

## 深海潜水の技術的諸問題

誌名	水産海洋研究会報
ISSN	03889149
著者	小田, 達太郎
巻/号	11号
掲載ページ	p. 134-138
発行年月	1967年9月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



カメラと併用して画面をファインダーとして遠隔撮影する方法等が行なわれている。画面を直接撮影するのが最も簡単であるが、画質が最も劣る。水中撮影機が感度、解像度の面ですぐれているが、テレビとの光軸がずれるため、バラツクスのずれを生ずる。水中のように視界が悪く近接撮影をする場合その傾向は非常に大きい。

#### 5) 将来の発展の方向

新しい撮像管（ブランピコン等）の開発による感度向上と共に視界の制限を打破すべく超音波、レーザー光の応用、組合せによる技術の発展が考えられる。

一方では濁水の浄化技術が進み視界の大きな延長も期待できる。

カラー放送、カラー受像機の普及は水中テレビのカラー化を促し、地質・資源調査の方面に貢献するものと思われる。新しいコロムビアのモノカラー方式によるカラー水中テレビの開発も行なわれている。

又水産関係に於ても超音波機器や音響機器との組合せにより調査・観察装置から漁具にと進展するものと思われる。

#### 文 献

- 1) 橋本、西村、間庭 : 漁研技法(18)9 (1964)
- 2) 西村 : 漁研技報(20)4 (1966)

## 4 深海潜水の技術的諸問題

小田達太郎(三菱プレジジョン)

### 1) 沿 革

数年前迄は真珠、海綿などの採取に働くスキンド이버が深度30米に2、3分滞留するのが限度であつたが、近年潜水服の発達に伴い潜水深度も100米以上、時間も30分程度迄に向上した。

1940年代になつてJ. I. クーストウ氏のアクアラングの完成によつて深度50米、滞留時間も1時間程度迄なつたが、浮上する迄には decompression のために相当の時間を必要とした。

1956年迄にE. リンク氏は潜水士を相当の圧力をかけた状態で深海に送り込むプランを考案中であつたが1962年に至りSDCと称する decompression 室に潜水士を入れ約70米の深さで24時間の間この室内および海底を歩き廻るという記録を作つた。同月クーストウ氏はコンソエル2号をマルセイユ沖10米の海底におろし2人の潜水士がこれを拠点として海底で2週間を過したのである。

一方米海軍においても軍用の必要からして、40年前より空気中の窒素の代りにヘリウムを潜水時に使用する実験を始めている。これはヘリウムの方が軽く、呼吸し易く体内に溶け易く、また拡散が早いからである。その代りに decompression の時間が長くなり、事故も発生して、なかなか実用化しなかつた。1957年に至りボンド大佐が中心となり、潜水用のガス成分比、decompression の方法などにつき実験が進められ、Sealab 計画と称する一連の実験が実行に移されたのである。

以上の Sealab 計画やフーストウ氏のコンソエルフ三号による実験、またリンク氏の SPID を使った実験はすべて300米の深海で潜水士が長時間働けるようにするという目標をめぐって、始めて第一歩を踏み出したのである。

以上の沿革を1表にすれば次のようになる。

第 1 表

時 期	名 前	場 所	深 度	人 数	時 間	註
1962, 9	リ ン ク	マルセイユ沖	60米	1人	24時間	S D C
1962, 9	クーストウ	マルセイユ沖	10米	2人	1週間	コンソエルフ I
1963, 8	クーストウ	紅 海	11米	5人	1ヶ月	コンソエルフ II
1964, 6	リ ン ク	バハマ諸島	130米	2人	49時間	S D C
1964, 7	米 海 軍	パームユダ沖	58米	4人	10日	シーラブ I
1965, 7	クーストウ	モナコ沖	98米	6人	22日	コンソエルフ III
1965, 8	米 海 軍	加州沖	62米	28人	10人×15日三組	シーラブ II
1965, 9	W. H. 社	スミス山ダム	60米	8人	4人×1週間二組	S D C

## 2) 技術的諸問題

今日までの実験の示すところによれば今後の技術的問題は大別して(1)電力供給 (2)空気調整 (3)海面との連絡方法 (4)潜水士の整備 (5)潜水士の心理的問題 という順序になる。

### (1) 電力供給

現在の供給方法は海面よりケーブルで給電するか海中に蓄電池を持ち込むかである。前者は長いケーブルで海面と連絡する点に問題があり、後者は充電方法が問題である。

電力は主として加熱と照明に使用される。海中の住居の温度は常時32℃程度に保つ必要がある。ヘリウムの熱伝導率は窒素の6倍であり、人体の熱量は通例の大気に比して25倍の速度で発散されるからである。又海中の温度は低く、北方の区域では-2℃程度となり、シーラブ II の実施されたカリフォルニア沖でも7℃で実験員は海中では寒気に悩まされたようである。

各種の潜水実験の行なわれる場所は、必ずしも透明度の高い海中でなく河口、その他ブラントンその他の不純物の多く含まれる場所であり、光線の透過が妨げられることが多い。例えばバハマ海やメキシコ湾で視界60米がカリフォルニア沖では9米の視界であつ

た。濁つた場所では3キロワットの光源で1米そこそこの視界しか得られない。青色レーザーの応用が実験されている。

電源として通例使用される鉛電池は1KWH 当り45キロの重量であり、これより能率のいいものもあるが高価である。燃料電池、アイントープ、小型原子発電炉なども将来は考えられるが5ケ年以上先の事であろう。

## (2) 空気調整

深海に数日滞留すると、酸素を吸入し過ぎると肺臓や神経系統に有害な影響があるので大気圧の下で21%の酸素を、深度が増すにしたがつて減らして行かねばならない。この調整装置が問題となる。調整範囲は60米で4~9% 120米で2~5% 300米では1~2%に減少する。

ヘリウムの麻酔効果は窒素の $\frac{1}{15}$ である。この結果麻酔限度から見るとヘリウムを使うと空気圧は105気圧すなわち1050米迄である。しかしながらヘリウムを使用すると、このガスは拡散性が好いために各種の問題をおこす。冷凍装置などに使われている熱絶縁体例えばポリウレタンなどは大気圧では空気が入つていて熱絶縁作用をしているがこれにヘリウムが浸透して行つて絶縁効果をなくしてしまふ。人体組織にも入り込んで抜けていくので decompression は窒素よりも余計に時間がかかる。

次にヘリウムは音声を極端に変えてしまふ。これは声帯に影響して人声が高い周波数の利いた、ほとんど分りにくい声となる。これを「ドナルドダック」効果と称するがこのため海底の住居と作業中の潜水士あるいは海面上の補給船との電話通信はほとんど不可能である。シーラブ二号の実験では、特殊の音声ヘテロダイナ装置を試用したが、ヘリウムの歪み効果が非直線性の周波数特性を持つているために成功しなかつた。現在では工業用テレビで書いた字を送るとか、いづれにしても書いたものを送るか、手真似で通信するしか方法はない。同一室内では、慣れてくると会話ができる。

室内の空气中に次第に溜つてくる二酸化炭素や一酸化炭素の除去も問題であるが普通使われるのは吸収限度があるので原則的に取換えねばならない。シーラブII号では水酸化リチウムを吸収剤に使用した。木炭末もよく使用される。クーストウ氏は使用済みの空気を冷凍機に通しCOとCO<sub>2</sub>だけを液化して除去する方法を試みた。この二つの気体は液化点が一20℃で酸やヘリウムの液化点より高いからである。しかしこの冷却機がヘリウムの中ではうまく動作しなかつた。ヘリウムと酸素で合成したこの特殊の空気のために奇妙な現象がおこる。マッチはよく点火しないし煙草は火が保たない。時計や計器類は、decompression の際よく破裂する。味覚や嗅覚がなくなる。電気ヒーターは赤くならないしまた湯は150℃迄ふつとうしない。という具合の環境に潜水士は置かれる。

120米以上の深度で作業するためには新しいガス浄化装置、各種検知器、新しい冷却装置、新しい潜水装置が必要である。

### (3) 海面との連絡方法

潜水深度が増すにつれて海面との連絡ケーブルはますます長くなり、現在でも困っている海面の揺れや海中の潮流の影響はますますひどくなる。密封したコンテナで各種の補給材料および物質を海中に送ることもますます困難になっている。

半永久的な海中設備の場合は密封したエレベータ装置が考えられる。

また潜水士の食料補給については、相当量の自給自足も考え得る。ソーラブ二号では食料の半ばを海中より摂取している。

### (4) 潜水士装備

装備上問題となるのは、保温、相互の通信、方向位置の判定、呼吸装置などである。

リング・クーストーは潜水服の裏側に特殊の熱絶縁層を入れた潜水服を使っているが、長く海中には留められない。ソーラブⅡ号では電熱服を採用した。この場合空気が海底の住居から送られる場合は電線で同時に送つたが速く独立して歩く場合は電池を携行している。

この電力消費量は350ワット、熱素子は抵抗線でフォームラバー層内に埋込まれ温度調節器付きである。電池は鉛亜鉛電池で3時間の容量である。この電熱服方式が最も実用性があると思われるが、ウエスティングハウス社のスミスマウンテンダムでの実験では温水環流式の潜水服を使用している。

次に通信の問題である。もともと潜水士相互の海中での会話は30cm以内に限られ、手真似で通じるより他はない。潜水士と海底の住居との連絡は電線を引いてインターコムを使えばよいが、潜水士のマイクロフォンは明瞭度を劣化させる。以上は普通の空気を呼吸している場合であるが、ヘリウム呼吸の場合には例の「ドナルドダック」効果のために、米海軍がソーラブⅡ号で実験したような「音声解明装置」を開発しなければ潜水士を対象とする通信は不可能である。これが最大の問題である。

潜水中の自己の位置および方向の解明は、潜水士が住居より離れて行動する場合に絶対に必要であるが非常に難しい。携帯電灯の光力では光線の透過能力は問題にならない。ソーラブⅡ号では携帯用ソーナを試用したが故障が多く、またエコーの対象のみわけがつかなかった。

潜水士が根拠とする住居を離れて行動する場合には独立した呼吸装置を持てば行動範囲は広がるが、上述のように位置方向を知る装置が現在は完成していない。その上独立した携行用呼吸装置自体にも問題が多い。例えば現用されているマークⅥと称するスクーバは60米深度で72分持つが、これは120米では24分、240米では12分しか持たない。現在の貯蔵圧力は175気圧を630気圧迄あげると持続時間は延びるがタンクの重量は非常にふえる。海中拠点より空気を潜水士に供給する方式をフーカ方式または開回路方式と称し、これに対し潜水士が呼吸装置を携行する方式を、呼吸した空気を全部排出するか、一部を排出するかまたはヘリウムは環流させて酸素のみを補給するかによつて開回路方式、半閉回路方式および閉回路方式と称するが、前述の60米で72分持続するの

は半閉回路方式でこれを開回路方式で使うと30分しか持たない。

深くなるとかかる装置では役に立たない。持続時間を延ばすためには閉回路方式が適当と思われるが例えば180米では酸素は約1.5%で極めて精密な計測器と調整器を要する。要するに100米以上になると新しい呼吸装置の開発が必要である。

#### (5) 潜水士の心理的問題

狭い海底の住居、光のとどこぬ深海での作業という地上の作業環境と全く異なる条件に置かれる潜水士には、宇宙飛行士と同様各種の医学的、人間工学的また心理学的の問題があり、今後の実験および研究で解明さるべき多くの問題をかゝっている。

### 3 結 言

米国における国防上の必要性や大陸棚開発の機運に乗じて、米国の海洋開発の国家予算は数億ドルに達し

(1) 3000米程度の深海迄に潜水作業の可能性を実験しようという試み

(2) 10000米程度迄の深海作業潜水艇の建造の試み

(3) この2項目が必要とする各種の通信、保安、呼吸装置や光学音響学的探査装置および海洋学的各種計測器や作業用具および海洋開発用各種材料の開発

の3分野において、多額の投資が行なわれ新製品新成績がぞくぞくと発表されている。

いつれはこの波が我国にもおし寄せ、我国の海洋開発にも大きな影響を及ぼすことであろう。

#### 参 考 資 料

- ※1 Unusual engineering problems in undersea living  
: Berry L. Cannon, pp.211, Man's Extention into the Sea  
1966, Marine Technological Society
- 2 Tools of the sea : D.A. Frederick, pp.115. Industrial  
Research, 1966
- 3 Engineer in the sea, pp.45. Product Engineering, May  
23, 1966
- ※ Sealab II の symposium 論文集

## 5 潜水器について

横山 信立 (水産庁漁船研究室)

こゝでは、軍用として既存の潜水艦をのぞく、潜水体で、調査研究又は産業開発に用いられるものについて述べる。機能的に大別すると、耐圧船殻の内部に人を収容するものと、本体外部に潜水者を保持するものとに別れる。邦語は勿論、外国語でも、これらの名称は統一されて