

琉球大学病院 公開講座「潜水・高気圧医学」の概要

琉球大学病院 高気圧治療部 合志 清隆

2015年5月24日(14:00~16:00)に沖縄県立博物館・美術館において琉球大学病院の公開講座として「潜水・高気圧医学」が取り上げられた。対象者は沖縄県民に加えてレジャーダイバー、潜函・潜水作業に携わる方々であり、主なテーマは「いかに安全にダイビングや潜水・潜函作業を行うか」である。さらに、2015年4月1日に「改正高気圧作業安全衛生規則」が施行されたが、この説明と課題について行政と現場とで意見交換がなされた。公開講座で使用したスライドに簡単な説明を加えるが、ダイビング、潜水・潜函作業での事故防止に活用いただければ幸いである。

演 者	村田 幸雄	沖縄県ダイビング安全対策協議会
	玉木 英樹	玉木病院
	近藤 俊宏	オリエンタル白石株式会社
	梅澤 栄	沖縄労働局 労働基準部
コメンテーター	小松 富士夫	日本海洋レジャー安全・振興協会
	野澤 徹	日本海洋レジャー安全・振興協会
	錦織 秀治	有限会社 中国ダイビング
司 会	合志 清隆	琉球大学病院 高気圧治療部

沖縄での年度別の海難事故や潜水事故の件数の推移では、減圧障害の増加よりも、その他の海難事故が多くなっている。その一因は中高年のダイバーの事故によるもので、この傾向は全国的なものである。中高年は心臓や肺あるいは脳などに持病があることが多く、事前の健康状態のチェックに加えて潜水中にも特別な注意がガイドに必要なが、これは潜水全般における新たな課題である。(スライド:3~8)

減圧障害の診断では、特徴的な症状と経過、さらに潜水状況を知ることが必要になる。しかし、さまざまな病状が経時的に変化することに加えて画像診断の有益性が低いことが、その診断を困難なものにしている(Vann 2011)。したがって、救急医療で「潜水」や「気圧変化」の知識や経験を持った医療者の育成が必要である。(スライド:9~15)

圧縮ガスの潜水には幾つかの方法があるなかで、日本では「圧縮空気」が主流であったが、最近では酸素濃度を高めたものやヘリウムを混合した「混合ガス」による潜水が

急速に普及している。安全性が高まることから、今後はさらに普及するものと考えられる。しかし、特に注意してもらいたいことは、スクーバ潜水後に素潜りを行うと重篤な減圧障害（ガス塞栓症）を起しやすいことで、その科学者の体験談が論文で報告されていることに注視すべきである（Paulev 1965）。（スライド：16～22）

潜函（ケーソン）作業は一般には馴染みの薄いものであるが、沖縄でも近年広く行われている。さらに試験的に酸素を使用した減圧方法（酸素減圧）が行われてきたが、これによって減圧障害の頻度は極めて低くなっている。しかし、潜函とは異なり潜水での酸素減圧は十分な知識と経験が必要である。（スライド：23～31）

減圧障害は高気圧酸素治療が行われるが、この治療法は単なる酸素化を促すだけでなく、主な作用機序に3つあることが示された。さらに減圧障害に対する国際標準とされる高気圧酸素治療は特殊な治療パターンであり、一般的には多人数用の大型治療装置が必要になり、この点が離島を多く持った地域での減圧障害の救急医療で重大な課題となっている。（スライド 32～40）

減圧障害の治療の基本は、大型装置を持った専門施設への早急な搬送での特殊治療とされてきた。しかし、最近の報告論文でみると、例えば一カ月後の状態は発症から治療開始までの時間には影響されず、しかも治療法にも差がないことが示されている。影響するものは早い段階での重症度（足が動かない、尿が出ない）にあるとされている。このことは減圧障害の早急なヘリ搬送は再検討すべきであることを示している。（スライド：41～45）

さらに、最後の潜水から4時間以内に酸素吸入を行った際には症状が改善するか、その後高気圧酸素を行って完全回復率が高いことが示され（Longphre 2007）、この初期の段階の酸素吸入が重要な対処法になると考えられる。また一方で、潜水を行う前に30分間の酸素吸入によって、潜水後の血管内気泡が顕著に抑制され、この酸素吸入が特に有用であるのは複数回の潜水を行う際に減圧障害の予防につながる可能性である。（スライド：46～48）

次いで潜水での酸素の重要性が DAN-ジャパンから紹介された。緊急時における酸素供給法で具体的な方法、さらに酸素供給での教育についての活動状況の紹介である。（スライド：49～55）

昭和36年に制定された「高気圧障害防止規則」は、昭和47年に全面的に改正された「高気圧作業安全衛生規則」（高圧則）に至ったが、さらに大幅に改正された高圧則の

施行令が平成 27 年 4 月 1 日に出された。その改正の要点の説明があったが、今回の改正高圧則は潜函作業だけではなく、通常の潜水作業（インストラクターを含む）も大きく変える可能性がある。この省庁令の改正が意味することは、特殊作業での事業主の裁量の拡大に加えて安全性への責任が拡大することである。（スライド：56～65）

減圧に酸素を使用する「酸素減圧」によって減圧障害の発症が 1/10 になることは注目に値する。一方で改正高圧則の問題では、実際の運用は企業の責任者に委ねられるが、減圧表の事前作成や混合ガス使用で課題が残る。この点は特に潜函作業よりも水深の変動の多い潜水作業ではより複雑になり、今後のデータの集積による再検討が必要になると考えられる。（スライド：66～70）

高気圧作業での酸素使用では、薬機法（旧薬事法）で酸素使用を制限していることが 1 つの問題として挙げられ、法解釈は現場や医学会などで検討して行政への働きかけが必要かと考えられる。（スライド：71～72）

この公開講座でレジャーダイビングを含めて潜水・潜函作業における現状と問題点が明らかになってきた。言い方を変えれば、これらの高気圧作業における安全性確保の必要性が高まっていることである。とくに潜水ガイドの作業は過重労働になりやすく、これは減圧障害やその他の事故を起こす最大の要因である。緊急時を含めて高気圧作業全般で酸素使用が最も重要になるが、その使用には法的な障壁も含めて複数の課題が残る。この 1 つの方策として、現場状況を熟知している潜水教育団体が、専門医学会に加え行政とも連携することによって、現状に合った法解釈を関係省庁に働きかけることであり、さらに適正な法改正に向けて活動を続けることが重要かと思われる。また一方で、高気圧環境を含めた異常環境の医学研究には、工学、物理学や化学などの異分野の連携が不可欠であり、それによって日本の潜水・潜函作業の安全性を向上させる必要がある。