

## ●原 著

## DANホットラインの実状および潜水後の酸素利用

山見信夫\* 眞野喜洋\* 芝山正治\* 高橋正好\*

## 要旨:

1. レジャーダイバーの減圧症では、治療が遅れるケースが多い。
2. 日本人レジャーダイバー特有の減圧症発症の誘因として、地理的要因による潜水後の高所移動があり、減圧症が発症してから高所を移動するケースもある。
3. 減圧症に対して酸素吸入は有効であるが、日本では、レジャーダイバーが医療施設を受診するまでの間に、酸素を吸入するケースは少ない。減圧症を発症した際には、医療施設を受診するまでの間、効果的かつ安全に酸素吸入ができるよう推進するべきである。

## 緒 言

1992年4月よりDivers Alert Network (DAN) Japanではホットラインを開設して、レジャーダイバーの潜水障害の対応にあたっている<sup>1)</sup>。1998年3月までの6年間に、205例の減圧症の相談を受けた。これらのデータを基に、日本人レジャーダイバーの減圧症の特徴を検討し、米国のデータ<sup>2)</sup>と比較する。さらに、一般ダイバーの酸素利用についても考察する。

## ホットラインの症例

表1は、DAN Japanホットラインで対応した主な疾患である。診断は、ホットライン対応時の傷病名である。1992年4月から1998年3月までに対応した減圧症は205例であった。

図1は、減圧症発症からDAN Japanのホットラインをコールするまでの日数である。発症からコールまでに日付が変わった場合には1日とカウントした。約70%の患者が、発症後3日以降にコールしていた。コールまでに平均4.8日経過していた。

図2は、減圧症患者がDAN Japanのホットライ

ンをコールしてから医療施設を受診するまでの日数である。約30%が3日以上経過してから受診していた。受診までの日数は、平均7.3日であった。

図3は、DAN USAが対応した減圧障害(減圧

表1 傷病名

傷病名	罹患者数 (%)			
	1992年4月~1998年3月		1998年4月~1999年3月	
減圧症	205	40.3	33	42.3
動脈ガス塞栓症	10	2.0	2	2.6
中耳および内耳障害	24	4.7	6	7.7

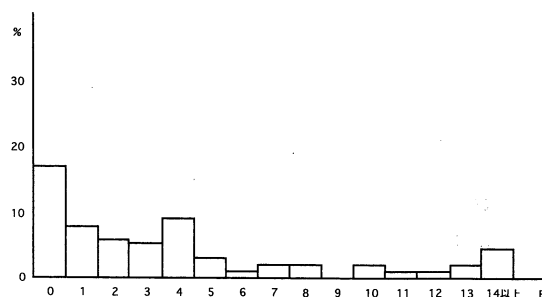


図1 減圧症発症からホットラインにコールするまでの日数 (n=98)

\*東京医科歯科大学医学部保健衛生学科

\*駒沢女子大学

\*資源環境技術総合研究所

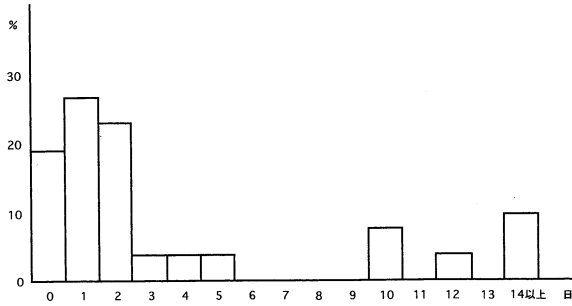


図2 減圧症発症がホットラインをコールしてから都立荏原病院を受信するまでの日数 (n=26)

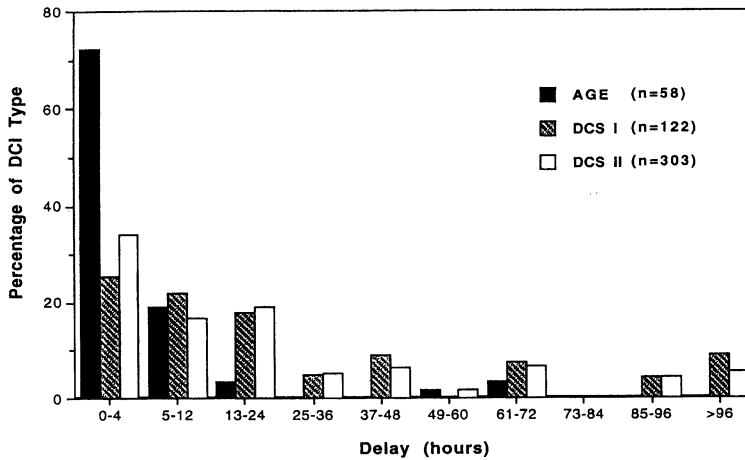


図3 DAN USAが対応した減圧障害患者における発症からコールまでの時間 (Report on Diving Accidents and Diving Fatalities, 1999 edition)

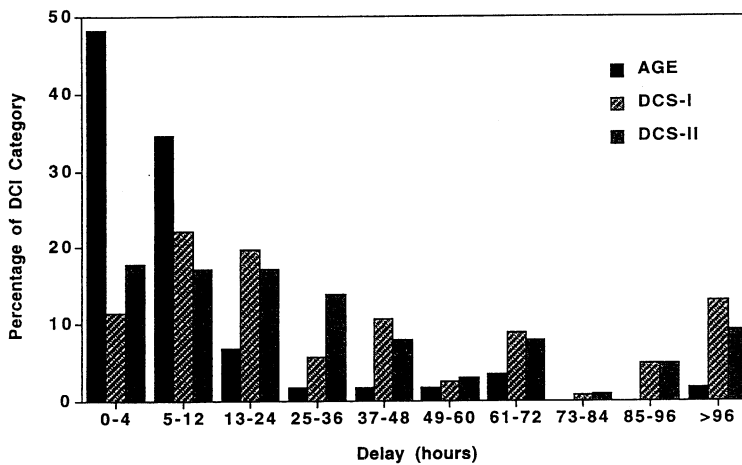


図4 DAN USAが対応した減圧障害患者における発症から再圧治療までに要した時間 (Report on Diving Accidents and Diving Fatalities, 1999 edition)

症および動脈ガス塞栓症) 患者における、発症からコールまでの時間である。I型減圧症、II型減圧症ともに約30%が24時間以上経過してからコールしていた。

図4は、DAN USAが対応した減圧障害患者に

における、発症から再圧治療までに要した時間である。I型減圧症、II型減圧症ともに約50%が24時間以降に治療を受けていた。DAN USAのレポートでは治療の遅れるケースが多いと述べている<sup>2)</sup>が、日本のケースより治療までにかかっている

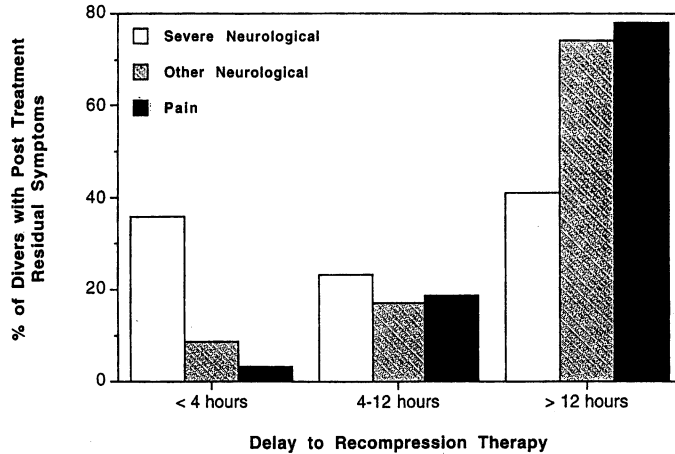


図 5 DAN USAが対応した減圧障害患者における治療後に症状が残存したダイバーの割合 (Report on Diving Accidents and Diving Fatalities,1999 edition)

表 2 治療が遅れる理由

1. 地理的要因から再圧治療施設到着までに時間がかかった
2. 酸素吸入やその他の処置によって軽快したため様子をみた
3. ダイバーが減圧症を知らない
4. 症状が軽かったため病気と思わなかった
5. 自然治癒を待っていた
6. 医療施設の診察または治療を受けたくなかった
7. ダイバーが減圧症と認めたくなかった
8. 最初に受診した医師に減圧症と診断されなかった
9. 民間療法を行っていた

時間は短い。

図 5 は、DAN USAが対応した減圧障害患者における、再圧治療後に症状が残存したダイバーの割合である。発症後12時間以降に再圧されたケースでは治療の効果が低下していた。

表 2 は、DAN Japanホットライン症例の治療が遅れた理由である。距離的要因から治療までに時間がかかった症例は、後述する酸素吸入の適応例と考える。

図 6～9 および表 3 は、DAN Japanホットラインで扱った減圧症のうち、潜水プロフィールと医療施設受診後の経過が確認できた98例について検討したものである。潜水後高所移動せずに減圧症

が発症した症例63名をGroup Aとした。高所移動した症例35名をGroup Bとした。Group Bについては、高所移動してから発症した症例Group B-a 26名と、発症後に高所移動した症例Group B-b 9名に分けた。図 6 に、Group AおよびGroup Bの、潜水終了から減圧症発症までの時間を示した。Group Aでは、潜水終了後2時間以内に発症したケースが60%以上あった。しかし、Group Bでは、2時間以内に発症したケースは約20%で、逆に2時間以降に発症した症例が約80%であった。図 7 は、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比較した。高所移動した症例の方が、潜水終了から発症までの時間が長く、

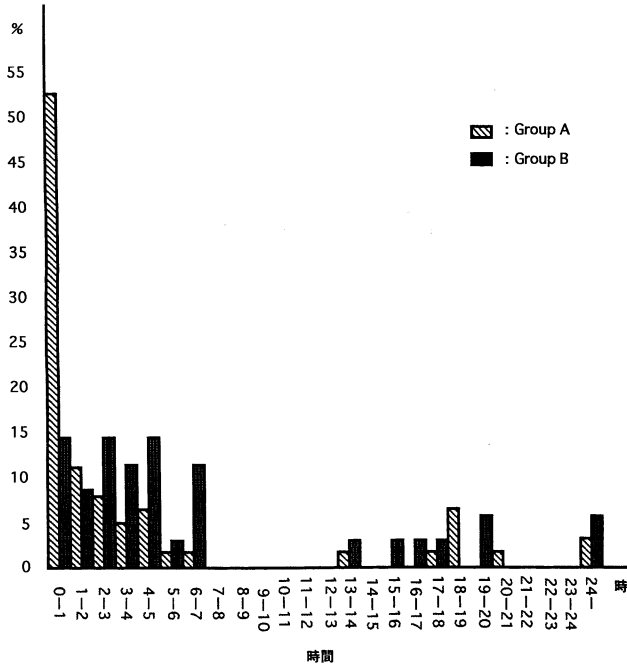


図6 潜水後高所に移動しなかった症例 (Group A) と高所を移動した症例 (Group B) における、潜水終了から減圧症発症までの時間

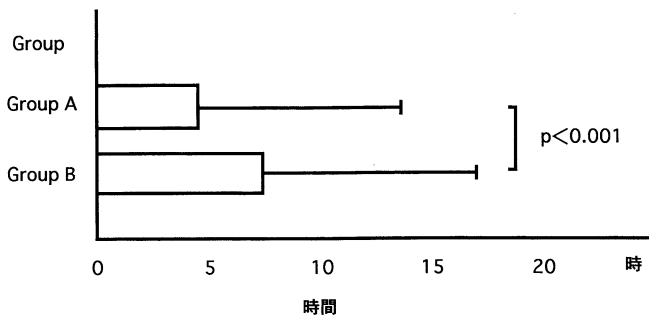


図7 潜水後高所移動しなかった症例 (Group A) と高所移動した症例 (Group B) の潜水終了から減圧症発症までの時間

高所移動が減圧症発症に関与していることが考えられた。図8は、伊豆半島の地図である。太線は、Group Bのダイバーが通過した標高400m以上の経路である。高所移動例の全例が伊豆で潜水したダイバーであった。図9はGroup Bの潜水終了から高所に移動するまでの時間である。ほとんどのダイバーが潜水終了後2～5時間の間に高所を通過していた。発症後、医療施設受診のために短時間のうちに高所を移動しなければいけないケースでは、後述する酸素吸入が特に有用と考えられる。表3は最終潜水終了時点での米国海軍の反復グループ記号<sup>3)</sup>である。高所移動後に発症した症例で

は、反復グループ記号がA-Fのダイバーはいなかった。潜水後の飛行機搭乗に関するガイドラインは、潜水終了から飛行までの時間を規定しているものが多い<sup>4)</sup>。しかし、時間を規制するガイドラインは、たとえば日曜日に伊豆で潜水したダイバーではその日のうちに帰宅できないことになり、受け入れ難い。高所移動の減圧症予防では、反復グループ記号を使用することが有用と考える。

再圧治療前の酸素吸入について

DAN USAのデータ<sup>2)</sup>では、483例中、308例(63.8%)が、Head-down position, 酸素吸入, 飲

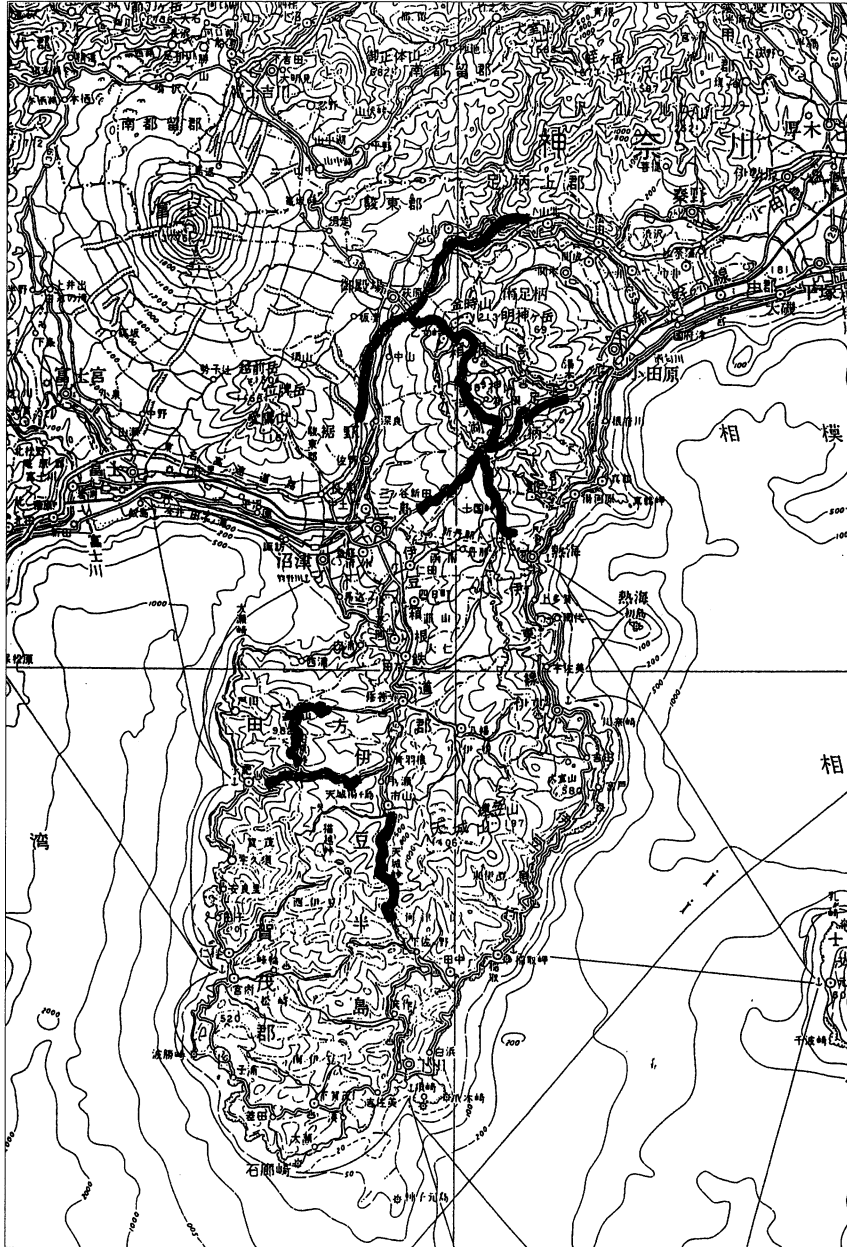


図 8 伊豆半島の地図

水、またはアスピリン内服のいずれかのファーストエイド（応急手当）を受けていた。また、483例の36.2%が酸素吸入のみ、または酸素吸入とその他の応急手当を併用していた（図 10）。応急手当として最も多かったのは酸素吸入であった。483例の8%のダイバーが酸素吸入を行うことによって、再圧治療を受ける前に症状が消失した。

ただし、酸素吸入をしなかった症例でも、2%は症状が消失した。再圧治療前に酸素吸入している症例では、再圧治療（症例によっては複数回）後の症状の消失率は65%、再圧治療前に酸素吸入をしていない症例では、再圧治療後の症状の消失率は60%であった。図 11は、減圧障害における酸素の治療効果である。いずれのタイプも、酸素吸

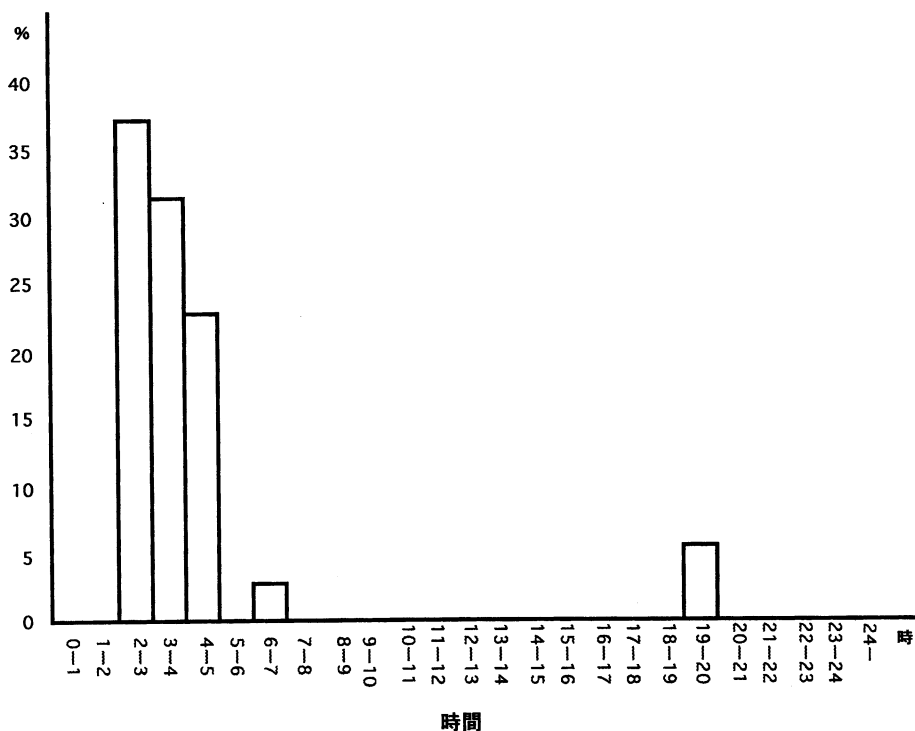


図9 潜水後高所移動した症例 (Group B) における潜水終了から高所に移動するまでの時間

表3 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-a と Group B-b) の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(%)	決定不能(%)	計
GroupA	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)
GroupB-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)
GroupB-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)

入をしなかった症例より、吸入した症例の方が症状の改善がみられた。DAN Japanホットライン症例では、再圧治療前に酸素吸入を受けた症例は4例であった。

#### 酸素の取扱いの規制

日本においては、人に投与する酸素は医薬品に該当する。そのため酸素の投与は医行為にあたる。医薬品酸素の使用に関しては医師の処方箋が必要

である。

日本医師会救急蘇生法教育検討委員会報告書(1995年)の酸素の適正化についての内容を以下に抜粋する。酸素は、これまで医療用ガスとして認定されたものが医療機関内で使用されてきた。近年、スポーツ時の酸素補給、スクーバダイビング、または緊急時に使用されつつある。酸素には、酸素中毒の問題、支燃性の問題があるため、一般市民が使用するには一定の見解が必要である。酸

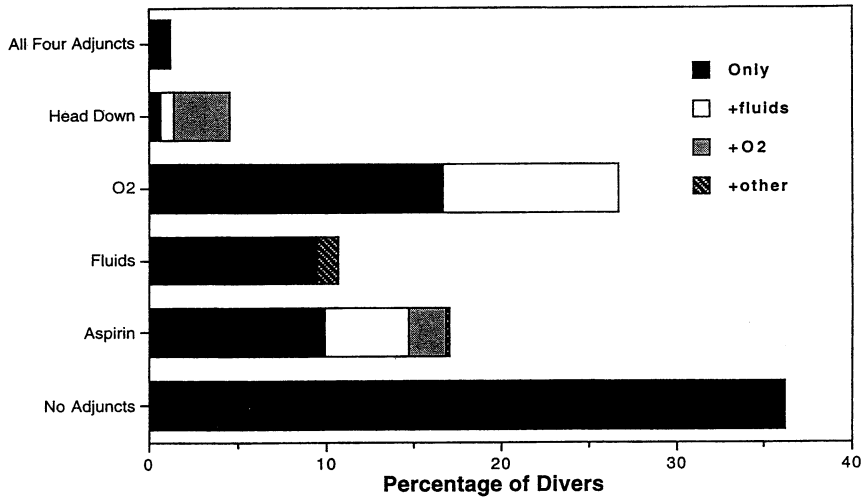


図 10 再圧治療前の応急手当  
(Report on Divng Accidents and Diving Fatalities,1999 edition)

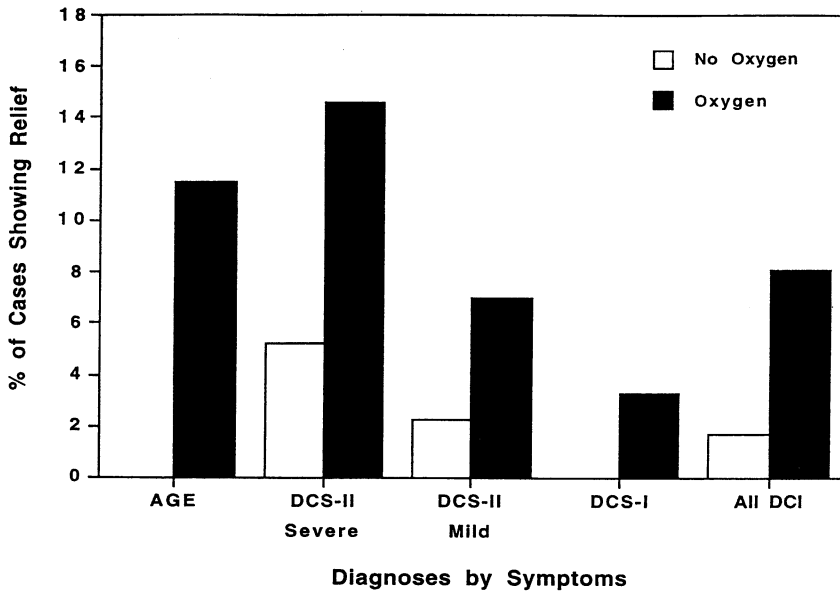


図 11 減圧障害に対する酸素の治療効果  
(Report on Divng Accidents and Diving Fatalities,1999 edition)

素の安全性について100%酸素吸入では6時間は酸素中毒を生じない。高山病や減圧症で医療機関に搬送される場合でも5時間を超えることはないと思われる。100%酸素をマスクで吸入すると、気道内の酸素濃度は30~40%である。以上から現

在の使用のされかたでは問題は生じないと思われる。しかし、他人に酸素を投与する場合には、投与方法、酸素中毒、呼吸・循環の解剖生理、さらに安全管理についても熟知していることが必要である。低酸素血症を伴う慢性呼吸不全、パラコー

ト中毒等については慎重な酸素の投与が必要である。また、法的な位置付けについては、次のように記されている。酸素は日本薬局方に掲載されており、薬事法第2条第1項に規定されている医薬品である。よって医師以外のものが第三者に治療を目的として使用すれば医師法違反になる可能性がある。しかし、酸素の投与が高山病や減圧症の緊急の処置として必要と認められれば、一般的に社会的相当行為としてみなされることもありうる。薬事法第24条には「薬局開設者または医薬品の販売業の許可を受けたものでなければ、業として、これを販売し、授与し、または販売もしくは授与の目的で貯蔵し、もしくは陳列してはならない」と規定している。許可を受けたものでなければ業として、日本薬局方酸素を一般に販売してはならない。工業用酸素は基本的には医療用酸素と内容に差はないが、工業用酸素を使用した場合にも、医師法または薬事法に抵触することもある。救急蘇生法との整合性については、心肺蘇生法は口と手で救命処置、処置を行うのが基本である。酸素の使用が、止血法も含めた救急蘇生法に必要なことは衆人の認めるところであるため、将来は酸素使用の検討がされるであろうと述べている。

医療施設以外の処置や手当は、救急救命士が行う処置（救急救命処置）、救急隊員が行う処置（応急処置）、一般市民が行う救急蘇生法すなわち心肺蘇生法および止血法（救急手当）、救急蘇生法を除いた一般市民の行う手当（応急手当）に分

けられる。一般ダイバーが酸素吸入を行う場合は、救急手当または応急手当の一部とみなされる。救急手当として行われる場合には、傷病者の意識がない場合も多いが、意志のない患者に第三者の一般人が酸素を投与すると、法に抵触する可能性がある。DAN Japanでは、1998年より酸素講習会を開催しているが、酸素吸入は本人の意思によって行われることを前提としている。

謝辞：データ収集に関して、都立荏原病院脳神経外科部長杉山弘行先生、その他多くのDiving Doctor's Networkの先生方にご協力を頂いた。心より御礼申し上げます。

#### 【参 考 文 献】

- 1) 山見信夫, 芝山正治, 水野哲也, 中山徹, 高橋正好, 梶原龍人, 眞野喜洋: 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(7): 821-825, 1995
- 2) Treatment, In: Report on Diving Accidents and Diving Fatalities, Divers Alert Network, pp.53-61, 1999
- 3) Air Decompression, In: U,S,Navy Diving Manual, Naval Sea Systems Command, Best Publishing Company, Flagstaff, Arizona, Chapter seven: pp.1-44, 1985
- 4) Sheffield, P.J.: Flying after diving guidelines: a review.,Aviat.Space Environ.Med. 61: 1130-1138, 1990