

深海生物採集用大型桁網 (Beni-Zuwai 1号) の開発

廣瀬太郎^{*1}・養松郁子^{*1}・白井 滋^{*1}・南 卓志^{*1a}・丹生孝道^{*2}

Development of a large-sized dredge 'Beni-Zuwai Type 1' for deep sea bottom sampling

Taro HIROSE^{*1}, Ikuko YOSHO^{*1}, Shigeru SHIRAI^{*1}, Takashi MINAMI^{*1a}, and Kodo NIU^{*2}

Abstract A large-sized dredge 'Beni-Zuwai Type 1 (BZ-1)' was designed for sampling mainly in sea bottom deeper than 1000m. The width and height of the BZ-1 were 8.2 and 1m, respectively. Its weight was 1150kg (890kg in water). Sea trial was conducted at a depth of 500-2000m. The BZ-1 was towed at the speed of 2 knots for 15 minutes with a single warp which was shorter than that required for an otter trawl. For example, for trawling at 2000m depth the warp length and the total operating time was 2720m and about 2 hours, respectively. The catch ability of the BZ-1 was compared with that of an otter trawl. The BZ-1 collected large individuals of many species as well as the otter trawl, and small individuals which were not caught by the otter trawl. Catch number and weight per swept area of the BZ-1 were more than those of the otter trawl. From these results, the BZ-1 was an effective sampling gear in deep sea.

Key Word : deep sea, sampling gear, dredge, Beni-zuwai crab *Chionoecetes japonicus*

底棲性の魚類や大型甲殻類の採集調査には、オッタートロール網などの曳航式採集器具や、籠網などの設置型採集器具が用いられる。しかし、水深が深くなればなるほど、オッタートロールではより長いワープが必要となり、籠網では設置に要する綱が長くなるなどの理由で、調査可能な船舶が制限されるといったことが問題となる。

日本海のベニズワイ *Chionoecetes japonicus* は水深1000~2000mを中心に水深500~2700mに分布し(富山水試ら, 1986), 日本海では最も深い所に生息する漁獲対象種である。本州沖の日本海では年間1万トン以上が水揚げされているが、年々漁獲量が減少しているため、資源状態の悪化が懸念され(養松, 2004),

資源状態の正確な把握と適切な資源管理が求められている。ベニズワイは「指定漁業の許可及び取り締まり等に関する省令」により、籠網による甲幅90mmを超える雄の漁獲のみが許可されている。また、籠網の構造上、小型個体や雌ガニは漁獲されないため、市場調査から小型個体や雌の生息状況を把握することはできない。また、ベニズワイは深海に生息しているため、かけまわしやオッタートロールなど従来の曳網漁具で採集することが難しく、これまで分布生態に関する十分な調査が行われてこなかった。

そこで、日本海におけるベニズワイの分布調査のために、2000m程度の深海においても、オッタートロールよりも短いワープ長で安定した曳網ができ、しか

2006年3月8日受理 (Received on march, 8, 2006)

^{*1} 日本海区水産研究所 〒951-8121 新潟県新潟市水道町1-5939-22 (Japan Sea National Fisheries Research Institute, 1-5939-22 Suido, Niigata, Niigata, 951-8121, Japan)

^{*2} 兵庫県立香住高校 〒669-6563 兵庫県城崎郡香美町香住区矢田40-1 (Hyogo Prefectural Kasumi Senior High School, 40-1 Yada Kasumi, Kami, Kinokawa, Hyogo, 669-6563, Japan)

^{*1a} 現住所: 東北大学大学院 〒981-8555 宮城県仙台市青葉区雨宮町堤通 1-1 (Graduate school of Tohoku University, 1-1 Tsutsumidori Amemiya, Aoba, Sendai, miyagi, 981-8555, Japan)

も分布調査として必要な採集量を確保できる採集器具を目指し、大型桁網を開発した。まず試作型の作製と曳網テストを経て（廣瀬ら，2004），新たに Beni-Zuwai 1号（BZ-1）を作製し、本格的に調査に導入した。本研究では、水深500～2000mで調査を行った結果およびBZ-1と従来用いられてきたオッターロールとの比較の結果から、BZ-1の性能について検討した。

試料と方法

Beni-Zuwai 1号（BZ-1）の仕様

調査に使用した船舶は兵庫県立香住高校実習船「但州丸（499トン，1800馬力）」で（Table 1.），BZ-1は但州丸の大きさおよび装備に合わせて設計された。BZ-1は横幅8.2m，高さ1mの鋼鉄製桁枠に網を取り付けたものである（Fig. 1.）。桁枠はそり部分と枠部分に分離可能で、枠部分はさらに中央で分割可能とした（Fig. 2.）。各部重量は、そり部分が1個330kg（100kg加重板込み）、枠部分（接合時）が490kgとし、合計重量は1,150kg（水中重量約890kg）とした。枠部分はH鋼で組み立てられており、筋交い部分のみアングルとした。また、枠の左舷側にネットレコーダー取り付け台を設け、曳網時には深海用ネットレコーダー（古野電気 CN-2220）を取り付け、曳網状態を監視した。使用した網は、身網および魚取り部（コッドエンド）外張はポリエチレン製で、コッドエンドの内張のみナイロン製とした（Fig. 3.）。身網の目合い（伸長状態）は最も桁寄りの部分のみ34mm，残りの部分は25mmとし、コッドエンドの目合いは20mmとした。グラウンドロープはゴムボビンと打ち抜きタイヤをチ



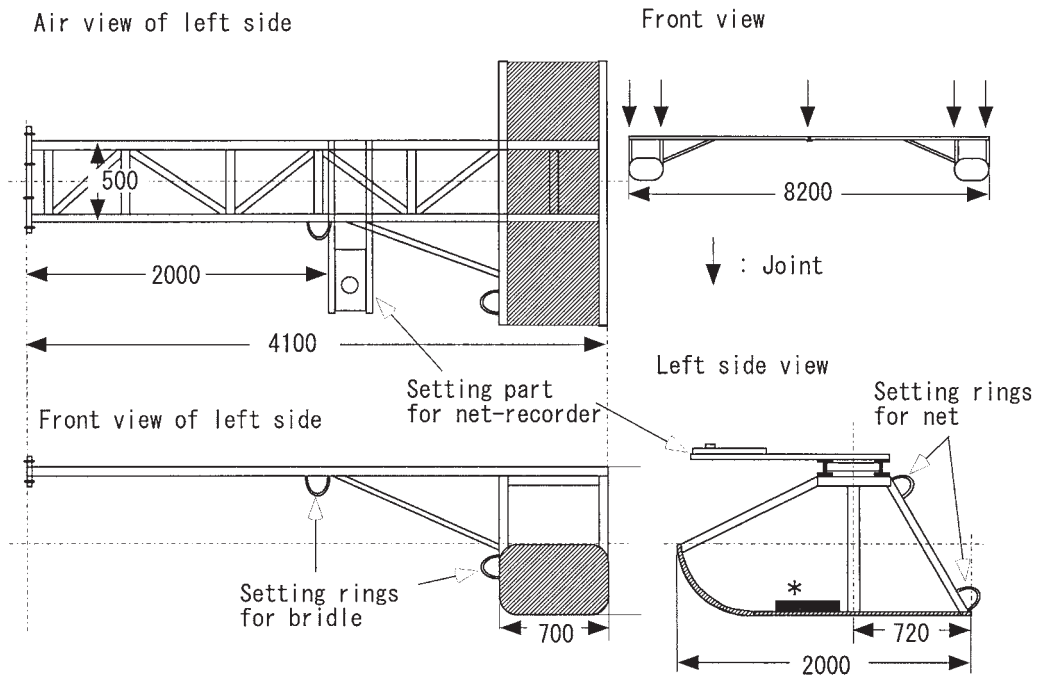
Fig. 1. Dredge net 'Beni-Zuwai Type 1' setting at stern of R.V. Tanshu-maru. The arrow indicates net-recorder.

ェーンに通したもので、長さ9.6m，重さ57kg（水中重量44kg）とした（Fig. 2.）。沈降を促すための重量を桁に持たせた分、グラウンドロープは軽いものとし、曳網時における泥の入網防止をはかった。網は桁枠全体に取り付けられたため、開口部の幅と高さは桁枠と同一である。ただし、そり部分の後方にも網があるため、有効な開口部はそり部分の幅（片側0.7m）を引いた6.8mである。桁網の曳索は径14mmのワイヤー製で、曳網時に1本のメインワープで曳網するようにし、桁枠回収時のために径14mmの遊びワイヤーを取り付けた（Fig. 2.）。また、但州丸ではスリップウェーの幅が狭いことなどの船尾の構造上、桁枠を船内に取り込むことが容易ではないため、コッドエンド回収用にクォータ・ロープ（30mmナイロン製）を使用した。クォータ・ロープはコッドエンドと身網接合部に取り付け、曳網時には末端を桁枠左舷側上部に結び、根掛かりを防止した（クォータ・ロープの使用方法は

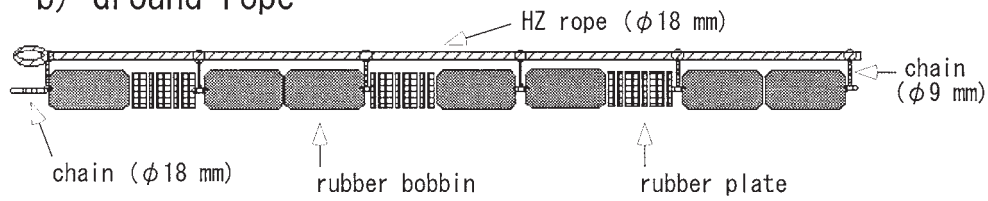
Table 1. Specification of R.V. Tanshu-maru

Total length	56.19 m
Breadth	9.50 m
Depth	6.12 / 3.80 m
Type of ship	Double decker (flush deck) / aft engine
Gross tonnage	499 t
Service speed	12.0 kn
Main engine	1800 PS
Trawl winch	2
Maximum load of trawl winch	8 t
Diameter of main warp	20 mm
Total length of main warp	3000 m
Cargo hoist on the gantry	2
Maximum load of cargo hoist	0.9 t

a) Frame



b) Ground rope



c) Bridle

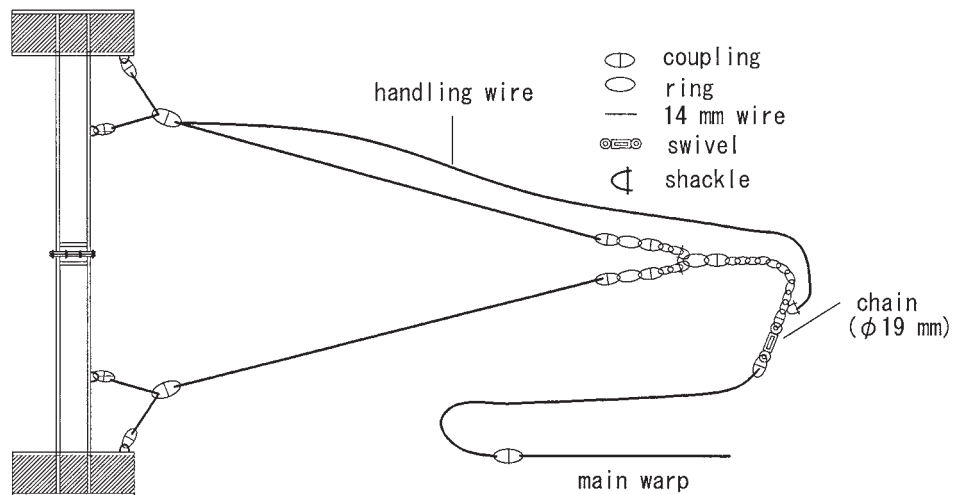


Fig. 2. Design for 'Beni-Zuwai Type 1'.

The shaded part in the frame is sledge of 9 mm thick. The black part (* in the figure) on the sledge is a weight of 100 kg.

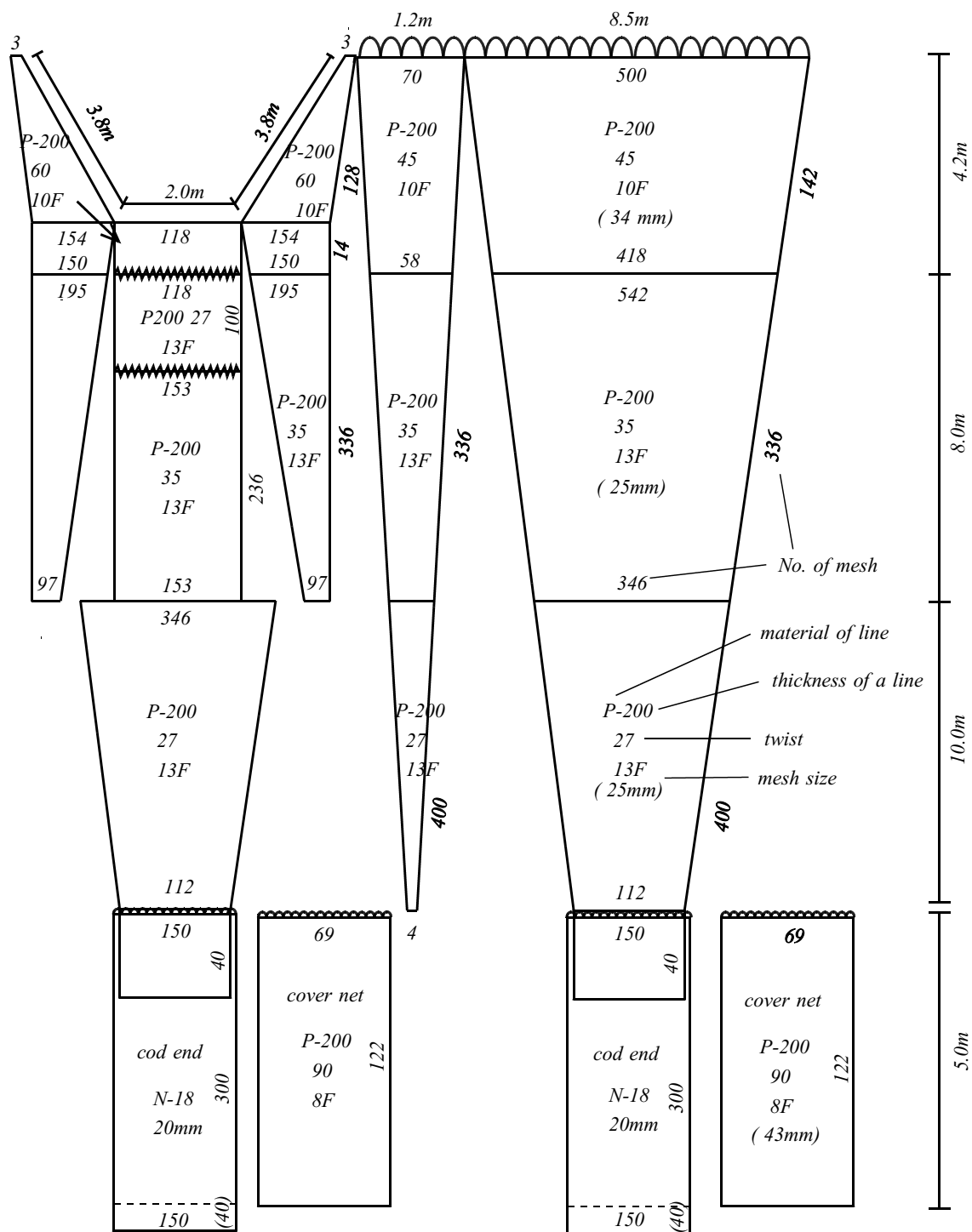


Fig. 3. Net plan of 'Beni-Zuwai Type 1'.

Material of line P and N indicate polyethylene and nylon respectively.

次節)。クォータ・ロープとして海水よりも比重の軽いロープを採用したのは、根掛かりや擦れによる切断を防止するためである。

BZ-1の曳網方法

BZ-1の曳網は片舷のトロールウィンチ（但州丸では

右舷メインワープ1本）で行ったが、投網時には両舷のトロールウィンチを使用した（Fig. 4）。まず左舷側（遊びワイヤー）を巻き、右舷側を緩め、左舷側ブライドルを右舷側ブライドルと結合させた。次に左舷側を緩め、遊びワイヤーを左舷メインワープからはずし、ブライドルと結合させ曳網時と同じ状態にした後、

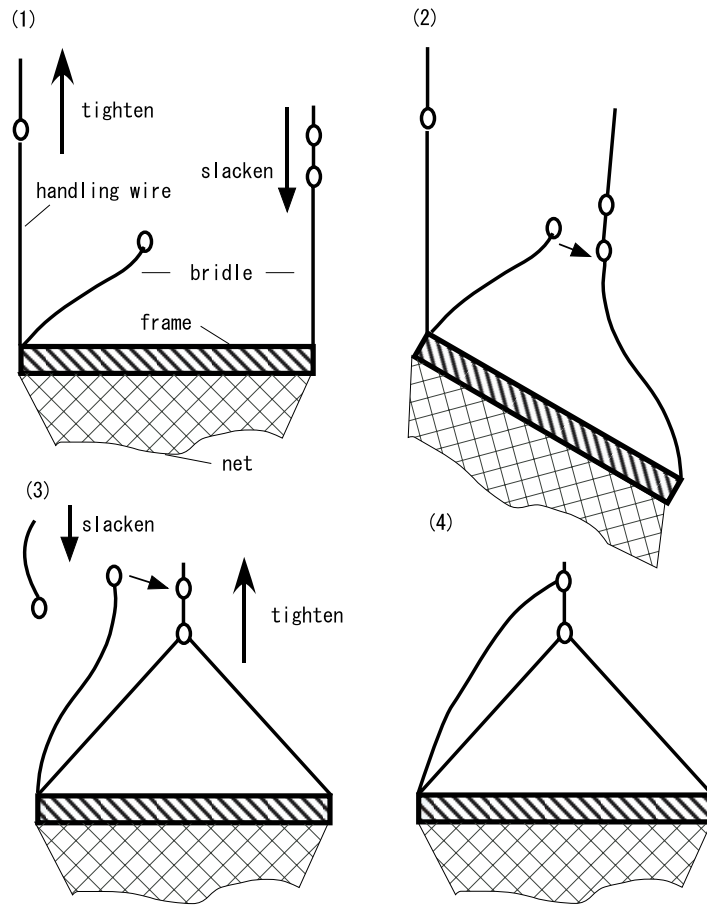


Fig. 4. Bridle-setting procedure of 'Beni-Zuwai Type 1' before casting.
 (1) tighten the handling wire and slacken main bridle of right side. (2) attach left main bridle to right main bridle. (3) tighten main bridle and slacken handling wire. (4) attach handling wire to the main bridle (setting is complete).

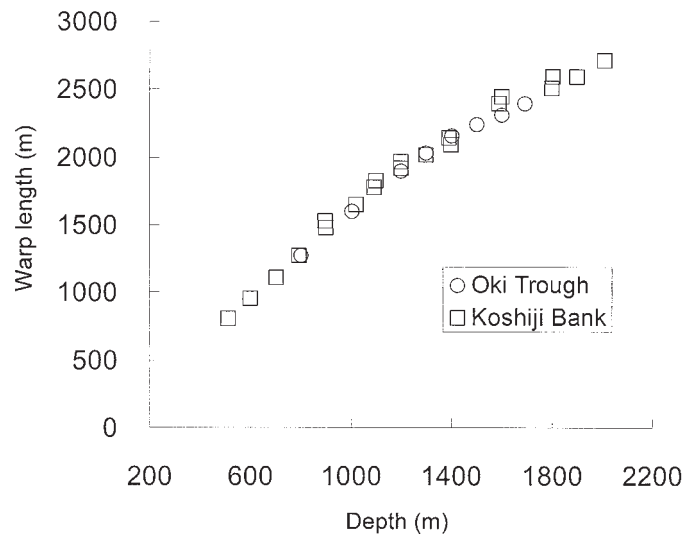


Fig. 5. Relationship between sea bottom depth and warp length at each sampling point.

右舷側メインワープの繰り出しを開始した。ワープ長は水深に応じて変化させ、水深の1.4~1.8倍としたが、水深の深い定点ほど倍率を低くした (Fig. 5)。ワープセットまでのワープ繰り出し速度は約1.7m/s、船速は約4ノットで、セット後は船速を舵が効く限界まで落とし、桁網の沈降を促した。網が海底上60m程度まで接近したときに、船速を曳網速度の2ノットまで上げた。着底後の曳網時間は15分とした。曳網終了後のワープ巻き上げ速度は1.2m/sとし、巻き上げ時の船速は0.5~1ノットとした。桁枠の回収は投網時の逆の手順で行われた。桁枠が船尾に到達したところで、ギャロース上の両舷に設置されたカーゴホイス

トで桁枠を吊り上げ、ストッパー・チェーンで固定した。コッドエンドの回収には前節で述べたクォータ・ロープを使用した。コッドエンド収容時には、予めスリップウェーからギャロースの外舷側へ曳索を回しておき、この曳索とクォータ・ロープを繋ぎ、曳索を甲板のキャプスタンで巻きあげた (Fig. 6)。

現場での BZ-1の曳網

現場での曳網は、2004年8月下旬~9月上旬に、傾斜が比較的緩い兵庫県沖合隠岐舟状海盆の水深800~1700mの海域と、急傾斜の新潟県沖合越路礁の水深500~2000mの海域で実施した (Fig. 7)。各定点では

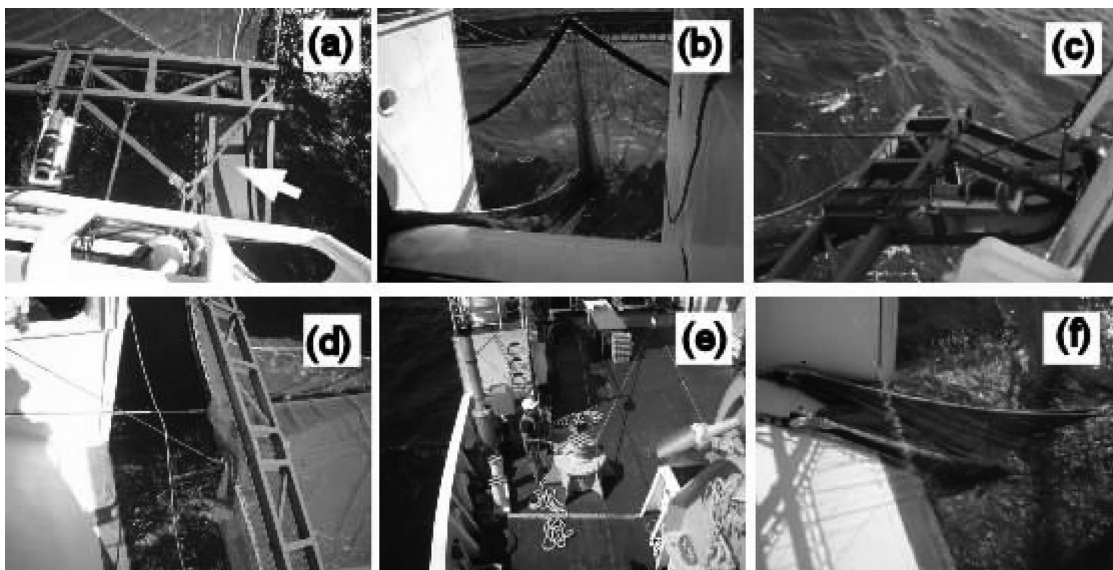


Fig. 6. Hauling procedure of cod-end of 'Beni-Zuwai Type 1'. The arrow shows the quarter-rope used to heave cod-end (a). The ground-rope is suspended while heaving cod-end (b). The quarter-rope is linked with another rope (c), passed under the net (d), and wound up by a capstan (e). The cod-end is hauled on the deck from the slip-way (f).

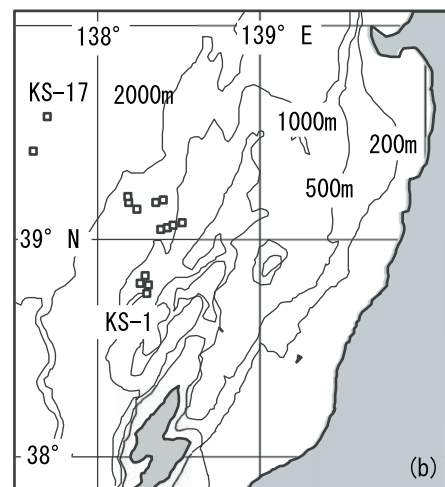
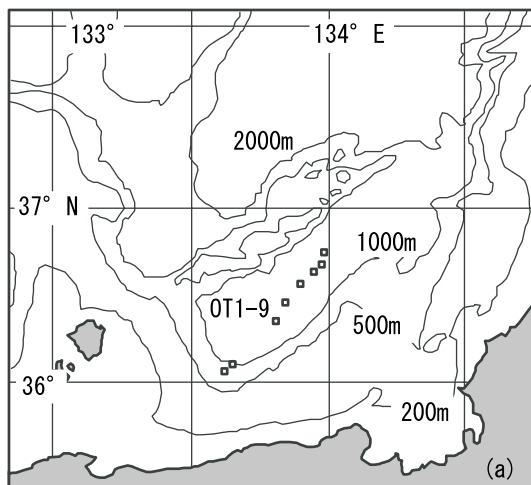


Fig. 7. Research area.
(a) Oki Trough (b) Koshiji Bank

等深線と平行に曳網を行い、投網開始から着底までの時間（沈降時間）、投網開始から揚網終了までの総作業時間、ワープ長および曳網距離等を記録した。

オッタートロールとの比較

日本海区水研では水産庁委託事業「資源評価調査」の一環として、ズワイガニ *C. opilio* の資源量推定を、オッタートロールによる採集調査結果に基づいて実施している（木下ら, 2004）。その際用いられているトロール網はNT-4型と呼ばれるもので（Fig. 8.）, 網高さ6 m, 袖先間隔18m, コッドエンドの目合い20mmとなっている。ここでは、トロール網NT-4型とBZ-1とを同じ定点で曳網し、採集生物種組成、採集量および採集生物のサイズを比較することで、BZ-1の性能について検討した。網の比較試験は隠岐舟状海盆の水深800m（定点 OT-1）、および1000m（定点 OT-3）の定点で実施した（Fig. 7 (a).）。NT-4型の曳網は2004年8月24日に、BZ-1の曳網は8月27日に実施した。BZ-1が2ノットで15分、NT-4型が3ノットで30分の曳網を行い、各曳網ごとに曳網距離を記録し、開口部の幅（BZ-1=6.2m, NT-4=18m）を用いて掃過面積（開口部幅×曳網距離）を算出した。採集された魚類・甲殻類については、種査定、計数および秤量を行った。イカ類を除く軟体動物については種査定は行わず、個体数と重量のみを記録した。また、各生物種について掃過面積当たりの重量（CPUE）を計算した。さらに、日本海深海部の典型的な大型底棲生物であるアカガレイ *Hippoglossoides dubius*, ノロゲンゲ *Bothrocara hollandi*, ベニズワイ *C. japonicus* およびトゲザコエビ *Argis toyamaensis* については、両網で採集された

個体のサイズ組成を比較し、BZ-1の採集物の特徴について検討した。ベニズワイは船上で雌雄に分け、全個体の甲幅を測長した。トゲザコエビとノロゲンゲは採集物中から数百個体を無作為に抽出し、トゲザコエビについては頭胸甲長を、ノロゲンゲについては体長を測長した。さらに、サイズ組成を求め、採集尾数および掃過面積から各サイズ階級の密度指数（個体数/km²）を算出した。アカガレイについては船上で雌雄と成熟状態を判別し、体長を測長した。

結果と考察

BZ-1の曳網状態

各定点における総作業時間を見ると、越路礁水深500m 地点の58分から水深2000m 地点の162分となったが（Fig. 9.）, 総作業時間には沈降時間が影響を与えていると考えられた。隠岐舟状海盆における曳網では、越路礁に比べて沈降時間が長くなっており、そのことが同一水深であっても、越路礁に比べ隠岐舟状海盆の定点でより多く時間を必要とした原因となった。調査開始当初、潮流に向かって曳網していたことも、網の沈降に影響していると考えられたため、この点を改善し、潮流と同方向に曳網した隠岐舟状海盆1500m 以深の定点では、越路礁と同等の沈降時間および総作業時間となった。越路礁水深2000m の定点では、他の定点以上に網の沈降に時間がかかった。これは海底地形の問題で曳網コースが限定され、風向や潮流の影響を強く受けたためであった。しかし、越路礁における総作業時間と水深の間には次式で示される関係があり、順調に調査ができた場合、水深2000mの定点で

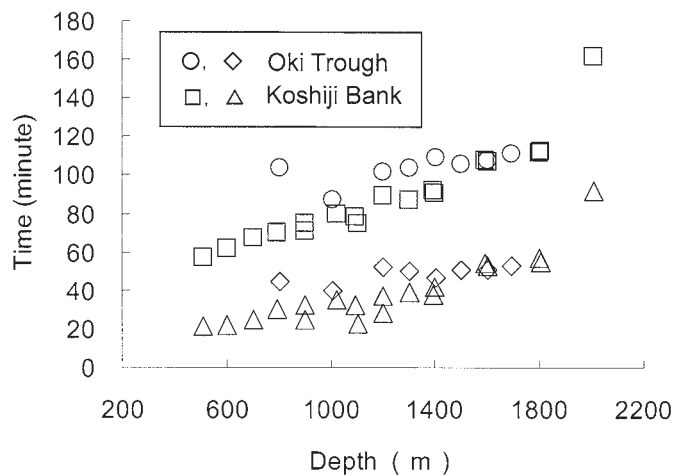


Fig. 9. Relationship between sea bottom depth and operating time at each sampling point. Triangles and lozenges indicate time duration from net casting to touch down at the bottom. Circles and squares show total operating time.

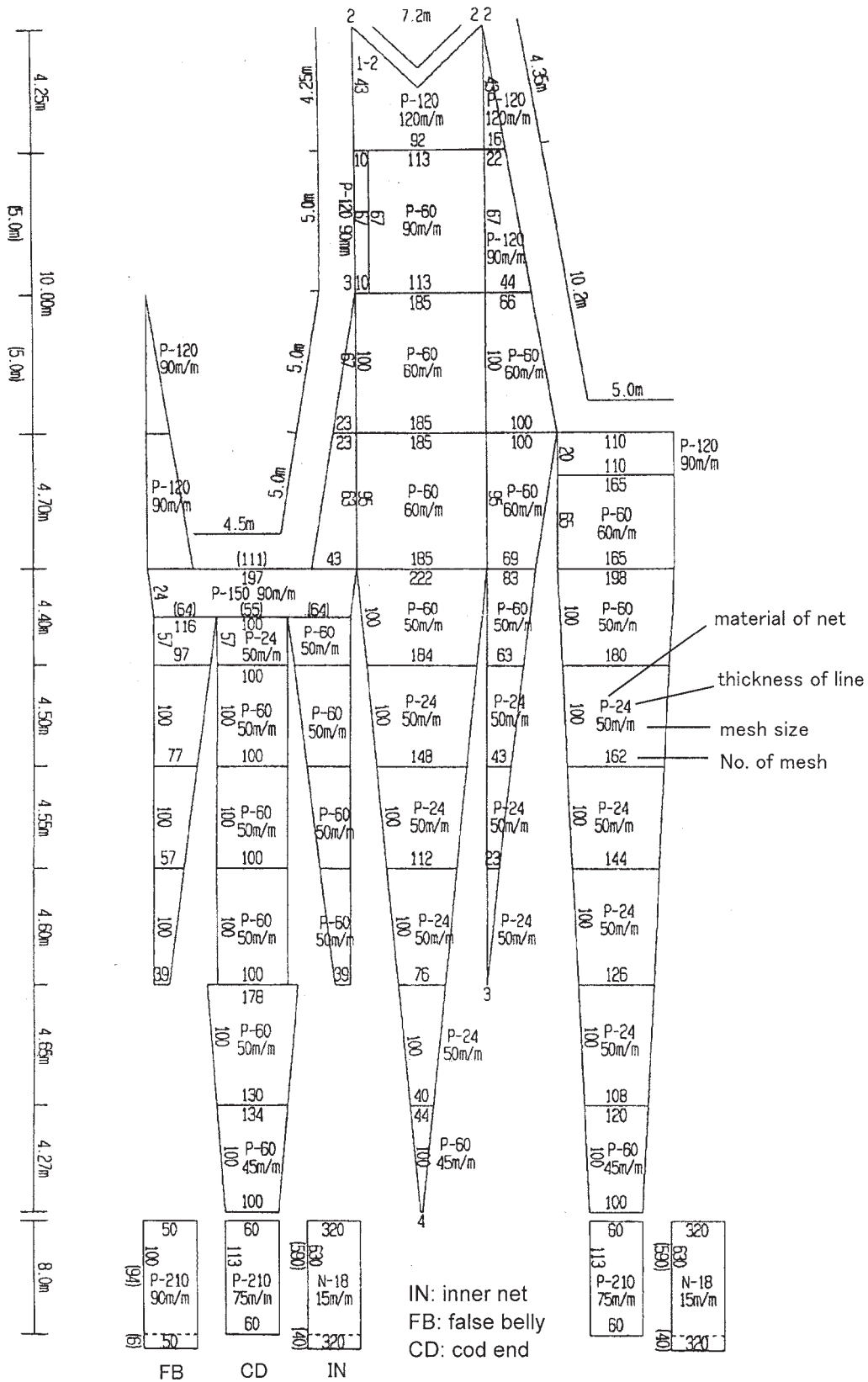


Fig. 8. Net plan of otter trawl 'NT-4'. N: polyethylene net P: nylon net

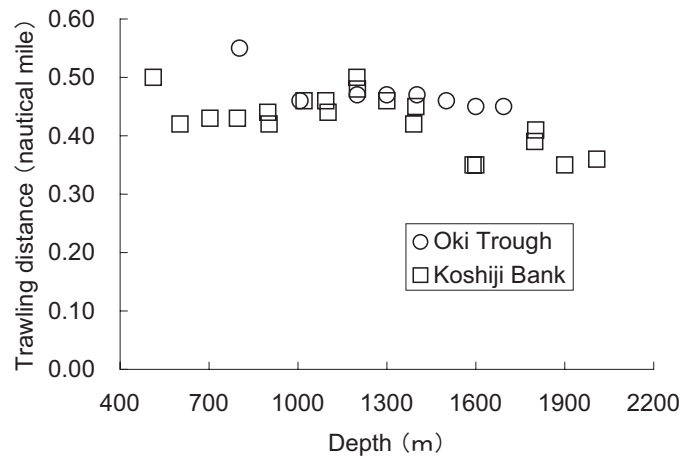


Fig. 10. Relationship between sea bottom depth and towing distance at each sampling point.

も総作業時間は約2時間となることが予測された。

$$t = 0.0433d + 34.3 \quad (r^2=0.97)$$

t: 所要時間 (分), d: 水深 (m)

(トロールウィンチのテストを行った水深1900mおよび値のずれが大きい2000mのデータは使用せず)

本調査では曳網速度2ノット、曳網時間を15分としたが、各定点の曳網距離を見ると、ほとんどの定点で0.5海里を下回った (Fig. 10)。曳網距離が短くなる原因は、曳網中に桁が浮上するのを防止するため、減速したことによる。(減速後、桁が再び着底すると同時に通常の曳網速度に戻した。) 桁の浮上防止のため、ワープ長を曳網途中で長くすることなども試みたが、これを行った定点では泥の入網が多くなり、適当ではないと考える。隠岐舟状海盆では、水深1700mの定点まで水深によらず 0.45~0.47海里と安定した曳網距離が得られた。越路礁では水深1500mまでは0.41~0.50海里と安定していたものの、水深1500m以深

では0.35~0.41海里と値も小さくなり、定点による差も大きくなった。越路礁の深い水深の定点では、隠岐舟状海盆の定点に比べワープを長くしたものの (例えば水深1600m地点) (Fig. 5), 安定した曳網距離が得られなかったのは、底層流など海況の影響を受けたためと思われる。隠岐舟状海盆、越路礁とも浅い水深帯で泥が多く入網した点もあったが、コッドエンドの1/3程度の量であり、取り込みの支障にはならず、全量を船上に回収することができた。今回の調査では小石などが多く入網した点もあったが、調査期間中に破網は全く見られなかった。曳網時にワープにかかる張力は、海況 (うねり) によって変化したが、但州丸のトロールウィンチ最大安全使用荷重 (8t) を超えることは無かった。

BZ-1の平均曳網距離および作業時間に関しては、潮流、風向、定点の海底地形、そこから決定される曳網コースなどの影響を強く受けると考える。安定したBZ-1の曳網を行うためには、海底地形と潮流および風向に従って、安定した操船が可能な曳網コースを選

Table 2. Trawling condition of sledge net 'BZ-1' and otter trawl 'NT-4'

Station	OT-1 (800m deep)		OT-3 (1000m deep)	
	27 Aug. 2004	24 Aug. 2004	27 Aug. 2004	24 Aug. 2004
Net type	BZ-1	NT-4	BZ-1	NT-4
Warp length (m)	1275	2280	1600	2600
Towing time (m)	15	30	15	30
Towing speed (kn)	2.0	3.0	2.0	3.0
Swept area (m ²)	6919	49950	5789	50283
Total operating time (minutes)	104	112	87	130

定することが重要である。

トロール網 NT-4型との比較

BZ-1とNT-4型の各定点における掃過面積を見ると、OT-1ではBZ-1:6919m², NT-4型:49950m², OT-3ではBZ-1:5789m², NT-4型:50283m²となっており、トロールに対するBZ-1の掃過面積の割合はOT-1で13.9%, OT-3で11.5%となった (Table 2)。各定点においてBZ-1で採集された生物種を見ると、

NT-4型でも少量しか採集されなかったものを除き、魚類と十脚目甲殻類はNT-4型と同様の組成となっていた (Table 3)。両網の各生物種に対するCPUEを比較すると、全ての種において両網のCPUEに差は見られなかった (χ^2 検定, $p>0.10$)。

定点OT-1のアカガレイについて見ると、BZ-1では体長254~329 (中央値292) mmの5個体が、NT-4型では体長303~352 (中央値316) mmの13個体が採集された。両器具で採集された個体は全て雌であり、

Table 3. The number, weight and CPUE of each species sampled by dredge 'BZ-1' and otter trawl 'NT-4'

Sampling point OT1 (800 m deep)	BZ-1		NT-4		CPUE (kg/km ²)	
	Number	Weight (kg)	Number	Weight (kg)	BZ-1	NT-4
<i>Malacocottus gibber</i>	4	1.1	18	3.7	164.8	73.3
<i>Careproctus tracysoma</i>	7	1.3	38	7.3	189.3	146.3
<i>Bothrocara hollandi</i>	210	6.9	543	24.0	991.5	480.5
<i>Petroschmidtia toyamaensis</i>	5	0.3	54	5.3	46.2	105.1
<i>Lycodes tanakae</i>	1	3.3	8	9.0	472.6	180.4
<i>Hippoglossoides dubius</i>	5	2.9	13	8.5	411.9	171.0
<i>Arctoscopus japonicus</i>	0	0.0	5	0.3	0.0	5.2
<i>Chionoecetes japonicus</i> (female)	37	1.1	191	8.4	161.9	168.2
<i>Chionoecetes japonicus</i> (male)	29	2.7	267	30.5	393.1	611.0
Hybrid* (female)	0	0.0	2	0.1	0.0	1.2
Hybrid* (male)	0	0.0	1	0.2	0.0	3.2
<i>Argis toyamaensis</i>	327	2.9	2827	25.2	417.7	505.3
<i>Eualus biunguis</i>	97	0.4	462	2.6	59.3	51.9
<i>Enoploteuthis chunii</i>	0	0.0	10	0.2	0.0	4.6
<i>Gonatus magister</i>	0	0.0	27	4.0	0.0	79.5
Gastropoda	-	2.5	-	17.9	359.9	358.2
Octopoda	0	0.0	1	0.2	0.0	4.2

Sampling point OT3 (1000 m deep)	BZ-1		NT-4		CPUE (kg/km ²)	
	Number	Weight (kg)	Number	Weight (kg)	BZ-1	NT-4
<i>Malacocottus gibber</i>	2	0.7	26	10.3	115.7	205.0
<i>Careproctus tracysoma</i>	1	0.4	3	0.6	63.9	11.5
<i>Bothrocara hollandi</i>	500	12.0	284	9.7	2066.0	193.3
<i>Petroschmidtia toyamaensis</i>	17	1.0	42	2.8	167.6	55.7
<i>Arctoscopus japonicus</i>	0	0.0	1	0.0	0.0	0.4
					0.0	0.0
<i>Chionoecetes japonicus</i> (female)	57	3.8	193	19.8	656.4	392.8
<i>Chionoecetes japonicus</i> (male)	38	3.2	68	13.5	545.9	267.5
Hybrid* (female)	0	0.0	1	0.2	0.0	4.6
<i>Argis toyamaensis</i>	817	3.9	1400	13.1	677.1	259.5
<i>Eualus biunguis</i>	208	1.2	407	1.9	207.3	38.6
					0.0	0.0
<i>Enoploteuthis chunii</i>	7	0.0	-	0.2	6.9	3.8
<i>Gonatus magister</i>	0	0.0	6	0.5	0.0	9.1
Gastropoda	168	3.2	-	11.8	545.9	234.5

BZ-1で採集された254mmの個体を除いて全て成熟していた。今回の採集結果では、BZ-1で採集された個体はNT-4型に比べ若干小型であったが、密度指数を計算すると、桁網は723 (個体/km²)、トロール網260 (個体/km²)となり、桁網の値がトロールを上回った。このことから、BZ-1でも成熟したアカガレイが十分採集されたと判断した。

ノロゲンゲについて見ると、定点 OT-1と OT-3で BZ-1により採集された個体は、それぞれ体長75~276mm (中央値196mm) と体長61~260mm (中央値181mm) であった (Fig. 11.)。一方、両定点で NT-4型により採集された個体は、体長114~269mm (中央値221mm) と体長91~260mm (中央値197mm) であった。いずれの定点においても、NT-4型では体長170mm以下の個体は少数しか採集されていなかったが、BZ-1では多く採集されており、とくに体長

100mm前後にも体長モードが存在した。これらの結果から、BZ-1はNT-4型で採集されるサイズをカバーし、さらに小型個体も多く採集できると考えられた。

ベニズワイ雌について見ると、定点 OT-1と OT-3で BZ-1により採集された個体は、それぞれ甲幅12.2~72.6mm (中央値46.0mm) と甲幅9.3~80.8mm (中央値60.0mm) であった (Fig. 12.)。一方、両定点で NT-4型により採集された個体は、甲幅12.9~72.0mm (中央値44.4mm) と甲幅21.3~80.8mm (中央値68.4mm) であった。雄について見ると、BZ-1により採集された個体は、それぞれ甲幅13.9~133.4mm (中央値47.2mm) と甲幅12.0~117.9mm (中央値26.4mm) であった。一方、NT-4型により採集された雄個体は、甲幅21.5~142.8mm (中央値51.1mm) と甲幅17.4~140.0mm (中央値49.7mm) であった。NT-4型で若干大型の雄が採集されたが、雌

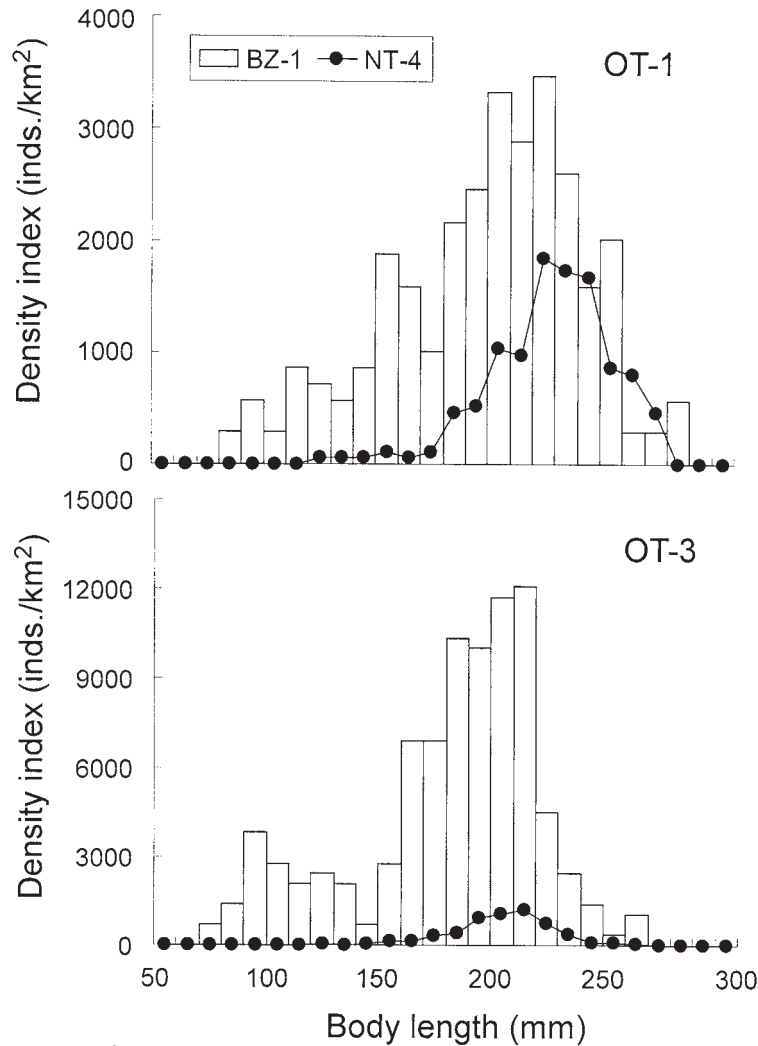


Fig. 11. Density index (No. of individuals per swept area) of *Bothrocara hollandi* caught by dredge 'Beni-Zuwai Type 1 (BZ-1)' and otter trawl 'NT-4'. Upper: sampling station OT-1 Lower: sampling station OT-3.

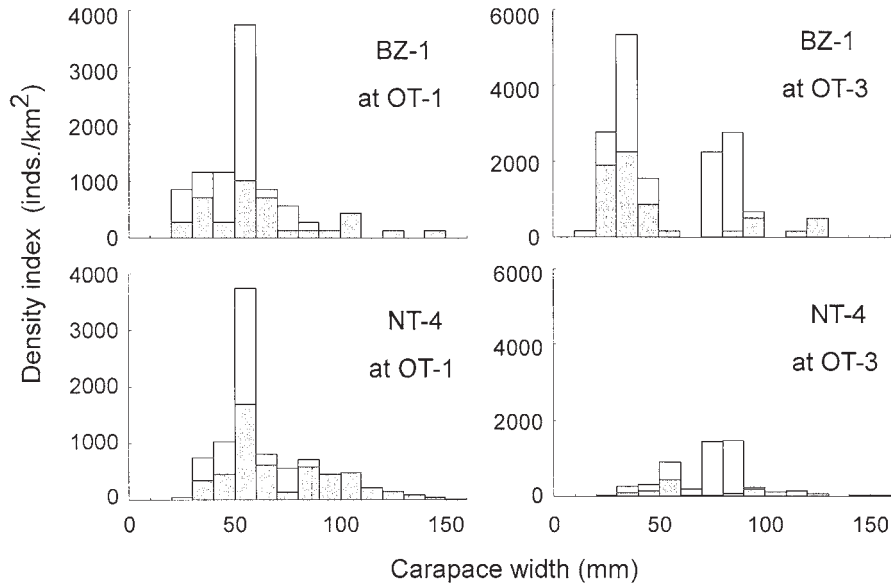


Fig. 12. Density index (No. of individuals per swept area) of *Chionoecetes japonicus* caught by dredge 'Beni-Zuwai Type 1 (BZ-1)' and otter trawl 'NT-4'. The shaded and open sections in the bar charts indicate male and female respectively.

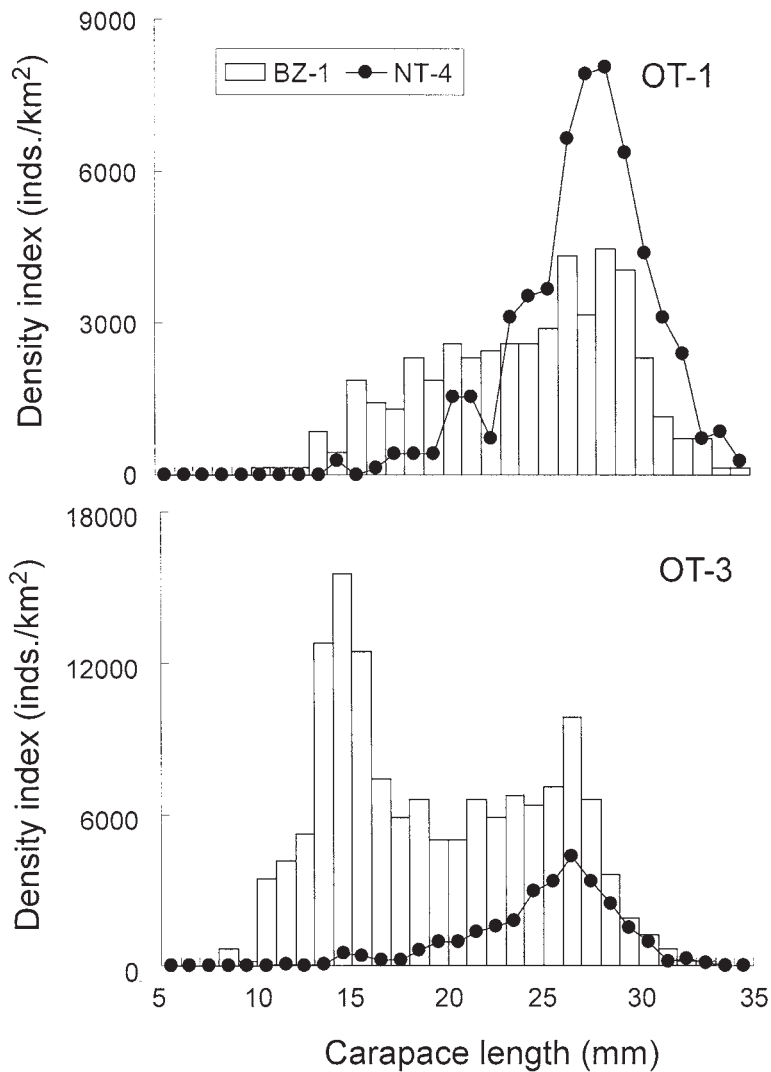


Fig. 13. Density index (No. of individuals per swept area) of *Argis toyamaensis* caught by dredge 'Beni-Zuwai Type 1 (BZ-1)' and otter trawl 'NT-4'.

雄ともにNT-4型の甲幅組成でモードが見られた階級では、BZ-1でも同様にモードが確認できた。とくに定点OT-3では、NT-4型で多くの成熟雌（甲幅60.1～80.8mm）が採集されたが、BZ-1でも同様に多くの成熟雌が採集され（甲幅60.1～80.8mm）、それよりも多くの甲幅40mm以下の個体まで採集されていた。これらの結果から、BZ-1はベニズワイに対しても、NT-4型で採集される雌雄のサイズをカバーし、さらに小型個体も多く採集できると考えた。とくに甲幅10～20mmの個体もOT-3では雌雄合わせて17個体採集されており、着底後の早い発育段階からベニズワイが採集可能であると考えた。

トゲザコエビについて見ると、定点OT-1とOT-3でBZ-1により採集された個体は、それぞれ頭胸甲長9.6～34.3mm（中央値24.2mm）と頭胸甲長7.3～32.7mm（中央値17.5mm）であった（Fig. 13.）。一方、両定点でNT-4型により採集された個体は、頭胸甲長13.3～35.0mm（中央値26.8mm）と頭胸甲長10.9～32.4mm（中央値24.8mm）であった。また、頭胸甲長20mm未満の個体がBZ-1では多く採集されていた。これらのことから、これまでに述べた種同様の結果が、トゲザコエビに対しても得られたと考えた。

計算された密度指数を比較すると、OT-1のトゲザコエビを除き、トゲザコエビ、ノロゲンゲに関しては、桁網から得られた密度指数は、ほとんどのサイズクラスにおいてトロール網と同等以上となった（Fig. 11., 13.）。ベニズワイについて見ると、NT-4でピークが見られるサイズクラスでは、BZ-1の密度指数はNT-4と同等以上となっていた（Fig. 12.）。BZ-1は小型個体も採取可能とすることを目指して、小目合いの身網を用いているため、小型個体はNT-4よりも多く採集されていた。さらに両網を曳網した際の各生物種、各サイズクラスの分布密度が同じであると仮定すると、両網の密度指数の比が相対的な採集効率の比を表すため、大型個体に関してもNT-4と同等の採集能力を有していると考えられた。

おわりに

今回の調査結果から、BZ-1は海底直上の生物に対しては、トロール網と同等以上の採集能力を有し、さらに小型個体も多く採集できることが明らかとなった。今回の調査の主対象種ベニズワイでは、小型個体から大型個体まで採集できたことにより、分布生態を着底以降の生活史全体で明らかにすることができた*（養松ら、投稿準備中）。ノロゲンゲやトゲザコエビで

も同様に様々なサイズの個体が多く採集されたことから、BZ-1は生活史を通じた分布様式を解明する採集器具としても有効であると考えられる。トロールでは場合によって袖先間隔が変化することもあり得るが、BZ-1は桁網のため開口部の面積が一定であり、定量性にも優れていると考えられる。

BZ-1は船の性能上オッタートロールでは曳網出来ないような水深帯（例えば但州丸では1300m以深）でも、安定した曳網が可能であることが明らかとなった。また、水深1500mを超えても全ての曳網作業が2時間以内で終了していることから、少ない日数でもかなりの定点数を調査可能であると考えられる。今回の調査は全て日中に実施したが、水深1000mを超えても1日4定点の調査が可能であった。また、今回設定したワープ長では、曳網が終わって巻き上げを開始すると同時に桁枠が離底するため、曳網コース（曳き代）として必要な距離が短くてすむということも利点であると考えられる。今回は15分曳きで、概ね0.5海里以下の曳網距離であったが、必要とされた曳き代の距離は1海里以下であった。深海の調査では、曳網前に海底の障害物を正確に把握することは難しいが、桁枠（網）の早い離底により、不意の障害を避けることも可能である。これらの結果から、BZ-1はオッタートロールよりも受ける地形的制約も少なく、広範な海域での分布調査に使用可能であると考えられる。

謝 辞

兵庫県立香住高校実習船但州丸乗組員一同に、安全かつ正確に調査が実施できたことに対し、御礼申し上げます。日本大学朝日友章氏および日本海区水産研究所丸山悦子氏は、調査ならびに試料の測定を補助して頂いた。研究を進めるにあたり多くの助言を頂いた、日本海区水産研究所後藤常夫主任研究官に感謝する。本研究は水産庁委託事業「資源評価調査」として行われた。

文 献

- 廣瀬太郎, 養松郁子, 白井 滋, 南 卓志, 丹生孝道, 2004: 深海用桁網のテスト航海. 日本海区試験研究連絡ニュース, 405, 1-4.
- 木下貴裕, 白井 滋, 養松郁子, 廣瀬太郎, 南 卓志, 2004: 平成15年度ズワイガニ日本海系群の資源評価. 我が国周辺水域の資源評価第1分冊,

*平成16年度日本生態学会講演要旨

357-381.

富山県水産試験場，島根県水産試験場，鳥取県水産試験場，1988：ベニズワイの生態と資源に関する研究報告書．昭和60～62年度地域重要新技術開発促

進事業報告書，108pp.

養松郁子，2004：平成15年度ベニズワイガニ日本海系群の資源評価．我が国周辺水域の資源評価第2分冊，1217-1230.