

深海曳航体用ドレッジと潜水船用 サンプラの試作

門馬大和^{*1} 堀田 宏^{*1}

深海曳航式カメラで活底を観察しながら底質のサンプリングを行うため、ボックス型ドレッジ(ディープ・トウドレッジ)を試作した。これは、凡その寸法が幅 36 cm, 長さ 50 cm, 高さ 14 cm の箱型をしている。前面には内側に開く蓋があり、内部には採れたサンプルの逆流を防ぐ板があり、後部にはサンプルの採り出し口がある。箱の上面を 3 点吊りし、カメラの下部に吊って曳航するか、目的地点まで行ってから海底に落としてやる。本ドレッジは極めて効率的に底質のサンプリングが可能であり、現在では常時カメラに取り付けて使用している。

また、潜水調査船のマニピュレータを用いて、海底表面の堆積物などをすくい取る蓋付きのサンプラ(シャベルサンプラ)を試作した。このサンプラは、砂泥質の底質でも有効であることがわかり、今後生物のトラップとしての利用も考えている。

キーワード：箱型ドレッジ, ディープ・トウ, サンプラー, 有人潜水船

Deep Tow Dredge and Shovel Sampler

Hiroyasu MOMMA^{*2} Hiroshi HOTTA^{*2}

Two different samplers, a Deep Tow Dredge for deep towed camera, and a Shovel Sampler for manned submersible, were made and tested at sea.

The Deep Tow Dredge is a box dredge, the size of which is approximately 50 cm in length, 35 cm in width and 15 cm in height. There is a front door which opens only to the inside and there is an oblique plate in the box for retaining samples. At the end of the box, there is a wire net cover which opens in taking out samples. The dredge is put underneath the camera frame and dredged by watching a TV monitor. The deep Tow Dredge is extremely useful to collect sediments, rocks, and biological samples.

The Shovel Sampler is grabbed by a manipulator of "SHINKAI 2000" and digs up sediments and small gravels. Samples are retained in the box by closing a spring-actuated top cover. The sampler successfully collected bottom materials in the dive at a depth of 1100 meters.

Key word: box dredge, deep tow, sampler, manned submersible

*1 深海研究部

*2 Deep Sea Research Department

1. ま え が き

深海域の探査において、カメラや肉眼による目視観察と、これにあわせた底質等のサンプリングは極めて重要である。海洋科学技術センターでは、潜水調査船による潜航調査に先立って、シービームや深海曳航式ソーナー及びカメラ(JAMSTEC/Deep Tow)による事前調査を行っている。

曳航体はそれ自身が運動能力を持たないので、目的地点に正確に誘導したり、海底に静止することが困難である。従ってサンプリング装置としては余り注目されていなかった。しかし、これまでに当センターにおいて、深海曳航式カメラに手製のグラビティコアラや空き缶製のサンプラを取り付けた所、海底の堆積物が極く簡単に採取できることがわかっていった。

1983年5月、青森県沖でM 7.7の「昭和58年日本海中部地震」が発生し、同年9月その震源域の目視調査を行った。その際、海底の広範囲にわたって海底から噴出したと思われる黄色物質が分布していることがわかった。そこで、翌1984年8月、深海曳航式カメラにオケアン型グラブサンプラを取り付け、黄色物質の採取を試みた。点状に分布している黄色物質上にサンプラをうまく落下させるのは容易ではなかったが、何回かの試行の末、採取に成功し、目視観察とあわせたサンプリングが有効であることが実証された。

1987年8月、南鳥島南西の海山において深海曳航調査(DN87-3-MCS)を行った。海山の斜面や頂部にはマンガクラストやノジュールが分布しており、このような底質ではグラブサンプラよりもドレッジが有効であると思われた。そこで、同航海中にボックス型のドレッジ(ディープ・トウドレッジ)を試作し、回航中に立寄った小笠原海形海山で試験を行った。その結果、曳航中のドレッジの姿勢が不安定であったが、海底を引きずる際に底質を採取できることがわかった。その後、曳航姿勢の安定化をはかるなど、若干の改良を加えた。また、遠隔切離装置と併用し、カメラで対象物を確認した後にドレッジを投下できるようにした。このドレッジは、軟泥、砂、岩石のみならず、生物のサンプリングにも有効であることがその後の調査で実証された。

潜水調査船のマニピュレータはそれ自体で優れ

たサンプリング装置である。現在、マニピュレータを利用した採水器、採泥器、電動グラブなどが実用化され、目的に応じたサンプリングが可能である。この中で、海底表面の堆積物や貝などの生物を採取するには電動グラブが効果的であるが、採取された状態を外から見るができない。そこで、海底表面の軟泥や生物をすくいとり、採取状況を確認の上、蓋を閉められるようなサンプラ(シャベルサンプラ)を試作した。

本報告では上に述べた、深海曳航式カメラ用ドレッジと潜水調査船用サンプラの試作とその使用結果について述べる。

2. 深海曳航体用ドレッジ (ディープトウドレッジ)

(1) 構造及び機能

ディープトウドレッジは、外形が $505^L \times 360^W \times 140^H$ mmの箱型である(図1)。通常のドレッジと異なり、サンプルを収納する袋やチェーンバッグを持たず、箱のみから成っている。箱の前面には内側に開く蓋があり、海底からドレッジが離れると蓋が閉じ、サンプルが外に出るのを防止する。さらに、薄い鉄板で出来た逆止板が箱内にあり、蓋が閉じなくなったり壊れた際にサンプルの逆流を防止する(図1)。ドレッジは箱の上部で3点吊りされ、離底した状態で水平から約 40° の角度を保つようになっている(写真1)。箱の上部を吊ることも通常のドレッジと異なる点である。箱の後部は取外し式の金網(約5 mmのメッシュ)でできており、サンプルの取り出しは後部から行われる。当初、軟泥などを採取するために、金網の内側に目の細かい布をとりつけられるようにしたが、実際に使用して見ると金網のみでも軟泥が採取できることがわかったので使用したことはない。

硬い底質にドレッジが引掛った場合、全体を亡くしてしまわないように、3本の吊り点のうち前方の2点にウィークリンクを設けており、過度の力が加わるとこれが切れてドレッジが逆さ吊りになり、海底から外れるようになっている。このような状態になっても、蓋と逆止板によってサンプルの落失を防ぐことができる。

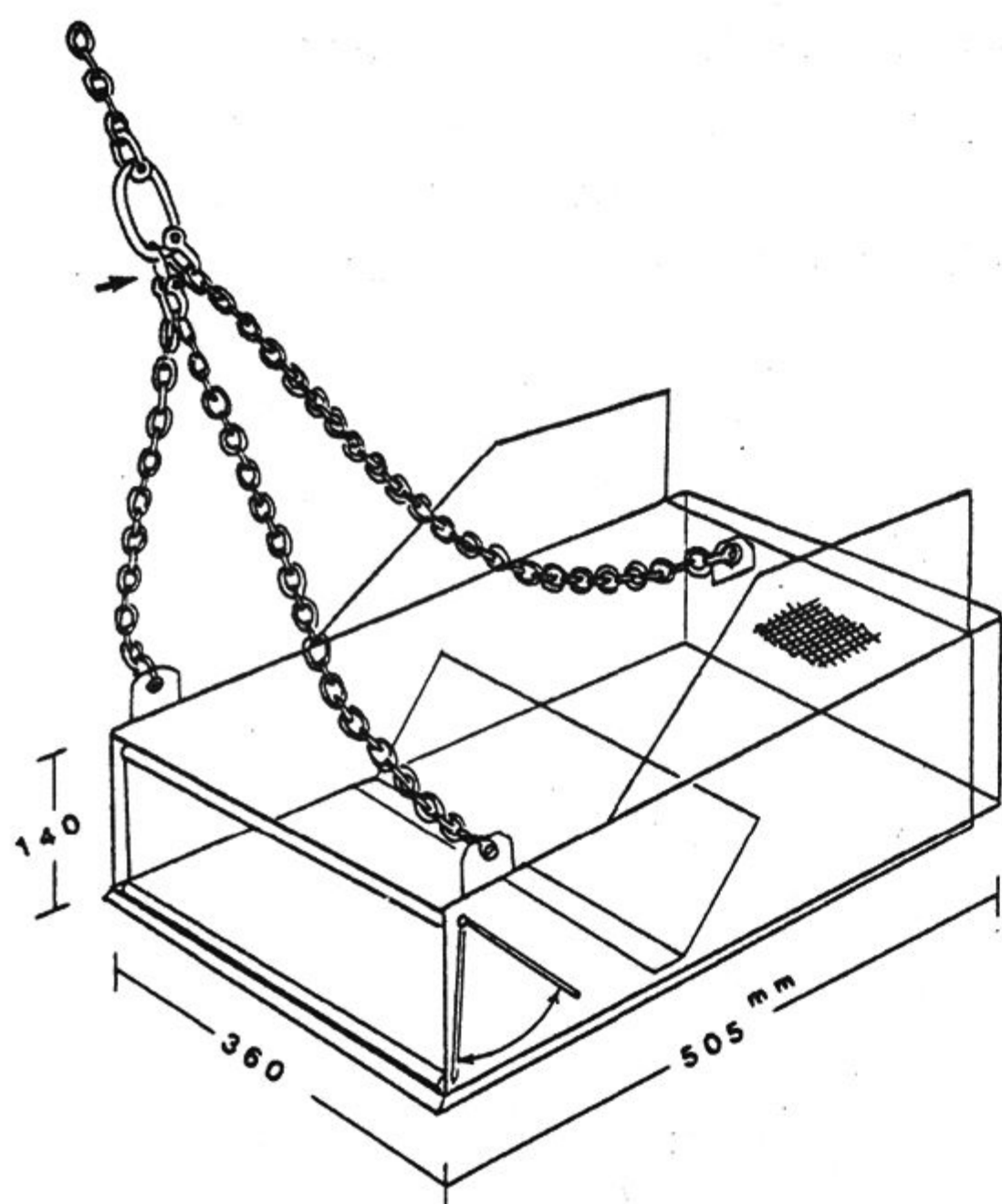


図1 ディープ・トウ・ドレッジの構造（透視図）。前方の2本のチェーンにはウィークリンク（矢印）を設け、岩に引掛った時に切れて逆さ吊りになる。逆さになっても中の逆止板と入口の蓋で試料の逆流が防止できる。

Fig.1 A perspective sketch of "Deep Tow Dredge". The weak link indicated by arrow is cut in case the dredge is caught by rough terrain and it is lifted upside down. Even in this case, the collected samples are safe by an ablique plate in the box and a front door.

(2) 使用方法

ディープトウドレッジの使用方法は3通りある。第1は、深海曳航式カメラ（カメラフレーム）の後部に吊り下げておく方法、第2は、カメラフレーム内部のカメラ視野内に吊り下げる方法、第3は、切離装置に吊っておき、目的地点で投下する方法である。第1の方法の場合はドレッジの様子カメラでは見えないため、カメラフレームを海底スレスレに近づけた時のみドレッジが着底するように、吊りチェーンの長さを調整している。これによって、目視画像とサンプルの対応がある程度可能である。第2及び第3の方法の場合はサン

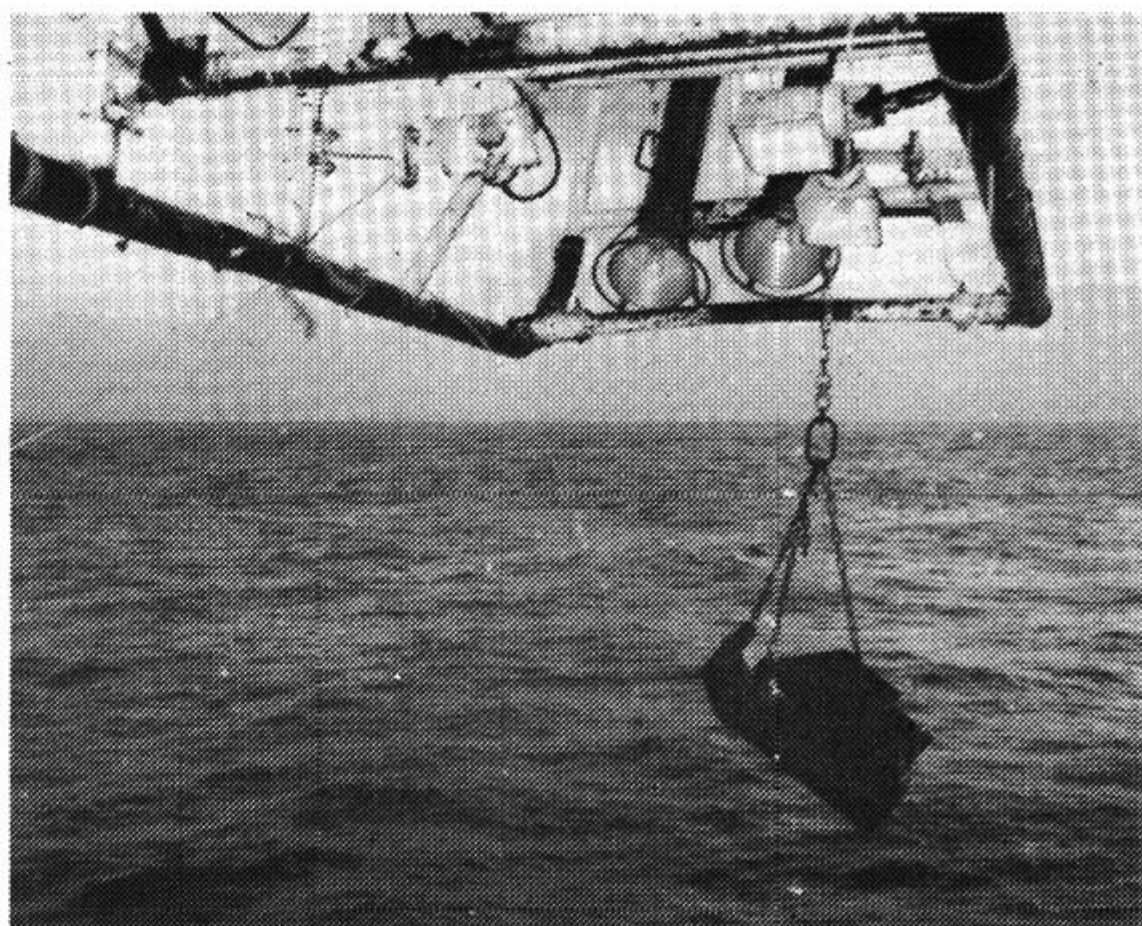


写真1 深海曳航カメラフレームの最後部にドレッジを吊った状態。カメラが海底から50 cm 以内の時にサンプリング可能。

Photo 1 The "Deep Tow Dredge" is hung at the end of the camera frame. Sampling is possible when the camera frame is lowered to less than 50 cm above the sea floor.

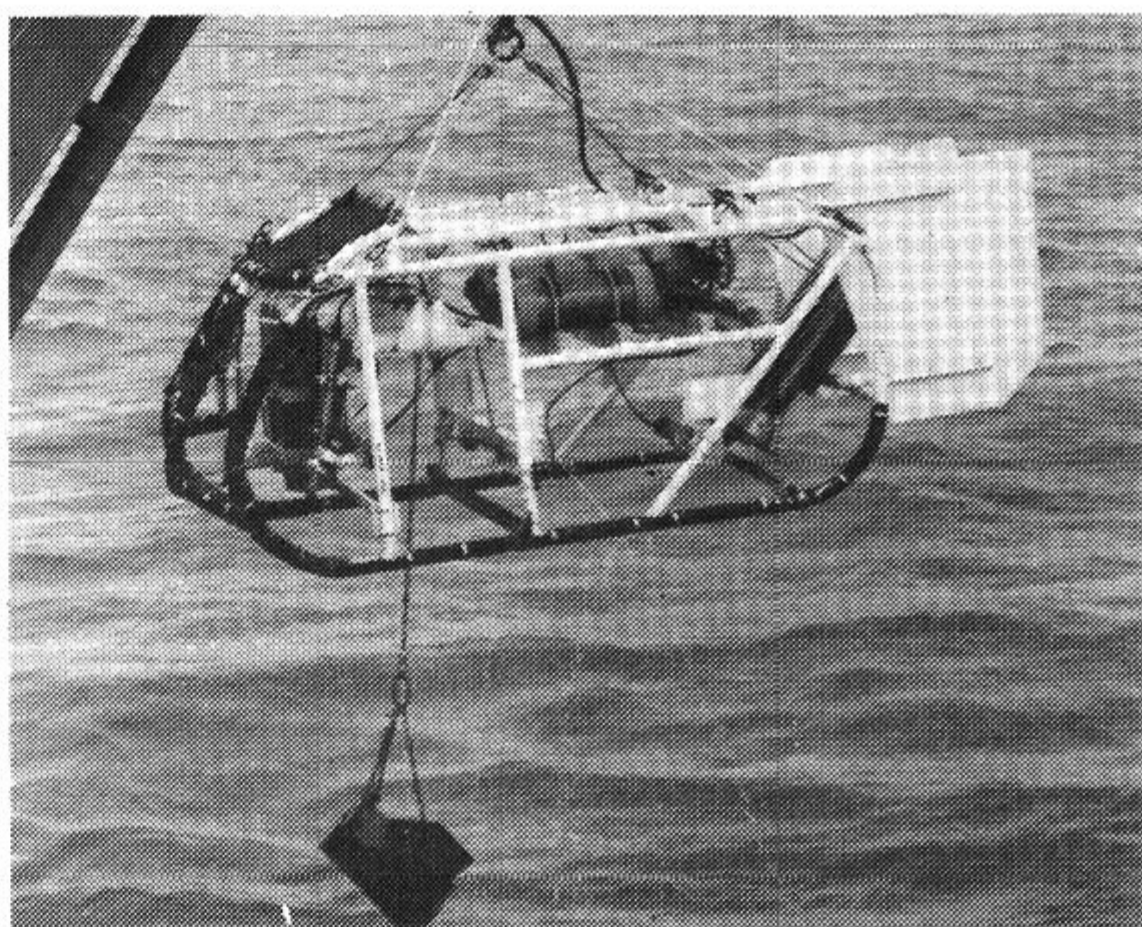


写真2 カメラのすぐ後ろにドレッジを吊った状態。ドレッジは常にカメラの視野に入っているが、写真撮影の時にはストロボの光を遮るため、影ができる。

Photo 2 The dredge is hung behind TV and still cameras. Sampling is possible when the camera frame is lowered to less than 1m above the sea floor. There is always a shadow of the dredge in the still photograph.

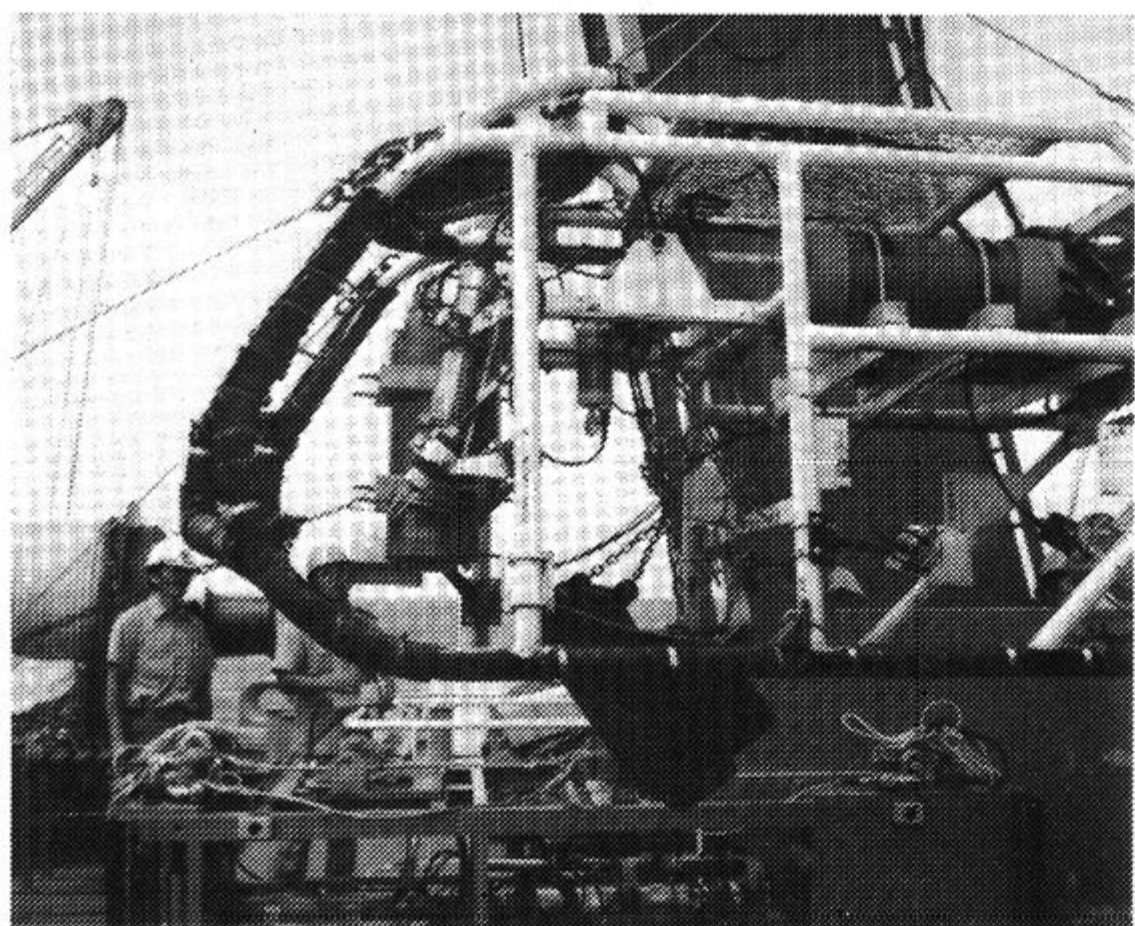


写真3 切離装置を介してドレッジを吊った状態。サンプリングしたい場所で切離装置によってドレッジを投下し、写真2の状態にする。

Photo 3 The dredge is hung behind the cameras by remotely actuated release and dropped at a point of interest. It is possible to pinpoint the sampling site.

プリング対象が特定できるが、前者は誤ってフレームを海底に近づけた時にもサンプリングを行う恐れがある。したがって、サンプルを限定したい場合は第3の方法が最も良い。写真1～3にそれぞれの使用例を示した。

(3) 使用結果

1987年8月に試作した最初のモデルの外形は単なる箱型であった。ドレッジは、水平に対して約40°傾くように3点吊りされているため、曳航状態では受圧面積の大きい向き、すなわち後ろ向きになることがわかった。このため、後部に現在のような1対の垂直尾翼を取り付けた。これによって前向きに曳航されるようになった。

ドレッジ入口の蓋は、当初は着底時に開く機構にしたが、その後サンプルが入る時に内側のみに開くようにした。蓋の材質には鉄よりも合板のように軽くて強い材質が適している。

ドレッジ本体の重量は初め約20kgであったが、ケーブル繰出時に振れ回り、カメラフレームと衝突することがあるため、下部に10mmの鉄板を溶

接し、重量を約35kgに増加させた。

本ドレッジは、砂または泥の上に分布しているマンガンノジュールのサンプリングを目的として試作したが、その後の使用結果ではどんな底質にも適しており、採取能率が非常に良いことがわかった。さらに、1988年の沖縄トラフ深海曳航調査(DK88-2-OKN)及び伊豆小笠原深海曳航調査(DK88-3-IZU)では、シンカイヒバリガイ、チューブワーム、コシオリエビ、白いカニなどが採取され、生物のサンプリングもできることがわかった。また、後者の調査では遠隔切離装置により、船上からの指令でドレッジを投下できるようにした。これによって、その利用範囲がさらに広がった。

3. 潜水調査船用シャベルサンブラ

(1) 用途及び一般的性能

潜水調査船で海底を観察しながら、用途に応じたサンブラで底質等の採取を行うことも潜航の重要な目的の1つである。現在「しんかい2000」用に実用化されているサンブラを用途別に分けると表1のようになる。今回試作したサンブラは、表1の中の電動グラブ採泥器の機能に最も近く、堆積物、礫及び非遊泳生物の採取を目的としている。このサンブラは、マニピュレータで掴んで、主に手首(4番関節)と肘(3番関節)を動かして底質をすくい取るものである。その使い方がシャベルと似ていることから、シャベルサンブラと呼んでいる。

このサンブラの用途は以下の通りである。

- ① 日本海中部地震余震域に広く見られた黄色物質や緑色物、沖縄トラフ熱水噴出域に見られる白色沈澱物などのような、海底表面に存在するもろくて軟かい物質を乱すことなく採取する。
- ② 熱水噴出域に見られる白いカニやエビなど、比較的動きの遅い生物を採取する。
- ③ 内部に餌を入れておき、遊泳生物のトラップとして使用する。
- ④ ペイロードの電線に余裕がない時などに、電動グラブサンブラの代りに使用する。

サンブラには蓋が付いており、採取状態を目視確認した後に蓋を閉じることができる。

表 1 「しんかい 2000」用サンプラー一覧表
Table 1 Table of Samplers for "Shinkai 2000"

名 称	対象サンプル	諸 元	備 考
電動グラブ採泥器	堆積物, 礫, 非遊泳生物	200 ^W ×200 ^L ×100 ^H mm	電動モータで口の開閉が何回でも可能。
柱状採泥器	堆積物, 微生物	43φ×250 ^L mm 4 連まで取付可能	アクリル製のため採取量を目視可能。
採水器	海水, プランクトン	67φ×300 ^L mm (1ℓ) 9 連式及び12連式	ステップモータで円筒両端の蓋を駆動。
保圧型微生物採集器	微生物, 海水	60φ×100 ^L mm (250 cc)	マニピュレータによりポンプ操作で採水。
保圧採集器	海水, 大型生物	150φ×200 ^D mm 6000m	マニピュレータにより耐圧容器の蓋を開閉。
マニピュレータ	礫, 非遊泳生物	最大掴み幅 150 mm 握力 25 kg または 50 kg	7 自由度, ON, OFF 操作。

(2) 構造及び使用方法

サンプラの外形は、125^W×260^L×100^H mm で、このうちサンプルが入る部分の長さは 190 mm である (写真 4～6 参照)。材質は、厚さ 1.2 mm の SUS 304 鋼板で、これをスポット溶接している。サンプラ上面には 125^W×130^L mm の蓋があり、バネの力で閉じるようになっている。蓋は 2 段のストッパでロックされる。すなわち、蓋を全開すると初段のストッパが働き、この状態でサンプルバスケットに入れておく。次に、マニピュレータで本体を掴むと、初段のストッパが外れ、2 段目のストッパが働く。さらに、前述のようにしてサンプルをすくい取り、サンプリング終了後マニピュレータの把持部を開放すると、2 段目のストッパが外れ、蓋が閉じる。把持部を開放しても、サンプラが落下しないように、マニピュレータの把持部をガイドに差し込めるようになっている (写真 7 参照)。

シャベルサンプラは 1988 年 10 月に試作され、八丈凹地潜航調査 (10 月 22 日, Dive 371) で初めて試験的サンプリングを行った (写真 8)。海底の底質は砂泥であったが、十分な量のサンプルが採取された。採取後サンプルバスケットにはほぼ垂直

に格納したが、サンプルが入り過ぎて蓋が少し開いていたため、入っていたサンプルが浮上中に全て流出してしまった。このため、蓋が十分閉じるように押えつけるか、水平に置く必要があることがわかった。

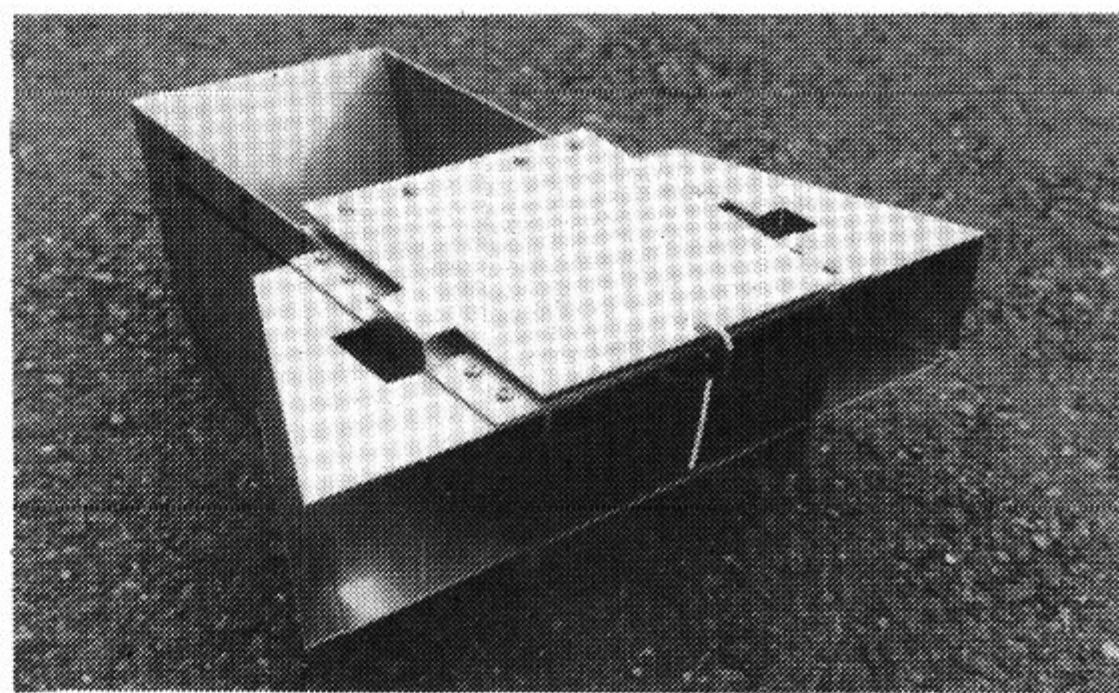


写真 4 シャベルサンプラを後ろから見た所。これが使用前の状態で、蓋が開いており、後部のツメで蓋が止まっている。

Photo 4 A rear view of the "Shovel Sampler". A top cover is opened and retained by a first stopper. The sampler is put in the sample basket of a submersible in this situation.

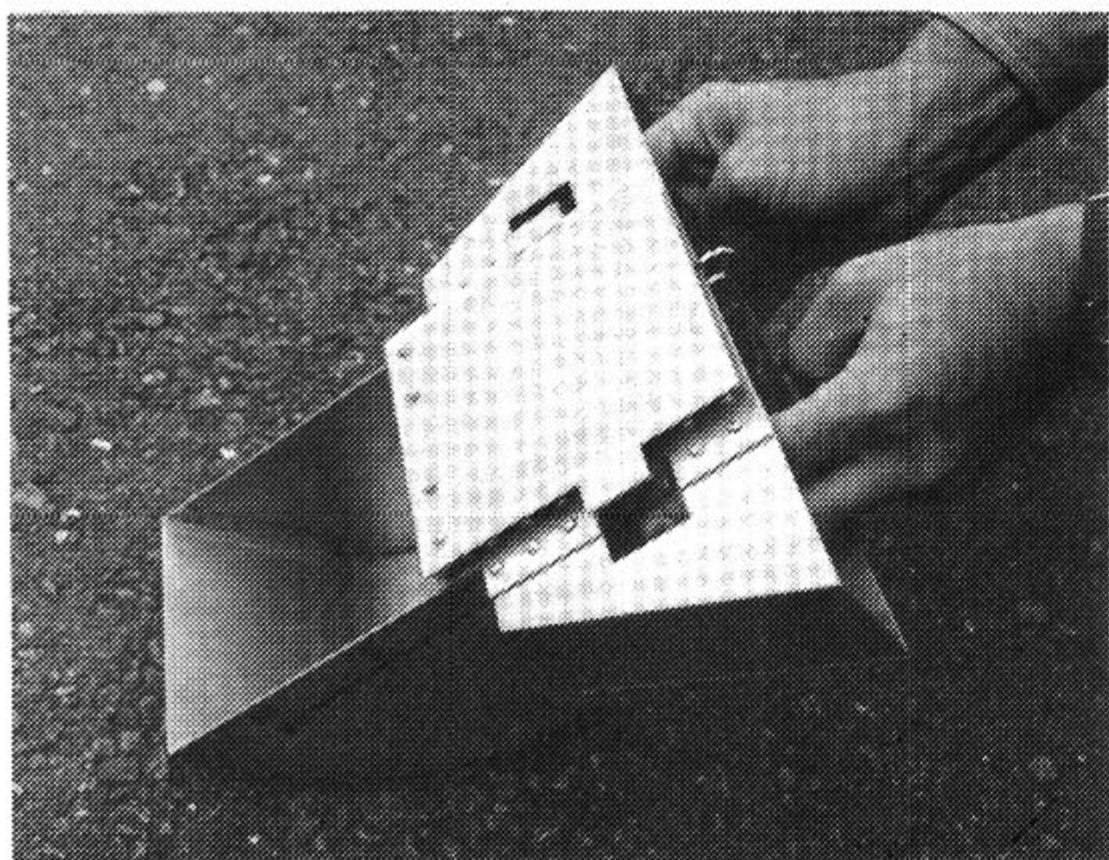


写真5 両手が入っている部分にマニピュレータの把持部を入れて握むと後部のツメが外れ、蓋の中央両側にある板状のツメで蓋が押さえられる。この状態でサンプリングを行う。

Photo 5 The sampler is grabbed of its both sides with a manipulator, the first step stopper is released and the top cover is retained by the second step stopper. Sampling is carried out in this situation.

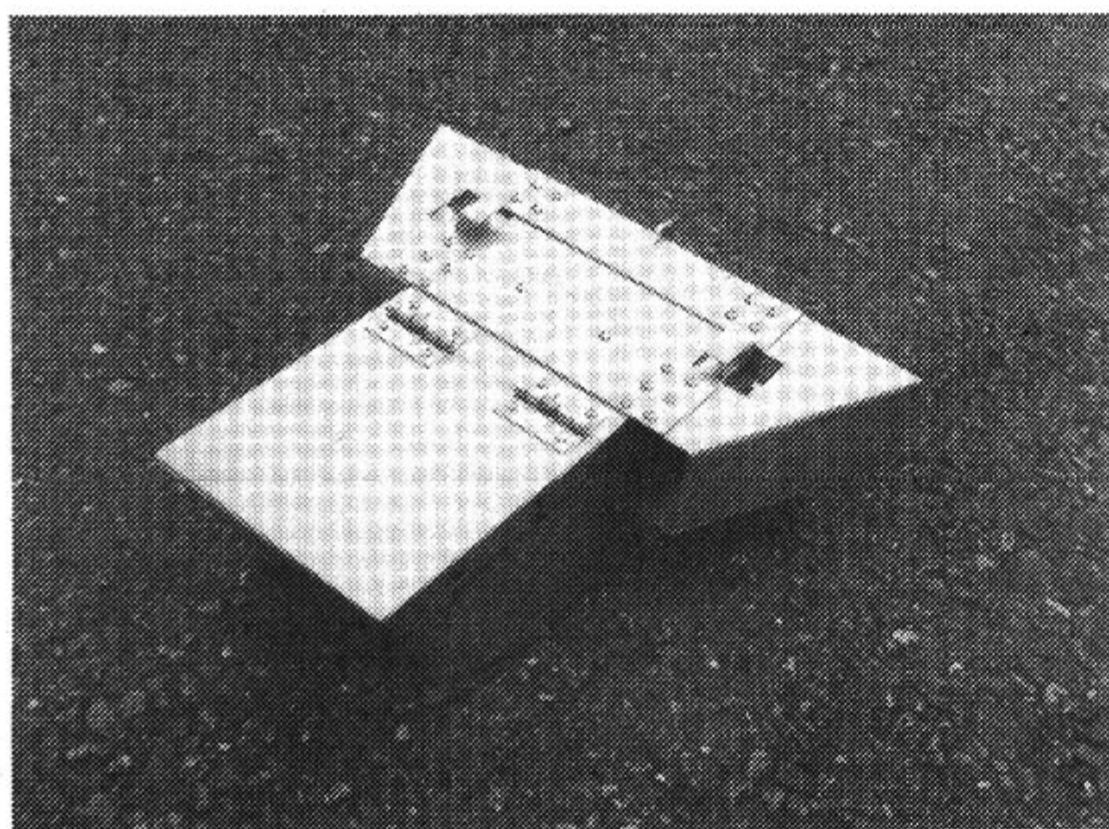


写真6 サンプリング終了後マニピュレータの把持部をゆるめると板状のツメが外れ、蓋が閉まる。この状態でサンプルバスケット等に格納する。

Photo 6 After sampling is finished, the grabber is loosen a little bit and the top cover closes by spring actuation.

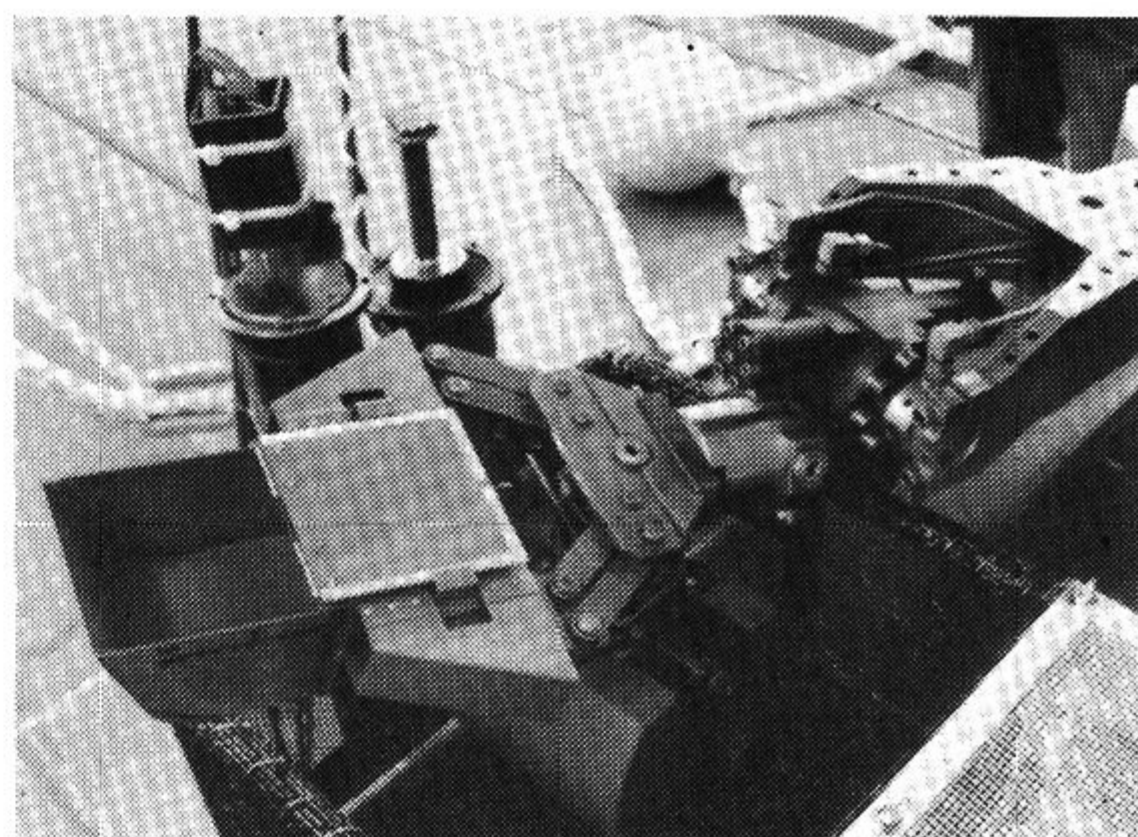


写真7 マニピュレータで握んだ状態。最初の試験では適当な置き場所がなかったので、初めから写真のように握んだまま潜航した。

Photo 7 The sampler is grabbed by a manipulator of "Shinkai 2000". As there was no adequate place to put the sampler in the Sample basket, it was grabbed on deck and the dive was carried out.

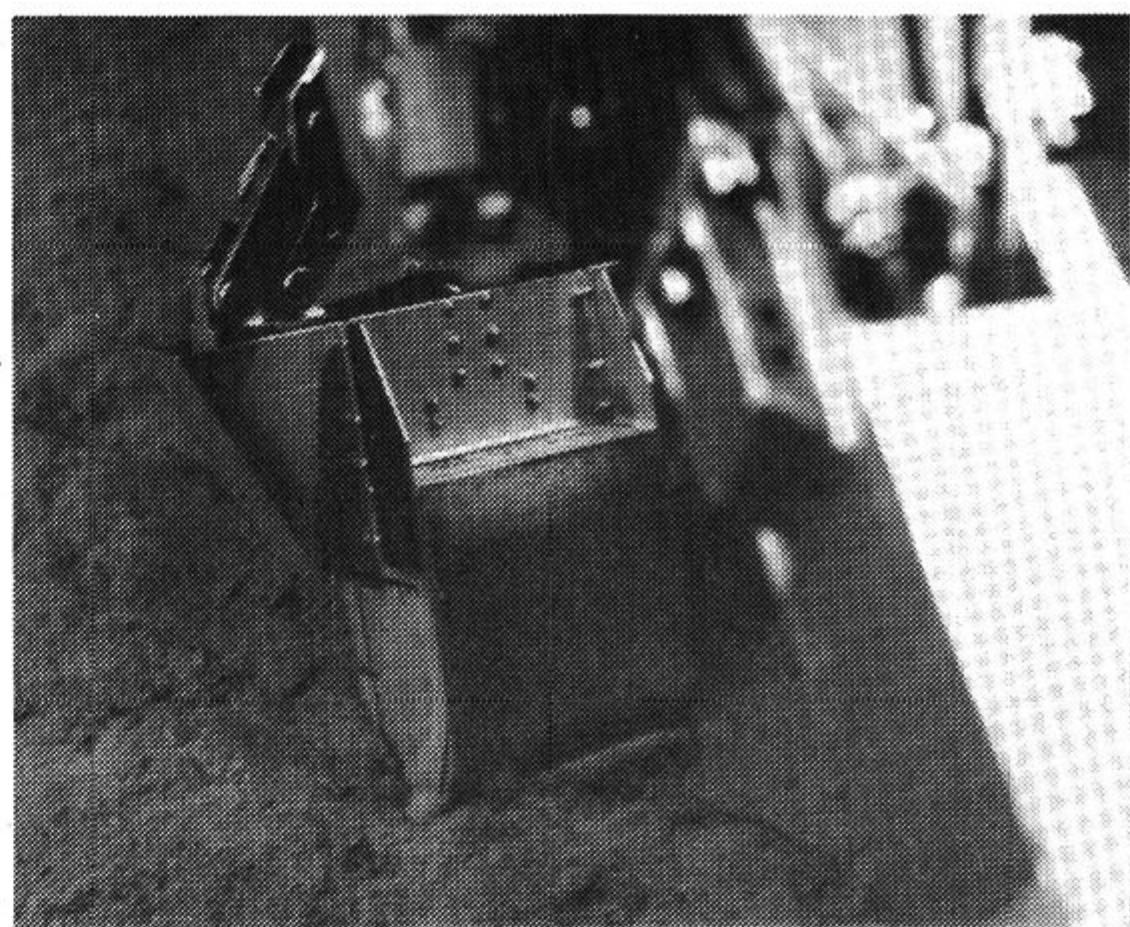


写真8 シャベルサンプラで砂泥質の底質をサンプリング中。写真のように海底につきさした後すくい上げる。(八丈凹地, Dive 371)

Photo 8 Sandy sediments are digging up by the sampler in Dive 371 at a depth of approximately 1100 meters.

4. ま と め

深海曳航式カメラと潜水調査船用の2種類のサ

ンプラの試作と使用結果を述べた。第1のディープトウドレッジは、これまでの所どんな底質にも有効で、生物にも偉力を発揮することがわかった。このため、最近のカメラ曳航の際には常時取り付けられている。第2のシャベルサンプラは、海底に少し埋ったものを掘ったり、表面をすくい取ったり、生物のトラップとして利用可能と思われる。

(原稿受理：1988年11月25日)