

【 シンポジウム 】

高気圧業務の現場における減圧障害の実態に関するアンケート調査

望月 徹¹⁾, 鈴木信哉²⁾, 森松嘉孝³⁾, 四ノ宮成祥⁴⁾, 和田孝次郎⁵⁾, 柳下和慶⁶⁾
東京慈恵会医科大学環境保健医学講座¹⁾, 亀田医療大学総合研究所²⁾
久留米大学医学部環境医学講座³⁾, 防衛医科大学校⁴⁾
防衛医科大学校脳神経外科学講座⁵⁾, 東京医科歯科大学高気圧治療部⁶⁾

【要約】

高気圧業務における減圧障害は、労働災害となる。そのため、高気圧作業安全衛生規則では、十分な安全対策を設けることを事業者に義務付けており、また、一定の安全基準を定めている。しかしながら、それらの基準は十分ではなく、業務に応じて追加の安全対策を実施する必要がある。安全対策の主体は個々の労働者であるが、その実態は明らかではない。そこで、高気圧業務の現場における減圧障害とその予防対策の実態を明らかにするために、潜水作業者、潜函作業者並びにダイビング・インストラクターを対象にアンケート調査を実施した。調査の結果、減圧障害は未だ高気圧業務において大きなリスクであり、その対策は労働者自身による体調管理が主体であった。高気圧業務に従事する労働者には特殊健康診断の受診が義務付けられているが、特にダイビング・インストラクターで受診率が低く、健診結果があまり活用されていない。今後は予防医学的なアプローチを導入し、健康診断の機会を捉えて積極的な医療介入や予防対策に資する情報の発信を行うことが必要である。

キーワード

予防対策, 低頻度高損害リスク, 正常性バイアス, 特殊健康診断予防医学

【Symposium】

Questionnaire survey on decompression illness in hyperbaric work in Japan.

Toru Mochizuki¹⁾, Shinya Suzuki²⁾, Yoshitaka Morimatsu³⁾, Nariyoshi Shinomiya⁴⁾, Kojiro Wada⁵⁾, Kazuyoshi Yagishita⁶⁾

1) Department of Public Health and Environmental Medicine, The Jikei University School of medicine

2) Kameda Institute for Health Sciences

3) Department of Environmental Medicine, Kurume University School of Medicine

4) Headquarters, National Defense Medical College

5) Department of Neurosurgery, National Defense Medical College

6) Hyperbaric Medical Center, Tokyo Medical and Dental University Hospital

【abstract】

Workers who perform their activities under hyperbaric conditions, may do so immersed in water (commercial divers, diving instructors, etc.) or without immersion (pneumatic caisson workers, tunnel diggers, etc.). They are exposed to the risks inherent to their occupation, in addition to specific risks linked to hyperbaric environments. In Japan, safety standards are defined according to working methods and work sectors. However, those standards are not adequate. Therefore, if necessary, hyperbaric workers take additional safety measures themselves. We investigated the safety measures that hyperbaric workers implement and the effectiveness of these measures. They used a combination

of different security measures. And about 30% of workers experienced decompression injuries. We think that the practice of improving the safety of hyperbaric work requires a preventive medicine approach. Preventive medical approach offers a new outlook and opportunities in terms of safety and health in the hyperbaric occupational sector.

keywords

Preventive Measures, Low Frequency High Loss Risk, Normalcy Bias, Special Health Examination Preventive Medicine

1. 緒言

本研究は、令和2-3年度労災疾病臨床研究補助金事業「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。

潜水や潜函作業など高気圧環境下で行われる業務は、その特殊な環境条件によるリスクが伴う。特に大気圧復帰時に生じる減圧障害は、症状が多岐に及ぶうえ、重篤な場合には死亡や後遺症の恐れがあることから、十分な対応が求められている。

減圧障害には酸素再圧処置が著効であるが、設備機材に関わるコスト面や医師法などの法規面の問題から業務の現場で行うことは難しい。そのため、現場での減圧障害対応策は予防的な措置に重点が置かれ、規則の遵守と労働者による予防対策がその中心となっている。規則には高気圧作業安全衛生規則（以下、高圧則）があり、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の基準が定められている。当該規則は2015年に大幅に改正され、より保守的な基準が設定された。しかしながら、これらは守るべき最低限の基準であり、作業環境の変化に富む高気圧業務に全て対応できるわけではない。したがって、追加の安全対策が必要となるが、これらについては、労働者自身に委ねられる部分が少なくない。体調や健康の管理が主体となっているが、具体的な指標等はなく、労働者の自助努力に頼る現状にある。

今後減圧障害予防対策をより充実させていくためには、予防対策を現場に頼るだけでなく、労働者から医療者までを含めた総合的な戦略の構築が必要である。そのためには、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、どのような予防対策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

者を対象にアンケート調査を実施し、減圧障害とその予防対策の実態について明らかにすることを試みた。

2. 方法

高気圧環境下での業務のうち、潜水作業、潜函作業及びレジャーダイビング関係を対象とし、回答は無記名方式とした。減圧障害の実態を知るために、減圧障害の既往の有無や回数、症状等について調査した。また、予防対策に関しては、労働者自身が実施している予防措置並びに健康診断の受診状況を調査した。各対象におけるアンケート調査方法を以下に示す。

2-1. 潜水作業関係

潜水作業関係については、業界団体である（一社）日本潜水協会の会員を調査対象とした。会員は実際に潜水作業に携わる潜waters（209名）や潜水工事会社（160社）の他、工事の管理監督を担当する潜水工事元請会社（以下、潜水元請者、63社）から構成されている。すべてが潜水工事に係るものであるが、担当する業務が異なることから、潜watersと潜水工事会社を対象とした調査票A1と潜水元請者を対象とした調査票A2の2種類を作成した。調査票は、会員名簿をもとに、それぞれ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。

2-2. レジャーダイビング関係

レジャーダイビング関係では、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。調査は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人に及んだため、インターネットを介したweb調査方式を用いた。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、調査用webサイトに掲

示した。cカード協議会からwebサイトのアドレスを告知し、所属する各インストラクターに参加を依頼した。

2-3. 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所属する会員企業を対象とした。当該協会に所属する会員企業のうち、潜函工事用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社と、潜函作業に労働者を派遣する下請負企業7社を対象とした。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。内訳は、潜水作業関係441名(調査票A1:288名, 調査票A2:153名), 潜函作業者316名, インストラクター368名であった。調査結果を以下に示す。

3-1 回答者の背景

[年齢]

回答者の年齢は、潜水作業者は40代(25%)と50代(31%)が多かった。潜水元請者ではさらに50代の割合が高かった(53%)。潜函作業者も同様に40代(28%)と50代(35%)が多かった。インストラクターでは30代(21%)と40代(33%)が多く、年齢層は他に比べ若い傾向にあった。

[業務経験]

業務経験年数は、いずれも21-30年が多かった。潜水作業者と潜水元請者では次いで31-40年が多く、潜函作業者とインストラクターでは11-20年が多かった。

3-2 減圧障害の現状

[減圧障害の罹患経験]

減圧障害の罹患経験に関する調査結果を図1に示

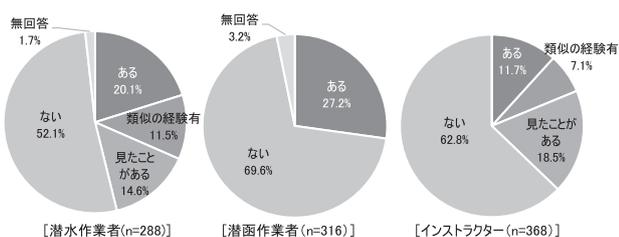


図1：減圧障害の罹患経験

す。減圧障害への罹患経験有と回答したものは潜水作業で20%, 潜函作業で27%, インストラクターで12%であった。また、潜水元請者の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。また、減圧障害が疑われる症状を経験したものは、潜水作業で12%, 潜水元請者で12%, インストラクターで7%あった。

潜水作業者とインストラクターには、減圧症へ経験回数についても調査を行った。2回以上の経験を有するとの回答は、潜水作業で54%, インストラクターで51%といずれも半数を上回った。6回以上の経験を有すると回答したものが、潜水作業で7%, インストラクターで4%あった。

[減圧障害の症状]

減圧障害の症状に関する調査結果を図2に示す。なお潜水元請者は、管理を担当した現場での経験について調査した。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:62%, 潜水元請者:50%, インストラクター:53%)。潜水作業では、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、潜水元請者では、しびれなどの感覚異常(34%), 関節の違和感(30%)が多かった。インストラクターでは、しびれなどの感覚異

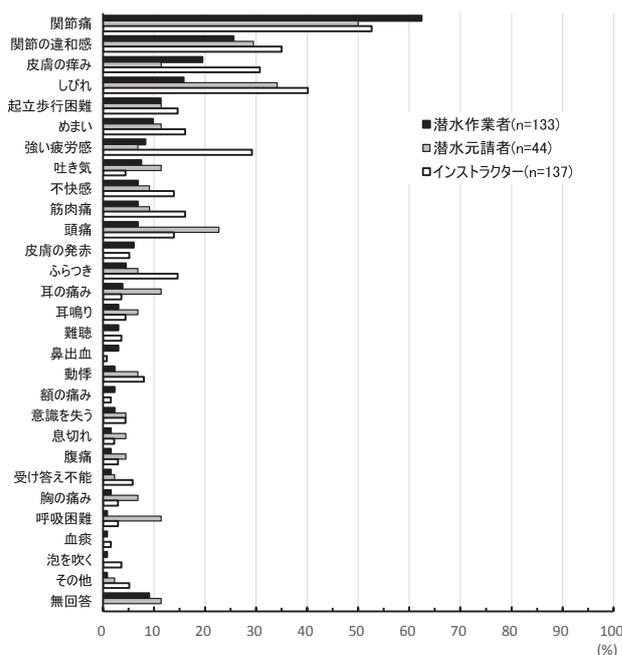


図2：減圧障害の症状(複数回答)

常(40%)、皮膚の痒み(31%)、強い疲労感(30%)が多かった。潜水作業者とインストラクターを比較すると、吐き気やめまい、不快感、起立歩行困難などの神経障害が疑われる症状の割合がインストラクターで多い傾向にあった。

3-3 減圧障害の予防対策

[減圧障害の予防対策]

潜水作業者、潜水請負者及びインストラクターが実施して予防対策を図3に示す。調査は回答選択肢から該当するものを選択する複数回答とした。

潜水作業者では、「無理な潜水をしない」、「無減圧潜水を心掛ける」、「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%を超えていた。一方インストラクターでは、「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%を超えていた。これらのことから、特にインストラクターでは、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。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%、インストラクターでは3%であった。

潜函作業者の調査結果を図4に示す。潜函作業者に対する調査では、自身が実施する予防対策を全て記述させ、それを内容毎に分類した。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

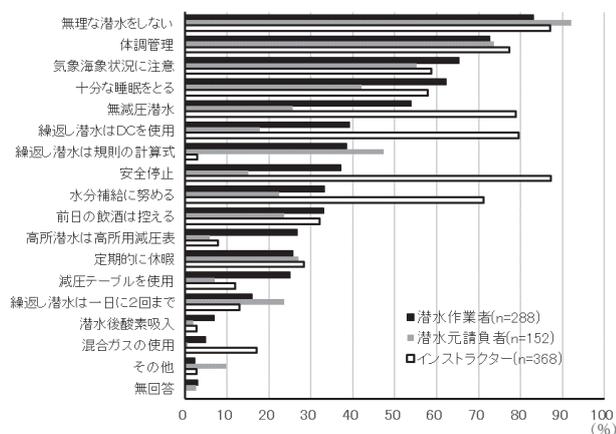


図3: 潜水業務で利用される減圧障害予防対策 (複数回答)

やさない」が最も多かった(38%)。また、「酸素減圧を確実に行う」や「減圧スケジュールの厳守」等比較的受動的な予防対策が多い傾向にあった。

[健康診断の受診状況]

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、6か月毎の特殊健康診断の受診が義務付けられている。そこで、潜水作業者とインストラクターを対象として、健康診断の受診状況を調査した。結果を図5に示す。一般健康診断と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87%、インストラクターで32%であった。どちらの健康診断も受診していないものは、潜水作業者で1%、インストラクターで7%であった。インストラクターでは、特に特殊健康診断が軽視される傾向が見られた。

4. 考察

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インストラクター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

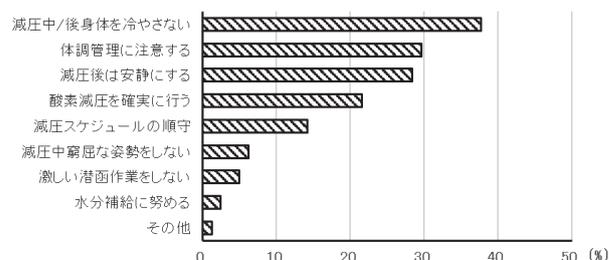


図4: 潜函作業で利用されている減圧障害予防対策 (複数回答)

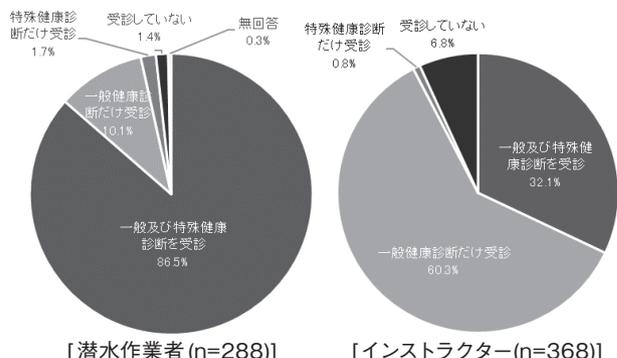


図5: 一般及び特殊健康診断受診状況

たものと考えられる。今回の調査結果について以下のように考察する。

4-1. 減圧障害の現状

今回の調査で、減圧障害並びに類似の症状の経験が有るとしたものは、潜水作業員で32%、インストラクターで19%、潜函作業員で27%であった。さらに、減圧障害の罹患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員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¹⁾、対策が深化していない現状が伺える。

報告された症状は多岐にわたるが、潜水作業員とインストラクターを比較したとき、前者では関節痛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、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²⁾、インストラクターにおいても同様の現状が認められた。2018年の国際会議で提案された減圧障害の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³⁾。これに従えば、潜水作業員に比べ、インストラクター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。

4-2. 減圧障害の予防対策

減圧障害の発症には多様な要因が影響することから、予防対策も様々なものが実践されている。今回の調査では、特にインストラクターで多数の予防対策が併用されていた。一方潜函作業員では、予防対策に積極的な様子は伺えなかった。これらの状況は、減圧障害罹患数にも現れており、インストラクターでは潜函作業員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、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、減圧障害の処置に影響を及ぼしている可能性がある。減圧障害の特徴として、「発生頻度は低いが、発生すると大変な影響をもたらすリスク」であることが上げられる。この種のリスクは低頻度高損害リスクと呼ばれている⁴⁾。この種のリスクは、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。減圧障害に対しては「恐ろしさ」を強く感じるため、自身が減圧障害に罹患した場合に、「健康には自信があり、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、これが減圧障害に対する初動を遅らせ、症状の重症化を招く要因となる可能性がある。今回の調査では、インストラクターにこの傾向が強く認められた。インストラクターは、特殊健康診断の受診率が低く、重篤な症状の割合が高かった。これらは、低頻度高損害リスクに対する正常性バイアスが影響していると考えられる。

これらを防ぐためには、減圧終了後に異常を感じた際には、まず自分自身が減圧障害を疑い、専門医に相談するという認識を強くインプットすることが必要である。具体的には、教育などを通じて減圧障害に対する理解を深めるとともに、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である。高気圧業務従事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⁵⁾、一定のスクリーニング効果が期待できることから、特にインストラクターに、その受診を強く働きかけていくことが重要である。

5. 結語

今回のアンケート調査によって、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が明らかになった。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、それに伴って、ヘリウム混合ガスや酸素減圧の利用など新たな技術の利用が必要となる。これらは、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。今後予防対策を推進していくためには、労働者や業務の現場に予防対策を委ねるのではなく、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段階の予防対策を設けており、

減圧障害に対しては、これらすべての段階において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予防対策はより効果的で充実したものになることが期待できる。

6. 謝辞

アンケート調査にご協力いただいた高気圧業務関係者の皆様に深謝申し上げます。

参考文献

1) 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

- 2) 眞野喜洋. 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
- 3) 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.
- 4) 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
- 5) 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>