

シンポジウム I

1. マン・マシン・インターフェイスからみた深海潜水

橋本昭夫

(海上自衛隊潜水医学実験隊)

我国における深海潜水、とりわけ飽和潜水の歴史は浅く、その基本となる潜水技術も諸外国からの移入であり、現在のところその利用範囲は限定されている。しかしながら、島国である我国にとっては深海潜水技術の維持と発展は不可欠な要素の一つと思われる。

人間の生活圏である大気圧空気環境とは違って、高圧及び水中という複合した要素を含む異常環境下では人間の活動は様々な制限を受ける。自覚できる高圧そのものの影響としては、高圧神経症候群、加圧関節痛、呼吸ガス密度の増大などがあげられるが、主題となるテーマは高圧環境暴露から大気圧空気環境に生還することである。実際に作業を行う水中環境の影響としては第一に呼吸器の必要性、低温、視界の制限などがある。また呼吸媒体であるヘリウムによる音声の歪曲、高圧居住区の狭隘閉鎖環境の問題がある。更に潜水装置も大規模になるため、その運用法も重要な要素となる。本題では高圧水中／閉鎖環境で人間が活動するためのマン・マシンインターフェイスの諸問題について過去の経験に基づき論じる。

シンポジウム I

2. 飽和潜水における潜水員の健康管理

鈴木信哉

(海上自衛隊潜水医学実験隊)

飽和潜水の健康管理については、確立しているものが少なく、試行錯誤で健康管理を実施しているのが現状である。ここでは、注意すべき主要問題と対策について述べる。

1. 医師による治療を要する疾患：医師が deck decompression chamber (DDC) 内へ入るには加圧に時間がかかるので、迅速簡単には専門的な医療を行うことができない。よって潜水前の健康診断は、歯科健診も含めて慎重な実施が望まれる。また飽和潜水中の救急時に備えて、潜水員に対する衛生教育、救急用衛生資材の搭載及び緊急時の処置要領の作成・徹底等を行う必要がある。

2. 感染症：飽和潜水中に起こる感染症に外耳炎、毛膿炎、皮膚真菌症及び上気道感染症等がある。衛生状態を良好に保つための種々の施策が必要であるが、DDC 内は、高温、多湿及び高酸素分圧環境であるため、細菌増殖が促進される。また皮膚からの蒸散が抑えられるので、作業潜水及びシャワー後の外耳道は乾きにくく、外耳炎が発症しやすい。予防処置として、外耳道の pH を酸性側に保つ薬剤による耳浴があるが、当施設では良好な成績が得られてない。最近では、作業潜水後に限定した抗生物質の耳浴及び定期的な外耳道の清拭に変更して、よい結果が得られている。

環境のガス密度が大きくなると、安静時の呼吸でも口呼吸となり、咽頭が乾いて、咽頭痛を訴えることが多い。またヘリウム環境では対流による熱損失が大きく、体温調節がむずかしい。閉鎖環境でもあり、上気道感染が蔓延しやすい状態にある。薬量用については、高圧下での薬物動態及び相互作用が不明であるので、制限が必要である。

3. 長期の酸素暴露による影響：飽和潜水では 0.5 ATA 付近の高分圧酸素に長期間暴露されるため、肺機能（肺拡散能力）が低下する。自覚症状としては階段を昇る程度の運動で息切れが出現する。機能的には回復に 1～2 ヶ月を要し、一応可

シンポジウム I

3. 加圧による潜水員への影響—主として
高圧神経症候群について—

小沢浩二

(潜水医学実験隊)

逆的な変化と評価されているが、長期的な経過観察が必要である。

4. 骨壊死：飽和潜水における骨壊死の発生は、経験深度が大きいほど発生率が高いという報告があるので、飽和潜水後は定期的な検査が必要であり、検査としては今後はMRIが適当と考えられる。また飽和潜水の頻度についても、深度を勘案してある程度制限を設ける必要がある。

深海への加圧時においてまず問題となるのは窒素麻酔及び酸素中毒である。これらは、ヘリウムを用いて加圧し酸素分圧を適切に保つことで回避することができるが、このような方法を用いても深海への加圧時には様々な生理学的変化や障害、例えば圧変動性眩暈、高圧徐脈、高圧関節痛、高圧神経症候群などが発生し得る。これらの中でも高圧関節痛と高圧神経症候群は、潜水員の日常生活のみならず作業効率にも大きな影響を及ぼす。また、この二つの障害は、想定されている発現機序は全く異なっているにもかかわらず、症状の出現率や程度は加圧速度と到達深度（絶対気圧）により影響され、しかも保圧中に症状が軽減するという、類似した性質を示す。

高圧関節痛の症状は、関節部の不快感、硬直感、及び急激かつ粗大な動作時に発生する痛みであり、しばしば関節が「鳴る」現象を伴う。この症状の出現率は潜水深度とともに増加し、大深度の飽和潜水時にはほとんどの潜水員がこの症状に悩まされ、特に動作時の痛みにより日常動作がしばしば阻害される。ただし、水中での作業時においては、水の粘性が高くしかも潜水装備を着用していることから急激な動作は少なくなるため、この症状は作業の妨害要因とはならないとされている。

高圧神経症候群は深度150m前後から出現する一連の自覚的、神経学的症状である。これらの症状の内容及び出現深度には、加圧方法(加圧速度、中途保圧段階の設定)が大きく影響し、かつ個人差も顕著に認められる。自覚症状としては、注意力の低下、眠気などの覚醒維持に係わる機能の障害を示唆する症状や、はきけ、めまいなど前庭機能の障害を示唆する症状が代表的なものである。身体症状としては振戦、特に姿勢(定位)振戦や