

## ●原 著

レジャーダイバーの潜水障害罹患割合  
—窒素酔いと耳の障害を中心にして—

中山晴美\*<sup>1)</sup> 芝山正治\*<sup>2)</sup> 山見信夫\*<sup>3)</sup>  
 小宮正久\*<sup>3)</sup> 内山めぐみ\*<sup>3)</sup> 高橋正好\*<sup>4)</sup>  
 外川誠一郎\*<sup>3)</sup> 大久保仁\*<sup>5)</sup> 眞野喜洋\*<sup>3)</sup>

1996年から2000年にかけてレジャーダイバーを対象に潜水障害の罹患頻度についてアンケート調査を行い、その中で窒素酔いおよび圧外傷について検討を行った。5年間の調査人数は2,688人でそのうち615人(22.9%)のダイバーが窒素酔い、耳または副鼻腔の圧外傷、もしくは減圧症のいずれかの潜水障害を経験していた。窒素酔いの発症水深はもっとも浅い20mから最深で80m近くにまで及んでいた。窒素酔いを発症する水深と潜水経験回数とは相関はなかった。5年間で耳の圧外傷を経験したダイバーは275人(10.2%)であった。耳に既往症をもつダイバーは持たないダイバーに比べ、潜水に伴う耳圧外傷のリスクが約9倍になることが明らかになり、潜水前の耳の疾患の既往に関する問診の重要性が再確認された。

キーワード：レジャーダイビング、潜水障害、窒素酔い、耳圧外傷

**Incidence of diving injury of Japanese leisure divers.****— Mainly on nitrogen narcosis and barotraumas of the ear —**

Harumi Nakayama\*<sup>1)</sup>, Masaharu Shibayama\*<sup>2)</sup>  
 Nobuo Yamami\*<sup>3)</sup>, Masahisa Komiya\*<sup>3)</sup>  
 Megumi Uchiyama\*<sup>3)</sup>, Masayoshi Takahashi\*<sup>4)</sup>  
 Seiichiro Togawa\*<sup>3)</sup>, Hitoshi Okubo\*<sup>5)</sup>  
 Yoshihiro Mano\*<sup>3)</sup>

\*1) Department of Anesthesia, Ushiku Aiwa General Hospital

\*2) Department of Humanities, Komazawa Women's University

\*3) Department of Allied Health Sciences, Faculty of Medicine, Tokyo Medical and Dental University

\*4) National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

\*5) Department of Otorhinolaryngology, Tokyo Medical and Dental University

Actual hearing questionnaires on diving accidents had been carried to Japanese leisure divers from 1996 to 2000. Incidence of diving injuries including nitrogen

\*1) 牛久愛和総合病院

\*2) 駒沢女子大学

\*3) 東京医科歯科大学医学部付属病院高気圧治療部

\*4) 産業技術総合研究所

\*5) 東京医科歯科大学耳鼻咽喉科

常仁会 牛久愛和総合病院

〒300-1296 茨城県牛久市猪子町896番地

受付日 2001年12月10日

採択日 2002年2月20日

narcosis, ear and paranasal barotraumas, and decompression sickness were 22.9% per five years. The shallowest depth of the onset of nitrogen narcosis was 20m and maximum depth of that was nearly 80m. There were no relationship between the number of diving experience and the onset depth of nitrogen narcosis. Incidence of barotraumas of the ear was 10.2% per five years. It became clear that the diver with a history of ear illness was nine times as much as high risk of barotraumas of ears than the diver with no history of ear illness. Therefore, a medical interview about a past history of ear diseases is important before diving.

#### Keywords :

Leisure diving  
Diving injury  
Nitrogen narcosis  
Barotraumas of ears

#### 目 的

本邦のレジャーダイバーの人口は、2000年予測で延べ約100万人に達し、年間のCカード発行枚数は8万枚前後である<sup>1)</sup>。また、年間に数回以上のダイビングを行うダイバー数は、およそ30万人と推定される。これらのダイバーは潜水活動を行うことによって減圧症などの潜水障害<sup>2)3)</sup>に罹患することがある。この発生頻度に関する調査研究は、国内には非常に少なく、病院を受診した件数の集計によるものが殆どである<sup>4)5)</sup>。

本調査研究は、ダイビングを行っている潜水地に出向き、直接レジャーダイバーに対して聞き取り調査を行い、ダイバーの潜水障害の罹患率、特に窒素酔いと耳・副鼻腔の圧外傷に関して調べ、検討を行った。

#### 調査場所及び方法

調査は静岡県の伊豆半島西海岸北端に位置する大瀬崎で行った。当地は、国内でも最もダイバーが集中する場所で、休日には2,000名以上のダイバーが訪れる。よって、幅広い情報の収集が可能と考え、調査場所に選択した。

調査対象者は潜水を行っているダイバーから無作為に協力依頼を行った。この中にはレクリエーションダイバー及びインストラクターダイバー

ならびにガイドダイバーなどが含まれている。但し、はじめてダイビングを行う者は除き、使用タンク本数の下限を5本とした。

期間は、1996～2000年の5年間とした。

#### 結 果

調査人数は5年間で2,688人であった。自動減圧計(ダイブコンピュータ)の利用率は、1996年の66.5%から2000年の76.3%へと上昇がみられた(表1)。

調査した潜水障害は4項目で、その頻度は窒素酔いが最も多く(12.2%)、耳圧外傷(10.2%)、副鼻腔圧外傷(5.5%)、減圧症(1.9%)の順であった(表2)。5年間の潜水障害者数の合計は615人であった。各年度の罹患頻度(各年度の調査人数(n)に対するその年の障害者数の割合=有障害者数/n)は5年間の平均で22.9%であり、ほぼ横ばいであった(図1)。

窒素酔いを発症した最も浅い水深は20m、最も深い水深は75mで、平均では38mであった(図2)。耳の圧外傷では中耳炎が41.2%、鼓膜穿孔が27.2%、内耳障害が9.6%であった(表3)。副鼻腔の圧外傷では前頭洞が75.7%と最も多く、次が上顎洞(2.8%)であった(表3)。

耳圧外傷の罹患と潜水以外の耳疾患の既往との関係では、耳疾患の既往があると、既往がない場合に比べて、潜水に伴う圧外傷の罹患率は約9倍(38.9% vs 4.2%)であった(表4)。

#### 考 察

日本のレジャーダイビングに関する大規模な調査は少なく、我々はその実態について6年前から調査を続け、報告してきた<sup>6)7)</sup>。各年度における背景や潜水歴には経年的変化以外に大きな変化はなく、ダイビングスタイルは1996年とあまり変わらないようであるが(表1)、ダイブコンピュータの利用率だけは確実に増加している(表1)。

ダイブコンピュータの利用は、マルチレベルダイビングを可能にし、水深と時間を気にしない長時間潜水を可能<sup>8)</sup>とした。しかし、従来の箱形潜水で利用していた減圧表からマルチレベル潜水に切り替わったことにより、限界ぎりぎりまでの潜水を行う結果、減圧症に対するリスクが高まったと

表 1 レジャーダイバーの潜水実績年次推移 (1996 ~ 2000、n = 2688)

調査項目	1996	1997	1998	1999	2000	合計
年齢(歳)	29.1	29.6	30.7	31.9	30.9	31.9±7.6
男女比 (♂・♀)	(30・27)	(31・31)	(31・28)	(33・30)	(32・30)	(31.9・29.4)
女性比率 (%)	34.7	37.0	37.1	35.1	38.3	36.5
経験年数(年)	4.7	4.7	5.2	5.3	4.6	4.9±4.9
潜水歴						
合計潜水回数(回)	390.5	400.9	416.7	457.4	377.1	410.6±1055.5
年間潜水回数(回)	66.4	60.0	59.8	68.4	89.0	63.9±91.9
最高潜水深度(m)	38.2	36.8	37.6	38.1	36.9	37.5±13.1
調査日						
潜水回数(回)	2.2	2.0	1.9	2.1	2.0	2.0±0.6
自動減圧計利用率(%)	66.5	64.9	75.9	78.2	76.9	71.3

表 2 レジャーダイバーの潜水障害 (1996 ~ 2000、n = 2688)

障害名	1996 (n = 499)	1997 (n = 635)	1998 (n = 563)	1999 (n = 546)	2000 (n = 455)	合計 (n = 2688)
窒素酔い (件・%)	57 (11.8)	83 (13.1)	72 (12.8)	74 (13.8)	42 (9.2)	328 (12.2)
耳圧外傷 (件・%)	54 (10.8)	64 (10.1)	45 (8.0)	51 (9.5)	61 (13.3)	275 (10.2)
副鼻腔圧外傷 (件・%)	40 (8.0)	25 (3.9)	35 (6.2)	22 (4.1)	27 (5.9)	149 (5.5)
減圧症 (件・%)	12 (2.4)	13 (2.0)	10 (1.8)	5 (0.9)	10 (2.2)	50 (1.9)
合計 (件)	163	185	162	152	140	755

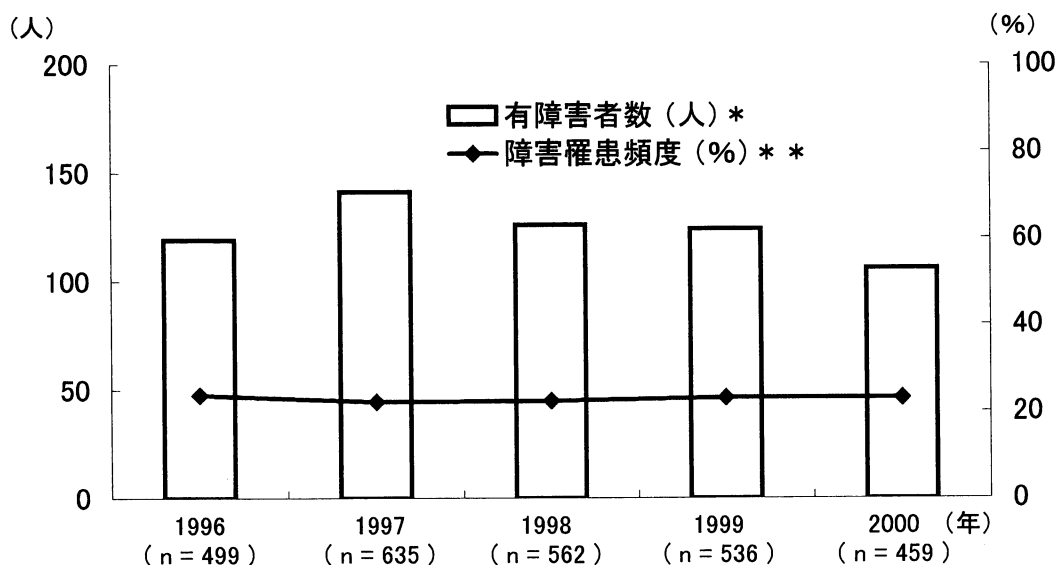


図 1 潜水障害者数と罹患頻度  
 障害罹患頻度\*\*は調査人数(n)に対する  
 障害者数\*の割合(有障害者数/n)

もいえる。反面、ダイブコンピュータは無減圧以内の潜水を意識した潜水として、安全潜水への意識の向上ともいえ、発売当初に比べ機器の開発が進み価格も低下し、利用しやすい環境になっている。このような状況の変化と減圧症の危険に対するダイバーの意識の上昇が、5年間での利用率の上昇につながっていると考えられる。しかし、2000年

の調査においては、約23%のダイバーがダイブコンピュータを利用していなかった(表1)。これらの殆どはビギナーダイバーであり、インストラクターなどの引率者が責任を持って彼らの指導および管理を行うべきである。一方、最近の社会情勢の中では、レジャーダイビングを取り巻く環境も厳しい経済的影響を受け、安全を軽視したインス

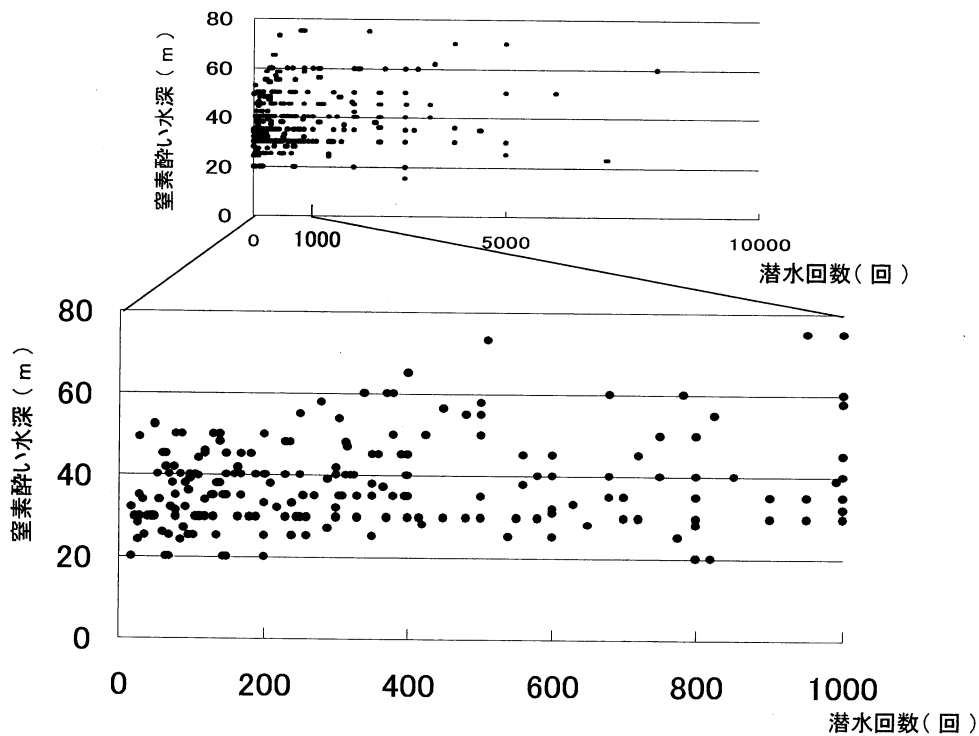


図2 窒素酔い発症水深と潜水経験回数

トラクターを養成する傾向がうかがわれる。指導者はもとより、ダイバーすべてが安全潜水の原点に振り返り、減圧症の予防対策を講じていくべきだと思う。

レジャーダイバーのための電話相談機関である DAN (Divers Alert Network) Japan のホットラインへは、窒素酔いに関する問い合わせは皆無である<sup>9)</sup>。しかし、今回調査した潜水障害の中では窒素酔いが最も多く (12.2%)、調査側からの能動的なアンケートではじめて明らかになった結果である (表 2)。また、耳や副鼻腔の外傷は、レジャーダイバーからの相談が多い障害であり<sup>9)~12)</sup>、本調査では、それぞれの罹患頻度が 10.2% および 5.5% と、その状況を裏付けている (表 2)。一方、潜水障害全体の罹患頻度は 5 年間に変化が見られていない (図 1)。レジャーダイビングにおいて、我々の調査も含め、指導団体などの安全潜水に対する教育・運動は確実に広がっていると思われるが、潜水障害の減少が見られないのは、より有効な対策の必要性を示唆している。

窒素酔いは高い窒素分圧の上昇によって起きる脳組織への麻酔作用が原因とされている<sup>13)~15)</sup>。一

般に、レジャーダイバーで発症する水深は 30m 前後といわれ、本調査でも、罹患したダイバーの発症水深は 30~40m に集中していた (図 2)。しかし、発症する水深の範囲は 20m から 80m 近くまでと幅があり、窒素酔いに対する各ダイバーの感受性の違いや、潜水当日の体調による感受性の変化、および体内二酸化炭素分圧の影響<sup>16)</sup> があり、20m という殆どのダイバーが経験している比較的浅い水深での発症も考慮すべきである。一方、潜水経験回数と窒素酔いを発症する水深とは相関はなく (図 2)、潜水頻度、いわゆる連続した潜水によって見られる「圧慣れ」<sup>17)~19)</sup> に伴う窒素酔いに対する感受性の上昇<sup>20)</sup> は、レクリエーションダイバーには見られなかった。職業ダイバーは毎日のように潜水を繰り返すが、レクリエーションダイバーは週末などの休日を利用した潜水を行うことによって、20m 程度の水深で窒素酔いの経験ををしたと思われる。しかし、窒素酔い罹患の確認については、他の障害と異なり酔いの症状のために自分自身の判断でどれだけ認識できたかが問題に残る。

相談内容で減圧症に続いて多いのは、圧平衡の

表 3 耳・副鼻腔の圧外傷 (1996 ~ 2000、n = 2688)

外傷の分類	総件数(件)	複数回答者(人)	差し引き件数と割合(件・%)		
耳	中耳炎	110	7	103	41.2
	鼓膜穿孔	86	18	68	27.2
	内耳障害	25	1	24	9.6
	その他	60	5	55	22.0
	計	281	31	250	100.0
副鼻腔	前頭洞	118	13	103	75.7
	上顎洞	5	1	4	2.9
	その他	31	2	29	21.4
	計	154	16	136	100.0

表 4 耳疾患の既往と圧外傷

	潜水に伴う耳圧外傷			合計
	あり	なし		
耳の既往	あり	131人 (64.5%) <b>38.9%</b>	206人 (11.1%) (61.1%)	337人 100%
	なし	72人 (35.5%) <b>4.2%</b>	1649人 (88.9%) (95.8%)	1721人 100%
	合計	203人 100%	1855人 100%	2058人

失敗によるトラブルで、特に耳や副鼻腔について頻繁に見受けられる。その具体的な傷害発生部位の頻度は、中耳炎(41.2%)と鼓膜穿孔(27.2%)を合わせ、耳の圧外傷の約7割が中耳圧平衡の失敗によるもので(表3)、耳疾患の既往の有無や潜水日の体調を考慮した、適切な判断に伴う耳抜きの実施や指導が必要である。副鼻腔については前頭洞の外傷が最も多かったが(表3)、これは主に解剖学的な要因が大きいと思われる。

本調査では全ダイバーの約1割が耳の圧外傷を経験していたが(表2)、これら耳の傷害の発生に対して、耳疾患の既往があると、潜水による耳の傷害の発生頻度が約9倍高くなり(表4)、重要なリスクファクターであるといえる。耳圧外傷に関する相談や、医療機関を受診した症例の中でも、耳に既往症を持つダイバーが多い傾向はあるが、具体的な頻度についての報告はなく、9倍という高い数値は我々の調査ではじめて明らかにされた。これは耳の既往に関する潜水前の問診の重要性を示し、既往をもつダイバーに対する大きな忠告であり、圧平衡に関する正確な知識と、圧外傷

を避けるための潜水方法の指導と認識が必要である。また、浸出性中耳炎などの場合、ダイバー自身は耳の違和感として感じるのみで放置されることが多く、そのようなケースについて詳細なアンケートを行えば、さらにはっきりとしたデータがえられるかもしれない。

今回は、レジャーダイビングのトラブルとしてありがちな窒素酔いと圧外傷について検討した。過去にも圧外傷などに関する発生頻度を検討した報告はいくつかあるが、殆どは医療機関を受診した報告、または電話相談などの症例のレトロスペクティブな集計であり、潜在的な発生件数については検討されていない。潜在する症例も含めた我々の調査は、レジャーダイバーの真の実態により近いものであり、また初めて明らかになる事実も含まれていた。この結果を生かし、レジャーダイビングの安全性を向上させることにより、本調査研究の目的が達成されると考える。

## 〔参 考 文 献〕

- 1) レジャースポーツダイビング産業協会：2000年度ダイビング器材の開発・普及に関する調査研究報告書，東京，日本機械工業連合会，p29-35, 2001
- 2) 眞野喜洋：潜水医学，東京，朝倉書店，p193-236, 1992
- 3) 梨本一郎，鈴木秋信，清水信夫，佐野弘幸，望月徹 (eds)：新潜水士テキスト，東京，中央労働災害防止協会，p223-235, 1996
- 4) 川嶋真人，野呂純敬：減圧症，最新医学，49：22-27, 1994
- 5) 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—，日高压医誌，23：185-192, 1988
- 6) 芝山正治，山見信夫，中山晴美，高橋正好，水野哲也，眞野喜洋：レジャーダイバーの現状—現地調査からの分析—，日高压医誌，33：201-204, 1999
- 7) 中山晴美，芝山正治，小宮正久，内山めぐみ，山見信夫，高橋正好，眞野喜洋：レジャーダイバーの減圧症罹患頻度について，日高压医誌，33：73-80, 1999
- 8) 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，10：22-35, 1993
- 9) 山見信夫，眞野喜洋，芝山正治，高橋正好：DANホットラインの実状および潜水後の酸素利用，日高压医誌，33：143-150, 1999
- 10) 山見信夫，中山晴美，京谷美奈子，芝山正治，高橋正好，水野哲也，中山徹，眞野喜洋，スポーツダイバーの健康診断：臨床スポーツ医学，16：213-218, 1999
- 11) 山見信夫，芝山正治，水野哲也，高橋正好，中山徹，眞野喜洋：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
- 12) 眞野喜洋：ダイビング事故とその予防，安全と健康のダイビング科学，92-130, 1992
- 13) 眞野喜洋：潜水医学，東京，朝倉書店，p.101-119, 1992
- 14) Behnke, AR., Thomas, RM. and Montley, EP : The physiologic effects from breathing air at 4 atmospheric pressure. Amer. J. Physiol., 112, 554-558, 1935
- 15) Bennett, PB : Neurophysiologic and neuropharmacologic changes in inert gas narcosis. Undersea Physiology, Proc. 2<sup>nd</sup> Symp. Underwater Physiology, 209, Natl. Acad. Sci. Natl. Res. Council, 1963
- 16) 関邦博，坂本和義，山崎昌廣編：高压生理学，東京，朝倉書店，p.53-54, p.86-87, 1988
- 17) Walder DN. : The prevention of decompression sickness. In : Bennet PB, Elliott DH, eds. The physiology and medicine of diving and compressed air work. Baltimore : Williams & Wilkins Co. : p.456-470, 1975
- 18) 眞野喜洋，芝山正治，松井征男：圧気土木作業における減圧症発症率に関する研究，最近5年間の発症率推移：産業医学，29：271-278, 1987
- 19) 眞野喜洋，芝山正治：気泡形成に基づく圧気作業の減圧管理と減圧症予防対策，日災医誌，33：784-791, 1985
- 20) 眞野喜洋：高压環境と健康，労働科学叢書97，東京，(財)労働科学研究所出版部，p.254-255, 1994