

シンポジウム I

3. 混合ガス潜水に用いる潜水器

岡本峰雄

(海洋科学技術センター海域開発・利用研究部)

混合ガス潜水は空気以外のガスを用いる潜水の総称であり、呼吸ガスには通常、酸素、窒素・酸素、ヘリウム・酸素の3種が用いられる。呼吸器はガスの利用方式によって、開放式、半閉式、閉式の3種があり、ガス源の位置により、ダイバーが携帯する自給気式(スクーバ)と海上から送る他給気式とがある。また同じ潜水の過程でも、水中とドライ環境とでは別の呼吸器を用いる。こうした種々のものが、潜水の目的に応じて各種の組み合わせで用いられる。ここでは水中で用いる呼吸器について、ガス利用方式の面からまとめる。

開放式呼吸器はスクーバ潜水のレギュレータに代表されるよう、呼吸がそのまま水中に放出される。構造が単純で呼吸抵抗が小さいという利点があり、最も広く用いられている。やや深い潜水の場合、潜降浮上中に呼吸ガスを切り替える。

半閉式呼吸器は呼気ガスを回収して再利用する装置で、スクーバ方式が主体である。ダイバーはガスボトル、炭酸ガス吸収剤、呼吸バッグ(柔らかい袋状のもの)等を取めたバックパックを装備する。吸気は呼吸バッグからマウスピースを経由して行い、呼気は炭酸ガス吸収剤に通して呼吸バッグに戻す。呼吸で減った酸素を補充するため、酸素濃度の高いガスを一定量ずつ機械的に呼吸バッグに注入し、それによってバッグ内の圧力が高くなる分は、排気弁を通じて外に放出する。

閉式呼吸器は、純酸素を用いるごく浅海用のものと、やや深い深度の潜水を行うものがあり、スクーバ方式が主体である。純酸素を用いるものは、呼吸バッグの圧力低下等を検知して機械的に酸素を補充する。やや深い深度用のものは、半閉式と同様に呼気中の炭酸ガスを除去して再度吸気するが、呼吸バッグ内の酸素濃度を計測し、不足分の酸素を補充する。

シンポジウム I

4. 混合ガス潜函作業での減圧方とその安全管理

高嶋力彌

(Defense and Civil Institute of Environmental
Medicine)

潜函工事での高気圧下の有人作業では、作業圧力が $3\text{kg}/\text{cm}^2$ ゲージ圧を越えると窒素酔いを起こす恐れがある。そのため、名港西大橋(西工事)の潜函工事は、原則として無人方式で施工されたが、無人掘削機等の整備、撤去のため作業員が入函する必要があり、作業圧が $3\text{kg}/\text{cm}^2$ を超えた1995年6月より、作業圧 $4.2\text{kg}/\text{cm}^2$ で工事が完了した12月まで延べ1,061名の作業員、エンジニアらがホースマスクを介して、ヘリウム混合ガスの一種であるトライミックス($50\%\text{N}_2$, $25\%\text{He}$, $25\%\text{O}_2$)を呼吸し作業を行った。

呼吸ガスの組成は酸素中毒や窒素酔いの防止を考慮し、梨本(埼玉医大)とSterk(ライデン大)が決定した。減圧スケジュールは、呼吸ガス組成と作業圧力、暴露時間に基づき、Sterkが作成した。この際、慢性酸素中毒を考慮してUPTDは最大450/日、2000/週以下となるようにした。加圧、減圧の管理はコンピューターで行い、運転員が監視、バックアップする方式を採用した。また、減圧スケジュールの信頼性評価のため、作業員が減圧を終え出函した直後、1時間後、2時間後に超音波ドプラー法による体内気泡の検査を行った。

減圧症は11例に見られた($11/1,061=0.9\%$)が、殆どが膝関節のたるみ(niggle)程度であり、再圧治療を要しなかった。尚、気泡検査の結果、重労働などの際には高いグレードを示すことが知られた。いずれにしても、われわれが提供した減圧スケジュールは実用的にみて十分信頼性のあること、また新しい減圧方法の評価に対し、Nishi(DCIEM)らが提唱しているように超音波ドプラー体内気泡検査がきわめて有効であることが確認された。