

## 24. 高所潜水に於ける減圧

伊藤敦之\* 山田 淳\* 田中義郎\*\*  
大岩弘典\*\*\*

54年1月、当隊では海外で発症した潜水病（減圧症）の患者を2例治療した。治療は米海軍酸素再圧治療法、Table「6」あるいは「5」を用いたごく普通の治療であるが、発症の背景に潜水作業現場の高度が関係していると考え高所潜水の減圧につき若干の検討を試みた。

発症したのは古代ペルシャ帝国の遺跡ペルセポリスの近くにあるイランのシラス（図1）近郊のダム工事現場で、海拔は1,600mあり、最大深度は約50mであった。潜水作業は現地から送られてきた潜水記録によると53年10月から54年1月にかけて毎月15～25回の頻度で行われ、減圧方法はこの記録を見れば米海軍空気標準減圧表をそのまま修正することなく使用している。この間減圧症が5例発症した。現地では直ちに労働省高気圧障害防止規則一別表による標準再圧治療法第1A欄にて治療したが、そのうち2例が軽快せず航空機にて帰国し、当隊で治療することとなった。

症例「1」は45才♂で53年12月28日発症して、同日および翌日（表1）のように標準再圧治療法第1A欄にて治療したが奏効せず、空路にて帰国、1月4日から当隊で酸素再圧治療表Table「6」および「5」を用いて治療したところ諸症状の寛解をみた。その後都内の国立大学にて再度再圧治療を受けて完治した。症例「2」は1月6日に発症し、同様に現地で標準再圧治療法第1A欄にて治療したが効果なく、空路にて帰国、当隊で酸素再圧治療表Table「5」で完治した。



図1

潜水作業は歴史的にかなり古くから海洋で行われていたことは種々の記録によって明らかである。海で潜水している限り、世界どこでも減圧終了時の環境圧即ち、海拔0mでの圧力は、高気圧あるいは低気圧の接近により変化することがあっても極く微細な値で、平均1,013mbである。従来減圧表は海面からの潜水作業に合わせて研究されてきたのであるが、最近、高地の湖沼探検とか電源開発・土木工事に関連して潜水・潜函作業が行われるようになった。ところが高地での潜水では減圧終了時の環境圧は海面の気圧1ATAより低くなり、もしも減圧方法が適切でなく、血液中もしく

\*海上自衛隊潜水医学実験隊

\*\*愛誠病院

\*\*\*海上自衛隊江田島地区病院

表1 救急再圧記録表

患者氏名	鈴 ○ 二 ○	発病年月日時刻	昭和 53 年 12 月 29 日 (午前) 7 時 50 分
生年月日	S. 8. 7. 3	発病時の作業開始及び終了時刻	月 日 時 分 ~ 月 日 時 分
既往歴		最大深度及び滞在時間	3 kg/cm <sup>2</sup> 7 時 55 分
症 状	発病概要	ベンズ (皮膚, 筋肉, 関節)	
	主訴		
	部位	両腕, 腰の痛み	
<u>救急再圧の計画</u>			
圧力	停止時間	月日・時分	備 考 (症状など)
3.0	30分	08:01	1.8kg/cm <sup>2</sup> 両腕, 腰の痛み消滅
		08:31	異 状 無 し
2.4	12分	08:32	
		08:44	異 状 無 し
1.8	30分	08:45	
		09:15	〃
1.5	30分	09:17	
		09:47	
1.2	30分	09:50	〃
		10:20	
0.9	60分	10:23	〃
		11:22	異 状 無 し
0.6	60分	11:29	
		12:29	〃
0.3	120分	12:32	
		14:32	異 状 無 し

陸上15:40頃肩の痛み強くなるので12月31日帰国する。

54年1月4日海上自衛隊医学実験部の再圧タンクで治療する。

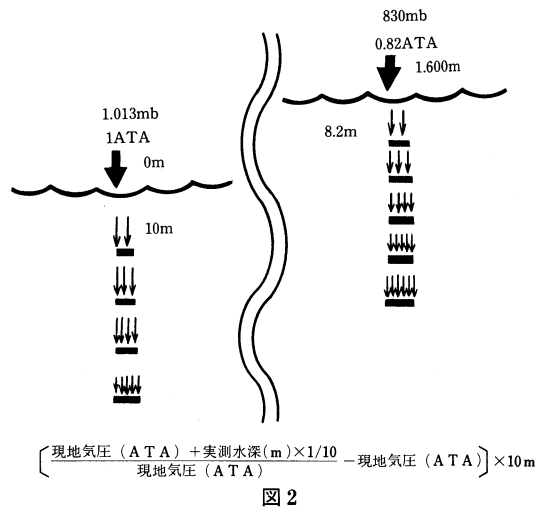
は組織中に気泡が発生すれば、体積 (V) と圧力 (P) の間には  $P \cdot V = K$  という式がなり立ち両者は反比例関係となり一次式の直角双曲線をえがく。しかも比較的高圧の部分では圧力の変動に対し気泡の体積の変化は極めて少ないが、1気圧近

傍ではわずかな圧力変動でも気泡の体積は大きく変化する。減圧表の作成は、1908年イギリスのホールデンの発表以来体内各種半飽和組織の含有する不活性気体の分圧と環境圧の比 (これを過飽和比と呼ぶ) が定められた値を超過せぬように計算

することである。その後数十年の間の調査研究では、半飽和時間が5分、10分程度の短い組織では過飽和比をもっと高くとっても十分安全ということが判明した。現在では過飽和比は5分では3.8、10分では3.4、20分では2.8として計算されている。その反面、半飽和時間の最も長い組織は75分では不十分で、120～240分と考えた。最近、飽和潜水では480分～720分とした方がよいという説もある。

時代が移り変わり潜水環境が海洋のみならず高い山岳地まで含まれるようになって、体内の気泡形成が減圧症の主要原因で、減圧の計算は組織内不活性ガス圧と環境圧の比で計算されることになりはしない。本報告の2症例について考えると、海拔 1,600m における気圧は 830mb で水面上の絶対圧は0.82ATAとなる。従って 50m まで潜水すればその絶対圧は、水面上の気圧+水深=0.82+5.0=5.82 (ATA) であるが、図2に示すように 8.2m ごとに水面上の圧力が加えられ、水面上の圧力の7.1倍となり、海面上からの潜水と比較すれば、 $(7.10-0.08) \times 10 = 62.8$  (m) に相当する。

今後高所における潜水作業が多くなると予想されるので高所に於ける減圧法を考慮しておく必要があるが、高所における減圧を組織内不活性ガス



圧と環境圧の比だけを考慮するならば図2の二段に示す式で計算された変換水深で減圧表を適用すれば比較的簡単に計算できる。ただし、高地滞在が長期に及ぶ時には赤血球が増加し、血液の粘稠度が増加し、酸素不足に対し血流の増加もあるので圧力比だけで計算してよいかどうか問題がある。