

海中微生物採集器の開発について

誌名	水産工学研究所技報. 漁船工学
ISSN	0388970X
著者	山田, 敏夫
巻/号	8号
掲載ページ	p. 1-8
発行年月	1988年3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



海中微生物採集器の開発について

山田 敏夫

目 次

1. はじめに	1	4.1 圧力テスト	2
2. 採集器の具備すべき条件	1	4.2 採水テスト	5
3. 採集器の試作	1	4.3 分取装置のテスト	6
3.1 基本仕様と構成	2	5. 考察	7
3.2 分取装置	2	6. あとがき	7
4. 採集器の陸上テスト	2	Summary	8

1. はじめに

海洋資源は、これまで魚介類を中心にその利用が進められてきたが、近年、海域の総合利用の推進、新たな有用物質の利用を図る観点から、従来利用されていなかった海洋深層資源が注目を集めている。

深海は高水圧、低温、暗黒の世界で生物にとっては極めて苛酷な条件であり、常識的には生命の存在さえ許されない環境であると考えられていた。しかしこのような特殊な環境下にも微生物の生息が実証されている。一方、最近のバイオテクノロジーの進歩は極めて著しく、この特殊環境下に生息する微生物への関心が高くなり、また各方面への応用が期待されている。このような背景にもとずき、深海微生物の生物環境を維持したまま、つまり微生物を生かしたまま、船上あるいは陸上に回収する採集器の開発が強く望まれている。

2. 採集器の具備すべき条件

採集器の開発にあたっては、調査船より第一目標として水深 6,000m の深海底の海水を採水することに決めた。深海の海中微生物を死滅および汚染することのないよう回収するには、一般の採水器を用いることは不可能である。

水中では、10m 深くなるごとに約 1 気圧 (atm) の水圧が加わり、従って 6,000m では 600 気圧の水圧を受けることになる。生物環境を維持するためには、この水圧を保持することが欠くことのできない条件の一つとなる。また、水温も 1~2℃ 程度の低温と推定されている。

さらに深海から無菌的に採水することが大事である。水中における微生物の分布は、一見、均一のように考えられるが、これを微細に観察すると極めて不均一な分布を示すと言われ、従って採集器の下げおろしあるいは引き上げの途中で雑菌の混入を防止しなければならない。これらをまとめると

- ① 採水現場圧力の保持
- ② 採水現場温度の保持
- ③ 無菌的採水

採集器は、以上の条件を満足する必要がある。

一方、このような条件で採水した試料は深海微生物の生理、生態の解明に使用されるため、分取装置により高圧保存容器あるいは高圧液体培養器等に移し替える必要がある。

この分取装置も採集器と同様に圧力保持、無菌的に移し替え等の条件を備えなければならない。

3. 採集器の試作

採集器の設計試作にあたっては、前項の具備すべき条件を充分に考慮して試作を行なった。採集器は使用中、常に海水と接するので材料の選定は耐海水性、保圧部の耐圧性、汚染等が最も重要な点と考えられ、材質としてチタン合金、ステンレス 304、ステンレス 316 等を検討した。その結果、圧力保持容器の主要部分を始め採集器を構成する他の部分にもステンレス 304 を、一部にステンレス 316 を使用し、その他に硬質塩化ビニール、アクリ

ル等を採用している。とくに圧力保持容器の内壁面は厚さ0.5mmのテフロンコーティングを施した。また圧力保持部に取り付けた2個の弁には、弁シート面にOリングを使用(Aタイプ)したものと、使用しない(Bタイプ)もの2組を用意した。

3.1 基本仕様と構成

採集器の作動はメセンジャー方式によるもので、すなわち水中重量約1kgのメセンジャーを第1トリガー上方から落下させることにより採集器は一連の作動を開始する(図1参照)。試作した採集器の主要部は次のような仕様による。

- 1 採水方式 無菌蒸留水強制置換方式
- 2 最大使用水深 6,000m
- 3 圧力保持容器全採水容量 306cc
- 4 化学分析用採水容量 約9,000cc
- 5 化学分析用採水器開閉バルブ及び取水コック
- 6 水中ポンプ用モータ DC 12V 11A
- 7 電源部 DC 12V 19Aドライフットバッテリー
- 8 採水ポンプ流量 9,000cc/55min
- 9 第1トリガー, 第2トリガー
- 10 第1メッセンジャー $\phi 60\text{mm} \times 65\text{mm}$, ロープ径 $\phi 20\text{mm}$ まで使用可能, 重量1kg
- 11 採集器の寸法 1200(H) \times 550(D) \times 500(B)
重量 空中157kg, 水中約117kg

以上のような基本仕様により試作した。また圧力保持容器から試料を分取するため分取口を設け、別に試作した分取装置と接続する。写真1及び図1図2に採集器を示す。

3.2 分取装置

分取装置は採集器の圧力保持容器内の試料を圧力を保持したまま別の器(高圧培養器等)に移し替えるものでその仕様は次のようなものである。

分取シリンダ、ピストン、採集バルブ、加圧バルブ、導入管及び圧力計から構成され、材質はステンレス316を使用した。

- 1 使用圧力 60kgf/cm²
- 2 採集容量 40cc
- 3 導入管 $\phi 1/8'' \times 300\text{mm}$ SS-200 SWHGLOK
(NTP 1/8'') にて接続
- 4 圧力計 0~700kgf/cm² PT 3/8'' 精度 $\pm 1\%$
- 5 パッキン類 テフロンシール, パイトンリング

使用

6 重量 7.5kg

図3は分取装置、図4は採集器の圧力保持容器部と接続した状態を示す。

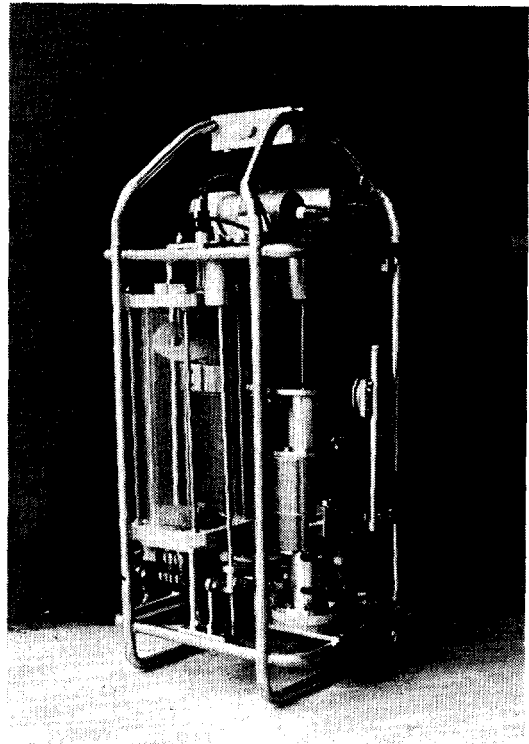


写真1 海中微生物採集器

4. 採集器の陸上テスト

4.1 圧力テスト

採集器の主要部である圧力保持容器の気密性、内外圧変動の実験を行った。

① 気密性の実験

水圧ポンプにて、圧力保持容器に650kgf/cm²の内水圧をかけ、バルブ(上)(下)を閉じた状態で一定時間経過後の内圧変化の有無を調べた。その結果は表1に示すとおりで、気密性は十分に判断される。

② 内外水圧変動の実験

水圧試験機(内径 $\phi 500\text{mm} \times$ 長さ1200mm)にバルブ(上)(下)を作動させるための第2トリガーを組み付けた圧力保持容器を入れ650kgf/cm²まで加圧し、加圧状態で第2トリガーにより、バルブ(上)(下)を閉じ

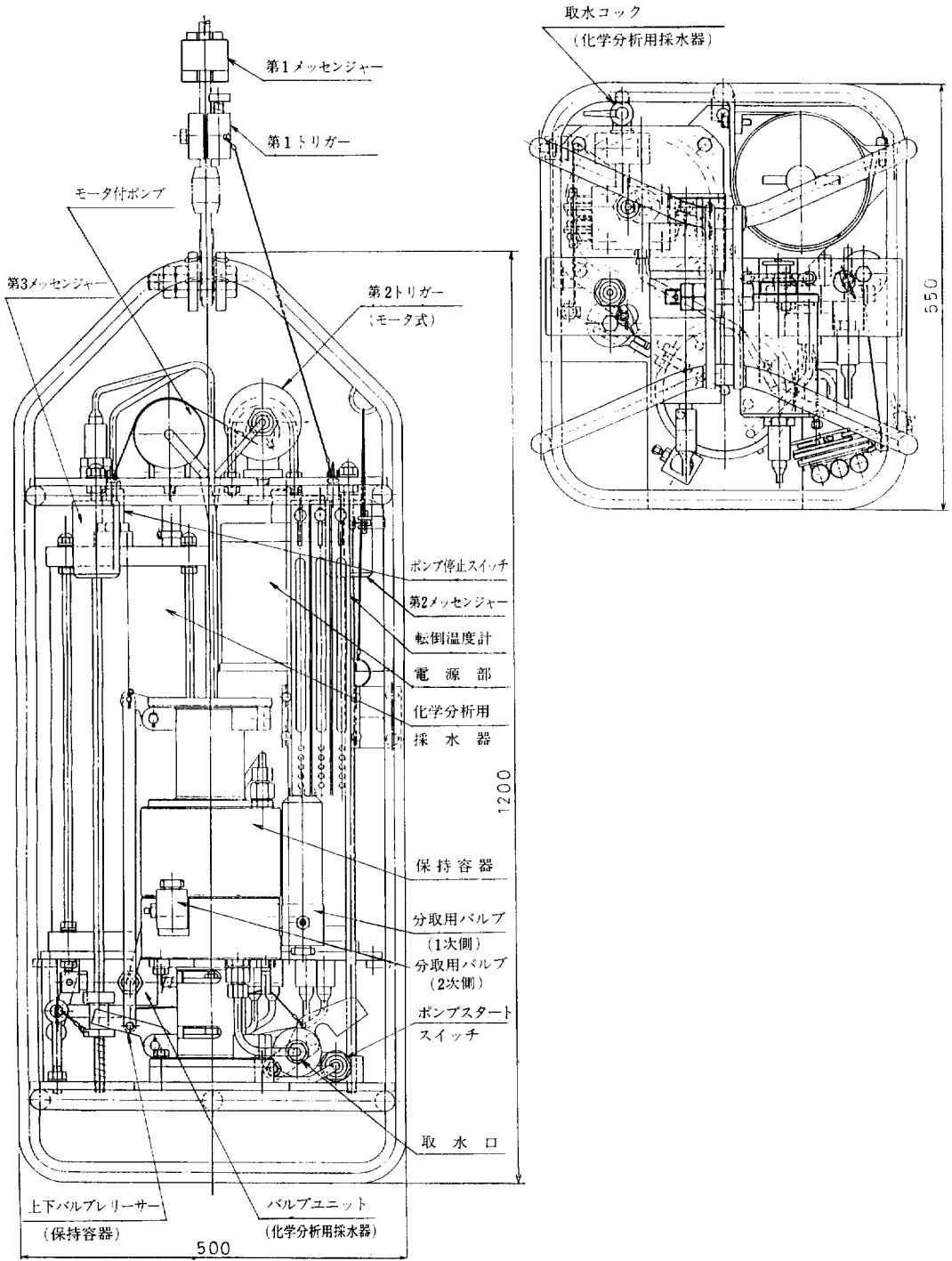


図1 海中微生物採集器

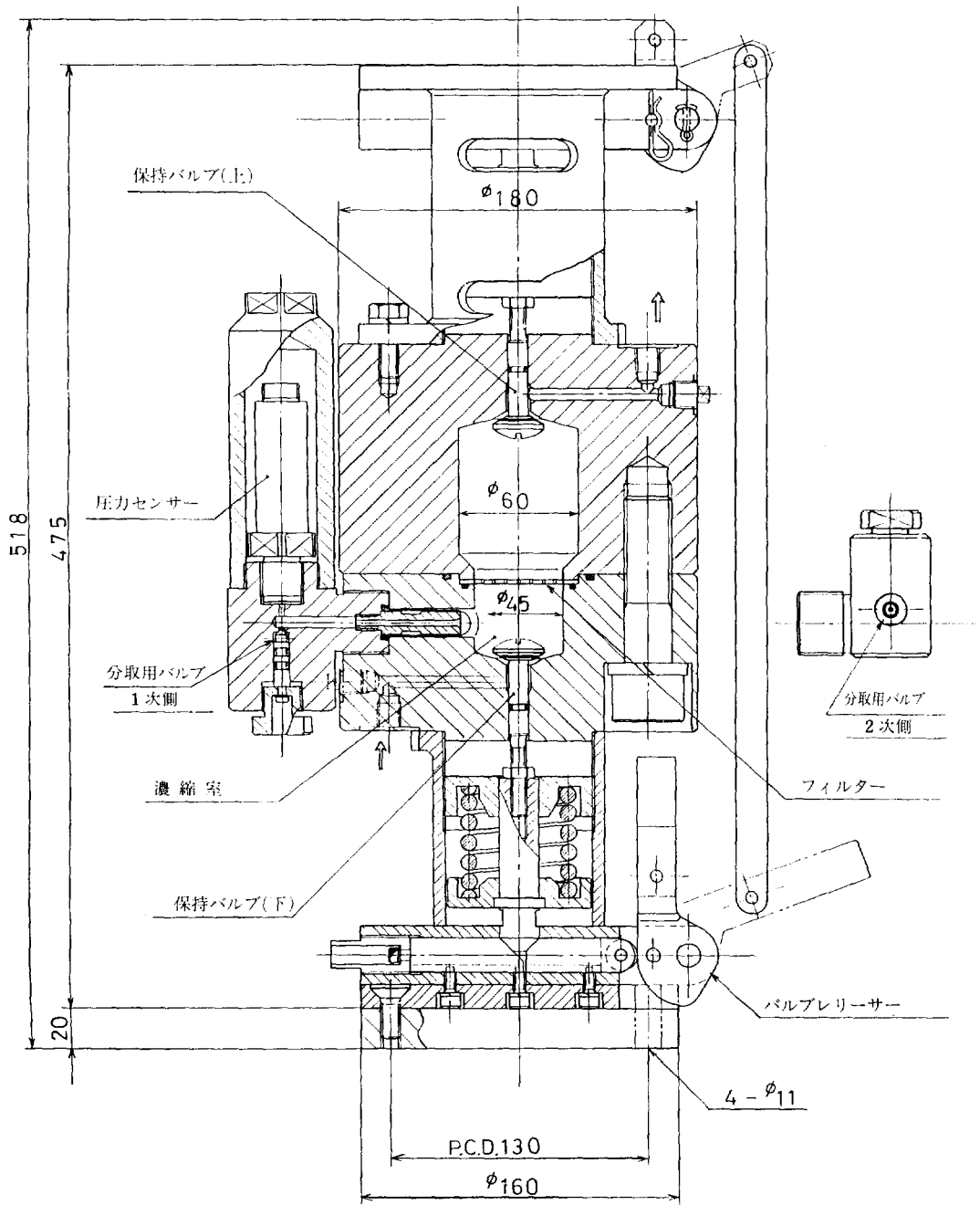


図2 圧力保持容器部

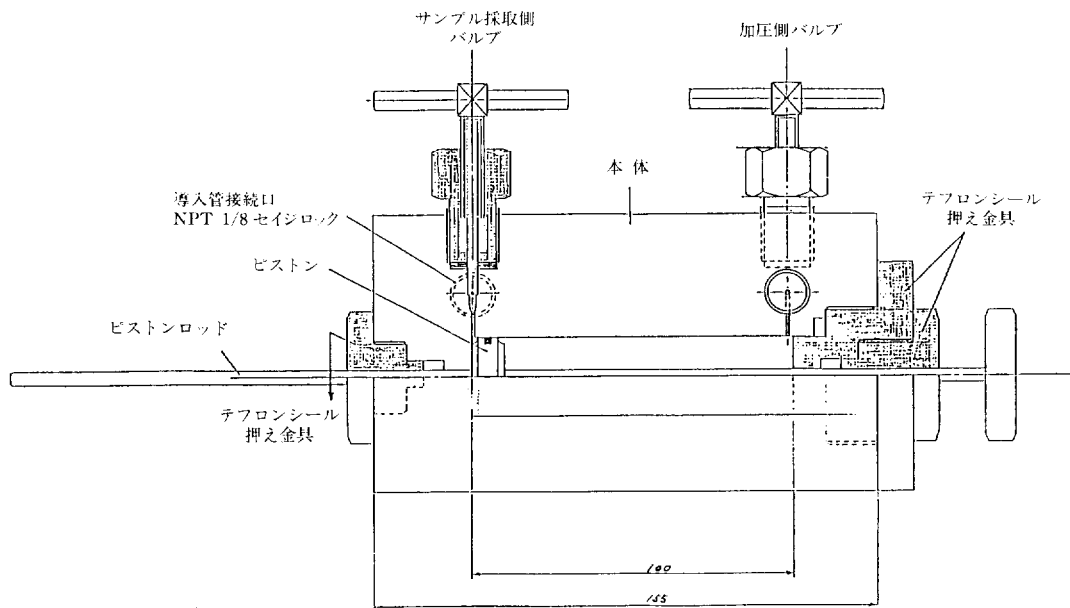


図3 分取装置

閉し、外水圧力を 0kgf/cm^2 に下げた後、圧力保持容器を水圧試験機より取り出し保持圧力を測定した。結果を表2に示す。

実験結果より、加圧力 650kgf/cm^2 で圧力保持させ、外水圧力（加圧力）を 0kgf/cm^2 に下げた時、弁Aの場合の内水圧（保持圧力）は 571.2kgf/cm^2 、弁Bの場合 579.4kgf/cm^2 となり、それぞれ 12.1%、10.9%の減圧となった。したがって今後、実用に向けては減圧の少ない弁、Bタイプを用いる方が有利と考えられる。

4.2 採水テスト

採水実験は、ポンプの性格上、水深及び負荷変動（フィルターが目詰等）により流量が変化する、流量は $9\ell/30\text{min}$ 程度が目標であり次の条件により流量測定を行った。

- 1 モータ付ポンプと化学分析用採水器を組付しプール中に沈めポンプを運転し流量時間を測定する。
- 2 モータ付ポンプと化学分析用採水器を組付し水圧試験機により 650kgf/cm^2 の水圧下で、ポンプを運転し流量時間を測定する。
- 3 採集器全体を組立てた状態で、プール中においてポンプを運転し流量時間を測定する。

この結果を表3に示した。実験結果より水深 6,000m

表1 気密性の実験結果

		kgf/cm^2			
弁タイプ	保持圧	1時間後	2時間後	15時間後	
A (Oリングを使用)	653	645	641	641	
B (Oリングなし)	625	644	639	641	

表2 内外水圧変動の実験結果

		kgf/cm^2			
弁タイプ	加圧力	保持圧力 (保持容 器内圧)	備考		
1	A	650	571	15H後 568	
2	A	649	561		
3	A	650	575		
4	A	650	575		
5	A	651	574		
	A平均	650	571.2	差 78.8	
6	B	651	581	差 70.8	
7	B	649	579		
8	B	650	577		
9	B	651	583		
10	B	650	577		
	B平均	650.2	579.4		

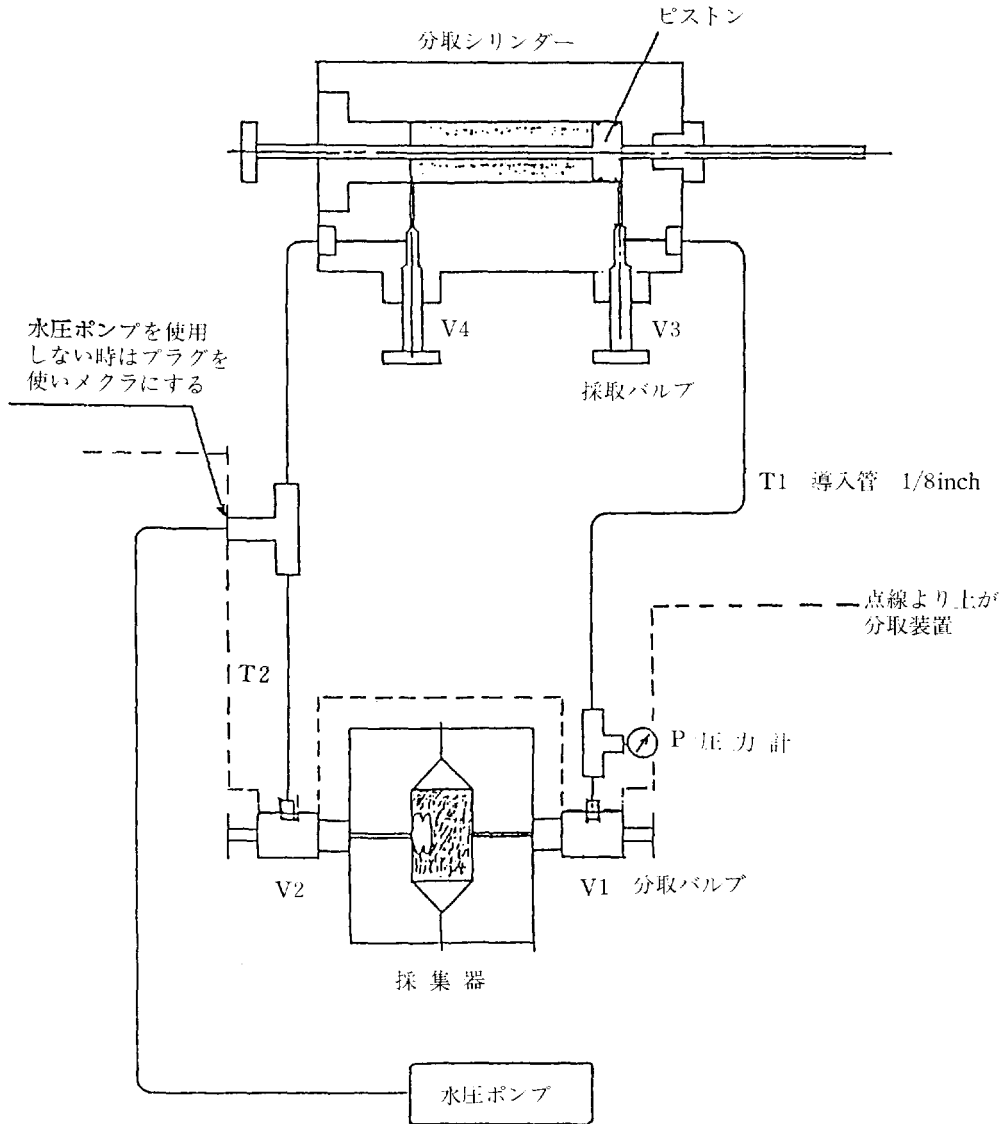


図4 分取装置ダイアグラム

における流量は $9\ell/55\text{min}$ 程度と予想される。目標より遅いが微生物を採集するには遅い方が良いとも言われており、またこの程度の時間であれば使用上問題はないと思われる。

表3 採水ポンプ流量測定

実験区分	フィルター	流量	時間	備考
1	① なし	9ℓ	4分20秒	
2	② なし	9ℓ	7分22秒	
3	③ 0.45 μm	9ℓ	32分44秒	③ \times ② \div ① \approx 55分

4.3 分取装置のテスト

採集器の圧力保持容器内に清水を入れ、これを 420kgf/cm^2 に加圧し分取装置を接続し、圧力保持容器から分取装置に試料を移し替えた。この結果移し替え後の分取装置内の圧力は 2kgf/cm^2 減圧の 418kgf/cm^2 であった。

5. 考察

海中微生物採集器を試作し、陸上における諸実験を行った。この採集器の最も重要な部分である圧力保持容器の耐圧テストでは圧力保持部の弁にOリング（Aタイプ）を使用した場合12.1%、Oリングなし（Bタイプ）の場合10.9%のそれぞれ圧力降下となっている。この原因はOリングに用いているゴム材が高圧により圧縮され、結果的には圧力保持容器の容量のわずかな増加と判断される。今後、実用に向けて圧力降下の許容範囲がどの程度かによって、何れの弁を採用するか検討する必要がある。一方、採水の所要時間については、フィルターの粗さにより、採水に要する時間が大幅に異なることも確認され、フィルターの粗さも実用に向け配慮する必要がある。今回の試作、陸上の各種実験から次のことが言える。

- 1 採集器を構成する各部品は、 650kgf/cm^2 の耐圧にすべて合格した。
- 2 採水実験では、一連の作動は順調に作動することが確認された。
- 3 圧力実験では、弁のタイプにより12.1%、10.9%の圧力降下が認められた。弁のタイプによって圧力降下の度合いが異なることが明らかとなった。
- 4 採集器の空中重量は157kg（水中重量約117kg）である。実用に際して重量が不足する場合は、15kgから90kgまでウエイトの取り付けが可能とした。

6. あとがき

本開発研究は、2カ年にわたる科学技術庁振興調整費によるもので、大課題「海洋深層資源の有効利用技術の開発に関する研究」の中の一研究課題である。

初年度は、海中微生物採集器の試作を行ない、陸上における諸実験をほぼ終了し、その結果を中心に報告した。

2年度は試作した採集器の海上実験を計画している。そしてこの海上実験結果により必要あれば改良を加え、十分な実用に供し得る採集器にしたいと考えている。

最後に、この開発研究にあたり、東京大学海洋研究所清水潮教授、同大学大和田紘一助教授、同大学中井俊介講師、東海区水産研究所大久保放射能部長、同所蒼鷹丸山中船長の皆様にご指導と貴重なご意見を賜り深くお礼申し上げます。また採集器の製作に積極的にご協力頂いた日油技研工業株式会社関係者の皆様にご感謝する次第である。

参考文献

- 海洋微生物研究法（学会出版センター）サンプリング。
好圧細菌と耐圧細菌 大和田紘一
黒脇善雄：蒼鷹丸の深海性ベントス採集について(1), (2)
さかな No. 31, 32, 東海区水産研究所業積
C集。

Development of Samplers for the Retrieval of Deep-sea Microorganisms

By

Toshio YAMADA

Summary

Deep-sea microorganisms found in biological and physicochemical environments characterized by a considerable water pressure present peculiar physiological and ecological features. Of late, notable developments in biotechnology have accentuated the relevance of this technology to the study of deep-sea microorganisms, and, practical applications are expected. For this purpose, pressure-retaining samplers for the retrieval of natural populations of live and uncontaminated microorganisms from depths of up to 6,000 meters must be developed in order to allow laboratory study on board vessels or on land.

These samplers need to:

1. Prevent loss of pressure
2. Have a sterilized water intake channel, and
3. Preserve the temperature at the sampling site.