

関東に在住するスポーツダイバーの特異的な潜水活動；特に潜水後の高所移動による減圧症の発症について

Peculiar diving activity on sport divers who live in Kanto-area ; decompression sickness by movement to altitudes after diving

山見 信夫^{*1}, 眞野 喜洋^{*1}, 芝山 正治^{*2}
高橋 正好^{*3}, 中山 晴美^{*4}, 水野 哲也^{*5}

キー・ワード : diving, decompression sickness, altitude
潜水, 減圧症, 標高

【要旨】 減圧症98名について検討した。潜水後高所移動しなかった症例は63名、高所移動した症例は35名であった。潜水後高所移動した症例は、高所移動しなかった症例よりも潜水後から減圧症発症までの時間が長かった($p < 0.001$)。伊豆半島の西海岸で潜水し、その後高所移動したダイバーの割合は92.1%であった。高所移動した減圧症発症例には、潜水終了時点での反復グループ記号がAからFのダイバーはいなかった。伊豆半島の西海岸で潜水し、高所移動する際には、潜水終了時点の反復グループ記号がFより安全な記号であることが望ましいと考える。

■はじめに

減圧症は潜水によって発症するが、飛行機搭乗による低圧曝露によっても起こることが知られている¹⁾。潜水後の水面休息時間(海面レベルでの待機時間)の少ない飛行は、減圧症の危険性を増加するといわれており、スポーツダイバーにおいても、潜水後の飛行機搭乗が問題視されてきた。これまで潜水後の飛行機搭乗については、多くのガイドラインが提唱されているが²⁾、自動車などによる陸上の高所移動の影響についての報告は非常に少ない^{3,4)}。我々の調査では、伊豆半島の西海岸において、夏期中、終末には数千人ものダイバーが訪れ、そのほとんどが潜水後短時間のうちに高所を通過して東京または東京近県に帰宅して

いる^{5,6)}。そこで我々はスポーツダイバーにおける潜水後の陸上の高所移動と減圧症との関係について検討した。

■方法

1. 対象と調査内容

対象は1992年4月から1998年3月までの6年間に Divers Alert Network (DAN) Japan の24時間緊急電話ホットライン⁷⁾で対応した減圧症205名のうち、SCUBA 潜水を行ったスポーツダイバー、およびそれらのダイバーを引率するインストラクターまたはガイドダイバーとした。

調査内容は、年齢、性別、在住地の都道府県名、潜水地、潜水地から帰宅場所までの経路、潜水開始時間、最大深度、潜水時間、水面休息時間、浮上速度が18m/分以上か否か、潜水終了時間、前日の潜水終了から当日(調査対象とした潜水)の1回目の潜水までが12時間以上経過していたか、高所を移動したダイバーについては、そのダイバーが最も高い標高に到達した時間、発症時

*1 東京医科歯科大学医学部保健衛生学科

*2 駒沢女子大学人文学部

*3 資源環境技術総合研究所安全工学部

*4 上浦協同病院麻酔科

*5 東京医科歯科大学教養部

ダイビング後の高所移動

Diving medicine
ダイビング医学
-Nobuo Yamami-

関東に在住するスポーツダイバーの特異的な潜水活動；特に潜水後の高所移動による減圧症の発症について

間、高気圧酸素療法を受ける前の前処置、潜水終了から高気圧酸素療法を受けるまでに出現したすべての症状、臨床所見、病型とした。複数回の潜水を行ったダイバーについてはそれぞれの潜水について、最大深度、潜水時間、各潜水間の水面休息時間を調べた。潜水時間は、通常潜降開始から浮上(減圧)開始までの時間であるが、潜水中深度が刻々と変化するようなマルチレベルの潜水では、浮上開始時点を知ることは不可能であるため、潜水開始から海面に浮上するまでの時間とした。高所の定義は、Buehlmann の高所潜水の減圧テーブル⁸⁾で扱われている標高400m以上とした。圧力については気象による影響を考慮しなかった。発症時間については、ダイバーが最初の症状を自覚した時間とした。減圧症の病型は Golding (ほかの分類⁹⁾)によってⅠ型(関節痛または筋肉痛のみを示すタイプの減圧症)またはⅡ型(関節痛または筋肉痛以外の症状を伴う減圧症)に分けられた。搔痒や発疹などの皮膚症状が出現した減圧症はⅠ型に分類した。調査はダイバーが携帯しているダイビングコンピュータ、電話または医療施設受診時の問診、診療時の診療録、および受診先の医師からの情報提供のいずれか、またはそれらすべてによって行われた。

以下にあげた症例については対象者としなかった。調査内容のいずれかが得られなかった症例、高所移動をしたか否かが不明な症例、前日の潜水から水面休息時間が12時間以上経過していない症例、漁業者、ダイビングインストラクターまたはガイドダイバー以外の職業ダイバー、高所潜水をした症例、1度潜水してから次の潜水を行うまでの間に高所移動をした症例、潜水前より何らかの症状があった症例、一連の潜水においてSCUBA以外の器材を使用して潜水した症例、水面休息時間の発症例、動脈ガス塞栓症、またはそれとの鑑別ができなかった症例、潜水終了後に飛行した症例、高気圧酸素療法を受ける前に酸素吸入などの前処置を行った症例、空気ボンベ以外のガスを使用して潜水した症例である。

症例は3つのGroupに分けられた。潜水終了後高所移動しなかったにもかかわらず減圧症が発症した症例をGroup Aとした。潜水終了後高所移動した症例はGroup Bとした。Group Bについては高所移動後に減圧症が発症した症例をGroup B-a、減圧症が発症した後に高所移動した

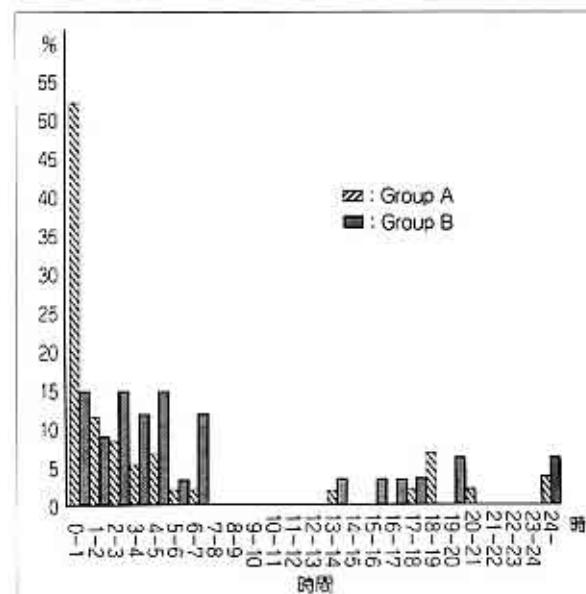


図1 潜水後高所に移動しなかった症例(Group A)と高所を移動した症例(Group B)における、潜水終了から減圧症発症までの時間

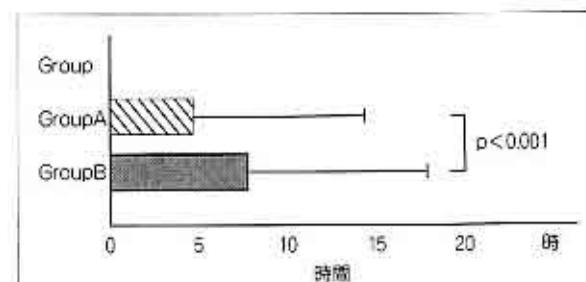


図2 潜水後高所移動しなかった症例(Group A)と高所移動した症例(Group B)の潜水終了から減圧症発症までの時間

症例をGroup B-bとした。

Group Aの年齢は 30.2 ± 7.7 (平均±標準偏差)歳、性別は男性が51名、女性が12名、潜水回数は 2.0 ± 0.7 回、潜水深度は 25.3 ± 10.3 m、潜水時間は 39.4 ± 15.0 分、水面休息時間は 94.6 ± 56.7 分であった。Group B-aの年齢は 28.6 ± 4.5 歳、性別は男性が16名、女性が10名、潜水回数は 2.1 ± 0.7 回、潜水深度は 23.7 ± 8.0 m、潜水時間は 38.3 ± 11.4 分、水面休息時間は 107.9 ± 50.9 分であった。Group B-bの年齢は 25.1 ± 3.1 歳、性別は男性が4名、女性が5名、潜水回数は 1.9 ± 0.8 回、潜水深度は 31.1 ± 14.4 m、潜水時間は 35.2 ± 13.7 分、水面休息時間は 96.4 ± 34.3 分であった。

ダイビング後の高所移動

Diving medicine
ダイビング医学
-Nobuo Yamami-

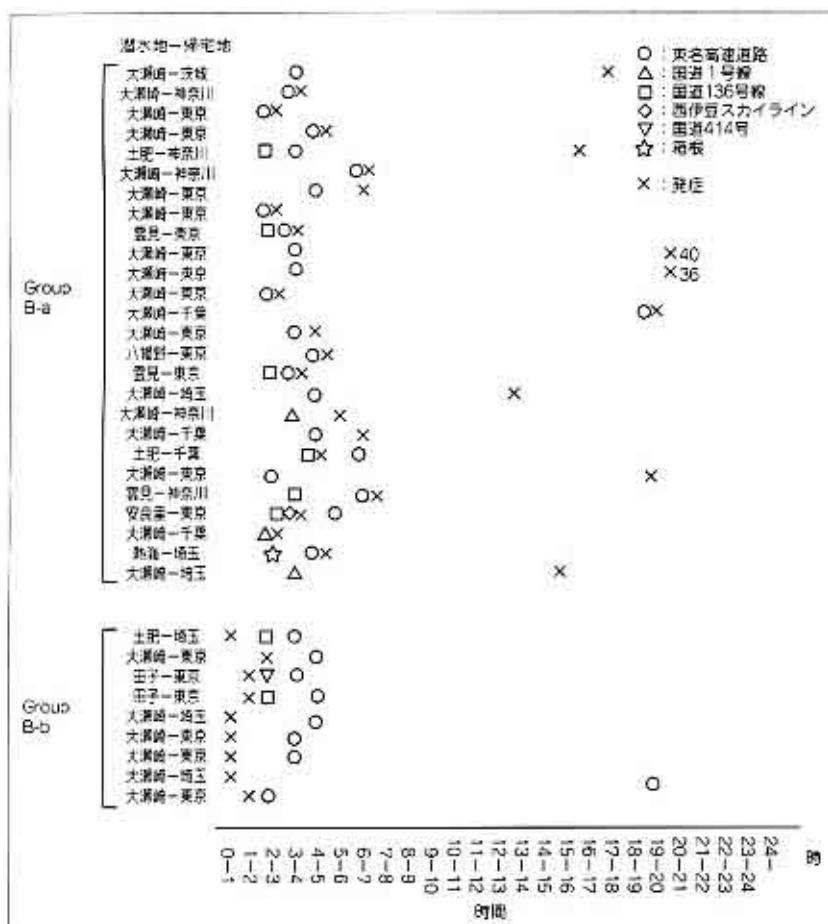


図3 潜水後高所移動した症例における、高所に到着した時間(○, △, □, ◇, ▽または☆)と減圧症が発症した時間(X)

2. Group A と Group B についての検討

全症例について潜水終了から減圧症発症までの時間を算出し、潜水後1時間ごとの発症率を比較した。また、潜水終了から減圧症発症までの時間については、Mann-Whitney's U検定を行って、Group A と Group B とを比較した。Group B については、潜水終了から高所に到達するまでの時間を算出し、Group B-a については高所移動後から減圧症発症までの時間を算出した。高所移動経路は国土地理院発行の関東甲信越1:500,000地方図(1992年11月1日発行)で確認された。潜水終了後2回以上高所移動するダイバーでは最初に高所に到達するまでの時間を高所移動までの時間とした。減圧症の病型については χ^2 独立性の検定(chi-square test for independence)を行い、Group A と Group B-a を比較した。潜水後のダイバーの残留窒素量を示す反復グループ記号は、U.S. Navy の標準空気減圧表(標準減圧表)¹⁰⁾に

よって判定された。反復グループ記号は、最終潜水の終了時点で判定された。

■ 結 果

Group A は63名、Group B-a は26名、Group B-b は9名であった。

1. 潜水終了から減圧症発症までの時間

図1にGroup A と Group B について、潜水終了から減圧症発症までの時間を示した。

Group B はGroup A より潜水終了後2時間未満の発症率が小さく、逆に2時間から7時間未満の発症率は大きかった。また、Group A と Group B はともに、7時間から13時間未満の発症例はないが、13時間から21時間未満の発症例があった。この時間の発症は起床時または睡眠中に覚醒し、症状を自覚した症例であった。

図2は、潜水終了から減圧症発症までの時間について、Group A と Group B を比較したもので

ダイビング後の高所移動

関東に在住するスポーツダイバーの特異的な潜水活動：特に潜水後の高所移動による減圧症の発症について

ある。Group A と Group B との間には、 $p < 0.001$ で有意差があった。

2. 高所移動例における高所に到達した時間と減圧症が発症した時間

図3には、Group B-a と Group B-b について、高所に到達した時間、減圧症が発症した時間、潜水地および帰宅地を示した。高所移動の経路と標高は、東名高速道路では御殿場付近が標高400m以上、国道1号線では箱根が標高800m以上、国道136号線では船原峠が標高400m以上、西伊豆スカイラインを通過するコースでは標高800m以上、国道414号線では天城峠が標高800m以上、箱根から乙女峠を通過するコースでは標高1,000m以上であった。高所の移動距離は約10～30kmであった。高所移動で最も多い経路は東名高速道路の32例(高所移動例の91.4%)であった。また潜水地で最も多かったのは大瀬崎の24例(高所移動例の68.6%)であった。また全対象者のうち、大瀬崎で潜水して高所移動をしなかったダイバーは2例のみで、大瀬崎で潜水したダイバーの高所移動率は92.3%(24例/26例)であった。また、伊豆半島の西海岸で潜水して、高所移動しなかったダイバーは、大瀬崎に潜水した例も含めて3例のみで、高所移動率は92.1%(35例/38例)であった。Group B-a における高所移動後から発症までの時間は 5.5 ± 10.2 時間であった。

3. 潜水終了から高所に到達するまでの時間

図4には、Group B について、潜水を終了してから最高の標高に到達するまでの時間を示した。潜水終了から高所に到達するまでの時間は 4.1 ± 3.9 時間であった。ほとんどの症例が潜水後2時間から5時間未満のうちに高所を通過していた。

4. 減圧症の病型

表1はGroup A と Group B-a における病型分類である。Group A も Group B-a もⅡ型が約60%を占めており、各Group間に病型の出現のし方に有意差はなかった。

5. 最終潜水終了時点の反復グループ記号

表2はGroup A と Group B-a、およびGroup B-b における反復グループ記号である。全症例の85.7%(84例/98例)が反復グループ記号が判定できなかった。反復グループ記号を判定できたダイバーには、Group A からFまでの発症者は存在しなかった。

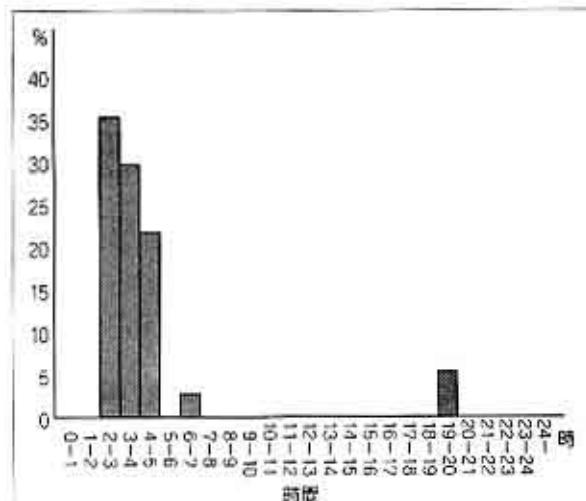


図4 潜水後高所移動した症例(Group B)における潜水終了から高所に移動するまでの時間

表1 潜水後高所移動しなかった症例(Group A)と高所移動後に減圧症が発症した症例(Group B-a)の減圧症の病型

| Group | I % | II % | 計 % |
|-----------|---------|---------|----------|
| Group A | 26 41.3 | 37 58.7 | 63 100.0 |
| Group B-a | 9 34.6 | 17 65.4 | 26 100.0 |
| 計 | 35 39.3 | 54 60.7 | 89 100.0 |

■ 考 察

まずこの調査には、結果に与えるいろいろなバイアスがある。早朝または夜中に症状を自覚したダイバーでは、睡眠中から症状が存在していたことが考えられ、発症時間に影響を与えている可能性がある。また今回の調査では、U.S. Navy のダイビングマニュアル¹⁰⁾に従い、水面休憩が前日の潜水終了から12時間以下のダイバーについては対象者としなかったが、12時間以上経過した症例でも、全く残留窒素がないというわけではないため、最近の潜水活動が調査に影響している可能性がある。

潜水終了後1時間未満の減圧症の発症は、高所移動したグループだけでなく、高所移動しなかったグループにおいても、これまでの報告と比較してその発症率が低い¹¹⁾。通常動脈ガス塞栓症は、潜水終了後30分以内に発現するが、動脈ガス塞栓症と鑑別が困難であった症例、または合併している症例を対象者としなかったことが影響して

表2 潜水後高所移動しなかった症例(Group A)と高所移動した症例(Group B)における最終潜水終了時点の反復グループ記号

| Group | A-F(%) | G(%) | H(%) | I(%) | J(%) | K(%) | L(%) | M-Z(%) | 判定不能(%) | 計 |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|-----------|
| Group A | 0(0.0) | 0(0.0) | 3(4.8) | 2(3.2) | 1(1.6) | 1(1.6) | 1(1.6) | 0(0.0) | 55(87.3) | 63(100.0) |
| Group B-a | 0(0.0) | 1(3.8) | 2(7.7) | 1(3.8) | 0(0.0) | 2(7.7) | 0(0.0) | 0(0.0) | 20(76.9) | 26(100.0) |
| Group B-b | 0(0.0) | 0(0.0) | 0(0.0) | 0(0.0) | 0(0.0) | 0(0.0) | 0(0.0) | 0(0.0) | 9(100.0) | 9(100.0) |
| 計 | 0(0.0) | 1(1.0) | 5(5.1) | 3(3.1) | 1(1.0) | 3(3.1) | 1(1.0) | 0(0.0) | 84(85.7) | 98(100.0) |

いるのかもしれない。また低圧曝露後の症状の出現時期について、Vann ほか¹²⁾は65例中19例(29.2%)が離陸後に発症し、それ以外の多くの症例が着陸後に発症したと報告している。またWeien ほか¹³⁾は、U. S. Air Force の訓練飛行740,000名中526例に減圧症が発症し、そのうちの23%が飛行中に、34%が飛行後2時間以内に、43%が2時間以降に発症し、飛行後12時間以降の発症例も存在したことを報告している²⁾。さらにBason ほか¹⁴⁾はU. S. Navy の減圧チャンバーを用いた実験例140名の減圧症について、半数以上の被験者が減圧状態から常圧に復帰した後に発症したと報告している。我々の調査でも、高所移動後の発症例においては、高所移動後から発症までの時間は平均5.5時間と長く、低圧曝露後すぐに症状が出現しているわけではない。この傾向は、発症時間に遅れのある飛行やチャンバーの症例と類似しているといえる。

減圧症の病型については、これまでII型よりI型の発症率が高いという報告が多い^{15,16)}。U. S. Navy のダイバー、経験豊富なダイバー、圧気土木作業者などを対象とした報告では、減圧症の80%以上がI型減圧症である¹⁾。一方、レクレーションダイバーにおいては、I型よりII型が多いという報告もある^{17,18)}。Lechner ほか¹⁹⁾は、動物実験において長時間の浅い潜水よりも、短時間で深い潜水の方が、II型減圧症の出現率が高いと述べている。我々の調査においては、I型よりII型減圧症が多く、これまでのレクレーションダイバーの報告と類似する結果であった。

U. S. Navy のダイビングマニュアルでは、潜水時間は、潜水開始から減圧開始までとしている¹⁰⁾。しかし、現在日本で使用されている多くのダイビングコンピュータには、減圧開始時間を表示する機種は少なく、潜水時間として表示される時間は、潜水開始から海面に浮上するまでの時

間である²⁰⁾。通常スポーツダイバーが行うマルチレベルのダイビングの潜水において、減圧開始時点を決めるることは理論的に不可能であり、今回は潜水時間を潜水開始から海面に浮上してくるまでの時間とした。またダイビングコンピュータは水深1m前後の水圧で、潜水開始と潜水終了を記録する機種が多いため²⁰⁾、水深1m範囲内での誤差が生じている可能性がある。

U. S. Navy の標準減圧表は、最大深度まで潜降し、潜水中は一定の深度を維持して、その後水面に浮上するという、いわゆる箱形潜水を対象に考案されている。そのため、スポーツダイバーが行うマルチレベルの潜水プロファイルを標準減圧表で引くと、体内的残留窒素量が過大に評価され、減圧時間を余分にとらなければいけないことになる。しかしその分減圧症の発症率は低下するといえる。従ってダイビングコンピュータの指示は、マルチレベルの潜水をする限り、標準減圧表に従うよりも長時間の潜水を可能にするが、減圧症の罹患率が高くなりかねない。標準減圧表の減圧症発症率は、U. S. Navy のダイバーにおいては、0.03~0.41%であったと報告されている²¹⁾。しかし軍事に関する潜水では、減圧症の発症率は増加し、1.25~1.5%であったとしている²²⁾。我々の調査においては、標準減圧表に従い高所移動をしないにもかかわらず減圧症に罹患したダイバーの割合は12.7%であった。しかし、一方では全ダイバーの85.7%が標準減圧表から逸脱しており、ダイビングコンピュータが普及した現在においては、標準減圧表はあまり守られていないことが伺える。また標準減圧表で反復グループ記号を判定する際には、減圧速度が18m/分以上であった症例や減圧停止を必要とする潜水を行った症例については今回の調査では判定不能に分類した。実海域では減圧の際に一時的な速度超過をしないということは容易なことではなく、ダイビングコン

ダイビング後の高所移動

関東に在住するスポーツダイバーの特異的な潜水活動；特に潜水後の高所移動による減圧症の発症について

ピュータにもその記録は残らない場合が多い。またダイバー自身もそれを自覚しないことは十分予想される。このため今回の調査では一時的な速度超過は考慮せず、コンピュータが記録を残した症例またはダイバー自身が速度超過を自覚していた症例のみを、減圧速度が速かった症例として反復グループ記号判定不能例とした。またスポーツダイバーにおいては、減圧停止を必要とするような潜水をすることは望ましくないとのコンセンサスは得られていると考えられるため²³⁾、これらの症例は、反復グループ記号判定不能に分類した。

潜水後の飛行機搭乗に関するガイドラインは、スポーツダイバーが講習で使用するマニュアルにも記載されている。そのため今回対象としたダイバーの中には、陸上の高所移動の危険性を予知して、潜水後から高所移動までの時間を延長したダイバーがいるかもしれない。しかし潜水後の陸上の高所移動についての具体的な記載は、我々が助言したマニュアル²⁴⁾以外に見あたらない。よってスポーツダイバーが十分な知識を持って行動しているとは考えにくく、飛行機搭乗についてのガイドラインが今回の調査に影響しているとは考えにくい。

我々の調査では、高所移動したグループでは高所移動しなかったグループより潜水後から発症までの時間が長いことから、高所移動が減圧症の発症に関わっていることが示唆される。潜水後2～5時間の間に標高400～1,000mの環境で低压曝露されることが、減圧症の発症の誘因になっている可能性がある。標高400～1,000mの環境圧は、計算上、地上気圧1,013.3hPa、地上気温15℃、気温の高さによる減率6.5℃/km、地上重力加速度980.7cm/min²の標準大気状態では、約970hPa(0.95気圧)～約900hPa(0.89気圧)前後である²⁵⁾。たとえば、高所移動しなかったグループの平均潜水深度25.3mは、400～1,000mの環境圧では水深26.6～28.4mに相当し、1.3～3.1m程度深く潜水したのと同じことになる。標準減圧表は1.5～3.0mごとに区分されているため、潜水深度が数m深くなっただけでも結果的には反復グループ記号が危険になってしまい、また民間の旅客機は、標高8,000ft(2,438m)を飛行する場合でも、キャビン内圧がそれと同等気圧まで低下することなく、通常、標高4,500～5,500ft(1,372～1,676m)に匹敵する気圧を保持するといわれてい

る²⁶⁾。これは0.83～0.86気圧であることは、今回の調査における高所移動での気圧の変化は飛行機搭乗の場合より小さい。陸上の高所移動には飛行機搭乗のようなガイドラインがないため、潜水後短時間のうちに高所移動をすることが減圧症の発症に影響しているものと考える。今回の調査では、高所移動のダイバーは、すべて伊豆半島での潜水で、1例を除いたすべてが西海岸で潜水をしていた。特に大瀬崎に潜水し、高所を移動するダイバーの割合は非常に高く、それらのすべてのダイバーが関東地方に在住しているという特徴であった。

潜水後の飛行機搭乗については、これまで数多くのガイドラインが提唱されており、その多くは潜水後の水面休憩時間を示したものである²⁾。Undersea and Hyperbaric Medical Society の Workshop²⁴⁾でまとめられたレクレーションナルダイバーのためのガイドラインでは、高度8,000ftの飛行をする場合には、無減圧潜水(減圧停止を必要とする潜水)を行ったダイバーで、48時間以内の潜水時間が合計2時間未満であれば、飛行機搭乗まで12時間あけなければならない。複数回または減圧停止を必要とする潜水を行ったダイバーでは、24時間あけなければいけない。さらにレクレーションナルダイバーが減圧停止を必要とするような潜水はるべきではないが、もしそのようない状況が起こったならば少なくとも24時間は飛行機への搭乗を遅らせるべきであるし、可能であれば48時間あけた方がよいとしている。しかしこのような水面休憩時間を制限するようなガイドラインは、伊豆で潜水するスポーツダイバーには受け入れ難いと考える。伊豆で日曜日に潜水すると、その日のうちに帰宅できないからである。潜水後の飛行機搭乗については、反復グループ記号を採用しているガイドラインもある^{27,28)}。我々の調査では反復グループ記号を判定できた症例は少なかったが、判定できた高所移動例の中には、潜水終了時の反復グループ記号がA～Fのダイバーは存在しなかった。西伊豆で潜水し関東地方に帰宅する場合には、潜水終了時点の反復グループ記号がより安全な記号になるように心がけるべきであると考える。ただし標準減圧表を守っても減圧症の発症率は0.03～1.5%あるため、反復グループ記号が比較的安全であっても減圧症が発症しないというわけではない。また今回の調査では、反復

グループ記号の判定を潜水終了時点で評価したが、高所移動直前の時点で評価し検討する必要もあると考える。

NOAA のダイビングマニュアルには、潜水後の酸素吸入は飛行までの水面休憩時間を短縮することができる事が記載されている²⁸⁾。スポーツ潜水においても、潜水後の酸素吸入が取り入れられる可能性があり、今後検討されなければならない潜水活動と考える。

潜水後の低圧曝露による減圧症の発症は、潜水後の飛行機搭乗だけでなく、陸上の高所移動についても注意が払われるべきである。また高所移動における減圧症の予防は、潜水後の水面休憩時間を延長するだけでなく、残留窒素を少なくすることも考慮されるべきである。我々が調べ得る限り、伊豆半島の西海岸にある大瀬崎のような、終末に数千人ものダイバーが1ヵ所に集中して潜水し、そのほとんどが潜水後高所移動して減圧症が発症するというような例は国内外を含めて存在せず、これらの潜水活動は非常に特異的な潜水活動ということができる。

文 献

- 1) Flynn, E. T. : Decompression sickness. In : Camporesi E. M., Barker A. C., eds., Hyperbaric oxygen therapy : a critical review, Bethesda, MD, Undersea and Hyperbaric Medical Society : 55-74, 1991.
- 2) Sheffield, P. J. : Flying after diving guidelines : a review. Aviat. Space Environ. Med. 61 : 1130-1138, 1990.
- 3) Sheffield, P. J., Cramer F. S. : Altitude decompression sickness. In : Case histories of diving and hyperbaric accidents. Waite C. L., ed., Undersea and Hyperbaric Medical Society, Bethesda, MD : 31-50, 1988.
- 4) Bennett, P. B. et al. : DAN 1987 diving accident incidence for flying after diving. In : Flying after diving. Proceedings of thirty-ninth UHMS workshop, Sheffield P. J. ed., Undersea and Hyperbaric Medical Society, Bethesda, MD : 29-34, 1989.
- 5) Yamami, N. et al. : Hypobaric exposure after diving and decompression sickness on emergency calla of Divers Alert Network in Japan, Undersea and Hyperbaric Med. 23 : 58, 1996.
- 6) 山見信夫ほか：DAN ホットライン相談患者における潜水終了後の高所(低圧曝露)移動中に発症した減圧症の検討. 日本高気圧環境医学会雑誌 : 30 : 51, 1995.
- 7) 山見信夫ほか：スポーツダイバー(SCUBA)障害の対応；スポーツ医とスポーツダイバーの連携. 臨床スポーツ医学 12 : 821-825, 1995.
- 8) Buehlmann, A. A. : Decompression tables for diving at altitude. In : Diving Medicine, appendix 3, Strauss R. H., ed., Grune & Stratton, New York, NY : 361-371, 1976.
- 9) Golding, F. C. et al. : Decompression sickness during construction of the Dartford tunnel, Br. J. Ind. Med. 17 : 167-180, 1960.
- 10) Air Decompression. In : U. S. Navy Diving Manual, Naval Sea Systems Command, Best Publishing Company, Flagstaff, Arizona, Chapter seven : 1-44, 1985.
- 11) Torrey, S. A. et al. : Comparative analysis of decompression sickness : type and time of onset. J. Hyperbaric Med. 2 : 55-62, 1987.
- 12) Vann, R. D. et al. : Flying after diving and decompression sickness. Aviat. Space Environ. Med. 64 : 801-807, 1993.
- 13) Weien, R. W. et al. : Altitude decompression sickness : hyperbaric therapy results in 528 cases. Aviat. Space Environ. Med. 61 : 833-836, 1990.
- 14) Bason, R. et al. : Decompression sickness : U. S. Navy altitude chamber experience 1 October 1981 to 30 September 1988, Aviat. Space Environ. Med. 62 : 1180-1184, 1991.
- 15) Kizer, K. W. : Delayed treatment of dysbarism : a retrospective review of 50 cases. JAMA 247 : 2555-2558, 1982.
- 16) Unsworth, I. P. : Analysis of ten year diving casualties 1979-1989, In : EUBS 1990 Proc., Amsterdam, Sterk W., Geeraedts L., eds., EUBS Diving Medical Center, The Netherlands : 281-288, 1990.
- 17) 山見信夫ほか：ダイバーのための緊急電話相談に寄せられた減圧症の特徴. 臨床スポーツ医学 13 : 691-693, 1996.
- 18) Symptoms of DCS. In : Report on Diving Accidents & Fatalities, Divers Alert Network, Divers Alert Network, Durham, NC : 45-52, 1997.
- 19) Lehner, C. E. et al. : Influence of pressure Profile on DCS symptoms. In : The physiological basis of decompression. Proc. of the 38th UHMS Workshop. Vann R. D., ed., Undersea and Hyperbaric Medical society, Pub. 75 (Phys) 6/1/89, Bethesda, MD : 299-326, 1989.

関東に在住するスポーツダイバーの特異的な潜水活動：特に潜水後の高所移動による減圧症の発症について

- 20) ダイビングコンピュータ，月間ダイバー8月号
特別付録 Diving gear book '98, サンエイティ
イ, 東京, 48-50, 1998.
- 21) Bassett, B. E. : Decompression procedure for
flying after diving and diving at altitudes above
sea level, USAF School of Aerospace Medicine,
USAFSAM TR Brooks AFB, TX : 82- 87,
1982.
- 22) Berghage, T. E. et al. : U. S. Navy air decom-
pression schedule risk analysis, Naval Medical
Research Institute, Bethesda, MD, NMRI report
no. 80-81, 1980.
- 23) Sheffield, P. J. ed. : Flying after diving guide-
lines for recreational divers. In : Flying after
diving. Proc.of thirty-ninth UHMS workshop.
Undersea and Hyperbaric Medical Society,
Bethesda, MD : 164, 1989.
- 24) 景森よしかつ：スクーバ・ダイバー(スペシャ
リティ)トレーニング・マニュアル, 日本水
中健康協会, 神奈川県, 1997.
- 25) 安斎政雄：新・天気予報の手続き, 賦團法人日
本気象協会, 東京, 1994.
- 26) Emmerman, M. N. : Commercial aircraft cabin
differential pressure settings and actual cabin
altitudes during flights. In : Flying after di-
ving, 39th UHMS Workshop, Sheffield P. J., ed.,
Undersea and Hyperbaric Medical Society,
Bethesda, MD, Publication Number 77
(FLYDIV) 12/1/89), Appendix B : 169-178,
1989.
- 27) Flying after diving at sea level. In : The
NOAA diving manual-diving for science and
technology, Miller J. W., ed., Manned Undersea
Science and Technology Office, U. S. Depart-
ment of Commerce, National Oceanic and Atmo-
spheric Administration, Washington, DC : 6-
16, 1979.
- 28) Buehlmann, A. A. : Die berechnung der risi-
koarmen dekompression. Schweizerische Medizi-
nische Wochenschrift, 118 : 185-197, 1988.

(受付：1998年10月31日、受理：1999年1月7日)