

特別講演

海中居住に関する諸問題

東京医科歯科大学衛生学教室

梨 本 一 郎

われわれは数年来、海中居住についての医学面を研究してきたので、その紹介と、各国の研究状態、今後のわれわれの研究計画等について述べたい。時間の制限もあり十分に意をつくせないかも知れないがその点についてはご了承願いたい。

先ず海中居住がいかなる状態で行なわれているかであるが、実験的には1960年代より各国にて行なわれており、代表的なものはフランスとアメリカである。フランスではクストーらが中心となり1962年には水深約12m、1964年には25m、1965年には水深100mでの居住に成功しており、一方アメリカでは1964年、水深約60mに4名が10日間居住している。1965年には有名な「シーラブⅡ号」の実験で成功を収めている。さらに1968年には「シーラブⅢ」で一挙に180mの海底に5チームが夫々12時間づつ居住することを計画した。このとき、生物学的データ、サルベージ作業等の問題を実験によって解決しようとしたが水中エレベーターの浸水、アクアノートの死など種々の原因により現在延期になっている。

他の一つは、すでにご承知のことと思うが、「テクタイト計画Ⅱ」によりカリブ海のバージン群島にて本年春より秋まで行なわれているが、これは水深15~30mの比較的浅い場所で長く居住しようというものである。すでにテクタイト計画Ⅰで昨年2~4月までの2カ月間、4名の科学者がその中に住み周囲の地質、水中生物等の研究を行ない大成功を収めたものである。本年もこれに引続き行なわれるもので各国にも参加の招請があり、わが国よりの参加も予定されている。(追記：潜水医学研究のため1970年10月に1名参加)

わが国では昭和43年、科学技術庁が中心になって計画をつくり、来年より実際に海中居住を実行しようとしている。われわれはその以前より高圧の長期曝露に関する研究を行ってきたが、引続き海中に住むためのデータをとる目的で先日報道されたような模擬海中居住の実験を行なった。

海中居住は高い圧力を長期間うけることである。短時間ではすでに高圧に関する種々の研究はなされているが、何日間も居ることになると未知の問題も多くおこる可能性があり、このような危険をおかして、何のために行うのか、またそれによりどんな利益がえられるかの疑問をもつ向きもあると思われる。医学的立場よりみると、高圧をはじめとする異常環境下に長時間人間が滞在した場合の順応等を調べるのは純学問的には興味あることではあるが、実際的な立場からの海中居住の目的の1つは減圧症また潜水病を予防しながら潜水作業の効率をあげようとすることである。浅いところでは別段問題はないが深いところで長く居る場合、潜水時間よりも浮上に要する時間の方がむしろ長くなるがよくある。しかし海中に住むことにより比較的浮上時間を節約することが出来る。たとえば180mの水深に3~4日間住むと、浮上するのに1週間くらいかかるがさらに長くいても必要な浮上時間は長くならず従って相対的に浮上時間が短縮することになる。こうして深海潜水での作業の効率が高くなる。また減圧症とか潜水病は1回浮上する毎にその危険がおこるわけであるが海中に居住することによりその頻度が少くなる。また海中にこのような基地があることにより行動半径も広く安全性もたかまる点も海中居住の利点であろう。反面、このために基地、支援船など巨額の費用を要するもので目的を十分検討せずただ漫然と海中に居住してもメリットはないといえる。

さて、何故減圧ないし浮上時間が短くなるか。たとえば水深200mで30分間潜ると浮上に40時間必要となるが、3~4日の滞在では1週間位必要となる。したがって絶対的な減圧時間は長くなるが、1~2日でも、1週間、1年間の滞在でも浮上時間が同じということになれば相対的には短縮されることになる。この理由は飽和潜水の原理によって説明される。これは約10年前アメリカで提唱され実験的にも証明されて、現在の海中居住の基礎をなしている。すなわち人体は短時間の高圧曝露でも

減圧（浮上）に際して溶解窒素またはヘリウムなどの不活性ガスによる気泡形成の現象に対して注意が肝要である。この場合体内にどの程度の不活性ガスが存在するかが問題であり、組織によって速度が異なるが圧と時間の関数で指数的に吸収されていく。したがって一般的に同一深度では長時間になる程多く溶解していくので浮上するとき時間をかける必要がある。溶解度は組織により異なるが一定時間たつと飽和状態に達して以後はコンスタントの状態になると考えられている。多少とも差はあるが大体2日程度で吸収のおそい組織も飽和状態に達すると考えられる。これ以後は溶解ガス量は一定でありしたがって減圧（浮上）時間は居住時間にかかわらず一定でよいことになる。その他長時間高压に曝されるため O_2 分圧上昇による慢性酸素中毒が問題となる。それを防ぐためにどの程度の O_2 分圧に維持すべきか環境ガスの組成たとえば N_2 や He の混合割合をいかにしたら生体に与える影響を少なくできるかといったことも重要である。これらの問題に関して実験がいろいろと繰返されているが、何分大掛りな実験でありヘリウムも高価である等種々の困難が伴う。さらに狭い閉鎖環境に拘束された人の心理的問題も研究されなければならない。しかし一般的にいうと実用化という考えが先行し生理学をはじめとする基礎的なデータが不足し研究がおろそかになり勝ちになる傾向は着実な成果をうるためにもつつまねばならない。このために海に行くまえに解決すべき問題があるわけで、われわれの行なった実験では3年前に空気加圧で水深12m相当で2日間、昨年3月、25m水深の模擬居住で5日間、窒素、酸素、ヘリウムを加えて検討した。

引続き8月には40m相当で2日間の実験を行なった。つづいて新しい設備により水深60mから100m相当の模擬居住実験を行なっている。

医学的な課題としてはアクアノートの健康を守り安全を図ることであり、地上とかなり異なった環境におかれるので海中では慢性酸素中毒を防ぐために人工空気たとえば100m水深ではヘリウム85、窒素12、酸素3%の割合のガスを呼吸することになる。したがって環境コントロールは陸上と異なり非常に厳格な考え方が要求される。またヘリウムによるいわゆるヘリウム・ボイスのため屢々交信不能となる。一見ふざけたように聞える。——テープによる実演——さらにストレスによる影響が非常に問題となる。また、前に述べたように狭い場所で生活するために心理的な問題も大切である。たとえば直径4m、長さ7mの場所に4人が1週間も生活する等種々問題があるわけであるが此度の実験ではみな非常によく協力してよい結果が出ている。これらのことから考えてみると単に潜るのがうまいダイバーだけでは不可能でむしろサイアンティスト、エンジニア等よく考える人であり志気が高くまた *motivation* が十分なされていないと思われる。

さて今後、まだ種々のデータが必要であるがそれとともに医学、心理学、工学等夫々の部門の人々と協力していくことがぜひ必要と考える。また基礎的な研究をなごりにしないこと、同様に技術的な問題も十分に解決していくべきことを痛感した。医学的データも不十分であり、今後さらに研究をすすめたと思う。