

## ポップ・アップ方式深海カメラシステム

橋本 惇<sup>\*1</sup> 堀田 宏<sup>\*1</sup>

海洋科学技術センターで開発した深海カメラ、深海ストロボ、電磁切り離し装置を用いたポップ・アップ方式深海カメラシステムを試作した。このシステムは、基本的に、カメラ、ストロボ、切り離し装置のほか、ブイ、位置表示装置（ラジオビーコン等）、重錘から構成され、水深7000mまで使用することができる。カメラは、タイマおよび外部信号で駆動し、35mmのシンベースフィルムで400枚以上の写真撮影が可能である。また、カメラにはデジタルデータチェンバーが内蔵され、フィルムの画面と画面の間に、時・分・秒を記録することができる。

1983年には、富山湾の水深553m～967mの海中において、一連の生物学的調査を行い成功した。ここでは、その結果についても報告する。

### A Pop-Up Deep Sea Camera System

Jun Hashimoto<sup>\*2</sup> Hiroshi Hotta<sup>\*2</sup>

A pop-up deep sea camera system was produced by way of trial using a deep sea camera, deep sea strobe and electromagnetic release which were developed at the Japan Marine Science & Technology Center. The system which consists basically of a camera, strobe, release, buoys, radio beacon, and weights can be used up to 7,000 m in depth. The camera is actuated by a timer or external trigger. It can take a maximum of 400 or more photographs using 35mm thin-based film. There is also an internal digital data chamber with a light emitting display which gives hours, minutes, seconds between one photograph frame and the next frame.

In 1983, a series of biological surveys by this system was successfully carried out in Toyama Bay at depths ranging from 553m to 967m.

This paper also describes the results of this survey.

---

<sup>\*1</sup> 深海開発技術部深海研究運航室

<sup>\*2</sup> Deep Sea Research and Submersible Operation Department

## 1. はじめに

深海カメラの発達により、深海域における各種調査のための有効な一手段として深海カメラが使用され、多くの実績をあげている。しかし、国産の深海カメラは、耐圧ガラス球入り深海カメラ<sup>1), 2)</sup>のみで、その耐圧性等に未だ問題がある。それ故、耐久性があり、軽量、安価で取り扱い方法が簡便な深海カメラの国産化が望まれている。そこで、海洋科学技術センターでは、小型深海カメラシステムの開発を計画し、その一環として、小型深海ストロボ<sup>3)</sup>の試作を行った。また、深海カメラシステムによる調査は、通常ウインチ等大掛かりな装置が必要となるため、深海の情報を手軽に得られるポップ・アップ方式深海カメラシステムの試作についても併せて計画し、そのシステムに使用する電磁切り離し装置<sup>5)</sup>についても既に報告している。今回は、新たに開発した小型深海カメラ、ポップ・アップ方式深海カメラシステムの試作およびポップ・アップ方式深海カメラシステムによる調査例について報告する。

## 2. 小型深海カメラの開発

今回試作した小型深海カメラは、カメラ本体を円筒形の軽合金製 (A1 7075-T6 にタフラムコーティング処理をしたもの) 耐圧容器に封入したものである。小型、軽量、安価で取り扱い方法が簡便な小型深海カメラを開発するという目的のためには、次の条件を満足する必要があった。

- (1) カメラ本体のサイズは  $\phi 90\text{mm} \times 445\text{mm}$  (ただし、レンズ部は除く) のスペース内に納まること。
- (2) 撮影枚数は、通常のフィルムを使用した場合 250 枚以上、ベースの薄いフィルムを使用した場合は 400 枚以上とすること。
- (3) カメラへのフィルム装てんは、ワンタッチカートリッジ方式とし、明所で容易にフィルムの装てんが可能なこと。
- (4) カメラは、内蔵タイマおよび外部信号により駆動可能なものとし、スイッチング電流が極力少ないものであること。
- (5) タイマは、原発振に水晶発振子を用いた二つの機能 (プリセット、ドライブ) を持つデジタルタイマとし、適宜、容易に設定が可能なものとする。

(6) データチャンバーを内蔵し、フィルムの画面と画面の間に、撮影時の時、分、秒のデータが写し込めること。

(7) カメラ駆動用電源を内蔵し、その電源はパッケージ化されたものであり、カメラ本体から容易に取り外しができるものとし、かつ、その電源で連続 100 時間以上のオペレーションが可能であること。

(8) レンズは広角で、耐圧容器の窓を介して得られる画像に歪みや収差が少ないものであること。

(9) 現在市販されており、その入手が容易な部品を利用すること。

以上の条件から、レンズは、日本光学株式会社製の UW ニッコール 28mm, F 3.5 レンズを耐圧容器内に封入し易い形状に改造し、かつ、補正レンズを取り付けて用いることとした。また、シャッターは株式会社コパルの電磁シャッター EL-No.0, データチャンバーはミノルタカメラ株式会社のマルチファンクションバックを改造したもの、電源は単 2 型 Ni-cd 電池 10 本を直列でパッケージ化して使用することとした。そして、フィルタカートリッジの装てんおよび取り外しを簡略化し、トラブルの発生率を低下させるため、フィルムカートリッジにフィルム駆動機構を組み込み、カメラ本体とフィルムカートリッジは電気的コネクターのみを介して接続するようにした。さらに、フィルムカートリッジ内のデッドスペースに、フィルム駆動用モータを組み込むことによりカメラ本体の小型化を図った。耐圧容器の設計は、小型深海ストロボの試作の場合と同様に行い、サイズは  $\phi 134\text{mm}$  (最大)  $\times 580\text{mm}$  とした。写真 1 に小型深海カメラ本体と耐圧容器を、表 1 に小型深海カメラの仕様を示す。

## 3. 小型深海ストロボの改造

すでに、単 1 型アルカリ・マンガン乾電池 8 本を電源とした約 144 w/sec の光景で 250 回以上の発光が可能な小型深海ストロボを試作したが、使用状況により、発光回数が不足することがあった。また、前述の小型深海カメラの最大撮影枚数を 400 枚としたため、電源を変更することとした。電源が  $\phi 90 \times 200$  のスペースに納まり、12V DC が得られ、常温での発光回数が 500 回以上であり、

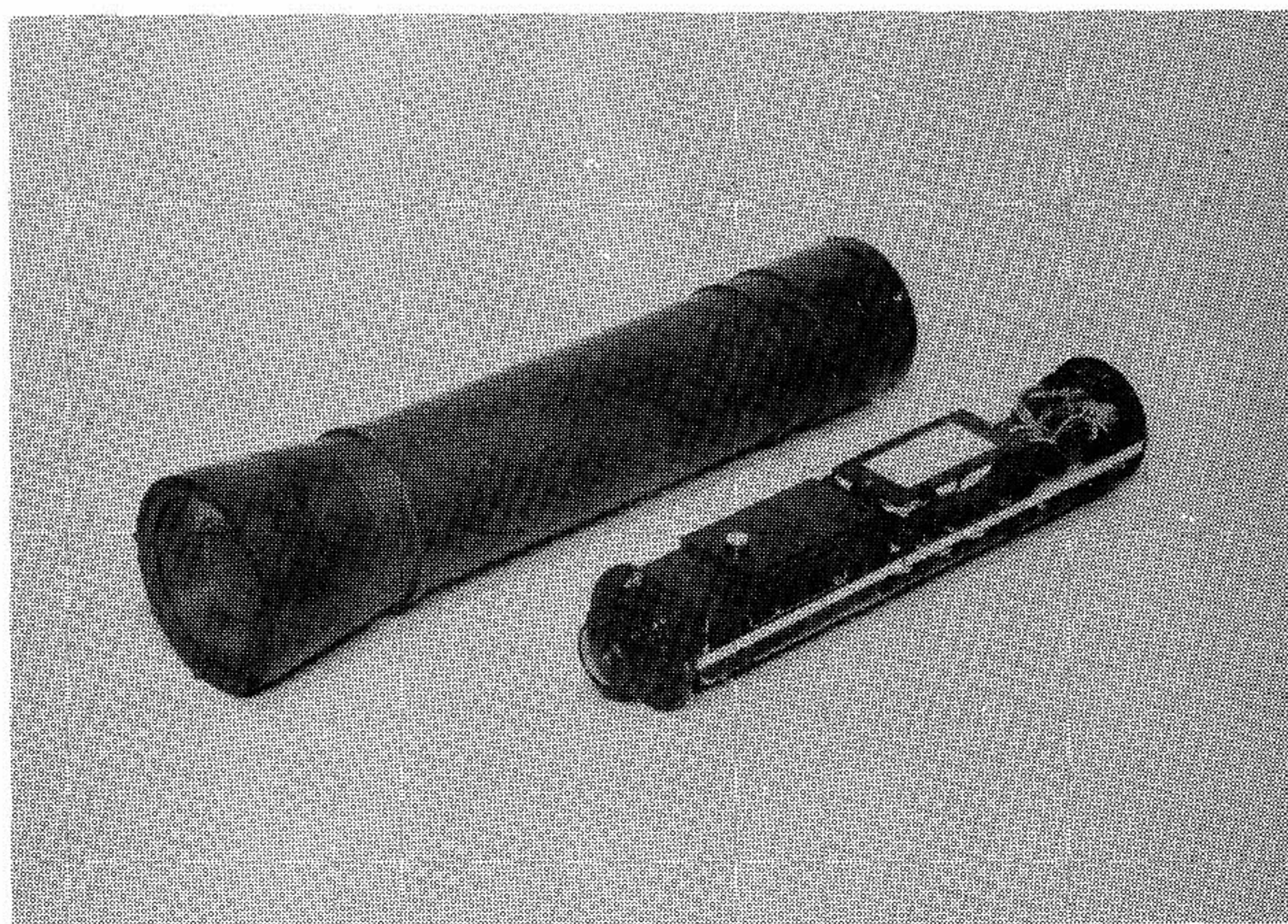


写真1 小型深海カメラ本体と耐圧容器  
Small-sized deep sea camera and housing

表1 小型深海カメラの仕様  
Specifications of the small-sized deep sea camera.

|              |                                                     |
|--------------|-----------------------------------------------------|
| DEPTH RATING | 700 kg/cm <sup>2</sup>                              |
| SIZE         | φ 134 ( MAX. ) × 580 mm                             |
| WEIGHT       | IN AIR      APPROX. 9 kg<br>IN WATER   APPROX. 4 kg |
| PHOTOGRAPHS  | 400 SHOTS ( MAX. )                                  |
| FILM LOADING | CARTRIDGE                                           |
| SHUTTER      | TIMER OR EXTERNAL TRIGGER                           |
| BATTERIES    | Ni - Cd BATTERIES ( 12 VDC )                        |
| DATA DISPLAY | HOURS, MINUTES, SECONDS                             |

かつ、オペレーションコストが安くなること等の条件にそって検討した結果、充電が可能で、1本の電池で6,000mAhの容量を持つ、松下電気産業株式会社のNR-F型Ni-cd電池10本を使用することとした。改造の結果、所期の目的を達成することができた。電源の改造により耐压容器のサイズは $\phi 134\text{ mm}$  (最大)  $\times 580\text{ mm}$  となり、改造後の小型深海ストロボの空中重量は約9kg、水中重量は約4kgとなった。写真2に改造後の小型深海ストロボ本体を示す。

#### 4. ポップ・アップ方式深海カメラシステム

今回試作したポップ・アップ方式深海カメラシステムは、小型深海カメラ、小型深海ストロボのほか、電磁切り離し装置<sup>3)</sup>、耐压ガラス球ブイ、位置表示用装置（ラジオビーコン、旗竿等）、切り捨て用重錘により構成される。図1にポップ・アップ方式深海カメラシステムを示す。使用した耐压ガラス球ブイは米国ORE社の製品であり、システムの回収を容易にするための先取り用として10インチ球1個、旗竿用として16インチ球1個、浮上用として16インチ球1個を使用している。ラジオビーコンは米国ORE社のST-206-100を使用した。また、カメラ、ストロボ取り付けフレームは、電磁切り離し装置と一体化したものを製作した。

ポップ・アップ方式深海カメラシステムは船上でカメラの焦点距離、絞り、撮影開始時刻、撮影間隔、切り離し装置の作動時間を予めセットしてから投入する。投入は、先取り用耐压ガラス球ブイから順次行い、最後に、カメラ、ストロボと重錘を同時に投入する。投入後システムは重錘により自由落下し、着底する。着底時におけるシステムの落下慣性力による沈み込みの距離を少なくするため、切り捨て用重錘は2段式にしてある。例えば水中重量で30kgと20kgの切り捨て用重錘を各1個使用した場合の落下速度は約1.25m/secとなる。海底とカメラとの距離は、2段目の重錘とカメラとの距離となるので、使用目的により適宜変更できる。写真撮影は、タイマにより開始され、終了するとあらかじめセットしておいた切り離し装置が作動し、重錘を切り離して上昇する。上昇速度は約1.1m/secである。システムが浮上する

とラジオビーコンが電波を発信し、その位置を表示する。そして、ラジオビーコンの方位を方向探知機が確認し、船を近づけてシステムの回収を行う。

#### 5. ポップ・アップ方式深海カメラシステムによる調査の例

昭和58年2月には、科学技術振興調整費による「海洋生物資源の生産能力と海洋環境に関する研究」の一環として、富山湾に生息する深海生物とその生息環境を潜水調査船「しんかい2000」で潜航調査するための予備的調査として、ポップ・アップ方式深海カメラシステムによる光学的調査を、以下に示す4海面で実施した。

|     |                                              |         |
|-----|----------------------------------------------|---------|
| A海面 | $36^{\circ}55.86'N \cdot 137^{\circ}14.65'E$ | 水深 967m |
| B海面 | $36^{\circ}53.38'N \cdot 137^{\circ}11.39'E$ | 水深 713m |
| C海面 | $36^{\circ}52.23'N \cdot 137^{\circ}19.05'E$ | 水深 846m |
| D海面 | $36^{\circ}52.72'N \cdot 137^{\circ}22.70'E$ | 水深 553m |

図2に、各海面の位置を示す。

写真撮影は、切り捨て用重錘に餌（鯖）を取り付け、その餌に蟄集する深海生物を1分間隔で連続約3時間づつ行った。また、各海面では表層で撮影を開始すると同時にシステムを自由落下させ、各水深における水中懸濁物の状態も併せて撮影記録するようにした。A、C海面で使用したフィルムは白黒フィルム（フジサーベランスフィルム、ASA 400）、B、D海面ではカラーフィルム（フジクロームHR 400、ASA 400）を使用した。

今回の調査で確認された表在性のメガロベントスは、ベニズワイガニ *Chionoecetes japonicus* RATHBUN、ホッコクアカエビ *Pandalus borealis* KRØYER、ノロゲンゲ *Allolepis hollandi* JORDAN et HUBBS、ゲンゲの一種 *Zoarcidae* gen. sp.、クサウオの一種 *Liparidae* gen. sp.、スナイトマキ *Ctenodiscus crispatus* (RETZIUS) の6種であった。写真からは、実際に餌を食べている深海生物はベニズワイガニだけであり、他の甲殻類、魚類等が餌をつついていてる状態も、その形跡も確認できない。A、B、D海面で撮影された表在性メ

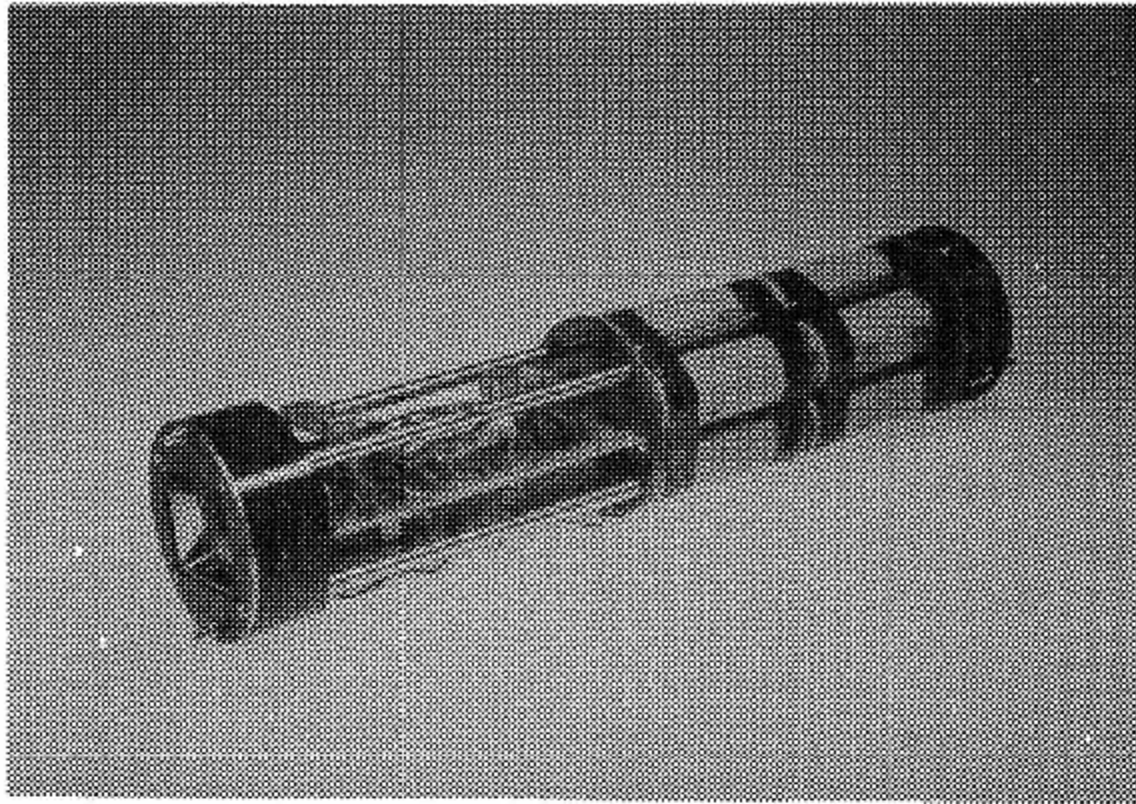
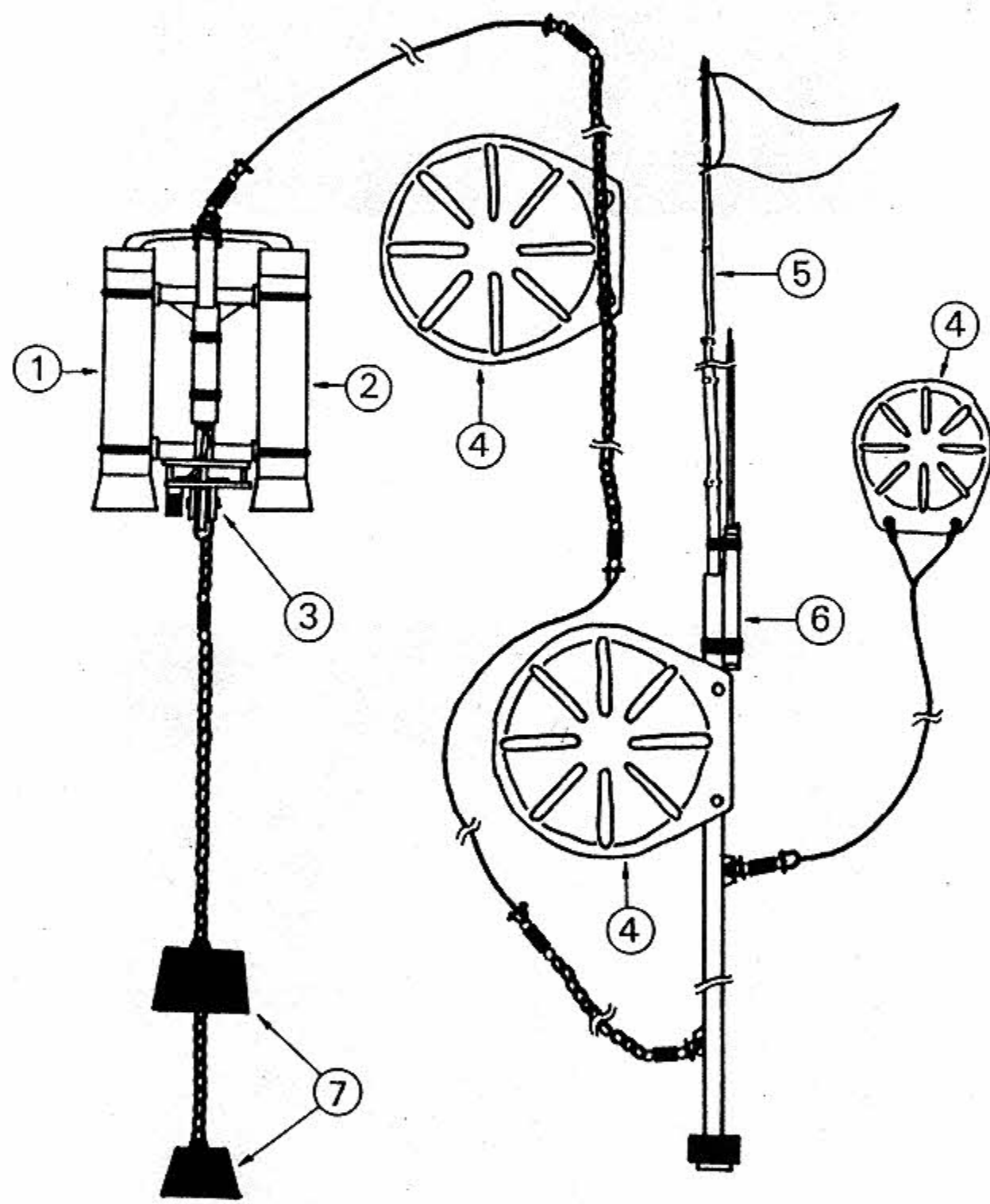


写真2 改造後の小型深海ストロボ  
Remodelled small-sized deep sea strobe



1; Camera 2; Strobe 3; Release 4; Buoy  
5; Flag rod 6; Radio beacon 7; Weight

図1 ポップ・アップ方式深海カメラシステム  
Illustration of a pop-up deep sea camera system

ガロベントスは少なく、1枚の写真に撮影された表在性メガロベントスは7個体以下であったが、C海面では、ベニズワイガニの個体数が多く51個体が確認された。C海面におけるベニズワイガニは、着底6分後に最初の個体が出現し、徐々にその個体数は増加している。着底1時間後までは、

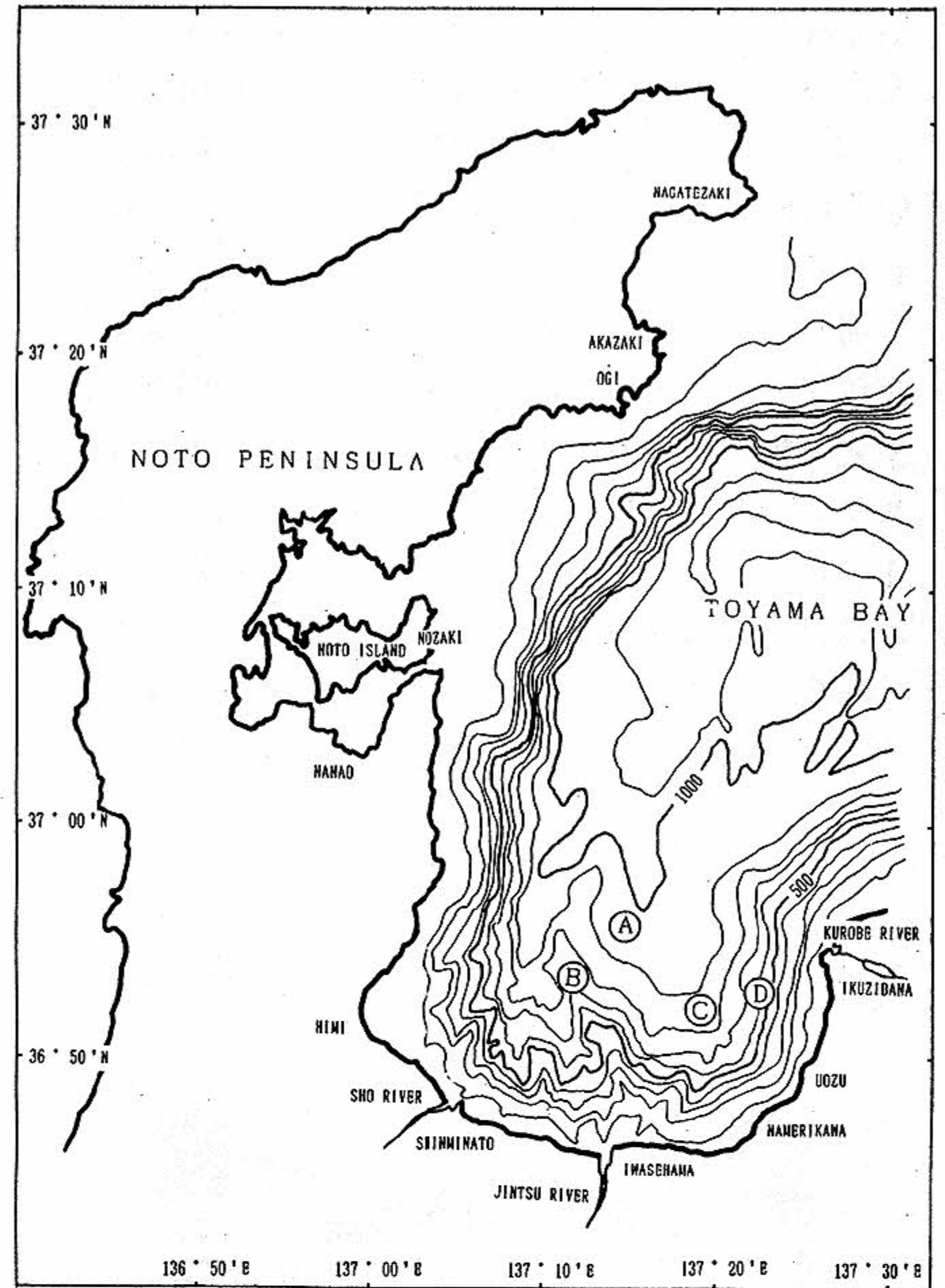


図2 調査海面  
Locations of photographic stations

1枚の写真に出現するベニズワイガニは20個体以下であるが、それ以降増加率はやや大きくなり、着底2時間24分後には51個体が計数された。写真は着底2時間46分後のものが最後であるが、さらにベニズワイガニは増加して行く傾向にあった。ベニズワイガニはカゴ網により漁獲されるが、この種の調査を繰り返せば、カゴ網の適正設置期間の推定が可能となるであろう。A, B, D海面におけるベニズワイガニは甲幅60-70mmの雌ガニのみであり、雄ガニは確認できなかった。またC海面では、甲幅約90mmと約140mmの雄ガニが認められたが、ほかは全て雌ガニであった。ホッコクアカエビはD海面でのみ認められた。通常は水深150-300mの海域から漁獲されており、水深500m以深では少ないようである。

また、今回の調査では約75mごとに水中懸濁物の状態が撮影記録されているが、少なくとも、冬

期のA～D海面に関しては顕著な差異はないようである。一般的に表層における水中懸濁物は少ないが、水深が深くなるにつれて、徐々に増加していく傾向にあり、海底付近で最大となるように思われる。

海底の状態は、浮泥状沈澱物の比較的少ない黄褐色または緑褐色の泥質であり、小さな凹凸と、巣穴と推定される小穴が散在している。カメラシステムの着底時に巻き上げられた浮泥状沈澱物は、1分以内に写真画面から消えていることから、海底には微弱な流れがあると推定される。

写真3～写真5にポップ・アップ方式深海カメラシステムで撮影した写真を示す。

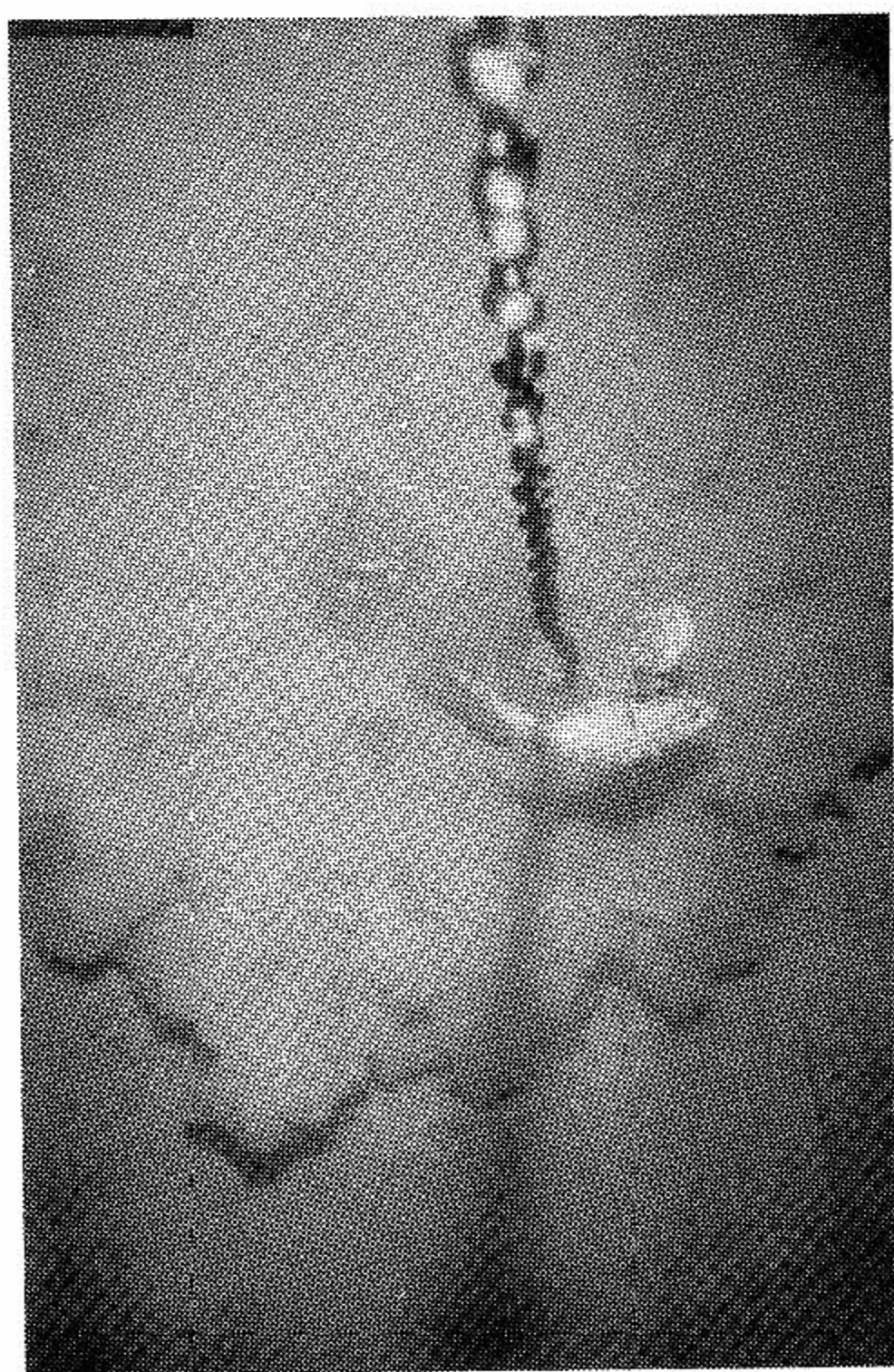


写真3 着底直後  
(浮泥状沈澱物は比較的少ない)  
Just after reached bottom  
(a little soft sediment)

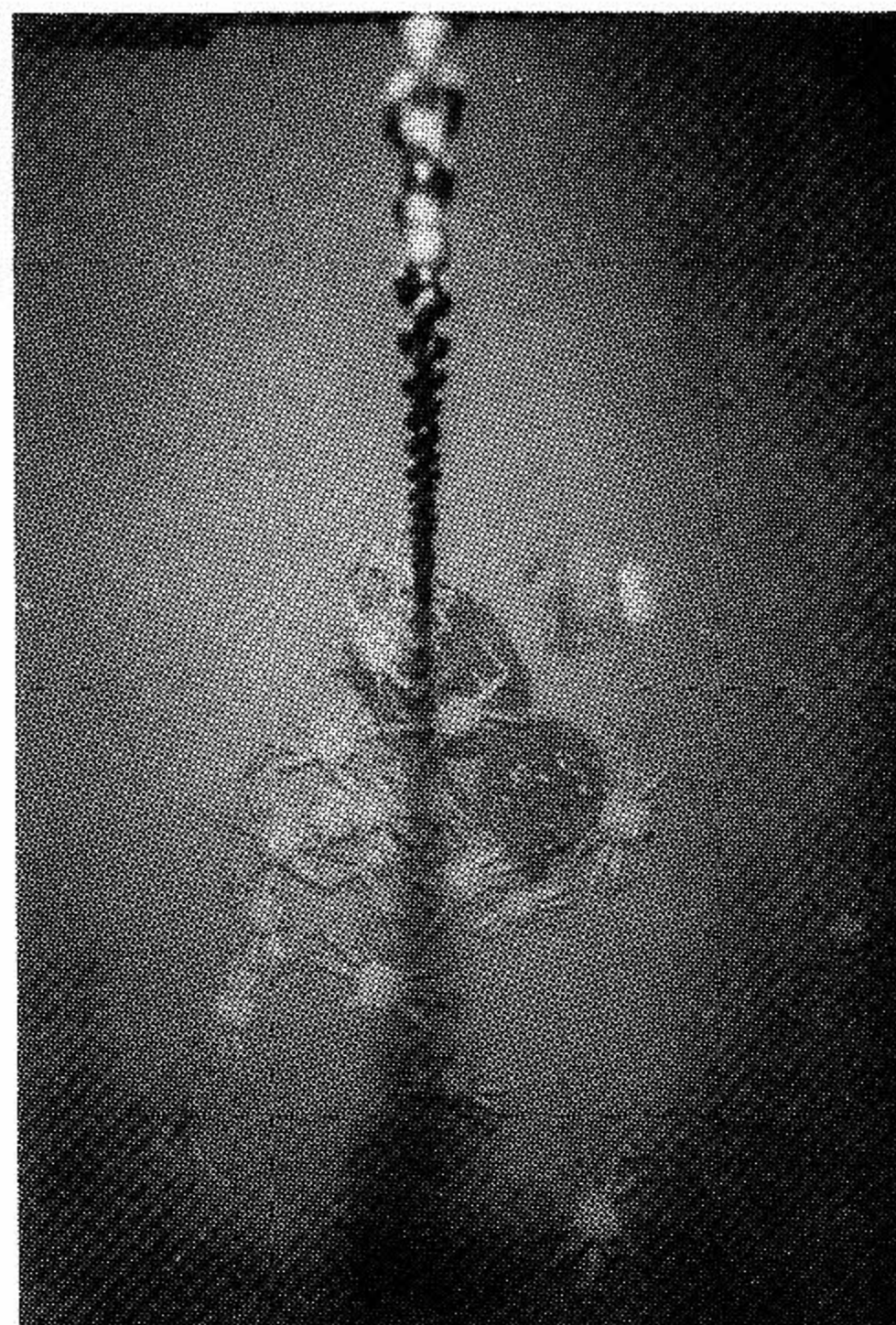


写真4 着底1時間後  
(雌のベニズワイガニが20個体  
計数される)  
After one hour reached bottom  
(*Chionoecetes japonicus*. ♀×20)

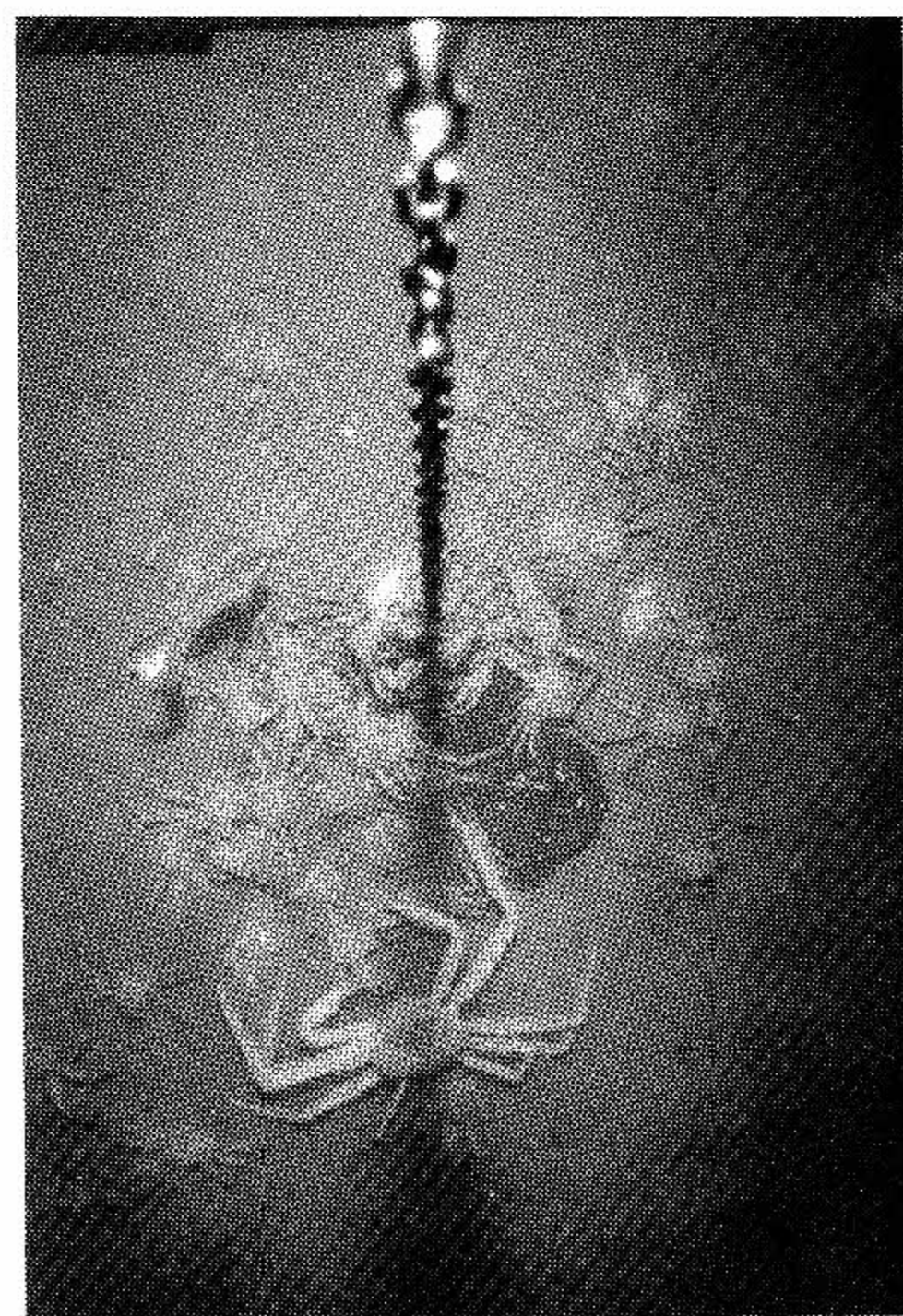


写真5 着底2時間24分後  
(51個体のベニズワイガニと1個体のクサウオの1種が認められる)  
(*Chionoecetes japonicus* ×51  
Liparidae gen. sp. ×1)

## 6. おわりに

富山湾調査の例からも、ポップ・アップ方式深海カメラシステムは実用的なシステムとして使用できることが確認された。このシステムは、深海底の情報を手軽に得ることができ、ボトムコンタクトスイッチ、着底切り離し装置等を利用し、フレーム等に若干の改造を加えることにより、ワンショットカメラとしても使用することができる。それ故、深海生物に関する調査に限らず、深海鉱物資源、深海の地形、地質等に関する予備的な調査の一手段として、特に有効であると思われる。

また、小型深海カメラ、小型深海ストロボは、水深7,000mまで使用することができ、小型、軽量で取り扱い方法も簡便なため、各種無人調査機、有人潜水船用の機器として多くの分野で使用されることを期待したい。

今後、適宜改良を進めて行く予定である。

## 文 献

- 1) 服部陸男ほか, 1977, “耐圧ガラス球を用いた深海カメラシステムの試作について”, JAMSTECTR(1), 26-31
- 2) 橋本惇ほか, 1979, “フリーフォール方式耐圧ガラス球入り深海カメラシステム”, JAMSTECTR(3), 24-28
- 3) 橋本惇ほか, 1982, “小型深海ストロボの試作”, JAMSTECTR(9), 61-66
- 4) HASHIMOTO, J., 1983, “Sea Trial of Small-sized Deep Sea Camera System”, Preliminary reports of the Hakuho maru Cruise KH 82-4, 208-209
- 5) 橋本惇, 堀田宏, 1984, “深海調査機器用電磁切り離し装置の試作”, JAMSTECTR(12), 33-38