

レジャーダイバーの過去10年間における減圧障害治療の推移

芝 山 正 治*

Transition of Decompression Illness Treatment for the Past of Leisure Diver Ten Years

Masaharu SHIBAYAMA*

1. はじめに

レジャーダイバー人口は、2007年報告で約30～40万人が活動ダイバーとされている¹⁾。我々は²⁾、大瀬で15年間にわたり調査を行っているが、ダイバー人口の推移は1990年代後半と比較して1/2以下まで減少している。これは大瀬に訪れるダイバー数の推移であり、日本全体の推移ではないが、ショップや現地サービスからの情報では、最盛期よりも減少しているところが多いとされている。また、年齢においても平均30歳であったものが、15年後の2011年には40歳となり、50歳以上のシニアダイバー割合も1.4%から14.6%の10倍に増加し、ダイバーの高齢化が進んでいる^{2,3)}。

こうした中で減圧症（DCS：Decompression sickness）や動脈ガス塞栓症（AGE：Arterial gas embolism）の発症が2002年以後増加しており、東京医科歯科大学を受診するレジャーダイバーの割合が目立っている。減圧症（DCS）の年間罹患数はおおよそ1,000人とされ、そのうちの60%は病院を受診しているが、残りは自己診断による自然治癒とされる⁴⁾。

東京医科歯科大学では、レジャーダイバーがDCSを疑い受診してくる事例が多く、診察を

してもDCSか、AGEかの診断が付かない事例も多くなった。DCSとAGEかの診断が付かないケースの場合は、どちらかの疑いがあるとして減圧障害（DCSとAGEを含めた障害、DCI：Decompression illness）として診断している。

本稿は、東京医科歯科大学医学部附属病院高気圧治療部を受診したレジャーダイバーのDCS・AGE（DCI）と診断された患者の人数・年齢・罹患時の最大水深などを調査し、DCIの疑いとされた件数などを調べ検討したので報告する。

2. 方法

東京医科歯科大学医学部附属病院高気圧治療部を受診したレジャーダイバーの診療カルテから過去10年間（2002年～2011年）のDCI患者を対象とした。カルテは必要な頁をコピーし、ファイリングしたのち、外部に持ち出さずに院内の施設で必要な箇所を書き写して分析した。

3. 結果

10年間に2,593件（年間129～340件）、うち女性1,198件（46.2%）、インストラクターやガ

*人間健康学部 健康栄養学科

表1 減圧障害の患者内訳

項目	件数	最小～最大、平均割合
減圧障害（DCS、AGE）	2,593 件	年間 129～340 件
女性割合	1,198 件	46.2%
イントラ・ガイドダイバー	251 件	9.7%
レクリエーションダイバー	2,342 件	90.3%
平均年齢	36.8±8.7 歳	10～74 歳
	2002 年 35 歳 → 2011 年 39 歳	
経験年数	6.9±6.8 年	0.1～40 年
延べタンク本数	434.8±1,009.3 本	2～9,000 本

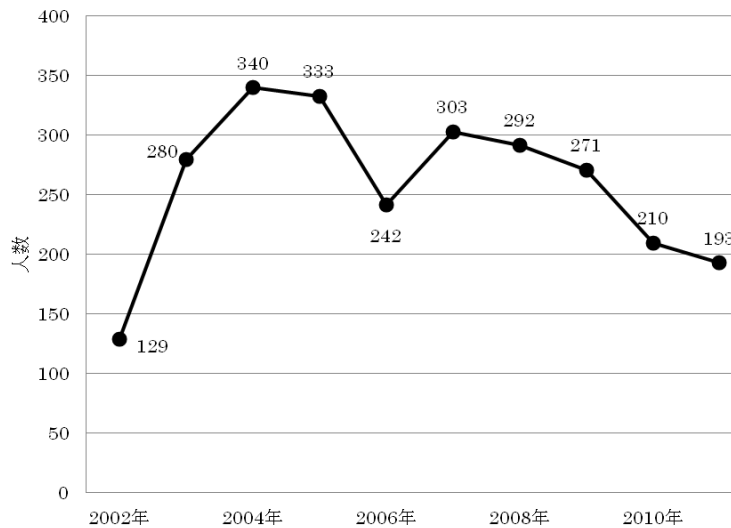


図1 東京医科歯科大学で取り扱った潜水障害（DCI）
過去10年間の推移（2002年～2011年）

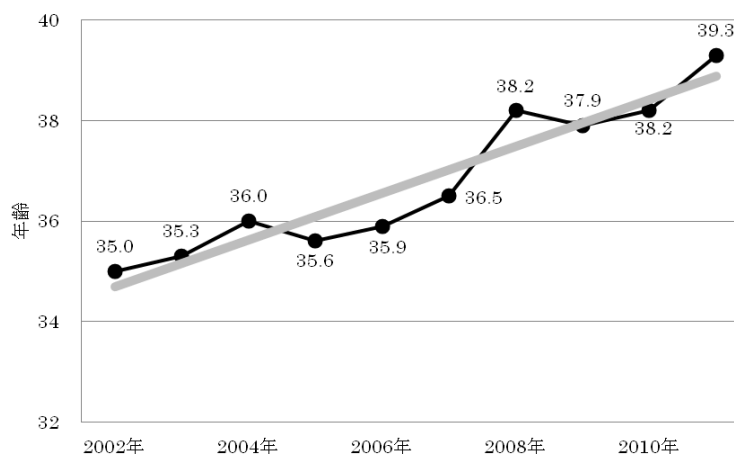


図2 東京医科歯科大学で取り扱った潜水障害の中の平均年齢の推移（歳）
（過去10年間の推移 2002年～2011年）

表2 受診者の居住地の分布 (n. 2,530)

地方区分 (都道府県)	割合 (%)
北海道・東北地方 青森、岩手、宮城、山形、福島	1.1
関東地方 茨城、栃木、群馬、埼玉、千葉、東京、神奈川	82.5
中部・東海地方 新潟、富山、石川、福井、愛知、岐阜、静岡、山梨、長野	7.1
近畿地区 京都、大阪、兵庫、滋賀、奈良、和歌山、三重	7.4
中国・四国地方 岡山、広島、山口、鳥取、島根、高知	0.9
九州・沖縄地方 福岡、熊本、鹿児島、沖縄	1.1

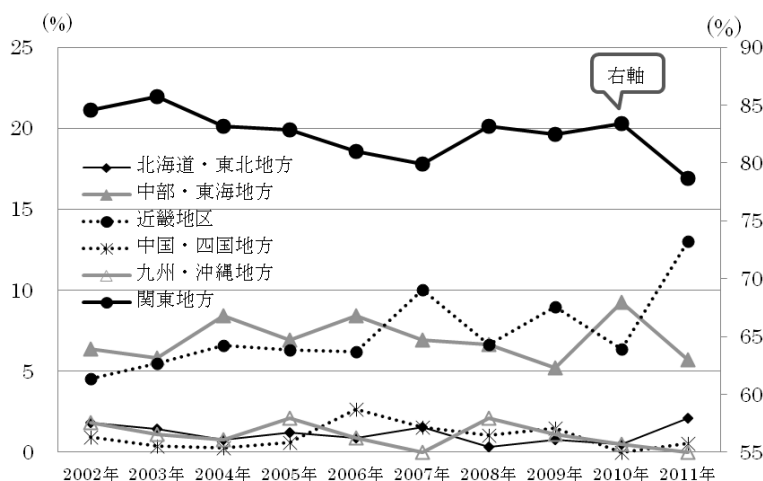


図3 年別の受診者の居住地方分布 (%) ('02～'11)

イドダイバーは251件 (9.7%)、残りがレジャーダイバー (2,342件、90.3%) であった。平均年齢は 36.8 ± 8.7 歳 (10～74歳)、経験年数は 6.9 ± 6.8 年 (0.1～40年)、延べタンク本数は $434.8 \pm 1,009.3$ 本 (2～9,000本) であった (表1)。

図1に年別の受診者数を示す。2004年が最も多く340件、最近では200件前後で推移している。図2は年別の平均年齢である。2002年は35歳であったが、2011年では39歳と加齢傾向が進んでいる。70歳を超えた件数は5件であった。

受診者の居住地は、関東地方が最も多く82.5%、続いて大阪、京都などを含めた近畿地方が7.4%、愛知、静岡などを含めた中部・東海地方が7.1%と続いている (表2)。図3は居住地の年別推移である。近畿地方が2011年に上昇している。

診断結果は、DCSと診断された事例、AGEの可能性の方が高い事例、どちらも判断できない事例 (DCI) があり、確定診断であれば問題ないのであるが、疑いとされた事例がある。

その疑いとされたカルテ記載内容は次の通りである。

- ・ DCI を完全には否定できない
- ・ DCI の可能性は否定できない
- ・ DCI を肯定も否定もできない
- ・ DCI の可能性あり
- ・ HBO（高気圧酸素治療）後の改善なし
- ・ 再発ダイバーのダイブによる DCS の疑い
- ・ 再発ダイバーの後遺症の疑い
- ・ DCI の可能性低いが、HBO による改善あり
- ・ ダイブ後に高所移動（飛行機搭乗を含む）

をしたので疑いある

DCI は否定された事例は除き、「DCI 疑い」がある事例の割合を年別に示したのが図 4 である。2002 年は 14.7% が、「DCI 疑い」と判定された割合である。2003 年以後は 20% 以上の割合であり、10 年間の平均で 40.1% であった。

DCS 確定ダイバーのダイビングプロフィールを表 3 に示す。このダイバーは 4 日間のダイビングで 2 本/日と 3 本/日のダイビングをして、ダイビング後 16 時間で飛行機に搭乗し、DCS を発症したと本人が判断して、東京医科歯科大学を受診して診察を受け、DCS と診断された

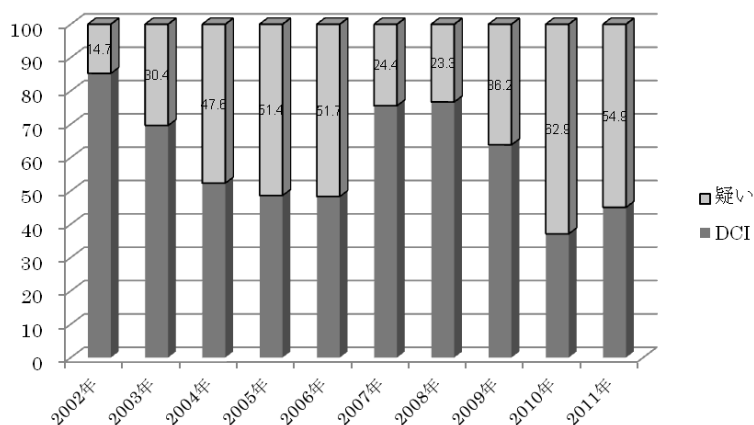


図 4 東京医科歯科大学で取り扱った潜水障害の中で疑わしい症例の割合（%）
（過去10年間の推移 2002年～2011年）

表 3 確定ダイバーのダイビングプロフィール

日数	潜水回数	最大水深 (m)	平均水深 (m)	潜水時間 (分)	休憩時間 (分)	減圧表
1 日目	1 本目	30.0	14.6	58	90	100ft-25'
	2 本目	27.4	18.3	56		
2 日目	1 本目	31.1	18.7	41	78	110ft-20'
	2 本目	23.3	11.2	49	80	
	3 本目	24.8	14.0	49		
3 日目	1 本目	30.1	17.6	44	63	100ft-25'
	2 本目	23.9	12.2	53		
4 日目	1 本目	38.3	15.5	54	62	130ft-10'
	2 本目	24.3	13.6	59		
ダイコンでは無減圧。毎回、安全停止はした。翌日の 16 時間後に飛行機搭乗 DCS 確定						

表4 疑いダイバーのダイビングプロフィール (2003239)

日数	潜水回数	最大水深 (m)	平均水深 (m)	潜水時間 (分)	休憩時間 (分)	減圧表
1日のみ	1本目	28.4	14.0	47	55	
	2本目	30.7	14.2	38	113	
	3本目	37.5	13.8	41		
2本目より全身脱力、浮動感、吸気苦、右手しびれ、翌日から左頸～肩、自発痛（じんじん）。10日後 めまい感、左前腕しびれ、腰痛（左）、呼吸苦（－） 11日後に HB0 DCS であるが、DCS 以外の症状も含まれる。DCI 疑い						

表5 DCI ダイバーとDCI 疑いダイバーの罹患時のプロフィール

	日数		タンク使用本数		最大水深	
	平均	±SD	平均	±SD	平均	±SD
DCI	2.7	1.7	6.6	5.2	30.7	8.6
DCI 疑い	1.9	1.1	4.2	3.3	23.2	8.1

事例である。表4のダイバーは1日に3本のダイビングをしているが、2本目終了後に全身倦怠感や右手の痺れなどを自覚したが、3本目のダイビングをした。3本目以後の自覚症状の記載はない。10日後めまい感や左腕の痺れを自覚したので東京医科歯科大学を受診した。診察の結果はDCSの疑いもあるが、DCS以外の症状も含まれている、と診断され、DCI疑いダイバーとした事例である。DCIダイバー群とDCI疑いダイバー群のDCI直近のダイビングプロフィールの比較を表5に示す。実際にダイビングを行った日数はDCI群で2.7日、DCI疑い群で1.9日、その間のタンク使用本数（ダイビング回数）はDCI群で6.6本、DCI疑い群で4.2本、最大水深で最も深かった水深はDCI群で30.7 m、DCI疑い群で23.2 mであった。いずれも有意な差は認められなかった。

4. 考察

4-1 減圧症（DCS）発症の要因

減圧症は、空気潜水の場合、潜水により不活性ガスの窒素ガスが不適切な減圧方法により体

内で気泡化し、この気泡が組織の圧迫や血液循環の不全を引き起こして現れる症状である。具体的な症状は、関節部や筋肉の痛み、脊髄型による知覚麻痺や温覚異常、脳型の頭痛や四肢の麻痺、内耳型の耳鳴りやめまいなどである^{5, 6, 7, 8)}。減圧症には、関節・筋肉痛だけのⅠ型減圧症とⅠ型以外の症状を呈するⅡ型減圧症がある^{5, 9, 10)}。本研究においては、Ⅰ型減圧症の事例はほとんど存在せず、分類からすると多くはⅡ型減圧症であり、今までのようなⅠ型減圧症か、Ⅱ型減圧症かの分類は適さないとされるため、減圧症（DCS）として一本化した。原因は、長時間の潜水、減圧表を無視した潜水、ダイビングコンピュータの指示を無視した潜水とされるが、減圧表やダイビングコンピュータを守った潜水であっても減圧症に罹患する事例もある^{8, 11, 12)}。近年では、ダイビング後の高所移動や航空機搭乗が減圧症発症の要因となっている事例も16%存在することが報告されている¹³⁾。

4-2 動脈ガス塞栓症（AGE）

潜水は潜降や浮上の繰り返しによって、圧力

変動する。この圧力変動によって、肺圧外傷、副鼻腔圧外傷、耳の圧外傷、スーツやマスクのスクイズなどを総称して圧外傷と言われている^{5,6,7)}。

肺の圧外傷は、動脈ガス塞栓症（AGE）と言われているが、空気塞栓症（air embolism、エア・エンボリズム）とも言われ、減圧症と並んで浮上時に発生する代表的な障害である。形成機序は、浮上（減圧）により、肺（肺胞）の過膨張で、肺胞が破れ血管内にガスが流入し、血流内でガス（気泡）が核となり、血小板などが周囲に付着した塊となって血管内を流れる。その塊が細い動脈を経由する過程で血流が塞がれる。いわゆる空気（気泡）による血流の栓塞が発生する。減圧症の原因気泡は静脈に発生するが、AGEは動脈に発生したガスによって生じた障害であるため動脈ガス塞栓症（AGE）と言われる^{6,7)}。その症状は、気泡は全身に運ばれるため、全身が障害を受ける。特に注意を要するのが、脳の障害で、筋力低下や知覚障害、頭痛、視力障害などの神経障害である。一見、これらの症状はDCS症状と同一の症状を呈するため、DCSか、AGEかの判断が付かない場合があり、その場合には減圧障害（DCI）とす

ることが多い。東京医科歯科大学においても、浅い水深や短時間の潜水により、痺れや頭痛などの異常所見を自覚する事例があり、DCSか、AGEかの診断が付かないときには減圧障害（DCI）として診断している^{5,6,7)}。

4-3 レジャーダイバーの現状

近年の高齢社会と日本人口の減少、2008年のリーマンショック、2011年の東日本大震災などの影響でレジャーダイバー人口数は2007年報告の40万人よりも減少している¹⁾。高齢社会とダイバー人口減少に伴い、平均年齢が徐々に上昇して、男女とも15年前と比較して6歳前後高まり、結果として50歳以上のシニアダイバー^{14,15)}の割合も高まり、男性で特に変動幅が高く3%から6倍以上の20%と5人に1人が50歳以上のダイバーとなっている¹⁾。本研究によるDCI罹患患者も2002年で平均年齢35歳であったが、2011年で4歳上昇して39.3歳と高齢化が進んでいる。今後、高齢化が進み、DCI発症率が増加する懸念がある。

4-4 居住地の分布

東京医科歯科大学の所在は東京にあるため、

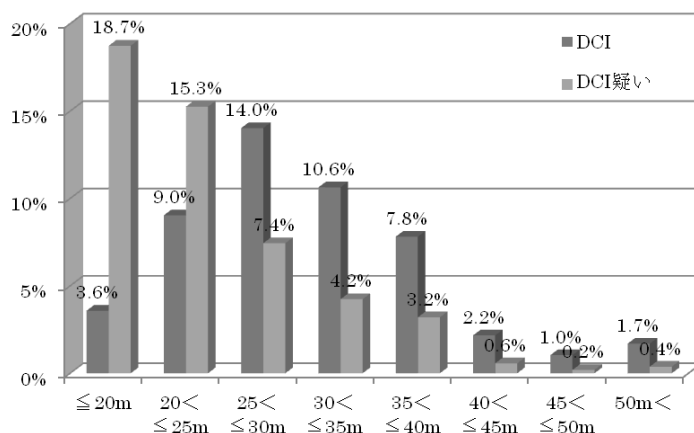


図5 DCI発症時の最大水深の分布
DCIとDCI疑い症例との比較 n, 1,062

関東地方からの患者が圧倒的に多い（82.5%）。ただ、近畿・中部地区では、DCS 治療（高気圧酸素治療）を何らかの理由で取り止めてしまった病院や専門医が常駐していない病院、施設やスタッフの関係で DCS 治療の取り決めとされる USNavy 治療表 6（5 時間）^{5, 12, 16)} を使用せず、2 時間程度の治療しかできない病院が多く、東京まで受診に来る罹患者が 2011 年だけで見ると多くなり、今後、この状況が続くと益々その傾向は増えてくると思われる。近畿地区での治療施設を増やす対策の必要性を認める。

4-5 DCI 疑いの割合

DCI の中には、確定診断されたものと、「どちらともいえない」または「疑い」とされたものが含まれているので、実際の DCI は図 4 の割合よりも少ないと思われる。

表 3 のダイビングプロフィールは DCS と診断された事例である。4 日間のダイビングで、1 日に 2～3 本のダイビング、最大水深も最深で 38.3 m と水深 30 m 前後の潜水を繰り返して、ダイビングの 16 時間後に飛行機に搭乗していることから、発症と症状および診断で DCS と診断されている。

表 4 は 1 日 3 本のダイビングを行った事例である。最大水深が 28.4 m、30.7 m、37.5 m と浅い水深から深い水深へと移行する Reverse Diving Profile を行っているため、DCS の可能性が疑われたが、症状発症までに潜水後 10 日が経過しており、診察結果でも DCS 以外の症状が含まれている、とされたため DCI 疑いとした事例である。

これらの結果、DCI 疑い割合が 10 年間平均で 40% となったが、2002 年の診断結果記載がはっきりしていない事例が多いことを考慮すると、約半数が DCI 疑いとされる事例であった。潜水後に異常な所見が現れたなら DCS を疑う

のが鉄則であるが、潜水の数日後に症状が発症した場合は、DCS を疑う必要を認めるが、多くは DCS 以外の疾患である可能性が高いことを物語っている。

東京医科歯科大学には年間 200～300 件のレジャーダイバーが DCS の疑いで受診している。しかし、その多くは DCS でも AGE でもなく、DCI 以外の疾患である可能性が高い。潜水後 1～3 日以内に異常な症状が自覚されたのであれば、できるだけ早期に受診して治療を受ける必要がある。但し、潜水後の異常症状発症時期が 1 週間以上経過してから自覚症状として発現したのは、DCS ではない可能性もある。

年齢では 70 歳を超えた患者が 5 人含まれており、年度における平均年齢でも徐々に加齢傾向を示している。シニアダイバーとされる 50 歳以上のダイバー割合も増加¹⁾ しているので、減圧症予防のために浮上中の安全停止の徹底、呼吸ガスを空気ではなくナイトロックスガスを使い空気減圧するなどの方法^{17, 18, 19)} でより高い安全潜水を心がける必要がある。

結語

10 年間に 2,593 件（年間 129～340 件）の減圧障害のダイバーを受診し、うち 40% に診断を迷う「DCI 疑い」とされた。受診者の年齢は、2002 年に 35 歳であったが、2012 年には 39 歳となった。受診者の居住地は、82.5% が関東地方である。近畿地方では 7.4% であるが、DCS 治療施設が少なくなっているため、今後は増加する可能性がある。

参考文献

- 1) 芝山正治、小宮正久、山見信夫、外川誠一郎、柳下和慶、中山晴美、岡崎史紘、眞野喜洋（2007）レジャーダイバー調査（10 年

- 間) からみたダイバー人口動態の推測、日本高気圧環境・潜水医学会誌、42(1) : 17-21
- 2) 芝山正治 (2011) スクーバダイビングの安全対策に関する潜水障害の発生頻度および予防に関する調査研究—15年間の調査結果から—、駒沢女子大学研究紀要、18 : 269~277
- 3) 芝山正治 (2004) スクーバダイビングの安全対策に関する潜水障害の発生頻度および予防に関する調査研究—8年間の調査結果から—、駒沢女子大学研究紀要、11 : 91-97
- 4) 芝山正治 (2007) レジャーダイバーの減圧障害 (DCI) 発症件数を推測、駒沢女子大学研究紀要、14、103-109
- 5) 眞野喜洋 編著 (1992) 潜水医学、東京 ; 朝倉書店、8. 減圧理論とその応用 p 147-192、9. 減圧症 p 193-236
- 6) 大岩弘典 (2003) 新しい潜水医学、東京 ; 水中造形センター、減圧病の病態生理 p 38-60、減圧病の予防知識 p 61-72
- 7) 池田知純 (1995) 潜水医学入門、東京 ; 大修館書店、13 圧外傷 p 81-99、14 空気塞栓症 p 100-105、15 減圧 p 106-114、16 気泡の発生と検知 p 115-120、17 減圧症 p 121-133
- 8) 芝山正治、眞野喜洋、山見信夫 (2007) レジャーダイバーの潜水障害発生頻度に関する研究—レジャーダイバーの年間減圧症罹患件数—、平成16~18年度厚生労働省科学研究費補助金分担総合研究報告書、2007. p 37-39
- 9) Freiburger J J et al (2002) The relative risk of Decompression sickness during and after air travel following diving. Duke University, Aviat Space Environ Med 73 : 980-984
- 10) Arness M. K. (1997) Scuba decompression illness and diving fatalities in an overseas military community. Aviation, Space, and Environmental Medicine, 68(4) : 325-333
- 11) 芝山正治 (2011) ダイビングコンピュータと減圧症、日本高気圧環境・潜水医学会関東地方会誌、11(1) : 54-57
- 12) 小此木國明 (1993) ダイブコンピュータと安全管理について、潜水医学実験隊報告、10(2) : 22-35
- 13) 芝山正治 (2010) ダイビング後の航空機搭乗と減圧症—パラオダイビングの場合—、駒沢女子大学研究紀要、17 : 367-374
- 14) 吉村成子、恩田昌彦、森山雄吉、松田範子、徳永昭、松倉則夫 (1999) シニアダイバーのダイビングスタイルと健康管理、関東地区高気圧環境医学懇話会誌、2(1) : 52-54
- 15) 芝山正治 (2000) 中高年ダイバーのダイビングに対する意識と潜水障害の発生頻度に関する研究、駒沢女子大学「研究紀要」、7 : 75-86
- 16) 中央労働災害防止協会編者 (2009) 潜水士テキスト、減圧症、p 236-244、中央労働災害防止協会、東京
- 17) 古矢晴彦 (2000) ナイトロックス、エンリッチドエアの供給業者から見た現状、安全潜水を考える会「研究集会」、2 : 46-49
- 18) 小宮正久 (2000) 日本におけるナイトロックスの現状、安全潜水を考える会「研究集会」、2 : 37-41
- 19) 久保彰良 (2000) 指導団体からみたナイトロックスの利用、安全潜水を考える会「研究集会」、2 : 42-45