

10 m 潜水するごとに 1 kg/cm² ずつ水圧が加わる。このように、われわれの住んでいる自然環境と異なる高い圧力下に置かれると種々の問題が生ずる。有史以来、われわれはこの自然環境に順応し、そこで生活しやすいように人体構造や機能が分化されている。ゆえに、ヒトが高圧の世界に入るためには、効率的に損失なくヒトの機能を発揮できるように、その環境の限界を探り、新しい環境に対する対策をたて、また、再び海面へ復帰したとき、なんらの障害を伴わない方策を考えなければいけない。

圧力の増加は Boyle の法則により体積に反比例するため、肺、中耳腔、副鼻腔などの人体含気部位に影響を与える。また、われわれの体内には多くの水分や脂肪が含まれているが、これらは呼吸ガス分圧増加に伴い、Henry-Dalton の法則に従い、成分ガスを肺—血液—組織のルートで体内に溶解するから、空気呼吸の場合には窒素、酸素、炭酸ガスなどが溶けることになる。この場合、O₂ や CO₂ は体内で化学的な結合を行ない、組織で生産されたり消費されたりするが、N₂ だけは物理的に不活発なので、体内分圧に比例して溶解し、脂肪組織では水の約 5.3 倍とけて、結局成人男子では地上で全身に約 1 l の窒素ガスが体内に溶存していると考えられる。この状態で大気と平衡関係を維持しているため、これを飽和という。そして、水深 10 m 増すごとにそこで飽和に達するならば、約 1 l ず

つ増加することになる。体内 N₂ 量が増すと、N₂ による麻酔効果が出現し、通常水深 40 m 以上になると水中での正常な活動は損われ、一命を落とす原因ともなる。この現象は窒素酔いと呼ばれている。また、潜水中の体内には、N₂ 同様 O₂ 量増大が生じ、急性酸素中毒といわれる意識喪失、けいれん発作が引き起こされる危険もある。

水中作業終了後は海面まで浮上するわけだが、このとき、体内に溶解している N₂ や O₂ などは組織—血液—肺と逆のルートで排泄され、浮上のスピードが早すぎると、外圧と体内圧との平衡をとるためには、過飽和のガスがちょうどサイダーの栓を抜いたときのように物理的に気泡化する。この気泡が毛細血管に栓塞したり組織を圧迫したりすると、その部位により関節痛、呼吸困難、四肢麻痺などの症状を伴う。これが潜水病(減圧症)といわれ、高圧作業者に恐れられている疾病である。また浮上中、息を止めたりすると肺の過膨張を生じ肺破裂を起こすことがあり、これらをまとめると表-1 のようになる。しかし、この表に示されている各障害は、いずれも不適切な加減圧の人体におよぼす影響のみを取り上げたにすぎず、単純な物理現象といえる。このほか、高圧の影響は人体の呼吸循環器への作用、血液生化学的变化への作用ばかりか、超高压下では細胞分裂まで中断されるという生命の起源にかかわる問題をもかかえている。

表-1 高気圧障害

状 況	障 害
潜降時および潜水中に起こる障害	① 耳、鼻、歯の障害 ② スクイズ(しめつけ病) ③ 窒素酔い ④ 酸素中毒 ⑤ 炭酸ガス、その他の有毒ガス中毒
浮上中に起こる障害	肺の過膨張および破裂
浮上中または浮上後に起こる障害	減圧症(潜水病)

従来、土木関係者の間では潜函は 30 m までという常識があり、これ以上は危険であるとの認識が強い。高圧の世界では以上のような諸問題をかかえ、このような土木関係者の考え方も理解できるがしかし、高圧環境の限界を探り、正しいライフ・サポートさえできれば、その壁をとり除くことは容易であり、すでに 3 年前、ヒトが 500 m 相当圧下で生活できることが実証されている。

いままでの潜函作業では危険も大きく、深度に制限があるが、さらにくふうをこらすことにより、無人ケーソンのみならず、50 m 以上の有人ケーソンが可能となる。

要は、安全率を高め疾病の予防を考えると同時に、いかに快適な作業をさせる環境づくりに気をくばるかであり、この問題に関しては別の機会にゆづる。

(筆者・東京医科歯科大学医学部)
公衆衛生学教室