

【第43回学術総会シンポジウム2:ダイビングの安全基準】

潜水における減圧症予防のための具体的対策 —職業潜水者からレクリエーションル潜水まで—

芝山 正治¹⁾ 山見 信夫^{2,3)} 外川 誠一郎³⁾ 柳下 和慶³⁾ 岡崎 史紘³⁾
小宮 正久²⁾ 眞野 喜洋^{2,3)}

駒沢女子大学人間健康学部¹⁾

東京医科歯科大学大学院健康教育学²⁾

東京医科歯科大学医学部附属病院高気圧治療部³⁾

キーワード レジャーダイバー, 漁業潜水者

【Symposium】

Preventive measures of decompression sickness in diving

Masaharu Shibayama¹⁾, Nobuo Yamami^{2,3)}, Seiichiro Togawa³⁾, Kazuyoshi Yagishita³⁾, Fumihiro Okasaki³⁾
Masahisa Komiya²⁾, Yoshihiro Mano^{2,3)}

1) Faculty of Human Health, Komazawa Women's University

2) Occupational Health Education, Tokyo Medical and Dental University

3) Hyperbaric Medical Center, Tokyo Medical and Dental University

keywords recreational diver, Fisherman diver

1. はじめに

レジャーダイバーの「ダイビングの安全基準」^{1,2)}を論じるシンポジウムであるが、漁業潜水者に対して行われてきた安全対策³⁻⁷⁾を先に論じ、その後には本題のテーマを論じる。

潜水作業の職種には、港湾・海洋・研究・救助潜水および漁業潜水があり、それ以外にレジャー潜水がある。レクリエーションルダイバーは職業潜水者ではないが、ガイドダイバーやインストラクターダイバーは職業潜水者である⁸⁾。いずれにしても潜水を行うことにより減圧症(DCS)の危険性はつきまとい、予防対策を講じる必要がある。東京医科歯科大学で動脈ガス塞栓症(AGE)と減圧症を含めた減圧障害(DCI)の治療を行った件数は、1966～2001年までの36年間に年平均23件(3～66件)であり、レジャーダイバーの占める割合は数件にとどまっていた。しかし、2002年以降は年

間300件前後と急増し、その殆ど(90%以上)がレジャーダイバーで占めている(図1)^{9,10)}。我々の調査研究によるとレジャーダイバーの年間のDCI発症件数は1,000件^{11,12)}といわれ、その半数が病院を受診していることから考えて東京医科歯科大学で年間300件前後のレジャーダイバーが受診したとしても不思議ではない。

ダイビングの安全基準を論じる前に、我々が漁業潜水者に対してDCS発症予防対策を実施した具体的な内容を紹介して、その中でレジャーダイバーに対応可能な方策を検討することとする。

2. 漁業潜水者の安全対策

(1) 北海道地区の予防対策

定置網の点検修理、設置解体作業による潜水が行われている。本地区は延べ193人の潜水者が従事し、うち9人に減圧症経験者を有する(減圧症罹患率4.7

%)³⁾。

過去においては定置網深底部の水深90mまでをスクーバで潜水し、減圧症発症を認めている^{3,4)}。深い潜水により減圧症の危険性がより高くなることは潜水者自身が自覚している。しかし雇用責任者は潜水の基礎知識がないため深い潜水と減圧症との関係が理解できない。このことを解決するために、1980年以後毎年春の就業前に我々が現地に出向いて健康診断を行っている³⁾機会を利用して、雇用責任者との話し合いおよび講習会を実施した。その結果、安全対策として水深40m以上の潜水は原則禁止するとともに、潜水業務の割合をできるだけ減らす方針にしたことで、1994年以後の減圧症は発症していない。潜水プロフィールの調査研究においても減圧症の危険閾値には達していない結果となった。雇用責任者と潜水従事者および我々の努力によって安全対策が進み、成果が認められた地区である。

具体的な予防対策は、深い深度の制限、潜水作業そのものの減少である。

(2) 伊豆諸島B地区の予防対策

本地区の潜水は、高級魚とされるタカベを追い込み

で捕獲する追い込み漁業潜水である。スクーバを用いての追い込み潜水漁法の特徴から、1日の繰り返し潜水回数(平均5.6回)は同漁法の中で最も多い地区である(伊豆諸島, 沖縄と比較して)^{13,14)}。1979年には減圧症で死亡者が発生している。

基本的な漁法は、深い方から浅い方へ魚を追い込み、10m前後で袋網を入れて魚を揚げるが、この間、多い時でタンク10本を使うことがある。通常の漁法であれば減圧症の心配はないプロフィールであるが、途中で魚が網から逃げて一連の追い込み作業が中断されたり、途中まで追い込んだ後に海流などで漁法が変更されるような状況になったりすると、袋網作業の水深10m前後で自然に行われている水中減圧ができず、減圧症発症への危険性が高まってしまう。過去の死亡事故のケースは、袋網が終わった後に網が深い方に流され水深60mで岩に絡み、潜水者が潜らなければならない状況になったことが原因となり、重症の減圧症で死亡に至っている。その後、深い潜水は原則的に禁止されたが、2~3年に1度は減圧症が発症し、東京医科歯科大学で治療を受けている。1990年に同地区の診療所内に第Ⅱ種の高気圧酸素治療施設が設置され、減圧症発症に対して敏速な対応が可能となっ

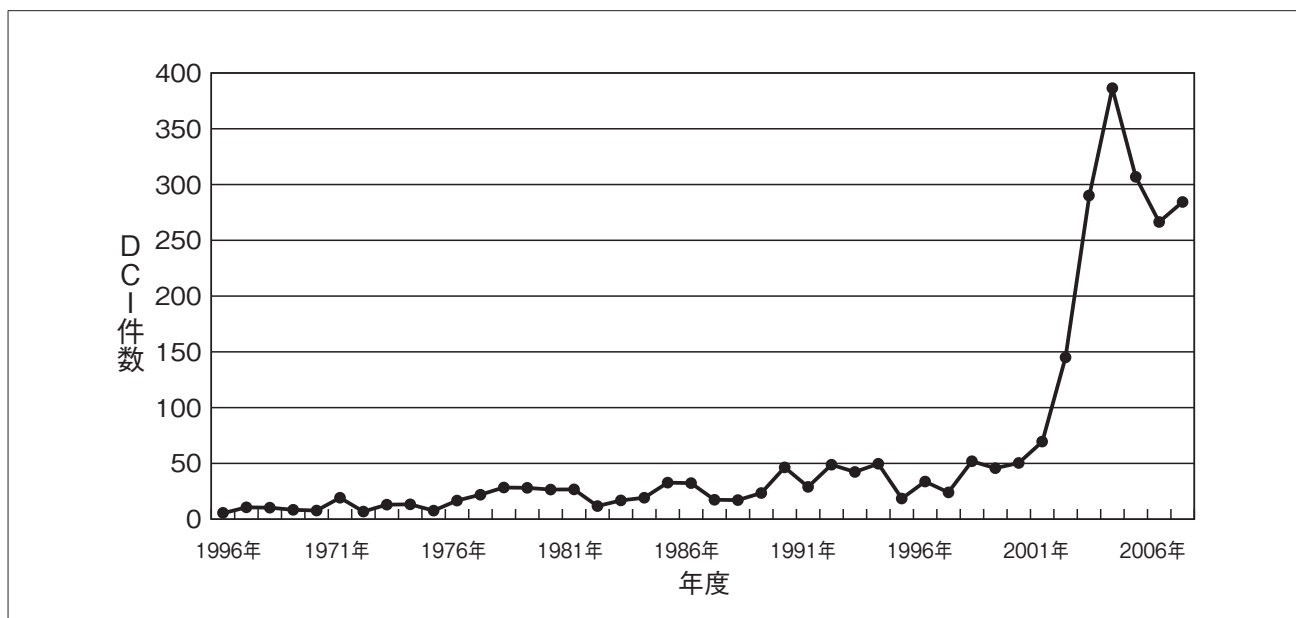


図1 東京医科歯科大学でDCI (減圧障害) の治療を行った件数の推移 (1966年～2007年)

DCI件数は潜水だけであり、圧気作業者は含まれていない。

2001年より新型の高気圧治療装置が設置された(最大収容人数16名)。

2004年の件数は389件、インストラクターとレクリエーションダイバーの件数は353件。

たと同時に、予防対策についての意識が高まり、1998年に1例の減圧症が発症したのを最後に以後発症していない。

潜水プロフィールの調査により減圧症の危険性は2.1%の潜水に対して認められたが、発症までには至っていない¹⁴⁾。但し、追い込み潜水以外の銚突き漁法では重篤な減圧症が発症している。

具体的な予防対策は、深い深度の制限、減圧症発症時の敏速な再圧治療体制である。

同地区は後継者不足、漁獲量の減少などにより、長年続いた追い込み漁法を2008年より中止することとなった。中止2年目の本年に至っても再開されていない。

(3) 伊豆諸島C地区の予防対策

本地区の潜水は、B地区同様タカベの追い込み潜水であるが、潜水器は送気式である。減圧症は毎年数名発症しているが、その年の漁業海域により発症件数に増減がある¹⁵⁾。

潜水プロフィール調査では、最大水深の平均が21.3m、平均水深が15.3mとB地区よりも深い傾向を示している。減圧症の危険性は20.3%であり、危険な潜水を継続しているといえる。調査された2005年は同じ海域で約90%操業(50日)していたようで、その海域が深い場所であったことが要因となり、5件の減圧症発症を認めている。漁業者は危険な潜水とは認識しているものの経済的な理由からどうしても無理をしてしまう状況である。過去においては1日に2～3回の追い込み漁法を行っていたが、近年においては減圧症予防を考え1日に1回の追い込み漁法に止めている¹⁴⁾。

同地区は1970年頃に漁業組合内に再圧室が設置され、その後の1988年頃に診療所内に第Ⅱ種の高気圧酸素治療施設が設置された。以後、減圧症発症に対する準備が整備され、速やかな治療が可能となったことが、重篤な減圧症発症例が幸いにも少ない状況を保っているといえる。

毎年、操業が終了する秋には定期的健康診断を受診するために東京都内の病院を訪れ、その後、東京医科歯科大学に来ていることから、この関係を大切にして減圧症発症時の対応と安全潜水についての話し合いを続けていく考えである。

具体的な予防対策は、潜水時間の制限、減圧症発症時の敏速な再圧治療体制である。

(4) 沖縄地区の今後の対策

追い込み潜水漁法をスクーバ潜水で行っている⁷⁾。

沖縄の宮古島地区では、後継者不足により潜水者が不足し、追い込み漁法を成功させるために、どうしても無理な潜水は避けられない状況である。1日の潜水回数が平均6回であり、袋網は3回程度である。1回の袋網で2回の繰り返し潜水を行っているが、1回目は袖網を入れ、2回目で追い込みを行っている。グルクン成魚の性質は追込まれると海底へ、幼魚は海面へ逃げるため、潜水者も海底に沿ってグルクン成魚を追い込むことになる。結果的に1回目よりも2回目の水深が深くなり、減圧症発症危険率が高まることになる。

潜水プロフィール調査において、減圧症の危険性は調査潜水日の58.6%で高い状態であった。実際に減圧症罹患事例が多くある。調査時に脊椎型減圧症の発症を確認したが、医療施設が近隣にないことなどから「ふかし」を行っていた。同地区での今後の追い込み潜水漁業の将来が大変危惧される¹⁴⁾。

近年においては、漁獲量の減少、労働条件の過酷さなどから後継者不足に陥り、衰退の一途をたどっている。

予防対策は、残念ながら特に行われていない。

3. レジャーダイバーの具体的な安全対策

レジャーダイバーは、潜水講習を受講した時のインストラクター(潜水指導団体)の安全基準に準じて、その後のダイビングを行っている。しかし、ファンダイビングでは、現地のガイドダイバーに引率されてのダイビングが多く、深度・潜水時間・安全停止などはガイドダイバーの指示に任せることが多い¹⁶⁾。安全対策は、個人の責任において行うべきであるが、ガイドダイバーに頼らなければならないケースも存在する。

減圧症予防のための具体的対策としては、次の事柄が考えられる。

(1) 30m以上の潜水は避ける。

DCSは深い深度との関係が高いことから、不必要な深潜水は避ける。

(2) 繰り返し潜水回数は、2回までに止める。

繰り返し潜水回数が多いとDCSの発症が高いことから、1回目よりも2回目に深度を浅くし、どうしても3回以上の潜水を必要とするのであれば深度10m未満に止めるべきである。

(3) ナイトロックスガスを使った潜水を積極的に行う。

ナイトロックスガスを使いナイトロックスガス用の減圧表(ダイビングコンピュータ)を使ったのでは安全率は高まらないので、空気の減圧表(ダイビングコンピュータ)を使ったダイビングによって減圧症の安全率を高める。

(4) 潜水後速やかに純酸素を25分以上吸入する(現地に設置を要する)。

日本の法規制では純酸素を吸入することは問題が多いが、DANの酸素供給法を用いてダイビング後に自分自身の判断で酸素を吸入することは減圧症発症の予防手段となる。

(5) 潜水後は高所(400m以上)移動を避ける。

伊豆半島西海岸でダイビングした後、東京圏に戻る場合は必ず400m程度の高所を移動しなければならない。この場合の対策として、①アメリカ海軍標準減圧表の反復グループがFダイバーより若くする。②(3)のナイトロックスガスを使った潜水をして、空気の減圧表(ダイビングコンピュータ)で無減圧範囲内に止めるダイビングとする。③(4)の純酸素を25分吸入する。などの方法を行うことで減圧症予防対策となり、安全率を高めた移動が可能である。

文 献

- 1) ワークショップ ダイビングの安全基準: 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2007;42:203-206.
- 2) シンポジウム ダイビングの安全基準: 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2008;43:127-129.
- 3) 芝山正治: 北海道地区の漁業潜水者に対する健康管理, 駒沢女子大学研究紀要 2002;9:169-179.
- 4) 津田紫緒: 特殊業務従事者の健康管理に関する一考察—高気圧作業特殊健康診断結果の推移から—, お茶の水医学雑誌 2005;53:53-65.
- 5) 芝山正治, 山見信夫, 外川誠一郎, 柳下和慶, 眞野喜洋: 北海道と伊豆諸島の漁業潜水者の潜水プロフィールからみた減圧症予防対策, 日本高気圧環境・潜水医学会, 2007;42:109-113
- 6) 芝山正治: ダイビングデータレコーダーを用いた漁業潜水者(神津島の追い込み漁法)の潜水プロフィールに関する実態調査, 駒沢女子大学研究紀要, 1995;2:151-157.
- 7) 芝山正治: 沖縄地区の追い込み漁業潜水者の潜水プロフィールからみた減圧症の危険率, 駒沢女子大学研究紀要, 2008;15:75-85.
- 8) 中央労働災害防止協会: 潜水士テキスト, 第4編 労働安全衛生法第20条9 就業制限に係わる業務. 東京: 中央労働災害防止協会, 2008; pp309.
- 9) 眞野喜洋, 芝山正治, 山見信夫: 減圧症発症に年次推移と職業別及び病型別分類, 日本高気圧環境医学会雑誌 1997;32:249-257.
- 10) 芝山正治, 眞野喜洋, 山見信夫: レジャーダイバーの潜水障害発生頻度に関する研究—レジャーダイバーの年間減圧症罹患件数—, 平成16~18年度厚生労働省科学研究費補助金分担総合研究報告書, 2007; pp37-39.
- 11) 芝山正治, 小宮正久, 山見信夫, 外川誠一郎, 柳下和慶, 中山晴美, 岡崎史紘, 眞野喜洋: レジャーダイバー調査(10年間)からみたダイバー人口動態の推移, 日本高気圧環境・潜水医学会, 2007;42:17-21.
- 12) 芝山正治: レジャーダイバーの減圧障害(DCI)発生件数を推移, 駒沢女子大学研究紀要, 2007;14:103-109.
- 13) 芝山正治, 眞野喜洋: 追い込み漁潜水作業における潜水プロフィールと労作強度, 日本衛生学会誌, 1989;44:587-594.
- 14) 眞野喜洋, 山見信夫, 芝山正治: 高気圧作業に伴う標準減圧表の安全性評価のための疫学的調査に関する研究, 平成16~18年度厚生労働省科学研究費補助金総合研究報告書, 2007; pp174-201
- 15) 芝山正治: ダイビング・データ・レコーダーを用いた漁業潜水者(神津島の追い込み漁法)の潜水プロフィールに関する実態調査, 駒沢女子大学研究紀要, 1995;2:151-157.
- 16) 芝山正治, 小宮正久, 山見信夫, 外川誠一郎, 柳下和慶, 中山晴美, 岡崎史紘, 眞野喜洋: ガイドダイバーの潜水プロフィールと窒素ガス溶解量から減圧症発症予防対策を考察, 日本高気圧環境・潜水医学会関東地方会誌, 2007;6:28-30.