同僚より、水深12mで作業していることを聴取し、目撃なしと判断。瞳孔反射なし 6mm 6mm
- 8:39 車内収容
- 8:40 病院に特定行為指示要請および収容依頼。家族未到着のため、指導医師に許可を得る。
- 8:43 喉頭展開し、コンビチューブにて気道確保。換気良好
同僚より、船上引き上げ後に意識消失。まもなく呼吸停止、脈が触れなくなつた旨聴取。
目撃ありの活動に変更
- 8:48 家族到着。インフォームドコンセントをとり、静脈路確保。滴下良好
- 8:51 救命士報告。目撃ありの情報を伝え、薬剤投与指示要請。最終波形 心静止 アドレナリン1 mg
- 8:54 搬送開始
- 8:56 最終波形 心静止 アドレナリン1 mg (2投目)
- 9:01 最終波形 心静止 アドレナリン1 mg (3投目)
- 9:10 波形変化なく 病院到着

91

【症例10 70歳代 男性 採貝漁師】

搬送から収容先での経過 来院後経過 画像検査

- 9:13 救急室入室。呼吸停止。モニター波形 心静止。対光反射なし R=L 6mm CPR開始。
アドレナリン1mg (以後9:17、9:21にそれぞれアドレナリン1mg)
- 9:15 気管挿管。換気良好
- 9:25 心静止 CPR中止
- 9:56 死亡確認

来院時血液検査:Lac高値(21.0 mmol/L):低酸素で循環がしばらく動いていた所見

WBC	2800 / μ L	pH	6.571	ALB	3.5 g/dL	Na	148 mEq/L
RBC	4.40 $\times 10^6$ / μ L	pCO ₂	138.0 mmHg	AST	248 IU/L	K	8.2 mEq/L
Hb	13.8 g/dL	pO ₂	70.3 mmHg	ALT	139 IU/L	Ca ⁺⁺	1.46 mEq/L
HCT	47.0 %	Lac	21.0 mmol/L	LDH	751 IU/L	BUN	27.2 mg/dL
Plt	58.0 10 ³ / μ L	BE	-33.1 mmol/L	T-Bil	0.5 mg/dL	Cre	1.43 mg/dL
		HCO ₃	11.9 mmol/L	CRP	11.91 mg/dL	CK	237 IU/L

CT検査 頭部:脳血管の中に空気像:動脈、静脈(海綿静脈洞)とともに
眼瞼周囲・眼窩から両側側頭部皮下に腫脹

頸部:前頸部甲状腺レベルの軟部組織に腫脹

胸部:全肺野肺出血の所見なし 挫傷所見なし 気道の詰まりなし

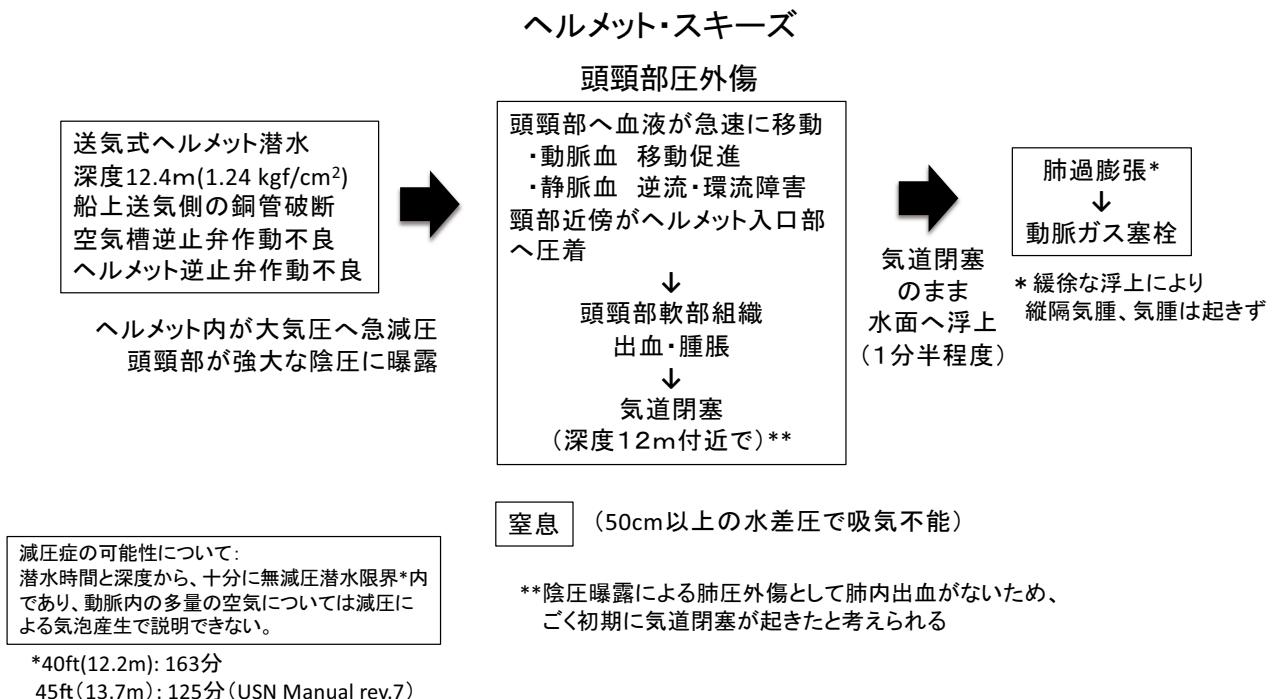
右房、左房、大動脈に二ボ一像、動脈に空気像

腹部:動脈に空気像

92

【症例10 70歳代 男性 採貝漁師】

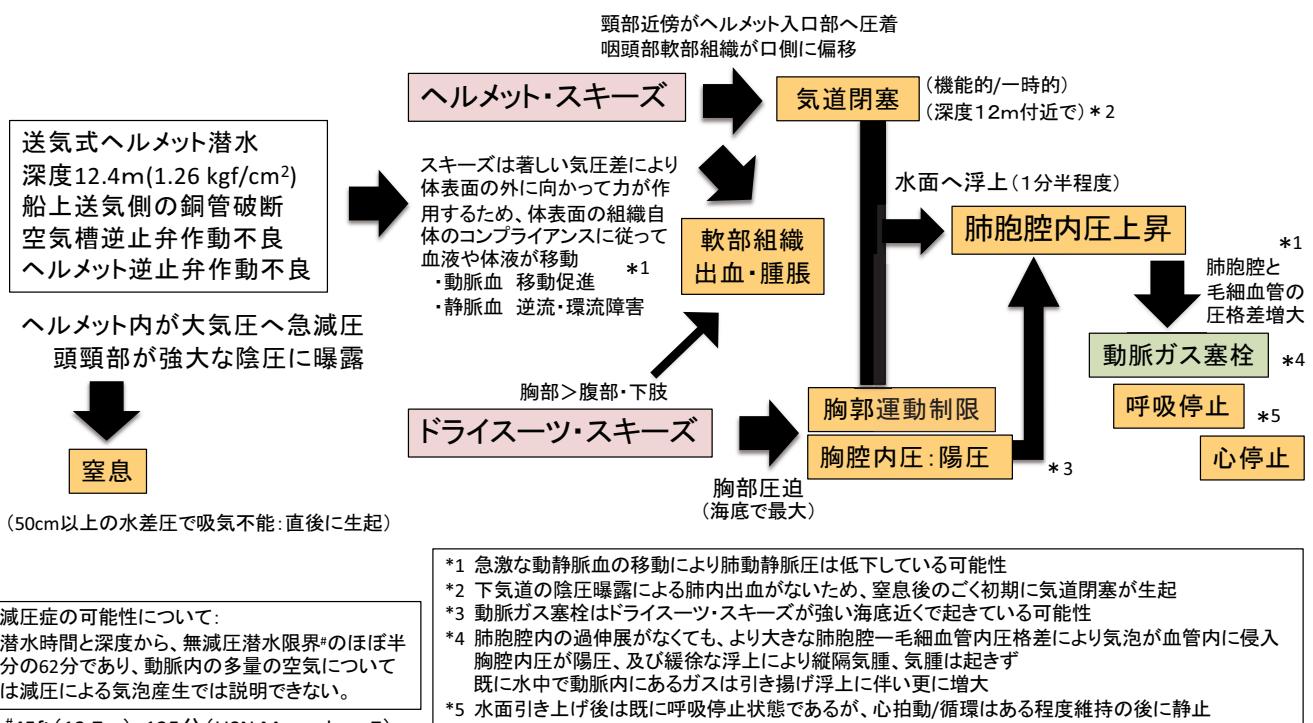
臨床経過から考えられる病態



93

【症例10 70歳代 男性 採貝漁師】

総合的な検討による病態



94

【症例10 70歳代 男性 採貝漁師】 本例から学ぶもの

- ヘルメット・スキーズではある程度のドライスーツ・スキーズを伴い気道閉塞がごく早期に起きると推定され、以下の可能性がある
 - ✓ 動脈ガス塞栓症が起きる
 - ✓ 肺圧外傷として気胸や著しい肺損傷はない
 - ✓ 低酸素状態で循環はしばらく働いている
 - ✓ 脳内、延髄内の明かな損傷はない

○事故対処

- ・異状の早期発見
 - ✓ 送気員：水泡の異状
 - ✓ 連絡員：交話
 - ✓ エンジン音
- ・潜水者の迅速な水面への引き揚げ
 - ✓ 気道閉塞が起きる前に
- ・（腰バルブ使用）
- ・（予備用圧縮空気ボンベの携帯）
- ・発症時の情報共有が重要：専門医の関与
 - ✓ 救急再圧の判断：動脈ガス塞栓症に対して
 - ✓ バイタルがあればAGE合併の可能性も考慮する
 - ・浅深度での発生あるいは迅速な引揚げができた場合には救命の可能性



○事故予防

- ・潜水器・送気装置
 - 逆止弁の点検
 - ✓ ヘルメット：潜水前
 - ✓ 空気槽：定期
 - 送気ホース・配管の点検
 - ✓ 正しい使用
 - ✓ 予備空気槽
 - ✓ ドレーンコック

救命するため、可能な限り障害を最小限にするため、具体的な方策について潜水者側の協力を得ながら、関連官庁等、救命救急関連機関が相互理解のうえ連携して取り組む必要がある。

一般演題4 O4-6

深深度混合ガス潜水における再圧室の使用について—潜水医学専門の産業医によるオンライン治療支援—

鈴木信哉^{1) 2)}

1) 亀田総合病院 救命救急科

2) 日本高気圧環境・潜水医学会減圧障害対策委員会

高気圧作業安全衛生規則第42条には、「事業者は、高圧室内業務又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」と記載されていて、再圧室を潜水現場に設置するか、設置しない場合には再圧処置が行える最寄りの医療機関等を決めておくことが求められている。

潜水現場に再圧室を設置しなければならない基準については日本では示されていないが、英国では水中の減圧時間が20分を越える場合は潜水現場に再圧室を直接設けることになっており、水中の減圧時間が20分以下、もしくは潜水深度が10mから50mまでの無減圧潜水の場合は2時間以内に再圧室を利用できるようにするといった減圧時間や潜水深度についての基準が設けられている。

再圧が可能な医療機関への搬送では間に合わず、直ちに再圧室を利用しなければ重篤な状態を引き起こす可能性がある潜水として、深深度混合ガス潜水がある。潜水作業深度が40mを越えるヘリウム酸素混合ガス潜水では減圧時間が20分を越えるようになるうえ、水中での潜水呼吸ガスの切り替えや高い分圧の酸素を呼吸することになるため、潜水機器の不調や酸素中毒症状などの不測の事態が生起した場合には、水中での減圧を省略し浮上して船上に設置した再圧室を利用して水上減圧に切り替える処置を行うことが必要になることがある。

救急処置を行うために潜水作業現場に医師が常駐することは、事象が発生する蓋然性を鑑みると極めて非効率的であり、現状では医師が直接潜水作業に立ち会うことは特別な事例以外にはない。また、再圧処置が可能な最寄りの医療機関が対応するとしても潜水現場から離れているため、潜水現場で救急処置が必要な場合に医師が潜水現場に出向くことでは時間的に適切さを欠く。

以上から、事象が生起した際に遠隔地から通信手

段を介して医師が潜水現場での再圧処置や治療支援を行うことが現実的である。対応する医師については、減圧障害の診断・治療経験を有していることが望ましいが、潜水士の健康管理や安全管理ができる産業医であることは重要な条件であり、オンラインで医師による潜水現場での再圧処置や治療支援を行うためには下記の適応基準や管理運用基準が推奨される。

- 1 医師不在でも再圧処置を直ちに実施しなければ潜水士に重大な結果を引き起こす可能性のある潜水が対象であること。深深度混合ガス潜水が該当する。
- 2 医師不在時の緊急処置要領を潜水専門の産業医の指導・助言のもと作成されたものが当該潜水の業務作業計画に入れてあり、関係者間で事態対処要領が周知徹底されていること。
- 3 潜水士に何か異状があった場合にはオーケルで産業医まで電話連絡されるが、直ちに処置を行わなければ重篤な状態を引き起こす可能性の高い(1)水中での酸素中毒 (2)緊急浮上 (3)浮上後10分以内の発症については予め決められた手順に従って処置を行い、産業医に連絡がつき次第その後の指示に従う。
- 4 潜水作業・再圧関係員及び再圧室の事態対処能力を潜水専門の産業医が事前確認していること。
- 5 潜水士の高気圧作業者健康診断及び定期健康診断結果(既往歴、投薬内容含む)の確認、潜水作業1週間前からの健康状態及び潜水日当日の健康状態が潜水専門の産業医に把握されていること。
- 6 作業現場での再圧処置後に救急診療していただく医療施設との連携が潜水専門の産業医により調整されていること。
- 7 繰続的に情報交換ができる通信手段が潜水現場—潜水専門の産業医との間で確保されていること。
- 8 事態対処後に処置の適切性を検証し、緊急処置要領に反映できること。

潜水現場と産業医間を緊急Web会議で繋ぎオンライン医療支援が可能かを検証するため、上記基準に合わせて産業医が関与している作業潜水について、潜水現場近くの佐渡島鷲崎漁港設置の再圧室による処置を想定して、軽症の減圧症症例に対するオンライン医療支援シミュレーション訓練を実施し、軽症例については現場再圧処置が概ね可能であることを報告した。

「減圧症治療施設から離れた地域における潜水の安全管理と事故対応」

亀田総合病院 救命救急科 高気圧酸素治療室
鈴木信哉

発症した減圧障害(DCI)を受け入れる施設として、重症まで対応できかつ長時間となる再圧治療には第2種装置(多人数用・複室構造)による治療が最適であるが、全国に40施設程度で地域によって偏りがあり、第1種装置(一人数用・単室構造)による治療に頼らざるを得ない地域がある。

第1種装置によるDCI治療では、酸素中毒の発現を抑えるためのエア・ブレイクができないうえ、DCIの標準治療圧である2.8ATAまで加圧できない機種も多く存在する。そのため標準治療が実施できない第1種装置は応急的な対応の位置づけとなり、応急治療後は必要十分な治療が可能な第2種装置を有する医療施設への搬送が運動麻痺や膀胱直腸障害などの神経所見を有する重症例では推奨される。

更には第1種装置へのアクセスも困難な地域では、救急搬送を含めた医療連携の態勢を構築することに加え、DCIの発症に備えた潜水管理や応急用の酸素使用について潜水を実施する側の啓発が必要である。

潜水後における大気圧での酸素吸入は減圧症発症の予防あるいは発症したときの症状軽減に有效であるが、DCI治療として高気圧酸素治療に取って代わるものではない。症状があつて大気圧下酸素吸入により症状がなくなったとしても、診察により減圧障害の所見が認められる例、あるいは事後の経過の中で骨壊死やDCI易再発例がみられることがあるため、大気圧下酸素吸入した場合は受診して診察をうけ、専門医の判断を伺うことが推奨される。

DCIの発症に備えた潜水管理では、職業潜水においては潜水士の労働環境評価のため潜水計画の段階から産業医が密接に関わることが推奨される。産業医はDCI発症予防のための潜水士の健康管理を含めて、潜水実施要領、緊急時連絡態勢、緊急時の処置要領の確認を行い、実際の潜水作業にあたっては産業医が遠隔でオンコール待機し、傷病発生時には、現場再圧治療の判断及び処置プロトコールの指示、再圧治療施設への受け入れ調整及び救急隊への助言等を行うことが推奨される。これらはいわゆる遠隔医療の範疇となるが、その試みが始まっているので紹介する。

資料 A- 2
2022.3.29

潜水業務における現場で出来る応急対応に関する研究

A) 潜水業務等における救急処置の実態についての調査 アンケート調査報告

<研究担当（所属）>（五十音順）○アンケート調査統括

四ノ宮成祥（防衛医科大学校）

鈴木信哉（亀田医療大学）

高木 元（日本医科大学）

藤田 智（名寄市立総合病院）

○望月 徹（東京慈恵会医科大学）

森松嘉孝（久留米大学）

和田孝次郎（防衛医科大学校）

1. はじめに

本調査は、労災疾病臨床研究補助金事業研究課題「潜水業務における現場で出来る応急対応に関する研究」の一環として実施したものである。潜水などの特異な環境下で行われる業務では、その環境条件が労働者の健康に無視できない影響を及ぼす場合がある。潜水におけるそれは高い環境圧力であり、その圧力変化に伴う直接的並びに間接的な作用によって健康障害を来たすことがあり、これらを総じて「高気圧障害」と言う。特に高気圧環境から大気圧環境への復帰する際の環境圧力の減少（減圧）による影響が大きく、減圧症や動脈ガス塞栓症など重篤な症状に至る可能性がある障害に対しては十分な対策が求められている。なお減圧症(decompression sickness)と動脈ガス塞栓症(arterial gas embolism)は症状の鑑別が容易でなく、また処置方法がほぼ同じであることから、現在ではこれらを合わせて「減圧障害(decompression illness)」として取り扱われることが多い。

減圧障害の処置には、酸素再圧治療が著効であることが知られている。しかしながら、酸素再圧治療の実施には、大型の酸素再圧治療装置が不可欠であり、1回の治療時間が数時間以上に及ぶことから、実施には多くの費用と労力が必要となる。そのため、業務の現場における減圧障害対策は、予防的な措置に重点が置かれている。高気圧作業安全衛生規則（以下、高圧則）においても、減圧障害予防の観点から減圧速度や減圧方法、減圧後の安静時間などが細かく定められている（第18条「減圧の速度等」）。また、高気圧業務に従事する労働者に対しては、6ヶ月以内ごとの特殊健康診断の受診を義務付けており（第38条「健康診断」）、その結果、労働者が減圧障害のリスク要因を有すると認められた場合には、高気圧業務への就業を制限している（第38条「健康診断」、第39条「健康診断の結果」、第41条「病者の就業禁止」）。

しかしながら、減圧障害発症に至る根源的な原因が明らかとなっていない現状では、完全な予防措置は存在し得ない。そのため、万一の場合に備え、酸素再圧処置を含めた応急処置について準備しておくことが必要である。高圧則においても、業務現場への救急再圧室の設置もしくは利用できる措置を講じることを義務付けている（第42条「設置」）。しかしながら、運用方法等に関する具体的な措置については規定がないことから、一部には混乱が生じている。

我が国の労働基準法では、特定の業務に従事したことによって生じた障害を「業務上疾病」としている。これらは、厚生労働省の「業務上疾病発生状況等調査」によって年度毎の疾病者数が公表されている^①。このうち「異常気圧下における疾病」の発生状況を図1に示す。異常気圧下における業務のうち、低気圧下は標高3,000m以上の高所で行われる業務を対象としていることから、異常気圧下での業

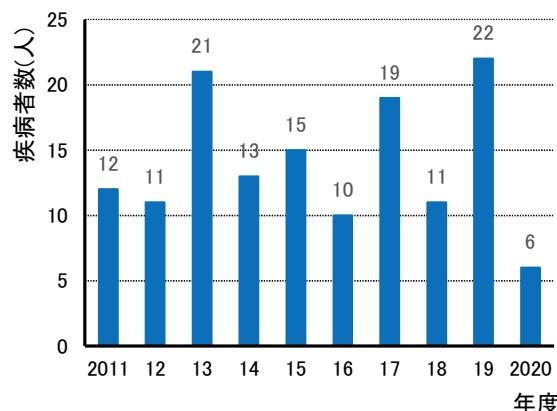


図1.異常気圧下における業務上疾病発生状況

務は、ほぼすべてが高気圧下での業務とすることができます。図1からも明らかなように、2011年から2020年までの10年間で140人の疾病者数があり、変動はあるものの年平均約14人の減圧障害疾病者数が報告されている。これは、加療のため4日以上の休業を要した比較的重症者を対象としたものであることから、軽症などを含めればその数はさらに多くなることは容易に想像できる。

したがって、予防措置だけでなく、減圧障害の発生に備えた救急措置を講じておくことは必要不可欠な要因である。救急措置としては、再圧治療設備を備えた医療機関へ搬送することが、特に医療者側から求められてきた。しかしながら、減圧障害の治療に適した二種（多人数用）再圧治療設備を有する医療機関は限られており、また、その場所も偏在している^②。さらに潜水医学を専門とする医師も多くなく、再圧治療設備があっても専門医が不在といったミスマッチも生じている。

このようなことから、減圧障害が発生した際に医療機関での処置を開始するまでの間、業務現場において対応可能な救急措置を構築する必要がある。これらの措置を検討する際には、現在の高気圧業務の現場ではどのような減圧障害が発生しており、どのような措置が取られているのかを知る必要がある。そこで、高気圧下での業務に従事する労働者並びにその関係者を対象としてアンケート調査を実施し、高気圧業務の現場における減圧障害とその救急措置の実態について明らかにすることを試みた。

2. 方 法

高気圧環境下で行われる業務は、土木建築関連などの産業関連からマリンレジャー関係、水産業、警察消防などの警備救難関係と幅広い分野で行われている。そこで、比較的稼働日数が多く、従事する労働者の多い潜水作業、潜函作業並びにレジャーダイビング関係を対象群として調査を実施した。

減圧障害の実態を明らかにするために、当初はインタビュー方式による対面調査を検討したが、covid-19感染症拡大に伴う行動制限措置発動のため、アンケート式調査とした。調査項目や設問内容は、減圧障害の状況については減圧障害既往の有無や回数、その時の症状等を、処置の実態に関して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を、さらに減圧障害の予防措置としてどのようなことを実施しているのかという点を調査項目とした。これらの項目を調査対象者群毎に比較的簡単に回答できるように設問を作成し、調査票として取りまとめた。また、回答は無記名式とし、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。各対象群におけるアンケート調査方法を以下に示す。

(1) 潜水作業関係

潜水作業関係についての調査は、業界団体である（一社）日本潜水協会の協力のもと、所属する会員を調査対象とした。日本潜水協会には3種類の会員があり、1種会員は潜水工事会社160社、2種会員は潜水士209人、3種会員はマリコン・ゼネコン等63社であった。これらのうち直接潜水作業に係るのは1種及び2種会員であり、3種会員は間接的な関与で

はあるが、元請業者として潜水工事全般に責任を有し、工事の管理監督を通じて大きな影響力を有することから調査対象とした。アンケート調査票は 1 種及び 2 種会員を対象とした「調査票 A1」と 3 種会員を対象とした「調査票 A2」の 2 種類を作成した。調査票は、提供された会員名簿をもとに、それぞれの会員に直接調査票を郵送し、同封した返信用封筒にて回収を行った。

(2) レジャーダイビング関係

レジャーダイビングにおける潜水業務は、アマチュアダイバーに対して潜水技術の指導を行う業務や、観光地においてダイビングスポットの案内を行う業務が主なものとなっている。これらの業務は、兼務されていることが多いことから、主に潜水指導に従事するダイビング・インストラクター（以下、インストラクター）を対象とした。調査に際してはインストラクターの業界団体であるレジャーダイビング認定カード普及協議会（c カード協議会）の協力を得て、その登録会員を対象とした。調査実施時点での登録者数は 10,353 人と多数に及んだため、インターネットを利用した web アンケート調査方式を用いた。前述の潜水作業者に対する調査票作成と同様に、対象がインストラクターであることを考慮した「調査票 B」を作成した。調査票の web 上への展開に際しては、オンライン調査に実績のある株式会社クロスマーケティングに調査用 web サイトの作成と管理を依頼した。web サイトの開設に合わせ、c カード協議会から所属する各インストラクターに web サイトのアドレスを告知するとともに、協力並びに参加を依頼した。

(3) 潜函作業関係

潜函作業関係については、業界団体である日本圧気技術協会に協力を依頼し、所属する会員企業をアンケート調査の対象とした。日本圧気技術協会に所属する会員企業は 4 種類あり、正会員は大手ゼネコン企業 18 社、特別会員は、潜函工事の設備機材を有し実質的に潜函工事を担当する専門企業 3 社、賛助会員は潜函作業に労働者を派遣する所謂下請け企業 7 社、並びに賛助会員として、工事現場で使用する設備器材のレンタルを行う企業 2 社から構成されていた。今回は直接潜函工事に携わる賛助会員と工事現場での潜函作業の管理監督を担当する特別会員を対象とした。調査票は潜函作業者を対象とした「調査票 C」を作成し、日本圧気技術協会にその発送と回収を依頼した。

3. 結 果

調査は 2020 年 12 月から 2021 年 2 月に実施し、1,125 名から回答を得た。その内訳は、潜水作業関係 441 名（調査票 A1：288 名、調査票 A2：153 名）、潜函作業関係 316 名、レジャーダイビング関係 368 名であった。調査結果の概要を以下に示す。なお各調査結果の詳細は添付資料 1～4 を参照されたい。

3 -1 回答者の背景

回答者の特性を知るために、その背景について調査を行った。結果を以下に示す。

(1) 年齢

回答者の年齢は、潜水作業者関係並びに潜函作業関係では 50 代が最も多く、次いで 40 代が多かった。レジャーダイビング関係では 40 代が最も多く、次いで 30 代が多かった。各調査対象群における回答者の年齢を図 2 に示す。

(2) 業務経験

回答者の業務経験年数は、いずれも 21-30 年が最も多かった。潜水作業者と潜水元請業者では次いで 31-40 年が多く、潜函作業者とレジャーダイビングでは 11-20 年が多かった。各調査対象群における回答者の業務経験年数を図 3 に示す。

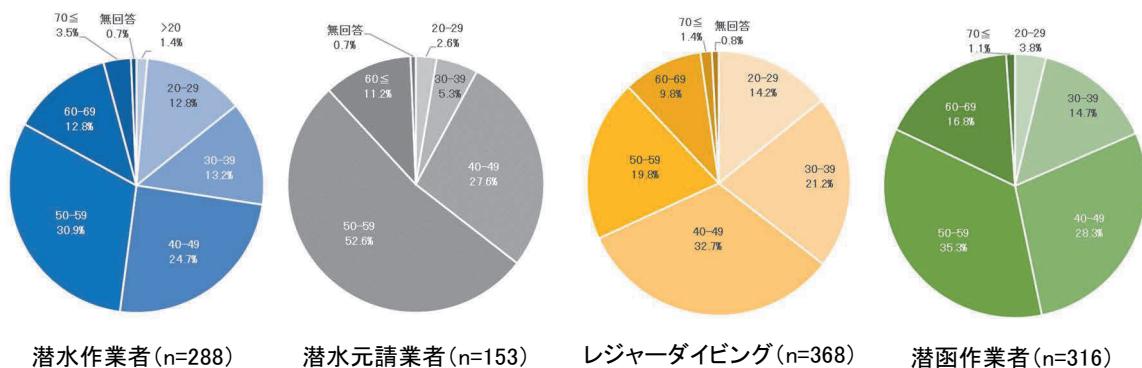


図 2. アンケート調査回答者の年齢

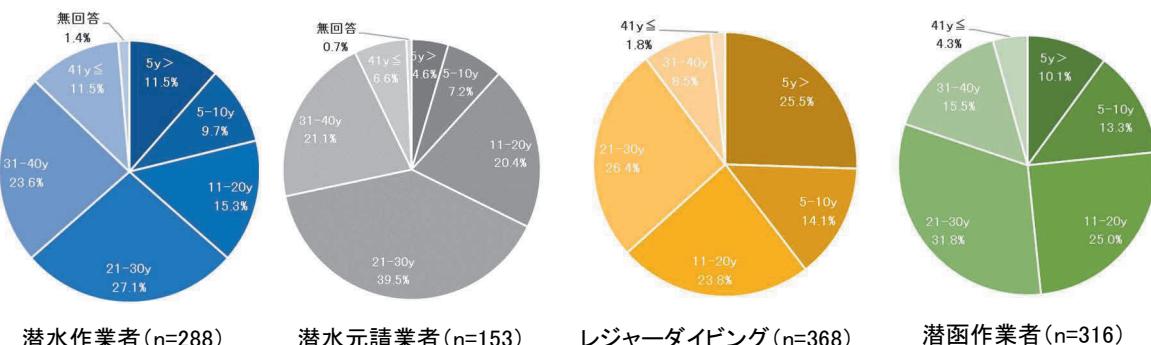


図 3. アンケート調査回答者の業務経験年数

(3) 所属する組織

回答者がどのような組織に所属しているかを調べたところ、潜水作業者では約 85%が潜水工事会社等の企業に属しており、一人親方と呼ばれる個人事業主は 3.5%にとどまった。レジャーダイビングでは、企業に属するものが約 39%と最も多かったものの、個人事業主が 25%、フリーランスの立場で業務に参加するものが約 28%あった。各調査対象群における回答者の所属組織形態を図 4 に示す。なお潜函作業者に関しては作業がグループ単位で行われることから、フリーランスとして単独で業務に就くことはほぼ不可能であることから、特に調査は行わず全て企業に属しているものとして評価した。

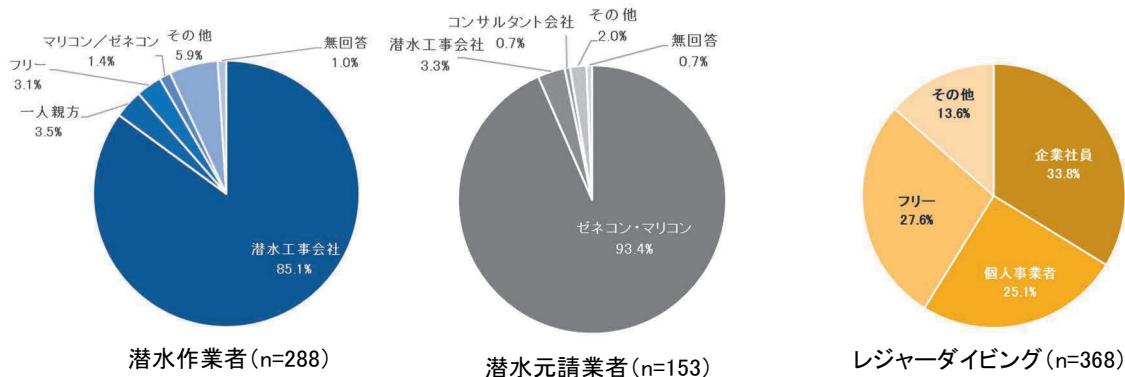


図 4. アンケート調査回答者の所属組織形態

(4) 担当する業務

回答者が高気圧業務の現場で主にどのような業務を担当しているのかを調べたところ、潜水作業者では、ダイバーもしくは支援員を兼務するダイバーとして業務に携わるものが約 60% あった。一方管理業務等の間接的な業務に従事するものは約 13% であった。潜水元請業者では現場作業所長もしくは現場監督等、作業に大きな影響力を有する立場のものが約 74% あった。レジャーダイビングでは、ダイバーとして業務に参加するものが 90% あつたが、その内 12% は潜水士資格を有さないダイバーであった。各調査対象群における回答者が主に担当する業務を図 5 に示す。なお潜函作業において潜函作業者が管理等の間接業務に従事することは稀であり、ほぼ全員が直接潜函作業に携わる労働者であることから特に調査を実施しなかった。

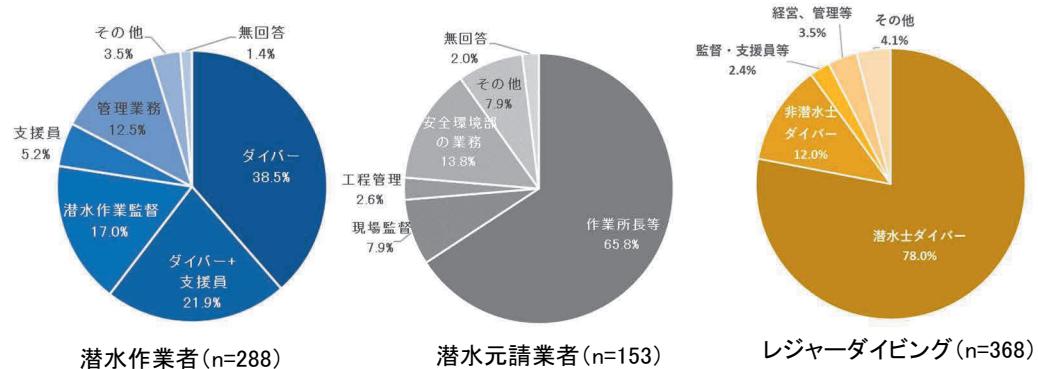


図 5. アンケート調査回答者の主な担当業務

今回の調査では、レジャーダイビング関係の調査には web 調査方式を用いた。調査対象者に直接調査票を郵送する場合とは異なり、web 上に設けられた調査サイトに誰でもアクセスすることが可能である。そのため、web 調査（調査票 B）回答者がレジャーダイビングに携わるものであることを確認するために現在の主な業務について尋ね、実際に調査対象者に該当することを確認した。その結果を図 6 に示す。図からも明らかなように、回答者の約 94% がダイビング・インストラクターもしくはガイドとしてレジャーダイビングに携わっていることを確認した。なお回答は複数回答（Multiple Answer: MA）方式であり、ダイビング・インストラクターに加え、多くの分野で兼業している実態も明らかとなった。

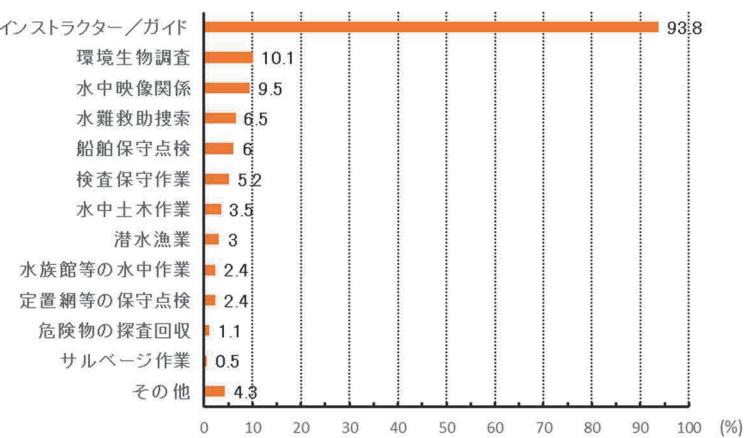


図 6. 調査票 B の回答者の主な業務(MA)

(5) 主な活動地域

潜水作業者、潜水元請業者、レジャーダイビングを対象とした調査では、主な業務活動を行う地域について調査を行った。複数回答式で行った調査の結果を図 7 に示す。図からも明らかのように、いずれの調査対象群においても、日本各地で業務が行われていた。潜水作業関係では特に大きな偏りは認められないが、レジャーダイビングでは、突出している地域があり偏りが認められた。すなわち、関東地方（東京、神奈川、千葉、埼玉、茨城、栃木、群馬）が 25%、東海地方（静岡、愛知、岐阜、三重）が 38%、九州地方（福岡、佐賀、長崎、大分、熊本、宮崎、鹿児島、沖縄）が 39% と多かった。これらの地域には、いずれも有名なダイビングスポットを有していることが、その理由と考えられた。

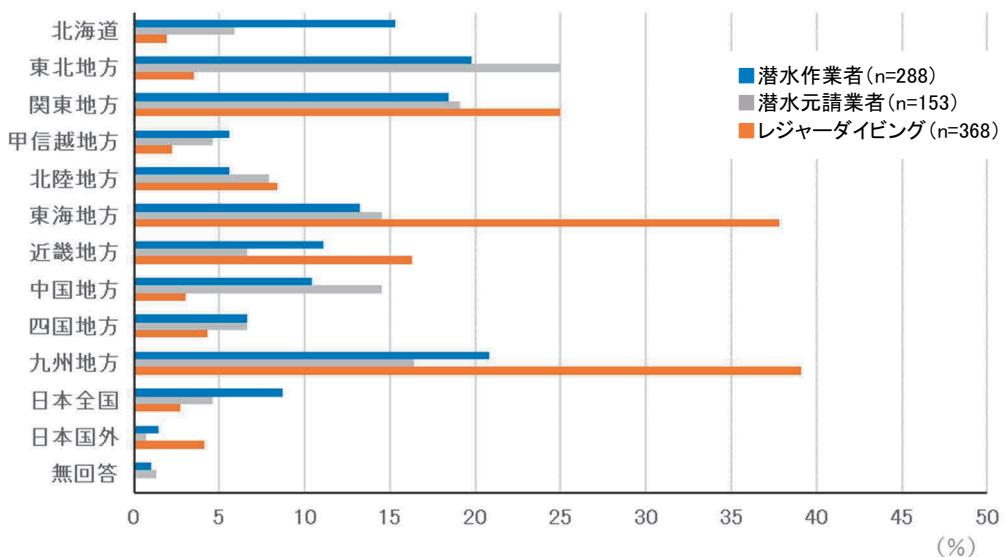


図 7. 回答者が業務を行う主な地域(MA)

3-2 減圧障害の現状

減圧障害の罹患経験の有無や過去に経験した減圧障害の症状等について調査を行った。以下にその結果を示す。

(1) 最大作業水深（最大作業圧力）

減圧障害のリスクは曝露圧力の大きさに影響を受けることから、回答者が経験した最大作業水深もしくは最大作業圧力について調査を実施した。潜水作業者では、20-29mが最も多く(29%)、次いで30-39mが多かった(24%)。一方潜水元請業者とほぼ同じ潜水業務に携わると考えられる潜水元請業者では、10-19mと回答したものが最も多かった(42.1%)。レジャーダイビングでは30-39mが多く(42%)、次いで20-29mであった(31%)。潜函作業では30-39mが最も多く(26%)、次いで40-49mが多かった(21%)。全体的な傾向としては、従来考えられているよりも潜水深度は大深度化の傾向にあると考えられた。

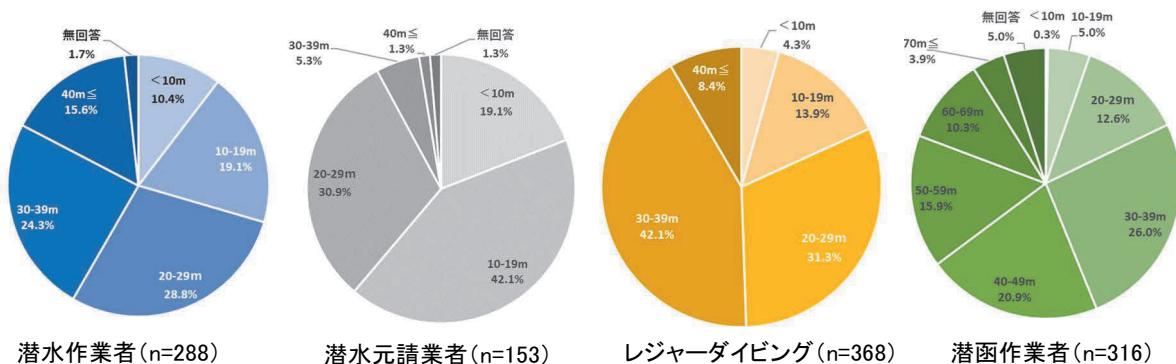


図 8. アンケート調査回答者が経験した最大曝露圧力

(2) 減圧障害罹患の経験

減圧障害への罹患経験が有ると回答したものは潜水作業者で20%、潜函作業者で27%、レジャーダイビングで12%であった。また、潜水元請業者の14%が管理監督を担当した潜水業務現場で減圧障害を経験したと回答した。潜函作業者を除く対象群には、さらに減圧障害として鑑別診断を受けてはいないが、減圧障害に類似した症状を経験したことがあるか尋ねたところ、潜水作業者では12%、潜水元請業者では12%、レジャーダイビングでは7%があると回答した。減圧障害の罹患経験に関する回答結果を図9に示す。

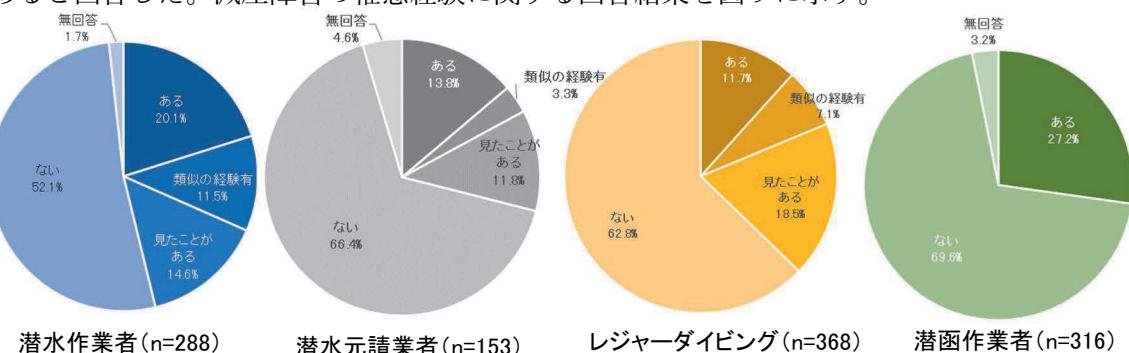


図 9. アンケート調査回答者の減圧障害罹患経験の有無

潜水作業とレジャーダイビングでは、減圧症への罹患経験が有ると回答したものに対し、その回数についても調査を行った。有効な回答のうち、2回以上の経験を有するとの回答は、潜水作業者で54%、潜水元請業者で65%、レジャーダイビングで51%といずれも半数を上回る結果となった。それらのうち6回以上の経験を有すると回答したものは、潜水作業者で7%、潜水元請業者で5%、レジャーダイビングで4%あった。減圧障害罹患の回数に関する調査結果を図10に示す。

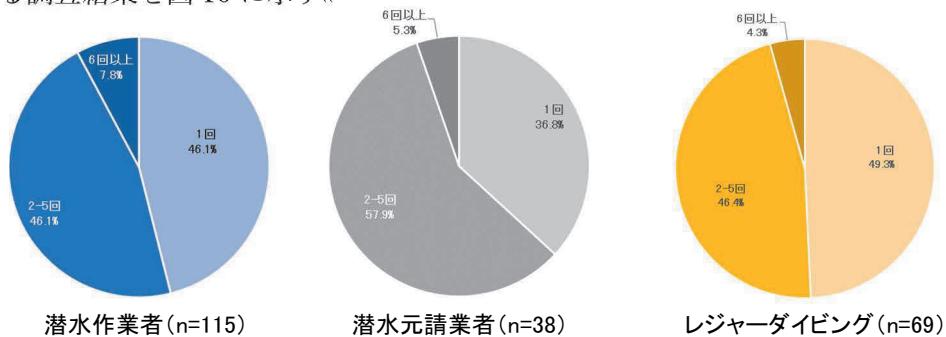


図10. 減圧障害に罹患した回数

(3) 減圧障害の症状

減圧障害には特異な症状がなく様々であることが知られている。減圧障害の症状に関する今回の調査においても、これを裏付ける結果となった。潜函作業者を除く対象群の調査結果を図11に示す。図からも明らかなように、いずれの対象群においても関節痛が最も多かった（潜水作業者：62%、潜水元請業者：50%、レジャーダイビング：53%）。潜水作業者では、次いで関節の違和感（26%）、皮膚の痒み（20%）、しびれなどの感覚異常（16%）が多く、潜水元請業者では、しびれなどの感覚異常（34%）、関節の違和感（30%）、頭痛（23%）が多くかった。レジャーダイビングでは、しびれなどの感覚異常（40%）、皮膚の痒み（31%）、強い疲労感（30%）が多かった。潜水作業者とレジャーダイビングを比較すると、吐き気やめまい、不快感、起立歩行困難などの神経系異常が疑われる症状が認められた割合が多い傾向にあった。

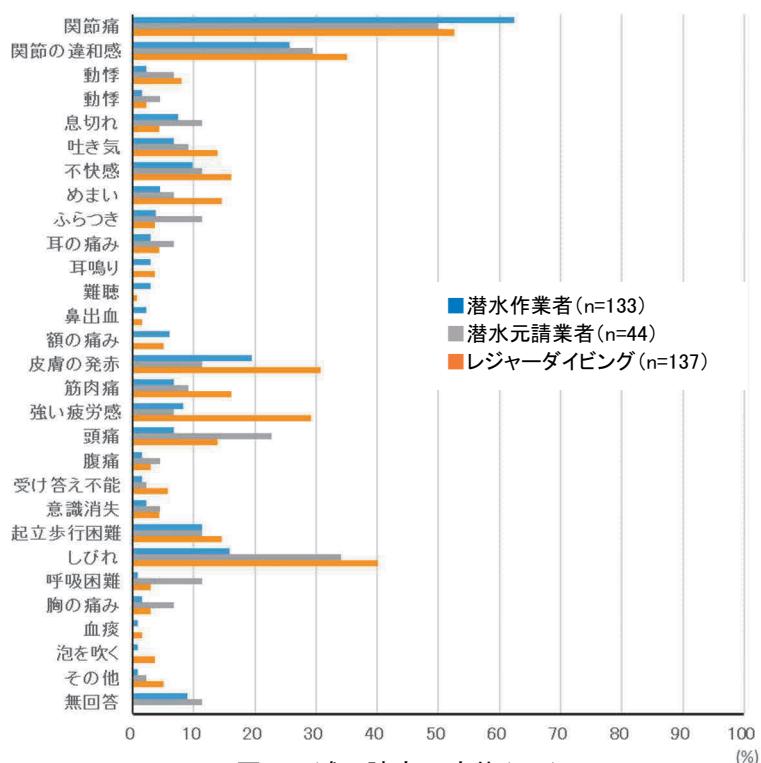


図11. 減圧障害の症状(MA)

3 - 3 減圧障害の処置

減圧障害発生時に業務の現場で行われた処置に関して、具体的な処置方法、処置までに要した時間、処置の結果、処置に要した費用の処理等について調査を実施した。結果を以下に示す。

(1) 処置方法

複数回答方式で実施した減圧障害発生時の処置に関する調査結果を図12に示す。図からも明らかのように、医療機関への搬送処置がとられた例は、潜水作業者(38%)、潜水元請業者(57%)、レジャーダイビング(69%)で多かった。一方潜函作業者では、現場に設置された救急再圧装置（ホスピタルロック）等による処置が多く(83%)、医療機関への搬送は少なかった(20%)。医療機関への搬送以外にとられた処置としては、潜水作業者ではふかし（再潜水）が多く(36%)、次いで一人用再圧室（ワンマンチャンバー）での処置(10%)、多人数用再圧室での処置(9%)が多かった。潜水元請業者も同様の傾向にあり、ふかし(25%)、一人用再圧室での処置(5%)、多人数用再圧室での処置(9%)が多かった。一方レジャーダイビングでは大気圧酸素呼吸による処置が多く(26%)、ふかし(13%)、一人用再圧室での処置(2%)、多人数用再圧室での処置(4%)はあまり行われていなかった。また、減圧障害の発症が疑われたものの処置を受けず我慢した例が、潜水作業者で19%、レジャーダイビングで15%、潜函作業者で7%あった。

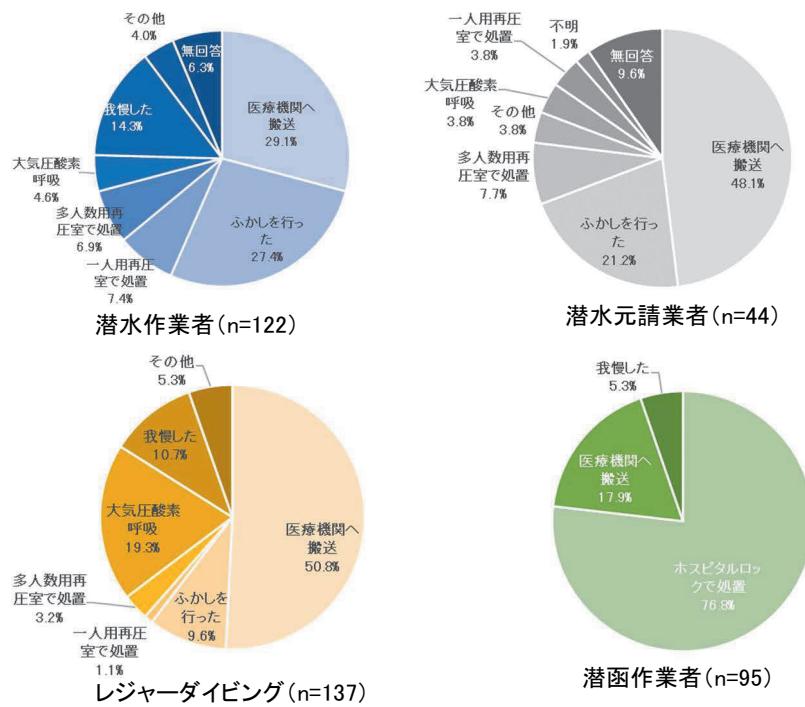


図 12. 減圧障害の処置

(2) 処置の結果

潜函作業者を除く調査対象群では、処置の結果についても調査を行った。その結果を図13

に示す。処置後に症状が消失した例は、潜水作業者で49%、潜水元請業者で30%、レジャーダイビングで41%であった。潜水元請業者で低い値となっているが、これは回答に含まれる無回答者の割合が多かったことによるもので、無回答者を除けば36%となる。症状消失に症状軽快を加えた寛解例は、潜水作業者で81%、潜水元請業者で64%、レジャーダイビングで85%と高値であった。一方悪化した例は潜水作業者で0.8%、潜水元請業者では0%、レジャーダイビングで1.5%と僅かであった。

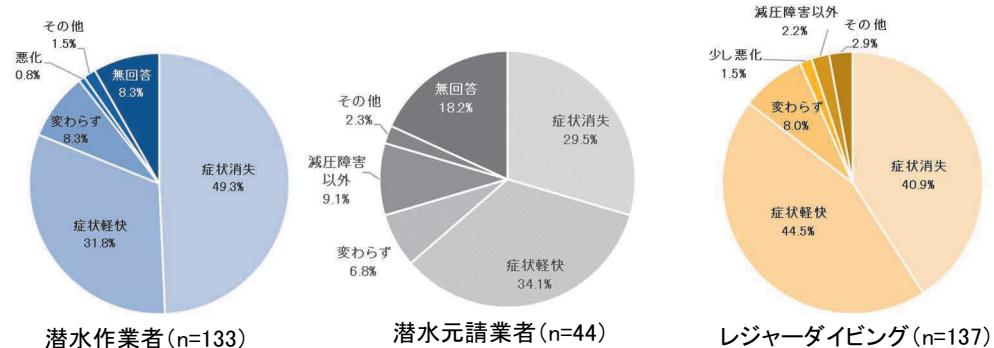


図 13. 減圧障害の処置の結果

(3) 処置までに要した時間

処置までに要した時間についての調査結果を図14及び図15に示す。調査対象群のうち、潜水作業者、潜水元請業者およびレジャーダイビングでは医療機関での処置が多かったことから、症状の発症から医療機関での再圧処置開始までの時間を調査した(図14)。一方潜函作業者は、現場に設置された救急再圧室を利用しての処置が多かったことからその時間を調査した(図15)。医療機関での再圧処置開始までの時間は、潜水作業者と潜水元請業者では2~4時間以内(2-4h)が最も多く(26%と29%)、レジャーダイビングでは24時間以上($\geq 24h$)が多かった(49%)。

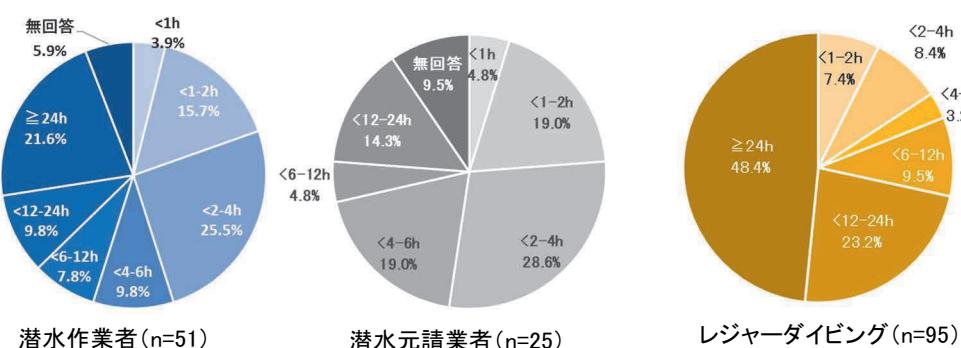
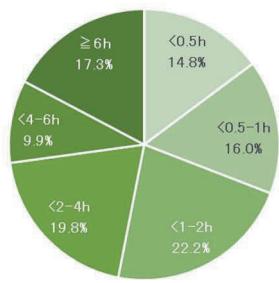


図 14. 減圧障害発症から医療機関での再圧治療開始までの時間

潜函作業者では、減圧障害が発生した現場での処置が可能なことから、処置までの時間は比較的短時間に実施することが可能なため、1~2時間以内が最も多かった(22%)。

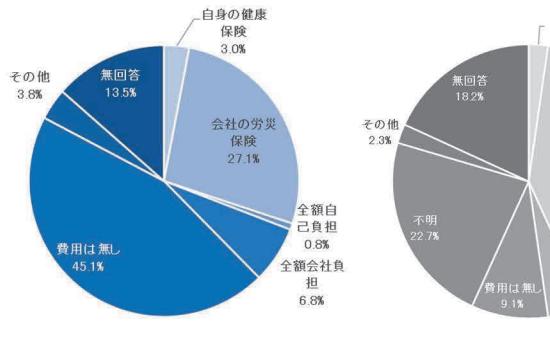


潜函作業者(n=95)

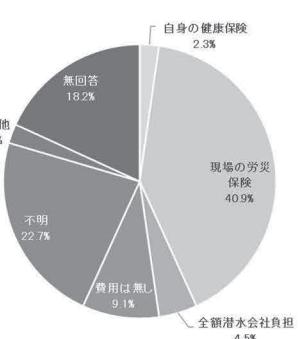
図 15. 減圧障害発症から再圧治療開始までの時間

(4) 処置費用の処理

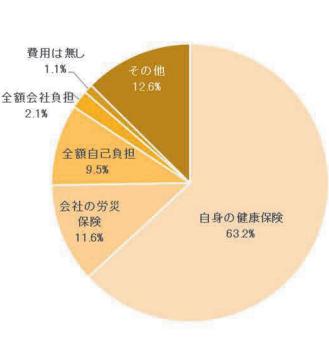
減圧障害の処置の際に支払った費用等の処理について調査したところ、調査対象群で大きく異なる結果となった。潜水作業者ではふかし等現場で処置が行われる例が多くかったことから特に費用の発生がない場合が多く(45%)、医療機関等の処置で費用が発生した場合でも、労災保険による支払いがほとんどであった(27%)。これは潜水元請業者も同様であった。一方レジャーダイビングでは、減圧障害の約半数が医療機関で処置されおり、その費用処理には受療者自身の健康保険が使われた場合が多く(63%)、労災保険の利用は少なかつた(12%)。なお潜函作業者は、ホスピタルロックによる現場での処置が大半を占めたことから費用に関する調査を行わなかった。



潜水作業者(n=133)



潜水元請業者(n=44)



レジャーダイビング(n=95)

図 16. 減圧障害の処置に要した費用の処理方法

3-4 減圧障害の予防対策

減圧障害に関する処置としては、従来から予防対策が主なものとなっている。2015年には、改正高気圧作業安全衛生規則が施行となり、業務の現場における酸素の利用が可能となった。そこで、予防対策や応急処置に対して、どの程度酸素の利用が図られているかを含めて調査を実施した。

(1) 減圧障害の予防対策

潜水作業者、潜水元請事業者及びレジャーダイビングで行われている減圧障害の予防対策を図に示す。調査は提示して回答選択肢のうち、該当するものをすべて選択する複数回

答方式とした。

潜水作業者で行われる予防対策としては、「無理な潜水をしない」、「無減圧潜水を心掛けろ」、「体調管理に気を付ける」、「十分な睡眠をとる」、「気象海象状況に注意する」の5項目がいずれも50%を超えるものであった。一方レジャーダイビングでは、「無理な潜水をしない」、「無減圧潜水を心掛ける」、「常に安全停止を行う」、「体調管理に気を付ける」、「脱水にならないよう水分補給に努める」、「繰り返し潜水はDC（ダイビング・コンピュータ）の指示に従う」の7項目が70%を超える高値であり、また「十分な睡眠をとる」、「気象海象状況に注意する」が50%を超えるものであった。これらのことから、特にレジャーダイビングでは、多くの予防対策が併用して用いられている様子が知られた。一方予防対策としての酸素の利用（大気圧酸素呼吸）は潜水作業者で7%、レジャーダイビングでは僅か3%に留まった。

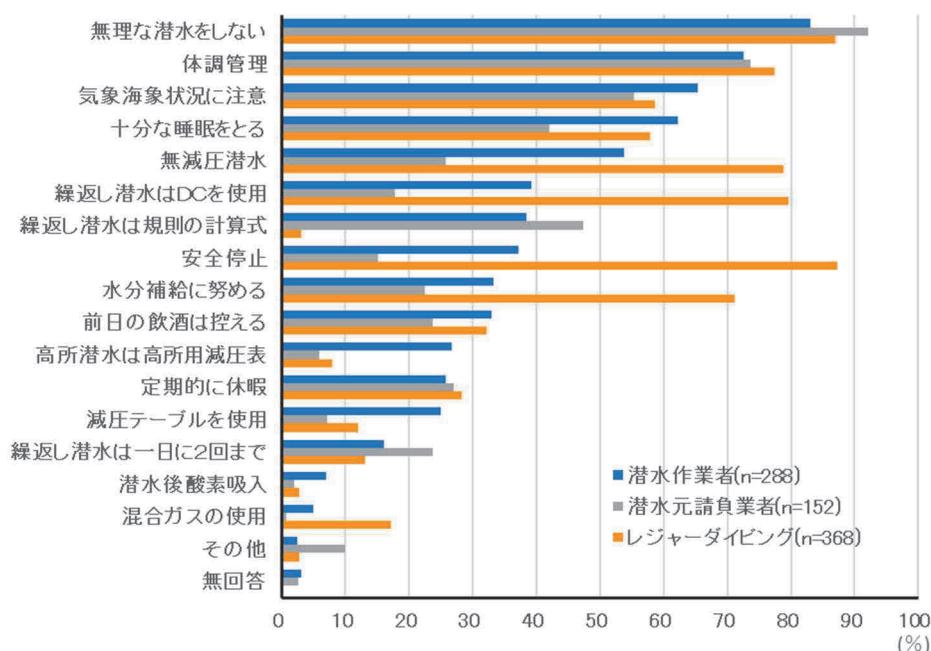


図 17. 潜水業務で利用されている減圧障害予防対策(MA)

潜函作業者における減圧障害予防対策に関する調査結果を図18に示す。潜函作業者に対する調査では、提示された回答選択肢の内から選択するのではなく、実際に自分が実施している予防対策をすべて記載してもらった。アンケート調査回収後、記載された予防対策を整理分類し、内容が同じもの毎にグループ化して取りまとめた。潜水業務の結果とは異なり、潜函作業者では利用が50%を超える予防対策はなく、「減圧中や減圧後に身体を冷やさない」が最も多かった(38%)。また、予防対策としても「酸素減圧を確実に行う」や「減圧スケジュールの厳守」等比較的消極的なものが多い傾向にあった。

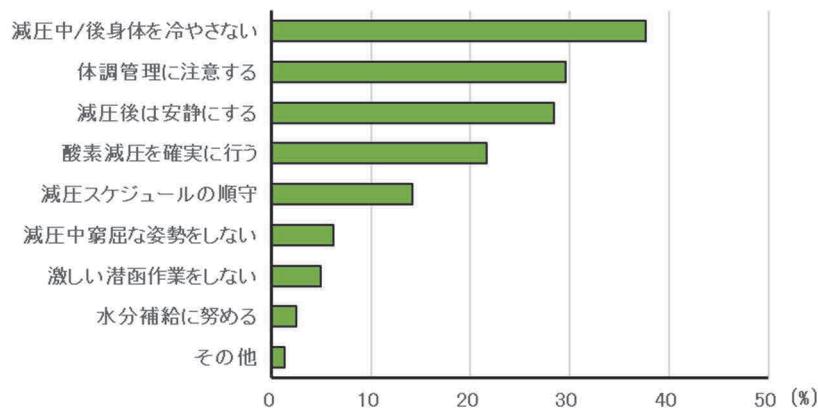


図 18. 潜函作業で利用されている減圧障害予防対策(MA)

(2) 健康診断

疾病の予防には、健康診断から得られる情報は非常に重要なものとなる。高気圧業務に従事する労働者には、通常の一般健康診断に加え、高気圧業務によるリスク評価のための健康診断（特殊健康診断）の受診が規則によって義務付けられている。そこで、現在の健康状態と健康診断の受診状況等の調査を実施した。なおこの調査は潜水作業者とレジャーダイビングを対象とした。

まず現在の健康状態であるが、どちらの調査対象群においても概ね問題のない状態にあるとの回答が多かった。「健康状態に不安がある」と「慢性持病がある」との回答は、潜水作業者で 10%、レジャーダイビングで 8% であった。

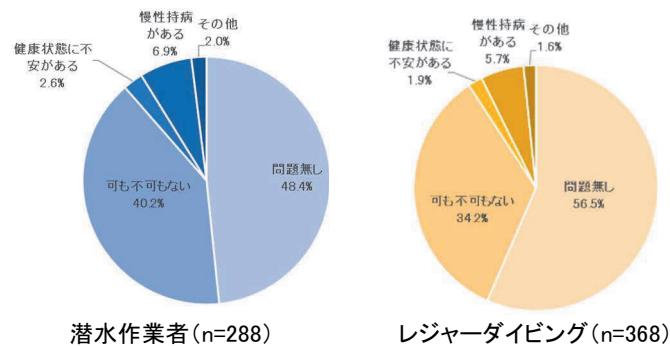


図 19. 回答者の健康状態

これら自身の健康評価の根拠となるのは健康診断の受診結果である。そこで、健康診断の受診状況を調査したところ、一般健康診断と高気圧業務に従事する労働者に求められる特殊健康診断の両方を受診しているものは、潜水作業者では 87% であるのに対し、レジャーダイビングでは 32% に留まった。健康診断を受診していないと回答したものは、潜水作業者では 1%、レジャーダイビングでは 7% であった。総じて潜水作業者に比べレジャーダイビングでは、特に特殊健康診断が軽視される傾向にあった。

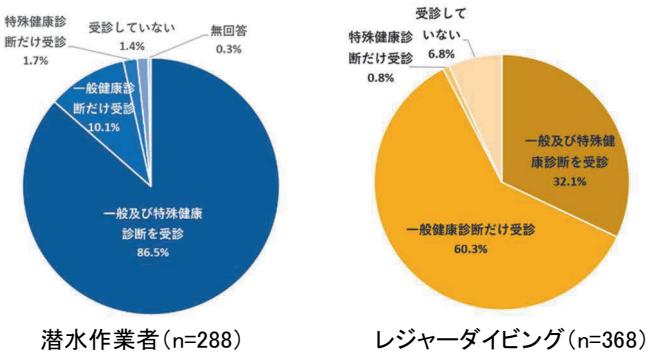


図 20. 健康診断の受診状況

(3) 減圧障害に対する知識

効果的な予防対策を構築し、維持改善していくためには減圧障害に関する知識の取得は欠かすことができない。そこで、減圧障害に関する知識を有しているか、またその知識はどのように取得したかを調査した。減圧障害に関する知識の度合いを知るために、減圧障害として評価すべき症状について調査した。

減圧障害の知識を有しているかとの問い合わせに対して、各調査対象群共に知識があるとの回答が大半であった。「十分な知識がある」と「必要最小限の知識がある」と回答したものは、潜水作業者で 93%、潜水元請業者で 85%、レジャーダイビングで 94% であった。潜函作業者では、「減圧障害について知っているか」との問い合わせに対し、「知っている」か「知らない」のいずれかの回答を求めたが、「知っている」が 93% であった。

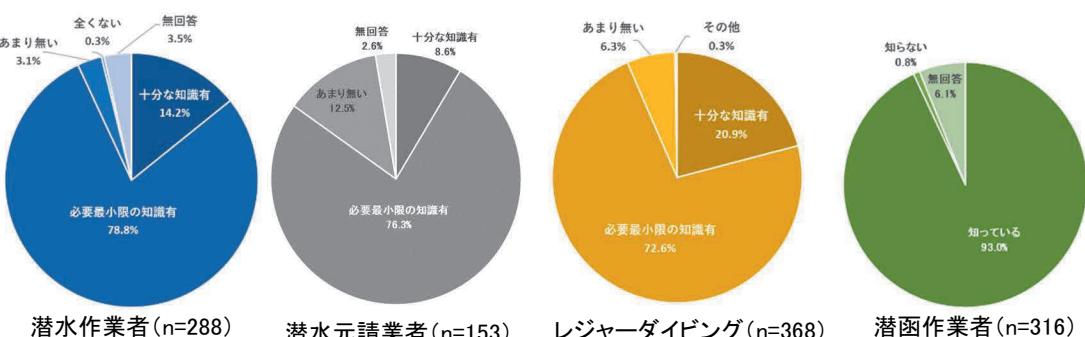


図 21. 減圧障害に関する知識の有無

減圧障害に関する知識の修得方法についても調査を行った。修得方法は様々であるが、潜水作業関係者とレジャーダイビングでは差異が認められた。すなわち、潜水作業者では、「上司／同僚／同事仲間から」が 46% と最も多く、次いで「資格取得時の講習会から」が 43%、「現場での安全講習会から」が 40% であった。潜水元請業者においても「現場での安全講習会から」(63%) と「上司／同僚／同事仲間から」(49%) が高かった。一方レジャーダイビングでは、「資格取得時の講習会から」が最も多く(88%)、「雑誌や書籍から」(42%) 並びに

「インターネットから」(38%)
が多かった。

知識や情報の修得に関しては、潜水作業関係者は、本人が属する集団から情報を得ることが多いのに対し、レジャーダイビングでは自身一人で情報収集に努める傾向にあった。

減圧障害に対する理解の度合いについても調査を行った。

調査方法として用いた設問は、減圧障害が疑われる 20 の症状を示し、これらのうち再圧処置などの減圧障害の処置が必要ないものを全て選択する、というものである。選択肢には「すべて再圧治療の対象」という回答を含めており、これを選択した割合が多ければ、正確な知識を有していると評価した。調査の結果、この回答を選択した割合は、潜水作業者で 9%、潜水元請業者で 41%、レジャーダイビングで 22% であった。

減圧障害の処置が必要ないと回答された症状には、便秘や腹痛、腰痛が多かった。膀胱直腸障害は脊髄神経系障害が疑われる症状である。また、腹痛や体幹の痛みは重症減圧症の前駆である可能性があり、そのまま放置せずに適切な処置を施す必要がある。

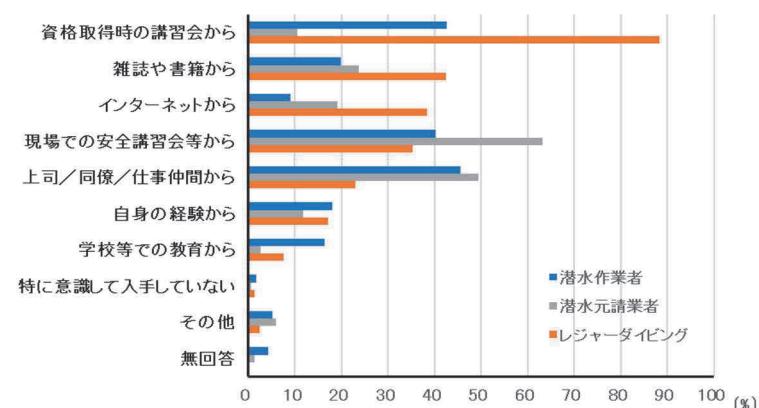


図 22. 減圧障害に関する知識の修得方法(MA)

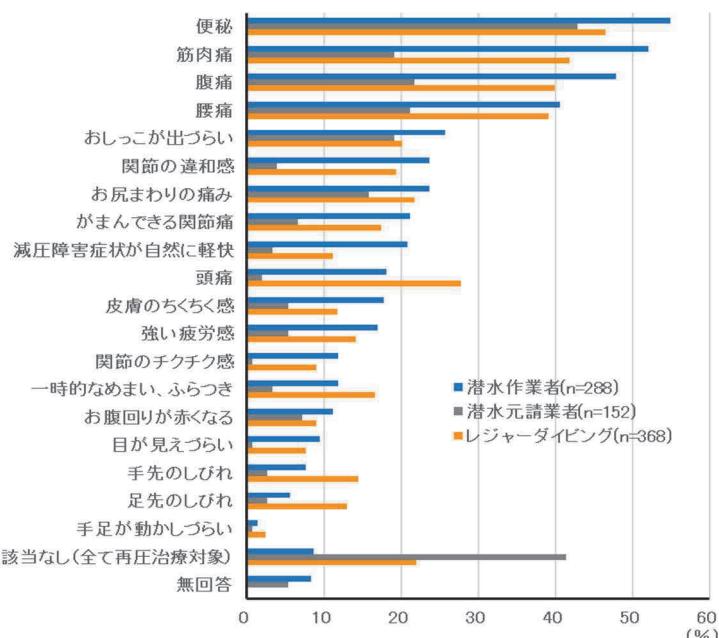


図 23. 特に再圧治療が必要ないと回答した症状(MA)

3-5 減圧障害の応急処置

減圧障害が発生した場合の応急処置方法として、どのようなものを用意しているのかについて調査を実施した。また、それらを用意した、もしくは用意しない理由についても調査を行った。

(1) 救急再圧室

減圧障害の処置には再圧室による酸素再圧処置が著効である。そのため高圧則においても、高気圧業務の現場に救急再圧室を設置、もしくは利用できる措置を講ずることを義務付けている。そこで、高気圧業務を実施する事業者に再圧室保有の状況を確認した。なお調査対

象は潜水作業者と潜水元請業者とした。調査の結果を図24に示す。再圧室を保有しているとの回答は潜水作業者で56%、潜水元請業者で10%であった。保有する再圧室は、どちらも一人用再圧室が多かった。

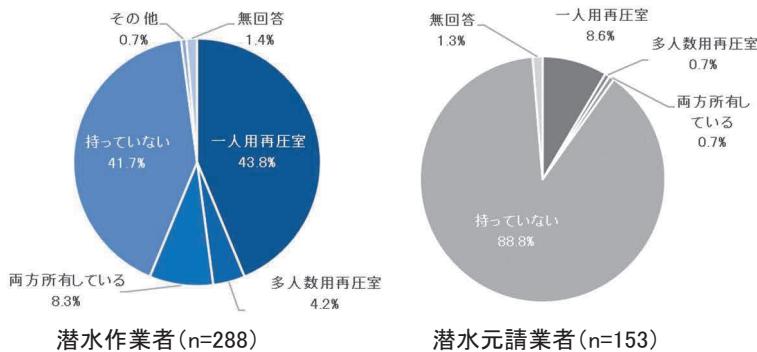


図24. 再圧室の保有状況

再圧室を保有していると回答した潜水作業者に、保有する再圧室は酸素再圧が利用可能かどうか尋ねたところ、「利用できる」としたものは26%であり、「利用できない」もしくは「利用できるか分からない」は71%であった(図25)。

規則では、再圧室を利用できる措置を講ずることを義務付けている。その具体的な方策は、再圧治療が可能な施設への搬送である。そこで、潜水作業者と潜水元請業者に、作業現場近隣の再圧治療施設を事前に確認しているかを尋ねた。「確認している」との回答は潜水作業者で60%、潜水元請業者で93%であり、特に潜水作業の管理監督の主体となる潜水元請業者で高い値を示した。一方「確認していない」は、潜水作業者で5%、潜水元請業者では僅か1%であった(図26)。

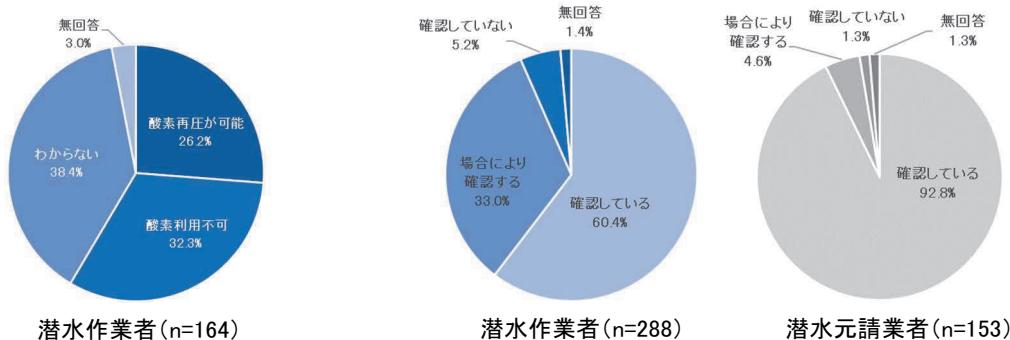


図25. 酸素再圧への対応状

図26. 再圧治療施設の確認実施状況

(2) 応急処置用酸素

減圧障害の応急処置には酸素投与が有効であり、規則によってもその利用が認められている。そこで、応急処置用としての酸素の準備状況について調査を行った。酸素を「常に準備している」との回答は、潜水作業者で15%、潜水元請業者で20%であったが、レジャーダイビングでは43%と高値であった(図27)。一方「準備していない」は、潜水作業者で47%、潜水元請業者で59%、レジャーダイビングで33%であった。

「準備していない」理由を尋ねたところ、潜水作業者では酸素利用に関する知識不足との回答が潜水作業者(60%)、潜水元請業者(60%)で最も多かった。一方レジャーダイビングでは「購入することができないから」が最も多かった(50%)。潜水作業者では、酸素の購入ができないとの回答がなかったことから、この点は大きく異なる結果となった（図 28）。

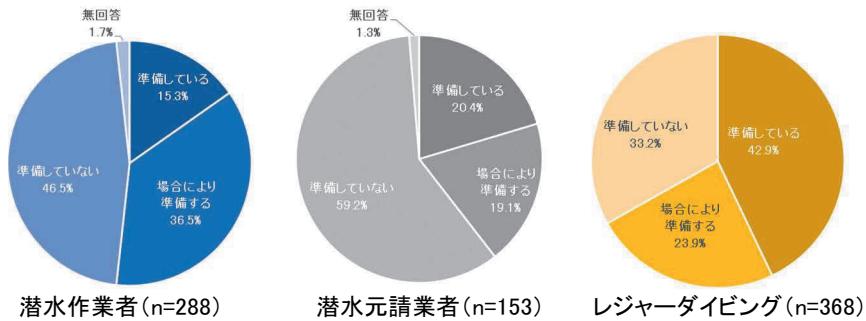


図 27. 応急用酸素の準備状況

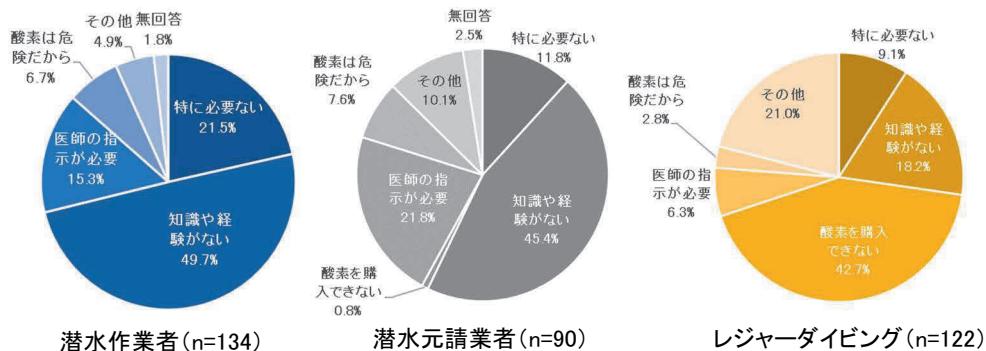


図 28. 応急用酸素を準備しない理由

4. 考察

過去に行われた減圧障害の実態に関する調査は、対象地域を限定したものや特定の業界、業種に限ったものがほとんどであった。今回我々が行ったアンケート調査は、対象地域を全国とし、調査対象者も潜函作業者からレジャーダイビング関係者まで広範囲を対象に実施したものであり、このような規模のアンケート方式による疫学調査は過去には例がない。調査の結果、1,000名を超える関係者から回答を収集することができたことから、今回の調査によって得られた情報は、我が国の高気圧業務における減圧障害の現状を示したものと評価することができる。今回の調査結果について以下のように考察する。

(1) 回答者の背景

アンケート調査回答者の年齢は40～50代が中心であり、20～30年の業務経験を有していた。このことから、今回の回答者は高気圧業務のベテラン労働者であり、業務の中核もしくは指導的な立場を担っているものと考えられる。また、潜水作業関係者は潜水工事会社やマリコン、ゼネコン等の建設会社に所属しているものが多かったが、レジャーダイビング関係者は個人事業主やフリーランスのものが多かった。近年、雇用や就労形態の多様化が進ん

でいる。これにより、生産性の向上やワークライフバランスの改善などが図られる一方で、所謂一人親方や個人事業主などの小規模事業者について、様々な問題が指摘されている。すなわち、①労働災害保険に未加入な場合が多く、怪我や事故の際の保証がないうえ、その治療費用は全額自己負担となる。②雇用関係にないことを理由に無休・長時間労働を強いられる。③社会保険に未加入のため、年金や雇用保険などの公的保証が受けられない。さらにフリーランスに関しては、個人で仕事を請け負っているものの、実質的には請負元の管理監督下で業務に従事する場合があり、実質的な労働者でありながら労働者の権利が付与されない偽装請負のケースが多いことが指摘されている。これらは、特に人手の確保が必要となる業務繁忙期に、労働者が「応援」として参画する場合に多い。これらは、季節変動の影響を大きく受けるレジャーダイビング関係者において特に懸念される。今回の調査では、レジャーダイビング関係者に、潜水士資格を有せずに潜水業務に従事するものがあり、また規則で義務付けられている健康診断の未受診が多いなど、労働者としての立場が曖昧な状況が伺えた。また、レジャーダイビング関係の業務は、業務と業務外との境界が曖昧な場合があり、職業倫理上の問題点も指摘されている^③。レジャーダイビング関係者については、今後コンプライアンスの強化徹底を図る必要があると思われる。

(2) 減圧障害の現状

厚生労働省の業務上疾病発生状況等調査によれば、減圧障害の発生件数は、年毎の変動はあるが年間約14件となっている。2015年に高気圧作業安全衛生規則の改正が行われ、減圧障害に対する安全管理が強化されたものの、発生件数の削減には至っていない。これは、複雑で多岐にわたる減圧障害リスクの潜在性を示唆しているものと考えらる。今回のアンケート調査において、減圧障害の罹患経験が有るとしたものは、潜水作業者で20%、レジャーダイビングで12%、潜函作業者で27%であった。また、減圧障害とは診断されないものの減圧障害に類似した症状を経験したとの回答が同程度あった。ほぼすべての回答者が、減圧障害について必要な知識は有していると回答していることから、これら類似のものと評価された症状は、軽症減圧障害もしくはそれに準じたものであると考えらる。これらを加えれば、減圧障害罹患経験は、潜水作業者で32%、レジャーダイビングで19%となる。さらに、減圧障害の経験回数を尋ねたところ、複数回との回答が約半数有ったことから、高気圧業務の現場における減圧障害は、稀に発生する疾病とは考えにくい。2006年に実施された潜水作業者を対象とした同様の調査では、減圧障害罹患経験者が32.4%あったことが報告されており^④、未だ有効な対策が実現していない現状が伺える。スクーバダイバーにおける減圧障害発症の誘因としては、水深30m以上の潜水と1日に3回以上の繰り返し潜水の影響が大きいことが統計解析によって報告されている^⑤。今回のアンケート調査でも、レジャーダイビングでは潜水深度が30m超となることが多く、ダイビングコンピューターを利用した繰り返し潜水が行われている実態が確認されている。

アンケート調査では、減圧障害罹患経験に加え、その症状についても調査を実施している。報告された症状は多岐にわたるが、潜水作業者とレジャーダイビングを比較したとき、前者

では関節痛や関節の違和感などの運動器型減圧症の割合が高かったが。後者では、これらに加えて、しびれなどの感覚異常や強い疲労感などの神経障害が疑われる症状や、皮膚の発赤などの中枢神経障害の進展する可能性のある症状の割合も高かった。以前より、アマチュアのレジャーダイバーでは、感覚異常を伴う脊髄型減圧症の発生頻度が高いことが報告されており^⑥、インストラクター等業務としてレジャーダイビングに携わる場合での同様の結果となった。2018年の国際会議で提案された減圧障害のトリアージに関するガイドラインによれば、重篤な減圧障害とは後遺症が懸念される症状を伴うものであり、その評価のポイントは、痛みなどの病態の激しさではなく、神経学的異常の有無であるとされている^⑦。これに従えば、潜水作業者に比べ、レジャーダイビングでは重篤な減圧障害の割合が高いと評価することができる。

(3) 減圧障害の処置

減圧障害の処置には再圧処置が著効なことは周知であり、確実に実施するためには医療機関での処置を受けることが必要である。高気圧業務の現場で高気圧障害が発生した際、医療機関での処置が選択された割合は、レジャーダイビングでは約半数と高かったものの、潜水作業者と潜函作業者では低かった。これらは現場での自身による再圧が選択されており、その手段として、潜水作業者では再潜水による水中再圧法である「ふかし」が、潜函作業者では現場に設置されたホスピタルロック（救急再圧室）を用いた再圧処置が行われている割合が高かった。特に潜函作業者ではその割合が77%と非常に高く、常態化していることが伺われた。実際にいくつかの潜函工事では、発生した減圧障害が現場に設置されたホスピタルロックで処置されたことが報告されている^⑧。一方潜水作業者では救急再圧室によるよりも「ふかし」による再圧処置が多く、医療機関への搬送とほぼ同程度あった。ふかしの歴史は長く、再圧治療方法が確立される前から潜水作業者に利用されてきた^⑨。潜水医学専門家からふかしに関して肯定的な意見はなく、また、ふかしの手順を示した資料等も皆無であり、専ら経験に基づいて行われている。すでに酸素による再圧治療法が確立しており、また交通手段の発達により再圧医療施設へ搬送に数十時間を要することのない現在において、ふかしを行うメリットはほとんどなく、安易な判断から慣習的に用いられているのに過ぎないように思われる。加えて、潜水作業を管理監督する立場にある潜水元請業者においても、ふかしを選択したものが20%以上あったことも、この問題を複雑にしている。

レジャーダイビングでは以前より酸素の導入が図られていたこともあり、減圧障害の処置方法として大気圧酸素呼吸の割合が高かった(19%)。大気圧酸素呼吸は、減圧障害の補助療法としては有用ではあるが、主たる治療手段にはならない。にもかかわらず、大気圧酸素が多く選択されるのは、レジャーダイビングでは有効な再圧手段を有していないことが要因である。これには、減圧障害の対策が予防に偏りすぎていることも影響していると考えられる。レジャーダイビングでは、減圧障害に罹患した際に「じっと我慢した」割合が比較的多く、障害発生時の対応に問題があることを示唆している。これは、潜水作業者についても同様である。減圧障害の処置に現場での救急再圧をルーチン化している潜函作業者では、

「じっと我慢した」割合が少なく、減圧障害発生を考慮した対応が構築されているか否かの差が表れた結果と捉えることができる。

減圧障害の処置の結果については興味深い回答が得られた。潜水作業者とレジャーダイビングを比較したところ、後者では前者に比べ医療機関への搬送の割合が高かったものの、処置の結果、症状消失を報告した割合は前者で高かった。これには、処置開始までに要した時間が影響しているものと考えられる。再圧治療開始までの遅延時間の影響については議論のあるところではあるが、重症減圧症では12時間以上の遅延では治療効果が低下したことが報告されている¹⁰⁾。レジャーダイビングで再圧治療開始までに12時間以上を要した割合は72%と非常に高く、潜水作業者の31%を大きく上回っていた。業務活動を行う主な地域に関する設問では、潜水作業者が全国的であるのに対し、レジャーダイビングでは関東、東海、九州沖縄に集中する傾向にあった。これらの地域は他の地域に比べ、再圧治療可能な医療施設が多く、アクセスも容易である。にもかかわらず、短時間での治療開始に至らない理由としては、減圧終了後の異常を減圧障害によるものと判断する能力が不足していることを含め、減圧障害発生時の対応が十分に確立されていないことを示していると考えられる。

(4) 減圧障害の予防対策

減圧障害に発症には多様な要因が影響すると考えられていることから、予防対策も様々なものが実践されている。今回のアンケート調査では、特にレジャーダイビングで複数の予防対策が併用されている状況が明らかとなった。一方潜函作業者では、予防対策の実施に積極的な様子は伺えなかった。これらの状況は、減圧障害罹患リスクにも現れており、レジャーダイビングでは潜函作業者に比べ減圧症罹患経験を有するものの割合が低かった。これらのことから、現在行われている予防対策は、その実施が確認された一部では一定の効果を発揮していると考えられる。

しかしながら、予防対策の充実は、半面では、減圧障害発生時の対策に影響を及ぼしている可能性がある。減圧障害は古くから恐ろしい職業病としてダイバー達に恐れられてきた。現在ではその発生頻度は大幅に低下したものの、「めったには起きないが、起きてしまったら大変な影響をもたらすリスク」と考えられている。この種のリスクは低頻度高損害(Low Probability High-Consequence: LPHC)リスクと呼ばれており、事後の対処よりも予防対策が重視される傾向にある¹¹⁾。また、LPHCリスクは、その結果の重大性という点で、「恐ろしさ」との相関性が高いと考えられている。減圧障害の対策においても予防が優先される傾向にある。また、減圧障害に対しては「恐ろしさ」を強く感じているため、万一自身が減圧障害に罹患した場合でも、「十分な予防対策を実施しているので罹患するはずがない」という正常性バイアスが作用し、これが減圧障害の処置に対する初動を遅らせる要因となっている可能性がある。こうした正常性バイアスによる状況の誤認を防ぐためには、減圧終了後に異常を感じた場合には、まず自身が減圧障害を疑い、専門医に相談するという認識を、身体に強くインプットすることが必要である。そのためには、教育などを通じて減圧障害の症

状に対する理解をより深めるとともに、健康診断の確実な受診による早期のリスク評価など、予防医学的なアプローチを一層強化していくことが必要と考えられる。高気圧業務に従事する労働者を対象とした特殊健康診断では、毎年5-6%の有所見率が報告されており、一定のスクリーニング効果が期待できることから、特にレジャーダイビングに対して、その受診を強く働きかけていくことも重要である。

（5）減圧障害の応急処置

高気圧作業安全衛生規則では救急処置を行うために必要な再圧室の設置（または、利用できる措置）を求めている。実際に業務の現場に設置された再圧室で救急処置が行われた例は、潜函作業者では77%に達したが、潜水作業者では14%、レジャーダイビングでは僅か4%に留まった。潜水作業者に再圧室保有の有無を尋ねたところ、保有しているとの回答は56%でありった。これらから、再圧室を保有しているにもかかわらず、それが有効に活用されていない実態が明らかとなった。再圧室を保有していると回答したものうち78%は一人用再圧室のみを保有していた。潜水作業の現場で、救急処置としての再圧を検討する際には、この一人用再圧室の利用を考慮しなければならない。また、再圧室を保有してはいるものの、酸素の利用が可能であるとしたものは26%であったことから、再圧室の保有や設置は単に規則に対応するためだけのものであり、実際は形骸化していると考えられる。潜水作業者はふかしを用いた処置が多いことから、これを減じていくためにも一人用再圧室の利用方法を早急に検討することが必要である。

減圧障害の応急処置としては、酸素投与が有効であり、規則によってもその利用が認められている。しかしながら、応急処置用に常に酸素を準備しているものは、潜水作業者では15%、レジャーダイビングでは43%であった。特に業務の現場で減圧障害が生じた際に有効対応策を有していないレジャーダイビングでは、応急処置用酸素の準備は不可欠であり、今後さらに推進していく必要がある。酸素を準備しない理由として、レジャーダイビングでは「購入できない」という回答が最も多かった(43%)。同じように業務として潜水に携わる潜水作業者では、同様の理由は皆無であったことから、レジャーダイビングに特有の問題と考えられる。応急処置に用いられる酸素は医療用酸素であり、その取扱いは医薬品医療機器等法（医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律）に定める要件に従う必要があり、医薬品としての酸素を取り扱うために適切な知識と経験が求められている。潜水作業では問題なく利用できている現状があることから、レジャーダイビングにおいても早急に問題解消に取り組む必要がある。方法としては、業界団体として、酸素を供給するガス会社との窓口を設けることや、酸素の購入や取り扱いに関してガイドラインを整備するなどが考えられる。

5. まとめ

今回のアンケート調査によって、一部ではあるが、我が国の高気圧業務における減圧障害

とその対策の実態を明らかにすることことができた。近年、高気圧業務は作業領域がより深部方向に拡大する傾向にあり、作業圧力の増大に伴って、ヘリウム混合ガスや酸素減圧の利用など新たな技術に利用が求められている。これらの新たな要因は、高気圧業務の安全衛生に直接影響を及ぼすことから、減圧障害のリスクはより複雑なものとなることが考えられる。リスクに対処する方法としては、リスクアセスメントが一般的であるが、減圧障害に関しては一般的な業務におけるヒヤリハットのような事象は多くないため、業務における不安定状態を把握することは容易ではない。

そこで、業務の現場におけるリスクアセスメントに加え、予防医学的なアプローチを導入することが望ましいと考える。予防医学では3段階の対策を設けており、第一段階は疾病の発現防止を目的とした予防段階、第二段階は早期発見と早期処置による健康障害の進展防止を目的とした予防段階、第三段階は適切な治療と管理指導により早期の社会復帰を目的とした予防段階、となっている。減圧障害に対しては、これらすべての段階で医療的な介入を行うことが望ましい。第一段階での疾病発現の防止については、すでに様々な予防対策が複数取り入れられており、一定の効果を発揮している。効果が認められた予防対策は、関係者に周知させることが求められるが、これらは企業ノウハウに属するものであるため、容易ではない。また、予防対策の多くが経験に基づいたものであることから、未経験の水深/圧力下での作業を検討する場合には従来の予防対策の効果は限定的なものとなる可能性がある。このような作業に対して、減圧障害をはじめとする高気圧業務による労働災害の防止を図るために、潜水医学専門家等により計画・設計段階において事前評価を行い、安全性を確保することが重要となる。これらは一部の圧気潜函作業で既に行われており、今後潜水業務にも拡大させていくことが必要である。

予防対策の第二段階では、健康診断が非常に有用であり、これを介した産業医の介入がより効果的である。高気圧業務に従事する労働者には一般健康診断に加え、特殊健康診断の受診が義務付けられている。特殊健康診断では、診断結果に疑義が生じた場合には、医師の判断によりさらに追加の項目について検診を行う2段階のスクリーニング方式が用いられている。潜水業務に関しては、労働災害の度数率（発生頻度率）は低いものの、強度率（重篤度率）は、一般的な建設作業のそれの数倍も高いものであることが報告されている¹²⁾。このような重篤度の高い疾病的リスクに対しては、健康診断を通じて疾病の予防に携わる医師の役割が非常に重要となる。しかしながら、現状医学部の卒前卒後教育で減圧障害が取り上げられることはほとんどない。健康診断による予防効果を上げていくためには、関係する学会や医師会を通じ、産業医等に対して源会う障害に関する教育を図るような体制の構築が求められる。また、今回の調査結果からも明らかなように、業務の現場では、減圧障害の初期段階での発症確認が容易ではない現状がある。処置への移行を早期に、かつスムーズに行うためには、現在の自身の状態は減圧障害の疑いがあると労働者自身が客観的に評価できるような方策を導入する必要がある。具体的には SANDHOG criteria に代表されるような評価システムやスマートフォンのチャット機能を利用した専門家によるコンサルティン

グなどが考えられる。

予防対策の第三段階では、減圧障害発生時の症状増悪を防ぐために、酸素投与による応急処置をさらに推進拡充することが必要である。そのためには、業務の現場で効果的な酸素投与が行えるようにガイドラインを作成することが必要である。また、潜函作業のように、現場に救急再圧装置が設置され、その操作に熟知した人員が配置されている場合を対象として、専門医が遠隔で診察や指示ができる体制を構築する必要がある。また、潜水作業に多い一人用再圧室を用いた応急処置方法についても検討を行い、ガイドライン等を整備していくことが必要と考える。減圧障害に対しては酸素再圧処置が有効であるが、実際に業務の現場でそれを経験したものは多くない。建設業労働災害防止協会では、再圧室操作業務従事者特別教育として酸素再圧処置全般に関する教育を実施しており、これらを有効に活用することも必要である。

以上のように、予防医学的なアプローチを推進することで、高気圧業務の現場における減圧障害の応急処置はより効果的で充実したものになることが期待できる。

[参考文献・資料]

- 1) 業務上疾病発生状況等調査. 厚生労働省安全衛生関係統計等一覧.
<http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei>,
- 2) 望月 徹、池田知純、小林 浩、他：減圧障害受入れ可能施設の調査. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌. 2007 ; 42 : 215
- 3) 森松嘉孝、村田幸雄、村田清臣、他：医療プロフェッショナリズムの概念からダイビングインストラクターの職業倫理を考える. 社会医学研究. 2021 ; 38 : 169-173
- 4) 池田知純、望月 徹、小林 浩、他：職業潜水の安全に関するアンケート調査. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌. 2009 ; 44 : 51-60
- 5) 鈴木直子、柳下和慶、外川誠一郎、他：レジャーダイバーにおける減圧症の発症誘因の統計学的検討. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌. 2012 ; 47 : 1-9
- 6) 真野喜洋. レジャーダイビングにおける減圧障害の特徴と治療. 臨床スポーツ医学. 2011 ; 28 ; 763-768
- 7) Mitchel SJ, Bennett MH, Bulter FK, et al: Pre-hospital management of decompression illness: expert review of key principle and controversies. Diving Hyperb Med. 2018; 48: 45-55.
- 8) 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
- 9) 池田知純：潜水の世界. 東京：大修館書店. 2002 : pp93-95
- 10) 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

11) 市野澤潤平:減圧症リスクとダイブ・コンピュータ. 国立民族学博物館研究報告. 2019 ; 43 : 779-844

12) 池田知純、望月 徹:労働衛生から観た職業潜水の問題点:致死例に焦点を当てて. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌. 2006; 41: 19-23

資料1 調査票A 1 (潜水士・潜水事業者向け) 設問と回答結果

潜水作業者並びに潜水事業者を対象とした調査票 A1 には 288 名から回答を得た。アンケート調査票 A1 の設問内容と回答結果を以下に示す。

I. 回答者ご自身についてお尋ねします

Q1 あなたの年齢は？ (SA: Single Answer)

1. 20 歳未満
2. 20-29 歳
3. 30-39 歳
4. 40-49 歳
5. 50-59 歳
6. 60-69 歳
7. 70 歳以上

	回答数	%
全体	288	100.0
1	4	1.4
2	37	12.8
3	38	13.2
4	71	24.7
5	89	30.9
6	37	12.8
7	10	3.5
無回答	2	0.7

Q2 潜水業務に携わるようになってどのくらいですか？ (SA)

1. 5 年未満
2. 5-10 年
3. 11-20 年
4. 21-30 年
5. 31-40 年
6. 41 年以上

	回答数	%
全体	288	100.0
1	33	11.5
2	28	9.7
3	44	15.3
4	78	27.1
5	68	23.6
6	33	11.5
無回答	4	1.4

Q3 あなたの所属する組織は、次のどれに当てはまりますか？ (SA)

1. ダイバーとして一人で会社を経営している（一人親方）
2. フリーの状態で要請があった時に企業に所属している
3. 潜水工事会社に正社員として所属している
4. マリコン／ゼネコンの社員または嘱託社員である
5. その他 ()

「5. その他」回答内容

- ・季節雇用
- ・会社経営：5 人
- ・建設会社の正社員：3 人
- ・建設会社の準社員
- ・潜水事業者：2 人
- ・潜水調査会社の役員
- ・サルベージ会社
- ・建設コンサルタント社員

	回答数	%
全体	288	100.0
1	10	3.5
2	9	3.1
3	245	85.1
4	4	1.4
5	17	5.9
無回答	3	1.0

Q4 あなたの現在の主な業務はなんですか？ (SA)

1. ダイバー
2. 潜水作業現場で統括する業務
3. 支援員（送気員、連絡員、潜水作業船員等）
4. ダイバーであるが支援員の業務を兼務している
5. 以前はダイバーであったが現在は潜水作業には直接携わっていない（管理業務）
6. その他（ ）

	回答数	%
全体	288	100.0
1	111	38.5
2	49	17.0
3	15	5.2
4	63	21.9
5	36	12.5
6	10	3.5
無回答	4	1.4

「6. その他」回答内容

- ・経営
- ・元ダイバー
- ・管理、潜水、船長の業務
- ・必要がある時に潜る
- ・管理兼ダイバー
- ・ダイバー及び統括業務
- ・高圧ガス製造業務

Q5 あなたが携わる潜水業務の最大潜水深度はどのくらいですか？

直近5年間でお答えください。(SA)

1. 水深 10m未満
2. 水深 10-19m
3. 水深 20-29m
4. 水深 30-39m
5. 水深 40m以深

	回答数	%
全体	288	100.0
1	30	10.4
2	55	19.1
3	83	28.8
4	70	24.3
5	45	15.6
無回答	5	1.7

Q6 あなたが潜水作業を行う主な地域はどこですか？ (MA: Multiple Answer)

1. 北海道
2. 東北地方（青森、秋田、岩手、宮城、山形、福島）
3. 関東地方（東京、神奈川、千葉、埼玉、茨城、栃木、群馬）
4. 甲信越地方（山梨、長野、新潟）
5. 北陸地方（富山、石川、福井）
6. 東海地方（静岡、愛知、岐阜、三重）
7. 近畿地方（大阪、京都、奈良、和歌山、滋賀、兵庫）
8. 中国地方（鳥取、島根、岡山、広島、山口）
9. 四国地方（徳島、香川、愛媛、高知）
10. 九州地方（福岡、佐賀、長崎、大分、熊本、宮崎、鹿児島、沖縄）
11. 日本全国
12. 日本国外（国名は ）

「12.日本国外」回答内容

- ・主にアジア圏
- ・東南アジア全域
- ・東南アジア

	回答数	%				
全体	288	100.0				
1	44	15.3	8	30	10.4	
2	57	19.8	9	19	6.6	
3	53	18.4	10	60	20.8	
4	16	5.6	11	25	8.7	
5	16	5.6	12	4	1.4	
6	38	13.2	無回答	3	1.0	
7	32	11.1				

Q7 あなたは一年間にどのくらい潜水業務に携わっていますか？

直近5年間でお答えください。(SA)

1. 年間30日未満
2. 年間30-90日間
3. 年間91-150日間
4. 年間151-250日間
5. 年間251日以上
6. その他 ()

「6.その他」回答内容

- ・管理業務：3人

- ・潜水に携わっていない：4人

	回答数	%
全体	288	100.0
1	32	11.1
2	32	11.1
3	66	22.9
4	101	35.1
5	45	15.6
6	9	3.1
無回答	3	1.0

II. 減圧障害（減圧症及び空気塞栓症）対策についてお尋ねします。

Q8 潜水計画時に再圧治療が可能な医療施設を確認していますか？(SA)

1. 確認している【→Q11へ】
2. 場合により確認することがある【→Q9へ】
3. 確認していない【→Q10へ】

	回答数	%
全体	288	100.0
1	174	60.4
2	95	33.0
3	15	5.2
無回答	4	1.4

Q9 Q8で2.と答えた方にお聞きします。確認するのはどのような時ですか？(MA)

1. 減圧停止が必要な潜水をする時
2. 潜水深度が（Ⓐm）を越える時
3. 減圧時間が（Ⓑ分）を越える時
4. 減圧障害に罹ったことがある潜水士が潜る時
5. その他（ ）

	回答数	%
全体	95	100.0
1	61	64.2
2	33	34.7
3	1	1.1
4	4	4.2
5	4	4.2
無回答	6	6.3

「2. 潜水深度（Ⓐm）」回答

- ・ 9m：1人 20m：4人
- ・ 10m：24人 25m：1人
- ・ 12m：1人 30m：2人
- ・ 15m：3人 40m：3人

「5. その他」回答内容

- ・ 安全書類上必要なとき
- ・ 工事開始時の説明のとき
- ・ 長期間の作業のとき
- ・ 書面上必要なとき

「3. 減圧時間（Ⓑ分）」回答

- ・ 30分：1人

Q10 Q8で3.と答えた方にお聞きします。確認されない理由は何ですか？(MA)

1. 必要性を考えたことがないから
2. ふかし（再潜水）で減圧障害はよくなるから
3. まともに治療されるとは思わないから
4. 再圧治療ができそうな医療施設がわからないから
5. めったに減圧障害になることはないから
6. 確認しようとしても医療施設が答えてもらえないから
7. その他（ ）

	回答数	%
全体	15	100.0
1	3	20.0
2	2	13.3
3	1	6.7
4	5	33.3
5	4	26.7
6	0	0.0
7	3	20.0
無回答	0	0.0

「7. その他」回答内容

- ・ 潜水計画通りに潜水作業を行うことはなかなか出来ない。
結果、潜水計画表を見るのは作業後のため。
- ・ 作業所が良く変わるもの
- ・ 元請会社が指示するから
- ・ 会社でそのような打合せ話が出ない

Q11 減圧障害の予防として何かしていますか？（MA）

1. 無理な潜水をしないようにしている
2. 無減圧潜水を心掛けている
3. 常に安全停止を設けている
4. 潜水後に酸素吸入をしている（吸入時間は約Ⓐ分間）
5. 酸素濃度の高い混合ガス（ナイトロックス等）を使用している
6. 体調管理に気を付けている
7. 十分な睡眠をとるようにしている
8. 定期的に休暇を取っている
9. 前日の飲酒は控えている
10. 脱水にならないよう水分補給に努めている
11. 繰り返し潜水は一日に2回までとしている
12. 減圧計画は減圧テーブルを用いて自身で決定している
13. 繰り返し潜水はダイビング・コンピュータ（DC）の指示に従っている
14. 繰り返し潜水は高気圧作業安全衛生規則の計算式を用いて計画している
15. ダムや湖などの高所潜水では、高所用潜水の減圧表を使用している
16. 気象や海象の状況には常に注意している
17. その他（ ）

	回答数	%
全体	288	100.0
1	239	83.0
2	155	53.8
3	107	37.2
4	20	6.9
5	14	4.9
6	209	72.6
7	179	62.2
8	74	25.7
9	95	33.0
10	96	33.3
11	46	16.0
12	72	25.0
13	113	39.2
14	111	38.5
15	77	26.7
16	188	65.3
17	7	2.4
無回答	9	3.1

「5. 潜水後の酸素吸入時間（Ⓐ分間m）」回答

- ・3分：1人 ・20m：4人
- ・5分：5人 ・25m：1人
- ・15分：1人 ・30m：2人
- ・15m：3人 ・40m：3人

「17. その他」回答内容

- ・酸素室に入る
- ・DCは海魂 DC-1-PRO を使用
- ・DCやテーブルは減圧時間の長いものを利用する
- ・繰り返し潜水は行わない
- ・浮上速度と減圧深度を守る

III. 減圧障害（減圧症及び空気塞栓症）の経験についてお尋ねします。

Q12 あなたは減圧障害に罹ったことがありますか？ (SA)

1. 罷ったことがある
2. 減圧障害かどうか不明だが、似たようなものには
罹ったことがある
3. 自身ではないが同僚や仲間が罹ったのを見たこと
がある
4. 全くない 【→Q23～】

	回答数	%
全体	288	100.0
1	58	20.1
2	33	11.5
3	42	14.6
4	150	52.1
無回答	5	1.7

Q13 減圧障害に罹ったのは何回ですか？ (SA)

1. 1回
2. 2-5回
3. 6-10回
4. 11回以上

	回答数	%
全体	133	100.0
1	53	39.8
2	53	39.8
3	8	6.0
4	1	0.8
無回答	18	13.5

Q14 どのような症状でしたか？当てはまるものに○をつけてください。 (MA)

(減圧障害の経験が複数回ある場合は、最も重かった時の症状をすべて選んで下さい)

- | | | |
|----------|-----------------|----------------|
| 1 関節痛 | 11 難聴 | 21 意識を失う |
| 2 関節の違和感 | 12 鼻出血 | 22 立てない・歩けない |
| 3 動悸 | 13 額の痛み | 23 しびれなどの感覚が異常 |
| 4 息切れ | 14 皮膚の発赤 | 24 呼吸困難 |
| 5 吐き気 | 15 皮膚の痒み（かゆみ） | 25 胸の痛み |
| 6 不快感 | 16 筋肉痛 | 26 血痰 |
| 7 めまい | 17 強い疲労感 | 27 泡を吹く |
| 8 ふらつき | 18 頭痛 | 28 その他（症状は： ） |
| 9 耳の痛み | 19 腹痛 | |
| 10 耳鳴り | 20 受け答えが上手くできない | |

	回答数	%							
全体	133	100.0							
1	83	62.4		11	4	3.0	21	3	2.3
2	34	25.6		12	4	3.0	22	15	11.3
3	3	2.3		13	3	2.3	23	21	15.8
4	2	1.5		14	8	6.0	24	1	0.8
5	10	7.5		11	4	3.0	25	2	1.5
6	9	6.8		16	9	6.8	26	1	0.8
7	13	9.8		17	11	8.3	27	1	0.8
8	6	4.5		18	9	6.8	28	1	0.8
9	5	3.8		19	2	1.5	無回答	12	9.0
10	4	3.0		20	2	1.5			

「28. その他（症状）」回答内容

- ・腰痛

Q15 その症状を減圧障害と判断したのは誰ですか？(SA)

1. 本人（自分自身）
2. 同僚・仲間
3. 現場監督・現場管理人
4. 医師・医療関係者
5. その他（ ）

	回答数	%
全体	133	100.0
1	65	48.9
2	20	15.0
3	4	3.0
4	27	20.3
5	0	0.0
無回答	17	12.8

Q16 減圧障害の症状を確認した際、どのように処置しましたか？(MA)

1. ふかし（再潜水）を行った【→Q19へ】
2. 現場の一人用再圧室（ワンマンチャンバー）で処置した【→Q17へ】
3. 現場の多人数用再圧室で処置した【→Q17へ】
4. 水上／陸上で酸素を呼吸した（大気圧酸素呼吸）
【→19へ】
5. 医療機関へ搬送した【→Q18へ】
6. じっと我慢した【→Q19へ】
7. その他（ ）

	回答数	%
全体	133	100.0
1	48	36.1
2	13	9.8
3	12	9.0
4	8	6.0
5	51	38.3
6	25	18.8
7	7	5.3
無回答	11	8.3

「7. その他」回答内容

- ・医療機関へ自分で出向いた
- ・翌朝症状がなかったので特に処置せず
- ・たいした症状ではなかったので数日後医療機関へ
- ・気にしなかった
- ・特に何もしなかった：2人

Q17 Q16で2.、3.と答えた方にお聞きします。症状がでてから再圧開始までの時間はどのくらいでしたか？（SA）【回答後はQ19へ】

1. 30分未満
2. 30分～1時間未満
3. 1～2時間未満
4. 2～4時間未満
5. 4～6時間未満
6. 6時間以上

	回答数	%
全体	23	100.0
1	6	26.1
2	8	34.8
3	6	26.1
4	3	13.0
5	0	0.0
6	0	0.0
無回答	0	0.0

Q18 Q16で5.と答えた方にお聞きします。症状がでてから医療機関での再圧治療開始までの時間はどのくらいでしたか？（SA）【回答後はQ19へ】

1. 1時間未満
2. 1～2時間未満
3. 2～4時間未満
4. 4～6時間未満
5. 6～12時間未満
6. 12～24時間未満
7. 24時間以上（約Ⓐ時間）
もしくは（Ⓑ日）

	回答数	%
全体	51	100.0
1	2	3.9
2	8	15.7
3	13	25.5
4	5	9.8
5	4	7.8
6	5	9.8
7	11	21.6
無回答	3	5.9

「7.（約Ⓐ時間m）もしくは（Ⓑ日）」回答
 Ⓐ・40h Ⓑ・2d：2人 Ⓒ・3d：2人
 •10d：1人 Ⓓ・14d：2人

Q19 減圧障害の処置方法を決めたのは誰ですか？（SA）

1. 減圧障害を発症した本人
2. 同僚・仲間
3. 現場監督・現場管理人
4. 産業医・医療関係者
5. その他（ ）

	回答数	%
全体	133	100.0
1	52	39.1
2	19	14.3
3	13	9.8
4	33	24.8
5	1	0.8
無回答	15	11.3

「5.その他（ ）」回答内容
 •父親

Q20 処置の結果はどうでしたか？ (SA)

(減圧障害の経験が複数回ある場合は、最も重かった時についてお答えください)

1. 全く症状がなくなった
2. 症状が軽くなった
3. あまり変わらなかった
4. 少し悪くなった
5. 悪化した
6. 減圧障害（潜水病、潜函病）とは違うといわれた
7. その他 ()

「7. その他 ()」回答内容

- ・減圧障害と確定はできないと言われた
- ・少しだけ軽くなった

	回答数	%
全体	133	100.0
1	65	48.9
2	42	31.6
3	11	8.3
4	0	0.0
5	1	0.8
6	0	0.0
7	2	1.5
無回答	12	9.0

Q21 処置にかかった費用はどうしましたか？ (SA)

1. 自身の健康保険で支払った
2. 会社の労災保険で支払った
3. 保険は使わず全額自分で支払った
4. 保険を使わず会社が全額を支払った
5. 特に費用は発生しなかった
6. その他 ()

「6. その他 ()」回答内容

- ・個人の労災（一人親方）
- ・分からぬ：2名
- ・一部学校（チャンバー等）、一部自分（ドクターヘリ代）が支払った

	回答数	%
全体	133	100.0
1	4	3.0
2	36	27.1
3	1	0.8
4	9	6.8
5	60	45.1
6	5	3.8
無回答	18	13.5

Q22 処置の後どのくらいで潜水の仕事に復帰しましたか？ (SA)

1. 翌日には復帰した
2. 2-3日間休養した後復帰した
3. 4日以上休業した後に復帰した
4. 一週間以上休業した後に復帰した
5. 一ヶ月以上休業した後に復帰した (Ⓐヶ月後復帰)
6. 復帰せずダイバーを引退した
7. その他 ()

「5. (Ⓐヶ月後復帰)」回答

- ・1ヶ月：6人
- ・1.5ヶ月：2人
- ・2ヶ月：3人
- ・3ヶ月：3人
- ・6ヶ月
- ・14ヶ月

「7. その他 ()」回答内容

- ・退院後2wで作業復帰、1ヶ月後10m以内潜水復帰、3ヶ月後10m以上潜水復帰
- ・定期的に治療通院中
- ・24時間後
- ・忘れた：3人

	回答数	%
全体	133	100.0
1	65	48.9
2	42	31.6
3	11	8.3
4	0	0.0
5	1	0.8
6	0	0.0
7	2	1.5
無回答	12	9.0

IV. 再圧室についてお伺いします。

Q23 あなたもしくはあなたの所属する会社は救急再圧室を保有していますか？ (SA)

1. 一人用再圧室（ワンマンチャンバー）を持っている
2. 多人数用再圧室を持っている
3. 一人用と多人数用の両方の再圧室を持っている
4. 再圧室は持っていない【→Q27へ】
5. その他 ()

「5. その他 ()」回答内容

- ・他社と共同保有
- ・必要な時に借りる

	回答数	%
全体	288	100.0
1	126	43.8
2	12	4.2
3	24	8.3
4	120	41.7
5	2	0.7
無回答	4	1.4

Q24 再圧室は使える状態にありますか？ (SA)

1. いつでも利用可能な状態にある
2. 必要な時に整備して使用している
3. 長い間使用していないので、
すぐに使えるかどうか分からず
4. 故障しており現在は使用できない
5. その他 ()

	回答数	%
全体	164	100.0
1	53	32.3
2	56	34.1
3	51	31.1
4	1	0.6
5	3	1.8
無回答	0	0.0

「5. その他 ()」回答内容

- ・部署が違うため分からない
- ・分からない
- ・他営業所管理のため、使用可能かわからない

Q25 どのような時に再圧室を用意しますか？ (MA)

1. すべての潜水業務で用意している
2. 減圧停止が必要な潜水をするときに用意する
3. 潜水深度が深いときに用意する（潜水深度Ⓐm以上）
4. 減圧時間が長いときに用意する（総減圧時間がⒷ分を超えるとき）
5. 酸素を使用した減圧を行う時
6. 水上減圧を行う可能性がある時
7. 水温が低く水中拘束時間を短くしたいとき
8. 減圧障害に罹ったことがある潜水士が潜るときに用意する
9. 再圧医療施設への搬送に時間がかかるときに用意する（Ⓒ時間以上）
10. その他 ()

- 「3. (潜水深度Ⓐm以上)」回答
- ・10m : 13人
 - ・20m : 8人
 - ・12m : 1人
 - ・30m : 14人
 - ・14m : 2人
 - ・35m : 1人
 - ・15m : 5人
 - ・40m : 6人
 - ・18m : 1人

- 「4. (総減圧時間がⒷ分を超えるとき)」回答
- ・30分 : 1人
 - ・60分 : 2人

- 「9. (⌚時間以上)」回答
- ・1時間 : 3人
 - ・2時間 : 4人
 - ・3時間 : 2人
 - ・5時間 : 1人
 - ・10時間 : 1人

「10. 「その他 ()」回答内容

- ・元請けから指示のあるとき : 8人
- ・発注者の指示があったとき : 3人
- ・客先より依頼があったとき
- ・現場の仕様
- ・高所潜水で山越えが必要なとき
- ・ダムの作業 : 5人
- ・規則があるとき

	回答数	%
全体	164	100.0
1	8	4.9
2	49	29.9
3	78	47.6
4	9	5.5
5	12	7.3
6	11	6.7
7	3	1.8
8	6	3.7
9	23	14.0
10	32	19.5
無回答	11	6.7

- ・会社毎にある
- ・会社には常時用意している
- ・現場の仕様
- ・高所潜水で山越えが必要なとき
- ・用意していない : 6人
- ・再圧室を運用できる人材がいない
- ・わからない

Q26 再圧室で酸素を利用できますか？ (SA)

1. 再圧に酸素を使用できる
2. 酸素は利用できない
3. 利用可能かどうかわからない

	回答数	%
全体	164	100.0
1	43	26.2
2	53	32.3
3	63	38.4
4	5	3.0
無回答	164	100.0

Q27 あなたは救急再圧員の資格を有していますか？ (SA)

1. 資格を有している
2. 有していないが、近いうちに有したいと考えている
3. 有していない
4. 役に立たないので必要ではない
(役立たない理由は _____)
5. よくわからない

	回答数	%
全体	288	100.0
1	115	39.9
2	16	5.6
3	145	50.3
4	0	0.0
5	6	2.1
無回答	6	2.1

V. 応急処置への酸素の利用についてお伺いします。

Q28 応急処置用に水上・大気圧下で使用できる酸素を準備していますか？ (SA)

1. いつも準備している【→Q31へ】
2. 場合により準備することがある【→Q29へ】
3. 準備していない【→Q30へ】

	回答数	%
全体	288	100.0
1	44	15.3
2	105	36.5
3	134	46.5
4	5	1.7

Q29 Q28で2.と答えた方にお聞きします。準備するのはどのような時ですか？ (MA)

1. 減圧停止が必要な潜水をする時
2. 潜水深度が深いとき（水深Ⓐmを超える場合）
3. 減圧時間が長いとき（総減圧時間がⒷ分を超える場合）
4. 潜水士が（Ⓒ歳）以上の時
5. 以前減圧障害を経験しているダイバーが潜る時
6. 連日潜水する時（Ⓓ日以上）
7. 救急医療機関への搬送に時間がかかるとき
(Ⓔ時間以上)
8. 潜水士が高血圧や不整脈など心臓関係の異常を指摘されているとき
9. その他（　　）

	回答数	%
全体	105	100.0
1	56	53.3
2	70	66.7
3	14	13.3
4	0	0.0
5	5	4.8
6	12	11.4
7	7	6.7
8	1	1.0
9	6	5.7
無回答	4	3.8

「2. (潜水深度Ⓐmを超える場合)」回答

- ・9m : 1人
- ・10m : 12人
- ・15m : 6人
- ・18m : 1人
- ・20m : 16人
- ・25m : 1人
- ・30m : 17人
- ・35m : 1人
- ・40m : 6人

「3. (総減圧時間がⒷ分を超える場合)」回答

- ・20分 : 1人
- ・30分 : 3人
- ・60分 : 1人

「6. (Ⓓ日以上)」回答

- ・2日 : 3人
- ・3日 : 1人
- ・7日 : 2人
- ・10日 : 1人

「7. (Ⓔ時間以上)」回答

- ・2時間 : 3人
- ・3時間 : 2人

「9. その他」回答内容

- ・混合ガスを使用するとき
- ・社内にはあるが、現場へ常備していない
- ・全現場に携行している
- ・現場の仕様（見積書、契約書）

Q30 Q28で3.と答えた方にお聞きします。用意されない理由は何ですか？(MA)

1. 必要と思わないから
2. 応急用の酸素利用に関する知識や経験がないから
3. 酸素を購入することができないから
4. 医師の指示がないと酸素を使うことができないから
5. 酸素の使用は危険であるから
6. その他 ()

	回答数	%
全体	134	100.0
1	35	26.1
2	81	60.4
3	0	0.0
4	25	18.7
5	11	8.2
6	8	6.0
無回答	3	2.2

「6. その他」回答内容

- ・無減圧と決めている
- ・無減圧の現場がほとんど
- ・取引先が持っているため
- ・資格を有していないから
- ・水中での使用はもってのほか
- ・場面による
- ・再圧室を使用した社員が誰もいない
- ・考えたことがなかった

VI. 減圧障害（減圧症及び空気塞栓症）に関する知識についてお伺いします。

Q31 減圧障害についてどの程度ご存知ですか？(SA)

1. 十分な知識を有している
2. ある程度、必要最小限の知識は有している
3. あまり知識はない
4. 全くわからない
5. その他（　　）

	回答数	%
全体	288	100.0
1	41	14.2
2	227	78.8
3	9	3.1
4	1	0.3
5	0	0.0
無回答	10	3.5

Q32 潜水後に現れた以下の症状のうち医療機関の受診または再圧治療を受けようとは思わないもの全てに○をつけてください。(MA)

- | | |
|-----------------|------------------------|
| 1 がまんできる関節痛 | 11 筋肉痛 |
| 2 関節の違和感（だるい感じ） | 12 腹痛 |
| 3 関節のチクチク感 | 13 腰痛 |
| 4 手先のしびれ | 14 お尻まわりの痛み |
| 5 足先のしびれ | 15 お腹回りが皮膚炎のように赤くなる |
| 6 皮膚のちくちく感 | 16 強い疲労感 |
| 7 一時的なめまい又はふらつき | 17 便秘 |
| 8 目が見えづらい | 18 おしっこが出づらい |
| 9 頭痛 | 19 減圧障害の症状が自然に良くなった |
| 10 手足が動かしづらい | 20 この中にはない（処置を受けようと思う） |

	回答数	%			
全体	288	100.0	11	150	52.1
1	61	21.2	12	138	47.9
2	68	23.6	13	117	40.6
3	34	11.8	14	68	23.6
4	22	7.6	15	32	11.1
5	16	5.6	16	49	17.0
6	51	17.7	17	158	54.9
7	34	11.8	18	74	25.7
8	27	9.4	19	60	20.8
9	52	18.1	20	25	8.7
10	4	1.4	無回答	24	8.3

Q33 酸素による再圧治療法をご存知ですか？ (SA)

1. 使用したことがある
2. 使ったことはないが知っている
3. 聞いたことはあるがあまり知らない
4. 全く知らない

	回答数	%
全体	288	100.0
1	50	17.4
2	114	39.6
3	93	32.3
4	17	5.9
無回答	14	4.9

Q34 どうやって減圧障害の知識を得ましたか？ (MA)

1. 雑誌や書籍から得た
2. インターネットから得た
3. 資格取得のための講習会から得た
4. 現場での安全講習会等から得た
5. 学校や専門学校等での教育から得た
6. 上司/同僚/仕事仲間から教えてもらった
7. 自身の経験から学んだ
8. 特に意識して知識を入手していない
9. その他 ()

	回答数	%
全体	288	100.0
1	57	19.8
2	26	9.0
3	123	42.7
4	116	40.3
5	47	16.3
6	131	45.5
7	52	18.1
8	5	1.7
9	15	5.2
無回答	12	4.2

「9. その他」回答内容

- ・知人より ・会社の安全講習会 ・仕事で
- ・現場で事故があったため ・海外の深深度潜水講習 ・医師から
- ・セミナー等 ・ヘリウム潜水の現場に従事した際に
- ・川島整形外科病院の講話 ・現場での講習 (COMEX) ・特に同僚の罹患により
- ・父親から学んだ ・潜水協会の安全講習会等 ・減圧障害の方からの経験談

VII. 健康管理についてお伺いします。

Q35 あなたの現在の健康状態はいかがですか？ (SA)

1. 全く健康であり、何も問題ない状態
2. 可もなく不可もない状態
3. 健康状態に不安がある状態
4. 慢性的な疾病がある状態
5. その他 ()

	回答数	%
全体	288	100.0
1	148	51.4
2	123	42.7
3	8	2.8
4	6	2.1
5	0	0.0
無回答	3	1.0

Q36 あなたは喫煙者ですか？ (SA)

1. 喫煙者である【→Q37へ】
2. 以前は喫煙者であった【→Q37へ】
3. 喫煙者であったことはない【→Q38へ】

	回答数	%
全体	288	100.0
1	113	39.2
2	119	41.3
3	54	18.8
無回答	2	0.7

Q37 Q36で1.、2.と答えた方にお聞きします。喫煙歴はどの位ですか？ (SA)

1. 5年未満
2. 5年以上10年未満
3. 10年以上20年未満
4. 20年以上

	回答数	%
全体	232	100.0
1	23	9.9
2	28	12.1
3	66	28.4
4	112	48.3
無回答	3	1.3

Q38 健康診断を受診していますか？ (SA)

1. 定期的に一般健康診断と特殊健康診断を受診している
2. 定期的に一般健康診断だけを受診している
3. 定期的に特殊健康診断だけを受診している
4. 必要な時にだけ受診している
5. ここ数年間は受診していない【→Q42へ】

	回答数	%
全体	288	100.0
1	249	86.5
2	29	10.1
3	5	1.7
4	2	0.7
5	2	0.7
無回答	1	0.3

Q39 健康診断で要再検査や要経過観察などの指示を受けたことがありますか？ (SA)

1. ある
2. ない

	回答数	%
全体	285	100.0
1	118	41.4
2	163	57.2
無回答	4	1.4

Q40 指示を受けた項目は何でしたか？該当するものすべてに○をつけてください。(MA)

- | | |
|-----------------|----------------|
| 1 肥満 | 10 総コレステロール |
| 2 高血圧 | 11 LDL コレステロール |
| 3 聴力異常 | 12 中性脂肪 |
| 4 呼吸機能 | 13 血糖値 |
| 5 アルブミン | 14 HbA1c |
| 6 AST/ALT | 15 糖尿 |
| 7 γ -GTP | 16 尿蛋白 |
| 8 クレアチニン | 17 その他 |
| 9 尿酸 | () |

	回答数	%			
全体	285	100.0			
1	36	12.6	10	19	6.7
2	39	13.7	11	27	9.5
3	15	5.3	12	52	18.2
4	2	0.7	13	11	3.9
5	0	0.0	14	1	0.4
6	3	1.1	15	8	2.8
7	36	12.6	16	6	2.1
8	0	0.0	17	22	7.7
9	21	7.4	無回答	121	42.5

「17. その他」回答内容

- ・無し：6名
- ・白血球異常：3人
- ・胃ポリープ
- ・血小板値
- ・レントゲンで胃の要再検査
- ・心電図：2人
- ・ピロリ菌
- ・不整脈
- ・LDH
- ・徐脈
- ・便
- ・副鼻腔手術

Q41 指示された項目はどうなりましたか？(SA)

1. 改善した
2. 変わらない
3. 悪化した
4. その他 ()

	回答数	%
全体	285	100.0
1	67	23.5
2	85	29.8
3	2	0.7
4	9	3.2
無回答	122	42.8

「4. その他」回答内容

- ・無し：4名
- ・改善中：2人
- ・改善済みと経過観察中
- ・薬の処方で改善されている
- ・24時間心電図を行い異常なし

Q42 Q38で5.と答えた方にお聞きします。健康診断を受診しない理由は何ですか？(MA)

1. 特に必要だと思わないから
2. 受診料が高いから
3. 忙しくて時間が取れないから
4. 面倒だから
5. 受診方法がわからないから
6. 特に理由はない
7. その他（ ）

	回答数	%
全体	2	100.0
1	1	50.0
2	0	0.0
3	0	0.0
4	0	0.0
5	0	0.0
6	0	0.0
7	1	50.0
無回答	0	0.0

「7. その他」回答内容

- ・現場には行かないから

[アンケート調査に寄せられた意見]

- ・この様なアンケートがまわって来て改めて感じた事ですが、減圧症に関し、ほぼ全てのダイバーが無関心である事と軽い減圧症に掛ってる事が大きな問題だと思います。日本の潜水士の知識、プロ意識、社会的地位低すぎ。免許簡単に取れすぎ。
- ・減圧症が出た場合の対応として、早急に現場で対処できる様に法的な所の整備を望む。
- ・潜水病は個人差がはげしく、前日のすごしかたや色々ありむずかしいと思います
- ・幸い、1日2時間足らずの調査仕事がほとんどで諸工事のような長時間に亘る潜水は行っていない。従って回答にはやや偏りが生じるかも…
- ・インターネット等を利用した潜水時間管理アプリ等を作って欲しい

資料2. 調査票A2（マリコン・ゼネコン業者向け）設問と回答結果

マリコン・ゼネコン業者を対象とした調査票A2には153名から回答を得た。アンケート調査票A2の設問内容と回答結果を以下に示す。

I. 回答者ご自身についてお尋ねします

Q1 あなたの年齢は？ (SA: Single Answer)

1. 20歳未満
2. 20-29歳
3. 30-39歳
4. 40-49歳
5. 50-59歳
6. 60歳以上

	回答数	%
全体	152	100.0
1	0	0.0
2	4	2.6
3	8	5.3
4	42	27.6
5	80	52.6
6	17	11.2
無回答	1	0.7

Q2 潜水業務を伴う工事に携わるようになってどのくらいですか？ (SA)

1. 5年未満
2. 5-10年
3. 11-20年
4. 21-30年
5. 31-40年
6. 41年以上

	回答数	%
全体	152	100.0
1	7	4.6
2	11	7.2
3	31	20.4
4	60	39.5
5	32	21.1
6	10	6.6
無回答	1	0.7

Q3 あなたの会社あるいは組織は、次のどれに当てはまりますか？ (SA)

1. ゼネコン・マリコン
2. 潜水工事会社
3. 設計等のコンサルタント会社
4. フリー（特定の組織には属していない）
5. その他（ ）

	回答数	%
全体	152	100.0
1	142	93.4
2	5	3.3
3	1	0.7
4	0	0.0
5	3	2.0
無回答	1	0.7

「5. その他」回答内容

- 元請会社
- 潜水工事も伴う建設会社
- 大学

Q4 あなたの現在の主な業務はなんですか？ (SA)

1. 潜水作業現場での直接潜水作業を管理監督する業務
2. 現場作業所で潜水作業の計画策定や工程管理をする業務
3. 現場作業所等で工事全般を管理する業務（作業所長等）
4. 本社・支店等で潜水作業の安全衛生管理に関わる業務
(安全環境部等の業務)
5. その他 ()

	回答数	%
全体	152	100.0
1	12	7.9
2	4	2.6
3	100	65.8
4	21	13.8
5	12	7.9
無回答	3	2.0

「5. その他」回答内容

- ・営業職：2人 ・技術営業 ・土木営業 ・営業職だが現場工事管理も兼務
- ・本社で潜水作業の施工計画を策定 ・支店で工事及び作業所全般を管理する業務
- ・支店土木工事 ・支店で工事全般を管理する業務 ・土木工事部長
- ・潜水作業以外の現場で作業を管理監督する業務

Q5 あなたが携わる潜水工事での最大潜水深度はどのくらいですか？

直近5年間でお答えください (SA)

1. 水深 10m未満
2. 水深 10-19m
3. 水深 20-29m
4. 水深 30-39m
5. 水深 40m以深

	回答数	%
全体	152	100.0
1	29	19.1
2	64	42.1
3	47	30.9
4	8	5.3
5	2	1.3
無回答	2	1.3

Q6 あなたが潜水工事に携わる主な地域はどこですか？ (MA)

1. 北海道
2. 東北地方（青森、秋田、岩手、宮城、山形、福島）
3. 関東地方（東京、神奈川、千葉、埼玉、茨城、栃木、群馬）
4. 甲信越地方（山梨、長野、新潟）
5. 北陸地方（富山、石川、福井）
6. 東海地方（静岡、愛知、岐阜、三重）
7. 近畿地方（大阪、京都、奈良、和歌山、滋賀、兵庫）
8. 中国地方（鳥取、島根、岡山、広島、山口）
9. 四国地方（徳島、香川、愛媛、高知）
10. 九州地方（福岡、佐賀、長崎、大分、熊本、宮崎、鹿児島、沖縄）
11. 日本全国
12. 日本国外（国名は)

「12.日本国外」回答内容
・ニューカレドニア

	回答数	%			
全体	152	100.0			
1	9	5.9	8	22	14.5
2	38	25.0	9	10	6.6
3	29	19.1	10	25	16.4
4	7	4.6	11	7	4.6
5	12	7.9	12	1	0.7
6	22	14.5	無回答	2	1.3
7	10	6.6			

Q7 あなたは一年間にどのくらい潜水工事に携わっていますか？(SA)

1. 年間 30 日未満
2. 年間 30-90 日間
3. 年間 91-150 日間
4. 年間 151-250 日間
5. 年間 251 日以上
6. その他 ()

「6.その他」回答内容
・安全環境の業務
・直接現場はない

	回答数	%
全体	152	100.0
1	52	34.2
2	51	33.6
3	28	18.4
4	11	7.2
5	3	2.0
6	4	2.6
無回答	3	2.0

Q8 あなたは実際の潜水作業に従事した経験がありますか？(素潜りは除く)(SA)

1. ダイバーとして潜水作業に従事したことがある
2. 支援員（送気員、連絡員）として潜水作業に従事したことある
3. 作業経験はないが、レジャーダイバーの資格を有し潜水したことがある
4. 潜水業務の経験はないが潜水士の資格を有している
5. 潜水に関する経験は全くない
6. その他 ()

	回答数	%
全体	152	100.0
1	7	4.6
2	4	2.6
3	16	10.5
4	7	4.6
5	111	73.0
6	5	3.3
無回答	2	1.3

「6.その他」回答内容

- ・潜水業務の経験はないが、送気員の資格を持っている
- ・管理業務
- ・体験ダイビングをしたことがある

II. 減圧障害（減圧症及び空気塞栓症）対策についてお尋ねします。

Q9 減圧障害発生時の対処法は主に誰が計画していますか？ (SA)

1. 職員または所長が現場に応じて計画している
2. 前任職員の作った計画をそのまま利用している
3. 潜水作業のリーダーまたは世話人が計画している
4. 実際に潜水作業に従事するダイバーが計画している
5. その他 ()

「5.その他」回答内容

- ・埋没ルール
- ・作業従事者が計画し、職員が確認する
- ・協力会社の事業者
- ・直接的なものはない
- ・職員、世話役、作業従事者で打合せ、作業内容に応じた計画を行う

	回答数	%
全体	152	100.0
1	107	70.4
2	2	1.3
3	26	17.1
4	8	5.3
5	5	3.3
無回答	4	2.6

Q10 計画の際には再圧治療が可能な医療施設を確認していますか？ (SA)

1. 確認している 【→Q13へ】
2. 場合により確認することがある 【→Q11へ】
3. 確認していない 【→Q12へ】

	回答数	%
全体	152	100.0
1	141	92.8
2	7	4.6
3	2	1.3
無回答	2	1.3

Q11 Q10 で2を答えた方にお聞きします。確認するのはどのようなときですか？ (MA)

1. 減圧停止が必要な潜水をするとき
2. 潜水深度が (Ⓐm) を越えるとき
3. 減圧時間が (Ⓑ分) を越えるとき
4. 減圧障害に罹ったことがある潜水士が潜るとき
5. その他 ()

「2. 潜水深度 (Ⓐm)」回答

- ・10m : 7人

	回答数	%
全体	7	100.0
1	5	71.4
2	7	100.0
3	0	0.0
4	0	0.0
5	0	0.0
無回答	0	0.0

Q12 Q10で3を答えた方にお聞きします。確認されない理由は何ですか？(MA)

1. 必要性を考えたことがないから
2. ふかし（再潜水）で減圧障害はよくなるから
3. まともに治療されるとは思わないから
4. 再圧治療ができそうな医療施設がわからないから
5. めったに減圧障害になることはないから
6. 確認しようとしても医療施設側が答えてもらえないから
7. その他（ ）

「7.その他」回答内容

・直接的なものはない

	回答数	%
全体	2	100.0
1	0	0.0
2	0	0.0
3	0	0.0
4	0	0.0
5	1	50.0
6	0	0.0
7	1	50.0
無回答	0	0.0

Q13 減圧障害の予防として何かしていますか？(MA)

1. 無理な潜水を計画しないようにしている
2. 無減圧潜水を心掛けている
3. 常に安全停止を設けている
4. 潜水後に酸素吸入をしている（吸入時間は約Ⓐ分間）
5. 酸素濃度の高い混合ガスを使用している
6. 体調管理に気を付けている
7. 十分な睡眠をとるようにしている
8. 定期的に休暇を取るようにしている
9. 前日の飲酒は控えている
10. 脱水にならないよう水分補給に努めている
11. 繰り返し潜水は一日に2回までとしている
12. 減圧計画は減圧テーブルを用いて自身で決定している
13. 繰り返し潜水はダイビング・コンピュータ（DC）の指示に従っている
14. 繰り返し潜水は高気圧作業安全衛生規則の計算式を用いて計画している
15. ダムや湖などの高所潜水では、高所用潜水の減圧表を使用している
16. 気象や海象の状況には常に注意している
17. その他（ ）

	回答数	%
全体	152	100.0
1	140	92.1
2	39	25.7
3	23	15.1
4	3	2.0
5	1	0.7
6	112	73.7
7	64	42.1
8	41	27.0
9	36	23.7
10	34	22.4
11	36	23.7
12	11	7.2
13	27	17.8
14	72	47.4
15	9	5.9
16	84	55.3
17	15	9.9
無回答	4	2.6

「17.その他」回答内容

- ・1ランクアップした潜水時間管理を実施：3人　・自社潜水管理システムを活用：7人
- ・予備タンクの使用　・潜水計画書を守り、潜水時間を記録する
- ・環境を考慮して、チャンバーを設置する様にしている
- ・直接的なものはなし　・日本潜水協会のテーブル使用

Q14 ダイバーの健康状態を確認していますか？ (MA)

1. 毎回朝礼のときに確認している
2. 一般健康診断の結果を確認している
3. 特殊健康診断の結果を確認している
4. 体調管理はダイバーの自己責任であるので、管理監督者側で確認することはない
5. その他 ()

	回答数	%
全体	152	100.0
1	142	93.4
2	71	46.7
3	122	80.3
4	2	1.3
5	9	5.9
無回答	4	2.6

「5. その他」回答内容

- ・全員に体調チェックを提出させている
- ・作業前後及び潜水作業前後
- ・潜水前毎にダイバー本人による確認、作業終了後チェックシートの確認をしている。
- ・前日の睡眠時間。前日の飲酒量
- ・作業所勤務でないため、確認していない
- ・昼仕事開始前
- ・既往症についても調べさせてもらっている。
- ・現場巡回時に、職員に対して、ダイバーの健康状態を確認する様指導している。

Q15 現在の減圧障害予防対策で十分に安全が確保されていると思いますか？ (SA)

1. 十分に確保されていると思う 【→Q16へ】
2. ある程度は確保されていると思う 【→Q16へ】
3. 十分とは言えない 【→Q17へ】
4. 危険性が高いと思う 【→Q17へ】
5. わからない 【→Q17へ】

	回答数	%
全体	152	100.0
1	26	17.1
2	107	70.4
3	13	8.6
4	0	0.0
5	4	2.6
無回答	2	1.3

Q16 Q15で1、2をと答えた方にお聞きします。なぜそう思いますか？ (MA)

1. 重大な減圧障害を起こしたことがないから
2. 規則や指針を遵守しているから
3. 経験豊富で優秀なダイバーを雇用しているから
4. 対策や安全管理が確実に行われているから
5. その他 ()

	回答数	%
全体	133	100.0
1	64	48.1
2	94	70.7
3	24	18.0
4	74	55.6
5	7	5.3
無回答	1	0.8

「5. その他」回答内容

- ・十分実績のある、潜水会社を選定している。
- ・現場では大水深での潜水作業は厳しく管理している
- ・前作業前日までの潜水状況は把握できない為、当日のみの管理では予防に対し十分とは言えない
- ・深場の潜水ではDCと減圧表を比較して安全側で減圧していた。
- ・現現場毎に緊急病院を指定し、工事の概要と緊急時の対応について医師に相談するようしている。
- ・O2を常に現場に持参している
- ・減圧テーブルを用いても、DCの指示に従っても減圧症は起る

III. 減圧障害（減圧症及び空気塞栓症）の経験についてお尋ねします

Q17 あなたが携わった現場で減圧障害（潜水病）事例を経験したことがありますか？（SA）

1. 経験したことがある
2. 減圧障害かどうか不明だが、似たよう事例を経験したことがある
3. 同僚や仲間から事例の報告を聞いたことがある
4. 全くない【→Q27へ】

	回答数	%
全体	152	100.0
1	21	13.8
2	5	3.3
3	18	11.8
4	101	66.4
無回答	7	4.6

Q18 あなたが減圧障害事例を経験したのは何回位ですか？（SA）

1. 1回
2. 2-5回
3. 6-10回
4. 11回以上

	回答数	%
全体	44	100.0
1	14	31.8
2	22	50.0
3	0	0.0
4	2	4.5
無回答	6	13.6

Q19 どのような症状でしたか？当てはまるものに○をつけてください。（MA）

（減圧障害の経験が複数回ある場合は、最も重かった時の症状をすべて選んで下さい）

- | | | |
|----------|-----------------|----------------|
| 1 関節痛 | 11 難聴 | 21 意識を失う |
| 2 関節の違和感 | 12 鼻出血 | 22 立てない・歩けない |
| 3 動悸 | 13 額の痛み | 23 しびれなどの感覚が異常 |
| 4 息切れ | 14 皮膚の発赤 | 24 呼吸困難 |
| 5 吐き気 | 15 皮膚の痒み（かゆみ） | 25 胸の痛み |
| 6 不快感 | 16 筋肉痛 | 26 血痰 |
| 7 めまい | 17 強い疲労感 | 27 泡を吹く |
| 8 ふらつき | 18 頭痛 | 28 その他（症状は： ） |
| 9 耳の痛み | 19 腹痛 | |
| 10 耳鳴り | 20 受け答えが上手くできない | |

	回答数	%	
全体	44	100.0	
1	22	50.0	11 0 0.0 21 2 4.5
2	13	29.5	12 0 0.0 22 5 11.4
3	3	6.8	13 0 0.0 23 15 34.1
4	2	4.5	14 0 0.0 24 5 11.4
5	5	11.4	11 5 11.4 25 3 6.8
6	4	9.1	16 4 9.1 26 0 0.0
7	5	11.4	17 3 6.8 27 0 0.0
8	3	6.8	18 10 22.7 28 1 2.3
9	5	11.4	19 2 4.5 無回答 5 11.4
10	3	6.8	20 1 2.3

「28. その他（症状）」回答内容

- ・排尿、排便の障害

Q20 その症状を減圧障害と判断したのは誰ですか？(SA)

1. ダイバー自身
2. 潜水会社の他のダイバーや潜水監督
3. 現場職員または責任者
4. 医師・医療関係者
5. わからない
6. その他（ ）

	回答数	%
全体	44	100.0
1	15	34.1
2	7	15.9
3	2	4.5
4	14	31.8
5	1	2.3
6	0	0.0
無回答	5	11.4

Q21 症状を確認した際、どのように処置しましたか？(MA)

1. ふかし（再潜水）を行った
2. ワンマンチャンバーで処置した【→Q22へ】
3. 現場の再圧室（多人数用）で処置した【→Q22へ】
4. 陸上で酸素を呼吸した（大気圧酸素呼吸）
5. 医療機関へ搬送した【→Q23へ】
6. 本人（ダイバー）が処置を拒否した
7. わからない
8. その他（ ）

	回答数	%
全体	44	100.0
1	11	25.0
2	2	4.5
3	4	9.1
4	2	4.5
5	25	56.8
6	0	0.0
7	1	2.3
8	2	4.5
無回答	5	11.4

「8. その他（ ）」回答内容

- ・翌日ダイバー本人が医療機関へ行って再圧治療を行った
- ・ごく軽度の為休憩していたところ、數十分で回復

Q22 Q21で2、3を答えた方にお聞きします。症状がでてから再圧開始までの時間はどのくらいでしたか？（SA）

1. 30分未満
2. 30分～1時間未満
3. 1～2時間未満
4. 2～4時間未満
5. 4～6時間未満
6. 6時間以上
7. わからない

	回答数	%
全体	6	100.0
1	0	0.0
2	3	50.0
3	0	0.0
4	1	16.7
5	0	0.0
6	1	16.7
7	1	16.7
無回答	0	0.0

Q23 Q21で5を答えた方にお聞きします。症状がでてから医療機関到着までの時間はどのくらいでしたか？（SA）

1. 1時間未満
2. 1～2時間未満
3. 2～4時間未満
4. 4～6時間未満
5. 6～12時間未満
6. 12～24時間未満
7. 24時間以上（約Ⓐ時間または約Ⓑ日）
8. わからない

	回答数	%
全体	25	100.0
1	1	4.0
2	4	16.0
3	6	24.0
4	4	16.0
5	1	4.0
6	3	12.0
7	0	0.0
8	4	16.0
無回答	2	8.0

Q24 その処置を決めたのは誰ですか？（SA）

1. 減圧症を発症した本人
2. 同僚や仲間のダイバー
3. 現場職員または責任者
4. 産業医・医療関係者
5. わからない
6. その他（ ）

	回答数	%
全体	44	100.0
1	8	18.2
2	3	6.8
3	10	22.7
4	9	20.5
5	3	6.8
6	0	0.0
無回答	11	25.0

Q25 処置の結果はどうでしたか？ (SA)

1. 全く症状がなくなった
2. 症状が軽くなった
3. あまり変わらなかった
4. 少し悪くなった
5. 悪化した
6. わからない
7. その他 ()

「7. その他 ()」回答内容

・死亡

	回答数	%
全体	44	100.0
1	13	29.5
2	15	34.1
3	3	6.8
4	0	0.0
5	0	0.0
6	4	9.1
7	1	2.3
無回答	8	18.2

Q26 処置にかかった費用はどうしましたか？ (SA)

1. ダイバー自身の健康保険で支払った
2. 現場の労災保険で支払った
3. 保険は使わず全額をダイバーが支払った
4. 保険を使わず全額を潜水会社が支払った
5. 保険を使わず全額を現場管理会社が支払った
6. 特に費用は発生しなかった
7. わからない
8. その他 ()

「8. その他 ()」回答内容

・複数の現場に従事するダイバーで、どこの現場が原因か分からなかった、と記憶している。

	回答数	%
全体	44	100.0
1	1	2.3
2	18	40.9
3	0	0.0
4	2	4.5
5	0	0.0
6	4	9.1
7	10	22.7
8	1	2.3
無回答	8	18.2

IV. 再圧室についてお伺いします

Q27 あなたもしくはあなたの所属する会社は救急再圧室を保有していますか？ (SA)

1. 一人用再圧室（ワンマンチャンバー）を持っている
2. 多人数用再圧室を持っている
3. 一人用と多人数用の両方の再圧室を持っている
4. 再圧室は持っていない【→Q30へ】

	回答数	%
全体	152	100.0
1	13	8.6
2	1	0.7
3	1	0.7
4	135	88.8
無回答	2	1.3

Q28 どのようなときに再圧室を用意しますか？ (MA)

1. すべての潜水業務で用意している
2. 減圧停止が必要な潜水をするときに用意する
3. 潜水深度が深いときに用意する（潜水深度Ⓐm以上）
4. 減圧時間が長いときに用意する（総減圧時間がⒷ分を超えるとき）
5. 酸素を使用した減圧を行うとき
6. 水温が低く水中拘束時間を短くしたいとき
7. 減圧障害に罹ったことがある潜水士が潜るときに用意する
8. 再圧医療施設への搬送に時間がかかるときに用意する（Ⓒ時間以上）
9. 潜水会社から要望があったとき
10. 現場に再圧室を設置することはない
11. その他（ ）

	回答数	%
全体	15	100.0
1	3	20.0
2	2	13.3
3	7	46.7
4	1	6.7
5	0	0.0
6	0	0.0
7	1	6.7
8	6	40.0
9	3	20.0
10	4	26.7
11	1	6.7
無回答	0	0.0

「3.（潜水深度Ⓐm以上）」回答

・10m：3人 　・20m：4人

「8.（Ⓒ時間以上）」回答

- ・1時間：1人 　・2時間：2人
- ・12時間：1人

「11.「その他（ ）」回答内容

・基準があるかは不明だが潜水深度と減圧時間を統合して判断していると思われる

Q29 再圧室で酸素を利用できますか？ (SA)

1. 再圧に酸素を使用できる
2. 酸素は利用できない
3. 利用可能かどうかわからない

	回答数	%
全体	15	100.0
1	2	13.3
2	3	20.0
3	10	66.7
無回答	0	0.0

V. 応急処置への酸素の利用についてお伺いします。

Q30 応急処置用に水上・大気圧下で使用できる酸素を準備していますか？(SA)

1. いつも準備している【→Q33へ】
2. 場合により準備することがある【→Q31へ】
3. 準備していない【→Q32へ】

	回答数	%
全体	152	100.0
1	31	20.4
2	29	19.1
3	90	59.2
無回答	2	1.3

Q31 Q30で2を答えた方にお聞きします。準備するのはどのようなときですか？(MA)

1. 減圧停止が必要な潜水をするとき
2. 潜水深度が深いとき（水深Ⓐmを超える場合）
3. 減圧時間が長いとき（総減圧時間がⒷ分を超える場合）
4. 潜水士が（Ⓒ歳）以上のとき
5. 以前減圧障害を経験しているダイバーが潜るとき
6. 連日潜水するとき（Ⓓ日以上）
7. 救急医療機関への搬送に時間がかかるとき（Ⓔ時間以上）
8. 潜水士が高血圧や不整脈など心臓関係の異常を指摘されているとき
9. 潜水会社から要望があったとき
10. その他（ ）

	回答数	%
全体	29	100.0
1	8	27.6
2	18	62.1
3	3	10.3
4	0	0.0
5	2	6.9
6	3	10.3
7	6	20.7
8	0	0.0
9	10	34.5
10	1	3.4
無回答	1	3.4

「2.（潜水深度Ⓐmを超える場合）」回答

- ・10m：11人
- ・20m： 6人
- ・30m： 1人

「7.（Ⓔ時間以上）」回答

- ・1時間：2人
- ・1.5時間：1人
- ・2時間：1人

「10.その他」回答内容

- ・症状が出た場合病院搬送を基本としており搬送時にダイバー本人が吸えるよう携帯型簡易酸素ボンベを用意している

Q32 Q30で3を答えた方にお聞きします。用意されない理由は何ですか？（MA）

1. 必要と思わないから
2. 応急用の酸素利用に関する知識や経験がないから
3. 酸素を購入することができないから
4. 医師の指示がないと酸素を使うことができないから
5. 酸素の使用は危険であるから
6. その他（ ）

	回答数	%
全体	90	100.0
1	14	15.6
2	54	60.0
3	1	1.1
4	26	28.9
5	9	10.0
6	12	13.3
無回答	3	3.3

「6. その他」回答内容

- ・潜水会社で準備している
- ・ふかしを含めて、自己判断による対策はよくないから
- ・協力会社と協議の上、協力会社に準備してもらっている
- ・処置は素人が行わず、医師へ任せる為
- ・病状があれば、専門医のいる病院へ搬送する計画をしているから
- ・医療機関への搬送を原則としている
- ・社内ルールで指定病院への搬送を優先しているから
- ・水深が浅い場所での作業のため
- ・水深2mの作業だから
- ・特に理由はない
- ・準備の必要性に対する指導がない

VI. 減圧障害（減圧症及び空気塞栓症）に関する知識についてお伺いします。

Q33 減圧障害についてどの程度ご存知ですか？(SA)

1. 十分な知識を有している
2. ある程度、必要最小限の知識は有している
3. あまり知識はない
4. 全くわからない
5. その他（ ）

	回答数	%
全体	152	100.0
1	13	8.6
2	116	76.3
3	19	12.5
4	0	0.0
5	0	0.0
無回答	4	2.6

Q34 潜水後に現れた以下の症状のうち医療機関の受診または再圧治療が
必要とは思わないもの全てに○をつけてください。(MA)

- | | |
|-----------------|-----------------------|
| 1 がまんできる関節痛 | 11 筋肉痛 |
| 2 関節の違和感（だるい感じ） | 12 腹痛 |
| 3 関節のチクチク感 | 13 腰痛 |
| 4 手先のしびれ | 14 お尻まわりの痛み |
| 5 足先のしびれ | 15 お腹回りが皮膚炎のように赤くなる |
| 6 皮膚のちくちく感 | 16 強い疲労感 |
| 7 一時的なめまい又はふらつき | 17 便秘 |
| 8 目が見えづらい | 18 おしっこが出づらい |
| 9 頭痛 | 19 減圧障害の症状が自然に良くなった |
| 10 手足が動かしづらい | 20 この中にはない（処置が必要だと思う） |

	回答数	%			
全体	152	100.0	11	29	19.1
1	10	6.6	12	33	21.7
2	6	3.9	13	32	21.1
3	1	0.7	14	24	15.8
4	4	2.6	15	11	7.2
5	4	2.6	16	8	5.3
6	8	5.3	17	65	42.8
7	5	3.3	18	29	19.1
8	1	0.7	19	5	3.3
9	3	2.0	20	63	41.4
10	1	0.7	無回答	8	5.3

Q35 酸素による再圧治療法をご存知ですか？ (SA)

1. 使用したことがある
2. 使ったことはないが知っている
3. 聞いたことはあるがあまり知らない
4. 全く知らない

	回答数	%
全体	152	100.0
1	6	3.9
2	47	30.9
3	73	48.0
4	23	15.1
無回答	3	2.0

Q36 どうやって減圧障害の知識を得ましたか？ (MA)

1. 雑誌や書籍から得た
2. インターネットから得た
3. 資格取得（インストラクター等）のための講習会から得た
4. 現場での安全講習会等から得た
5. 学校や専門学校等での教育から得た
6. 上司/同僚/同事仲間/現場のダイバーから教えてもらった
7. 自身の経験から学んだ
8. 特に意識して知識を入手していない
9. その他 ()

	回答数	%
全体	152	100.0
1	36	23.7
2	29	19.1
3	16	10.5
4	96	63.2
5	4	2.6
6	75	49.3
7	18	11.8
8	1	0.7
9	9	5.9
無回答	2	1.3

「9. その他」回答内容

- ・会社資料、インターネット
- ・社内の冊子
- ・社内教育
- ・高気圧作業主任者講習等の潜函関係講義
- ・会社の教育
- ・現場での教育
- ・社内安全講習
- ・医師に相談した際のヒヤリング
- ・社内の安全教育及び安全に関する冊子

[アンケート調査に寄せられた意見]

- ・再圧室等の設備を有する医療機関はあるが、減圧症に関する知識がある医療関係者はすぐない。電話で聞いても、色々な診療科へ回される。大きい病院ほどその傾向がある。
- ・再圧治療等の対応病院について、広く広報して頂けることを望みます。
- ・久しく、潜水作業に従事していないので、知識の再確認が必要と思った。
- ・減圧症になった場面を経験していないため、減圧症の理解度が低い。理解力を高めるために講習や訓練の必要性を感じた。
- ・元請会社として、医療施設の確保、確認は必ず必要。社内潜水管理アプリは計画に対して実績で、隋時更新可能な為厳しい管理力可能。再圧室、酸素の確保については契約時に確認し、協力会社に確保してもらっている。
- ・専門的知識の習得することが必要であり、講習会等の受講が必要だと感じました。

資料3. 調査票B（ダイビング・インストラクター）設問と回答結果

ダイビング・インストラクターを対象とした調査票（B）には368名から回答を得た。アンケート調査票（B）の設問とその回答結果を以下に示す。

I. あなたの潜水業務についてお尋ねします。

Q1 あなたの担当する業務は何ですか？（SA）

- 1 潜水士の資格を有する現役のダイバー
- 2 潜水士の資格を有さない現役のダイバー
- 3 ダイバーを直接支援する業務（支援員、潜水監督など）
- 4 ダイバーを間接的に支援する業務（会社経営者、潜水計画管理者など）
- 5 その他（ ）

	回答数	%
全体	368	100.0
1	287	78.0
2	44	12.0
3	9	2.4
4	13	3.5
5	15	4.1

「5. その他」回答内容

- ・ダイビング・インストラクター：5人
- ・引退したインストラクター
- ・ダイバー育成指導者
- ・潜水教育
- ・フィットネスクラブにてダイビング指導
- ・資格保持者
- ・レジヤーダイバー：2人
- ・潜水士資格を有するが現在業務にはついていない：2人
- ・現在は潜水業務から一旦離れている

Q2 直近5年間であなたが主に従事している潜水業務は何ですか？当てはまるものを全て選んでください。（MA）

- 1 水中土木/建設作業
- 2 水中構造物の検査/保守作業
- 3 水中環境調査/生物調査
- 4 潜水漁業/海産物採取
- 5 定置網や養殖場の保守点検作業
- 6 水難救助/捜索関係
- 7 ダイビング・インストラクター/ガイド
- 8 水中撮影等映像制作関係
- 9 船舶等の保守点検作業
- 10 水族館や娯楽施設での水中作業
- 11 サルベージ作業
- 12 海底危険物の探査/回収作業
- 13 その他（ ）

	回答数	%
全体	368	100.0
1	13	3.5
2	19	5.2
3	37	10.1
4	11	3.0
5	9	2.4
6	24	6.5
7	345	93.8
8	35	9.5
9	22	6.0
10	9	2.4
11	2	0.5
12	4	1.1
13	16	4.3

「13. その他」回答内容

- ・レジヤーダイバー：6人
- ・潜水面業務にはついていない：4人
- ・プールインストラクター
- ・ダイビング指導団体職員
- ・Cカード講習会実施
- ・船舶関係：2人
- ・どれにも該当しない

Q3 あなたはどのような立場で潜水業務に携わっていますか？（MA）

- 1 企業の正社員として潜水業務に従事している
- 2 ダイバーとして一人で会社を経営している（いわゆる一人親方）
- 3 フリーの立場で、要請があったときにパートタイム的に潜水会社で働いている
- 4 その他（ ）

	回答数	%
全体	368	100.0
1	132	35.9
2	98	26.6
3	108	29.3
4	53	14.4

「4. その他」回答内容

- ・ダイビングショップ／会社経営者：16人
- ・フリー／非常勤のインストラクター／ガイド：8人
- ・レジャーダイバー：7人
- ・ダイビングショップ／サービス勤務：5人
- ・ボランティアのインストラクター：4人
- ・学校関係者：3人
- ・ダイビングクラブ活動運営：2人 ・どれにも該当しない：2人
- ・今は潜水業務には携わっていない：2人
- ・消防関係：1人 ・引退したインストラクター：1人
- ・当団体会員向け事業サポート：1人 ・プールインストラクター：1人

Q4 あなたは（直近5年間の平均で）一年間にどのくらい潜水業務に携わっていますか？

- 1 年間30日未満
- 2 年間30-90日間
- 3 年間91-150日間
- 4 年間151-250日間
- 5 年間251日以上
- 6 その他（ ）

	回答数	%
全体	368	100.0
1	131	35.6
2	73	19.8
3	55	14.9
4	55	14.9
5	48	13.0
6	6	1.6

Q5 あなたが携わる潜水業務の最大潜水深度はどのくらいですか？

- 1 水深10m未満
- 2 水深10-19m
- 3 水深20-29m
- 4 水深30-39m
- 5 水深40m以深

	回答数	%
全体	368	100.0
1	16	4.3
2	51	13.9
3	115	31.3
4	155	42.1
5	31	8.4

Q6 あなたは主にどの地域で潜水業務を行いますか？

- 1 北海道
- 2 東北地方（青森、秋田、岩手、宮城、山形、福島）
- 3 関東地方（東京、神奈川、千葉、埼玉、茨城、栃木、群馬）
- 4 甲信越地方（山梨、長野、新潟）
- 5 北陸地方（富山、石川、福井）
- 6 東海地方（静岡、愛知、岐阜、三重）
- 7 近畿地方（大阪、京都、奈良、和歌山、滋賀、兵庫）
- 8 中国地方（鳥取、島根、岡山、広島、山口）
- 9 四国地方（徳島、香川、愛媛、高知）
- 10 九州地方（福岡、佐賀、長崎、大分、熊本、宮崎、鹿児島、沖縄）
- 11 日本全国
- 12 日本国外（国名は)

	回答数	%				
全体	368	100.0				
1	7	1.9	7	60	16.3	
2	13	3.5	8	11	3.0	
3	92	25.0	9	16	4.3	
4	8	2.2	10	144	39.1	
5	31	8.4	11	10	2.7	
6	139	37.8	12	15	4.1	

「12. 日本国外（国名は)」回答内容

- ・インドネシア：3人
- ・タイ：2人 ・フィリピン：2人 パラオ：2人 ミクロネシア：2人
- ・サイパン、シンガポール等：1人、・タイ、フィリピンなど：1人
- ・米国、東南アジア：1人 ・北マリアナ諸島ロタ島：1人

II. 減圧障害（減圧症及び空気塞栓症）の経験についてお伺いします。

Q7 あなたは減圧障害に罹ったことがありますか？

- 1 罷ったことがある
- 2 減圧障害かどうか不明だが、似たようなものには罹ったことがある
- 3 自身ではないが同僚や仲間が罹ったのを見たことがある
- 4 全くない【→Q15へ】

	回答数	%
全体	368	100.0
1	43	11.7
2	26	7.1
3	68	18.5
4	231	62.8

Q8 軽微なものを含め今まで減圧障害に罹ったのは何回くらいですか？

- 1 1回
- 2 2-5回
- 3 6-10回
- 4 11回以上

	回答数	%
全体	69	100.0
1	34	49.3
2	32	46.4
3	2	2.9
4	1	1.4

Q9 どのような症状でしたか？当時はまるものを全て選んでください。

（なお減圧障害の経験が複数回ある場合は、最も重かった時の症状を全て選んで下さい）

- | | | |
|----------|-----------------|----------------|
| 1 関節痛 | 11 難聴 | 21 意識を失う |
| 2 関節の違和感 | 12 鼻出血 | 22 立てない・歩けない |
| 3 動悸 | 13 額の痛み | 23 しびれなどの感覚が異常 |
| 4 息切れ | 14 皮膚の発赤 | 24 呼吸困難 |
| 5 吐き気 | 15 皮膚の痒み（かゆみ） | 25 胸の痛み |
| 6 不快感 | 16 筋肉痛 | 26 血痰 |
| 7 めまい | 17 強い疲労感 | 27 泡を吹く |
| 8 ふらつき | 18 頭痛 | 28 その他（症状は：　　） |
| 9 耳の痛み | 19 腹痛 | |
| 10 耳鳴り | 20 受け答えが上手くできない | |

	回答数	%
全体	137	100.0
1	72	52.6
2	48	35.0
3	11	8.0
4	3	2.2
5	6	4.4
6	19	13.9
7	22	16.1
8	20	14.6
9	5	3.6
10	6	4.4

11	5	3.6
12	1	0.7
13	2	1.5
14	7	5.1
15	42	30.7
16	22	16.1
17	40	29.2
18	19	13.9
19	4	2.9
20	8	5.8

21	6	4.4
22	20	14.6
23	55	40.1
24	4	2.9
25	4	2.9
26	2	1.5
27	5	3.6
28	7	5.1

「28. その他（症状）」回答内容

- ・排尿、排便障害 　・腕に力が入らない 　・手のひらの弱い痒み
- ・くしゃみによる頭痛 　・血流が悪い 　・排尿困難

Q10 症状を確認した際、どのように処置しましたか？

- 1 ふかし（再潜水）を行った
- 2 ワンマンチャンバーを使用して自分たちで処置した
- 3 再圧室（多人数用）を使用して自分たちで処置した
- 4 船上／陸上で酸素を呼吸した（大気圧酸素呼吸）
- 5 医療機関に受診した
- 6 じっと我慢した
- 7 その他（ 　　　　）

	回答数	%
全体	137	100.0
1	18	13.1
2	2	1.5
3	6	4.4
4	36	26.3
5	95	69.3
6	20	14.6
7	10	7.3

「7. その他（ ）」回答内容

- ・酸素吸引 　・後日病院で再圧チャンバーで様子見

Q11 （前問で5と答えた方）症状がでてから医療機関での再圧治療開始までの時間はどのくらいでしたか？

- 1 1時間以内
- 2 1～2時間以内
- 3 2～4時間以内
- 4 4～6時間以内
- 5 6～12時間以内
- 6 12～24時間以内
- 7 24時間以上（約Ⓐ時間）

	回答数	%
全体	95	100.0
1	0	0.0
2	7	7.4
3	8	8.4
4	3	3.2
5	9	9.5
6	22	23.2
7	46	48.4

「7.（Ⓐ時間）」回答

- ・26時間：19人 　・27時間：8人 　・28時間：4人
- ・29時間：1人 　・31時間：8人 　・34時間：1人
- ・38時間：1人 　・43時間：1人 　・44時間：1人
- ・54時間：1人 　・72時間：1人

Q12 処置の結果はどうでしたか？

(なお減圧障害の経験が複数回ある場合は、最も重かった時についてお答えください)

- 1 全く症状がなくなった
- 2 症状が軽くなった
- 3 あまり変わらなかった
- 4 少し悪くなった
- 5 悪化した
- 6 減圧障害とは違うと言われた
- 7 その他 ()

	回答数	%
全体	137	100.0
1	56	40.9
2	61	44.5
3	11	8.0
4	2	1.5
5	0	0.0
6	3	2.2
7	4	2.9

「7. その他 ()」回答内容

・不明 ・その後の結果の報告がない ・未確認 ・入院

Q13 医療機関での処置にかかった費用はどうしましたか？

- 1 自身の健康保険で支払った
- 2 会社の労災保険で支払った
- 3 保険は使わず全額自分で支払った
- 4 保険を使わずに会社が全額を支払った
- 5 特に費用は発生しなかった
- 6 その他 ()

	回答数	%
全体	95	100.0
1	60	63.2
2	11	11.6
3	9	9.5
4	2	2.1
5	1	1.1
6	12	12.6

「6. その他 ()」回答内容

・DAN及び旅行傷害保険 ・海外で罹患した為、保険で使える保険を使用
・各自出したと聞いている ・PADIの保険 ・不明

Q14 処置の後どのくらいで潜水の仕事に復帰しましたか？

- 1 翌日には復帰した
- 2 2-3日間休養した後復帰した
- 3 4日以上休業した後に復帰した
- 4 一週間以上休業した後に復帰した
- 5 一ヶ月以上休業した後に復帰した
- 6 復帰せずダイバーを引退した
- 7 その他 ()

	回答数	%
全体	137	100.0
1	18	13.1
2	12	8.8
3	7	5.1
4	28	20.4
5	43	31.4
6	9	6.6
7	20	14.6

「7. その他 ()」回答内容

・数ヶ月後復帰 ・DAN及び旅行傷害保険 ・海外で罹患した為、保険で使える保険を使用

Q15 減圧障害の予防として何かしていますか？ (MA)

- 1 無理な潜水をしないようにしている
- 2 無減圧潜水を心掛けている
- 3 常に安全停止を設けている
- 4 潜水後に酸素吸入をしている（吸入時間は約Ⓐ分間）
- 5 酸素濃度の高い混合ガスを使用している
- 6 体調管理に気を付けている
- 7 十分な睡眠をとるようにしている
- 8 定期的に休暇を取っている
- 9 前日の飲酒は控えている
- 10 脱水にならないよう水分補給に努めている
- 11 繰り返し潜水は一日に2回までとしている
- 12 減圧計画は減圧テーブルを用いて自分で決定している
- 13 繰り返し潜水はダイビング・コンピュータ (DC) の指示に従っている
- 14 繰り返し潜水は高気圧作業安全衛生規則の計算式を用いて計画している
- 15 ダムや湖などの高所潜水では、高所用潜水の減圧表を使用している
- 16 気象や海象の状況には常に注意している
- 17 その他 ()

	回答数	%
全体	368	100.0
1	320	87.0
2	290	78.8
3	321	87.2
4	10	2.7
5	63	17.1
6	285	77.4
7	213	57.9
8	104	28.3
9	118	32.1
10	262	71.2
11	48	13.0
12	44	12.0
13	293	79.6
14	11	3.0
15	29	7.9
16	216	58.7
17	10	2.7

「4. (吸入時間は約Ⓐ分間)」回答内容

- 2分間：2人 • 3分間：1人 • 5分間：2人
- 15分間：1人 • 20分間：1人 • 30分間：2人
- 60分間：1人

「7. その他 ()」回答内容

- 平均水深、深い場所を先に潜るなど基本と当社規定の順守
- 潜水プロフィールに気を付けている。箱型潜水をしない。1日の中で徐々に浅くなるように潜水している
- 大深度にはリブリーザーを使う
- ダイビングとダイビングの間を時間を空けるようにしている
- 潜水後の酸素吸入は潜水状況に応じて15分程度
- 潜水前後の血圧、血中酸素濃度の測定
- 潜水直後の入浴を控える。温めのシャワーを使う。潜水後は激しい運動をしないで静かに休憩する
- 血圧、血中酸素濃度、簡易心電計、体温等を毎週記録している
- 安全停止を酸素吸入で3分間
- 浮上速度にかなり注意している

Q16 減圧障害の応急処置のために酸素を用意していますか？

- 1 いつも用意している
- 2 場合により用意することがある
- 3 用意していない【→Q18】

	回答数	%
全体	368	100.0
1	43	11.7
2	26	7.1
3	68	18.5
4	231	62.8

Q17 どのようなときに応急処置用の酸素を用意しますか？(MA)

- 1 減圧停止が必要な潜水をするとき
- 2 潜水深度が深いとき（水深Ⓐmを超える場合）
- 3 減圧時間が長いとき（総減圧時間がⒷ分を超える場合）
- 4 潜水士の年齢が高いとき（Ⓒ歳以上）
- 5 以前減圧障害を経験しているダイバーが潜るとき
- 6 連日潜水するとき（Ⓓ日以上）
- 7 救急医療機関への搬送に時間がかかるとき（Ⓔ時間以上）
- 8 その他（　　）

	回答数	%
全体	246	100.0
1	107	43.5
2	40	16.3
3	15	6.1
4	8	3.3
5	27	11.0
6	12	4.9
7	67	27.2
8	72	29.3

「2. (水深Ⓐmを超える場合)」回答

- ・18m：2人 ・35m：3人
- ・20m：4人 ・39m：2人
- ・25m：4人 ・40m：10人
- ・30m：11人 ・50m：1人

「3. (総減圧時間がⒷ分を超える場合)」回答

- ・1分：3人 ・30分：1人
- ・3分：1人 ・60分：4人
- ・5分：2人 ・70分：1人
- ・10分：2人 ・120分：1人

「4. (Ⓒ歳以上)」回答

- ・40歳：2人 ・60歳：1人
- ・45歳：3人 ・70歳：1人
- ・50歳：1人

「6. (Ⓓ日以上)」回答

- ・1日：1人 ・3日：5人
- ・2日：5人 ・7日：1人

「7. (Ⓔ時間以上)」回答

- ・1時間：53人 ・4時間：1人
- ・2時間：6人 ・5時間：3人
- ・3時間：4人

「8. その他（　　）」回答内容

- | | |
|-------------------|---------------|
| ・常時：2人 | ・使用したことがない：4人 |
| ・どの状況でもいつでも準備している | ・吸わない |
| ・ショップに常備、漁協が海岸に常備 | ・特はない |
| ・ショップで用意して頂いている | |
| ・ダイビングサービスが用意 | |
| ・念の為に準備：4人 | |

- ・減圧症の疑いがある時：9人
- ・浮上後、減圧症が疑わしい時、救急隊への連絡をする前に
- ・減圧症の徴候や症状が現れたとき：11人
- ・減圧症の症状が出たり、可能性が生じたとき。
- ・減圧症の徴候症状がある場合や頭痛などの体調不良
- ・減圧症の症状が客に出たとき（まだ未使用）
- ・ゲストが潜水後に不調を訴えたとき
- ・レジヤーダイバーですので、持参が可能な限り
- ・現場で用意がされていない時
- ・現地に酸素の用意が無い時
- ・レスキュー時
- ・潜水事故発生時：2人
- ・潜水トラブルが起こった際
- ・緊急時はすぐに使用：3人
- ・緊急事態用として備えているが、今のところ出番なし
- ・応急処置用として
- ・応急処置が必要ならすぐに使う。減圧症でなくてもチアノーゼが見られたら使う。溺れ、骨折でも必要なら使う
- ・十分な水面休憩時間が確保できないとき
- ・無理したと思うとき
- ・必要な減圧停止ができなかった時
- ・予期せぬ浮上があった時
- ・NDL を超えた場合
- ・潜水後高所移動予定時
- ・急浮上などした時、身体に違和感がある時
- ・指示があったとき
- ・不快感を感じたとき
- ・用いるダイビングをしない
- ・毎回浮上時の安全停止中
- ・体調不良時
- ・緊急浮上や減圧指示が守れなかったとき
- ・医療機関への搬送用
- ・潜水による体調異常を訴えた時
- ・不特定
- ・トレーニング時
- ・減圧障害以外

Q18 応急用の酸素を用意しない理由は何ですか？(MA)

- 1 必要だとは思わないから
- 2 応急用の酸素利用に関する知識や経験がないから
- 3 酸素を購入することができないから
- 4 医師の指示がないと酸素を使うことができないから
- 5 酸素の使用は危険であるから
- 6 その他（ ）

	回答数	%
全体	122	100.0
1	13	10.7
2	26	21.3
3	61	50.0
4	9	7.4
5	4	3.3
6	30	24.6

「6. その他（ ）」回答内容

- ・現地の施設やショップ、ダイビングサービスに用意されているから：18人
- ・購入が簡単でないから
- ・日本の法制度、容易でない部分が多すぎる為
- ・購入費用
- ・高価で、酸素チャージ出来るところが近場にないからに
- ・予算がない
- ・会社が必要としていないから。資金が貯まったら個人で所有する予定。
- ・必要とする条件の潜水業務をしない。最悪はナイトロックスの使用を考慮
- ・作業自体が少ないため
- ・ナイトロックスを使用して潜水しているから
- ・最近は潜水していない
- ・私以外に用意する担当者がいるため
- ・現場に無いから

III. 減圧障害に関する知識についてお伺いします。

Q19 減圧障害についてどの程度ご存知ですか？

- 1 十分な知識がある
- 2 必要な知識は持っている
- 3 あまり知識はない
- 4 全くわからない
- 5 その他（ ）

	回答数	%
全体	368	100.0
1	77	20.9
2	267	72.6
3	23	6.3
4	0	0.0
5	1	0.3

「5. その他（ ）」回答内容

- ・知識は学んだが深く知っているかというと自信はまだない。

Q20 潜水後に現れた以下の症状のうち医療機関の受診または再圧治療を受けようとは思わないものを全て選んでください。

- | | |
|-----------------|------------------------|
| 1 がまんできる関節痛 | 11 筋肉痛 |
| 2 関節の違和感（だるい感じ） | 12 腹痛 |
| 3 関節のチクチク感 | 13 腰痛 |
| 4 手先のしびれ | 14 お尻まわりの痛み |
| 5 足先のしびれ | 15 お腹回りが皮膚炎のように赤くなる |
| 6 皮膚のちくちく感 | 16 強い疲労感 |
| 7 一時的なめまい又はふらつき | 17 便秘 |
| 8 目が見えづらい | 18 おしっこが出づらい |
| 9 頭痛 | 19 減圧障害の症状が自然に良くなった |
| 10 手足が動かしづらい | 20 この中にはない（処置を受けようと思う） |

	回答数	%				
全体	368	100.0				
1	64	17.4	11	154	41.8	
2	71	19.3	12	147	39.9	
3	33	9.0	13	144	39.1	
4	53	14.4	14	80	21.7	
5	48	13.0	15	33	9.0	
6	43	11.7	16	52	14.1	
7	61	16.6	17	171	46.5	
8	28	7.6	18	74	20.1	
9	102	27.7	19	41	11.1	
10	9	2.4	20	81	22.0	

Q21 酸素を用いる再圧治療法をご存知ですか？

- 1 使用したことがある
- 2 使ったことはないが知っている
- 3 聞いたことはあるがあまり知らない
- 4 全く知らない

	回答数	%
全体	368	100.0
1	61	16.6
2	236	64.1
3	59	16.0
4	12	3.3

Q22 どうやって減圧障害または再圧処置に関する知識を得ましたか？

- 1 雑誌や書籍から得た
- 2 インターネットから得た
- 3 資格取得（インストラクター等）のための講習会から得た
- 4 現場での安全講習会等から得た
- 5 学校や専門学校等での教育から得た
- 6 上司/同僚/同事仲間から教えてもらった
- 7 自身の経験から学んだ
- 8 特に意識して知識を入手していない
- 9 その他（　　）

	回答数	%
全体	354	100.0
1	150	42.4
2	136	38.4
3	313	88.4
4	125	35.3
5	27	7.6
6	81	22.9
7	61	17.2
8	5	1.4
9	9	2.5

「9. その他（　　）」回答内容

- ・救急再圧員講習：2人
- ・講習会参加
- ・現場外の安全講習会等から得た
- ・DAN
- ・テクニカルダイビングでトライミックス潜水、空気での拡張レンジ潜水、減圧停止ダイビングの講習訓練を受けた時学習した
- ・レジャーインストラクターも兼務している。眞野先生から学んだ
- ・業者
- ・高気圧潜水学会

IV. 健康管理についてお伺いします。

Q23 あなたの現在の健康状態はいかがですか？

- 1 全く健康であり、何も問題ない状態
- 2 可もなく不可もない状態
- 3 健康状態に不安がある状態
- 4 慢性的な持病がある状態
- 5 その他（　　）

	回答数	%
全体	368	100.0
1	208	56.5
2	126	34.2
3	7	1.9
4	21	5.7
5	6	1.6

「5. その他（　）」回答内容

- ・腰痛 ・足のしびれ ・神経痛
- ・普段は問題ない状態。潜水後は、潜水当日～翌日まで頭痛を感じることが多くなった。
- ・減圧症罹患後から下肢の冷えや循環不良を感じる
- ・20年位前に潜水で内耳窓破裂して、治療したが後遺症として、耳鳴りが現在も有る。

Q24 あなたは喫煙者ですか？

- 1 喫煙者である
- 2 以前は喫煙者であった
- 3 喫煙者であったことはない

	回答数	%
全体	368	100.0
1	65	17.7
2	167	45.4
3	136	37.0

Q25 (Q24 で 1,2 の回答者) 喫煙歴はどの位ですか？

- 1 5 年未満
- 2 5 年以上 10 年未満
- 3 10 年以上 20 年未満
- 4 20 年以上

	回答数	%
全体	232	100.0
1	39	16.8
2	44	19.0
3	69	29.7
4	80	34.5

Q26 健康管理に健康診断を利用していますか？

- 1 定期的に一般健康診断と特殊健康診断を受診している
- 2 一般健康診断だけを受診している
- 3 特殊健康診断だけを受診している
- 4 ここ数年間は受診していない

	回答数	%
全体	368	100.0
1	118	32.1
2	222	60.3
3	3	0.8
4	25	6.8

Q27 一般または特殊健康診断を受診しない理由はなんですか？

- 1 特に必要だと思わないから
- 2 受診料が高いから
- 3 忙しくて時間が取れないから
- 4 面倒だから
- 5 受診方法がわからないから
- 6 特に理由はない
- 7 その他（　　）

	回答数	%
全体	250	100.0
1	53	21.2
2	27	10.8
3	40	16.0
4	22	8.8
5	27	10.8
6	101	40.4
7	23	9.2

「7.その他（　　）」回答内容

- ・受診している：5人
- ・毎年一般健康診断を受診している：2人
- ・検診以外に年3回の献血もおこなっている
- ・体調に不安がない。一般の健康診断で充分と思っている
- ・特殊健康診断のことを知らなかった。
- ・特殊健康診断ってなんですか？
- ・検査内容が一般健診と変わらないから
- ・特殊健康診断を受診できる施設が近場にない
- ・近く（自宅から1時間以内）に特殊健診を受ける場所がない
- ・特殊健康診断を扱ってる病院はあまりにもボロくて流れ作業で信用できない（那覇）
- ・受けれる場所が限られている
- ・近くに病院がない
- ・最近潜水業務にほとんど従事していないから：2人
- ・病気が見つかるのが怖い
- ・金銭がない
- ・コロナ感染
- ・海外在住の為。

V. 最後にあなたご自身のことについて伺います。

Q28 あなたの性別は？

- 1 男性
- 2 女性

	回答数	%
全体	368	100.0
1	322	87.5
2	46	12.5

Q29 あなたの年齢は？

- 1 20歳未満
- 2 20-29歳
- 3 30-39歳
- 4 40-49歳
- 5 50-59歳
- 6 60-69歳
- 7 70歳以上

	回答数	%
全体	368	100.0
1	0	0.0
2	14	3.8
3	54	14.7
4	104	28.3
5	130	35.3
6	62	16.8
7	4	1.1

Q30 業務として潜水にたずさわるようになってどのくらいですか？

- 1 5年未満
- 2 5-10年
- 3 11-20年
- 4 21-30年
- 5 31-40年
- 6 41年以上

	回答数	%
全体	368	100.0
1	37	10.1
2	49	13.3
3	92	25.0
4	117	31.8
5	57	15.5
6	16	4.3

[アンケート調査に寄せられた意見]

- ・アンケート結果出たら教えてください
- ・業務としての潜水は無し
- ・特にございません。
- ・通常のレジャーダイビングの無減圧ダイビングを行う際でもバックアップ機材を携帯して(ダブルタンク、またはポニーボトルタンク、またはサイドマウントで予備のタンク)潜ることが普及すればエア切れ、予定しない減圧停止が必要なダイビングになったとしても対応が出来ると思うがレジャーダイビングの講習でそれに応する訓練をするのは現実的ではないと思うが普及させたい。
- ・とくには無い
- ・人一倍知識もあり気を付けていたし、実際に酸素吸入や減圧停止も普通以上にやっていたが、減圧症に罹患した。知識が有ったので直ぐに医療機関を受診し再圧チャンバーに合計で4回入り、ほぼ稼働に問題ない程度まで回復したが、皮膚表面の麻痺は残ったまま。既に2年近く経過しており、再潜水はしていない。2021年には潜水業務に復帰したいと思います。
- ・特になし
- ・運動と食事で体質はある程度変えることができます。
- ・これからも潜水病などについて学んでいきたいので新しい記事を掲載されるのを楽しみにお待ちしています。
- ・ありがとうございます。
- ・業界のため正確な調査をお願い致します。
- ・業務らしい業務の経験がないため、ご協力できていないと思うのが申し訳ない
- ・アンケートの集約結果をお知らせください。
- ・体調が悪くなってきて、この4年は、ダイビングをしていない
- ・高気圧潜水医学で潜水士や潜函工を守って下さい。よろしくお願いします
- ・潜水士資格を取得した理由はダイビング・インストラクター取得の一貫として、また公的な機関である潜水士の安全面をはじめとする多岐にわたる情報や知識を得るためにです。ですので、本アンケートの潜水業務に関する設問には該当しないものもあります。

- ・新しい解明や医療情報が入手しにくい現状を変えてほしい。新しい情報が欲しい時、「このサイトを見ればよい」などのはっきりしたものがすべてのダイバーに知れ渡るシステムが欲しい。
- ・今後の潜水医療の為に協力を惜しまないので、いつでも相談してください。
- ・当院で再圧治療を受けました。
- ・減圧障害の自己判断は難しいと思います。全国共通のフローチャートのようなものがあれば解りやすいと思います。
- ・結果とその考察を教えてください
- ・今回のような内容が減圧症に係るアンケートとして、適切な内容であるかどうか、かなり疑問に思いました。
- ・アンケート調査の結果はどこで入手できるか公開してください。
- ・調査結果をぜひ教えて下さい。
- ・問題の分岐、選択肢が網羅的でないと感じました。Q19では、医療機関の受診の必要だと思いますが、再圧が必要だとは思いません。しかし、医療機関のみ受診という選択肢がありません。

資料4. 調査票C（潜函作業者及び潜函事業者向け）設問と回答結果

潜函作業者と潜函事業者を対象とした調査票（潜函）には316名から回答を得た。アンケート調査票（潜函）の設問とその回答結果を以下に示す。

Q1. あなたの潜函経験と資格などについてお尋ねします。

[性別]

	回答数	%
全体	358	100.0
男	291	81.3
女	0	0.0
無回答	67	18.7

[身長(cm)]

	回答数	(cm)
全体	358	
最小値		155
最大値		190
平均値		171.3
中央値		171

[体重(kg)]

	回答数	(kg)
全体	358	
最小値		45
最大値		130
平均値		72.7
中央値		70

[年齢(歳)]

	回答数	(歳)
全体	355	
最小値		20
最大値		77
平均値		43.7
中央値		45

[経験年数(年)]

	回答数	(年)
全体	341	
最小値		0
最大値		45
平均値		14.3
中央値		13

[累計潜函作業回数(回)]

	回答数	(回)
全体	272	
最小値		0
最大値		8000
平均値		593.5
中央値		100

[最高経験圧力(MPa)]

	回答数	(MPa)
全体	340	
最小値		0.06
最大値		0.9
平均値		0.42
中央値		0.4

[ヘリウム使用経験]

	回答数	%
全体	358	100.0
有り	314	87.7
無し	33	9.2
無回答	11	3.1

[酸素使用経験]

	回答数	%
全体	358	100.0
有り	196	54.7
無し	155	43.3
無回答	7	2.0

[高気圧作業資格]

		回答数	%
	全体	358	100.0
1	高圧室内業務特別教育修了者	239	66.8
2	バルブ等操作特別教育修了者	211	58.9
3	再圧室特別教育修了者	181	50.6
4	高気圧作業主任者	268	74.9
5	その他	28	7.8
6	無回答	44	12.3

Q 2. この半年間のあなたの体調はいかがでしたか。

- 1 全く健康であり症状は何もなかった。
- 2 感冒 3 鼻づまり 4 めまい
- 5 せき 6 たん 7 息切れ
- 8 腰痛 9 関節痛 10 手足のしびれ
- 11 ふらつき 12 皮膚症状
- 13 その他()

「13. その他()」回答内容

- ・高血圧/耳鳴り
- ・膝・股関節の痛み
- ・右大腿骨頭骨壊死(8年前)
- ・前立腺肥大
- ・耳鳴り

Q 3. なにか薬をのんでいますか。

- 1 いつも飲んでいる薬がある。
薬名()
- 2 時に飲む薬がある。
薬名()
- 3 半年間薬は飲んでいない。

	回答数	%
全体	358	100.0
1	268	74.9
2	2	0.6
3	25	7.0
4	2	0.6
5	3	0.8
6	2	0.6
7	7	2.0
8	42	11.7
9	16	4.5
10	2	0.6
11	2	0.6
12	2	0.6
13	6	1.7
無回答	11	3.1

	回答数	%
全体	358	100.0
1	201	56.1
2	73	20.4
3	42	11.7
無回答	47	13.1

「1.いつも飲んでいる薬名（ ）」

- ・高血圧症薬：44人
- ・中枢神経抑制薬：1人
- ・脂質異常治療薬：21人
- ・消化性潰瘍用薬：1人
- ・糖尿病治療薬：15人
- ・B型肝炎治療薬：1人
- ・鼻炎薬：5人
- ・抗血栓薬：4人
- ・痛風治療薬：4人
- ・整腸薬：3人
- ・てんかん症発作薬：2人

「2.時に飲む薬名（ ）」

- ・鼻炎薬：21人
- ・鎮痛剤：9人
- ・頭痛薬：5人
- ・抗不安薬：3人
- ・胃腸薬：2人
- ・風邪薬：1人

Q 4. いつもの日常生活についてお尋ねします。

[睡 眠]

	回答数	(cm)
全体	358	100.0
よい	150	41.9
まあまあ	167	46.6
やや悪い	31	8.7
わるい	5	1.4
無回答	5	1.4

[睡眠時間]

	回答数	(時間)
全体	68	
最小値		4
最大値		8
平均値		6.6
中央値		7

[疲 労]

	回答数	(cm)
全体	358	100.0
残らない	64	17.9
時に残る	227	63.4
残りやすい	47	13.1
いつも残る	6	1.7
無回答	14	3.9

[飲 酒]

	回答数	(cm)
全体	358	100.0
飲まない	71	19.8
ほぼ毎日	155	43.3
週2-4日	59	16.5
週1日以下	60	16.8
無回答	13	3.6

[タバコ]

	回答数	(%)
全体	358	100.0
吸わない	132	36.9
吸う	216	60.3
無回答	10	2.8

[1日の喫煙本数]

	回答数	(本)
全体	213	
最小値		3
最大値		40
平均値		17.1
中央値		20

[喫煙歴]

	回答数	(本)
全体	156	
最小値		1
最大値		49
平均値		19.7
中央値		20

[運動]

	回答数	(%)
全体	358	100.0
週5回以上	21	5.9
週3-4回	25	7.0
週1-2回	84	23.5
ほとんどしない	202	56.4
無回答	26	7.3

Q5. 減圧症について知っていますか？

1 はい

2 いいえ

	回答数	(cm)
全体	358	100.0
1	333	93.0
2	3	0.8
無回答	22	6.1

Q6. あなたの経験上、減圧が終わって出函後にからだの中にガスが残っていると感じた症状等がありましたら○をつけてください。(複数回答可)

- 1 関節がはばったい
- 2 皮膚がかゆい
- 3 皮膚が赤い
- 4 なんとなくだるい。
- 5 その他 ()

	回答数	(cm)
全体	185	100.0
1	31	16.8
2	127	68.6
3	12	6.5
4	65	35.1
5	4	2.2

Q6-1 上記で○をつけた症状がでるタイミングはいつごろでしょうか。(複数回答可)

- 1 減圧の途中
- 2 出函直後
- 3 出函後2時間までの間
- 4 出函後2時間から4時間までの間
- 5 その他 ()

	回答数	(cm)
全体	188	100.0
1	6	3.2
2	50	26.6
3	112	59.6
4	44	23.4
5	7	3.7

Q 7. 減圧症と思われる症状について○をつけてください（複数回答可）

- | | |
|--------------------|--------------|
| 1 関節痛 | 12 腹痛 |
| 2 動悸 | 13 意識障害 |
| 3 息切れ | 14 頭痛 |
| 4 手足のしびれ | 15 眼の充血 |
| 5 手足の麻痺 | 16 鼻血 |
| 6 めまい | 17 額の痛み |
| 7 目が見えなくなる | 18 ふらつき |
| 8 耳の痛み | 19 下痢 |
| 9 お腹回りが皮膚炎のように赤くなる | 20 便秘 |
| 10 皮膚のちくちく | 21 おしっこが出づらい |
| 11 筋肉痛 | 22 疲労又は強い疲労感 |

	回答数	(%)				
全体	235	100.0				
1	219	93.2	12	33	14.0	
2	35	14.9	13	78	33.2	
3	34	14.5	14	49	20.9	
4	101	43.0	15	20	8.5	
5	82	34.9	16	30	12.8	
6	72	30.6	17	41	17.4	
7	26	11.1	18	45	19.1	
8	61	26.0	19	14	6.0	
9	92	39.1	20	19	8.1	
10	97	41.3	21	28	11.9	
11	35	14.9	22	62	26.4	

Q 8. 減圧症の予防対策でこころがけていることがありましたら記入してください。

[保温する(n=61)]

- ・減圧中の暖房と換気 ・出函後は暖かい部屋で安静にしている ・身体を冷やさないように心掛けている ・作業終了後体を温める ・出函後体を温める ・身体が冷えないようにする ・減圧時体を冷やさない ・体を冷やさない ・減圧中は暖かくする ・減圧後身体を温める ・身体を温め運動を控える
- ・身体を冷やさない ・作業後に湯船で十分身体を温める ・減圧中は暖かくする ・退函後は暖かくして動かない ・減圧後は体を冷やさない ・体温を下げないようにする ・出函後は必ず風呂に入る

- ・減圧終了後は身体を冷やさない ・寒くしない ・お湯につからない ・着替えをする ・出函後身体を休める ・身体を冷やさないようにする ・身体を冷やさない ・身体を冷やさない ・出函後は保温し、安静にする ・身体を冷やさない ・身体を冷やさないように心掛ける ・体を冷やしすぎない
- ・減圧中に服を着替える ・減圧中と出函後は体を休める ・暖かくする ・減圧中と減圧後は体を冷やさない ・体を冷やさない ・温い風呂に入る ・減圧後は体を冷やさない ・減圧中は暖かくする
- ・減圧中寒くならないように暖房を調整する ・減圧中に体を冷やさないよう汗を拭き着替えを行う
- ・減圧終了後は体を冷やさない ・減圧中の体温調整 ・減圧中マンロック内の温度を高めにする、減圧後は暖かくして安静にする ・減圧中と減圧後は体を冷やさない ・減圧後は暖かくする ・体を冷やさない ・高気圧作業後汗を拭き着替える ・暖かくする ・汗をかいたら着替える、体を冷やさない
- ・体を冷やさない ・減圧中の温度の調整 ・減圧中は少し汗をかくくらい暖かくする ・減圧中は体を冷やさない ・体を冷やさない ・体を温める ・身体を冷やさない ・減圧中は暖かくしてあまり動かない ・体を温める ・身体を冷やさない ・冷やさない ・体を冷やさない

[体調の管理 (n=48)]

- ・入函前の体調チェック ・入函前の体調チェック ・当日の体調により入函の可否を決める ・体調管理 ・過度な飲酒 ・風邪をひかないよう体調管理を心掛ける ・日々の体調管理 ・入函前の体調確認の実施 ・体調管理 ・日々の体調管理 ・前日からの体調管理 ・酒を控える ・体調不良時は入函しない ・快食快眠、体調が悪いときは入函しない ・体調管理 ・健康管理をして無理な入函をしない
- ・規則正しい生活、睡眠をよくとる ・睡眠をしっかりとり、深酒をしない ・睡眠 ・十分な睡眠、減圧後にしっかりと休養する ・飲酒量と体調の管理 ・体調を整える、無理な作業をしない ・日々の体調管理 ・入函前の体調確認 ・飲酒を控える、睡眠時間を確保する ・浮上速度規則正しい生活、十分な栄養と睡眠、体調が優れないときは入函しない ・深酒せず、早寝早起き ・前日の睡眠時間 ・睡眠をしっかりとる ・深酒をしない、睡眠をよくとる ・睡眠時間を 8 時間とる ・早寝早起、深酒は避ける ・睡眠不足に気を付ける ・睡眠、飲酒量 ・体調が悪いときは潜函しない ・飲酒しない ・体調管理 ・体調管理 ・深酒しない、十分な睡眠 ・健康管理 ・睡眠をしっかりとる ・睡眠をよくとる ・十分睡眠をとる ・体調管理 ・睡眠 ・良く寝る、食事をきちんととる ・睡眠をよくとる ・健康チェック

[減圧後安静にする (n=46)]

- ・退函後の安静時間の確保 ・退函後に激しい作業をしない ・出函後ハードな運動をしな

い　・出函後静かに過ごす　・減圧終了後安静にする　・減圧後は安静にする　・出函後激しい運動をしない　・減圧後は動かない　・作業後は安静にする　・極力移動しない　・減圧終了後安静にする　・減圧後重労働はしない　・減圧終了後は動き回らない　・激しい運動を避ける　・減圧後の作業を控える　・減圧後はあまり激しい動きをしない　・減圧後に急激な作業をしない　・減圧後は激しい運動をしない　・出函後はあまり動かない　・出函後は十分に休み、体を動かさない、睡眠時間を十分とる、酒をあまり飲まない　・減圧後はゆっくり歩行するようにする、いつもと違う調子の時は動かない　・なるべく動かず暖かくしている　・動かないで座るか横になる　・激しい運動をしない　・出函後1-2時間は運動しない　・出函後はなるべく動かない　・出函儀は激しい運動をせず体を休める　・激しい運動を控える　・激しい運動をしない　・出函後に激しい動きをしない　・激しい動きをしない　・減圧後は激しい運動をしない　・減圧後は安静にする　・減圧終了後は安静にする　・高圧下での激しい運動を避ける　・減圧終了後は過度な運動はしない　・出函後は安静にする　・減圧後は激しい動きをしない　・退函後は運動しない　・出函後の過度の運動　・減圧後運動しない　・激しい動きをしない　・退函後激しい運動をしない　・動かない　・出函後動かない　・激しい運動をしない

[酸素減圧の利用 (n=35)]

・減圧時の酸素吸入　・確実な酸素吸引　・酸素減圧を進んで行う　・しっかり酸素を吸う　・酸素吸入　・酸素減圧を実施する　・酸素吸入を確実に行う　・酸素減圧をはじめに行う　・酸素の確実な吸引と楽な姿勢　・酸素吸入　・酸素吸入　・酸素を決められた時間吸う　・酸素、ヘリウムをしっかり吸う　・酸素呼吸の徹底　・酸素吸入　・減圧時の酸素吸引を意識して行っている　・減圧中は酸素を使用する　・ちゃんと酸素を吸う　・減圧中はちゃんと酸素を吸う　・酸素をしっかり吸う　・しっかり酸素を吸う　・減圧時に酸素を吸う　・減圧中酸素をしっかり吸う　・酸素をしっかり吸う　・減圧中の酸素呼吸をしっかりする　・酸素減圧は確実に行う　・酸素減圧　・酸素をしっかり吸う　・酸素減圧時の酸素の吸引　・酸素を吸う　・酸素を吸う　・酸素を吸う　・酸素を決められた時間きちんと吸う　・キチンと酸素を吸う　・減圧中酸素を適切に吸う

[減圧方法の順守 (n=23)]

・減圧方法(テーブル)の厳守　・減圧時間の厳守　・減圧時間の厳守　・適切な減圧テーブルの使用　・潜函作業ルールの順守　・減圧時間を守る　・作業時間、減圧時間の厳守　・減圧時間の厳守　・減圧時間の厳守　・適切な減圧　・減圧時間の管理　・ランクアップの減圧　・減圧ルールの厳守　・減圧時間の厳守　・減圧時間を守る　・タイムテーブルの順守　・減圧テーブルの順守　・減圧表の順守　・作業時間と減圧テーブルの厳守　・減圧表に基づいた減圧の徹底　・作業時間と減圧時間の厳守　・減圧停止時間を長くとる　・減圧時間を守る

[潜函作業中の動き (n=8)]

- ・長時間の重労働を避ける
- ・潜函作業中に同じ体勢で作業しない
- ・函内で重作業しない
- ・負荷の強い作業を避ける
- ・高気圧下での負荷の回避
- ・函内作業後は走ったりしない
- ・重作業しない
- ・函内作業中は走らない

[減圧時の姿勢 (n=10)]

- ・膝・肘・手首等の関節に負担をかけないように入函／退函を行う
- ・減圧中は楽な姿勢をとる
- ・減圧中は足などを伸ばしておく
- ・減圧時の姿勢
- ・四肢に負荷をかけない
- ・減圧中に時々膝を伸ばす
- ・減圧中は安静にする
- ・足を曲げたりしない
- ・減圧中は楽な姿勢をとる
- ・手足を伸ばした状態で減圧

[水分の補給 (n=4)]

- ・水分補給
- ・減圧中の水分補給
- ・水分補給
- ・水分補給

[その他 (n=2)]

- ・減圧後 7 分程度の酸素吸入
- ・入函した日は酒を飲まない

Q 9. 現在または過去に疾病や症状があったかについてお聞きします。

1. 首、背中、腰、または四肢に痛みがありますか？

	回答数	(%)
全体	358	100.0
無い	271	75.7
ある	71	19.8
無回答	16	4.5

部位	回答数
首	3
背中	3
腰	15
四肢	3

2. 首、背中、腰、または四肢に異常あって、治療を受けたことがありますか？

	回答数	(%)
全体	358	100.0
無い	288	84.2
ある	54	15.8
無回答	16	4.5

部位	回答数
首	1
背中	1
腰	9
四肢	0

3. 骨折、捻挫、脱臼の経験があり、今もその後遺症が残っていますか？

	回答数	(%)
全体	358	100.0
無い	313	87.4
ある	29	8.1
無回答	16	4.5

4. 耳に関する異常を経験したことがありますか？

	回答数	(%)
全体	358	100.0
無い	224	62.6
ある	120	33.5
無回答	14	3.9

5. 減圧症にかかったことがありますか？

	回答数	(%)
全体	358	100.0
無い	244	68.2
ある	101	28.2
無回答	13	3.6

6. 減圧症にかかったことがあると答えられた方にお尋ねします。

6-1 減圧症と判断されたのはどなたですか。（複数回答可）

- 1 自分自身
- 2 現場責任者
- 3 嘴託の医師
- 4 治療施設の医師
- 5 その他 ()

	回答数	(%)
全体	100	100.0
1	81	81.0
2	38	38.0
3	5	5.0
4	11	11.0
5	1	1.0

6-2 その時どうやって処置されましたか

- 1 ホスピタル・ロック（またはマンロック）で処置した
- 2 処置せず様子を見た
- 3 医療機関で処置した

	回答数	(%)
全体	100	100.0
1	83	83.0
2	7	7.0
3	20	20.0

6-3 6-2で3を選択した方

医療機関で処置したとき、健康保険は使いましたか？

	回答数	(%)
全体	20	100.0
無い	13	65.0
ある	7	35.0

6-4 6-2で1または3を選択した方

症状が出てから再圧治療が始まるまでにどのくらい時間がかかりましたか？

- 1 30分以内
- 2 30分から1時間以内
- 3 1時間から2時間以内
- 4 2時間から4時間以内
- 5 4時間から6時間以内
- 6 6時間以上（時間）

「6（時間）」回答

	回答数	(時間)
全体	10	
最小値		7
最大値		48
平均値		14.1
中央値		9

	回答数	%
全体	103	100.0
1	12	11.7
2	13	12.6
3	18	17.5
4	16	15.5
5	8	7.8
6	14	13.6
無回答	26	25.2

7. 高気圧作業の減圧中または減圧後に関節の痛みを感じたことはありますか。

	回答数	(%)
全体	358	100.0
無い	249	69.6
ある	79	22.1
無回答	30	8.4

8. 高気圧作業の減圧中または減圧後にしびれや麻痺を経験したことはありますか。

	回答数	(%)
全体	358	100.0
無い	310	86.6
ある	16	4.5
無回答	32	8.9

9. 減圧中または減圧後にだるくてしょうがなくなったことがありましたか。

	回答数	(%)
全体	358	100.0
無い	279	77.9
ある	49	13.7
無回答	30	8.4

10. 高気圧作業終了後にお腹まわりの皮膚の発赤異常を経験したことはありますか。

	回答数	(%)
全体	358	100.0
無い	294	82.1
ある	33	9.2
無回答	31	8.7

11. 潜函工を続けることに健康への不安を感じますか？

	回答数	(%)
全体	358	100.0
無い	207	57.8
ある	120	33.5
無回答	31	8.7

12. 不安に感じている体の場所はどこですか？（複数回答可）

- 1 関節
- 2 心臓
- 3 神経系
- 4 呼吸器系
- 5 その他 ()

	回答数	(%)
全体	116	100.0
1	82	70.7
2	17	14.7
3	28	24.1
4	42	36.2
5	7	6.0

13. 精密検査を受けるとしたら、以下のどこの検査を受けたいですか（複数回答可）

- 1 脳
- 2 肺
- 3 心臓
- 4 肩関節
- 5 股関節
- 6 膝関節
- 7 頸
- 8 腰
- 9 内臓
- 10 骨粗しょう症

	回答数	%
全体	112	100.0
1	37	33.0
2	49	43.8
3	24	21.4
4	76	67.9
5	80	71.4
6	80	71.4
7	9	8.0
8	25	22.3
9	20	17.9
10	29	25.9

潜水業務における現場で出来る応急対応に関する研究

海外文献調査

海外文献調査統括 小島 泰史

海外文献調査監修 藤田 智

海外文献調査 高木 元、望月 徹

海外文献調査補助 新関 祐美、小柳津 卓哉

研究目的

潜水は人間が本来生存不可能な水中環境で行われ、潜水活動は一定のリスクを内在している。日本では毎年 15 人前後の潜水死亡事故が報告されている¹⁾。潜水事故には、通常の外傷、疾病の発症・増悪（心疾患、脳卒中他）及び潜水固有のものとして、圧外傷（中耳圧外傷、外リンパ瘻、肺破裂、リバースブロック他）、減圧障害（減圧症、動脈ガス塞栓症）、ガス中毒（酸素中毒、窒素酔い他）、潜水器材トラブルなどがある。また、浸水性肺水腫/浸漬性肺水腫、海洋生物による傷害も含まれる。多くは潜水事故現場での応急処置を経て、必要に応じて医療機関へ搬送した上で加療される。しかし、減圧障害に関しては、発症後可及的早期の酸素再圧治療が望ましい²⁾。治療の遅れは後遺障害残存のリスクを高めることから、海外では、潜水現場に備え付けられた再圧室を用いた再圧治療が行われている。尚、減圧症の発生頻度は、科学潜水で 0.015%、職業潜水で 0.095%、米国海軍潜水で 0.030% とされる³⁾。

日本でも労働安全衛生関係法令である高気圧作業安全衛生規則（以下、高圧則）第 5 章第 42 条で「事業者は、高圧室内業務又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。」、第 3 章第 32 条 2 では「事業者は、前項の規定により浮上の速度を速め、又は浮上を停止する時間を短縮したときは、浮上後、すみやかに当該潜水作業者を再圧室に入れ、当該潜水業務の最高の水深における圧力に等しい圧力まで加圧し、又は当該潜水業務の最高の水深まで再び潜水させなければならない。」と定められている。即ち、潜水現場への再圧室設置、減圧無視時及び救急時の再圧室使用が定められている。

しかしながら、潜水現場での再圧室の使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。再圧室の使用目的は減圧症の予防（船上減圧）から治療（減圧障害）と多岐にわたるが、どこから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指示により使用できるのか、遠隔地の医師の判断の信頼性評価、更には遠隔地の医師の指示で再圧室を使用した場合に有害事象が発生した場合の法的責任などの議論は整理されておらず、再圧室使用に関するマニュアルも未整理である。結果として、日本の潜水現場設置再圧室の使用率は低く⁴⁾、再圧室が有効活用されているとは言えない。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が多いが、減圧障害発生時における再圧室使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、潜水業務における現場で出来る応急対応に関する研究では、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 調査結果を踏まえ、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、が目的として定められた。本稿では、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。

I. 各国の職業潜水規則

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 (Occupational Safety and Health Administration: OSHA) 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捜索、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の潜水、(iv) 一定の条件下で行われる科学潜水、は適用を除外されている

(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. 402 No-decompression limits)。当該規則により許容最大潜水深度は、スクーバ潜水 : 130fsw (39m) (1910. 424(b)(1))、送気式空気潜水 : 190fsw (57m) もしくは滞底時間 30 分以内で 220fsw (1910. 425(b)(1))、混合ガス潜水 : 制限なし (1910. 426)、となっている。

再圧室については、スクーバ潜水において、潜水深度が 100fsw (30m) を超える場合、減圧潜水を行う場合に準備が義務付けられている (1910. 424(b)(2))。送気式空気潜水において、潜水深度が 100fsw (30m) を超える場合、減圧潜水を行う場合に潜水現場への再圧室設置が義務付けられている (1910. 425(b)(2))。混合ガス潜水は、潜水現場への再圧室設置が実施条件となっている (1910. 426(b)(1))。別の項目では更に詳細な取り決めがあり、100fsw 超 220fsw 未満の送気式空気潜水、混合ガス潜水で 300fsw 未満、300fsw 未満の減圧潜水で最低 6ATAまで加圧可能な、300fsw 超の潜水では最大深度まで加圧可能な再圧室の潜水現場への設置が義務付けられている (1910. 423(C)(1)(2))。また、再圧室は副室つきの多人数用、built-in breathing system(BIBS) で、潜水現場から 5 分以内に位置する必要がある (1910. 423(C)(3))。

米海軍潜水マニュアル rev. 7 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 (17-5. 2)
- ・ 潜水医官の到着を待っている間、再圧治療を遅らせてはならない (Table 17-1)
- ・ 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。 (Table 17-2)
- ・ 減圧障害を疑ったら常に再圧する (潜水後の内耳症状) (3-6. 8)

等の記載を認め、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。

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捜査のために行われ、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)。

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 (18.50条)。緊急事態への備えとして、24時間体制の医療支援の確立及び潜水現場と医療間の適切な通信手段の確保、必要なときの再圧室への避難手段の確保が事業者に義務付けられている (18.15条(b)(c))。また、再圧を要することが疑われた場合は、医療支援が直ぐになされることが義務付けられている (18.16条(b))。具体的な治療表の記載は規則にはない。

Defense and Civil Institute of Environment Medicine (DCIEM) Diving Manual では、減圧無視時 (症状無し) 時の再圧手順の記載はあるものの (3.4)、減圧障害の治療に関する記載はない。

収集した資料

1. Canada Occupational Health and Safety Regulations SOR/86-304 18.1 PART XVIII
Diving Operations
2. DCIEM Diving Manual

3. 英国における潜水規則の概要

安全衛生庁 (Health and Safety Executive: HSE) が安全衛生関係法令に基づく行政を行っている。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。

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

ACOP:

L-103 Commercial diving projects offshore

L-104 Commercial diving projects inland/inshore

L-105 Recreational diving projects

L-106 Media diving projects

L-107 Scientific and archaeological diving projects

これらのうち、L-104(第2版:2014年)は(a)英国領内沿岸部、(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, 45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)。減圧障害の再圧室での治療は可及的早期に行うこと(医学的アドバイスの対象)が推奨されており(第114条)、再圧治療を医療機関で受けるか、それ以外で受けるかは、利用可能な再圧室、治療を受けるダイバーの輸送の安全性を考慮して上で潜水計画の中で定めるよう推奨されている(第18条)。

再圧室については、(a)水中での減圧時間が20分以下に計画された10m未満の潜水では6時間以内に到達できる副室付きの再圧室を確保する、(b)水中での減圧時間が20分以下に計画された10から50mの潜水では、リスクに応じて潜水現場ないしは6時間以内に到達できる副室付きの再圧室を確保する、(c)水中での20分超の減圧時間が計画された潜水では、副室付きの再圧室を潜水現場に設けることが推奨されている(第115条)。

また、L-103(第2版:2014年)では、オフショアでは副室付きの再圧室をすべての潜水現場に設けることが推奨されている(第152条)。ダイバーの負傷/病気時に、現場に医師がいない状況を考慮する必要があるとされ、現場から顧問医と無線・電話で連絡を取れるようにすることや、現場から医師への情報伝達の適切な方法を事前に取り決めておくことが推奨されている(第73条)。更に再圧室内でのダイバーの重症負傷/疾病発生時には、必要な治療を現場の人員が行えない場合、訓練を受けた医療スタッフと特殊な機器を負傷者のもとに搬送することが推奨されること、負傷したダイバーは再圧室内で治療を施すこと、安定した状態になるまで、減圧したり、事故者を他の場所に移したりしてはならないことの推奨が記載されている。(第74条)

尚、再圧室の使用は当該規則でカバーされるが、病院等での高気圧酸素治療については当該規則の射程範囲外とされ、具体的な治療表は記載されていない。(L-103、104 第17条)

収集した資料

1. Diving at Work Regulations 1997
2. L-103 Commercial diving projects offshore
3. L-104 Commercial diving projects inland/inshore
4. L-105 Recreational diving projects

5. 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（附則1の浮上表）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）。

企業は1. 浮上時間が35分を超える場合、2. 最大深度が10mを超え、最寄りの再圧施設（以下、チャンバー）に3時間以内に搬送することができない場合は、潜水現場に再圧室を用意しなければならない（第14条8項）。再圧室は5bar以上の加圧可能、酸素呼吸可能、副室付きである必要がある（第5条）。企業は潜水場に純粋な酸素を少なくとも3時間呼吸することを可能とする酸素呼吸器を用意しておかなければならない（第14条7項）。

再圧室の使用に関しては、附則1の浮上表からの逸脱時には、減圧による症状がなくても常圧酸素投与及び再圧室への搬送が必要である（第26条1項）。症状が見られた場合は、第32条に従って再圧室で治療を行う必要がある（第25条8項）。第32条1項には、減圧症の兆候を認める場合は酸素吸入しながら遅滞なく再圧室に搬送することに努めることとある。同条2項には、再圧室が事故現場にある場合は再圧治療が可能のこと、その場合はすぐに医師を呼ぶ手配をする必要があることが記載されている。また、同条実施手順には、専門医による別の指示がない限りは、再圧はBGI690に従って行うことが記載されている。これら（第25条8項、第26条1項、第32条1項）は、違反時には行政罰の対象となる（第33条）。

BGI690（1996年10月施行）には以下の記載を認め、付属書2には治療表が記載されている。

2.2 1人の救急隊員を従事させることが有効である。この救急隊員は、医師との連絡を保ちながらその指示に従って減圧症の治療を導入及び実施する。

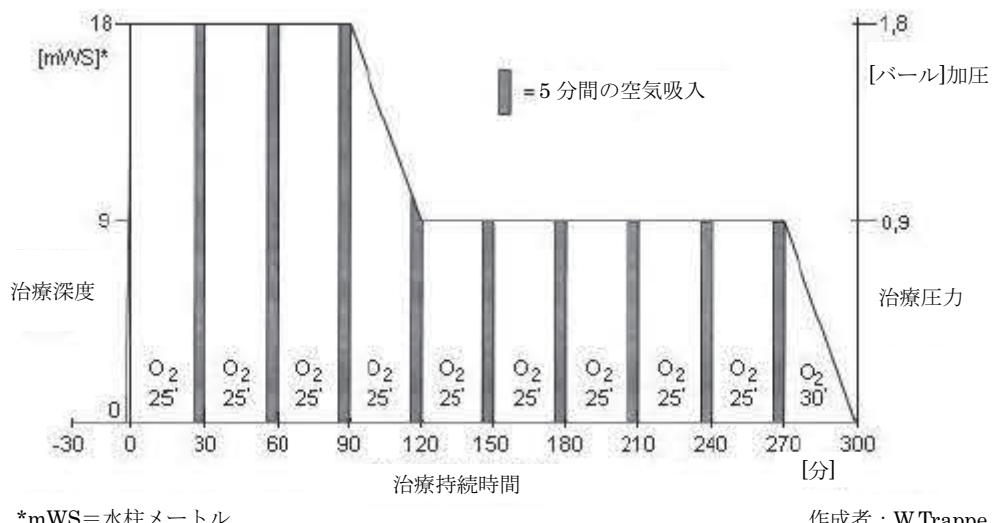
3.2.2 減圧症の唯一の有効な治療法は再圧である。再圧治療が必要かどうかは医師が判断する。潜水作業では医師の処置の開始まで100%酸素吸入を実施すること。

3.2.3 0.9bar以上の酸素加圧では、治療室に1人の付添人が付き添わなければならない。

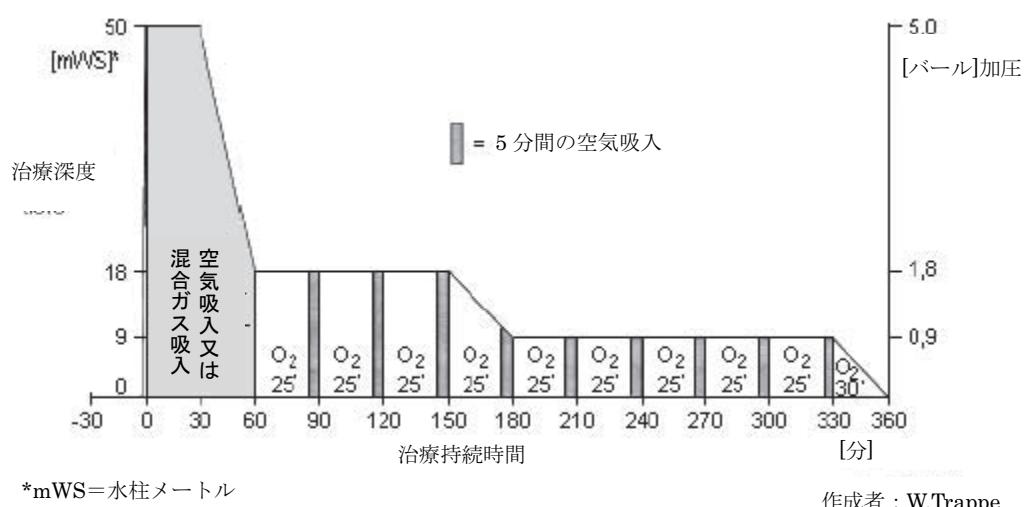
3.2.5 減圧症の治療は通常、作業場のいつでも使用できる治療室で実施することになっている。高圧治療センターへの移送は、非常に緊急の場合にのみ行わなければならない。

付属書 2

標準治療 表 S1 減圧症の全症例のための標準治療



標準治療 表 S2 急浮上後の非常に重篤な急性症例（動脈ガス塞栓症疑い）用。経験のある潜水医のみが指示しなければならない。



収集した資料

1. Barufsgenossenschaft der Bauwirtschaft BGV C23 Taucherarbeiten
Berufsgenossenschaftliche Vorschrift für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit 及び翻訳資料
2. BGI 690 (bisher ZH 1/587) Merkblatt für die Behandlung von Erkrankungen durch Arbeiten in Überdruck (Arbeiten in Druckluft, Taucherarbeiten) 及び翻訳資料

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 (Decret : D) とその下位規則となる行政による省令 (Arrete : 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)

NOR : TEFT9103100-A (省令 1991 年 1 月)

NOR : TEFT9103365-A (省令 1991 年 3 月)

NOR : TEFT9103898-A (省令 1991 年 8 月)

NOR : TEFT9204797-A (省令 1992 年 5 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 6bar (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 1.6bar、減圧室内等の気中環境では 2.2bar、減圧症発症後の緊急再圧時には 2.8bar (医療関連規定がある場合を除く) 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、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 (TEFT9204797-A 省令 5, 6, 7, 8 条)。

浮上方法に関しては、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 (TEFT9204797-A 省令 10 条)。

再圧室については首相令 23 条で以下の通りに定められている。加圧下で同時に作業する人数に対応可能な再圧室が事故発生時に使用可能な状態になっていること、またその使用資格を有する人員が配置されていることを確認しなければならない。再圧室に到着するまでに要する時間は、いかなる場合にも 2 時間を超えてはならない。ただし高気圧リスクへの曝露の性質に応じて、労働担当大臣、農業担当大臣および海洋担当大臣の省令にこれを下回る時間を定めることができる。

省令 (TEFT9204797-A 省令 17 条) では、再圧室到着までの想定時間が 1 時間を超える場合、減圧停止の合計時間は 15 分未満としなければならないこと、専門分野 B に該当する活動については、緊急加圧室の設置状況に応じて講じられる安全措置を、雇用者が高気圧作業マニュアルに規定しなければならないこと、加圧設備のない航空機による救助の場合、その経路は潜水場所の高度から 300 メートルを超えない高度とすること、専門分野 D (潜水を伴わない高気圧環境下での作業) に該当する活動については、作業時の想定圧力が 1.8 バールを超える場合、工事現場に再圧室を用意しなければならないこと、が定められている。

また、18条では、減圧症が疑われる場合には、産業医に通報した上で、付添人とともに、付属資料VIに記載の緊急手順に従い再圧を受けなければならないことが記されている。付属資料VIには、以下に記すように具体的な治療表も示されている。

付属資料VI 緊急再圧

以下の場合には、緊急再圧表を適用しなければならない。

- 減圧の一部省略につながるインシデントまたはアクシデントが発生した場合（症状がない場合を含む）
- 通常の減圧を行ったにも関わらず減圧症の症状が現われた場合

首相令第38条bに則り指名される医師の見解を得るまでは、本省令により設置が義務付けられる再圧室でこれらの再圧表を使用しなければならない。

緊急再圧表1は、減圧時間が甚だしく省略された場合及び所謂タイプI減圧症：痛みだけに限定される症状が現われた場合に適用される。

緊急再圧表2は、いわゆるタイプII減圧症：神経学的特徴を呈する症状が現われた場合に直ちに適用される。及び肺の圧迫（原文ママ）にも適用される。

緊急再圧表1

タイプI減圧症を想定した緊急再圧表					
圧力 相対bar	時間	呼吸用ガス		方式(*)	累積時間
		事故者	付添人		
1.2	120分	酸素	空気	4 クール	2時間
1.2~0	30分	酸素	酸素	継続	2時間30分

(*)：「クール」=1クールは、マスクを用いた酸素吸入25分間、次いで5分間の周辺空気の吸入に相当する。

「継続」=マスクを用いた継続吸入。

緊急再圧表 2

タイプ II 減圧症または肺の圧迫（原文ママ）を想定した緊急再圧表					
圧力 (相対 bar)	時間	呼吸用ガス		方式 (*)	累積時間
		事故者	付添人		
3	60 分	50/50 ヘリオックス**	空気	継続	1 時間
3~2.4	30 分	50/50 ヘリオックス**	空気	1 クール	1.5 時間
2.4	30 分	50/50 ヘリオックス**	空気	1 クール	2 時間
2.4~1.8	30 分	50/50 ヘリオックス**	空気	1 クール	2.5 時間
1.8	60 分	酸素	空気	2 クール	3.5 時間
1.8~1.2	30 分	酸素	空気	1 クール	4 時間
1.2	180 分	酸素	酸素	6 クール	7 時間
1.2~0	30 分	酸素	酸素	継続	7.5 時間

(*) : 「クール」 = 1 クールは、マスクを用いたナイトロックスまたは酸素吸入 25 分間、次いで 5 分間の周辺空気の吸入に相当する。

「継続」 = マスクを用いた継続吸入。

(**) : 50/50 ヘリオックス 空気を用いた作業に起因する減圧症の治療にあたっては、場合により窒素 50%、酸素 50% の混合ガスを使用可能である。

収集した資料

1. TRAVAUX EN MILIEU HYPERBARE Mesures particulières de prévention 及び翻訳資料

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)。

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) に掲載している（第 108 条）。

ノルウェー潜水及び治療表では、減圧無視ないしは急浮上時のプロトコールとして、選択すべき再圧方法（治療表）が記載されている（下表）。また、減圧症ないしは動脈ガス塞栓症治療用のフローチャート（治療表）も記載されている（98 頁）。

Procedures in the case of omitted decompression or uncontrolled ascent
(ノルウェー潜水及び治療表 109 頁)

EQUIPMENT	INCIDENT	ACTION
Recompression chamber	DCS symptoms	TT 6, Call 113, alert "diving accident"
	Uncontrolled ascent, no-decompression dive, SurD-O ₂	TT 5
	Uncontrolled ascent, no-decompression dive, Standard air table	30 min O ₂ breathing at surface
	Omitted staged in-water decompression <15 min, SurD-O ₂	TT 5
	Omitted staged in-water decompression <15 min, Standard air table	Descend, extend decompression with one bottom time longer than required. Then breathe O ₂ for 30 min at surface.
	Omitted in-water decompression >= 15min	TT 5
Oxygen	DCS symptoms	Breathe O ₂ , call 113, alert "diving accident"
	Uncontrolled ascent, no-decompression dive	Descend, complete a safety stop then 30 min O ₂ breathing at surface
	Omitted staged in-water decompression stop(s)	Descend, extend decompression with one bottom time longer than required. Then breathe O ₂ for 30 min at surface.
Nothing	DCS symptoms	Call 113. Alert "diving accident".
	Uncontrolled ascent after no-decompression dive or omitted in-water staged decompression stop(s)	Descend, extend decompression with one bottom time longer than required (alternatively complete a safety stop if this was a no-decompression dive). Contact diving physician.

収集した資料

1. Arbeidstilsynet Forskrift, best.nr. 511 Forskrift om Dykking 及び翻訳資料
2. 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、6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（Northern Territory）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。労働安全に関するもの、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オーストラリア労働安全機構（SAFE WORK AUSTRALIA）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 Regulations: 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 2299.1 :2015 Occupational diving operationsが規定されている（4.8章 183, 184）。

2015 Occupational diving operationsは、50m(165ft)を超えない送気式潜水、スクーバ潜水による職業潜水を対象としている（1.1.1）。減圧潜水を行う場合、潜水深度が30mを超える場合、所定の潜水表を超える潜水（Table 5.1）などには、再圧室を潜水現場（5分以内）に設けることを事業者に義務付けている（5.1.2）。また、利用できるチャンバーが潜水現場から2時間以内、2時間超の場合に実施可能な潜水深度、時間について定められている（5.1.4）。再圧室内の酸素濃度（23.5%未満）、一酸化炭素濃度（0.5%未満）、酸素はBIBSで投与されること（義務）（5.2.4.3）も定められている（5.2.3）。First aidとして潜水現場での酸素投与装置の設置も義務付けられている（3.9.2）。遠隔地での潜水、飽和潜水、潜水現場に適切な副室付きの再圧室設置ができない場合などに、加圧下避難についても言及されている（5.5）。

Table 5.1

Maximum time limits for divers undertaken where recompression chamber support is available within 2 hours

Maximum dive depth m	Maximum dive time, min	
	Single dive (per day)	Multiple dives
6	480	360
9	240	190
>9	150	120

Table 5.2

Maximum time limits for divers undertaken where recompression chamber support exceeds 2 hours

Maximum dive depth m	Maximum dive time, min	
	Single dive (per day)	Multiple dives
6	300	240
9	180	150
>9	120	90

NOTE: All repetitive dives undertaken without a recompression chamber on-site should be undertaken with an increased level of caution.

再圧室の運用について 2015 Occupational diving operations には、減圧無視時の再圧について記載されている（減圧障害を発症していない場合は減圧のやり直し（義務）、発症した場合はすぐに治療表を用いる（推奨））(3.11.7)。また、Appendix に information/guidance (註：インフォメーションであって義務ではない) として、減圧障害に対する再圧は、訓練を受けた Dive supervisor が潜水医学専門医のアドバイスを求めた上で行うべきと記載されている。現地でアドバイスが得られない場合は、Appendix N のリストの中の医師にアドバイスを求める必要がある、もしくは、Diver Emergency Service (DES) から支援を受けてもよいとされる。治療表として US Navy Treatment Table 6 (TT6) が記載されている (Appendix F)。

収集した資料

1. Model Work Health and Safety Regulations
2. AS/NZS 2299.1:2015 Occupational diving operations

8. 各国規則のまとめ

再圧室設置

日本では、高圧則第 5 章第 42 条で「事業者は、高圧室内業務又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。」と義務付けられている。なお、「利用できるような措置」として、再圧治療において近隣の専門医療施設と連携する場合等がこれに当たるので⁵⁾、事故者を搬送後は病院医師の判断で検査、診断、治療、すなわち通常の医療行為が行われることとなる。

日本以外の各国の規則では、全ての潜水現場に再圧室を設置することまでは求めていないが、減圧潜水、一定深度・潜水時間を超える潜水、また利用可能なチャンバー（医療機関）と潜水現場との距離に応じて、現場に再圧室を設置することが要請されている。例えば、英国では、インショアでは、再圧治療を医療機関で受けるか、それ以外で受けるかは、利用可能なチャンバー、治療を受けるダイバーの輸送の安全性を考慮して上で潜水計

画の中で定めるとする一方で、オフショアでは副室付きの再圧室をすべての潜水現場に設けることを推奨している。英文作成規則では、設置を義務付ける（shall: 米国、カナダ、オーストラリア）、推奨に留める（should: 英国）との表記の違いを認める。表 1 にまとめた。

再圧室使用

日本では、高圧則第 3 章第 32 条 2 で「事業者は、前項の規定により浮上の速度を速め、又は浮上を停止する時間を短縮したときは、浮上後、すみやかに当該潜水作業者を再圧室に入れ、当該潜水業務の最高の水深における圧力に等しい圧力まで加圧し、又は当該潜水業務の最高の水深まで再び潜水させなければならない。」と、減圧無視ないしは急浮上時の処置が義務付けられているが、医学的に不適切、危険との指摘が以前よりなされ、改善が求められている⁶⁻⁸⁾。また、高圧則第 5 章第 42 条で「救急処置を行うため必要な再圧室を設置し」と、再圧室を救急目的に使用する旨記載されているが、使用にあたっての医師の関与の要否、減圧障害発症時の再圧は、規則で言及されていない。更に、高圧則第 3 章第 18, 27 条の規定により船上減圧実施困難となっているが、多くの国で船上減圧は安全に実施されている⁹⁾。

フランス規則では、減圧症が疑われる場合には、産業医に通報した上で、付添人とともに再圧を受けなければならぬことが記されている。規則には具体的な治療表も記されている。ドイツ規則では、減圧無視時、減圧症発症時の常圧酸素投与及び再圧室への搬送が義務付けられており（違反は行政罰の対象）、再圧手順も記載されている（症状が見られた場合は再圧室で治療を行う必要があり、事故現場で再圧する場合はすぐに医師を呼ぶ手配をする。専門医による別の指示がない限りは、再圧は BGI690（具体的な治療表の記載有り）に従って行う。）。一方で、英国規則では、減圧障害の再圧室での治療は医学的アドバイスを受けた上で可及的早期に行うことが記載されるも、具体的な治療表についての記載は規則に認めない。米国は、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」との原則であるが、労働安全衛生規則には、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一方で、再圧室運用に関する記載は認めない。ノルウェーも同様である。ノルウェー潜水及び治療表には、減圧無視ないしは急浮上時のプロトコールに選択すべき再圧方法（治療表）及び減圧症ないしは動脈ガス塞栓症治療用のフローチャート（治療表）が記載されている。しかし、労働監督局規則 No. 511 では、潜水業務時の浮上方法や減圧手順に関してはノルウェー潜水及び治療表に拠るよう規定する一方で、再圧室運用に関する記載は認めない。

以上、具体的な再圧方法（治療表）の表記の有無は各国規則で異なるが、減圧障害発生時の再圧（治療）については、多くの規則で医師のアドバイスが求められている。表 2 にまとめた。

表1 各国の再圧室設置に関する規則まとめ

米国	スクーバ潜水：潜水深度 100fsw(30m)超、減圧潜水で再圧室準備 送気式空気潜水：潜水深度 100fsw(30m)超、減圧潜水で潜水現場へ再圧室設置 混合ガス潜水：潜水現場への再圧室設置 100fsw 超 220fsw 未満の送気式空気潜水、混合ガス潜水で 300fsw 未満、300fsw 未満の減圧潜水で最低 6ATA まで加圧可能な、300fsw 超の潜水では最大深度まで加圧可能な再圧室を潜水現場へ設置 再圧室は副室付きの多人数用、BIBS で、潜水現場から 5 分以内に位置 いざれも義務(shall)
カナダ	潜水深度 40m 超、減圧潜水で潜水現場に副室付きの再圧室設置（義務： shall）
英国	インショア： (a) 水中での減圧時間が 20 分以下に計画された 10m 未満の潜水：6 時間以内に到達できる副室付きの再圧室を確保 (b) 水中での減圧時間が 20 分以下に計画された 10~50m の潜水：リスクに応じて潜水現場ないしは 6 時間以内に到達できる副室付きの再圧室を確保 (c) 水中での 20 分超の減圧時間が計画された潜水：副室付きの再圧室を潜水現場に設置。 オフショア：副室付きの再圧室をすべての潜水現場に設置 いざれも推奨（should）
ドイツ	浮上時間が 35 分超、最大深度が 10m 超で 3 時間以内に最寄りのチャンバーに搬送不可で潜水現場に副室付き再圧室設置
フランス	再圧室（加圧下で同時に作業する人数に対応可能）に到着するまでに要する時間は、いかなる場合も 2 時間を超えてはならない 再圧室到着まで 1 時間超：減圧停止の合計時間は 15 分未満とする 専門分野 D（潜水を伴わない高気圧環境下作業）で作業時の想定圧力が 1.8bar を超える場合：工事現場に再圧室設置
ノルウェー	潜水深度 30m 超、減圧潜水で潜水現場へ再圧室設置
オーストラリア	潜水深度 30m 超、減圧潜水、所定の潜水表を超える潜水などで潜水現場（5 分以内）に再圧室設置 利用できるチャンバーが潜水現場から 2 時間以内、2 時間超の場合に可能な潜水深度、時間について定め有り いざれも義務(shall)

表2 各国の再圧室使用に関する規則まとめ

米国	<p>労働安全衛生規則に記載無し</p> <p>参考：米海軍潜水マニュアル rev. 7</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 潜水医官の到着を待つ間、再圧治療を遅らせてはならない ・ 意識障害：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 ・ 内耳症状：減圧障害を疑ったら常に再圧 <p>潜水後に異常があり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」との原則</p>
カナダ	<p>24時間体制の医療支援の確立及び潜水現場と医療間の適切な通信手段を確保した上で、再圧には医療支援が必要（義務： shall）</p> <p>具体的な治療表の記載は規則に無い</p>
英国	<p>インショア：減圧障害の再圧室での治療は可及的早期に行う（医学的助言の対象）</p> <p>オフショア：現場に医師不在の状況を考慮する必要があり、現場から顧問医と無線・電話で連絡できるようにする、現場から医師への情報伝達の適切な方法を事前に取り決める、また、再圧室内でのダイバーの重症負傷/疾病発生時に現場人員で治療が行えない場合、訓練を受けた医療スタッフと特殊な機器を負傷者のもとに搬送し、負傷したダイバーは再圧室内で治療する</p> <p>いずれも推奨：（should）</p> <p>再圧室使用は規則の射程範囲も、治療表の記載なし</p>
ドイツ	<p>附則1の浮上表からの逸脱時には、減圧による症状がなくても常圧酸素投与及び再圧室へ搬送する</p> <p>症状が見られた場合は再圧室で治療を行う必要があり、事故現場で再圧する場合はすぐに医師を呼ぶ手配をする</p> <p>専門医による別の指示がない限りは、再圧は BGI690 に従って行う（治療表）</p>
フランス	<p>減圧症を疑った場合は、産業医に連絡した上で付属資料 VI に記載の緊急手順（治療表）に従い再圧する</p>
ノルウェー	<p>労働監督局規則 No. 511 に記載なし</p> <p>参考：ノルウェー潜水及び治療表</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 減圧無視ないしは急浮上時のプロトコールとして、選択すべき再圧方法（治療表）の記載有り ・ 減圧障害治療用のフローチャート（治療表）有り
オーストラリア	<p>減圧無視時：減圧障害を発症していない場合は減圧のやり直し（義務： shall）、発症時には直ちに再圧治療（推奨： should）</p> <p>減圧障害に対する再圧は、訓練を受けた Dive supervisor が潜水医学専門医のアドバイスを求めた上で行う。現地でアドバイスが得られな</p>

	い場合は、規則記載のリストの中の医師にアドバイスを求める必要がある、もしくは Diver Emergency Service (DES) の支援を受けてもよい治療表 (TT6) の記載有り (情報: information)
--	--

II. 各国における潜水現場再圧の実態

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、各国の潜水医学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感染症の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。上述したように潜水現場への再圧室設置を求める国は少なくなく、その使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とした。しかし、予想以上に新型コロナウイルス感染症は蔓延し、2021 年も海外渡航制限が長期化し、米国高压潜水医学会 (Undersea and Hyperbaric Medical Society: UHMS) 年次総会、欧州潜水高压医学会 (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) などの国際学会も中止ないしはオンライン開催となったため、海外の参加者から情報を入手することは困難となった。また海外の潜水医学専門医を国内に招聘して、情報収集を図ること、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ことも予定したが、いずれも実現できなかった。しかし、海外でも施工実績が多い日本企業への聞き取り調査を行うことで、海外での再圧室使用の実態の把握ができた。以下に記す。

アジア海洋株式会社より聴取

著者は 2020 年 4 月 26 日に管理本部担当者に質問内容をメール送付し、6 月 8 日付で文書回答を受け取った。以下は、追加質疑を経て著者が内容をまとめ、2021 年 11 月 26 日に同担当者が内容確認したものである。

1. オフショアにおける現場再圧

各国の規則以外に、業界基準としての the International Marine Contractors Association (IMCA) による規則（以下、IMCA 規則）がある。IMCA はヨーロッパを地盤とした業界団体であるため、IMCA 規則は英國規則に近い。また、the Diving Medical Advisory Committee (DMAC) も業界基準の一つであり、DMAC 基準は IMCA 規則のサポートドキュメントとしての位置づけとなる。

非医師が遠隔地の医師による指示によって現場で再圧治療ができるか否かについて、海外においては現場における再圧は標準的なものであり、実際に行っている。船には必ず船医がいるが、潜水医学専門医ではない。したがって、通常の怪我や病気については船医が診るが、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ている (DMAC28)。ただし、遠隔医療が可能とのサポートドキュメントは確認できなかった。

我々が船上でできることは、例えば減圧症以外では急浮上後に空気塞栓症のような症状を示しているなど、最低限潜水従事者から見て疑わしい症状に対してしか対応することがで

きない。心筋梗塞であれば AED などで応急処置はできるが、脳梗塞など素人目ではわからない症状に対してはヘリで搬送するか、患者が飽和潜水システム用再圧タンク (Deck Decompression Chamber : DDC) 内で搬送ができなければ医療者を連れてくるかしかない。基本的に潜水医学専門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ている。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るので、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る。そもそも上記の準備が整っていない状況では潜水開始の許可が下りない。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るが、実例が無いので確証はない。

2. インショアにおける現場再圧

基本的にはオフショアと同様である。再圧できる施設への搬送が選択肢として増えるが、当社の主たる現場となる東南アジアではそのような施設が少ないので、現場での再圧が第一の選択肢となる。

尚、インショアでは業界規則である IMCA 規則より国内法規が優先されが、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ある。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ない。

3. 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 chamber を操作するのに相応の評価をうけている者とされている (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 Devision)。

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ある。日本の再圧室操作員と同等の資格レベルと思われるが、この訓練を受講していないくとも上記評価システムで認定されていれば良いという点が異なる。

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

4. Diver Medic について

再圧を実施する際にはテンダー (介助人) が必要であるが、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る (DMAC11 7 Recompression Facilities)。

IMCA 規則では基本的に Diver Medic は潜水チームに必ず一人はいる必要があり、テンダーは Diver Medic となる (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、医療従事者が再圧室内に入ることができない場合に、再圧室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る（ただし、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、現実問題としてそのような場面に遭遇した場合、実施することは難しいと感じる。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ある。）。

以上、海外において潜水現場での再圧は標準的に行われていることがわかる一方で、鑑別診断、重症例の管理に不安を持ちながらの運用であること、非医療従事者がトレーニング下に一定の医療行為を行える仕組みとなっているが現実的には困難であること、が窺われる。

III. 潜水現場での応急手当

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、実施困難な場合は、潜水現場での応急手当が重要となる。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2018年に公表された¹⁰⁾。著者は2019年に日本語で紹介しており¹¹⁾提示する（表3）。特に常圧酸素投与は重要とされ、各国の規則でも言及されている。

表3 文献11の表3より引用

「声明

1. 手順上考慮すべき事柄

- A. ダイバーおよび潜水実施組織は、応急手当や地域の救急搬送システム、治療施設に関する助言を得るために、ダイビング緊急サービスや地域の救急機関と、迅速かつ確実に連絡を取れる手段および緊急連絡先を保持していなくてはならない。
- B. ダイビング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べきである。

2. 応急手当手順

- 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）は減圧障害の治療に良い影響を与える。発症後可能な限り速やかに投与されるべきである。
- 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. 高濃度の吸入酸素（100%に近い）投与が可能な器材、最も適切な搬送計画中をカバーするに十分な量の酸素の準備は、全てのダイビング活動において強く推奨される。
- D. 減圧障害の初期管理では、基本的に水平仰臥位が奨励され、実行可能であれば患者搬送中も保持されるべきである。意識のない患者には回復体位が推奨される。減圧障害でどのくらいの時間、体位に気を使うべきかは不明である。
- E. 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べきである。炭酸、カフ

エイン、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）。

- F. 適切な資格を有し、経験のある救助者がいる場合、特に重症の場合にはグルコースを含まない等張性の晶質を含む輸液の血管内投与（静脈内もしくは骨内）が望ましい。
- G. 非ステロイド性消炎鎮痛剤を使用した治療は、禁忌がなければ適切である。
- H. コルチコステロイド、ペントキシフィリン、アスピリン、リドカイン、ニセルゴリン等の薬剤が適切な資格を有する応急対応者によって、減圧障害の初期管理に用いられている。しかし、そのような薬剤に効果が有るないしは無いと判断できる十分なエビデンスはない。
- I. ダイバーは適温で管理されるべきである（温かく、しかし高体温にしない）。特に、重度の神経症状を伴う場合、高体温は避けるべきである。例えば日照、不必要的運動、過度な着衣は避けるべきである。

3. 遠隔医療によるトリアージ

- A. トリアージの目的は、報告された症状の原因が減圧障害、他の潜水障害、あるいは潜水と無関係なのか評価することである。すなわち、患者の処置、および潜水医学専門医による評価と再圧治療のために医療施設へ救急搬送する必要性を助言することである。
- B. 減圧障害において、mild（以下、軽症）の症状・徵候を四肢痛、全身症状（疲労感など）、皮膚感覚の変化、皮疹、皮下浮腫（浮腫性減圧障害）と定める。これらは安定もしくは改善傾向にあること、かつ潜水医学専門医が満足出来るレベルで重大な神経学的異常所見がないことが除外されていること、が必要である。
- C. 再圧治療が減圧障害の至適標準治療である。しかし、軽症減圧障害では、再圧治療無しでも管理できる可能性がある。
- D. 再圧治療未実施の軽症減圧障害は、当ガイドライン2 A-Iに従い、相談を受けた潜水医学専門医の裁量で一定期間治療を続ける必要がある。軽症の定義を外れるような新たな症状が出現しないか、24時間定期的に事故ダイバーはモニターされる必要がある。

4. 再圧治療遅延の影響

- A. 再圧治療は即時に行われることで最大の効果を得られるであろう（特に、より重症の症状がある場合において）。それは、潜水現場で再圧が可能な場合に限って可能となろう。
- B. 軽症減圧障害で、再圧治療の遅れは長期的予後に悪影響を与えることはないであろう。
- C. 重症減圧障害で、再圧治療は、安全な範囲で可及的早期に実施されるべきである。6時間以上の治療の遅れが回復を遅くする、ないしは完全回復の可能性を下げる、との弱いエビデンスがある。

5. 減圧障害患者の搬送

- A. 減圧障害ダイバーの搬送実施前に、第一対応者、トリアージを行っている潜水医学専門医、受け入れ医師、搬送チームの間で、搬送に関する合意が必要である。
- B. 空路搬送の際には、機内圧を1気圧に保つか、可能な限りで低空飛行が望ましい。
- C. 軽症減圧障害では、浮上後少なくとも24時間待機後に、治療のために民間航空機への搭乗は可能であろう（予後の悪化には繋がらないであろう）。

6. 水中再圧

- A. チャンバー内での再圧及び高気圧酸素投与は減圧障害の標準治療である。しかし、適切な治療施設にすぐにアクセスできない遠隔地で、且つ症状が重大で進行性である場合に、酸素を用いた水中再圧は選択肢となる。ただし、事故者を含むダイビングチームが予め関連するトレーニング（下記参照）：関連するリスクを理解し、水中再圧を施行するにあたっての責任への合意を容易とする、を受けている場合に限る。
- B. 水中再圧は、聴覚障害、回転性めまい、嘔吐、意識レベルの低下、ショック状態、呼吸苦、ないしは水中に安全に戻れない程度の身体機能障害がある場合は行ってはならない。
- C. チームには、事故ダイバー以外に、最低限バディと陸上監督者が必要である。バディは水中再圧中、事故ダイバーに付き添う必要がある。チームメンバーは、100%酸素を使用した水中減圧手順について、訓練、認定、実施経験のすべてが必要である。
- D. チームは、以下を含む酸素を使用した水中再圧用の適切な装備を備えている必要がある。：体温保護具。治療プロトコール（水中及び陸上）に十分な量の酸素及び 100%ないしはそれに近い酸素吸入可能とする器材。深度の安定維持のための装置。コミュニケーションツール（スレートなど）。フルフェイスマスクないしはマウスピース保持デバイスが強く推奨される。
- E. 水中再圧は、広く認められたプロトコールに従い、100%酸素を使用し、最大 9m（30 フィート）の深度で行われるべきである。酸素以外の吸入ガスの使用は勧められない。
- F. 水中再圧によって減圧障害は完治せず、その後再発する可能性もある。水中再圧を行った事故ダイバーは、可能な限り早期に潜水医学専門医と相談し、評価されるべきである。」

2018 年以降の潜水事故現場での応急手当に関する論文について PubMed で、” diving accident”、” decompression sickness”、” decompression illness”、” first-aid” でキーワード検索した。同コンセンサスガイドラインの内容に修正、追加をする質の高い論文は見つけられなかったが、常圧酸素投与法に関する論文が検索されたので紹介する。Blake らは、四肢の経皮酸素分圧（TcPO₂）測定の結果、デマンド式酸素供給システムでの常圧酸素投与時の利用マスクについて、intraoral mask（口腔内マスク）が望ましいと結論した¹²⁾。更に、リザーバ付きマスクによる酸素投与に関して、毎分 10L の酸素投与では不十分も、毎分 15L に設定することで、口腔内マスクを用いたデマンド式酸素供給システムと同様の TcPO₂ が得られたことを報告している¹³⁾。

IV. 鑑別診断

米海軍潜水マニュアル¹⁴⁾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。この原則を職業潜水の現場でそのまま適用可能であれば、非医師であっても潜水現場で再圧室を使用することはさほど難しいことではないだろう。しかしながら、同マニュアルの対象者は軍人、即ち若年健常者であることに留意しなければならない。日本の職業潜水士には高齢者も少なくない。沖縄米軍ダイバーで減圧障害を疑われた患者の 10%が過剰診断であったとの報告もあり

¹⁵⁾、「まずは減圧障害を疑い再圧開始すべし」とのスタンスでは、特に高齢者ダイバーでは誤診、すなわち他疾患の見逃しの確率が高くなることが懸念される。

近年、海外でも減圧障害に関して鑑別診断の重要性が指摘されている。2018年にはUHMS年次総会で鑑別診断をテーマとしたワークショップが開催された¹⁶⁾。そこでは、高齢者や高血圧、糖尿病他持病のあるダイバー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が指摘された。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障害だけではないため、意識障害患者に対する頭部CT、MRI検査といった各種検査の重要性も指摘された。救急外来でのCT検査は以前より迅速に行えるようになったことも反映していると思われる。潜水事故死者の20~30%には心血管イベントが発生しているとも報告されており¹⁷⁾、循環器疾患の鑑別診断も重要である。現在では、日本でも潜水事故の患者が病院に搬送された場合、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。他にも鑑別診断のための検査を勧める報告が散見される¹⁷⁻¹⁹⁾。

2010、2014年にはUHMS年次総会で潜水死亡事故をテーマとしたワークショップが開催された^{20, 21)}。そこでは、動脈ガス塞栓症が潜水死亡事故の1/4に関与している一方で、50歳超の死亡事故の1/3は心臓突然死が原因とされた。具体的には冠動脈疾患、左室肥大を伴う不整脈が死因として指摘されている。潜水死亡事故者における左室肥大の有病率が有意に高いとの報告も複数ある^{22, 23)}。オーストラリアの2012年潜水死亡事故12例中4例に心疾患が関与しているとの報告²⁴⁾もあり、死因として心疾患の比率が高い。動脈ガス塞栓症では緊急再圧が根治的治療となる一方で、心疾患で求められる治療法は異なる。以上、潜水死亡事故報告からも、救急現場での鑑別診断は重要であることがわかる。

尚、潜水死亡事故者の死因解明は、既往症、潜水情報を含む現病歴、生前検査、死後画像検査、病理解剖検査を踏まえて行われるが、死因の特定は容易ではない。死後画像検査でのガス所見は減圧障害を疑わせる一方で、死後変化である可能性もあり、注意を要する²⁵⁾。心臓内のガス成分の分析が、減圧障害によるガスと死後変化によるガス産生の鑑別に有用との報告がある²⁶⁾。

V. 遠隔医師判断の信頼性

潜水事故現場に医師は不在のことが多い、相談を受けた医師は限られた情報下に遠隔判断を求められる可能性がある。電話相談による減圧障害の重症度評価は信頼性に足るとの報告²⁷⁾を認めるが、症例数が47例と少ない。また、減圧障害と別疾患の鑑別に関する言及はなく、電話相談での診断の信頼性は明らかではない。潜水事故時の緊急ホットラインサービスをDivers Alert Network(DAN)、Diver Emergency Service(DES)が提供しているが、両者は遠隔医療ではない。すなわち、医師対患者関係にはならず、診断及び治療を行わない、あくまで医療アドバイスの提供である、とされる^{16, 28)}。よって、これらのサービス下に、医師不在の潜水現場で再圧が行われて有害事象が生じた場合、法的責任の所在は不明瞭である。両サービスの信頼性については、2021年にWilkinsonらは、過去17年間のレビューから、DESの電話相談での病態判断は概ね適切であったこと、適切な判断には注意深い問診が重要であることを報告した²⁸⁾。ただし、正診率（註：医療行為ではない

ので正確には診断ではないが、ここでは正診率と記した、以下同様)は記載なく不明である。DAN に関しては、Nochetto は電話相談の正診率を 2018 年に報告している¹⁶⁾。表 4 によれば、初期評価が耳、副鼻腔圧外傷の場合、その評価が正しかったものは 562 例、誤りであったもの、すなわち最終診断が別疾患であったものは 12 例であり、正診率は高い。一方で、動脈ガス塞栓症、肺圧外傷、肺水腫、減圧症の正診率は高くない。Wilkinson らも、急浮上、意識消失を伴う典型的な動脈ガス塞栓症は 1/4 のみであったと報告しており²⁸⁾、動脈ガス塞栓症といった致死的な疾患の鑑別が難しいことがわかる。

表 4 文献 16 の表 2 より著者翻訳し、一部改変

初期評価	正しかった症例数	最終診断は別疾患(例)
耳・副鼻腔圧外傷	562	12
II 型減圧症*	78	30
皮膚減圧症	56	3
肺圧外傷*	5	9 (浸水性肺水腫、心疾患)
I 型減圧症*	49	19
非潜水関連	27	4
肺水腫-浸水性肺水腫*	15	4
マスクスクリーズ	12	0
他の圧外傷	7	0
動脈ガス塞栓症*	3	2 (脳卒中)

* 最終診断が別疾患であった割合が高かったもの

医療機関を受診した潜水事故者においても、当初に減圧障害が疑われるも確定診断は他疾患であったとの症例報告も散見され^{17, 19, 29-32)}、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はもとより、潜水医学専門医であっても、潜水事故現場といった医療情報の限られた状況での遠隔地からの減圧障害の確実な診断は困難であるとの前提で、潜水現場の再圧室の運用指針を作成する必要がある。潜水事故現場に医師がいたとしても、正確な鑑別疾患は事故現場では困難であることは同様である。ドクターヘリに装備した二次元超音波検査機器を用いた潜水事故現場での下大静脈内の気泡測定結果を、事故現場での鑑別診断、搬送先選定判断に用いた症例報告が 2018 年にあるが³³⁾、病院前診断精度を高めるためには、超音波検査、心電図等、潜水事故現場での患者生体情報の収集も重要と考える。

潜水事故現場に医療従事者不在の場合、II. 各国における潜水現場再圧の実態で記した一定の訓練を受けたテンダー（介助者）が在したとしても、潜水現場での再圧中にバイタルサインが悪化した場合の医学的処置はほぼ不可能である。よって、潜水事故に関して、基

本的には、III. 現場での応急手当で示したように、重症減圧障害では可及的早期（可能であれば6時間以内）の再圧治療を要するため、6時間以内の再圧治療を目標として近隣の医療機関への搬送が基本となると考える。

オプションとして、医療機関での検査を踏まえて減圧障害と診断され且つ当該医療機関に利用可能なチャンバーがない場合、救急医師を伴って事故現場に戻り、再圧室を使用するとの選択もあるかもしれない。その場合は救急医および遠隔地の支援医師の判断で、全身状態が不良であっても、事故現場で再圧治療を実施することも有り得る選択であろう。

一方で、公海等で近隣に利用可能な再圧室が存在しない場合は、全身状態良好な事故者について、遠隔地からの医師の指示にて事故現場で再圧治療を行うことはありうる選択と考える。また、超遠隔地では心筋梗塞、脳卒中といった生命・機能予後不良な疾患への高度の対応はそもそも期待できない可能性もある。その場合、究極の選択ではあるが、減圧障害だけでも救命可能性を信じて、全身状態不良であっても潜水事故現場で再圧治療を行う選択は有り得るかもしれない。

このような具体的な対応方法は一律にマニュアル化できることではなく、地域の事情に応じた緊急時の対応方法を潜水事業者、近隣の医療機関、遠隔地の潜水医学専門医と個別に事前計画することが望ましい（緊急行動計画の作成）。

また、医療側の受け皿として、減圧障害を含めて潜水事故時に相談できる医師ネットワークの構築が必要と考える。「医師の関与」を遠隔医療（オンライン診療）として行うのか、あくまで医療相談/アドバイスにとどめるのか、についても予め議論が必要である。

VI. 遠隔医療の法的側面

日本では、2021年6月18日の閣議決定で、新型コロナ感染症流行に伴うオンライン診療に関する特例措置が恒久化されることとなった³⁴⁾。初診患者については原則、かかりつけ医による実施となるが、かかりつけ医以外でも予め診療録、健康診断結果等の情報により患者の状態が把握できる場合も可能となる。そのため、潜水事故現場でオンライン診療を実施するためには、作業者の健康状態を予め把握する必要があると考える。具体的には定期的な職業健診、作業前健康チェック状態の把握が、遠隔地で判断をする可能性のある産業医は望ましい。くも膜下出血後のてんかん発作の既往を把握していなかったために、潜水後の痙攣発作を動脈ガス塞栓症と誤って診断し、再圧治療を行い、且つ再圧治療中の痙攣を酸素中毒と判断してしまったとの報告もある³¹⁾。ただし、日本医学会連合によるオンライン診療の初診に関する提言³⁵⁾には、オンライン診療の初診に適さない症状として、意識障害、めまい、筋力低下、呼吸困難、強い胸痛、突然の動悸などが挙げられており、減圧障害の多くの症状が当てはまる。今後初診からのオンライン診療に必要な医学的情報の詳細、適さない症状などの検討が行われることとなっており、動向に注意を払う必要がある。

海外に目を向けると、フランスでも2018年9月に、オンライン診療に対する保険適用が認められたが、安全性を考慮して、①過去12カ月以内の対面受診、②かかりつけ医の経由、③その疾患で初めて出される処方はオンライン診療では認めない、とされた。しかし、新型コロナ感染症蔓延を受けて、フランス保健省は2020年3月10日に大幅なオンライン

イン診療の規制緩和を行い、上記①から③も流行期間限定で撤廃する省令が出された。本省令によりフランスでも初診時からオンライン診療が可能になったが、その後、オンライン初診診療患者の低血糖発作による死亡事故があり、現在訴訟となっており、初診患者のオンライン診療における鑑別診断の限界が問われている³⁶⁾。

精神科領域ではあるが、日本を含む 17 カ国中 13 カ国で新型コロナ感染症蔓延を契機として、オンライン診療の規制緩和が行われたとの報告がある³⁷⁾。前述の通り、各国の規則では再圧室設置を求め、減圧障害発症時には遠隔医師のアドバイスによる潜水事故現場での再圧を想定している。しかし、2018 年時点でのドイツでの遠隔医療の位置付けは対面診療の補完に過ぎず³⁸⁾、前記フランスの遠隔医療の実態を見ても、実際には新型コロナ感染症流行以前には、重症減圧障害を、遠隔地での医師の指示で、医師不在の潜水現場で再圧治療することは、日本以外でも法律的にグレーゾーンであったことが窺われる。生命の危機に瀕した潜水事故者への医師不在現場での再圧は、米海軍に代表される軍隊等の特殊環境以外での実施は困難であったことも予想される。

限られた情報での判断を遠隔地及び潜水現場の医師は求められる、再圧実施者も非医療従事者であることを鑑みると、医師判断による潜水現場での再圧室を使用した再圧治療による有害事象が生じた場合の免責条件、すなわち刑法第 37 条（緊急避難）の該当有無等についての議論が求められる。民法第 709 条（不法行為責任）、415 条（債務不履行責任）の損害賠償責任についても備える必要がある。遠隔医師の指示で事故現場の非医療従事者が現場で再圧治療を行ったことにより有害事象が生じ且つそこに遠隔医師の過失が存在する場合、遠隔医師の損害賠償責任が生じる。勤務先の医療機関加入の保険では、業務外として担保されない可能性があり、医師個人として医師賠償責任保険に加入する必要があるだろう。遠隔医療サービスが学会等の団体による事業として行われた場合、団体が管理責任で同時に訴えられる可能性もある。過失が認められた場合、団体として責任割合分の負担が求められるが、医療過誤案件での医師と医療機関の割合分担から鑑みると、学会の責任が大半となることも予想され、団体としても保険加入が求められる。ただし、遠隔医療を基本とした保険引き受けは現状では一般的ではなく、保険会社との確認、調整が求められる。

参考文献

1. 小島泰史：ダイビング. In: 大越裕史（編著）. 診療所で診るトラベルメディスン. 東京；日本医事新報社. 2020; pp. 53–63.
2. Moon RE: Decompression Sickness. In: Weaver LK. editor. Hyperbaric Oxygen Therapy Indications 13th edition. Durham NC ; Undersea and Hyperbaric Medical Society. 2014; pp. 105–112.
3. Vann RD, Butler FK, Mitchell SJ, Moon RE: Decompression illness. Lancet 2011; 377 (9760): 153–164.
4. 池田知純, 望月徹, 小林浩, 柳澤裕之: 職業潜水の安全性に関するアンケート調査. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌 2009; 44: 51–60.
5. 高気圧作業安全衛生規則に基づく減圧表や再圧室などに関する QA

https://www.mhlw.go.jp/stf/seisaku/jouhou-11200000-roudouki_jinkyoku/0000201216.pdf

accessed Mar. 10, 2022

6. 池田知純, 望月徹: 職業潜水とレジャーダイビングにおける安全域と問題点 職業潜水に於る減圧障害の実態. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌 2007; 42: 121-126.
7. 池田知純: 改正高気圧作業安全衛生規則の問題点. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌 2016; 51: 110-122.
8. 森松嘉孝, 合志清隆, 村田幸雄, 他.: 改正高気圧作業安全衛生規則と労働衛生. 産業衛生学雑誌 2018; 60: 41-44.
9. 柳下和慶: 労災疾病臨床研究事業費補助金研究報告書(160302) 高気圧作業に伴う船上(水上)減圧における減圧症発症状況等人体影響に係る調査研究. 2018
10. Mitchell SJ, Bennett MH, Bryson P et al.: Pre-hospital management of decompression illness: expert review of key principles and controversies. Diving and Hyperbaric Medicine 2018; 48: 45-55.
11. 小島泰史, 鈴木信哉, 新関祐美, 他.: 病院到着前の減圧障害管理のための International Divers Alert Network (IDAN) の試み. 日本渡航医学会誌 2019; 13: 27-31.
12. Blake DF, Crowe M, Lindsay D, et al.: Comparison of tissue oxygenation achieved breathing oxygen from a demand valve with four different mask configurations. Diving Hyperb Med 2018; 48: 209-217.
13. Blake DF, Crowe M, Lindsay D, et al.: Comparison of tissue oxygenation achieved breathing oxygen using different delivery devices and flow rates. Diving Hyperb Med 2020; 50: 34-42.
14. US Navy diving manual revision 7.
http://www.navsea.navy.mil/Portals/103/Documents/SUPSLV/Diving/US%20DIVING%20MANUAL_REV7.pdf?ver=2017-01-11-102354-393
accessed Mar. 10, 2022
15. Arness MK: Scuba decompression illness and diving fatalities in an overseas military community. Aviat Space Environ Med 1997; 68: 325-33.
16. Denoble PJ, Marroni A, eds.: Differential Diagnosis of Decompression Illness Workshop Proceedings. Divers Alert Network 2019
17. Brauzzi M, Andreozzi F, De Fina L, Tanasi P, Falini S: Acute coronary syndrome and decompression illness: a challenge for the diving physician. Diving Hyperb Med 2013; 43: 229-231.
18. Blatteau JE, Morin J, Roffi R, et al.: Clinical problem solving: Mental confusion and hypoxaemia after scuba diving. Diving Hyperb Med 2020; 50: 181-184.
19. Kohshi K, Morimatsu Y, Tamaki H, et al.: Cerebrospinal vascular diseases misdiagnosed as decompression illness: the importance of considering other neurological diagnoses. Undersea Hyperb Med 2017; 44: 309-313.

20. Vann RD, Lang MA, eds.: Recreational Diving Fatalities Workshop Proceedings. Divers Alert Network 2010
21. Denoble PJ, ed.: Medical Examination of Diving Fatalities Symposium Proceedings. Divers Alert Network 2014
22. Buzzacott P, Anderson G, Tillmans F, Grier JW, Denoble PJ: Incidence of cardiac arrhythmias and left ventricular hypertrophy in recreational scuba divers. *Diving Hyperb Med* 2021; 51: 190–198.
23. Denoble PJ, Nelson CL, Ranapurwala SI, Caruso JL: Prevalence of cardiomegaly and left ventricular hypertrophy in scuba diving and traffic accident victims. *Undersea Hyperb Med* 2014; 41: 127–133.
24. Lippmann J, Lawrence C, Fock A, Jamieson S: Provisional report on diving-related fatalities in Australian waters in 2012. *Diving Hyperb Med* 2018; 48: 141–167.
25. Lawrence C, Cooke C: Autopsy and the investigation of scuba diving fatalities. *Diving Hyperb Med* 2006; 36: 2–8.
26. Varlet V, Dominguez A, Augsburger M, et al.: Understanding scuba diving fatalities: carbon dioxide concentrations in intra-cardiac gas. *Diving Hyperb Med* 2017; 47: 75–81.
27. Wölfel C, Schüpfer G, Konrad C, Knessl P, Wendling J: Telemedicine in the management of diving accidents: correlation of phone-assessed symptom severity with clinical findings. *Diving Hyperb Med* 2011; 41:189–194.
28. Wilkinson D, Goble S: A review of 17 years of telephone calls to the Australian Diver Emergency Service (DES). *Diving Hyperb Med* 2012; 42: 137–145.
29. Gempp E, Louge P, Soulier B, Alla P: Cerebellar infarction presenting as inner ear decompression sickness following scuba diving: a case report. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis* 2014; 131:313–315.
30. Mirasoglu B, Kirmizi S, Aktas S: Sphenoid sinus mucocele as an unusual differential diagnosis in diving injuries. *Diving Hyperb Med* 2020; 50: 168–172.
31. Foley K, Banham N, Bonnington S, Gawthrope I: Oxygen toxicity seizure mimics. *Diving Hyperb Med* 2021; 51: 161–166.
32. Jan MH, Jankosky CJ: Multiple sclerosis presenting as neurological decompression sickness in a U.S. navy diver. *Aviat Space Environ Med* 2003; 74: 184–186.
33. Yanagawa Y, Omori K, Takeuchi I, et al.: The on-site differential diagnosis of decompression sickness from endogenous cerebral ischaemia in an elderly Ama diver using ultrasound. *Diving Hyperbaric Med* 2018; 48: 262–263.
34. 第16回オンライン診療の適切な実施に関する指針の見直しに関する検討会
https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_19106.html

accessed Mar. 10, 2022

35. 日本医学会連合 オンライン診療の初診に関する提言
https://www.jmsf.or.jp/news/page_872.html
accessed Mar. 10, 2022
36. オンライン診療の“誤診裁判”は対岸の火事か
<https://medical.nikkeibp.co.jp/inc/mem/pub/report/t349/202105/570102.html>
accessed Mar. 10, 2022
37. Kinoshita S, Cortright K, Crawford A, et al.: Changes in telepsychiatry regulations during the COVID-19 pandemic: 17 countries and regions' approaches to an evolving healthcare landscape. *Psychol Med* 2020; 1-8.
38. 田中伸至: ドイツの外来医療における主治医機能と遠隔診療. 健保連海外医療保障 2018; 120: 1-9.

2022年3月29日 柳下研究代表者に提出

潜水業務における現場で出来る応急対応に関する研究

C) 潜水業務等における救急処置の実践的マニュアル等の提案

研究統括 柳下和慶

共同研究者 鈴木信哉、小島泰史、望月徹、和田孝次郎、森松嘉孝、藤田智、高木元

【はじめに】

潜水業務では、水中における体調変化では水上までの浮上にかかる時間を要するとともに、浮上に伴う減圧障害発症の避けられないリスクが一定の確率で存在する。潜水作業の多くは海中、海上での作業となるため、体調評価や機器を含めた応急処置体制については、限られた傾向がある。さらに、陸における救急医療体制につなげるための距離的時間的な問題がある。以上より潜水業務における応急対応については、通常の1気圧の大気圧下で行われる陸上作業とは異なる課題があり、特殊な応急対応策が求められる。

特殊な応急対策として、現場再圧室の設置と利用がある。再圧室については、労働安全衛生関係法令である高気圧作業安全衛生規則（以下、高圧則）では、第5章再圧室第42条にて、「事業者は、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。」と定められている。「再圧室を利用できるような措置」については、現場での再圧室設置のほか近隣医療機関での再圧治療も含まれると考えられている。再圧治療は一般疾患に対する高気圧酸素治療とは異なり、高い治療圧が必要で長時間となるうえ、潜水に精通した医師の診断も必要であるため、実施可能な医療機関は限られている。このため、潜水業務場所の近隣に、再圧治療が可能な医療機関が存在し協力体制が構築されていれば良いが、作業現場近隣に再圧治療可能な医療機関が存在しないケースも多く、移動手段や移動にかかる時間によっても再圧室設置の要否や条件に重要な影響を及ぼす。

また、現場に再圧室が設置されている場合でも、再圧室利用においては、潜水医学や救急医学など専門医師の判断や助言が望まれるところだが、規則には医師や専門家の関与の要否や関与方法については明記されておらず、遠隔からの専門医師らのアドバイスにより再圧室の利用が許容されるか否かも明確に整理されていない。

さらに、現段階で潜水業務における再圧室利用に関する一定のマニュアルは存在せず、また減圧障害以外で応急処置を要する場合もあり、現場からは再圧室の設置利用や応急処置に関する実践的マニュアルや指針が求められている。

今回、労災疾病臨床研究事業として「潜水業務における現場で出来る応急対応に関する研究」として、研究A) 潜水業務等における救急処置の実態調査、研究B) 潜水業務等における救急処置に関する海外の文献調査を実施し報告した。そして、以下、研究A) およ

び研究 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。

なお今回の提案では、法令や法令解釈等の事実関係に基き、現時点で可能と考えられる救急処置の実践的マニュアル等の提案を行っており、患者の治療を優先して考えた場合、理想とされるマニュアルとするために残存する課題や問題点については、最終項で記載している。

【前提】

〈高圧則について〉

✓労働安全衛生関係法令である高圧則第 5 章第 42 条で「事業者は、高圧室内業務又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。」と定められている。

✓高圧則第 3 章第 32 条 2 では「事業者は、前項の規定により浮上の速度を速め、又は浮上を停止する時間を短縮したときは、浮上後、すみやかに当該潜水作業者を再圧室に入れ、当該潜水業務の最高の水深における圧力に等しい圧力まで加圧し、又は当該潜水業務の最高の水深まで再び潜水させなければならない。」と定められている。

〈高気圧作業安全衛生規則に基づく減圧表や再圧室などに関する QA（安全衛生部労働衛生課 基安労収第 0327 第 1 号 平成 30 年 3 月 27 日発行、以下、平成 30 年 Q&A¹⁾）について〉

✓再圧室の設置について、「Q4 再圧室はどこに設置すればよいですか？」に対し、A（回答）は、「高圧則第 42 条の規定により、事業者は、高圧室内業務又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に必要な再圧室を設置し、又は利用できるような措置を講ずる必要があります。前者については、高圧室内業務又は潜水業務を行う現場に設置することになりますが、後者については、現場に設置することに代えて、再圧治療において近隣の専門医療施設と連携する場合等がこれに当たります」とした。

以上より、潜水現場での再圧室設置、減圧無視時及び救急時の再圧室使用が定められている。潜水業務場所の近隣に、再圧治療が可能な医療機関が存在し協力体制が構築されれば、現場での再圧室設置に代えられると考えられる。

しかしながら、減圧障害等何らかの症状を発症した際の再圧室利用については、高圧則および平成 30 年 Q&A 等には具体的な記載が認められない。

〈遠隔医療、オンライン診療について〉

潜水現場には医師不在のことが多く、何らかの症状を発症した際の再圧室利用における専門医師の関与については、遠隔指導やオンラインでの指導、助言を要すると考えられるが、これがオンライン診療、遠隔医療として現段階認められているかは、重要な要素である。以下検討した。

- ✓ 医師法第 20 条では「医師は、自ら診察しないで治療をし、若しくは診断書若しくは処方せんを交付し、(中略) てはならない。」と、無診察治療等を禁止している。
- ✓ 遠隔医療、オンライン診療の制度化については、「オンライン診療の適切な実施に関する指針（厚生労働省 平成 30 年 3 月発行、令和 4 年 1 月一部改訂）（以下、オンライン診療指針）²⁾」で「最低限遵守すべき事項」として掲げる事項を遵守してオンライン診療を行う場合には、医師法第 20 条に抵触するものではない、とされ、一定の条件下でオンライン診療が可能となった。同指針は、保険診療に限らず自由診療におけるオンライン診療についても適用される³⁾。
- ✓ オンライン診療指針では、以下の記載がある。
 - ・具体的適用としてオンライン診療について「医師—患者双方の合意に基づき実施される必要がある」としている。
 - ・「医師が、患者から心身の状態に関する適切な情報を得るために、日頃より直接の対面診療を重ねるなど、医師—患者間で信頼関係を築いておく必要があることから、初診については「かかりつけの医師」が行うことが原則である。」としている。ただし「医学的情報が十分に把握でき、患者の症状と合わせて医師が可能と判断した場合にも、オンライン診療を実施できる。」ともしている。
 - ・しかしながら、「急病急変患者については、原則として直接の対面による診療を行うこと。なお、急病急変患者であっても、直接の対面による診療を行った後、患者の容態が安定した段階に至った際は、オンライン診療の適用を検討してもよい。」としており、急変患者、様態が不安定な患者に対しては、直接対面の診療を原則としている。また「容態が安定した段階」ではオンライン診療の適用を検討できる余地があるものと考えられる。
 - ・「オンライン診療により医師が行う診療行為の責任については、原則として当該医師が責任を負う。このため、医師はオンライン診療で十分な情報を得られているか、その情報で適切な診断ができるか等について、慎重に判断し、オンライン診療による診療が適切でない場合には、速やかにオンライン診療を中断し、対面による診療に切り替えることが求められる。」としている。
 - ・指針適応の具体例として「離島の患者を骨折疑いと診断し、ギプス固定などの処置の説明等を実施」との記載がある。しかしながら、不安定な容態患者に対する現場再圧が、骨折におけるギプス固定処置と同等に扱えるかは、甚だ疑問である。
- ✓ 日本医学会連合によるオンライン診療の初診に関する提言³⁾には、オンライン診療の初診に適さない症状として、意識障害、めまい、筋力低下、呼吸困難、強い胸痛、突然の動悸な

どが挙げられており、減圧障害の多くの症状が当てはまる。

以上より、

潜水現場に医師不在の際の潜水医学や救急医学等の専門医の遠隔からの関与については、減圧障害等の救急疾患で不安定な容態に対しては、より医師の関与を要する一方、遠隔診療、オンライン診療の対象とはなりがたく、オンラインでの受診勧奨にとどまり、医療行為ではなく医療相談の範囲内とならざるを得ないと考えられる。日本医学会連合では、オンライン診療の初診に適さない症状として減圧障害の多くの症状が当てはまることもあり、またオンライン診療については現在流動的な案件でもあり、今後の継続的な情報収集と整理が必要である。

以上より、遠隔地の専門医の関与としては遠隔相談や受診勧奨のみであり、オンライン診療とすることは現状では不可であると考えられる。

〈非医療従事者による非医療行為としての救命救急処置について〉

類似する非医療従事者による非医療行為としては、救命救急処置である自動体外式除細動器（AED）やBLS（Basic life support）などがある。非医療従事者がBLSにて胸骨圧迫を実施し、肋骨骨折や胸骨骨折を生じた場合、悪意や重大な過失がない限りは、一般的には違法性が阻却され、責任は回避される。AEDについても、同様の考え方で実施しうる。

（根拠）刑法第37条「緊急避難」：1.自己又は他人の生命、身体、自由又は財産に対する現在の危難を避けるため、やむを得ずした行為は、これによって生じた害が避けようとした害の程度を超えていた場合に限り、罰しない。ただし、その程度を超えた行為は、情状により、その刑を減輕し、又は免除することができる。2.前項の規定は、業務上特別の義務がある者には、適用しない。

（根拠）民法第698条「緊急事務管理」：管理者は、本人の身体、名誉又は財産に対する急迫の危害を免れさせるために事務管理をしたときは、悪意又は重大な過失があるのでなければ、これによって生じた損害を賠償する責任を負わない。

（根拠）「非医療従事者による自動体外式除細動器（AED）の使用のあり方検討会報告書」

（平成16年7月1日付医政発第0701001号厚生労働省医政局長通知添付）では、「医師法違反の問題に限らず、刑事・民事の責任についても、人命救助の観点からやむを得ず行った場合には、関係法令の規定に照らし、免責されるべきであろう」

しかしながら、特に有症状者に対する現場再圧については、医師や医療従事者が不在のなか、緊急避難行為もしくは緊急事務管理として扱われるかの議論があるが、現状では関係各所からは、現場再圧が緊急避難行為や緊急事務管理として使用可能な一定の基準は示されていない。

現場再圧が緊急避難行為となるための条件としては、患者の状態が逼迫していること、原因が減圧障害を強く疑われること（行為時点で期限が生じていること）、現場再圧が最

も有効な対応と考えられること（危険を回避するための行為であること）、治療可能な医療機関が遠方かつ搬送に時間を要し搬送では治療が間に合わない場合（やむを得ない行為であること）、そして病院搬送より現場再圧の方が患者にとって有益であると判断された場合（緊急避難により守られる権利・利益が侵害される権利・利益以上であること）の条件を満たすことが必要となる可能性が高い。特に、原因が減圧障害を強く疑うことが現場再圧の前提であるなか、下記「潜水作業時での減圧障害以外で救急処置を要する病態について」にもある如く、限定された生体モニターや生体情報と診断する専門家が不在である状況からは、特に不安定な状態の患者に対する診断において、減圧障害を強く疑うことが困難な状況が多く考えられる。

以上より、特に有症状者に対する現場再圧は、医師や専門医の意見を重視しつつも、容態が安定しない場合に対する遠隔医療の限界から医師の関与は医療相談や受診勧奨となざるを得ない状況から、容態が安定しない患者においては現場事業者の責任で非医療行為として実施せざるを得ない。一方で、症状のある患者に対する現場再圧については「治療」であり、医行為であるため潜水現場に医師が関与する必要性が指摘されており、容態が安定しない患者においては現場事業者の責任で非医療行為として実施せざるを得ないとすれば、現状現場再圧についての法的な責任所在が不明瞭であることも前提となる。

〈潜水作業時での減圧障害以外で救急処置を要する病態について〉

潜水作業時での減圧障害では現場再圧もしくは医療機関での再圧治療を要することが多い。一方、減圧障害以外でも、潜水作業現場では救急処置を要する病態が発生することがある。例えば、熱中症、低体温、浸漬性肺水腫、不整脈、心筋梗塞、心不全、肺梗塞、脳卒中、大動脈解離等循環器疾患、低血糖など、鑑別すべき疾患群が存在する。特に昨今の日本の潜水士の高齢化から、心血管イベントによる救急処置を要する病態が発生する可能性が高くなっている背景がある。

以上からも、病態や診療の判断については専門医の意見を重視する必要があるものの、遠隔での情報収集では限界があることもあり、診断や現場再圧の適用判断については AED や BLS よりも困難であり、遠隔からの医師の判断も正しいとは限らない限界も考慮しなければならない。

【潜水業務における救急処置の実践的マニュアル等の提案】

次項より、再圧装置を設置するための具体的な潜水条件、救急医療機関、再圧治療可能な医療機関への移送条件や再圧室運用のための諸条件等は、上記前提のもと、今回の研究 A) 潜水業務等における救急処置の実態調査、および研究 B) 潜水業務等における救急処置に関する海外の文献調査を踏まえて、下記を提言する。

提言では、事業者の責任と遠隔からの医療相談による医師の判断の困難さから、「〇〇すべき」としたマニュアル的に断言する文脈での提示は困難であった。

以下、現状の法規・規則の中での、現場再圧の設置や運用が必須な条件《必須条件》と、現場再圧の設置や運用が推奨される条件《推奨条件》に分けて、根拠とともに提言する。なお、推奨条件については、「強く推奨」「推奨」「弱い推奨」の3段階とした。また、根拠については括弧内等にて付記した。

【再圧室の設置条件】

○再圧室の規定

《必須》設置、立入禁止、再圧室の使用、点検、危険物等の持込禁止事項については、「高気圧作業安全衛生規則 第五章 再圧室」によること。緊急再圧処置で酸素を使用することから副室付き多人数用再圧室内は消火栓の設置が必須となる。

《推奨》再圧室内での酸素と二酸化炭素のモニター

【再圧室の準備もしくは利用のための条件】

資料C 別表「再圧室の準備もしくは利用のための条件」参照

【再圧室の運用条件】

○潜水計画書の作成

《強く推奨》事業者による実際に運用可能な潜水計画書の作成

(根拠) 研究A) 報告。個々の地域や事例、条件により、医療環境や搬送条件等も多様である。このため、各潜水事業を開始する前に、個々の地域や事例や条件を考慮し、地域ごとのリスク評価を実施し、救急病院や再圧治療施設との医療連携について事前調整を行い、潜水計画書を作成することを強く推奨する。

《推奨》潜水計画書の作成の際、本研究の研究A) 実地調査の事例集を参考とする。

《推奨》潜水計画書の内容については、事業開始前に専門家による内容確認が望ましいとの意見もある。(研究A) 事例集を参照することが望ましい)

○作業現場近隣の救急医療機関と再圧治療可能な医療機関との事前連携

《必須》潜水計画書の作成には、医療機関との事前の連携調整が必要である。救急疾患の受入れ、再圧治療装置を有する医療機関での再圧装置の種別(第1種、第2種)、運用状況の把握、搬送方法など、事前の情報収集と連携確認が求められる。

○医師の関与と連絡体制の構築

《必須》混合ガス潜水あるいは水中酸素減圧を行う潜水

《強く推奨》潜水業務の事前計画の段階で、以下の準備が強く推奨される。

- ・潜水医学専門医師、救急専門医師、産業医等医師の関与や指導助言、連絡体制の構築

- ・特に20分以上の減圧時間の潜水、あるいは再圧治療装置を有する医療機関まで2時間をこえる場合や佐渡島など島内に再圧治療施設がない島嶼での潜水
- ・24時間体制での医療支援の確立
- ・潜水現場と医療機関、医師との適切な通信手段の確保
- ・特に減圧症状を発症する可能性の高い潜水事業では、医師の関与をより厚くすべき
(根拠) 研究B)「I-8.再圧室使用に関する各国規則のまとめ」カナダ、英国等

○その他機関との連携

《推奨》地域における消防本部、消防組合、海上保安署等との連携、ドクターへリ、防災ヘリのほか、保安庁へリ、自衛隊へリ利用のための事前調整が望まれる。

(根拠) 研究A) 実態調査報告

○再圧室の使用条件

★緊急浮上などで減圧無視があり無症状の場合

例：何らかのトラブル発生時、9mでの酸素呼吸中の酸素中毒疑い時など

《必須》船上や作業現場など、浮上後短時間で現場再圧が可能な場合

《必須》再圧までは常圧酸素投与とする。

(根拠) 研究B) 高圧則第3章第32条2で「事業者は、前項の規定により浮上の速度を速め、又は浮上を停止する時間を短縮したときは、浮上後、すみやかに当該潜水作業者を再圧室に入れ、当該潜水業務の最高の水深における圧力に等しい圧力まで加圧し、又は当該潜水業務の最高の水深まで再び潜水させなければならない。」と、減圧無視ないしは急浮上時の処置が義務付けられている。なお、「当該潜水業務の最高の水深における圧力に等しい圧力まで加圧し、又は当該潜水業務の最高の水深まで再び潜水させなければならない」については、医学的に不適切、危険との指摘が以前よりなされている。

(根拠) 研究B)「I-8.再圧室使用に関する各国規則のまとめ」

★浮上後、有症状で減圧障害が疑われる場合

《必須》医療機関への搬送もしくは現場再圧の実施。可及的早期の再圧実施。

《必須》患者の症状の重症度や進行速度、専門医師との連携による診断や治療方針の助言や指導、減圧障害か否か、近隣医療機関までの距離や搬送方法・搬送時間、近隣医療機関との連携体制、近隣再圧治療施設の状況（第1種、第2種）等より、方針を決定する。

《必須》状態が安定していない場合、可及的早期の医師との連携を図る。

《強く推奨》専門医師との連携による助言や指導。

《推奨》状態が安定している場合（軽症かつ時間経過で安定している場合）、専門医師との連携が取れない場合、救急医師との連携を図り、助言を受ける。

『推奨』救急医療機関にて、医学的評価を行い再圧治療の必要性を検討し、必要時には専門医との連携を図る。再圧が必要な場合は再圧治療が可能な医療施設への搬送を検討する。

(根拠) 研究 B) 「I-8.再圧室使用に関する各国規則のまとめ」

研究 B) 「III. 潜水現場での応急手当」

○再圧方法、治療表

『推奨』US Navy treatment table 6 (治療表 6) が第一選択となる。場合によっては US Navy table 5 (治療表 5) 等、他の再圧方法の選択もある。

『推奨』専門医師等との相談や助言により、再圧方法が選択されること。

(根拠) U.S. Navy Diving Manual REVISION 7. Chapter 17. Diagnosis and Treatment of Decompression Sickness and Arterial Gas Embolism.

(根拠) 研究 B) 「I-8.再圧室使用に関する各国規則のまとめ」

○再圧室を操作する業務に関する特別教育

『必須』再圧室を操作する業務のためには、一定の教育を受けること。

(根拠) 高圧則第 11 条【特別の教育】1. 事業者は、次の業務に労働者を就かせるときは、当該労働者に対し、当該業務に関する特別の教育を行わなければならない。⑤再圧室を操作する業務。2. (前略) 下欄に掲げる事項について行わなければならない。

再圧室を操作する業務。

一 高気圧障害の知識に関すること。

二 救急再圧法に関すること。

三 救急そ生法に関すること。

四 関係法令

五 再圧室の操作及び救急そ生法に関する実技

『推奨』(再圧室に関する特別教育)

労働安全衛生法第 59 条 (安全衛生教育) 第 3 項では「事業者は、危険又は有害な業務で、厚生労働省令で定めるものに労働者をつかせるときは、厚生労働省令で定めるところにより、当該業務に関する安全又は衛生のための特別の教育を行なわなければならない」としており、労働安全衛生規則第 36 条では、「法第五十九条第三項の厚生労働省令で定める危険又は有害な業務」として「再圧室を操作する業務」を示している。

当該特別教育規定は 1977 年 (昭和 52 年労働省告示第 11 号) に定められ空気による再圧処置を対象に特別教育が実施されてきたが、現在は酸素による再圧処置が主流であることを受け、建設業労働災害防止協会では、再圧室操作業務従事者のための特別教育として酸素再圧処置全般に関する教育を実施しており、これらを活用して教育ならびに再教育を実施することが推奨される。

(根拠) 労働安全衛生規則第 36 条、労働安全衛生法第 59 条（安全衛生教育）第 3 項、研究 A-2) アンケート調査実施報告書「5.まとめ」

【その他応急処置について】

○酸素吸入について

《必須》減圧障害を疑った場合は、再圧処置までの時間、可及的早期からの酸素吸入とすること。酸素吸入を行った場合は医療機関を受診すること。

(根拠) 研究 B) 「III. 潜水現場での応急手当」

《強く推奨》事業者は、応急処置用の酸素（再圧処置までに要する容量）を準備すること。

(根拠) 研究 B) 「III. 潜水現場での応急手当」

《推奨》事業者は、再圧施設までの時間の酸素の準備をすること。

《推奨》酸素投与トレーニングを実施すること。

(根拠) 研究 B) 「III. 潜水現場での応急手当」

○医療用酸素の使用について

《推奨》呼吸用ガスとして、医療用酸素を使用すること。

(根拠) 平成 30 年 Q&A では、「呼吸用ガスに医療用酸素を使用するかについては、専門医療施設と十分な連携を図り、(中略)、呼吸に適した医療用酸素を使用することが望まれます」としている。

○生体モニターの準備、設置について

《必須》血圧計

《推奨》酸素飽和度測定器

○潜水後の不調の自覚

《強く推奨》潜水後に不調を感じた場合、可及的早期に潜水医学専門医に相談すること

(根拠) 研究 B) 「III. 潜水現場での応急手当」

○その他応急処置に対する産業医・専門医からの助言・指導について

《推奨》潜水環境、作業内容、治療施設環境により、産業医・専門医からの助言・指導が推奨される。例えば低水温、大作業量、水中爆発の危険性、治療施設からの遠隔距離など。

(根拠) 研究 A) 実態調査報告

【潜水業務等における救急処置における課題、問題点】

○現行の法規・規則内では、医師不在での現場再圧の位置づけが不明瞭である

米海軍潜水マニュアルでは、「潜水後に異常があり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』」との原則がある。若年と考えられる海軍の関係者とは異なり、日本における潜水士は高齢者も多く基礎疾患有することも多いことから、上記原則について日本では一概には適用できないものの、可及的早期に現場再圧が求められる患者の発生は一定の確率で出現する。しかしながら、現状では医師が現場に在中した際の現場再圧については可能だが、医師が現場に在中していない場合の現場再圧については、それが最良の選択としても実施不可の可能性が高く、これは、国際的な現場緊急処置の現状からは乖離した状況である（研究B）報告参照）。

日本の現情を考えると、現場に必ず医師が在中することは困難な状況の中、現場で医師が不在でも、医師の関与により即座に現場再圧が可能となる枠組みは必要である。

現行の法規・規則内では、医師不在での現場再圧の位置づけや責任の所在が不明瞭であることは重大な課題として残る。

○計画的な船上（水上）減圧が不可である

現状の高圧則下では、水中もしくは加圧可能な水中エレベーターを用いた減圧方法にしか言及されていない。水中での減圧は温度、潮流、波浪といった不安定な水中の環境にダイバーがさらされることとなるため、船上に減圧室を設置できる場合、一定の水深からの減圧を一旦スキップして船上に戻り、船上の減圧室を用いた船上（水上）減圧を行うほうが減圧障害発症のリスクが下がり、安全とされている。諸外国ではこの船上（水上）減圧は一般的な潜水法として活用されている。しかしながら、計画的な船上（水上）減圧は実施出来ない状況にある。

○第2種治療装置保有の医療機関が限定し、減圧症状治療において空白地域が多く存在する。

医療機関での再圧治療は、第2種高気圧酸素治療装置を要するが、国内において第2種高気圧酸素治療装置を保有する医療機関は偏在し、例えば偏在が著しい本州の日本海側沿岸では令和5年度末には更に3施設から2施設のみになるなど、減圧障害に対して沿岸より一定時間で搬送治療可能な医療機関で多くの空白地域が生じている。

○潜水医学に関する医療ネットワーク整備が不十分である

現在国内の潜水医学専門医や専門家は極めて少数である。減圧障害に対する治療体制を構築するための救急受け入れ施設、第1種装置を有する施設、第2種装置を有する施設間の医療ネットワーク整備が、現状不十分である。潜水事業者が医療ネットワークを積極的に利用できる状況にないことも問題である。

○潜水事故、減圧症状発症に関する情報が、正確に報告収集されていない

事故のデータと原因究明の蓄積が、事故防止策策定のための基盤となる。しかしながら現在、潜水関係の事故や減圧症状の発症に関する情報が正確に報告収集されていない現実がある。最善の発症予防策を講じても減圧症は一定の確率で発生する背景がある中、報告した事業主が不利にならない報告体制が構築されていない。安全管理の根本として、発生した事実が報告されるシステムの構築や、土壌が形成されることが望まれる。

【結語】

以上、現段階での法規や規則のもと、潜水業務における現場で出来る応急対応について実施可能な必須事項と推奨事項として整理し、特に再圧室の使用について整理し、提案した。さらに、現段階の潜水業務等における救急処置における主要な課題や問題点を提示した。多くの課題があるなか、現段階で可能な潜水業務における現場で出来る応急対応についての本報告が、今後の現場での安全対策に有用有効に役立つことが望まれる。また、残る課題や問題点に対して、今後の改善される方向への一助となることが望まれる。

【参考資料】

1. 高気圧作業安全衛生規則に基づく減圧表や再圧室などに関する QA (安全衛生部労働衛生課 基安労取第 0327 第 1 号 平成 30 年 3 月 27 日発行)
2. オンライン診療の適切な実施に関する指針 (厚生労働省 平成 30 年 3 月発行、令和 4 年 1 月一部改訂)
3. 「オンライン診療の適切な実施に関する指針」に関する Q & A (厚生労働省 平成 30 年 12 月発行、令和 4 年 1 月一部改訂)
4. 日本医学会連合 オンライン診療の初診に関する提言 (2021 年 6 月 1 日版)
https://www.jmsf.or.jp/news/page_872.html
accessed Apr. 20, 2022

資料C【別表】

再圧室の準備もしくは利用のための条件

1 送気式潜水

潜水条件				再圧室設置	
深 度	水中減圧時間	水中酸素減圧	再圧治療施設まで*5	船上*3	副室付き*4
40m以上 (混合ガス)	20分を越える	+		船上*3	副室付き*4
		—		潜水現場*2	
	20分以下	+	2時間を超える	潜水現場*2	
		—	2時間を超える	潜水現場*2	
10~40m	20分を越える	+		船上*3	副室付き*4
		—		潜水現場*2	
	20分以下	+	2時間を超える	潜水現場*2	
		—	6時間を越える	潜水現場*2	

2 自給式潜水

潜水条件				再圧室設置	
深 度	水中減圧時間	潜水呼吸ガス	再圧治療施設まで*5	船上*3	副室付き*4
40m以上 (混合ガス)	20分を越える	減圧時高濃度酸素混合ガス		船上*3	副室付き*4
		混合ガス		潜水現場*2	
	20分以下	減圧時高濃度酸素混合ガス	2時間を越える	潜水現場*2	
		混合ガス	2時間を越える	潜水現場*2	
10~40m	20分を越える	高濃度酸素混合ガス*1		船上*3	副室付き*4
		空気		潜水現場*2	
	20分以下	高濃度酸素混合ガス*1	2時間を越える	潜水現場*2	
		空気	6時間を越える	潜水現場*2	

○ 英国The Diving at Work Regulations 1997（1998年4月）ACOP第115条及びUSNavy diving manual Rev7を参照した。

○ 再圧室は副室付きが望ましいが作業船や潜水受注業者の規模及び再圧装置保有数の制限から一人用再圧装置利用せざるを得ない現状があるため、最低限としての基準となった。

○ 再圧室はUSNavy 再圧治療表5もしくは6を実施できるものであり、操作する者は酸素を使用した再圧処置に関する知識及び経験を有すること。

*1 高濃度酸素混合ガス：吸入気酸素分圧が1.3atmを越える

*2 潜水現場：船上設置が推奨されるが港岸壁上でも可

*3 船上：水中酸素減圧で酸素中毒発生時は動脈ガス塞栓症が発症する可能性があるため副室付き再圧室で船上減圧する

*4 再圧室：動脈ガス塞栓症を引き起こすリスクのある下記の場合は副室付きの再圧室を設置する

（1）酸素中毒：吸入気酸素分圧が1.6atm以上でおきるとされるが、強い潮流や低水温の場合には吸入気酸素分圧が1.3atm以下でも起き得る

（2）水中爆発：沈船解体時の水中切断作業では衝撃波により引き起こす可能性あり

（3）急浮上：心理的ストレスのある夜間潜水では起きる可能性あり

*5 再圧治療施設：第2種高気圧酸素治療装置を有する施設であり、第1種装置である場合には潜水現場に副室付き再圧室を設置する

現場再圧処置後は直近の救急医療施設で医学的評価に基づき追加再圧治療の要否を判断し、要すれば高濃度酸素マスクで15L／分の酸素吸入を継続しながら再圧治療施設へ搬送する