

## 八重山ダイビング協会 減圧症の予防対策

ご存じでしょうか、八重山では毎年減圧症が発症しています。

少し古いですが…八重山病院で減圧症と診断されたダイバーは、1997年～2009年までに合計：87名います。

インストラクター：35名

レジャーダイバー：36名

漁師：16名

です。

2013年には、8月下旬に1名の発症があり、同年9月には1週間の間に4名もの発症がありました。短期間のうちに5名もの発症があったわけです。いずれのダイバーも八重山病院に来院治療しています。

この異常事態に危機感を感じた当時八重山病院で減圧症の治療を担当されていた上原医師から、当時YDA 安全対策委員だった私に緊急の連絡がありました。

「一体八重山のダイビングショップはどういうダイビングガイドをされているのか…」

というお叱りの電話でした。

私は直ぐに「減圧症予防対策マニュアル」を作成し、それを注意喚起(警告)と共に会員にメールしましたが、翌日にあるショップスタッフが減圧症を発症し、また9/22、24、25、10/3と減圧症が発症するという異常事態が続きました。

この異常事態に関しては上原医師が当時八重山毎日新聞に「増える減圧症 予防と対策」という題で4回投稿しております。

上原医師は「ダイバー自身の減圧症に対する知識の無さ、ガイドスタッフのずさんな安全管理」を原因として挙げています。八重山のダイビング業界にとって大問題でした。DAN JAPAN が発刊する情報誌でも問題として取り上げられました。

上原医師とは予防対策について話し合いを行い、今後減圧症ダイバーが来院した際には、アンケートを書いていただき、原因の分析、予防策に役立てたい旨伝えました。

その後減圧症は減少していたようですが、ここ2～3年減圧症ダイバーが増えている話を聞いて気になっていたところ、上原医師から重症減圧症のダイバーの治療をしていますとの連絡がありました。上原医師に最近の減圧症発症状況を聞くと「増えている」との事で、今までのアンケートの回収をしました(後述参照)。

増えている理由の1つには、あるダイビングポイントでのダイバーの増加があります。病院には行っていないが、体の不調や痺れなどを訴えているダイバーの話も耳にします。

前述した重症減圧症のダイバーもそのポイントでのダイビングで発症しています。

原因は以前も最近も同じようです。インストラクターやゲストダイバーの減圧症に対する知識不足、ダイビングコンピュータの不適切な使用(過信)、ガイドダイバーの不適切なガイドなどです(後述事例)。

ご存じだとは思いますが、減圧症に関してはいまだに詳しいことが分かり切っておらず、また新しい研究報告などが出て来ます。発症原因も色々な事が複雑に影響し合い、決定的な事が分かり難いです。しかし、色々な前提要因があって、実際のダイビングが決定打になっていることは紛れもない事実です。

減圧症は罹ってしまうと重症になる場合もあり、一生後遺症が残る場合もあります。

ダイビングは高圧下で行われる特殊なレジャーで危険が伴います。にもかかわらず、レジャーダイバーもガイドスタッフもあまりに勉強不足で準備不足、危機管理不足、そして不適切な行動を行ってはいませんか？ゲストダイバーもガイドスタッフに頼った行動をします。そういう風にさせているのはガイドスタッフのせいでもありません。サービスや安全管理を勘違いしてはいませんか？何でもしてあげることがサービスではありません。ゲスト側の安全管理、ガイド側の安全管理をそれぞれが理解し実行しなければなりません。お互いダイビングに関して十分に勉強すべきです。

もちろん十分注意して慎重に用心深くガイドされているスタッフもいらっしゃることは存じておりますが、不十分なガイドスタッフがいることも事実です。

今まで問題になってはいないようですが、今の一部のガイドの仕方は、ゲストダイバーが減圧症に罹ったらガイドしているスタッフの責任は重大です。水中ではついてくるように指示していますよね！？コース、潜水時間

や休憩時間はガイドスタッフが管理し計画していますよね！？ゲストダイバーと相談しているわけではないですよね！？免責同意書にサインしているから責任は無いではありません。ここは考え直さなければなりません。もしゲストに訴えられた場合、減圧症に対して十分配慮していたと言えるガイドをしているのでしょうか？「コンピュータの指示に従っていた」「安全停止をした」・・・だけでは不十分だということもあります。(後述参照)

後述する事例や予防策を読んでいただき、今後のガイドを考える事にお役立てください。もちろん、今回の予防策内容だけでは十分ではありません。ガイドスタッフ自身が色々調べて十分な知識を得て業務に生かして頂きたいと思います。

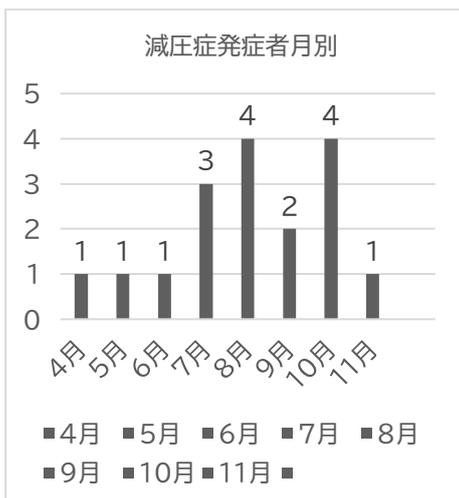
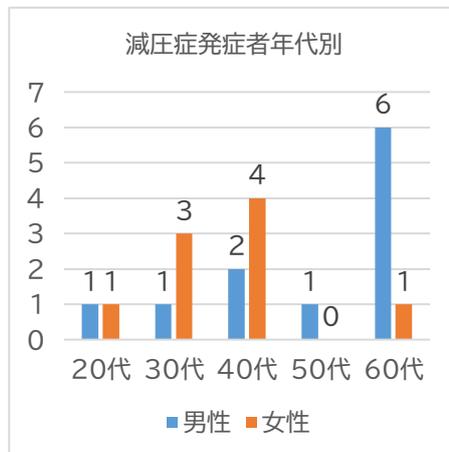
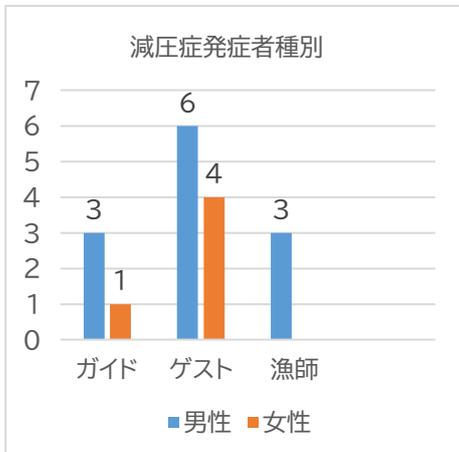
これ以上石垣島の海から減圧症ダイバーを出さないように日々慎重に用心深く業務を行って下さい。  
どうぞ、ご安全に！

八重山病院で治療した減圧症と思われるダイバー(実際に治療を行ったダイバー)

・2021年: 9名(男:7名/女:2名)

・2022年: 8名(男:5名/女:3名)

合計 :17名



●ダイビングポイント

野原曾根 :4件

竹富島南 :1件

ヨナラ水道 :1件(野原曾根にもダイブ)

大崎アカククリ:1件(野原曾根にもダイブ)

●発症状況

1ダイブ目で発症:7件

3ダイブ目で発症:8件

4ダイブ目で発症:1件

●安全停止の有無

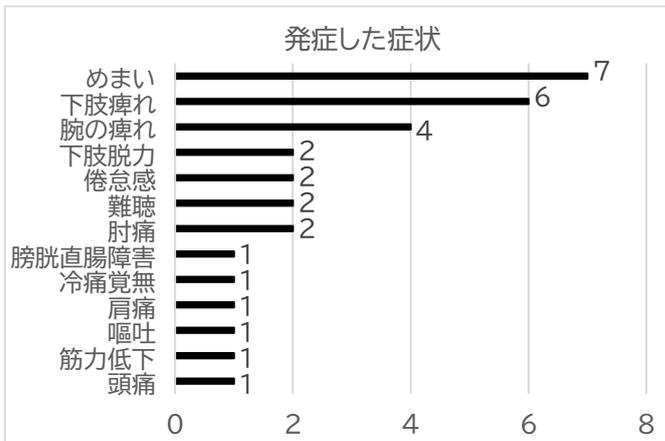
安全停止有:13件

安全停止無: 2件  
不明 : 2件

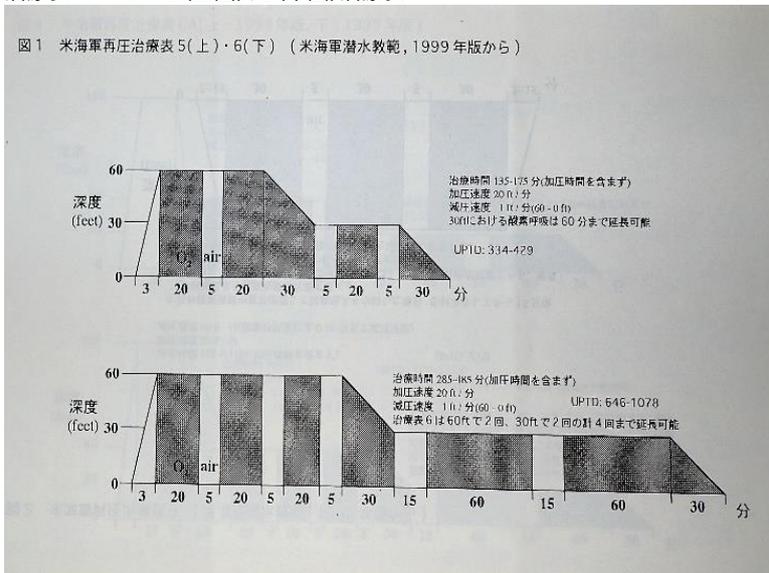
●主症状(個別)と実施治療と治療結果

※ t:テーブル(治療計画表) 下記治療表参照

症例	症状	治療	治療結果
①	両足先の痺れ、左前腕の痺れ、倦怠感、頭痛	t5(1回)	70%に軽減、3週間後に0の報告有り
②	全身特に右下肢の痺れ、筋力低下	実施せず	酸素投与のみで軽快
③	両下肢の痺れ、めまい	t5(3回)	5/10に軽減、めまいは残存
④	右下肢の痺れ	t5(1回)	1/10に軽減
⑤	胸椎9以下の完全麻痺、冷痛覚無し、膀胱直腸障害	t5(28回)+t6(5回)	不明
⑥	両下肢の脱力、全身倦怠感	t5(1回)	ほぼ消失
⑦	左肩・左肘関節痛、左第5指の痺れ、左上腕の筋肉痛	t5(1回)	1/10に軽減
⑧	咳き込み、血痰、肺うっ血	実施せず	※肺圧外傷と思われる
⑨	両側肘の圧痛、掻痒(そうよう)感	t5(1回)	2~3/10に軽減
⑩	めまい、嘔吐	t5(2回)	ほぼ消失
⑪	両手の痺れ、右膝の脱力感	t5(1回)	1/10に軽減
⑫	難聴、めまい	t5(2回)	めまいはほぼ消失
⑬	両下肢の痺れ、めまい	t5(1回)	痺れは消失、めまいは3/10程度残存
⑭	めまい	t5(4回)	5/10に軽減
⑮	めまい	t5(1回)	2~3/10に軽減
⑯	難聴、めまい	t5(7回)+tA(1回)	めまいは消失、難聴は2/10程度残存
⑰	左上下肢の痺れ	t5(2回)	1/10に軽減



治療表 テーブル5(上図)、6(下図)治療表



※治療には多くの時間が掛かります

●考察

事例が少なく、ダイバー情報や、ダイブプロフィールなど詳細が分からないので、このデータから読み取れることは少ないのですが、発症傾向の参考として考えられることは…

- ①年代別発症者数で60代が多い。データ数が少ないので何とも言えないところではありますが、中高年は減圧症に罹る率が上がるというのを証明しているように思えるデータではないでしょうか。30代40代女性の罹患者が多いのは、この年代に女性ダイバーの数が多く、割とアクティブなダイビングを行っていることが考えられます。要注意です。
- ②3ダイブ目の発症が多いことは残留窒素が多くなるので発症原因の傾向として理解しやすいです。ダイビングを行う毎に残留窒素が増加するので、複数回のダイビングでは十分な注意が必要です。(十分な休憩時間/平均・最大水深、潜水時間の保守的な設定/安全停止/浮上速度厳守など)  
1ダイブ目に発症が多いことの原因として注意したいことは
  - ・前日まで複数日ダイビングを行っている(連日3ダイブ以上)。
  - ・前日までのダイビングで残留している窒素量が多い。
  - ・着後ダイビングで寝不足、疲労蓄積、飲酒、体内水分量不足などの状態になっている。
  - ・前日まで他ショップを利用して、次のショップが前日までのダイビング内容を考慮せずガイドしている。
- ③安全停止→安全停止を行ったからと言って、発症しないわけではないと言えます。  
ダイビングプロフィールの見直し、安全停止の適切な方法、安全停止を行う水深までの浮上スピードを見直す必要があります。
- ④治療者の35%で高圧酸素治療が複数回に及んでいるのは、症状が重症傾向にあると言えます。
- ⑤脊髄障害(重症)と思われる症状が多い  
→脊髄は速い組織(窒素の吸・排出が速い)で、潜水深度が深く・潜水時間が短く・浮上速度が速いほど障害を起こしやすい(神経症状が出やすい)。  
例えば、深い水深に最大潜水時間ギリギリあるいは超えて滞在した後、浅い水深(安全停止水深)に不適切な速度で浮上するなど。  
浮上すればコンピュータは安全な数値を示しますが、体の中のは安全とは言えない(安全だと錯覚してしまう)状態なのです。
- ⑥治療後も何らかの症状が残っているダイバーが多いです。軽減はしているものの完治はしていないです。レジャーダイバーのダイビングは減圧症になると重症化する危険なダイビングを行っていると言えます。
- ⑦ダイビングポイントとして「野原曾根」が特徴的です。重症者も出ています。このポイントを使用しているダイビングショップはどう思われますか？ダイビングすることについて色々検討する必要があると思います。

次の減圧症事例は私がたまたま八重山病院でお会いした減圧症治療中のダイバーの事例です。「今後八重山でダイビングされるダイバーの減圧症予防の役に立てれば」というご本人の希望で、了解を得て発症過程やコンピュータのデータを提供して頂いております。

興味深いデータですので、皆様の今後の減圧症予防の参考にして頂ければと思います。

本人データ 年齢:51歳 経験年数:10年 経験本数:107本  
飲酒習慣長く、毎晩1~2合の飲酒との事。減圧症が発症した日の前夜も焼酎を2~3合飲酒  
血圧が高く、毎日血圧を下げる薬を飲んでいる。(ショップには申告せず)  
今回のダイビングで初めてダイブコンピュータを使用。使用法や使用に関する危険性や注意事項は理解し切れていなかった。

#### 減圧症発症までの経緯

9/12	着後2ダイブ	
9/13	3ダイブ	
9/14	2ダイブ目の浮上中違和感あり、エキジット後背中中の圧迫感と痛みが20~30分あり。 3ダイブ目はキャンセルし、ボート上で休息する。 帰港後、集合写真を撮ろうとした際、よろけて力が入らなくなり八重山病院へ行く。 病院までは歩行可能であったものの、到着後は歩行不能となり車いすを使用。 直ぐに高気圧酸素治療開始2時間30分	
9/15~20	高気圧酸素治療5時間×6回	胸までの痺れがあり3日間車いす使用 自力排便・排尿不可
9/21	高気圧酸素治療5時間×1回	歩行リハビリ開始
9/23~27	高気圧酸素治療2.5時間×5回	歩行リハビリ、片手杖使用
9/28	高気圧酸素治療5時間×1回	歩行リハビリ
9/30~10/4	高気圧酸素治療2.5時間×5回	歩行リハビリ、自力排便可
10/ 7~8	高気圧酸素治療2.5時間×2回	杖無し歩行20分まで可、自力排尿可

治療効果が見られないため八重山病院での治療は終了。

本人が治療の継続を東京医科歯科大学に問い合わせたところ、現在までの治療経過と結果からこれ以上の改善は低いとのことを告げられ、継続治療は断られたそうです。

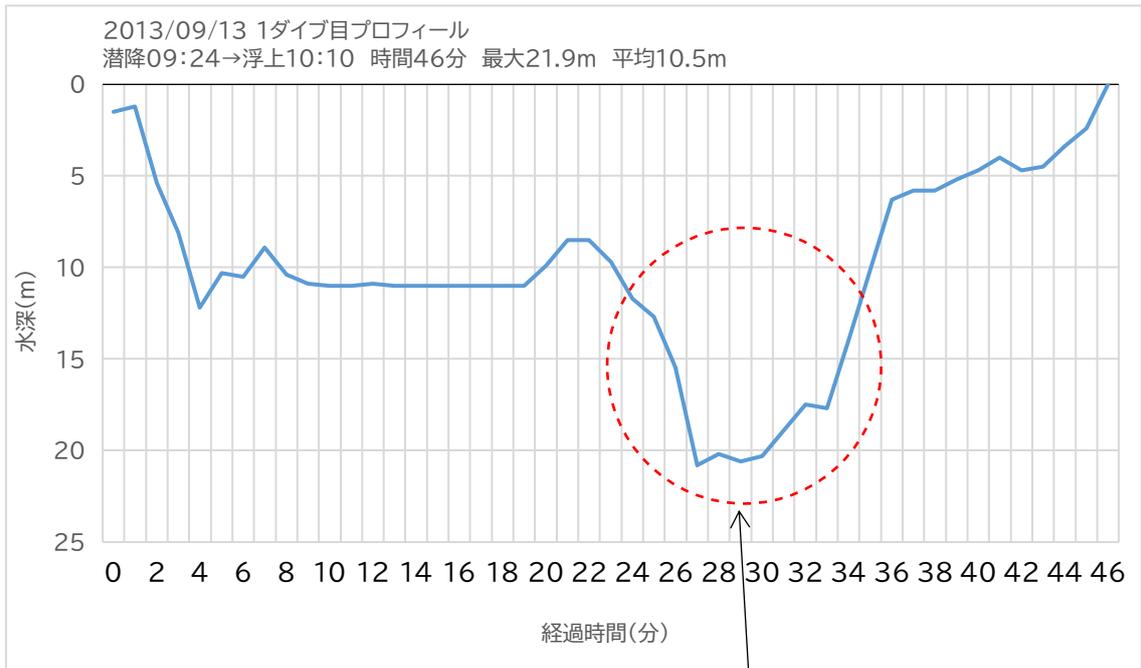
10/11 退院帰省 石垣→那覇:飛行機 那覇→鹿児島:船 鹿児島→東京:新幹線

高気圧酸素治療 14回  
入院日数 27日間

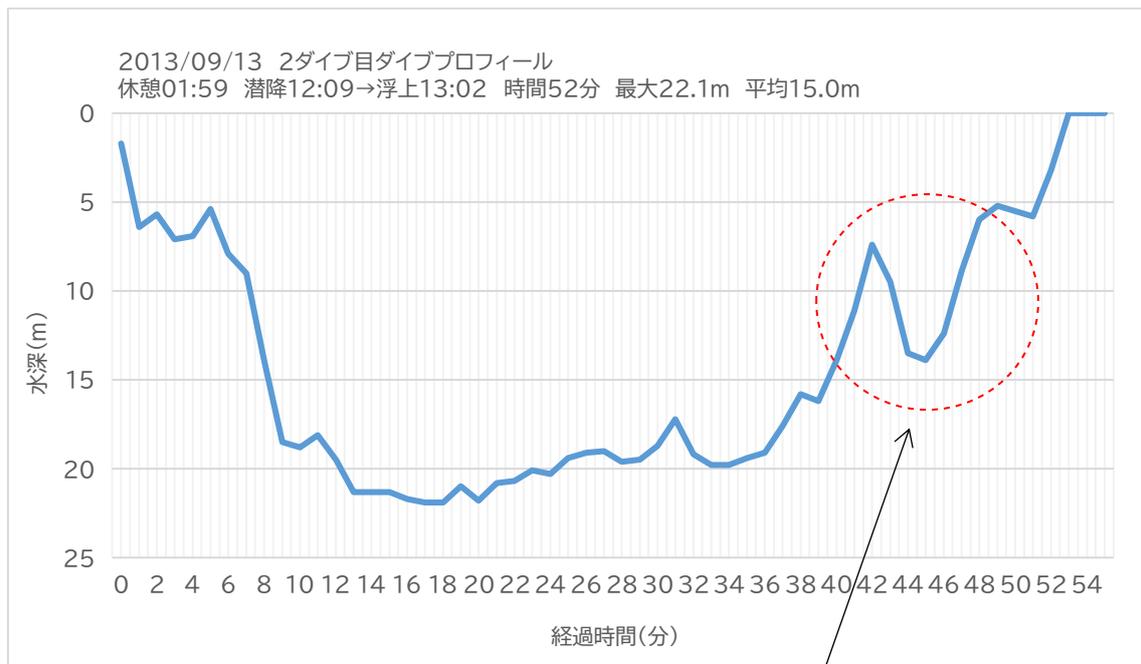
エキジット後スタッフに酸素吸入を勧められるが、本人もスタッフも酸素吸入の有効性を理解しておらず、本人の希望で吸入していない。

帰港後、いよいよ減圧症の症状がハッキリ出ているにもかかわらず、病院に行くまで酸素吸入していない。

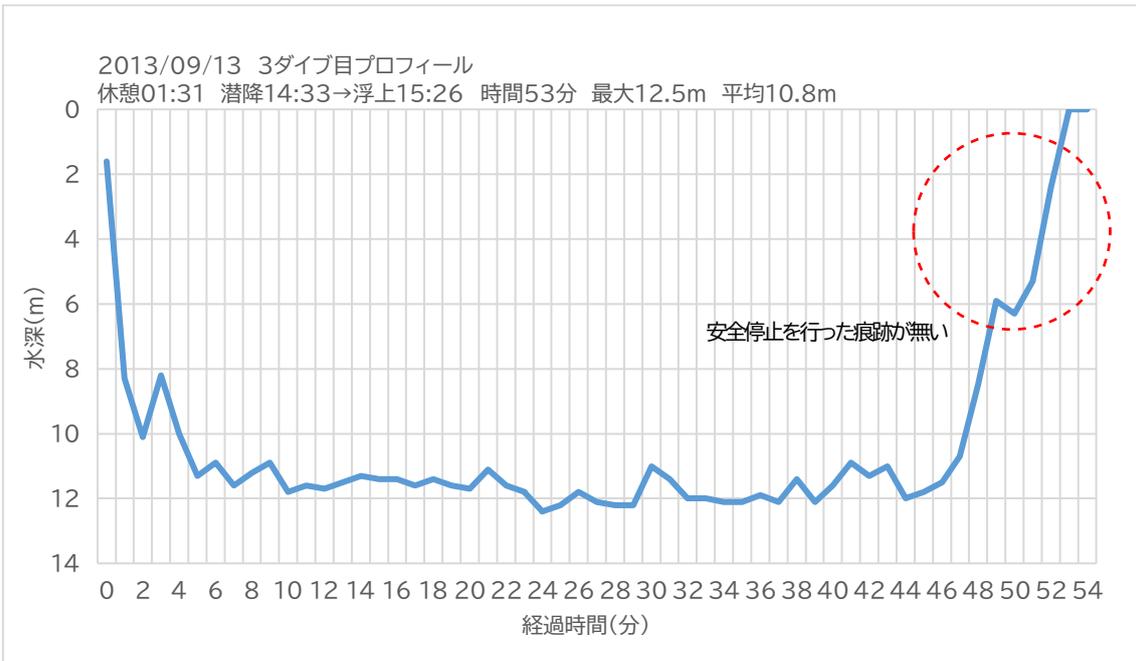
以下はゲストから提供して頂いたダイブコンピュータのデータです。



後半に最大水深に達し、短時間で浅い水深に達する「リバースダイビング」になっている。  
 →「遅い組織」に窒素が溜まった状態で更に「速い組織」に窒素をため込んだままの浮上になり危険です。

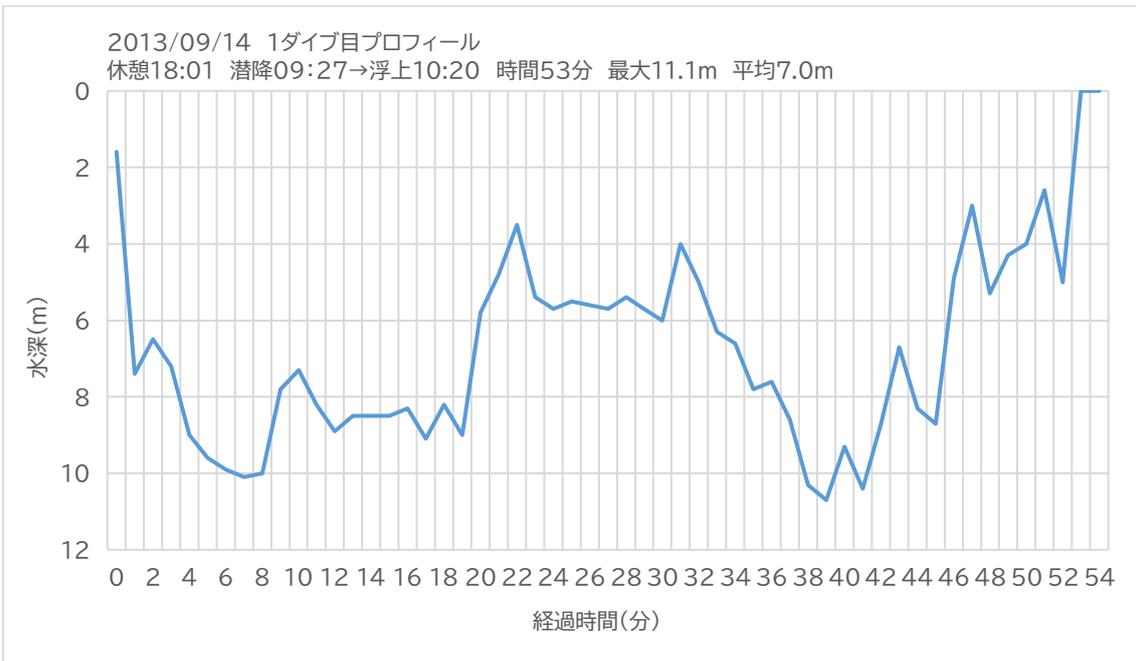


全体としては「箱型潜水」に近く、浮上途中で再び水深を下げるリバースダイビングにもなっている。  
 →「箱型ダイビング」は「速い組織」「遅い組織」に窒素を満遍なく溜め込むので危険です。  
 「リバースダイビング」は「速い組織」に窒素をため込んだままの浮上になり危険です。

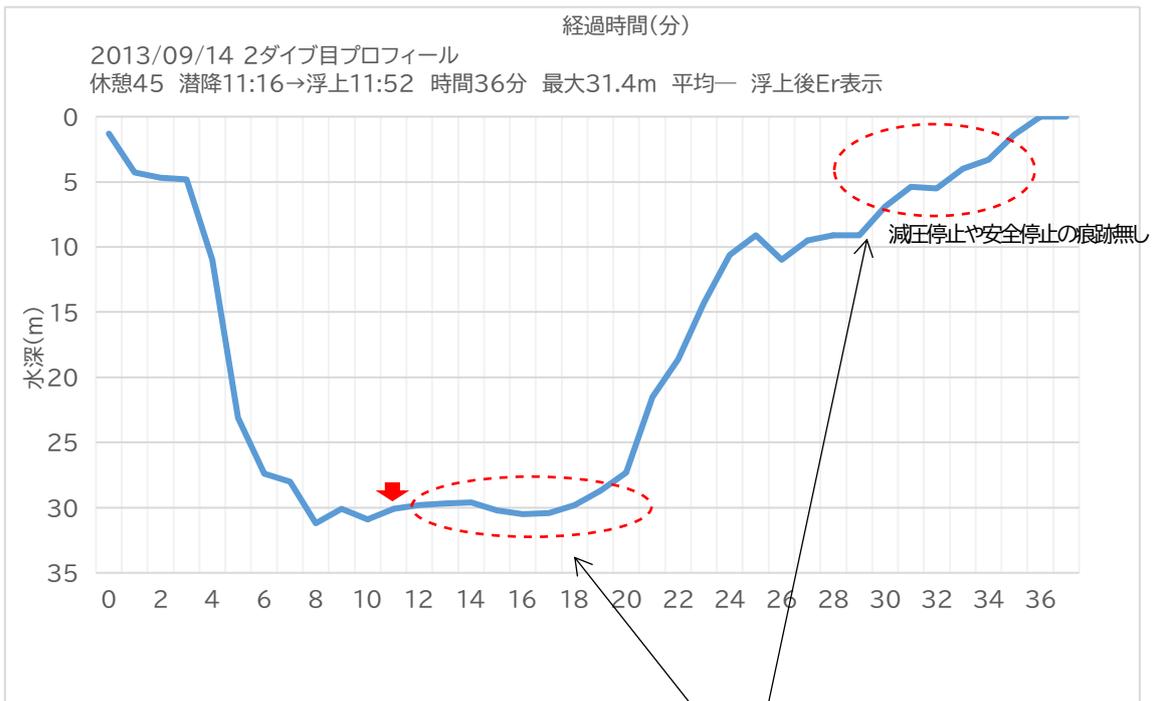


典型的な箱型潜水。安全停止の形跡が無い。  
 →「速い組織」「遅い組織」に窒素を満遍なく溜め込むので危険です。

竹富島南側の砂地のポイントで行われるようなプロフィールです。  
 比較的浅い水深ではあるものの、「箱型潜水」は「速い組織」への窒素の蓄積量が多くなります。「速い組織」は吸収も遅いのですが排出も遅くなります。このダイビングでは1st, 2nd ダイブの窒素の蓄積もあり、終了後かなりの窒素が蓄積していると思われる。またそれは排出に時間が掛かり、次の日のダイビングに影響したと思われる。  
 せめてこのダイビングの後半に階段を上がるような浮上方法を取り、安全停止を行ってあげれば、浮上後の体内の窒素量は少し減っていたものと思われる。



典型的なヨーヨー型(のこぎり型)潜水  
 →ダイビングの後半に「速い組織」に溜った窒素が弛張・収縮を繰り返すので危険です。  
 更に、ダイビングの後半に最大水深に達している「リバースダイビング」  
 →「速い組織」に窒素をため込んだままの浮上かなり危険です。



深い水深での「箱型潜水」  
 潜水開始11分経過後減圧停止▼が表示されているにもかかわらず滞底し続ける。—  
 浮上後Er表示が出たということは減圧停止を行っていないことになる。(グラフでも明らか)  
 1ダイブ目終了から2ダイブ目スタートまでの休憩時間も短い。短いにもかかわらず深い水深に達しています。  
 非常に危険なダイビングである。

この事例では、どのダイビングのプロフィールにも問題点があります。窒素の吸収排出について慎重な配慮がなされているコース取りとは思えません。ここに挙げた5ダイブの内、3ダイブで安全停止を行った形跡が見られない事も驚きです。

溶け込んだ窒素の排出を無理なく行うには、浮上中は階段を上げるようにゆっくりと浅瀬に向かう事が重要ですが、そのような行動も見られません。

極み付きは、9/14 2ダイブ目で減圧停止表示が出ているにもかかわらず、その後7分間滞底していることです。その後わずか6分程で水深30mから10mまで達し、減圧停止せずエキジットしています。

ダイブプロフィールをご覧になればお分かりと思いますが、このゲストダイバーには9/14 1ダイブ目終了時点でかなりの窒素が蓄積しているはずで、その状態でこの最後のダイビングでは減圧症を発症してもおかしくないと思えます。

ゲストは今回コンピュータを使うのは初めてということで、使用に関する理解不足ということがあります。多分減圧症に関する知識もほとんど無かったのではないのでしょうか？また前夜の飲酒量が多いです。ダイビングに対する安全意識、危機管理に問題があり、それらが発症の原因の一端でもあります。

しかし、ゲストはガイドに案内されてダイビングしているのですから、スタッフのガイドのコース取りは、発症の重大な原因となります。ガイドスタッフはブリーフィングでゲストには水中でついてくるように指示しているはずで、ゲストはガイドを信頼してついて行くのですから、減圧症に罹らないようなコース取りをする責任があります。

今回、ここに挙げた5ダイブを見ると、どのダイビングも適切と思われるようなダイブプロフィールではありません。また減圧停止指示が出ているにもかかわらず、適切な対処(減圧停止)も行っていない。

この事例に関しては、ガイドスタッフの減圧症に関する勉強(知識)不足による不適切と思われるガイドによって減圧症が発症したと言っても過言ではありません。

ただ、ゲストにはこのようなダイビングを行っている最中に、疑問を持って欲しいところでもあります。ゲストに正しい減圧症やダイブコンピュータに関する正しい知識があれば発症は防げたかも知れません。

以前他ショップで、3ダイブ目にガイドスタッフが36mまで連れて行こうとした際、ゲストがコンピュータを見て危険だと判断し、途中でついて行くのを断念したということがありました。ガイドスタッフの泳ぐスピードが速くゲストとどんどん離れて行き、お互いにロストしてしまいました。その後ガイドスタッフを見失ったゲストは水面に浮上し、他ショップのボートに救助されています。

このゲストの「危険」という判断は適切だったと思います。残念ながらこのようなガイドスタッフは存在します。だからこのような判断をゲストが行って頂けると、減圧症発症を未然に防ぐことができるでしょう。こういうゲスト(ダイバー)が一人でも多くなっていくことが望ましく、それはインストラクターの講習内容や、普段のファンダイビングにおけるゲストへの説明が重要だと思います。ゲストとは生き物の説明や撮影の話、雑談だけではなく、「減圧症にならないようにどうすれば良いか」「コンピュータの正しい使い方や注意点」についてもお話しして頂きたいと思います。ゲストの多くは減圧症やダイブコンピュータの危険性について知らないままダイビングしています。

今回ガイドスタッフが発症しなかったのは、このゲストが今回ダイビングを始めた時から一緒に潜っていなかったガイドスタッフだったからかも知れません。途中でガイドスタッフが交代していたかも知れません(この点に関しては聞き取りしていなかったので不明です)。

ゲストが複数日ダイビングを行う過程でガイドスタッフが交代することはあり得ることなので、その場合ゲストのコンピュータを基準にガイドする事を忘れないで下さい。

そして今回残念だったのは、酸素吸入をしていなかったことです。酸素吸入を行っていたら、症状の軽減や治療に良い効果をもたらす、後遺症の軽減が望めたかもしれません。酸素は吸入すべきでした。ゲストは酸素吸入に対して抵抗があったようですが、ガイドスタッフは吸入の有効性をきちんと説明し吸入してもらうべきです。酸素吸入の効果は絶大です。

私は以前減圧症の症状(皮膚症状:浅い水深に長時間潜り潜降浮上を繰り返した)が出ていた他ショップインストラクターに酸素供給を行いました。15分程で症状は消えました。

(とは言え、症状が消えただけなので病院に行くように伝えましたが行かなかったようです。その後悪化はしていませんが…)

この事例から学ぶことは

- ①ガイド中は、常に窒素の吸排出を考えながら減圧症にならないように慎重にコースを考えること。
- ②窒素の蓄積については、その1ダイブのみではなく、ゲストの滞在中のダイビングトータルで考えること。
- ③日が変わっても残留窒素が元に戻るわけではありません。滞在中はずっと反復潜水であることを忘れないこと。
- ④「箱型ダイビング」「リバースダイビング」「ヨーヨー型ダイビング」にならないように注意する事。「逆三角形型」が理想的です。
- ⑤ダイビングの最後には必ず安全停止を行い、終了後はゆっくり水面に浮上すること。安全停止終了後水面までの浮上スピードが速いダイバーが多いです。
- ⑥最大水深から浅い水深に戻る場合は、階段を上がるようにゆっくり行うこと。
- ⑦ガイドスタッフは減圧症やダイブコンピュータについて勉強を怠らないこと。
- ⑧減圧症の症状が見られた場合、発症の可能性が高いと判断した場合は酸素供給を行うこと。
- ⑨ガイドスタッフは酸素プロバイダーの資格を取得するべきです。
- ⑩ダイビングを行う場合は酸素供給キットを携帯するべきです。
- ⑪エンリッチド・エアを使用する。

減圧症の発症原因は直接的には

「体内に窒素を過剰に溜め込んだ状態で不適切な速度で浮上する」(潜水深度×潜水時間)ことですが、より発症させやすくしたり、悪化させたりする要因があります。

要因には、ダイビング前の体調や前回までのダイビング内容、ダイビング後の行為、減圧症の既往、体質、水温、気温、水中での運動量等様々です。

また、ダイブコンピュータの不適切な使用(ガイドスタッフもゲストもダイブコンピュータを使用したダイビングを正しく理解していないことが多い)も影響します。

「コンピュータの指示通りになっていたのに…」、「いつもと同じように潜っていたのに…」、「他のダイバーより浅い水深を維持していたのに…」と減圧症に罹った方によく聞かれます。

当然お分かりの事と思いますが、減圧症に罹らないようにするには、発症要因に十分注意し、ダイブコンピュータを正しく使用し適切な潜水計画を立て、ダイビングを行わなければなりません。そのためには減圧症やコンピュータについて理解を深める必要があります。

減圧症は重症化すれば数回の治療を経ても後遺症が残ってしまう場合もあります。治療には時間もお金も掛かります。

現在八重山で減圧症に罹った場合、治療は八重山病院に1機しかない高気圧治療装置で高気圧酸素治療を行います。重症減圧症の場合、治療時間は最大約5時間に及びます。

高気圧治療装置は減圧症の治療のみではなく、他の病気の治療にも使用されます。減圧症の長い治療時間の間、他の患者さんの治療ができなくなります(八重山病院高気圧酸素治療担当医から)。ダイバーが注意さえすれば減圧症が防げますが、他の患者さんの治療の妨げになることはありません。

治療費も高額です。1回¥15,000ほどになります。数回の治療が必要な場合入院となりますから、入院費用も掛かります。飛行機には2週間ほど搭乗できなくなりますから、仕事は休まなければならず、滞在費がかさみます。

現在日々行われているダイビングガイドスタイルは、ガイドスタッフがダイビング計画を立て、実行していますので(ダイブコンピュータを持っていないゲストもいます)、減圧症に罹るか罹らないかはガイドスタッフの責任になるところが大きくなります。(ガイドスタッフの責任と思って下さい)

以前6mからの減圧停止を出すようなガイドを行い、減圧停止中にエア切れ寸前になり、ガイドがタンクを交換するためにポートに戻り、その間ゲストを水中に置き去りにするという状況を目の当たりにしたことがあります。こういうことを平気で行うガイドスタッフが今もゲストを連れてガイドをしているのが八重山の現状の一部です。

ガイドスタッフもゲストも減圧症に罹らないように、細心の注意を払い、用心深くダイビングをして下さい。また、ガイドスタッフは減圧症について勉強してください！

以下に予防策を提示しますのでご参考にして下さい。内容は最新の色々な資料からのものをまとめています。減圧症に関してはネットや書籍で調べることができますので、そちらも合わせてご覧いただき、日々の業務に生かして頂きたいと思っております。今後八重山ダイビング協会所属のショップからは減圧症ダイバーが発生しないよう取り組んで欲しいと思っております。

## 1. **ダイビング前**:何よりもまず体調を良好にしましょう！

### ① 十分な睡眠を取りましょう。自覚していない疲労の蓄積に注意。

※ゲストの中には石垣島に訪れるギリギリまで仕事をして疲労が溜まっている方や、朝早い飛行機に搭乗するために早起きして十分な睡眠を取っていない方もいます。

ダイビングを行うまでに日頃の疲労が十分取れておらず良好な体調であるとは言い難い場合もあります。特に中高年は要注意です。

頑張って仕事をして、楽しみにしているダイビングをすることでリフレッシュしたいところですが、ゲストの体には本人が自覚できない疲労が溜まっていたり、良好な健康状態ではなく、それが減圧症の要因になり得る場合があります。中高年に関しては心臓への負荷も心配です。

ゲストへは余裕を持った旅行計画を勧めましょう。良好な健康状態でダイビングに臨めるよう、HP等で十分な案内をしましょう。

特に着後ダイビングについては、ゲストに十分な案内をしておきましょう。

### ② 体調不良や病気、生理、風邪、怪我がある場合は中止を考えましょう。

※手術をするような病気や怪我がある場合、血管や血液循環に影響が出るので気泡ができやすく、窒素を排出する時の身体への対応能力に悪影響が出る可能性があります。

※卵円孔開存、心室中隔欠損症、心房中隔欠損症がある場合要注意です。ダイビング後2時間以内は激しい運動、息むような行為(強い耳抜き、ポンペを運ぶ、素替り、器材を担ぎ上げる、排便で息む、呼吸でBCに給気等)は避けましょう。

#### ③卵円孔開存、心室中隔欠損症、心房中隔欠損症

減圧症にならない程度の気泡化は起きている場合があり、それは静脈血によって心臓から肺に運ばれ排出されるのですが、心臓の中隔に穴が開いている場合(自覚症状が無い)、体から戻った血液(静脈血)の一部はその穴を通して肺へ行かず心室へ入り動脈血に混ざってそのまま体に送られ、血液中に気泡が増加する結果になる。

#### ③ダイビング前夜のアルコール摂取は止めるか、極力控え目にしましょう。

アルコールは利尿作用があり、体内で分解する過程で水を必要とするので、飲酒は脱水状態になりやすいです。(※ビール1ℓで1.1ℓの水分を失う)

前夜のビール1本、あるいは日本酒1合以上の飲酒は要注意です。

当然ダイビング直後の飲酒は厳禁です。飲酒は脱水を引き起こし血液中の血漿量が減少することで窒素の排出に影響が出ます。

飲酒後は水分補給を十分に行い、ダイビング開始まで12時間は空けましょう。

特にスタッフは、ゲストとの連夜の飲酒は要注意です。

#### ④ダイビング活動中は気付かない内に水分が奪われます。

水分が奪われる原因

- ・浸水利尿・・・ダイビングを行うことで体幹の血液量が増加します。体はそれを水分過剰と認識します。腎臓はこの水分過剰に反応し、通常よりも多くの尿を生成することで水分と塩分が失われることとなります。ダイビング中や後に排尿感が強くなるのは水分の摂り過ぎによるものではなく、この浸水利尿のせいなのです。トイレが近くなるので水分補給を控える方が多いですが、水分補給は十分行った方が良いです。

・発汗

・乾燥した高濃度の空気を呼吸

・浮上後皮膚に付いた海水が乾燥し塩の結晶ができるとそれが皮膚から水分を奪います。浮上後は真水で体の海水を流しましょう。

・飛行機搭乗(着後のダイビングは要注意)

到着後にダイビング予定がある場合、機内でも水分補給を十分に行いましょう。機内では1時間当たり240mlの水分補給が理想です(コーヒー、紅茶、お茶、コーラ、ビールは不可)。

着後ダイブのゲストには事前に案内しておきましょう。

・下痢、嘔吐、発汗、生理、前日の飲酒は要注意です。

・服薬・・・薬の中には副作用として利尿作用が促進されるものもあるので注意が必要です。

※特に高血圧の治療に使う薬

#### 脱水の影響

- ・脱水状態は血液循環が悪くなり、窒素の排出を遅らせ、サイレントバブル(微細な気泡)などの気泡を肺に運ぶ能力を低下(肺からの排出が減少)させます。
- ・血液や体液の濃度が上がると、形成された気泡が膨張しやすくなります。
- ・気泡の影響で血栓(血が固まる)が生じやすくなり、血流が悪くなり窒素の排出に影響します。
- ・脱水状態は減圧症が発症した場合重症化しやすくなります。

#### 水分補給

- ・喉の渇きを感じる前に行いましょう。
- ・減圧症が発症した(発症が疑われる)場合は最初の1~2時間に1ℓくらい飲み、後は起きている間で食事以外に1時間当たり100~150mlくらい飲みましょう(心臓や腎臓が弱っている方は摂取量に要注意)。水分補給の有効性は発症してから2~3日なので、早い段階で積極的に摂取しましょう。
- ・塩分などのミネラルとブドウ糖を適量含む飲料水は、吸収が速く身体にとどまる時間も長いので有効です。(例えばミネラルウォーター:オーエスワン、カルピスオアシス、ポカリスエット、アクエリアス)日本茶、紅茶、ウーロン茶、コーヒーなどは利尿作用が有り身体の水分を減らしてしまうので、飲まないようにしましょう。

#### ⑤運動適性(フィットネス)が高い方は減圧症を発症し難いです。日頃から運動を行いましょう。

健康で酸素摂取量の多いダイバーは減圧症になり難いです。酸素摂取量が40ml/分/kg以上のダイバーでは気泡発生が少ないことが報告されています。継続的な運動で酸素摂取量は多くなります。

- ⑥ダイビング直前の喫煙は止めましょう。  
喫煙自体は減圧障害を重症化させるリスクファクターとされており、原因は血管または肺の変化によるものと推測されています。
- ⑦前日、あるいは直近まで他ショップでダイビングをされていたゲストの参加に関しては、参加申し込みの段階で必ずどの様なダイビングを行っていたかを確認し、その内容を考慮してガイドを行って下さい。ショップが変わったから前回までのダイビングがリセットされるわけではありません。
- ⑩過去に減圧症に罹った、あるいは減圧症と思われるような身体的な異常や違和感等があったダイバーは要注意です。再び発症する可能性が高いです。事前にチェックしてください。  
復帰時期や方法、復帰後の注意事項について専門医に相談しましょう。
- ⑪中高年層(40歳以上)
- ・年齢が高くなるほど窒素の排出が遅くなる。発症率は高く、重症化しやすく、治療効果は低下傾向です。
  - ・1日2ダイブまでとする。暖かい水温でのダイビングにする。エンリッチタンクを使う。複数日の場合、適度に休日を入れる。「遅い組織」に窒素をため込まないダイビングをする。  
遅い組織・・・窒素の溶け込みも遅いが、排出も遅い組織です。  
中程度の水深や浅い水深に長時間潜る、箱型潜水を行う、リバースダイブを行うと遅い組織に窒素が溜まりやすくなります。
- ⑫肥満(体脂肪率が高い)はそれだけで減圧症に罹るリスクが高いので、余裕を持ったダイビング計画を立て無理せず実行しましょう。
- ⑬女性の問題
- ・月経中、ピルの服用、閉経後(閉経以降は気泡が発生しやすい)

## 2. ダイビング後:安静にして身体の異常や違和感等に注意しましょう。

- ①体を冷やさないようにしましょう。体が冷えると抹消の血管が収縮し血流が悪くなり抹消組織に溶け込んだ窒素の排出が悪くなります。
- ②十分な水分補給をしましょう(400mlぐらい)。
- ③息が上がるほどの激しい運動は止めましょう。スノーケリングやスキンドビングなどは控えましょう。
- ④6時間以内の激しい運動や重作業は止めましょう。
- ⑤1時間以内の熱いお風呂やシャワーは止めましょう。温かめのシャワーでさっと済ませましょう。
- ⑥ダイビング後12時間以内の標高400m以上の移動は止めましょう。
- ⑦ダイビング後航空機搭乗までに空ける時間(本来安全な時間は無く、24時間空けることが推奨される)
- ・1回のみ減圧不要ダイビングを行った …12時間以上
  - ・2日以上、もしくは2回以上の減圧不要ダイビングを行った…18時間以上
  - ・減圧停止を必要とするダイビングを行った …24時間以上
- 飛行機搭乗前日は3ダイブやナイトダイビングは避けましょう。
- ⑧ダイビング直後の飲酒、喫煙は止めましょう。
- ⑨毎回のダイビング終了直後から自分やバディの身体を継続的に監視しましょう。  
何らかの不調・違和感・痛み・痺れなどに注意してください。  
ゲストダイバーはエキジット後、体に異常があっても黙っていたり、風邪気味?船酔い?などと自己判断してしまうことがあります。減圧症の知識がないからです。過去、症状が出ているにもかかわらず、自己判断したり、休憩中に軽減したのでダイビングを続けた結果悪化し、治療が遅れ治療時間が長引いたり、後遺症が残った事例があります。  
「減圧症か疑われるのではないか?」という徴候・症状が認められたら100%酸素を吸入し、最寄りの専門医療機関を受診するか、DANIにコールしましょう(ただしDANI会員のためのサービスです)。些細な事であっても自己判断でそのままにしないようにしましょう。  
初期対処や治療の遅れは治療期間を長引かせ、後遺症を残す可能性があります。  
また、減圧症は時間が経ってから症状が出たり、強くなったりする(潜伏期はダイビング終了時から数日)場合もあるので、身体に「何か普通ではない、何かおかしい」等の違和感に気付いたら、最寄りの医療機関やDANIに相談しましょう。

DANコール(会員のためのサービス)

- **緊急ホットライン**:ダイビング現場・医療機関からのコール  
ダイビングでの緊急事態に対して最善の方法が取れるようアシストしてくれます  
TEL 03-3812-4999(24時間)
- **医療相談ライン**:ダイビングが終わって家からのコール  
TEL 03-3812-4081(平日09:00~17:00)

※ 医療用酸素(酸素100%)を持っていますか？

減圧症が疑われる場合、応急処置として純酸素の吸入が効果的です。早い段階で高濃度の酸素を吸入することで、症状や後遺症の軽減、高圧酸素治療の効果が期待できます。

ガイドスタッフには DAN JAPAN の酸素プロバイダーの資格取得を強く勧めます。

**酸素プロバイダー**:潜水障害を受けたダイバーの緊急酸素吸入を補助できる資格

### 3. ダイビング活動中

#### ① ダイブパターンについて

- ・1回のダイブでは、ダイビング初めに最大深度に達し、時間の経過と共に浅い方へ移動する「逆三角形」に近い規範ダイブパターン(フォワードダイビング)を行いましょう。
- ・リバースダイビング(後半に水深を下げる)は「速い組織」に窒素をため込んだままの浮上になり危険。
- ・箱型ダイビング(潜降後最大水深に留まりそのまま浮上)は「速い組織」「遅い組織」に窒素を満遍なく溜め込むので危険。
- ・ヨーヨー(のこぎり)ダイビング(落差の大きい上下動を繰り返す)は、ダイビングの後半に「速い組織」に溜った窒素が膨張・収縮を繰り返すので危険。  
※「ヨーヨー(のこぎり)型」、「箱型」、「リバース型」は、無限圧潜水の範囲内であっても、減圧症に罹りリスクが増します。ダイブコンピュータが正確な計算ができなくなります。  
※ライセンスコースで、1ダイブ中に潜降・浮上や緊急浮上などの練習で何回も潜降・浮上を繰り返すことは要注意です。
- ・ドリフトダイビングなどで中程度～深い水深に、最大潜水時間(減圧指示ギリギリまで)、あるいは減圧指示が出ても滞在した後、安全停止(減圧停止)する水深まで速い速度で浮上することは安全な行為とは言えません。安全停止(減圧停止)さえすれば良いものではありません。  
深い水深から浅い水深に速い速度で浮上すると、窒素の排出に無理が生じます。しかしそれはコンピュータには現れません。このような浮上をしてもコンピュータの数字は無限圧潜水の範囲内でコンピュータの指示に従った安全なダイビングをしているように思われますが、体内の窒素の排出に関しては問題です。  
よく「コンピュータの指示通りダイビングしていたのに減圧症になった」というのは、このようにコンピュータの数字だけでダイビングを実行する、窒素の吸・排出を考えないでダイビングを行ったというのが原因の1つです。  
浮上速度を守りながら適切な浮上(段階的に)を行い、必要な停止水深に到達することが重要です。そうすることで窒素が無理なく排出されます。  
当然ご存じだと思いますが、ダイブコンピュータはダイバーの身体的な体調不調、体格、性別、ダイビング技術などの差は考慮されません。ダイビングコンピュータの表示を守っても減圧症を100%予防することは保証できないのです。
- ・深い水深に長く留まるダイビングはもちろん危険ですが、中程度から浅い水深に長く留まるダイビングも危険です。中程度から浅い水深では無限圧潜水時間は長く表示され、安全な範囲内でダイビングを行っていると思いきや長く留まるダイバーがいます。  
水深15~19mぐらいに長く留まると、「速い組織」~「遅い組織」に満遍なく窒素が蓄積し危険です。  
特に深い水深に無減圧潜水時間ギリギリまで、あるいは減圧停止が出るぐらいまで滞在し、中程度から浅い水深に戻り無減圧潜水時間が増えた、減圧停止表示が消えたからと安心して長く留まると、窒素の蓄積量は多くなります。

下記写真は、実際に私が行ったダイビングでのダイブコンピュータの表示です。  
画面上部のバーグラフに注目して下さい。バーグラフは各身体区画(左側:速い組織、右側遅い組織)での窒素の溶け込み量を表しています。バーグラフ上の +: 吸収中 -: 排出中



最大水深26.9m/15分経過/最大潜水時間6分  
全ての身体区画で吸収が進んでいます。特に速い組織への吸収量が多いです



10分掛けて半分の水深に移動  
速い組織は排出し始めているが、中程度～遅い組織はまだ吸収が続いている



少し浅い水深に移動する  
速い組織の排出が進むが、中程度～遅い組織は吸収量が増えている



安全停止終了後、最大潜水時間は200分、速い組織の排出は進んでいるものの、遅い組織ではまだ吸収が進んでいる

最大潜水時間だけを見るとまだ潜水していても良いように思えますが、遅い組織への窒素の溶け込みは続いています。この遅い組織の溶け込み速度は遅いのですが、排出速度も遅いので、2ダイブ目、3ダイブ目に影響します。

- ・過去の減圧症罹患者のダイブプロファイル分析結果より、  
「平均水深15m以上/潜水時間45分以上」  
は体内窒素を蓄積し過ぎるので避けるべきだという報告があります。  
「最大水深×潜水時間」も当然ですが、「平均水深×潜水時間」にも十分注意して下さい。
- ・反復潜水において、ダイブ回数毎に最大水深を浅くすることは当然ですが、平均水深もその日の最大を15m未満にして、ダイブ回数毎に浅くするようにしましょう。
- ② 減圧停止を必要とするダイビング、無限圧潜水時間ギリギリのダイビングは避けましょう。  
「無限圧潜水時間」は「あと何分潜れる」ではなく「あと何分で体内に溶け込んだ窒素が減圧不要限界点を超えてしまう」という危機感を持った見方をしましょう。  
特に浅い水深で減圧停止が出るということは体内に残留している窒素量が多く危険な状態です。
- ③ 1日のダイビングは2回までが望ましく、12時間以内に3回以上のダイビングを行う場合は深度と時間を控え目にしましょう。

④ 浅い水深に戻って来た時に急浮上しないように注意しましょう。

⑤ 安全停止は水深5～6mで3～5分行いましょう。

- ・安全停止中の急激な水深変化に注意しましょう(うねり、流れ、浮力コントロールにより体が浮く)。
- ・中性浮力が上手く出来ないダイバーは何かで掴まって安全停止を行いましょう。  
但し、掴まっている物によって体が大きく上下しないように注意しましょう。(特にボートから吊り下げているガイドラインがうねりで上下している時など)
- ・可能であればボートを水深5mの場所に、あるいはトップが水深5mの根の近くに停泊させ、安全停止中に水深5mで泳げるようにすると、ダイバーの体も安定しますし、体を動かすことで窒素の排出がより促されます。中層で中性浮力状態でも、ロープに掴まっていたとしても安全停止中は体を動かした方が窒素の排出は良くなります。
- ・安全停止中は深呼吸をして換気を十分に行いましょう。
- ・浮上速度は毎分9～10m、安全停止水深への移動(水深変化)はゆっくり行います。  
安全停止後の水面までの浮上速度は毎分10m(水面まで30秒)以下としましょう。瞬間的な急浮上は危険です。
- ・特に安全停止後の水面までの浮上速度に注意して下さい。アンカーロープなどがあれば、一握りずつゆっくり浮上します。(特にゲストは安全停止後の浮上速度が速いので要注意です)

#### ※安全停止の目的

△「速い組織」の窒素レベルを安全なレベルまで減圧すること。

△浅い水深での浮上速度オーバーを押さえること。

⑦ ディープストップ+シャローストップ

最大水深が24～30mのダイビングを行った場合、最大水深の半分の水深で2～3分停止(ディープストップ)すると減圧症発症のリスク軽減には効果的。(「速い組織」の圧力変化を押さえる)

例)水深25m(3.5気圧)で深に20分以上潜水した場合

→水深15mで2～3分間停止。その後水深5mでの3～5分の停止(安全停止:シャローストップ)を行います。

最大水深が20mより浅い潜水ではディープストップは行わない方が良い。

2ダイブ目以後のディープストップ効果は、1ダイブ目のダイブプロフィールの影響を受けるので、2ダイブ目以後のディープストップは行わない方が良い。

△シャローストップ:既に発生している微細な気泡を排出するのに有効。

△ディープストップ:深場で発生し、膨張する気泡の発生を未然に防ぐのに有効。

※ ディープストップについては様々な意見があり、行うことでかえって窒素を溜めこんでしまう場合もあり、今のところ推奨できるものとは言えないかも知れません。  
重要なことは、より浅い水深に向かう際に、浮上速度が速過ぎないことです。

⑧ 水面休憩時間を最低でも60～90分は取るようにしましょう。

⑨ 体が冷えると窒素の排出が低下するので、潜水中や減圧(安全停止)中、エキジット後に体を冷やさないようにしましょう。水温より気温が低い時は要注意。

⑩ ダイビング前に体温を上げるような運動をすると、血液循環が促進され窒素の溶け込み量が増加します。その後水中で冷えると排出が低下するので(抹消の血管が細くなり血流が悪くなる)、通常より沢山の窒素が蓄積する結果となります。ダイビング前は平熱にしておきましょう。

⑪ ダイビング中に息切れするような激しい動きや重労働を避けましょう。

- ・呼吸回数の増加、血流の増加(安静時と運動時では血流が10倍以上違う)により、通常よりも多くの窒素が溶け込みます。特に筋肉中への窒素の溶け込み量が多くなります。
- ・マイクロバブルス(微細な気泡)の発生が多くなり、抹消の血管に詰まるので窒素の排出が悪くなります。
- ・激しい動きや重労働の後に安静状態になると、筋肉中の血流が減少し窒素の排出が悪くなります。(運動時に大量に溶け込んだ窒素が残ってしまう)。
- ・空気消費が多いダイバーは窒素の溶け込みが多くなります。
- ・血液中の二酸化炭素蓄積が多いと窒素の排出が悪くなり発症のリスクが高まります。

二酸化炭素蓄積の原因となる呼吸(換気の悪くなるような呼吸)を行わないようにしましょう。  
十分な空気が供給される器材を使いましょう(流量の調節を行う)。

※ゲストが中性浮力を取れず常にフィンキックをしている、腕が動いているなどで息切れしている。  
ガイドスタッフの泳ぐ速度が速い、不規則、上下動が激しいなどで、ゲストが付いていくのがやっとで息切れしている。

→自分やゲストの動きを注意深く観察し無理のない動きで活動できるように、水深変化、泳ぐ速度・距離、コース設定等に配慮する必要があります。

- ⑫ 深い水深(30m以上)への頻繁なダイビングを行わないようにしましょう。
  - ・ダイビング時間が短くても浮上速度が速いと脊髄の障害を起こしやすくなります。
- ⑬ 浅い水深の長時間のダイビングを行わないようにしましょう。
  - ・浮上に少々時間を掛けたとしても関節周囲に気泡を発生しやすくなります。
- ⑭ 中程度の水深での長時間のダイビングを行わないようにしましょう。
- ⑮ 1日のダイビング(反復潜水)において、ダイビング毎に最大水深や平均水深を浅くしましょう。

#### 4. 潜水後、体に振動が加わることで減圧症発症のリスクになる可能性があります。

ボートで移動中に小刻みな振動や急激で大きな振動が掛からないような対策が必要です。ボートに乗り慣れていないゲストは船長やスタッフより振動の影響を多く受けています。クッションの上に座らせるなどの工夫が必要です。また、振動を与えないような操船を心掛けましょう。

#### 5. ダイブコンピュータの使用について

ダイブコンピュータを正しく使用していますか？

ダイブコンピュータは正しい使い方を理解していないと、体内に窒素を溜め込んでしまう危険があります。ダイブコンピュータは年々進化を遂げて、ダイバーに様々な情報を提供してくれるようになりました。しかし減圧症は相変わらず発症してしまいます。

ダイブコンピュータは減圧症を避けるために研究された理論をもとに各社が必要と考える安全域が加味されて作られています。このため、ダイブコンピュータを使用してダイビングする場合には、使用するコンピュータを十分理解すること、そして何よりもダイバーは「減圧症」について発症原因、予防法、応急処置についての基礎的な知識を身に付け、ダイバーそれぞれがダイブコンピュータに頼り切るのではなく、その時の状況により自己管理するということが大切です。

ダイブコンピュータの問題点の1つに

「ダイバーのダイブパターンは色々ですが、どんなに窒素をため込むようなダイビングをしても、浅い水深に浮上すると、無限圧潜水時間は長く表示されてしまう。」

というものがあります。浅い水深に戻って来ると無限圧潜水時間が「200」や「99」になりますね。こうなるとダイバーはあたかも窒素が抜け減圧症から回避されたかのような錯覚に陥り、安心して浅い水深に長く滞在してしまいます。ところがこれは、知らないうちに多くの窒素をため込んでしまうことになります。

(前述したダイブコンピュータの写真④)

体内には窒素の溶け込みの「速い組織」と「遅い組織」があります。浅い水深に戻って来ると「速い組織」では窒素の排出が進んでいても、「遅い組織」ではまだ窒素を吸収している場合があります。それはコンピュータの表示からは分かりません。2ダイブ、3ダイブと反復ダイビングを重ねるうちに、多量の窒素を体内に溜め込んでしまい、気付かないうちに減圧症に罹るリスクを高めています。

ダイブコンピュータは正しい使い方を理解していないと、窒素をため込んでしまう負の側面を持っていることに注意して下さい。

- ① ガイドダイバーは減圧症に関する正しい知識や予防に関する最新の情報を知っておく事が必須です。
  - ※ 過去のゲストやガイドダイバーの減圧症発症の事例では、明らかにガイドダイバーの知識不足が原因と思われるものが見受けられます。
  - また、ほとんどのゲストはダイブコンピュータを持っていますが、ダイブコンピュータを理解し、減圧症の知識を持ち、自己管理しているかどうかは疑問です。

②各ダイブコンピュータのマニュアルをしっかりと読み理解しましょう。

③実際の使用においては、

- ・頻繁に深度、潜水経過時間、無減圧潜水可能時間の表示を確認しましょう。
- ・表示されている無減圧潜水可能時間は水深が浅くなればなるほど危険です。水深に応じて無限圧潜水時間に十分なマージンを加算しましょう。

例)水深25~30m... 5~10分以上

水深20~25m...10~15分以上

水深15~20m...15~20分以上

水深10~15m...20~25分以上

- ・無限圧潜水時間のみを気にしているだけでは減圧症の予防にはなりません。人体には窒素を「速く吸収・排出する組織(ハーフタイムの速い組織)」と、「遅く吸収・排出する組織(ハーフタイムの遅い組織)」が複雑に混在します。

通常のダイビングでは、まず深い水深では速い組織に窒素が蓄積され、中程度~浅い水深では遅い組織に窒素が蓄積されます。

速い組織は窒素の排出も速いため、深い水深で減圧停止表示が出た場合は水深を上げると比較的早く消えますが、中程度~浅い水深では窒素の排出が遅いため、一度出た減圧停止は消え難いです。

このため、中程度~浅い水深で減圧停止が出るということは要注意です。

→中程度~浅い水深は無減圧潜水時間が長くなります。だからといってその水深に長く留まると、排出が遅い組織への窒素の溶け込みが多くなり、減圧停止は出なくても多量の窒素が蓄積している状態になり、それが何かの拍子で気泡化する可能性が高くなります。体の中の窒素の蓄積状態をダイブコンピュータの表示で単純に判断してはいけません。

- ・ダイブコンピュータに指示される浮上速度に従って浮上しましょう。
- ・減圧停止が出ても、慌てて表示された減圧停止水深まで浮上しないようにしましょう。あるいはダイブコンピュータの減圧停止表示を消失させるために速い速度で浅い水深へ浮上を行わないようにしましょう。段階的に浮上して行けば、減圧表示は消失します。また、その方が気泡を発生し難くさせ、あるいは発生した気泡を効果的に排出させる事になります。
- ・減圧停止表示を無視して浮上し、その後ダイブコンピュータのみを水中に沈めて減圧停止させるようなことは絶対に行わないで下さい。
- ・一旦浅い水深に戻って来たら、再び深い水深に行ってはいけません。

7. 減圧停止を怠ったまま水面に浮上してしまった場合は各ダイビングトレーニング団体の推奨する手順に従って下さい。

#### NOAAダイビングマニュアル推奨事項

- ・浮上前に減圧停止が必要な事に気付いたが、どの程度の停止が分からない場合
  - ① 3.0~4.5mに最低15分、あるいは空気の限界まで停止する。
  - ② 浮上後、停止した時間が必要な減圧時間であったかどうかを確認する。
  - ③ 必要な減圧時間に満たなかった場合は、浮上後最低30分間100%酸素を吸い、12時間の観察が必要。反復ダイビングは禁止。
  - ④ 30分間の酸素吸入の最中、あるいはその後減圧症の徴候や症状が出たら、必要な対処をする。
- ・必要な減圧停止を行わずに水面に浮上した場合
  - ① 減圧症の症状が出ていなくて、浮上後5分以内に安全に水中に戻れるなら、実施しなかった減圧停止の水深に戻り、必要な減圧停止時間の1.5倍留まる。
  - ② 浮上後5分以内に水中に戻れないなら、最低60分間100%酸素を吸入する。
  - ③ 60分間100%酸素を吸入した後に減圧症の症状が出なければ、12時間減圧症の徴候や症状が出ないか観察する。この観察期間中はダイビング中止。
  - ④ 60分間100%酸素を吸入している最中、あるいはその後症状が現れたら、必要な対処をする。

### トレーニング団体Aの推奨事項

- ① 無減圧限界の超過5分以内の場合、水深4.5mに8分間の減圧停止を行う。  
浮上後このダイバーが再度ダイビングを行うには、最低6時間待機する。
- ② 無減圧限界の超過5分以上の場合、水深4.5mで15分間の減圧停止を行う。  
浮上後このダイバーが再度ダイビングを行うには、最低24時間待機する。

### トレーニング団体Bの推奨事項

・必要な減圧をせずに浮上した場合の対処法

- ① ダイビングを中止し、100%酸素を吸い、水分を沢山摂る。減圧症の徴候症状が出ないか観察する。  
行わなかった減圧停止を行うために、再度潜降(ふかし)をしてはいけない。
- ② 減圧症が疑われる場合は、DANの緊急ホットラインに電話する。
- ③ 減圧停止を行わなかった場合は、最低24時間はダイビング中止。

### 8. その他予防対策を考えなければならない事項

#### ① 性差

- ・ 冷え性の女性は要注意です。
- ・ 生理(月経)前・中はより安全に行動しましょう。

#### ② 肥満:要注意です。

#### ③ 古傷(怪我)の既往

骨折・脱臼・捻挫した部位は血液循環が正常に戻っていない可能性があり、窒素の排出に影響します。

#### ④ 潜水ブランクが1ヶ月以上

#### ⑤ 卵円孔開存:超音波検査で調べる

胎児の時に心臓の左右の心房の間の壁に開いている孔。肺呼吸が始まった瞬間に閉じるが、30%の人に開存がある。この場合、静脈血内で発生したサイレントバブルは肺を通らないので除去されず、再び動脈血内に流れ込み、中枢神経系の減圧症が起る可能性があります。

正常:右心房→右心室→肺(サイレントバブル除去)→左心房→左心室→動脈血、

卵円孔開存:右心房→左心房→左心室→動脈血

## 減圧症発症の誘因

### 特に注意

- 減圧症の既往
- 減圧症が治ってから復帰までの期間が短い
- 潜水深度が30m以深
- 繰り返し潜水(24時間以内3ダイブ以上)
- 潜降・浮上を繰り返す
- 浅場の浮上速度が速い(9m/分)  
浮上速度18m/分を超えない、9~10m/分で気泡数減少、3m/分で気泡数増加  
安全停止後は水面まで30秒以上かけて浮上
- 水面休息時間が短い(1時間30分未満)
- 減圧停止が必要なダイビングを行った
- 脱水状態
- 外傷の既往(外科や整形外科で治療を受けた)
- 水中での運動量が多い(息が切れるほど泳ぐ→二酸化炭素の蓄積→窒素の排出低下)
- ダイビング後に体が冷えた

### 一般的な誘因

- 潜水時間が長い
- 安全停止水深が深い・浅い(5~6mで停止)
- 安全停止時間が長い・短い(3~5分停止、10分を超えても気泡数は減少しない)
- リバースダイブを行った
- ダイビング後に激しい運動を行った
- ダイビング後の航空機搭乗、高所移動
- 中高齢者(37歳以上・・・潜水後の気泡発生数が増加)
- 最大酸素摂取量(VO<sub>2</sub>max)が少ない  
潜水後の気泡発生は、酸素摂取量と浮上速度に関係している  
酸素摂取量が40ml/分/kg以上のダイバーでは気泡発生が少ない
- 体脂肪率が高い(17.5以上)
- 肥満である
- 喫煙している(血管と肺の変化→窒素の排出低下)  
二酸化炭素増加などから赤血球の酸素運搬能が妨げられる  
動脈硬化を促進させて酸素運搬能が低下する  
肺気腫を悪化させ肺のガス交換能が低下する
- 卵円孔開存がある(成人の3~4人に1人)  
静脈血に発生したマイクロバブルは、動脈血へ移動し動脈中のマイクロバブルは脳  
や脊髄に運ばれると、最も重いII型減圧症を引き起こし、最悪は脳内血管にマイクロ  
バブルが運ばれると動脈が閉塞して動脈ガス塞栓となり、脳梗塞と同じ症状を引き  
起こす
- 高所潜水

### 発症に関わる可能性があるとしてされている誘因

- 男性
- 月経中
- ピルの服用
- 二酸化炭素の蓄積(息こらえ、スキップ呼吸、息が上がるような激しい運動)
- 体調不良
- 疲労
- 安全停止中の冷え(窒素の排出低下)
- ダイビング直後に熱いお風呂に入る(気泡発生のリスク)
- ダイビング前のアルコール摂取

利尿作用により脱水の原因になる

潜水直前の摂取・・・循環血液量を増加させ組織への窒素分配を促進する  
血管を拡張させ気泡形成も促進する可能性がある

- 日頃の運動不足

#### 減圧症の予防

##### ダイビング前／日常生活

- ダイビングの2～48時間前までは運動する
- ダイビングの30～1時間前までは加温する
- ダイビング当日は水分を多く摂る
- ダイビング前夜アルコールを摂り過ぎない
- 疲労を避ける
- 喫煙を控える(禁煙)
- 1週間に1時間30分以上運動する
- 体脂肪率を17.5%未満にしておく
- 肥満にならないようにする
- 健康状態を良くしておく

##### ダイビング中

- エンリッチド・エア・ナイトロックスポンベを使う
- リバースダイブを行わない
- 二酸化炭素が蓄積しないように行動する(窒素の排出が妨げられる)  
息こらえ、スキップ呼吸、息が上がるような激しい運動を行わない
- 水深24～25mに潜った時はディープストップを行う(12～15m/2～3分)  
2ダイブ目以降については有用性が明確にされていない  
50～60mでは効果無し、20m以浅ではリスクが高くなる
- 潜水時間：潜水深度＝30分：15m以浅を守る  
(潜水時間30分時に水深15m以浅にいる)
- 浮上速度・・・9m/分以下
- 安全停止・・・水深：3～6m/時間：3～10分/体を動かす
- 減圧中は体を冷やさない
- 控えめに潜る：水温が高い(30℃以上)・低い時  
37歳以上  
男性、閉経後の女性  
減圧症既往者
- 高所潜水は標高に合わせた減圧を行う

##### ダイビング後

- 激しい運動をしない(水面休息中も)
- 体を冷やさない
- 体が冷えたダイビング直後の温浴は控え目にする
- 水面休息時間は1時間45分以上取るのが目安
- 航空機搭乗  
減圧停止を必要としないダイビング 1回・・・12時間空ける  
1日複数回、複数日、減圧停止を必要としたダイビング・・・18時間空ける
- 高所移動  
アメリカ海軍無減圧潜水空気用減圧表の反復グループ記号 A～C になってから行う
- 卵円孔開存があるダイバーは咳、お腹に力を入れる、激しい作業を行わない

## 減圧症の可能性が考えられる、ダイビング後の要チェック事項

1. 関節痛
2. 手足のしびれ
3. 関節、筋肉以外の痛み
4. 全身のだるさ／激しい疲労感
5. めまい／立ち眩み
6. 筋肉の痛み・張り・攣り
7. 筋力の低下
8. 吐き気
9. 皮膚のびりびり感・違和感／触った感じが鈍い／痒み／冷感／過敏  
※皮膚の知覚・痛覚・温度覚が低下する事が多い
10. 頭痛／ボーっとした感じ
11. 腕や足の圧迫感・重い
12. 息切れ
13. 発疹／胴体のまだら模様
14. 複視／視覚異常
15. フワーツとした感じ
16. 眠気
17. 発熱
18. 浮腫
19. 震え
20. 顔面蒼白
21. 耳鳴り
22. 動悸
23. 腹痛
24. 排尿・排便が困難

- ※ 症状は多様で、数ヶ所に出る傾向がある。また、症状は出たり消えたりを繰り返すため決め手に欠け、見逃してしまう事も多い。そうなると、治療が遅れ、完治せず後遺症が残る場合がある。
- ※ 疑わしい症状が出ていたら、酸素を吸い病院で診察してもらう。自己判断で受診を判断すべきではない。結果的に治療が遅れ悪化すると、治療時間が掛かり、また完治せず後遺症が残る場合がある。
- ※ 緊急搬送を必要とする症状
  - ・ 傍らから見てボーツとしている(意識レベルの低下)
  - ・ 言葉がうまく喋れないなどの脳症状がある
  - ・ 歩き難い／手を動かし難いなどの運動マヒがある
  - ・ 尿や便が出難いなどの排泄機能障害がある
- ※ 関節痛や筋肉痛など四肢の痛みだけの場合は、たとえ激痛であっても重症例として扱われません。発疹や痒みの皮膚症状が出現した減圧症も軽症とされます。しかし、始めは重症でなくても、後に重症の中樞神経症状を発現することもあるので注意深く観察する必要があります。

## 減圧症が疑われる場合の対処法

- ・ 若い健康なダイバーの潜水後の体調不良は、減圧症／減圧障害の可能性がありますが。
- ・ 高齢者や持病(糖尿病、高血圧など)のある方は潜水後の体調不良の原因が必ずしも減圧症とは限りません。減圧症を疑うあまり、必要な救急処置を怠らないよう注意が必要です。
  - 例) 帯状疱疹: 皮膚症状の大理石斑や、痛みや痒みを伴うことが減圧症の症状と似ている。中高年層に多く発症し、ダイビング前やダイビングの疲労が蓄積することで抵抗力が低下し発症することがある。
- ・ ダイビング終了後3時間以内に発症した減圧症は重症化する可能性が高く、24時間以降に発症した減圧症は急速な悪化をほとんど認めません。

## 応急手当

- ① 常圧酸素供給(大気圧下で供給される、可能な限り100%に近い酸素)を発症後可能な限り速やかに供給する。  
酸素流量は10~15リットル/分以上、リザーバーバッグが付いているマスクの方が吸入酸素濃度が上がって効果的です。  
デマンド式の吸入器であれば、さらに吸入酸素濃度は上がり、ボンベの酸素消費量も少なく効果的です。  
リザーバーバックとデマンド式吸入器は、患者の呼吸状態により選択します。  
酸素は早い段階で無くなっても良いので適量供給した方が効果があります。医療機関までもたせようとして、流量を絞っては効果がありません。  
※ 医療用酸素を携帯しましょう。  
※ 減圧症の応急処置に効果的な医療用酸素(100%)は医薬品となりますので、事故者への供給に関してはトレーニングを受けて、必要な知識・技術を習得することが必要です。そのためには DAN 酸素プロバイダーコースを受けて下さい。開催できるインストラクターがいますのでご連絡下さい。  
コースでは酸素供給の知識・技術と減圧症に関する基礎知識を勉強します。
- ② 水分補給(経口水分補給となるが、意識清明でない場合には避ける)
  - ・ 減圧症が発症した(発症が疑われる)場合は最初の1~2時間に1ℓくらい飲み、後は起きている間で食事以外に1時間当たり100~150mlくらい飲む(心臓や腎臓が弱っている方は摂取量に要注意)水分補給の意味が有るのは発症してから2~3日なので、早い段階で積極的に摂取する。  
炭酸、カフェイン(お茶、紅茶、コーヒー)、アルコールを含む飲料は避ける。アイソトニック飲料が最も良いが飲料水でも良い。  
ボートには飲料水やアイソトニック飲料を常備しておきましょう。
- ③ 体位は基本的に水平仰臥位が奨励され、可能であれば患者搬送中も保持する。意識の無い患者には回復体位が推奨される。
- ④ ダイバーを適温で管理する(温かく、しかし高体温にはしない。発汗させない)。特に重度の神経症状を伴う場合、高体温は避ける。日照、不必要な運動、過度な着衣を避ける。

## 減圧症発症のメカニズム

- 気泡による物理的な組織の傷害と血管閉塞による虚血
- 血管の内側の細胞が傷付く
- 虚血再灌流障害・・・血流が再開したことによって産生された毒性物質が影響し障害が起きる
- 気泡が血液に作用することによる凝固系の亢進
- 血管内皮を傷付けることによって起きる線溶系の亢進
- 血小板が活性化し、凝固系や線溶の変化
- 白血球の活性化
- 熱ショックタンパク質の遊出・・・細胞を保護するタンパク質
- 補体活性の変化・・・免疫機能に変化

もしも減圧症に罹ってしまった場合は、今後の予防対策のために下記内容の情報提供にご協力をお願いします。減圧症はまだまだ分からないことが多く、実際に発症した場合のデータが重要です。(匿名希望で結構です)

## 減圧症アンケート

- ダイビングショップ名
- ダイビングポイント
- 年齢・性別・ダイビング暦・本数
- 過去に減圧症に罹った事が有りますか？
  - 罹った事の有る方は、今回のダイビングまでどれ位経っていましたか？
- ダイビング前・中・後の体調はどうでしたか？（風邪気味あるいは風邪、疲労の蓄積、その他の体調不良）
- 薬を服用していましたか？（薬の種類は？）
- 前夜の睡眠時間 はどれくらいですか？
- 前夜に飲酒は有りましたか？飲酒した場合、量はどれ位で、何時頃まででしたか？
  - 二日酔いはありませんでしたか？
- 喫煙される方、ダイビング直前に喫煙をしましたか？
- ダイビング前に、嘔吐や下痢は有りませんでしたか？
- 月経前・中でしたか？
- 何ダイブ目で発症しましたか？（当日の          ダイブ目／今回総計で          ダイブ目）
- 繰り返しダイビングの場合、
  - ・前回までのダイビング記録を教えてください。
  - ・前回のダイビングの後に、身体のどこかに痺れ、感覚異常、痛み、だるさ、めまいは有りませんでしたか？
- ダイビング中の運動量はどうか？
  - ・常に息苦しさを感じた ・時々息苦しさを感じた ・疲労感が強かった ・足が頻繁に攣った
  - ・足が時々攣った ・ガイドについて行くのがやっとだった
- 安全停止は行いましたか？（水深と時間）
- ダイビング中・後に身体の冷えは有りましたか？
- ダイビング中に息苦しさを感じましたか？
- DCを使用していましたか？使用していた場合、使用状態はどうでしたか？
  - ・減圧停止表示が（有・無） ・控えめに使用していた ・無減圧限界ギリギリであった
- ダイビング中のおおよその水深変化とその水深での滞在時間はどうか？
  - 1ダイブ中のダイブパターンと1日のダイブプロフィールはわかりますか？
  - ※ダイブコンピュータでデータが読み取れます
- 急激な浮上があった場合、その水深変化と時間はどれ位でしたか？
- 発症当初の症状・時間経過に伴う症状の変化はどうでしたか？
- 酸素吸入はしましたか？
  - ・吸入した場合、時間と量はどれくらいですか？
  - ・吸入後に症状の変化はありましたか？
- その他上記内容以外で特記すべき内容があればご記入下さい

作成者 八重山ダイビング協会  
SENSE OF WONDER  
富樫 研一