

造成漁場における底曳網による適正生産技術の研究

水産工学研究所 漁業生産工学部
井上喜洋・渡部俊広・松下吉樹

1. はじめに

人工魚礁設置水域は資源育成の場であるとともに、沿岸域における漁業生産の場として有効に利用されることが望ましい。幼稚子魚の保護育成を図り、成魚に関しては漁獲を行える人工魚礁漁場を造成することは、わが国固有の水域である沿岸海域について積極的な活用を図るうえで重要である。本調査は人工魚礁設置水域を底曳網漁場として利用し、成魚を有効に漁獲するために、漁獲機構に関連する人工礁の構造、配置等を検討するとともに、人工礁群の中を操業可能でありかつ、人工礁群で生育する幼稚子魚を保護できる選択的な底曳網漁法の開発を行うことを目的とした。

2. 調査方法

2-1. 調査海域

調査は1990年1月、1991年1月および11月に大分県国見町竹田津沖合いの人工魚礁設置海域において行われた。本海域は距岸約10Km、水深28mの砂質の平坦な海底で、沿岸域で稚子期を過ごしたカレイ類、ガザミ、エビ類が水深の深い海域に移動する通過点とされている。設置されている魚礁は平成元年度特定地域沿岸漁場開発調査の一環で実験礁として1989年9月に沈設された。若築建設製梯型魚礁9基、旭化成製ATII型魚礁6基、中山製作所製スリ-スター-7魚礁6基の3種類の構造物がほぼ同規模で魚礁群として沈設されており、それぞれ親魚、稚魚の保護育成を図る機能を持つ、小型底曳網漁業の操業が可能である、破損、埋没、および洗掘の恐れが少ないこと、沿岸漁場整備開発事業構造物設計指針に基づくこと、等を考慮して設計されている。調査海域および各人工礁の形状を図1に示す。

人工礁の規模、配置を確認し、操業試験を効率的に行うために実験礁設置

海域においてサイドスキャンソナーによる海底調査を実施した。調査船よりサイドスキャンソナー曳航体を約2ノットで曳航し、実験礁の沈設後の配置を調査するとともにロランCによって各魚礁の沈設位置を記録した。魚礁は潜水士によって確認され、魚類の蟻集状態等についてビデオ撮影を行った。

2-2. 漁場調査および操業試験

操業はサイドスキャンソナーにより確認された魚礁群の中にサンドバックを錨としてブイを係留し、それを目印として構造物の上を通過するように小型底曳網を曳網した。曳網は各構造物について1~2ノットの船速で行い、目印のブイ

通過後、揚網をして漁獲物の測定、漁具の破損等を確認した。また、曳網の際にはワープに動歪計を取り付け、ワープにかかる張力を測定してその変化より漁具の抵抗および挙動を検討した。調査船の航跡を図2に示した。

使用した漁船は瀬戸内海西部海域で操業を行っている第2種小型底曳網漁船(4.9ト, 15ps)である。この海域で使用されている漁具は漁業者個人または中小の漁具会社により作成され、個々に微妙に構造が違いうえに設計図を持たないものも多い。実操業に使用する第2種小型底曳網の構造を把握するために聞き取り調査および漁具の構造調査を行い、標準的な漁具構造および設計図の

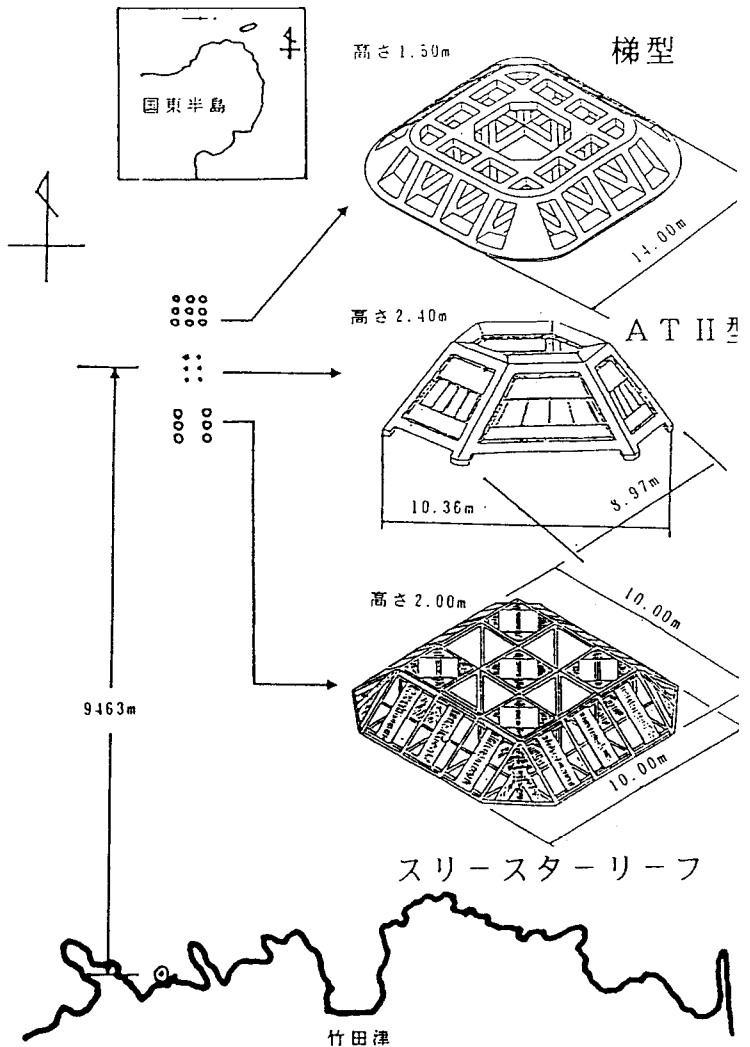


図1. 調査海域および人工礁の形状

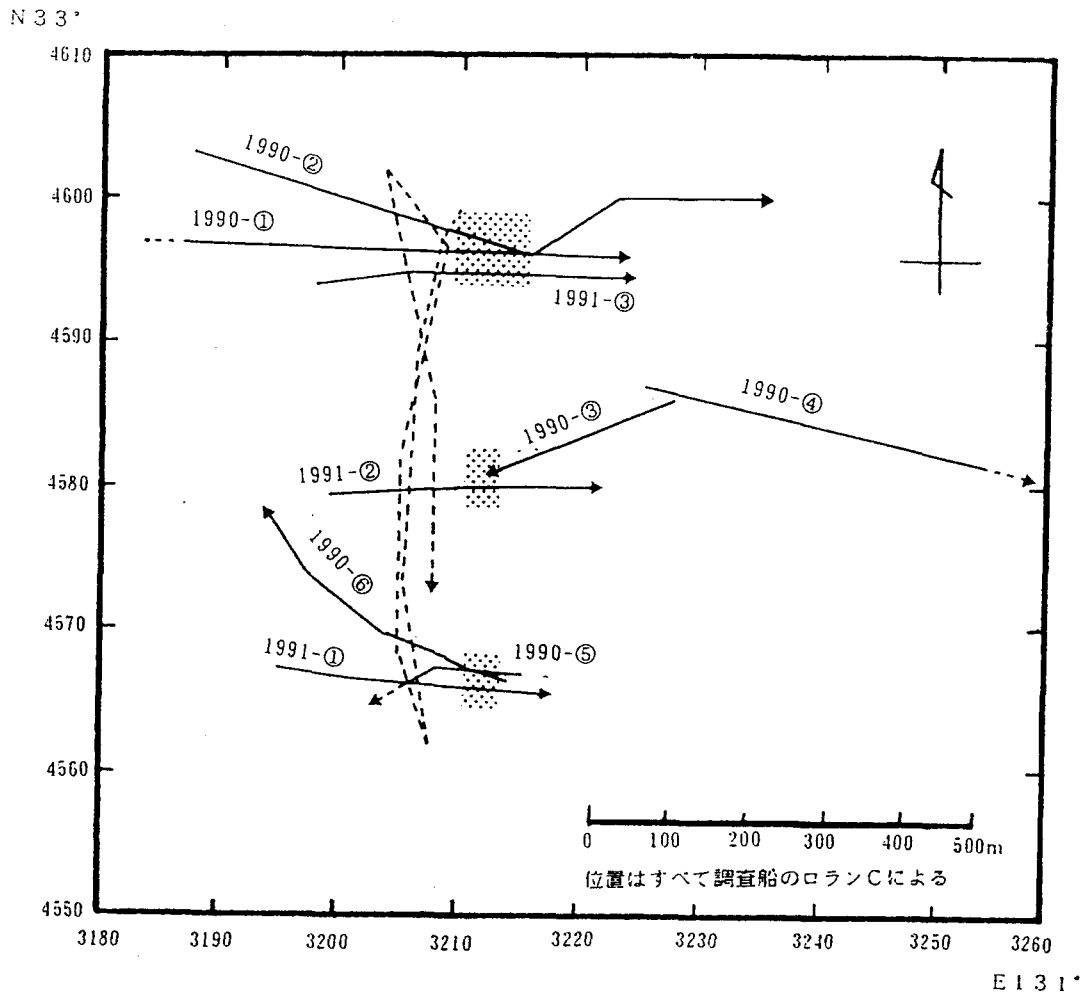


図 2. 調査船の航跡

実線矢印は底曳網、点線矢印はサイドスキャンソナー

作成を行った（図 3）。本海域で使用されている漁具で特徴的な点は、主な漁獲対象である小型エビ類の逃避を減少させるためにヘッドロープ部を袖先近くまで延長し、グランドロープで威嚇されたエビ類が飛び上がっても天井網が退路を防ぎ、袋網まで誘導する構造となっている。また、着底生物対象であるために網高さが大きくなるようには設計されておらず、浮子配置も少ない。グランドロープ直後のベレー網部は軟泥の底質に対応して泥抜けが良くなるように海底に対してある程度の角度が保てるように設計されていた。

試験操業では通常両舷より 2 ヶ統の網を曳網するが漁具抵抗、曳網速度の測定等、調査の便宜上 1 ヶ統のみを用いた。

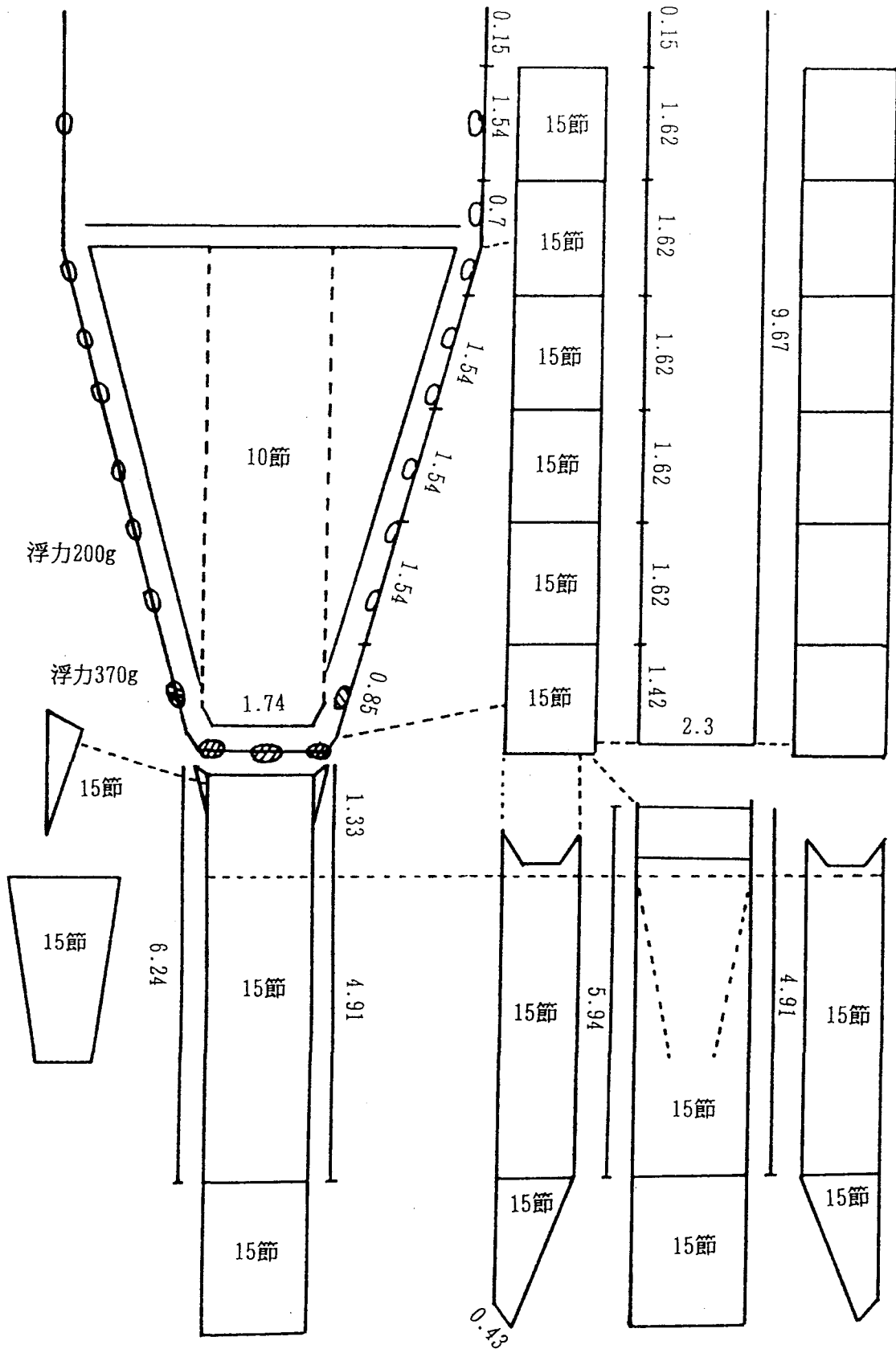


図3 大分県長洲地区標準網
(長さの単位はm)

2-3. 水槽実験

漁具構造の改良点を明らかにするために、人工礁および通常漁具の1/10スケール模型を作成し、曳航水槽に配置した後に曳網実験を行った。実験はすべてビデオカメラにより記録し、漁具の人工礁の乗り越え過程、漁具の挙動の把握を行った。

2-4. 漁具の改良と操業試験

以上の操業試験による漁具破損状況、漁獲物のサイズ、水槽実験による漁具の挙動の結果を考慮して、人工礁設置域で操業可能な改良型小型底曳網漁具の設計、試作を行った。試作した漁具は図2に示したように1991年11月に2-2.と同様の操業試験を行い、通常漁具との比較を行った。

3. 結果および考察

3-1. 漁場調査および操業試験

潜水士による水中観察では透明度が1 m以下と悪条件であったため、沖側の梯型人工礁1基のみについて撮影だけを行った。人工礁は沈設後半年と間もないこともあり、付着物はほとんど観察されず、蟄集している魚類はアイナメ、ウスバハギが各1匹観察されたにすぎなかった。各人工礁を横断した6回の操業による漁獲物を表1に示す。

漁具の挙動については漁具が人工礁上を乗り越えるときに曳網にかかる張力が増加すると考え、張力より各人工礁の底曳網の操業性を検討した。操業毎の張力の変化を図4に示した。操業は漁船の操舵性を向上させるために曳網に補助ロープを取り付けを行った。そのため、動歪計に全張力がかからない場合がある。通常状態の操業で曳網にかかる全張力は175~242Kg程度で、風、潮流から曳網コースを保つための回頭、減速時に張力は減少し、増速、漁具の着底時に増加した。沖側の人工礁上を曳網したとき、張力は明らかに増加し最大で通常の2倍に近い392Kgの張力がかかる場合がみられたが、揚網後漁具に損害はなかった。定格15psで曳網時の推進係数を0.2、機関負荷100%、曳網速度0.5m/secと仮定した場合、曳網可能な漁具抵抗(R)は

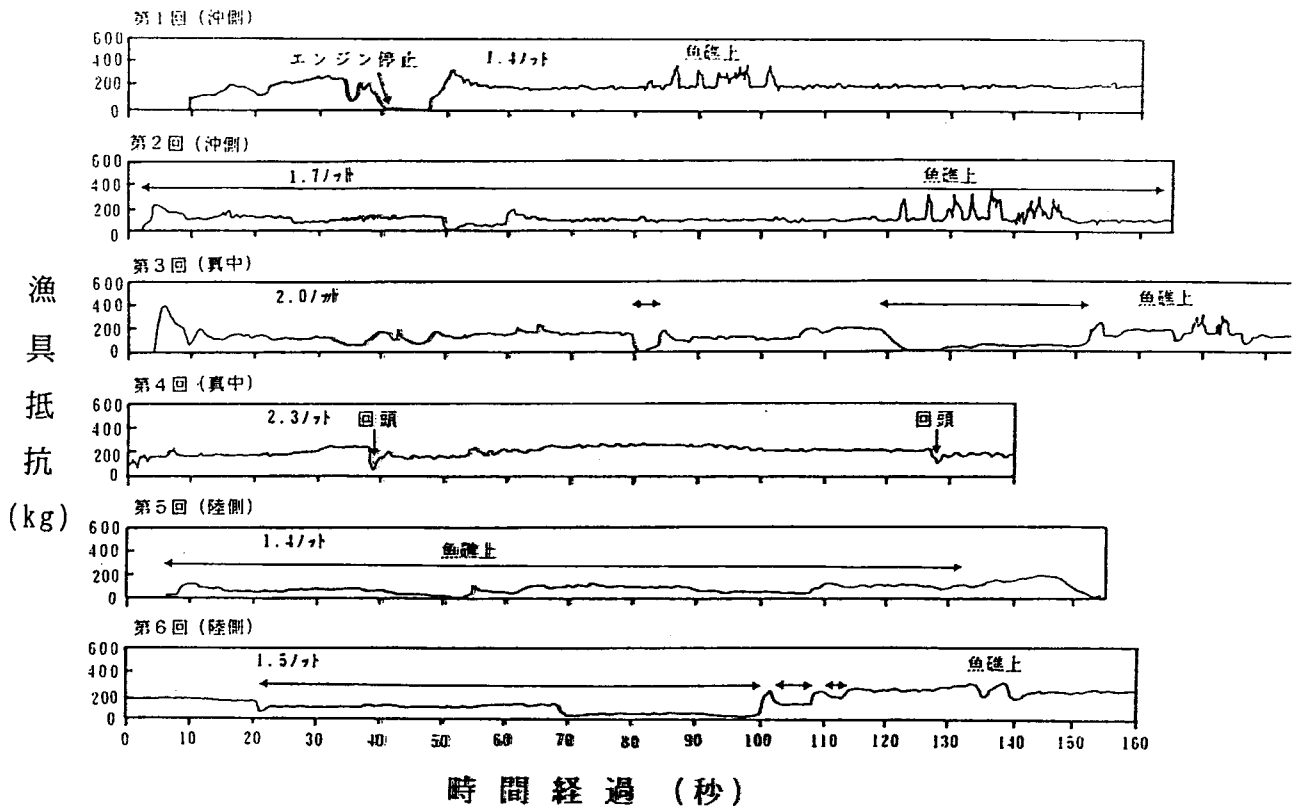
$$R = (15 \times 100\% \times 0.2 \times 75) / 0.5$$

で求められ、 $R = 450 \text{ kg}$ の値が得られる。この値は測定された漁具抵抗の最大値を上回るので、1ヶ統の漁具であれば十分乗り越えることが可能である。しかし、通常の2ヶ統曳網の場合では、両方の漁具が同時に人工礁上を乗り越

えようとした場合、曳網できなくなる可能性があるため、人工礁間の距離を最低でもビーム幅以上にしておく必要があるだろう。中央のA T型人工礁についても人工礁上を漁具が通過するときに張力の増加がみられた。漁具については網口ヘッドロープ付近で破網がみられ、漁具の天井網付近が人工礁に引っかかることが推定された。陸側のスターリフ人工礁では補助ロープにかかる張力が大きいために測定結果は低いものとなっている。しかし、人工礁上を曳網時の張力の増加はみられ、漁具が人工礁上を通過したことを明らかにしている。3回目の操業によって破網した箇所は5, 6回目の操業によってさらに破網しており、漁具の天井網付近が人工礁に接触していると考えられる。

表1. 通常漁具操業試験による漁獲物 (尾)

魚種／操業No.	1	2	3	4	5	6
ヒイラギ					52	90
メゴチ		49	8		64	32
アカサビラマ		2	3		5	8
ピイカ			8		2	22
アカエビ	17	77	54		129	54
シャコ		12	20		60	47
ヒトデ類	2	14	2		23	21
その他	3	10	8		9	20



←→部はセンサーに全張力がかかっていないことを示す

図4. 各操業における漁具抵抗の変化

3-2. 水槽実験

模型漁具の各人工礁の乗り越え過程は写真1-1~4に示すようにワープ通過後、最初にビームが接触し、ついでヘッドロープ、天井網地、グランドロープ、ベレー部網地の順で人工礁に接触していくことが観察された。このなかでビーム、ヘッドロープ、グランドロープについては当初より力がかかるように設計されているため、完全にひっかからない限りそれほど大きな問題にはならない。また、ベレー網地は常に海底と接触するので太い網糸が使用されている。これに対して天井網部は接触することを前提に設計されていないため、人工礁との接触で容易に破網する可能性がある。試験操業における破網原因はこのためであると考えられる。この乗り越え過程は写真2-1~3で示す通り、3種類の人工礁について共通であった。

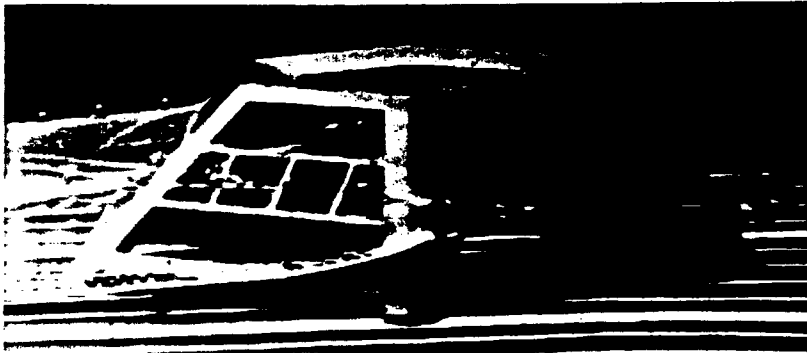


写真 1-1~4. 漁具の人工礁を乗り越える過程

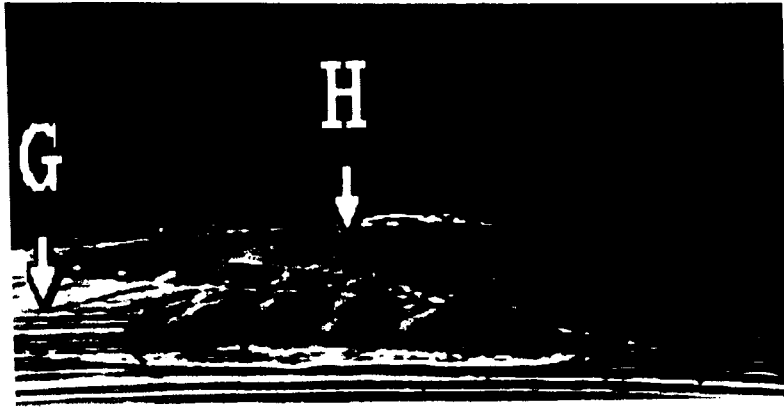


写真 2-1. 梯型魚礁上を曳網される漁具
(Hはヘッドロープ、Gはグラウンドロープの位置を示す)

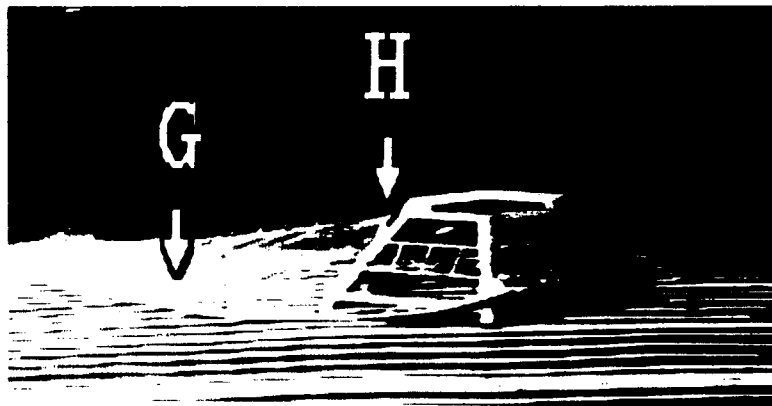


写真 2-2. A T II型魚礁上を曳網される漁具
(Hはヘッドロープ、Gはグラウンドロープの位置を示す)

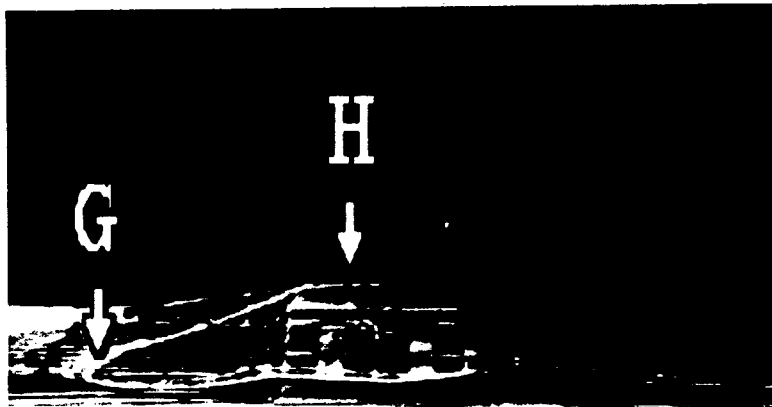


写真 2-3. スリースターリーフ型魚礁上を曳網される漁具
(Hはヘッドロープ、Gはグラウンドロープの位置を示す)

3-3. 漁具の改良と操業試験

操業試験、水槽実験の結果より漁具の改良には最初に人工礁と接触する漁具の部分をこれまでのヘッドロープからグラントロープに変え、天井網地を人工礁に接触させないようにする必要性が明らかになった。このためには、ヘッドロープを後方に下げること、ヘッドロープ部に浮子を増やし、袖網幅を大きくすることにより網高さを大きくすることが必要であると考えられた。ヘッドロープを後方に下げることにより威嚇されたエビ類の退路に天井網は無くなるが、網高さを大きくしたことによりカバーできると考えた。また、人工礁と最初に接触するグラントロープには摩擦をできるだけ小さくするために、古網巻きグラントロープから小型ゴムボビンへと変更した。網目は網目のサイズ選択性能、漁具抵抗を考慮して、袋網以外は通常の漁具に比べて大きな目合を採用した。さらにベレー部には泥抜けを良くするために角目構造の網を配置した。また、作業性を向上させるために袋網にはクォーターロープを取り付け、揚網の際にはこのロープにより袋網だけを船上に上げて漁獲、選別作業を行えるようにした。

以上の構想で漁具を作成し、試験操業を行った。改良漁具は取扱いの便宜上、ビーム長6 m（通常漁具の2/3の長さ）で作成した。改良漁具の設計図を図5に示す。

試験操業は漁具抵抗の測定と平行して各人工礁群に対して1回ずつ計3回実施した。漁獲物を表2に示す。調査年度、季節が通常漁具の試験操業と異なり、漁具も異なるため、漁獲物の直接的な比較はできないが、沈設後約半年の時と比較して漁獲される生物の種類が増加していることが認められる。また、特徴的であるのはマアジ、カワハギ等の遊泳魚類が漁獲されていることが挙げられる。これは網口高さが高くなったことによると考えられる。

表2. 改良漁具操業試験による漁獲物 (尾)

魚種／操業N o.	1	2	3
エイ類	1		5
マエソ	3	6	4
アナゴ	1	7	4
マアジ	1		6
ヒイラギ	4	10	3
テソクダイ	18	35	31
イシモチ	5	4	17
メゴチ	1		2
トビキハゼ	1	2	3
アカハゼ	4	8	9
タマガソウウビラメ	8	10	11
メイガレイ	3	14	13
アソウウビラメ	15	13	20
カワハギ	2		3
その他魚類	1	2	5
ナガダコ	2	5	4
コウイカ	1		1
ミミイカ	2		2
その他イカ類	27	54	42
サルエビ	8	55	180
トラエビ	11	18	42
アカエビ	26	40	70
シャコ	80	134	59
その他甲殻類	1	2	7

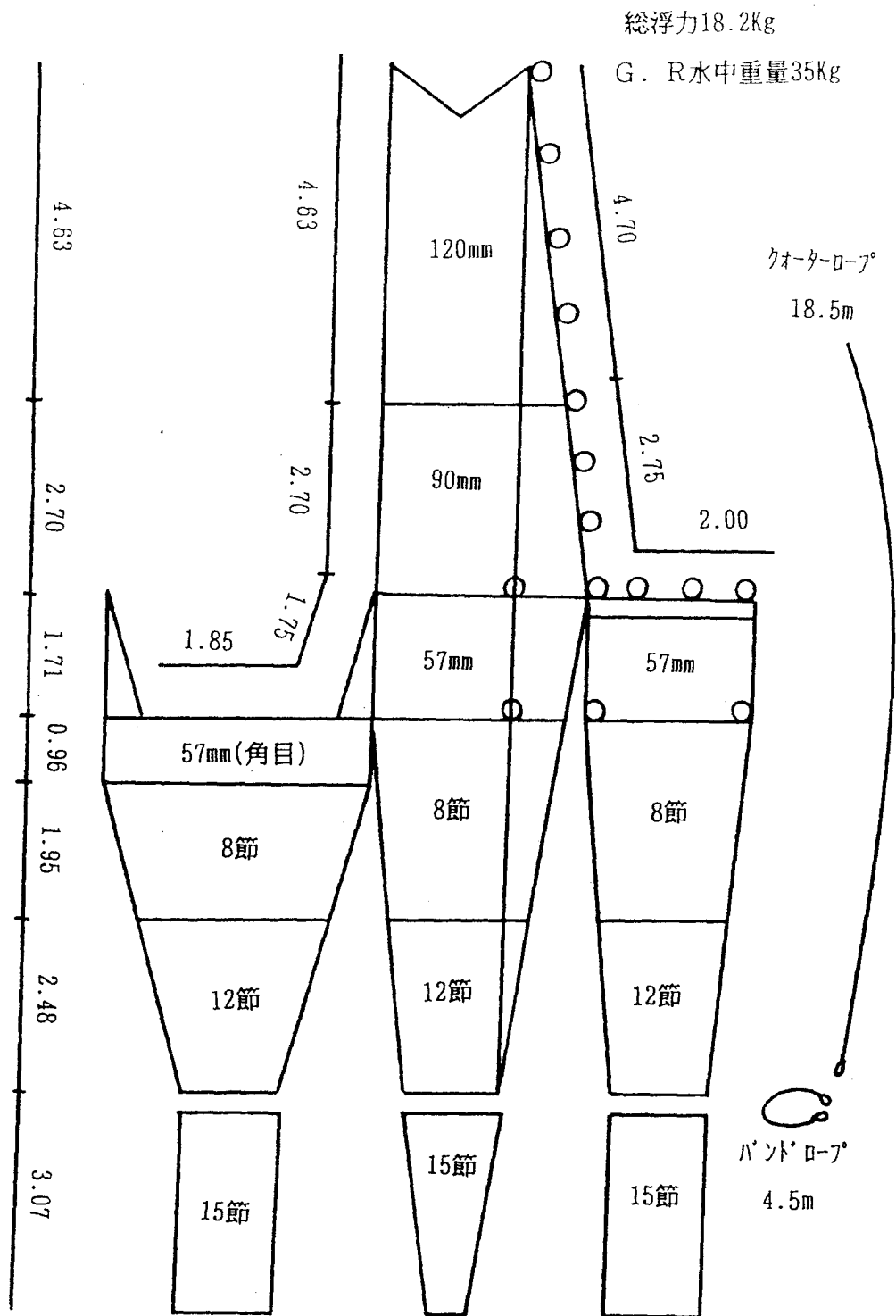


図5 改良型底曳網
(長さの単位はm)

漁具の水中抵抗の測定は改良漁具が通常漁具に比べて小さいため、船速が速くなり、曳網速度1.8~3.2ノット、ワープ長120mの条件で実施された。漁具の抵抗は図6に示すように135~370kgの範囲で変化し、漁具が人工礁上を通過していると推定される地点では通常の2倍に近い420kgの抵抗が記録された。この値は通常漁具で得られた結果とほとんど変わらない。従って、

$$\text{抵抗の一般式 } R = 1 / 2 \cdot \rho \cdot C_D \cdot S \cdot V^2$$

(ρ :水の密度、 C_D :抵抗係数、 S :網の投影面積、 V :曳網速度)より、通常のビーム幅(9m)に合うよう改良型漁具を大型化した場合にも $V = 1.5 \sim 2.6$ ノットで曳網可能である。また、3回の操業で破網は認められず、ヘッドロープにも接触した痕跡は認められなかったことより、当初の構想を満足させていると考えられた。

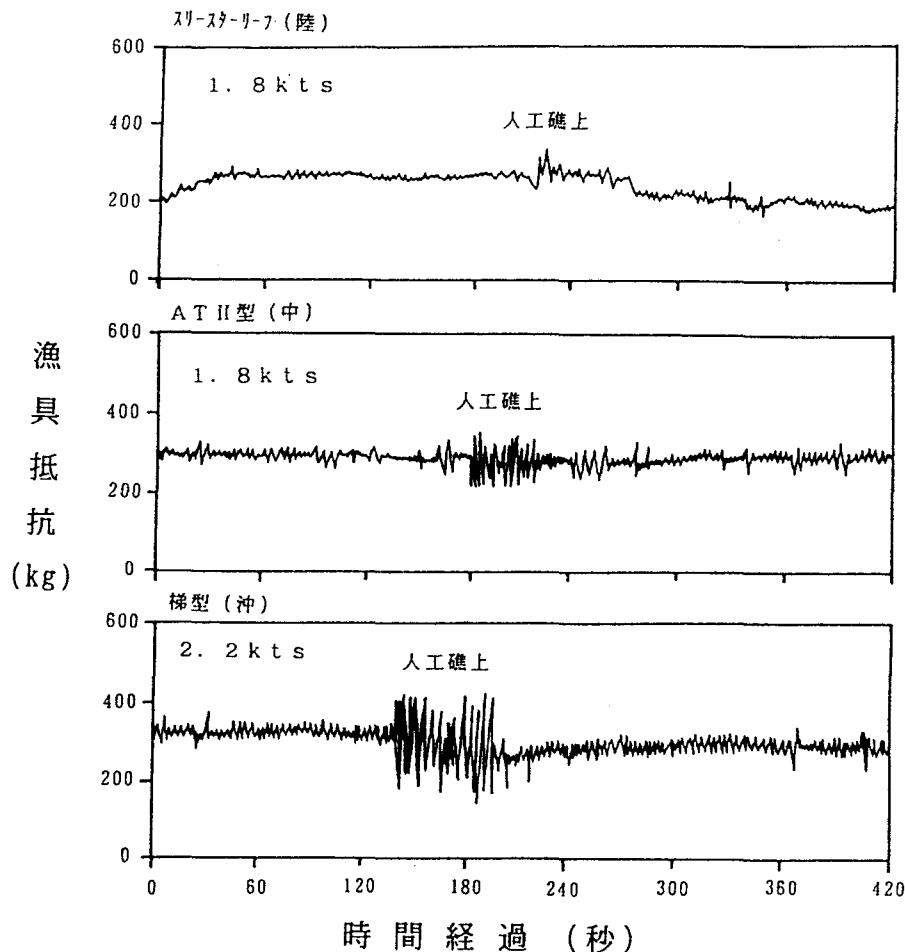


図6. 改良漁具による各操業における漁具抵抗の変化

4. 今後の問題点

本研究では実験礁群において操業可能な底曳網漁法の開発を目的として、漁具を改良することにより一応の成果を得た。瀬戸内海の小型底曳網漁法に資源保護的な要素を持たせるための網目の選択性の研究は東海らにより行われており、小型魚類の投棄にまで言及されている。しかし、主な漁獲対象が小型エビ類であるため、小型魚類の分離は完全には行うことができない。今後の課題として選択漁具の開発のための種による漁具に対する行動等の違いの研究が必要であろう。

5. 参考文献

- 1) (社) 全国沿岸漁業振興開発協会(1983)：沿岸漁場整備開発事業人工
魚礁漁場造成計画指針 昭和61年度版
- 2) 和田光太(1973)：実用トロール漁法，成山堂書店
- 3) 不破 茂(1981)：張力記録からみた二そう曳網の動態について。
鹿大水紀要，30，47-55
- 4) Tadashi Tokai *et al.*(1990)：Mesh Selectivity of a Shrimp Trawl for
Southern Rough Shrimp *Trachypenaeus curvirostris*
and Mantis Shrimp *Oratosquilla oratoria*
Nippon Suisan Gakkaishi, 56(8), 1231-1237
- 5) 東海 正 他(1989)：小型底びき網（手繰第2種，エビ漕ぎ網）のカレイ
類に対する網目選択性．南西水研報，22，35-46