

圧気潜函作業における酸素減圧の効果について

東京医科歯科大学 衛生 梨本一郎  
 公衆衛生 眞野喜洋 中村国臣  
 九州労災病院 重藤 脩

はじめに 圧気潜函作業では減圧症予防のため作業圧と時間にもとづいて段階的に減圧し常圧にもどることが安全とされ、わが国でも減圧法が規定されている。しかし作業圧が高くなりまた時間が長くなるにつれて必要な減圧時間が延長し、作業時間をこえるようになり作業効率が低下する。この対策としては、減圧中酸素呼吸を行なわせることにより体内に溶解している  $N_2$  を洗い出すことが効果的であり、減圧時間の短縮と減圧症の予防に効果のあることは Jones ら (1940) をはじめとして証明されている。しかし酸素中毒の危険や呼出酸素による火災のおそれなどからその実用化が阻まれてきた。

そこでわれわれは潜函内圧に関係なく室外より酸素の供給をうけ、また呼吸を室外へ放出する装置を考案し、高压下での酸素の使用を安全に行なえるようにしてすでに小人数の実験で一応の成果をえたので、圧気潜函作業現場で実用テストを行なうことにした。

**実験方法** 圧気潜函の気筒室内に酸素呼吸器を設置し、同時に12名まで使用できるようにした。潜函作業者は作業終了後作業室から気筒室に戻り、ここで減圧中連続して酸素を呼吸する。但し酸素中毒予防のため、1.8 kg/cm<sup>2</sup>以下の圧停止から開始させた。減圧スケジュールは不活性ガス出納速度が半飽和期5, 10, 20, 40, 75, 120分のモデル組織を採り、安全減圧比を2.0 (限界組織不活性ガス分圧/周囲圧  $P_t/P_a$  は1.6) として作業圧と作業時間毎に体内の組織  $N_2$  分圧を計算し段階的減圧表を作製した。なお圧停止時間は使用の便を考え5分きざみとした。このスケジュールで第1回の実験を行なったところ、後述の如く減圧症の発生がやや多かったのでこれを修正し安全減圧比を1.7 ( $P_t/P_a = 1.36$ ) として作製した表により第2回の実験を行なった。その一部を表1, 2として示す。

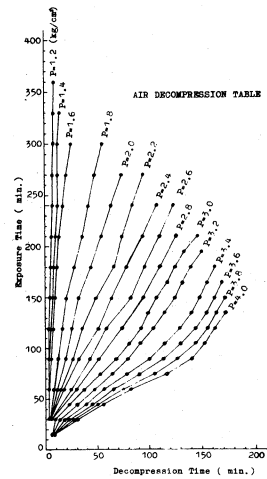


図-1 空気減圧表  
 作業時間と減圧時間の関係

表-1

2.0 K 版 1

高压下の時間 (分)	減 圧 (分)					計
	1.5K	1.2K	0.9K	0.6K	0.3K	
3.0			5		5	13
6.0			5	5	10	23
9.0			5	5	15	28
12.0			5	10	20	38
15.0			5	10	30	48
18.0			5	15	35	58
21.0			5	20	40	68
24.0			5	25	40	73
27.0			5	25	45	78
30.0			10	25	45	83
33.0			10	25	50	88
36.0			10	30	45	88
39.0			10	35	45	93
42.0			10	35	45	93
45.0			10	35	50	98
48.0			10	40	45	98

表-2

P - 3.6 kg/cm<sup>2</sup> 版 9

作業時間	減 圧						計
	1.8K	1.5K	1.2K	0.9K	0.6K	0.3K	
3.0							3.0
6.0							5.0
9.0							10.0
12.0							15.0
15.0							20.0
18.0							25.0
21.0							30.0
24.0							35.0
27.0							40.0
30.0							45.0
33.0							50.0
36.0							55.0
39.0							60.0
42.0							65.0
45.0							70.0
48.0							75.0

**実験成績** 実験1は作業圧力 2.3 kg/cm<sup>2</sup>~3.7 kg/cm<sup>2</sup>, 作業時間 2.5~8.5時間の圧気潜水作業で1回の入函人員は4~8名であった。延255の減圧に減圧症の発生は17例(6.67%)であった。なお減圧症例はいずれも四肢のバンドで標準再圧治療第1A欄もしくは第2A欄による再圧で完全に治癒している。

実験2の対象となった圧気潜水は湖の取水坑であり、冷たい湧水の影響も加わり減圧症がそれまでに続出したので酸素減圧を試みることになった。前記のようにこの際の減圧スケジュールは実験1に修正を加えたものである。作業圧は1.75 kg/cm<sup>2</sup>で作業時間は2~10.5時間、1回の入函者は6~12名であった。このうち1.75 kg/cm<sup>2</sup>から1.8 kg/cm<sup>2</sup>にかけて延56回は酸素を使用せず、残りの1361回の減圧に酸素を使用した。空気減圧時は5例(8.93%), 酸素減圧時には18例(1.32%)の減圧症が発生した。いずれも軽症バンドで標準の再圧治療で完治した。

**考察** 実験1, 2の酸素減圧と減圧症の発生状態を比較してみると、表3に示すように0.5%の危険率で有意の差があり、安全減圧比を1.7とした方が明らかによい結果を示している。また1.32%の罹患率といずれも軽症バンドであることは、減圧法として実用性のあることを示唆している。なお実験2において空気減圧と酸素減圧の罹患状況を比較してみると当然のことながら0.5%の危険率で統計学的に有意の差も示している(表4)。

また、図1の空気減圧表と図2の酸素減圧表の作業時間(Exposure Time)と減圧時間関係を比較してみると、同一圧、同一作業時間に対する減圧時間は酸素減圧で空気減圧のそれよりも短縮しているが、とくに作業圧力が高くまた作業時間が長い場合より著しいことが知られる。このことは今後のより深い、より長い高気圧下の作業(圧気潜水、潜水)における減圧症予防と減圧時間短縮による作業効率の上昇に対する酸素減圧の有用性を明らかにしているといえよう。

- まとめ**
- 1) 減圧中に酸素呼吸をするいわゆる酸素減圧を圧気潜水作業に用いて、減圧症の予防と作業の効率化(作業時間の延長と減圧時間の短縮を行なうことができた。
  - 2) 酸素減圧スケジュール作製にあたっては安全減圧比2.0( $P_{残}/P_{表}=1.6$ )より1.7( $P_{残}/P_{表}=1.36$ )を用いるべきであることが知られた。

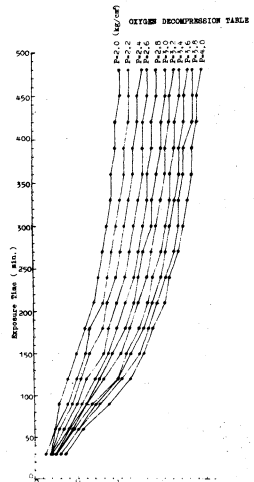


図-2 酸素減圧表  
作業時間と減圧時間の関係

減圧症予防に対する酸素減圧の効果  
(減圧方法による差)

減圧方法	減圧回数	減圧症例数	罹患率(%)
実験1	255	17	6.67
実験2	1361	18	1.32

$$\chi^2 = 26.47 > \chi^2(1, 0.005) = 7.879$$

実験1:  $P_{残}/P_{表} = 1.6$ とした減圧表使用  
実験2:  $P_{残}/P_{表} = 1.36$ とした減圧表使用

表3 実験1, 2の比較

減圧症予防に対する酸素減圧の効果  
(空気減圧との比較)

減圧方式	減圧回数	減圧症例数	罹患率(%)
空気	56	5	8.93
酸素	1361	18	1.32

$$\chi^2 = 15.01 > \chi^2(1, 0.005) = 7.879$$

表4 実験2における酸素減圧、空気減圧の比較