

スポーツダイバーの減圧症（潜水障害）の発生頻度について

芝 山 正 治

Incidence of decompression sickness(DCS) in sports divers

Masaharu SHIBAYAMA

キーワード： スクーバダイビング、潜水障害、減圧症、高所移動、ナイトロックス潜水

【目的】

大学教育の中の保健体育実技で、スクーバ(scuba)ダイビングを実技に取り入れる傾向が最近目だち始めてきた。しかし、ダイビングは様々な障害と遭遇する可能性があり、その中でも障害の罹患も無視できない。この障害は高気圧障害(潜水障害)と言われ、治療を要しない窒素酔いから重篤な場合は死亡に至る減圧症や肺破裂まで様々である^{1,2)}。この発生頻度に関する調査及び、その予防方法の研究は非常に少なく、病院に受診した件数を集計したものが殆どである^{3,4)}。本研究は潜水地に出向き聞き取り調査を行い、潜水障害の実態を明らかにすると共に予防方法の提言をする。

【調査場所及び方法】

静岡県伊豆半島西海岸北端に位置する大瀬崎を調査場所とした。大瀬崎は、日本で最もダイバーが集中する場所であり、その数は休日で2,000名以上集まることがあり、幅広い情報を収集できるために調査場所とした。

調査対象者は潜水を行っているダイバーを無作為に抽出した。但し、はじめてダイビングを行う者は除いた。

期間は、1996～97年の2年間で、計4回実施した。

表1 スポーツダイバーの潜水実績(1996年、1997年調査)

調査項目	合計 (n: 1,134)	
	平均	±SD (min~max)
潜水歴		
経験年数	4.7	4.6(0~34)
合計タンク	392.7	1192.7(5~2940)
使用本数(本)		
年間タンク	64.6	88.4(1~800)
使用本数(本)		
最高潜水深度(m)	37.6	13.7(10~110)
調査日		
タンク使用本数(本)	2.1	0.7(1~5)
自動減圧計の利用率(%)	65.6	(744/1134人)

表2 職業の分類 (1996年・1997年調査)

職 種	人数	割合(%)
会社員	549	48.4
職業ダイバー	145	12.8
学生	137	12.1
公務員	120	10.6
医療関係	56	4.9
自営業	40	3.5
フリーター	27	2.4
主婦	18	1.6
無職	13	1.1
その他	12	1.1
職業ダイバー(セミ)	11	1.0
不明	6	0.5
合 計	1134	100.0

表3 スポーツダイバーの潜水障害罹患経験

障害名	1996年 n.499		1997年 n.635		合計 n.1134	
	件数	%	件数	%	件数	%
窒素酔い	57	11.8	83	13.1	140	12.3
耳	54	10.8	64	10.1	118	10.4
副鼻腔	40	8.0	25	3.9	65	5.7
歯	24	4.8	31	4.9	55	4.9
減圧症	12	2.4	13	2.0	25	2.2
その他	4	0.8	2	0.3	6	0.5
合計	191		218		409	
有障害者数 ¹⁾	134		157		291	
罹患頻度 ²⁾		26.9		24.7		25.7

- 1) 有障害者数は、1項目以上の障害に罹患した経験を有する人数(人)。
2) 罹患頻度は、調査人数に対しての有障害者割合(有障害者数/調査人数)。

表4 潜水以外の疾患経験者の潜水障害罹患率

(1997年調査、n.635)

障害名	潜水以外の疾患		耳 ²⁾		潜水障害の件数 ¹⁾		減圧症	
	件数	%	件数	%	副鼻腔 ³⁾	%	件数	%
鼻炎	144	18.0	16	14.0	11	9.7	0	
耳	101	15.9	38	37.6	10	9.9	3	3.0
喘息	4	0.6	0		0			
高血圧	2	0.3	0		0			
心臓病	2	0.3	1	50.0	0			
高脂血症	1	0.2	0		0			
その他	18	2.8	2	11.1	0			
合計	242							
有障害者数 ¹⁾	203							
罹患頻度 ²⁾		32.0						

- 1) 潜水以外の疾患の中に潜水障害を経験した人数(%)。
2) 耳の障害。 3) 副鼻腔スクイズ。
4) 有障害者数は、1項目以上の障害に罹患した経験を有する人数(人)。
5) 罹患頻度は、調査人数に対しての割合(%)。

表5 タンク本数に対する減圧症罹患率

(1996年、1997年調査)

調査人数(人)	1,134
合計タンク使用本数の平均(本)	390±1,187
減圧症罹患人数(人)	25
減圧症発症率(%) (減圧症罹患人数/調査人数)	2.2
タンク本数と減圧症罹患(本) (タンク本数/減圧症罹患数)	15,795

【結果】

調査人数は、1996年調査が499名、1997年が635名の計1,134名であった。男女比は、男性が約6割、女性が残りの4割であった。

ダイバーの潜水実績の平均は、経験年数が4.7年、今までに使ったタンク（またはボンベ）使用本数の合計が393本、1年間のタンク使用本数が65本、経験した最大水深が38mであった。また、調査した日に潜水したタンク本数は2.1本であった（表1）。

職業の分布は、半数の48%が会社員、インストラクターやガイドダイバーの職業ダイバーが13%、学生が12%であった（表2）。潜水障害経験の頻度では、窒素酔いの12%が最も多く、続いて耳の障害の10%、副鼻腔の障害が5.7%であった。減圧症の罹患経験者は、25名の2.2%であった（表3）。

潜水障害以外で経験した病気は1997年の調査で調べられたが、鼻炎が最も多く18%を占め、耳の病気が16%であった。耳の病気の既往がある者の中で潜水による耳の障害を経験した者が38%に認められた（表4）。

タンク本数に対する減圧症罹患率は、約16,000本の使用タンクで1回の減圧症が発症する計算となった（表5）。

【考察】

減圧症は潜水などの環境圧力の上昇により体内に窒素ガスが過大に溶解し、その溶解したガスが減圧（浮上）によって過飽和となり気泡形成するという物理的な変化を生じるために発症すると考えられている^{5,4)}。その原因は、深い潜水や一日の潜水回数（タンク本数）の多さによって減圧症が発症するとされ、これらの行為を無謀な潜水と位置づけられている。調査日の潜水回数（タンク本数）は、平均で2本であったが、最も多く潜水したダイバーは4本であった。過去の調査では一日に6本の潜水を行ったインストラクターを認めている。一日に4本以上の潜水を行うダイバーの殆どは、職業ダイバーのインストラクターやガイドダイバーであり、減圧症の予防のためにダイブコンピュータ（自動減圧計）を携行し、無減圧潜水を心掛けているようである。しかし、一日に4本以上の潜水は無理な潜水の範囲に入り、安全潜水の普及を考える上から問題は残る。ダイブコンピュータを用いて無減圧潜水を行ったとしても減圧症の発症は認められる⁵⁾。安全率を加えた使用法でダイブコンピュータを用いるべきである。

減圧症の発症は、潜水後の2時間以内に殆どが発症するといわれている^{3,4)}。しかし、我々の調査では、潜水後の高所移動（車で高い山を通過）によっても発症し、伊豆半島の西海岸で潜水した後に、箱根の山や東名の御殿場付近の高所を通過したときに発症を認める事例がある^{6,7)}。伊豆半島の西海岸でダイビングを行い、その後に東京方面（西方面）や長野または山梨方面（北方面）に帰る者は、図1に示す通り高所を移動しなければならない。潜水後の経過時間が2時間以上であっても減圧症への危険は存在する。ダイバーの為の電話相談機関であるDAN Japan（Divers Alert Network：潜水障害の緊急連絡網）の資料によると、潜水後に高所移動を行ったことにより、減圧症に罹患した事例が14件と報告⁶⁾されており、決して無視できない課題である。

減圧症の発症リスクをタンク本数と発症率の割合で検討すると、タンク本数が約16,000本に1回の割合で減圧症に罹患することになった（表5）。Arness⁸⁾の報告では7,400ダイブに1回の減圧症発症を認めているが、DAN⁹⁾やWilmschurst¹⁰⁾の調査報告では10,000～20,000本に1回であり、本調査と一致している。仮に週末に活動しているダイバーが約4,000人として、各ダイバーが週末の2日間にかけて4本のダイビングをすると、合計で16,000本の潜水が行われることになる。即ち、各週末毎に1件の割合で減圧症が発症している計算となる。実際にDAN Japanのホットライン利用者で減圧症の心配で連絡したダイバーは6年間で205件であり、これを1週間の割合で見ると0.65件となる。ダイバーの1/3はDANへの連絡をしなかったとするならば、本調査の16,000本に1回の減圧症罹患数はほぼ一致する数値となり、1週間に1例の減圧症患者が発症していることになる。この減圧症の発症率をより低くするため及び潜水後の高所移動のためには、今までと

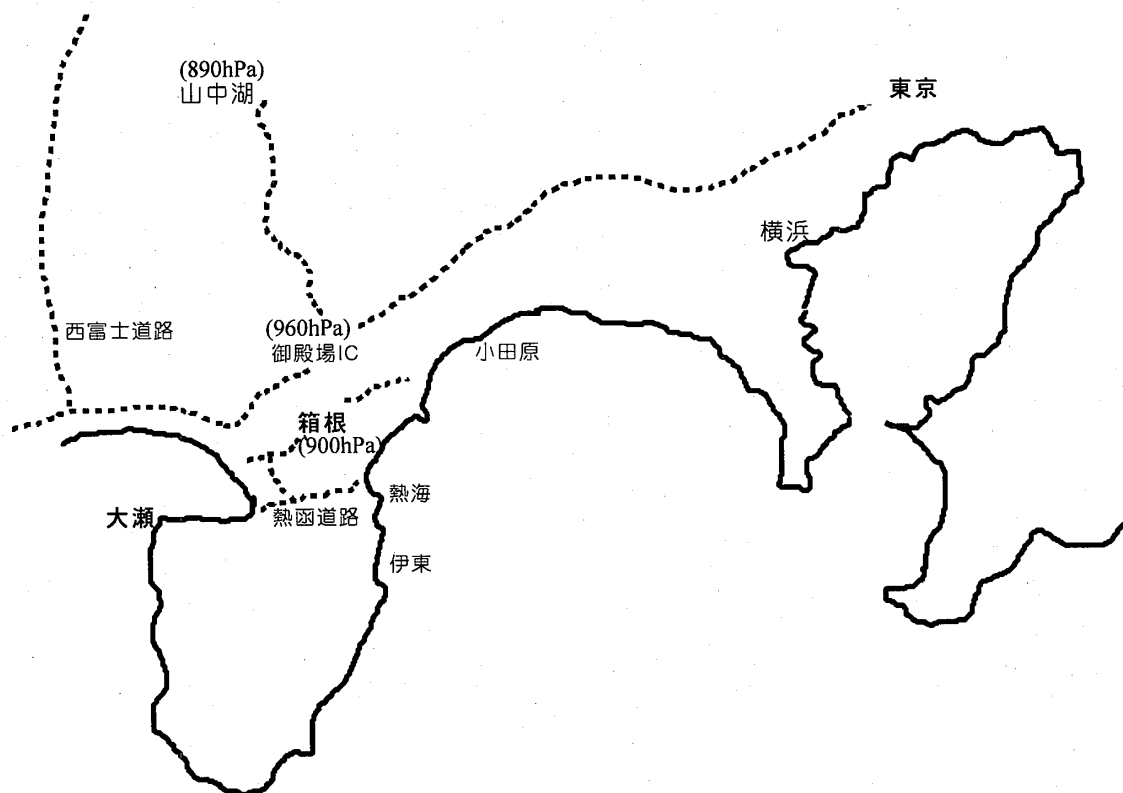


図1 潜水後の高所移動経路

違った予防対策や安全対策が必要である。その一つがナイトロックス (Nitrox、酸素30～40%、残り窒素) 潜水を用いることである。その方法は、Nitrox用の減圧表 (ダイブコンピュータ含む) を使わず、空気減圧表を用い、減圧症の原因である窒素ガスの溶解量を可能な限り減らし、発症を抑える方式である。例えば帰宅する日の2本目からの潜水でNitroxを用いることは減圧症発症の予防対策に大いに貢献する。しかし、日本においては、Nitroxガスの充填方法やタンク及びレギュレータの準備がまだ確立されていない現状にあり、一般的に普及するまでにはなお時間が必要である。米国などではすでに実用化が進み、スポーツダイバーが実際に使用している。日本においても実施に向けた積極的な努力が必要であろう。

潜水以外の病気を既往した者と潜水において障害を罹患した者の関係は、耳の病気の既往者が潜水障害の耳の障害に罹患する頻度が最も高かった。耳の病気の経験者数が101名、その中で潜水による耳の障害者数が38名の38%であるが、全体でみると635名に対して64名の障害者を認め、潜水以外で耳の病気を経験していない者に対する耳の障害頻度は4.9%となり、実に7.5倍もの頻度で潜水以外に耳の病気を経験している者の罹患率が高いことになる。潜水を行う前には必ず既往歴を調べる必要があり、その際、耳の病気に対して十分な注意を告げると共に、実際の潜水においても指導者は注意を必要とする。潜水による耳の障害の原因は、潜降する時の耳抜き失敗によることが多い。その失敗は、とくに体調を崩したときが多く、ダイバー本人の自覚と指導者の健康管理面に対する配慮が必要である。

以上の実態についてダイビング指導者はもちろん、各ダイバーも自覚し、厳しい自己管理を行いながらダイビングを行うべきであろう。これらの事実をダイバー達に提示し、教育及び認識の普及に努め、潜水障害の発症の低下につなげることで本調査研究の目的が達成されることが考えられる。

[参考文献]

- 1) 眞野喜洋：潜水医学、東京、朝倉書店、1992、p193-236、
- 2) 梨本一郎、鈴木秋信、清水信夫、佐野弘幸、望月徹 (eds)：新潜水土テキスト、東京、中央労働災害防止協会、1996、p223-235
- 3) 川島真人、野呂純敬：減圧症、最新医学、49 (7)：22-27、1994
- 4) 眞野喜洋：減圧症治療の現状と問題点—東京医科歯科大学における減圧症治療の現状と問題点—、日高圧医誌、23 (4)：185-192 1988
- 5) 小此木國明：ダイブコンピュータ (Dive Computer) と安全管理について、潜水医学実験隊報告、10(2)：22-35、1993
- 6) Yamami.N, Mano Y, Sibayama M, Fujita H, Sera A.M, Kawashima M, Kitano M, Takahashi M, Nakayama H, Nakayama T：Hyperbaric exposure after diving and decompression sickness on emergency calls of divers alert network in Japan. Undersea and Hyperbaric Medicine, vol 23, 58 1996
- 7) 眞野喜洋：高地や航空機での危険性、日高圧医誌、29 (3)：145-150、1994
- 8) Arness M. K.：Scuba decompression illness and diving fatalities in an overseas military community. Aviation, Space, and Environmental Medicine, 68 (4)：325-333, 1997
- 9) Proceedings of Repetitive Diving Workshop. DAN 1992 Report on Diving Accidents and Fatalities. Duke University Medical Center, American Academy of Underwater Sciences, March, 18-19, 1991
- 10) Wilmshurst P.：Analysis of decompression accidents in amateur divers. Progress in Underwater Science, 15；31-37, 1990