

3) 減圧要領

訳注：U.S.N.ダイビングマニュアル・原文・14.5.3

水中減圧と水上減圧共に運用要領を変えながら同じヘリウム・酸素船上他給気減圧表を使用できる。休憩時のダイバーの酸素吸入は両手順で用いられる。

訳注) 水中減圧 (IN-WATER DECOMPRESSION)：潜水深度から浮上しながら減圧を行い、減圧完了時で水面に到着する減圧要領。

水上減圧 (SURFACE DECOMPRESSION)：減圧表にしたがって行う減圧要領で、減圧途中でダイバーを水面に浮上させ、潜水装備を脱がせて船上の再圧タンクで再加圧と減圧を続ける方法である。減圧最終段階の長時間水中滞在を止めて快適な減圧時間を過ごさせるために考案された。(横白石の Trimix 呼吸をニューマチックケーソン工事に利用する方式では、水上減圧を行わないので、原文：14.5.3.2 の「水上減圧手順」の翻訳は省略する。

水中減圧要領

訳注：原文：14.5.3.1

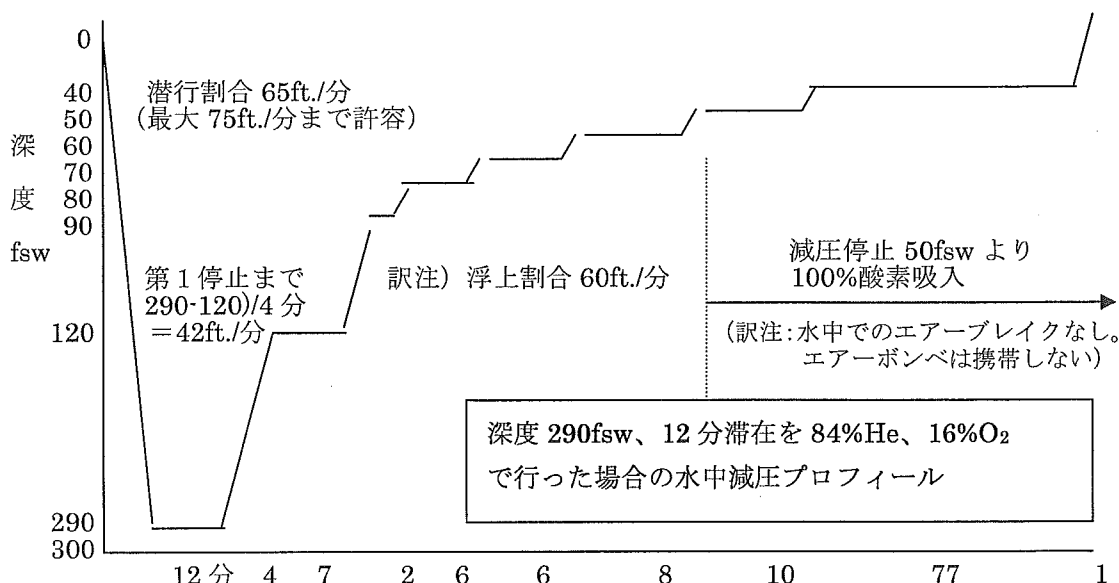
- A. 前節で解説した適切な分圧表を抽出する。
- B. 滞在深度から第1減圧停止深度までの浮上割合は次のように見出せる。
第1減圧停止深度までの浮上割合 = (滞在深度 - 第1減圧停止深度) / 第1減圧停止深度までの時間
- C. 第1減圧停止における分表示の時間残数が示される。
- D. 減圧停止間の浮上割合は 60ft./分とする。その次の減圧停止までの浮上時間も含む。
- E. 水中減圧におけるこれらの表使用は 50ft.減圧停止深度 (減圧表にあるなら) あるいは 40ft.深度で酸素への変更を要す。50ft.到達直後の残時間を用いて 25ft.³の酸素でダイバーに換気させる。前の減圧停止深度からの浮上と換気に要する時間は3分以内とする。これらの3分間は 50ft.あるいは 40ft.での停止時間に含まれる。^{注)}
注) (50ft.停止への移動時間 + 25ft.³の酸素換気時間) が3分を超過した場合は、その差を 50ft.停止時間残数に加算する。
- F. 最後の減圧時間中に 40ft.停止深度から 40ft./分の割合で浮上させる。

***例題

設問：2) の例題 (深海潜水装置を用いて 290ft.、84%He、16%酸素で 12 分間潜水する場合の適切な減圧計画を決定せよ。) を用いて、潜水プロフィールを展開せよ。

注) 潜水プロフィール：潜行、滞底と浮上のグラフで、縦軸に深度、横軸に時間を目盛った曲線。

解答：原文記載のグラフを引用・転載する。



総減圧時間 121 分： 訳注) 例えば 10 分の減圧停止は次の深度への浮上時間含む

6-4-2 2001年版の加減圧要領

この節は U.S.N. Diving Manual/Change A dated 1 MARCH 201

Volume3 : Mixed Gas Surface Supplied Diving Operations

CHAPTER 14 Surface Supplied Mixed Gas Diving Procedures から抽出した加減圧要領の一部である。

- a. 減圧表 : Table 14-3 ・ Surface Supplied Helium Oxygen Decompression Table を使用
- b. Bottom time (高圧下滞在時間) : 加圧開始から減圧開始までの時間 (分)
- c. 加減圧規模
- ①加圧規模に危険性はないが、75fsw/min (2.27kg/cm²/分) 以下とする。
 - ②第1減圧停止、減圧停止圧間及び大気圧帰還の最終減圧は一定速度 30fsw/min (0.91kg/cm²/分) とする。
 - ③第1減圧停止を除いて全ての減圧時間は次段階の減圧停止までの時間を含んでいる。
したがって、第1減圧停止を除いて全ての減圧停止時間は前の減圧停止を離れた時から始まる。
- 訳注) 減圧要領の一部は省略した。より詳細事項の認識を必要とする場合は原本参照のこと。
- d. 呼吸ガス
- ①高圧下滞在時の混合ガス (Bottom mix) 成分で 16%O₂ 以下 (84He 以上) では酸素欠乏症 (低酸素症 : hypoxia) 予防のために大気圧から圧力 20fsw (0.6kg/cm²) まで、空気加圧とし、20fsw で混合ガスに切り換える。このとき 20 秒の換気を行う。
 - ②減圧時 90fsw (2.72kg/cm²) で 50%He、50%O₂ への呼吸ガス切り換えを行う。
 - ③減圧時 30fsw (0.91kg/cm²) で 100%O₂ への呼吸ガス切り換えを行う。
 - ④30fsw (0.91kg/cm²) と 20fsw (0.6kg/cm²) で 30 分の酸素吸入と 5 分のエアブレイクを行うが、エアブレイク 5 分は減圧表の減圧時間に含まない。
 - ⑤20fsw (0.6kg/cm²) から大気圧迄の減圧は酸素を吸入しながら行う。速度 30fsw/分

訳注) 減圧表 14-3 の滞在水深欄には各深度において使用できる酸素濃度が指定されている。
参考までに表 1-1 の下にそれらの一部を抽出して示す。

e. 減圧要領の抽出、単位換算及び減圧プロフィール

表 1-1 は Table 14-3 ・ Surface Supplied Helium Oxygen Decompression Table の一部抜粋である。

表 1-1 He、酸素潜水減圧表の一部抜粋

圧力 /He%	Fsw 表欄	滞在時間	1 st stop 迄の時間	Bottom Mix							減圧停止圧力 : 上段・kg/cm ² 、下段・fsw 50%O ₂							
				4.23 140	3.93 130	3.63 120	3.33 110	3.02 100	2.72 90	2.42 80	2.12 70	1.81 60	1.51 50	1.21 40	0.90 30	0.60 20		
4.08 /86	135 /140	100	3分00秒										7	10	10	35	64	
4.99 /86	165 /170	100	3:00										5	18	18	18	36	66
6.05 /86	200 /200	100	3:40							7	12	17	23	23	23	36	66	
6.95 /90	230 /230	100	4:20				7	6	12	17	23	23	23	23	36	66		
8.01 /90	265 /270	100	4:40		7	5	11	13	16	20	23	23	23	23	36	66		
9.07 /90	300 /300	100	5:20	7	5	10	12	15	19	20	23	23	23	23	36	66		

注) 上記「d. 呼吸ガス」の訳注で記した各深度で使用できる酸素濃度

$$100 - \text{酸素濃度}\% = \text{ヘリウム濃度}\%$$

深度 (fsw)	140	170	200	230	270	300
酸素濃度%	14.0~24.8	14.0~21.1	14.0~18.4	10.0~16.3	10.0~14.2	10.0~12.9
ヘリウム濃度%	86.0~75.2	86.0~78.9	86.0~81.6	90.0~83.7	90.0~85.8	90.0~87.1

第4章 潜水プロフィール調査結果

1. 目的

マルチレベル(5秒毎に時間と水深)潜水の記録を収集し、窒素ガス溶解量と減圧症発症の関係を調べ、検証することが目的である。

2. 調査地域

北海道のA地区の定置網漁業潜水者、伊豆諸島のB地区の追い込み潜水、同じく伊豆諸島のC地区の追い込み潜水、C地区と同じ島の草潜水(D地区)、沖縄の追い込み潜水(宮古島)をしているE地区、伊豆半島でレジャーダイバーを対象として仕事をしているガイドダイバー(F地区)の5カ所を調査地域とした。

3. 対象潜水者

地区毎の潜水者数を表2-1に示す。

表 2-1 地区毎の調査潜水者

地区	ダイバー	
A(北海道、定置網)	4名	a-1、a-2、a-3、a-4
B(伊豆諸島)	4名	b-1、b-2、b-3、b-4
C(伊豆諸島、追い込み)	6名	c-1、c-2、c-3、c-4、c-5、c-6
D(伊豆諸島、草)	12名	d-1、d-2、d-3、d-4、d-5、d-6、d-7、d-8、 d-9、d-10、d-11、d-12
E(沖縄)	2名	e-1、e-2
F(伊豆半島、ガイド)	7名	f-1、f-2、f-3、f-4、f-5、f-6、f-7、f-8

4. 期間

期間は、それぞれの地区で異なるが、2004年7月～2005年11月である。

5. 調査結果

5-1. 北海道(A地区)の定置網漁業潜水者の潜水プロフィール

5-1-1. 調査期間及び回数

調査期間は、定置網漁業就業期間の2005年6月～年11月までである。延べ潜水回数は124回、延べ日数は35日、1日の繰り返し潜水回数の平均は3.5回(±SD3.4回、max19回、min1回)である。潜水時間、最大水深、平均水深、休憩時間の平均は表5-1-1に示す。

表 5-1-1 潜水時間、最大水深、平均水深、休憩時間の平均値

	潜水時間(分)	最大水深(m)	平均水深(m)	休憩時間(分)
ave	9	16.3	9.9	43
SD	7	10.7	6.8	59
max	34	43.8	29.5	4:56
min	0	1.3	1.1	5

5-1-2. 一日の潜水回数

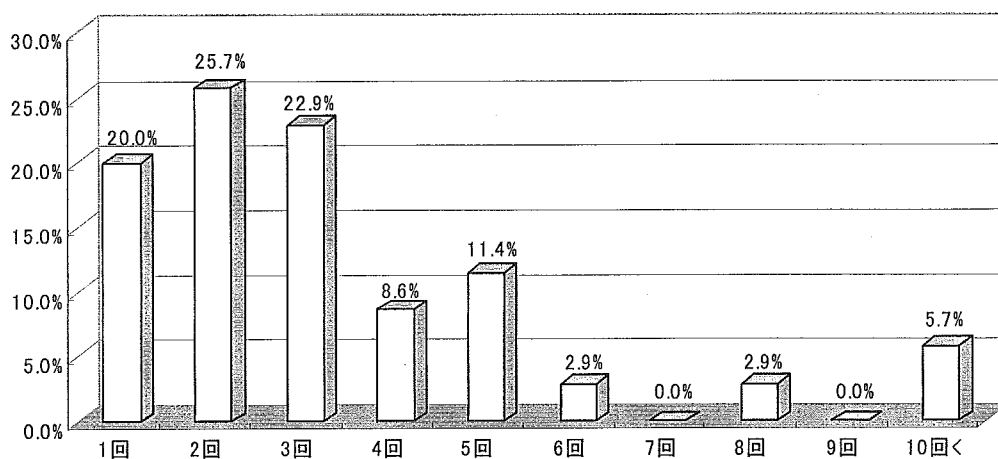


図 5-1-1 繰り返し潜水回数の割合

5-1-3. 潜水時間

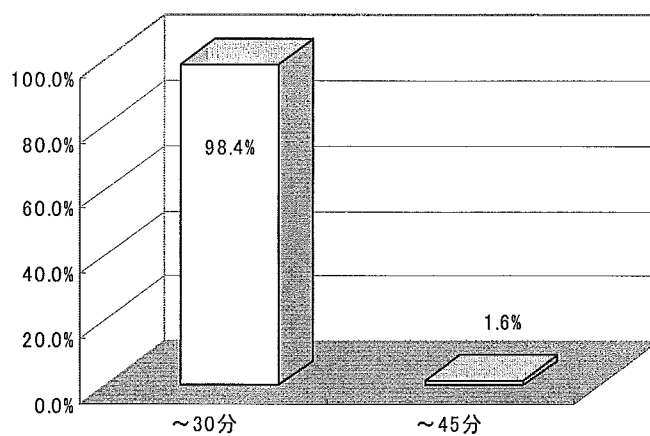


図 5-1-2 潜水時間(分)の割合

5-1-4. 最大潜水水深

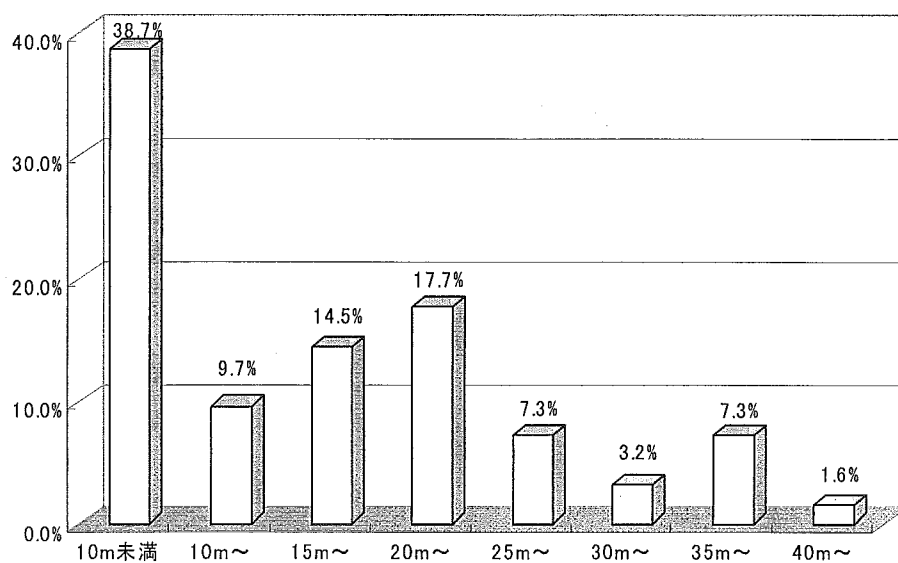


図 5-1-3 最大水深(m)の割合

5-1-5. 平均水深

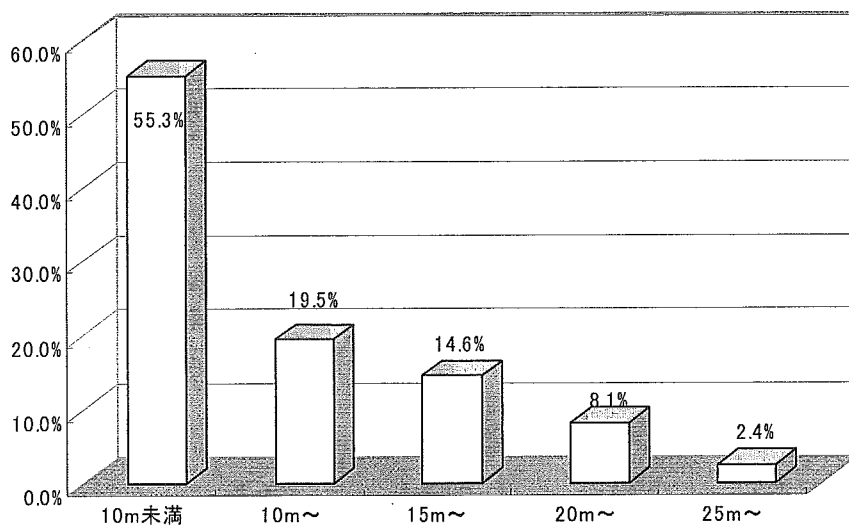


図 5-1-4 平均水深(m)の割合

5-1-6. 休憩時間

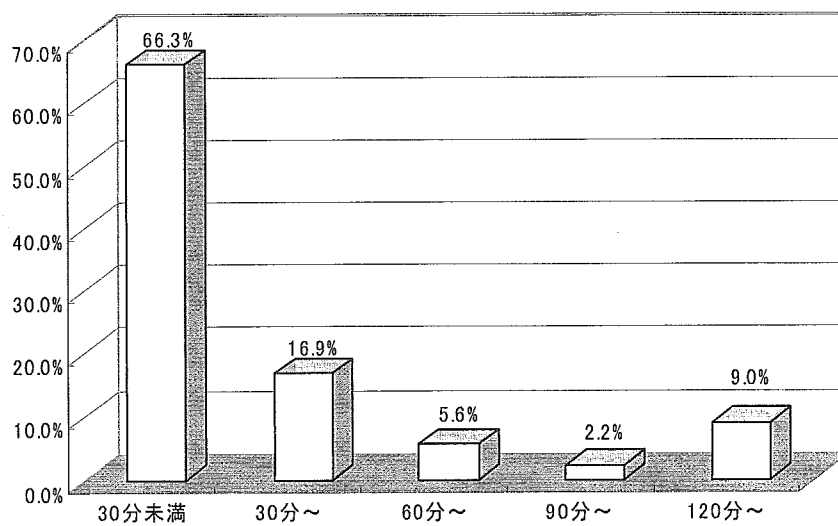


図 5-1-5 休憩時間(分)の割合

5-1-7. 最大水深と繰り返し潜水回数の関係

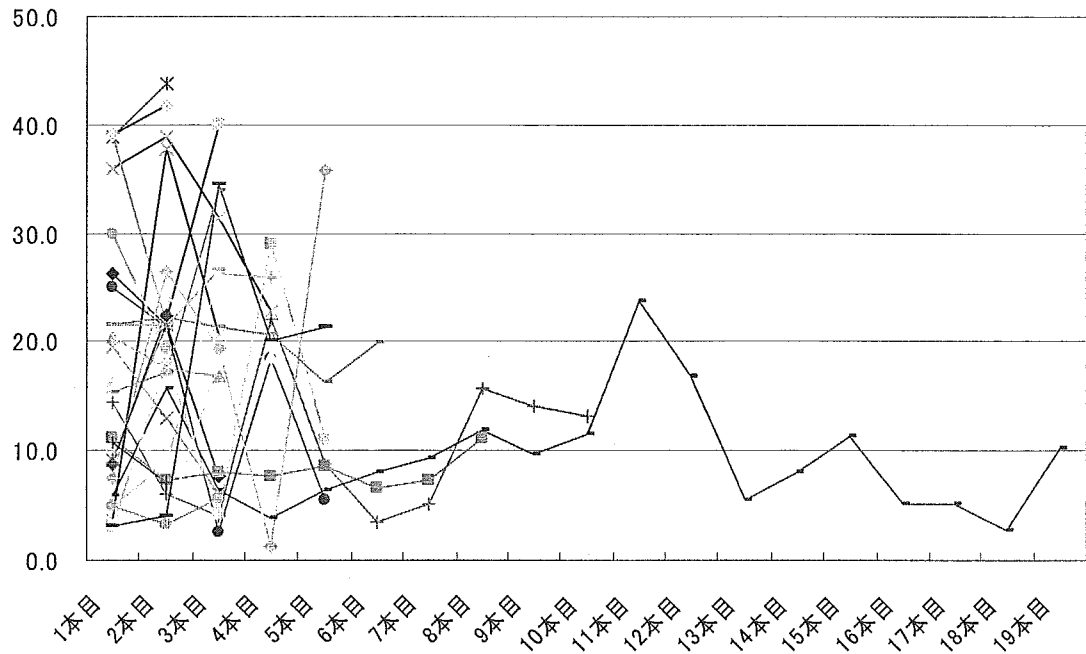


図 5-1-6 潜水者毎の最大水深(m)と繰り返し潜水回数

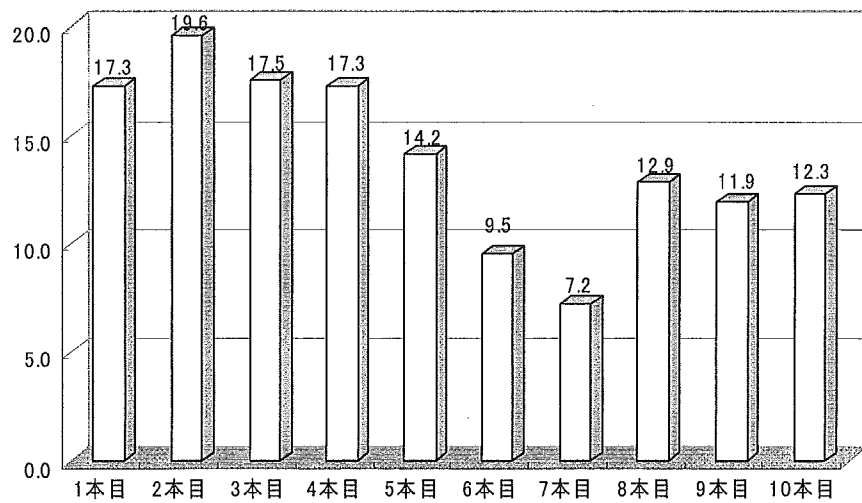


図 5-1-7 最大水深(m)と繰り返し潜水回数の平均

5-1-8. 平均水深と繰り返し潜水回数の関係

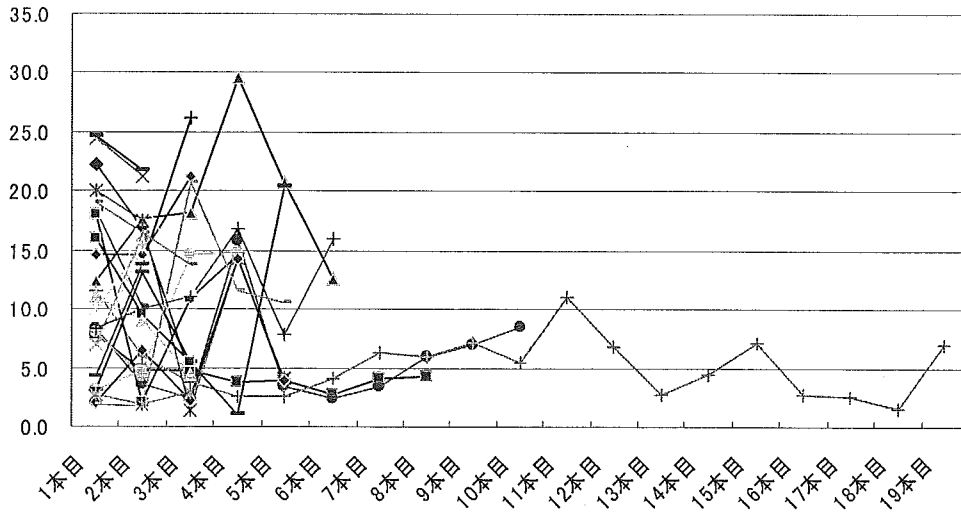


図 5-1-8 潜水者毎の平均水深(m)と繰り返し潜水回数

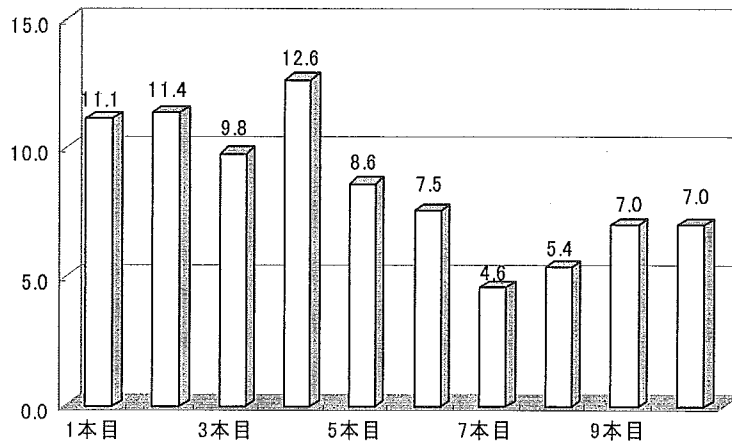


図 5-1-9 平均水深(m)と繰り返し潜水回数の平均

5-2. 伊豆諸島(B地区)の追い込み漁業潜水者の潜水プロフィール

5-2-1. 調査期間及び回数

調査期間は、2004年7月～2005年10月までの6月～10月の漁期である。延べ潜水回数は538回、1日のデータ数は96日、1日の繰り返し潜水回数の平均は5.6回(±SD2.34回、max12回、min1回)である。潜水時間、最大水深、平均水深、休憩時間の平均は表1-1に示す。

表 1-1 潜水時間、最大水深、平均水深、休憩時間の平均値

	潜水時間(分)	最大水深(m)	平均水深(m)	休憩時間(分)
ave	23	16.4	10.9	34
SD	19	6.7	4.7	39
max	2:06	41.1	26.9	6:29
min	0	1.9	1.5	5

5-2-2. 一日の潜水回数

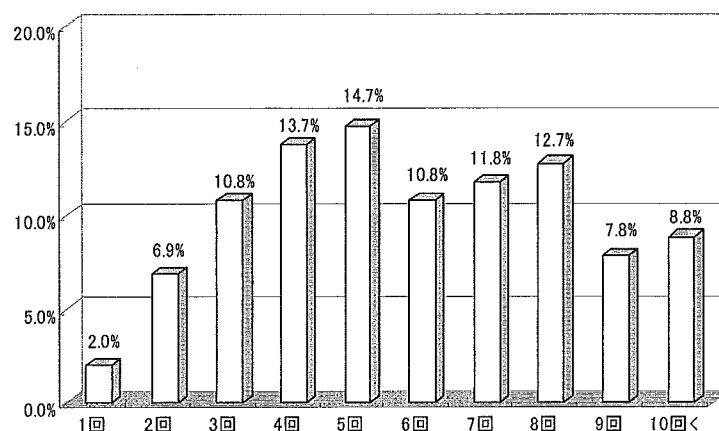


図 1-1 繰り返し潜水回数の割合

5-2-3. 潜水時間

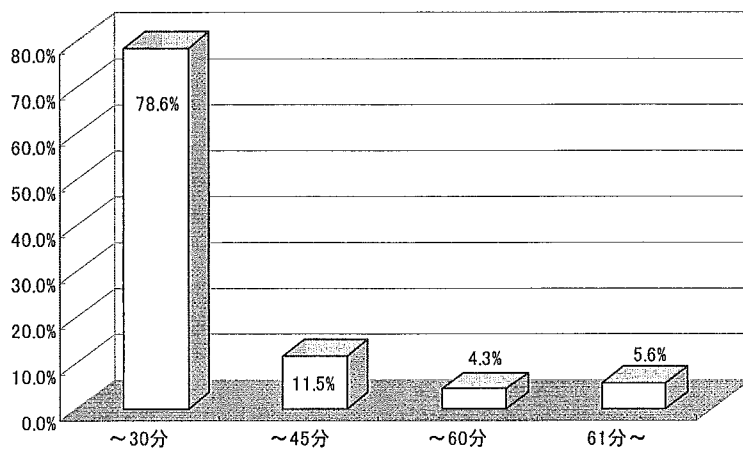


図 1-2 潜水時間(分)の割合

5-2-4. 最大潜水水深

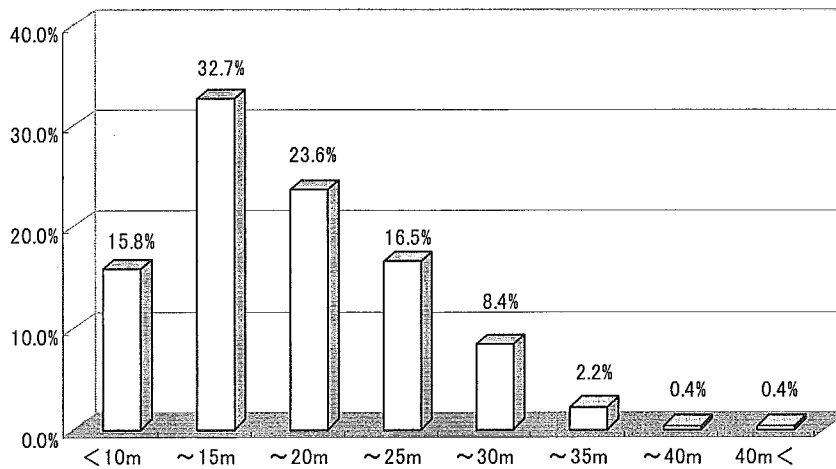


図 1-3 最大水深(m)の割合

5-2-5. 平均水深

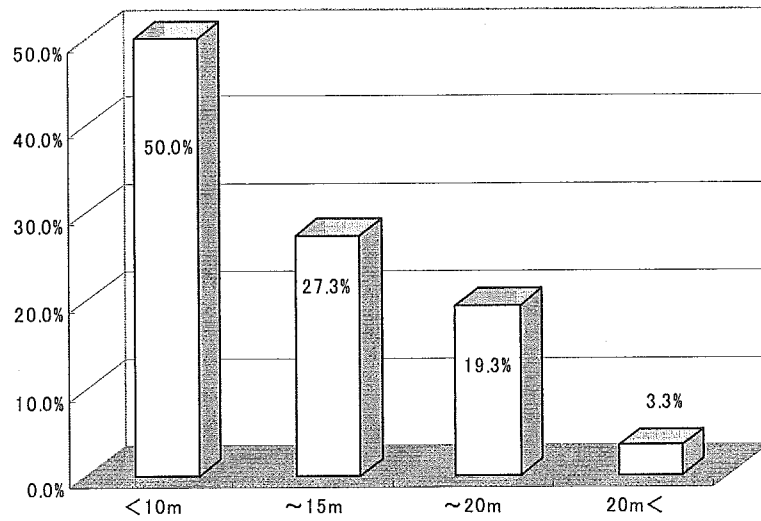


図 1-4 平均水深(m)の割合

5-2-6. 休憩時間

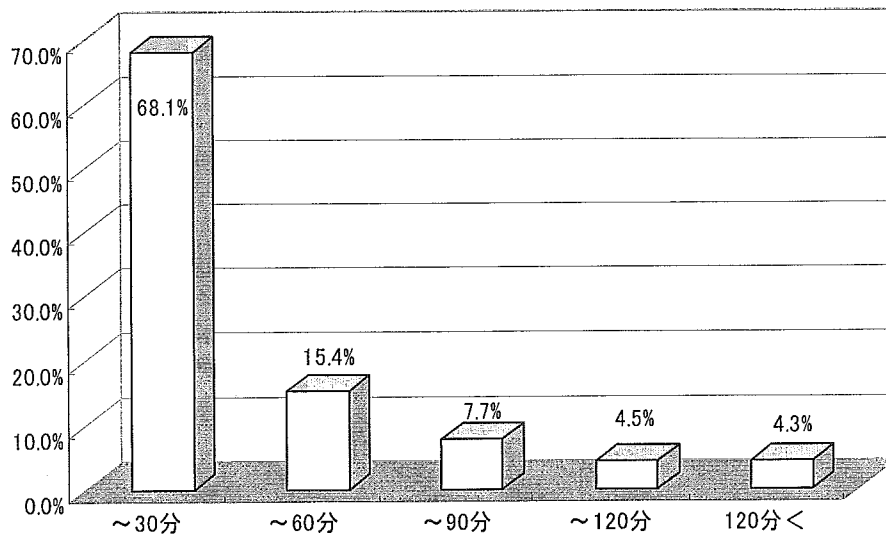


図 1-5 休憩時間(分)の割合

5-2-7. 最大水深と繰り返し潜水回数の関係

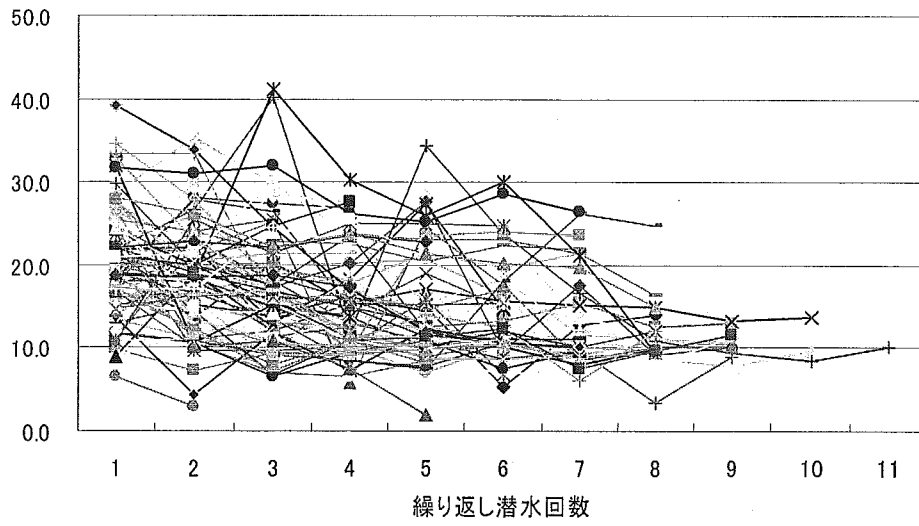


図 1-6 潜水者毎の最大水深(m)と繰り返し潜水回数

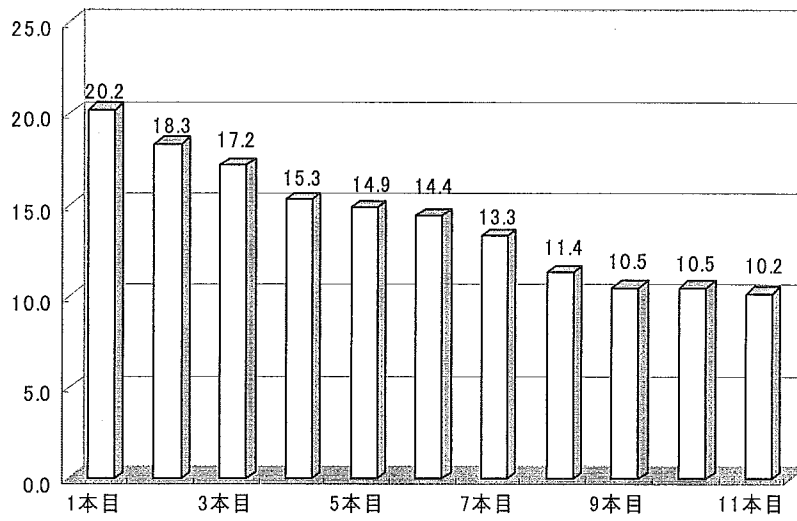


図 1-7 最大水深(m)と繰り返し潜水回数の平均

5-2-8. 平均水深と繰り返し潜水回数の関係

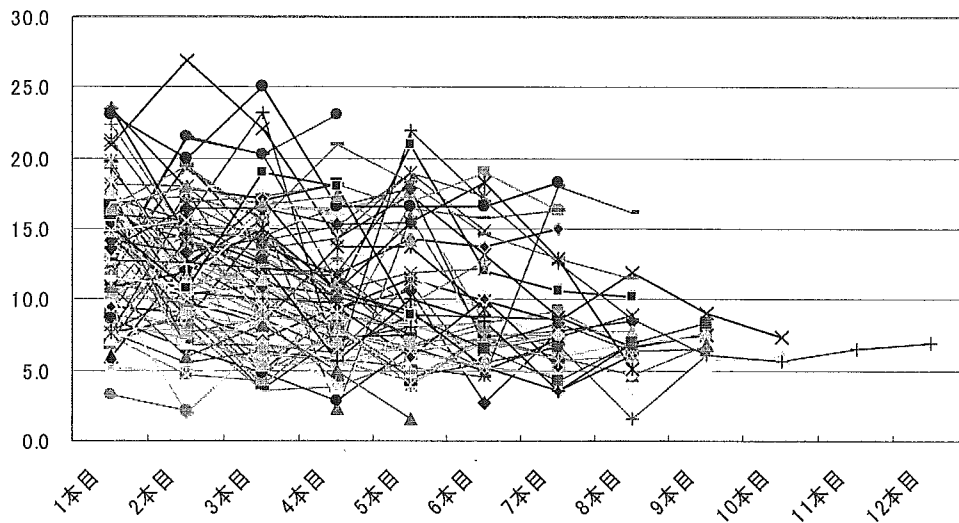


図 1-8 潜水者毎の平均水深(m)と繰り返し潜水回数

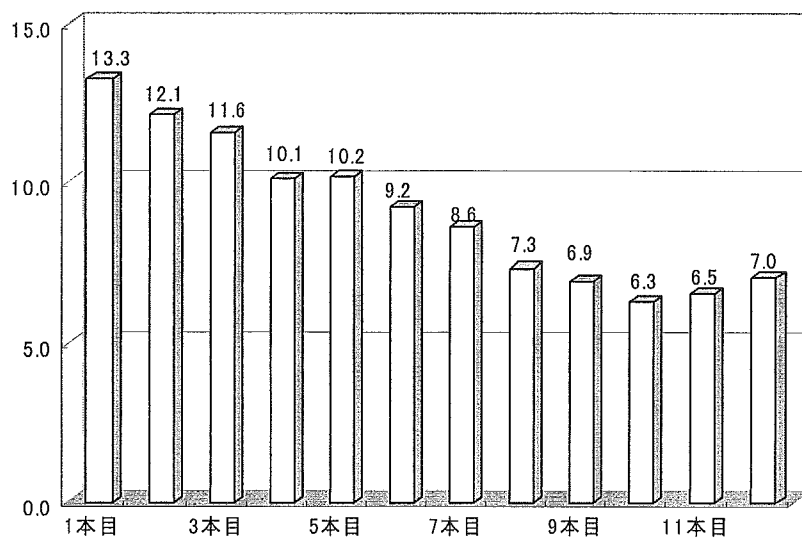


図 1-9 平均水深(m)と繰り返し潜水回数の平均

5-3. 伊豆諸島(C地区)の追い込み漁業潜水者の潜水プロフィール

5-3-1. 調査期間及び回数

調査期間は、2005年6月～8月までの漁期である。延べ潜水回数は282回、延べ日数は59日、1日の繰り返し潜水回数の平均は4.8回(±SD1.6回、max8回、min1回)である。潜水時間、最大水深、平均水深、休憩時間の平均は表5-3-1に示す。

表 5-3-1 潜水時間、最大水深、平均水深、休憩時間の平均値

	潜水時間(分)	最大水深(m)	平均水深(m)	休憩時間(分)
ave	21	21.3	15.3	33
SD	13	4.5	3.3	44
max	1:08	36.1	22.5	3:05
min	1	8.5	6.0	5

5-3-2. 一日の潜水回数

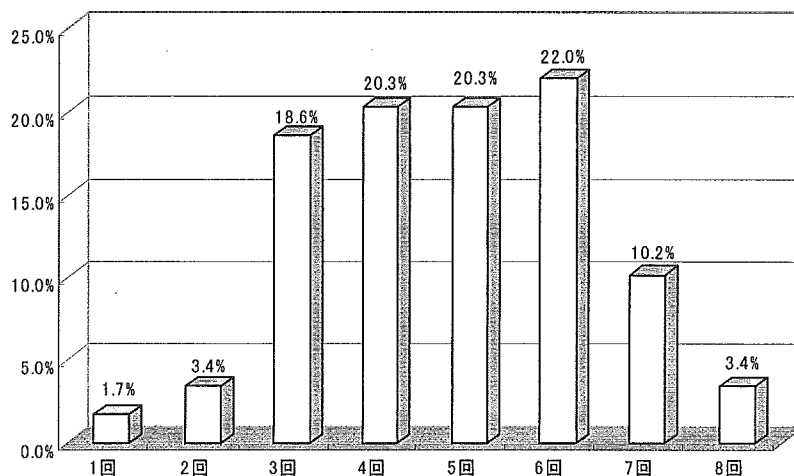


図 1-1 繰り返し潜水回数の割合

5-3-3. 潜水時間

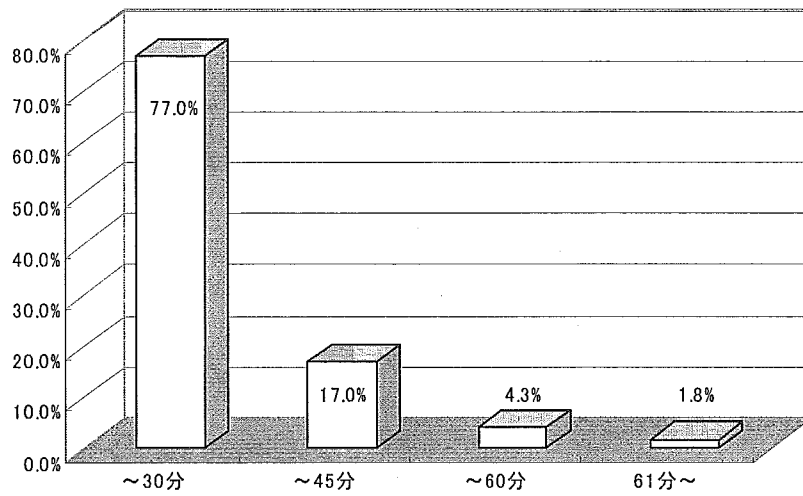


図 1-2 潜水時間(分)の割合

5-3-4. 最大潜水水深

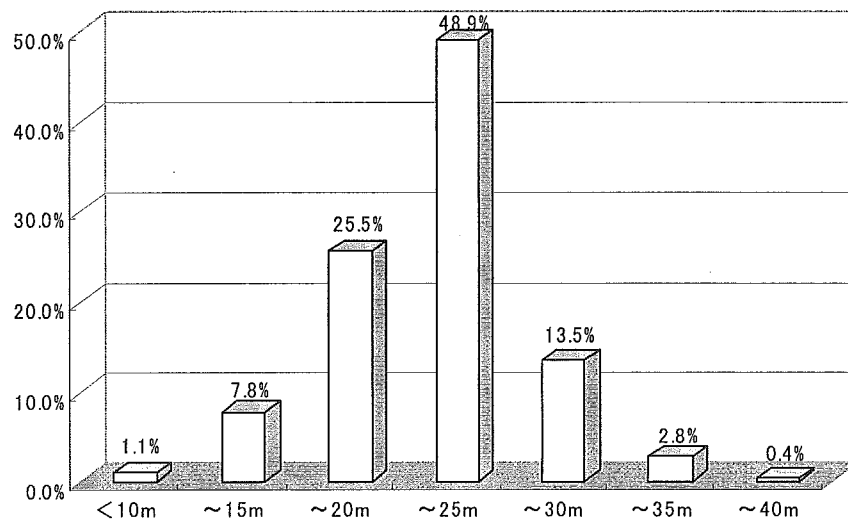


図 1-3 最大水深(m)の割合

5-3-5. 平均水深

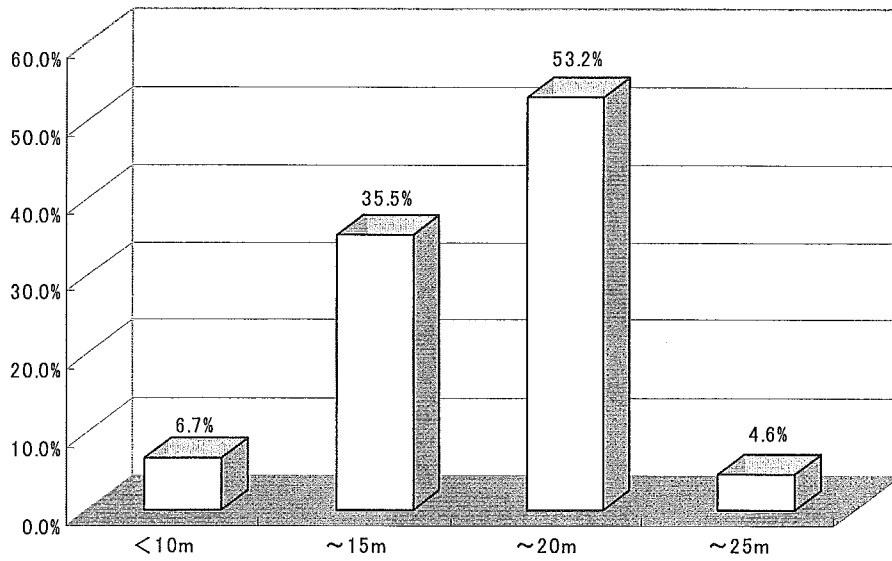


図 1-4 平均水深(m)の割合

5-3-6. 休憩時間

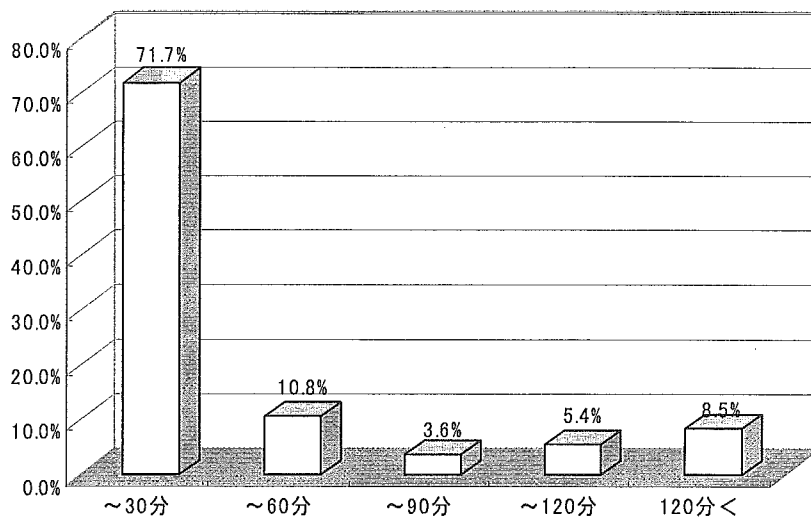


図 1-5 休憩時間(分)の割合

5-3-7. 最大水深と繰り返し潜水回数の関係

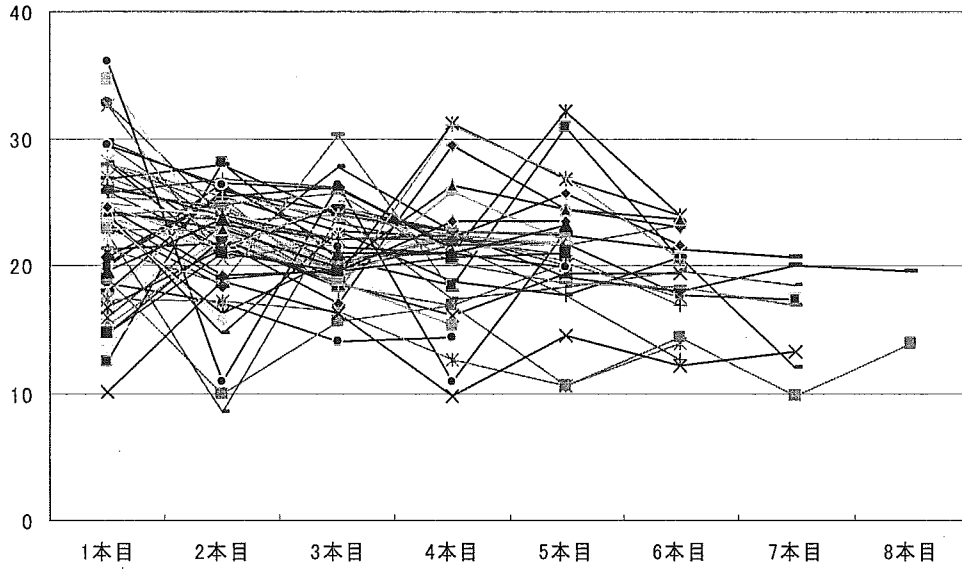


図 1-6 潜水者毎の最大水深(m)と繰り返し潜水回数

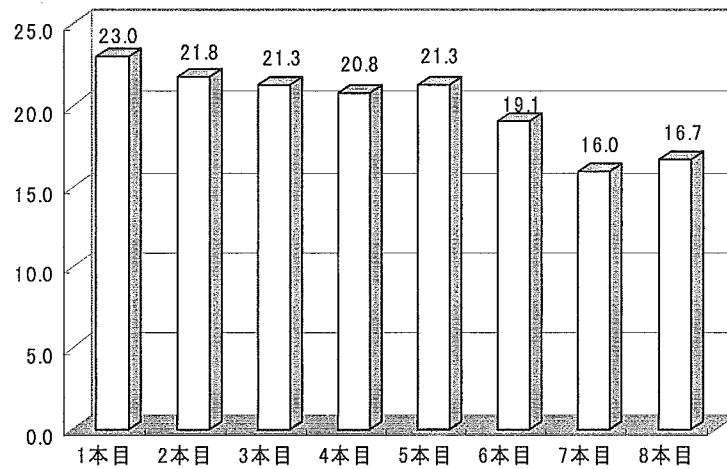


図 1-7 最大水深(m)と繰り返し潜水回数の平均

5-3-8. 平均水深と繰り返し潜水回数の関係

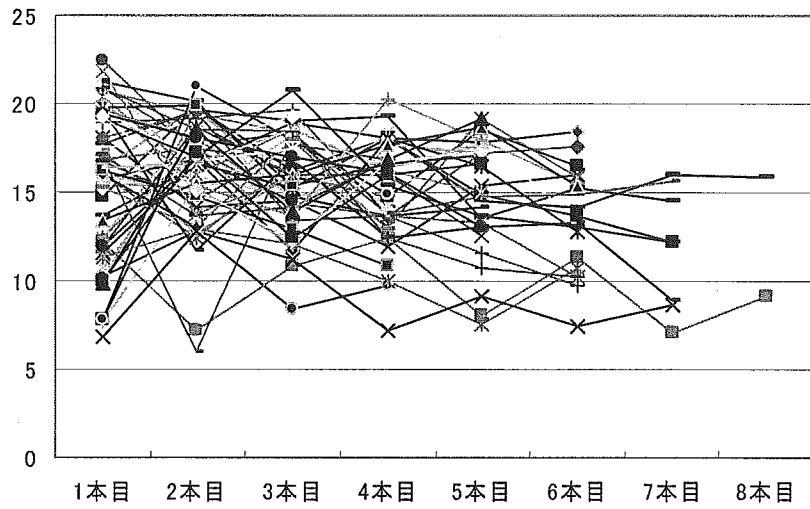


図 1-8 潜水者毎の平均水深(m)と繰り返し潜水回数

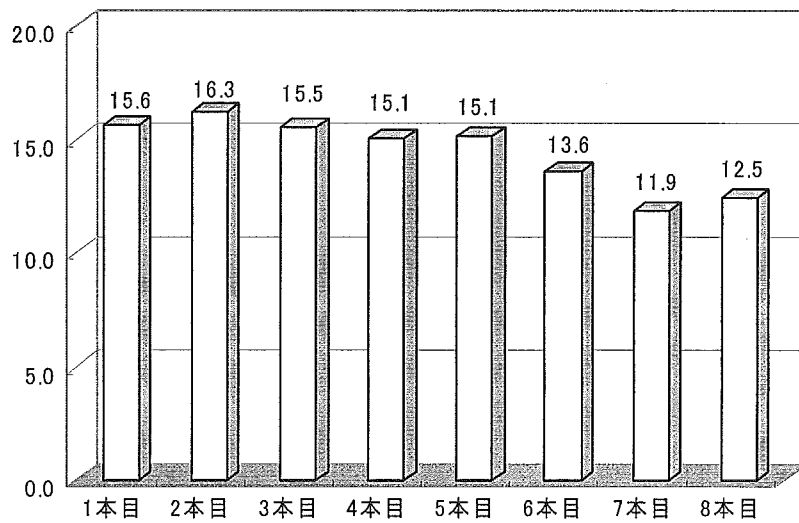


図 1-9 平均水深(m)と繰り返し潜水回数の平均