

## 沖縄地区の追い込み漁業潜水者の潜水プロフィールからみた 減圧症の危険率

芝 山 正 治

### Prevention of Decompression Sickness: Implication from Fisherman Dive Profiles in Okinawa

Masaharu SHIBAYAMA

#### 1. はじめに

追い込み潜水漁法の発祥地は沖縄であり、その後、大正の初めに伊豆諸島などに渡ったとされている<sup>1)</sup>。伊豆諸島で現在行われている追い込み潜水漁業は神津島と新島であり、これまで多くの減圧症罹患率などの調査研究が行われて報告されている<sup>2, 3)</sup>。沖縄では、現在糸満では行われておらず、宮古島で追い込み網漁業（アギヤー）として行われている。今回、沖縄の宮古島地区での追い込み潜水漁業を調査する機会が得られたので、その概要と減圧症罹患の危険性を検討したので報告する。

#### 2. 追い込み漁業の概要

上田（1974年）<sup>4)</sup>によると日本における追い込み漁業の発祥地は、沖縄の糸満（現在は沖縄県糸満市糸満）とされている。明治20年頃（1887年）にはじまり、明治末期（1910年頃）に最大規模に達している。大正6～7年頃に廻高網（現在の追い込み）などの漁業者が糸満から沖縄の離島の宮古島へ30人程が移り住み、追い込み漁業が宮古島地区で始まった。昭和に入り、宮古島地区の人は誰でも自由に参加でき、漁夫はよく入れ替わったが、最盛期には漁船が最高28隻で200人程の規模に達したこともある（昭和13～36年）<sup>5)</sup>。

漁獲魚は、現在では沖縄の県魚であるグルクン（タカサゴ類の総称）とカツオ釣りの餌となるグルクンの幼魚（体長5cm程度）である。

漁法は、現地でサバニ（沖縄の古代から琉球列島の漁師が使用している）と言われている漁船に、袖網（魚を囲うための網）と袋網（魚を入れて引き揚げる網）およびダイバーが潜水で使うスクーバ用タンクとそのタンクに空気を充填するコンプレッサーを積み、朝6時頃に出漁し、午後に帰港する。一連の追い込み漁法は、漁獲魚を見つけたら袖網と袋網を海底に設置し、サーファ（魚を追い込むためのビニールテープが付いた棒）を持ったダイバーが袖網に沿って袋網に向かい追い込み、袋網に魚を入れて引き揚げる。

配分される賃金は、漁獲量から経費を差し引き、船主やダイバーなどの立場によって異なり、水揚げが少ない時には、ダイバーで3千円/日の金額となることもある。平均しても1万円前後である。労働条件に見合った安定した収入は得られていないようである。

昭和53～59年に宮古島地区の追い込み概要を付表する。

#### 3. 調査方法

一般に市販されている潜水記録用時計

## 付表

(出典：中楯興：日本における海洋民の総合研究—糸満系漁民を中心として—上巻、p180-181、1987.)<sup>1)</sup>

伊良部の追い込み網（昭和53年～59年の池間隆一氏の組）

袋網：網口が約7m、網周りが約50m、網糸はナイロン15号、網目は10節（34mm）。

袖網：1ケタの長さが54m、高さが14m位。片方に5ケタずつ、270mの長さを両方に張る。2ケタを予備網として持つ。袖網の上半分はナイロン15号、下半分はナイロン45号、網目は共に8節（43mm）。

漁船：サバニ（約3トン、150馬力のディーゼル・エンジン付き）6隻、母船（5トン、76馬力）1隻。

漁夫：組員55～70人。母船に約10人、各サバニに8人ずつ乗る。Scuba装置を使うダイバーが20～23人（これは昭和53年から、それ以前は船上からの送気式潜水）、素潜りが約30人。シンカ（仲間）は40人程度で漁は可能であるが、伊良部の人が組に参加を希望すれば断ることが出来ず、人数が増える。

漁場：八重干潮が中心。

漁獲魚と漁期：タカサゴ類（グルクンなど）が主体。カツオ漁の餌としては、ウクー（クマササハナムロ）の幼魚が元気がよく、最適である。漁期は9月から5月までの9ヵ月間。

操業：朝6時半～7時に出漁し、1日に3～4回操業する。12月、1月は12～13日間、10月、11月、2月、3月は17～18日間程度出漁した。月平均50トン位の漁獲で、最高は1網で4トン獲ったことがある。

漁獲物は毎日午後4時頃、平良市漁協に母船で運んで水揚げし、那覇に空輸して販売した。

分配：袋網3人前、袖網1ケタ0.5人前、母船3人前、サバニ1隻2人前、ダイバー2人前、素潜り1～1.3人前。網の修理費は所有者負担。1日の平均水揚げは那覇で約100万円、これから空輸運賃、漁連、漁協の手数料（10%）、販売用の魚函代を差し引くと70万円位になり、これから経費（燃料代、氷代、酒代等で、1日平均8万円位）を引いた残りを分配する。配分は責任者と経理係が話し合って決める。配当金は各トモコギにまとめて渡し、トモコギが各シンカに渡す。

その他：休漁期にはカツオ漁の餌（タカサゴ類の幼魚）獲りを、サバニ1隻、6人程度の人員で行う。

(CITIZEN 社製、Air Divers 200m) を操業中に2人の漁業潜水者に携行してもらい、漁業終了後に時計を回収し、時計のメモリーに記録されているデータ（水深と時間）をパソコンに保存した。後日その保存されたデータを回収して、潜水プロフィールの解析分析を行った。

減圧症の危険性を評価する方法は、ワークマンのM値を用いた<sup>6)</sup>。ワークマンのM値に対して、浮上直前（海面到着1分前か、水深10m以内に達したいずれかの値）の体内窒素ガス溶解量を計算して、減圧症の危険性を評価した<sup>7)</sup>。

体内窒素ガス溶解量の計算は、ホールデン理論に基づく微分方程式<sup>8)</sup>の解から導き、Excelソフトに計算式を入れて計算した（次式）。

$$Ptis = P_0 + (Pa - P_0) \{1 - e^{-(0.693 \cdot t / T)}\}$$

PN<sub>2</sub>：体内組織の窒素分圧

P<sub>0</sub>：前圧力区間の体内N<sub>2</sub>分圧

Pa：外気のN<sub>2</sub>分圧（本試算では分圧値が区間で変化する場合は平均値をとった、正確には区間積分が必要。）

T1/2：組織の半飽和時間

## 4. 結果

調査期間は2005年9月～2006年10月までで、それぞれ9月と10月の計4ヵ月調査された。

延べ調査日数は49日であったが、データをパソコンに保存する過程で原因不明のエラーになったデータが20日発生してしまったため、データ分析解析ができた調査日数は延べ29日（Aダイバー16日、Bダイバー13日）であり、潜水回数では延べ180回であった。1日における繰り返し潜水回数の平均は6.2回（±1.4回、

表1 潜水時間、最大水深、平均水深、休憩時間の平均値 (n.180)

	最大水深 (m)	平均水深 (m)	潜水時間 (分)	休憩時間 (分)
平均 ± SD	29.6 ± 7.3	19.1 ± 4.8	22 ± 11	36 ± 25
最低～最大	7.6 ～ 47.5	4.8 ～ 30.8	2 ～ 57	25 ～ 124

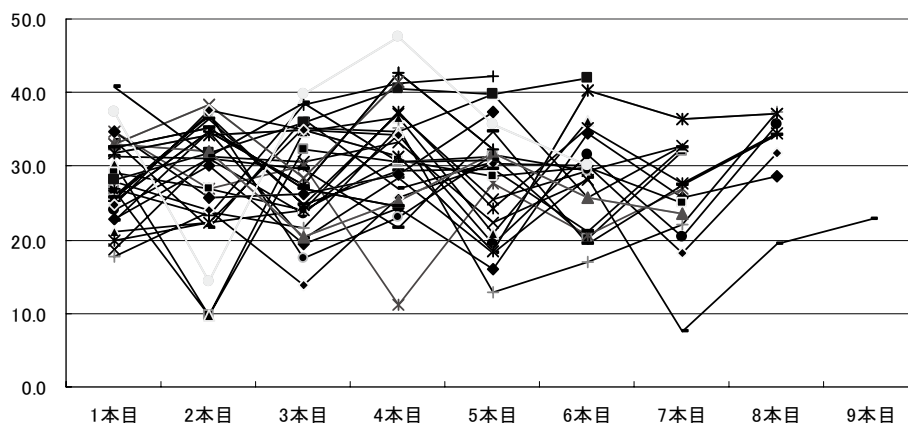


図1 A ダイバーが繰り返し潜水をしたときの最大水深 (m) と繰り返し潜水回数 (本数)

min4回、max9回)である。繰り返しの定義は、海面での休憩時間を5分以上とした。

最大水深、平均水深、潜水時間、休憩時間の平均値を表1に示す。1回の潜水時間は、平均22±11分であり、80%が30分以内であった。最大水深で40mを超えた回数は16回(8.9%)であり、平均で29.6mであった。1日の繰り返し潜水の最大水深は、同じ海域で何度も繰り返して潜水する場合が多いため、ほとんど水深の変化はなかった(図1)。平均水深は19.1±4.8mであった。

## 5. 体内窒素ガス溶解量から計算された減圧症危険頻度

### 5-1 減圧症の危険性が高い潜水

本調査で最も減圧症(Decompression sickness: DCS)の危険性が高かったAダイバーのプロフィールを図2、3、表2、3、4に示す。

図2はAダイバーの1日のプロフィールである。朝8時5分に潜水を開始し、終了したのが14時5分である。この間7回の潜水を行っているが、実際の繰り返し潜水回数は4回となる。また、一連の袋網を入れて魚を引き揚げた回数は3回であり、1回(12時42分からの潜水)は漁獲魚の確認のための潜水である。

最大水深は28.4～41.6mであるが、4回目(最終潜水)で41.6mを記録している(表2)。1回の袋網引き揚げまでの潜水(2回の潜水)では1回目が袖網と袋網の設置で潜り、2回目に魚を追いついでいる。2回目の袋網に魚を追いつくときは、海底に沿って潜水しているため約10m程度深い潜水である(図2)。

体内窒素ガス溶解量の変化を示したのが図3である。表3は各潜水の浮上直前の体内窒素ガス溶解量を示した。表3の2段目に記載されている「ワークマンのM値」は、海面に浮上可能な体内残留窒素ガス量を示している。表4は

表 2 図2の最大水深、平均水深、潜水時間

17OKI20050927

	最大水深 (m)	平均水深 (m)	潜水時間 (分)	休憩時間 (時間：分)
1回目	33.0	20.0	48	1：16
2回目	38.4	26.6	41	1：51
3回目	28.4	20.8	10	0：34
4回目	41.6	29.5	36	—

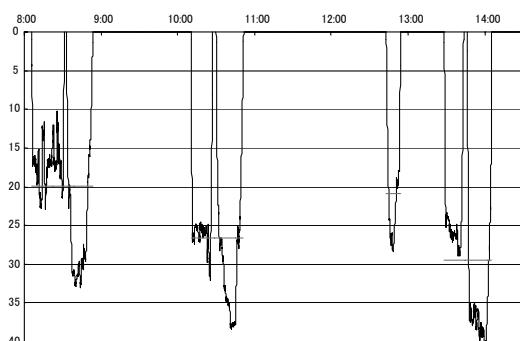


図 2 A ダイバーの1日に4回の繰り返し潜水をしたプロフィール

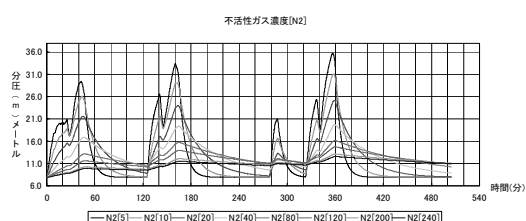


図 3 図 2 の体内窒素ガス溶解量と各半飽和時間 (5分、10分、20分、40分、80分、120分、200分、240分) 毎の計算した結果

表 3 図 2 の浮上直前の各半飽和時間の体内窒素ガス溶解量 (m)

半飽和時間	5分	10分	20分	40分	80分	120分	200分	240分
ワークマンの M 値	31.5	26.7	21.8	17.0	16.4	15.8	15.5	15.2
1-1回目	20.9	18.9	15.6	12.6	10.5	9.7	9.0	8.8
1-2回目	25.9	24.9	21.4	16.9	13.2	11.6	10.3	9.9
2-1回目	26.1	21.7	17.2	14.7	12.9	11.9	10.7	10.3
2-2回目	29.7	28.2	23.9	19.4	15.8	14.0	12.1	11.5
3回目	20.9	16.7	13.3	12.1	12.1	11.9	11.3	11.0
4-1回目	24.9	20.6	16.6	14.0	12.9	12.5	11.7	11.4
4-2回目	33.3	30.5	25.1	19.8	16.2	14.8	13.2	12.6

大気圧での空気（窒素79%）の場合は7.9となる。

ワークマンの M 値に対しての割合を示している。90%以上の箇所を黒塗りにしている。1 回目 (1-2回目) の半飽和時間10、20、40分で 90.4～98.9%を示し、2 回目 (2-2回目) では半飽和時間 5、10、20、40、80分で92.4～

126.0%を示し、最終回 (4-2回目) では半飽和時間 5、10、20、40、80分で97.9～130.2%と高い値を示している。この時、終了後に A ダイバーは下肢にしびれ（脊髄型減圧症）を自覚して「ふかし」を行っている。

表4 図2の浮上直前におけるワークマンのM値に対する各半飽和時間の体内窒素ガス溶解率(%)

半飽和時間	5分	10分	20分	40分	80分	120分	200分	240分
1-1回目	54.9	58.4	55.6	51.5	30.6	22.7	14.6	12.7
1-2回目	76.1	90.4	97.0	98.9	62.3	47.3	30.9	27.2
2-1回目	77.2	73.3	66.7	74.2	59.1	50.6	37.0	33.5
2-2回目	92.4	107.9	114.9	126.0	92.8	77.1	55.2	49.7
3回目	55.0	47.0	39.1	46.3	49.6	50.8	44.2	41.9
4-1回目	72.0	67.6	62.6	67.3	59.4	58.0	49.8	47.3
4-2回目	107.5	120.3	123.9	130.2	97.9	87.1	69.1	64.4

## 5-2 減圧症の危険性が少ない潜水

8回の繰り返し潜水および30mを超える潜水をしているが、体内窒素ガス溶解量の計算で

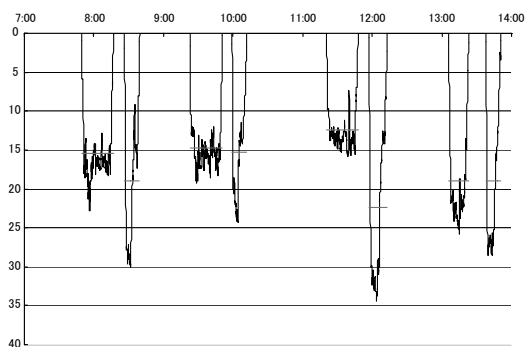


図4 Aダイバーの1日に8回の繰り返し潜水をしたプロフィール

は減圧症の危険性を認めなかったAダイバーのプロフィールを示す(図4、5、表5、6、7)。

図4のプロフィールに対して各回の最大水深、平均潜水、潜水時間を表5に示す。袋網潜水は4回である。体内窒素ガス溶解量は図5と表6、

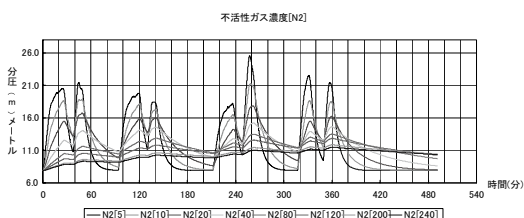


図5 図4の体内窒素ガス溶解量と各半飽和時間(5分、10分、20分、40分、80分、120分、200分、240分)毎の計算した結果

表5 図4の最大水深、平均水深、潜水時間

16OKI20050913

	最大水深 (m)	平均水深 (m)	潜水時間 (分)	休憩時間 (時間:分)
1回目	22.8	15.4	27	0:09
2回目	30.0	19.0	13	0:43
3回目	19.3	14.7	27	0:08
4回目	24.3	15.3	12	1:09
5回目	15.9	12.4	26	0:09
6回目	34.4	22.4	15	0:53
7回目	25.8	19.0	17	0:15
8回目	28.6	19.0	12	—

表6 図4の浮上直前の各半飽和時間の体内窒素ガス溶解量 (m)

半飽和時間	5分	10分	20分	40分	80分	120分	200分	240分
ワークマンの M 値	31.5	26.7	21.8	17.0	16.4	15.8	15.5	15.2
1回目	19.9	18.5	15.5	12.6	10.5	9.7	9.0	8.8
2回目	20.1	18.8	16.7	14.1	11.6	10.6	9.6	9.3
3回目	19.6	18.1	15.9	14.2	12.4	11.4	10.3	10.0
4回目	17.8	17.1	16.0	14.6	12.9	11.8	10.6	10.3
5回目	17.8	16.4	14.2	12.8	12.1	11.6	10.7	10.4
6回目	22.2	20.5	17.8	15.2	13.5	12.6	11.4	11.0
7回目	21.6	18.6	15.5	13.9	13.0	12.4	11.5	11.2
8回目	20.0	18.2	16.2	14.6	13.5	12.9	11.9	11.5

表7 図4の浮上直前におけるワークマンの M 値に対する各半飽和時間の体内窒素ガス溶解率 (%)

半飽和時間	5分	10分	20分	40分	80分	120分	200分	240分
1回目	50.9	56.3	54.6	51.2	30.5	22.7	14.6	12.7
2回目	51.8	57.8	63.6	67.7	43.9	33.7	22.2	19.5
3回目	49.7	54.5	57.7	68.8	53.0	44.2	31.4	28.2
4回目	42.0	48.8	58.0	73.5	58.7	49.8	35.9	32.4
5回目	41.9	45.3	45.4	54.3	49.6	46.5	37.3	34.6
6回目	60.5	67.2	70.9	80.6	66.0	59.4	46.3	42.8
7回目	58.1	56.7	54.8	66.2	60.3	57.5	47.7	44.9
8回目	51.5	54.7	59.8	74.1	66.2	62.7	52.1	49.0

7であるが、ワークマンの M 値に対して半飽和時間40分の 6 回目の15.2m (80.6%) が最も高い値であった。この値であれば減圧症の危険性は少ないと思われる。

## 6. 減圧症の危険性評価

2人 (A ダイバー、B ダイバー) の漁業潜水者に時計を携行してプロフィールを調査した結果、延べ29日の潜水に対してワークマンの M 値の90%以上であった潜水が17日 (58.6%) 認められた (表8)。

A ダイバーは16日の潜水でワークマンの M 値に対して100%以上が10日 (62.5%)、90%～

100%が4日 (25%) と調査潜水中87.5%で減圧症の危険性があることが認められた。図2の潜水では著者が同船していたが、潜水が終わり帰港するときに A ダイバーが下肢にマヒ (脊髄型減圧症) を自覚して「ふかし」を行っているのを確認している。数日前にも A ダイバーが同じように「ふかし」をしていたことを仲間から聞くことができた。頻繁に減圧症発症により「ふかし」を行っているようである。このことを本人に聞いたが答えてくれなかった。

B ダイバーは13日の潜水でワークマンの M 値に対して105～110% (減圧症の危険性非常に高い) が1日、90～95% (減圧症の危険性

表8 ワークマンの M 値に対する割合と減圧症の危険性評価 (n.29)

各半飽和時間に対する 窒素ガス割合	危険性評価	減圧症危険性割合 日数 (%)
90%≤ <95%	減圧症の危険性多少ある	3 (10.3%)
95%≤ <100%	減圧症の危険性ある	3 (10.3%)
100%≤ <105%	減圧症の危険性高い	1 (3.5%)
105%≤ <110%	減圧症の危険性非常に高い	4 (13.8%)
110%≤	減圧症に罹患している可能性ある	6 (20.7%)
合計		17 (58.6%)

多少ある) が2日であり、実際の減圧症の発症は確認できていない。

## 7. 考察

沖縄の糸満で発祥した追い込み潜水漁業は当初素潜りからはじまった<sup>1, 4)</sup>。素潜り漁業は現在でも一部で行われているが、スクーバを用いた潜水機器使用の追い込み漁業は、現在では宮古島地区のみとなった。宮古島地区での追い込み潜水においても後継者不足で衰退傾向にあり、現在の潜水者の平均年齢は60歳代と高齢化が進み、存続が危惧されている。

沖縄以外に潜水器を用いた大掛かりな追い込み潜水漁業は、伊豆諸島の2島で行われていたが、1島は2007年を最後に、後継者不足などで取り止めている。もう1島でも後継者不足、魚類価格の低下、漁獲量の減少、2008年の原油高騰、潜水器が軽便マスク式<sup>9)</sup>の旧式であるため製造が中止(2011年)になることなどで、今後の存続が危惧されている。

追い込み潜水漁業と減圧症は切っても切り外せないが、漁業潜水者の減圧症罹患率は潜水漁法(地区)により異なり、北海道某地区で4.7%(9/193人)<sup>10, 11)</sup>、伊豆諸島の某地区で66.3%(53/80人)<sup>2, 3)</sup>、九州地区で55.5%(194/515人)<sup>12)</sup>と地域差がある。沖縄地区での報告では、職種分類はされていなく、井上<sup>13)</sup>は琉球大

学病院でⅡ型とⅢ型減圧症を1989年～2003年の15年間で22件治療しているが、Ⅰ型を含めた推計では約2倍の40件程度に達すると思われ、その何パーセントかが漁業者である。

沖縄での漁業潜水は、追い込み潜水、魚突き潜水(貝類を含む)がある。減圧症に罹患した場合の治療方法は、自己流の「ふかし」と病院での高気圧酸素治療があるが、治療施設を要している病院は、沖縄本島に3箇所、石垣島に1箇所、宮古島には2006年まで存在したが、以後閉鎖され、宮古島で減圧症に罹患した場合は、飛行機(約1時間)で沖縄本島まで行かなければならない。旅客機を利用すると、低圧環境に曝露<sup>14)</sup>されることとなるため、減圧症の症状が悪化する危険があり、海上保安庁や警察のヘリコプターを要請して海拔300m以内での飛行により輸送することもあるようである<sup>15)</sup>。過去には客船があったが、利用者の減少により廃止となった。

本稿は、このような追い込み潜水漁業の環境の中で唯一存続している沖縄地区での追い込み潜水漁業を調査する機会を得られ、潜水プロフィールから減圧症の発症危険性を検討する。

### 7-1 減圧症発症の原因

減圧症は、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<sup>16, 17, 18)</sup>。本調査では脊髄型の減圧症発症が確認できた。

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であるが、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ケースもある<sup>19)</sup>。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ケースも16%存在することが報告されている<sup>14)</sup>。

沖縄の宮古島地区では、後継者不足により潜水者が不足し、追い込みを成功させるために、どうしても無理な潜水は避けられない状況である。1日の潜水回数が平均6回であり、袋網は3回程度である。1回の袋網で2回の繰り返し潜水を行っているが、1回目は袖網を入れ、2回目で追い込みを行っている。グルクン成魚の性質は追い込まれると海底へ、幼魚は海面へ逃げるため、潜水者も海底に沿ってグルクン成魚を追い込むことになる。結果的に1回目よりも2回目の水深が深くなり、減圧症発症危険率が高まることになる。Aダイバーは網組の漁労長であるため、袖網の設置、追い込むときの深さが他のダイバーよりも過酷な条件を自信に課していることから、減圧症発症の危険性が高くなる一つの要因といえる。

一般的に減圧症予防のためには、①深い潜水は避ける。②袋網毎の2回の潜水では1回目の水深よりも2回目を浅い水深とする。③浮上時に水深5m前後で5～10分の減圧を行う。④袋網（2回）が終わったら船上で純酸素を25分吸入して窒素ガスを洗い出すなどの対策があるが、いずれも彼らに守ってもらうことは不可能であ

ることを本調査で実感した。

## 7-2 減圧症の治療方法と治療施設

減圧症は体内気泡が原因であるため、体内気泡を縮小または消失させる治療が必要となる。減圧症の治療は、高い圧力をかけて、気泡を効率よく縮小または消失させるために高気圧酸素治療が基本である<sup>16)</sup>。この高気圧酸素治療装置には、一人用の第Ⅰ種と多人数が収容できる第Ⅱ種に別けられる。全国に設置されている第Ⅰ種と第Ⅱ種の数、高気圧酸素治療安全協会の調べ<sup>20)</sup>で871台が700施設に設置されている。

高気圧酸素治療装置を用いての減圧症治療方法<sup>21)</sup>は、米国海軍方式を用いることとされ、一般にTable6が使われる。Table6は0.28MPa（水深18m相当）まで加圧し、酸素を吸入しながら約5時間を要する治療表である。高気圧酸素治療装置は減圧症だけではなく、一般疾患、例えば、急性一酸化炭素中毒、ガス壊疽、急性動脈・静脈血行障害、重症熱傷および重症凍傷など多くの対象疾患がある。これらの疾患は減圧症のような治療時間約5時間の治療表を使わず、2時間前後の治療がほとんどであることから、減圧症のような治療時間5時間を要する疾患に対して治療を行えない施設が多く存在する。また、減圧症の治療装置は、重篤な患者さんを前提として、付き添いや治療中に医師が装置内に出入りが可能な第Ⅱ種を使うこととされている。全国に高気圧酸素治療装置が871台設置されているが、第Ⅱ種を保有している台数は51台となり、更に、減圧症を治療できる専門医および医師が常駐している施設および減圧症の治療表Table6を使うことができる施設数は激減し、全国に約26施設程度であると思われる。それほど減圧症を治療できる施設は少ない状況である。

沖縄での高気圧酸素治療施設は、沖縄県立八重山病院に第Ⅰ種が設置、本島では第Ⅰ種が南



部徳洲会病院に1箇所<sup>22)</sup>、第Ⅱ種が琉球大学病院<sup>13)</sup> およびセントラル病院の2箇所に設置されているが、セントラル病院には専門医が在職していないため、琉球大学病院ただ1箇所のみとなる。宮古島地区の漁業者が減圧症に罹患すると、前述した飛行機で沖縄本島まで行かなければならない。このような理由から減圧症の発症においても、ただちに病院を受診することが難しく、無謀な行為だとは知りつつ「ふかし」を行っている。「ふかし」の方法は、個人的経験によって水深や時間を決めて行っている。ほとんどが水深10m前後まで潜り、その水深で症状が軽減するのを待っているが、スクーバ用のタンクを使うため潜水できる時間は限られている。今回の調査では確認できていないが、Aダイバーは頻繁に「ふかし」を行っているようである。

### 7-3 体内窒素ガス溶解量とワークマンのM値

ワークマンのM値はBENNETT & ELLIOTT'S (2003年)の書物から引用<sup>6)</sup>して、表3と6の2段目に半飽和時間160分を除いた5～240分のM値を記した。このM値は、過去においては減圧表作成のために用いられていたが、現在では、より高い安全率を加えた減圧表が開発されている。ワークマンのM値による減圧表では減圧症の発症率が高いからである。従って、ワークマンのM値の90%以上の窒素ガス溶解量では、減圧症の危険性が高くなり、本稿では90%以上の体内窒素ガス溶解率を「減圧症発症の危険性あり」とした。

体内に溶解する窒素ガスの半飽和時間は、脳や脊髄が10～40分、筋肉や関節部が75分以上と言われている。いわゆる短時間の潜水では脊髄型、潜函作業や長時間潜水では関節・筋肉痛などの症状が多いことになる。

本調査結果では表1に示すとおり、1回の潜

水時間の平均が22分であるため、問題となる半飽和時間は20分を中心とした10～40分となる。表4の潜水では、1-1回目では減圧症の危険性はないが、1-2回目で90%以上(半飽和時間10、20、40分)を示し、2回目以降(2-2と4-2回目)でより危険性が高まっている。これは一連の1回の袋網潜水(1-1と1-2回目が1回の袋網、2-1と2-2回目が1回、4-1と4-2回が1回)で1回目よりも2回目が深い水深であるためである(図2)。最終潜水(4-2回目)の半飽和時間5、10、20、40分で100%以上、最高値が半飽和時間40分の130.2%と減圧症に罹患している数値を認め、実際に脊髄型の減圧症を発症して「ふかし」を行っている。減圧症の危険性がこのまま続けば重篤な減圧症へと移行する懸念がある。漁業者においても減圧症予防対策の必要性を感じているが、漁法および人手不足などの理由により実現が不可能な状況である。我々としては具体的な予防対策の指導をしたいが、現実には聞き入れられない状況であり、ジレンマが残った調査であった。

## 7. まとめ

沖縄の宮古島地区で追い込み潜水漁業を行っている潜水者の潜水プロフィールを調べ、減圧症の危険性との関係を調べた結果、次のことが判明した。

1. 追い込み潜水漁業は沖縄の糸満が発祥地であるが、現在沖縄で追い込み潜水漁業を行っている地区は宮古島だけであり、漁獲量の減少、労働条件の過酷さなどから後継者不足に陥り、衰退の一途をたどっている。
2. 減圧症発症の危険性は高く、調査の58.6%に減圧症の危険性があり、その中でワークマンのM値の100%以上の潜水が38.0%認められ、最高値が半飽和時間40分の130.2%であった。実際に減圧症罹患事例が多くある。

3. 調査時に脊髄型減圧症の発症を確認したが、医療施設が近隣にないことなどから「ふかし」を行っていた。
4. 同地区での今後の追い込み潜水漁業の将来が大変危惧される。

本研究は、厚生労働省の科学研究費（労働衛生 H19- 労働 - 004）の補助を受けて実施されたものである。

## 参考文献

- 1) 中楯興：日本における海洋民の総合研究—糸満系漁民を中心として—上巻、pp102-183、福岡、九州大学出版会、1987.
- 2) 芝山正治：ダイビングデータレコーダーを用いた漁業潜水者（神津島の追い込み漁法）の潜水プロフィールに関する実態調査、駒沢女子大学研究紀要、1995；2：151-157.
- 3) 眞野喜洋、芝山正治、山見信夫：減圧症障害の年次推移と職業別及び病型別分類、日本高気圧環境医学会雑誌、1997；32（4）：249-257.
- 4) 上田不二夫：戦前における糸満漁業の発展過程について、沖縄歴史研究、11号、1974.
- 5) 糸満市：糸満市史、資料編1、近代新聞資料、1982.
- 6) Robert W Hamilton and E D Thalman：10.1 Decompression，Practice, In :BENNETT & ELLIOTT'S「PHYSIOLOGY AND MEDICINE OF DIVING」, 5th edition (2003)、2003, Elsevier Science Limited, pp440.
- 7) 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：ガイドダイバーの潜水プロフィールと窒素ガス溶解量から減圧症発症予防対策を考察、日本高気圧環境・潜水医学会関東地方会誌、6（2）：28-30、2007.1.
- 8) 眞野喜洋、山見信夫、芝山正治：高気圧作業に伴う標準減圧表の安全性評価のための易学的調査に関する研究、平成16～18年度厚生労働省科学研究費補助金総合研究報告書、2007.p5-44
- 9) 中央労働災害防止協会：潜水土キリスト、2008.6.東京、中央労働災害防止協会、第7章 軽便マスク式潜水器 p147-150
- 10) 芝山正治：北海道地区の漁業潜水者に対する健康管理、駒沢女子大学研究紀要、2002；9:169-179.
- 11) 津田紫緒：特殊業務従事者の健康管理に関する一考察—高気圧作業特殊健康診断結果の推移から—、お茶の水医学雑誌、2005；53（3）：53-65.
- 12) 林皓、川島真人、林克二、他：九州各県における潜水夫アンケート調査、日本高気圧環境医学会雑誌、1981；16（1）：1-3.
- 13) 井上治、野原敦、砂川昌秀：沖縄県におけるⅡ型およびⅢ型減圧症の易発現性と重症化の検討—職業ダイバーとレジャーダイバーとの比較—、第39回日本高気圧環境医学会総会 抄録集、39（3）：209-217、2004.
- 14) 芝山正治：ダイビング終了後の高所移、日本高気圧環境医・潜水学会関東地方会誌、7（1）：31-34、2007.5.
- 15) 中川儀英、山本五十年、秋枝一基、関知子、梅澤和夫、猪口貞樹、小森恵子：減圧症障害に対するドクターヘリ支援システム、第39回日本高気圧環境・潜水医学会総会 抄録集、39（3）：216、2004.
- 16) 眞野喜洋 編著：潜水医学、東京：朝倉書店、1992、8.減圧理論とその応用 p147-192、9.減圧症 p193-236
- 17) 大岩弘典：新しい潜水医学、東京：水中造

- 形センター、2003、減圧病の病態生理  
p38-60、減圧病の予防知識 p61-1085
- 18) 池田知純：潜水医学入門、東京；大修館書店、1995、15減圧 p106-114、気泡の発生と検知 p115-120、減圧症 p121-133
- 19) 芝山正治、眞野喜洋、山見信夫：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. p37-39
- 20) 高気圧酸素治療安全協会：安全協会ニュース、高気圧酸素治療安全協会、16（2）：p26-92、2007.
- 21) 日本高気圧環境医学会：高気圧酸素治療の安全基準、日本高気圧環境医学会誌、39(4)：250-262、2004.
- 22) 永井りつ子、小濱正博：沖縄県における減圧症の問題点について、第41回日本高気圧環境・潜水医学会総会 予稿集（沖縄）、41（3）：153、2006.