

# 曳網漁具に装着する大型クラゲ混獲防除装置 JET (Jellyfish Excluder for Towed fishing gear) の設計・製作方法について

松下吉樹\*・本多直人\*

## Method of designing and manufacturing JET (Jellyfish Excluder for Towed fishing gear) for various towed fishing gears

Yoshiki MATSUSHITA\* and Naoto HONDA\*

**Abstract** We explained a method of designing and manufacturing JET (Jellyfish Excluder for Towed fishing gear), developed to avoid bycatch of bloomed jellyfish *Nemopilema nomurai*, by showing a case of designing process for an otter trawl fishing gear in Niigata prefecture. Through the explanation, technical points taken into account to adjust other towed fishing gears and useful know-how are presented. Finally, future scientific/technical problems to be solved to establish technical counter measure for reducing jellyfish bycatch are discussed.

**Key words:** Towed fishing gear, jellyfish *Nemopilema nomurai*, bycatch reduction, gear design, grid

近年のエチゼンクラゲ *Nemopilema nomurai* の大量来遊は我が国の水産業に多大な影響を与えた。底曳網、まき網、定置網、刺網などの漁業種別は、エチゼンクラゲが大量に入網してしまうことから網を船上に取り込むことができなくなったり、市場価値を持つ生物とクラゲを選別する作業に時間を要したりするなど、従来と同様の操業が困難となり、経営を圧迫した(本多, 2004)。

著者らは新潟県の小型底曳網漁業を対象として大型クラゲの混獲を防除できる漁具改良に取り組み、その結果、漁獲物を保持しながら入網した大型クラゲを排除する装置 JET (ジェット; Jellyfish Excluder for Towed fishing gear) を開発した(松下ら, 2005)。この装置は漁具への装・脱着や操業中の取り扱いも容易で、ともに開発に取り組み、操業試験を行った新潟県村上市の漁業者から良い評価を受けた。本報告では、この JET の構想を説明し、様々な曳網漁具に対しても作成できるように設計・製作方法を解説する。

### JET の設計・製作方法

JET は世界の多くの地域の曳網漁業で使用されている混獲防除装置(松下, 2000)のうち、ウミガメを網から排出するための装置 TED (Turtle Excluder Device) と同じような考え方で設計した。すなわち、網口からコッドエンドの間に漁獲物を大きさと選別できる網地やグリッドを取り付け、この網地あるいはグリッドを通過しないものを網から排出し、通過したものをコッドエンドで保持する (Fig. 1)。大型クラゲは日本海に来遊した時点で傘径が約70cmにも達し(安田, 2003)、漁獲対象生物とは大きさには差があることが予想されたので、大きさによる漁獲物の分離が有効であると考えた。JET はグリッド、筒状の網、誘導網、排出口などで構成される。各部の構造と設計・製作時に考慮すべき点について次に説明した。

**取り付け位置** 曳網漁具は袋状の形状を持ち、網口からコッドエンドにかけて断面積が徐々に小さくなるように、すなわち各部の網地が曳網方向に対して角度

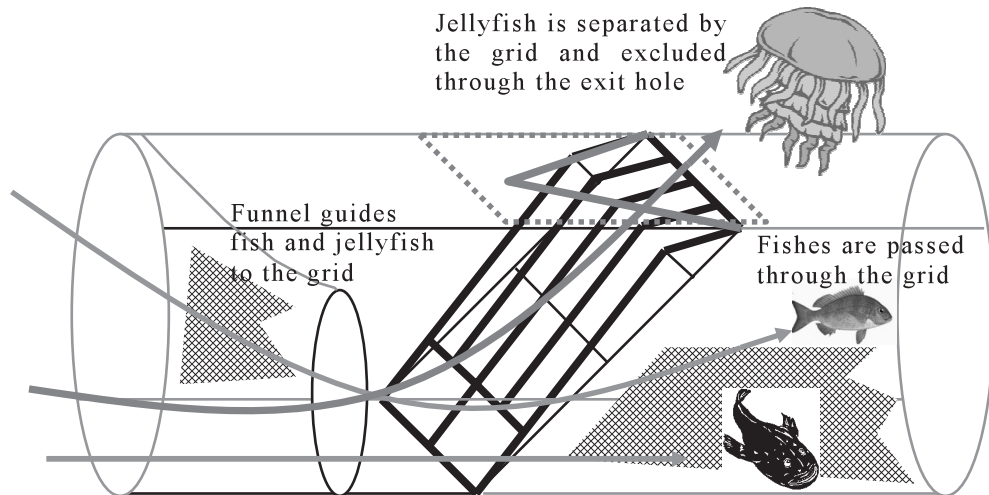


Fig. 1. Separation of Jellyfish from target species by JET.

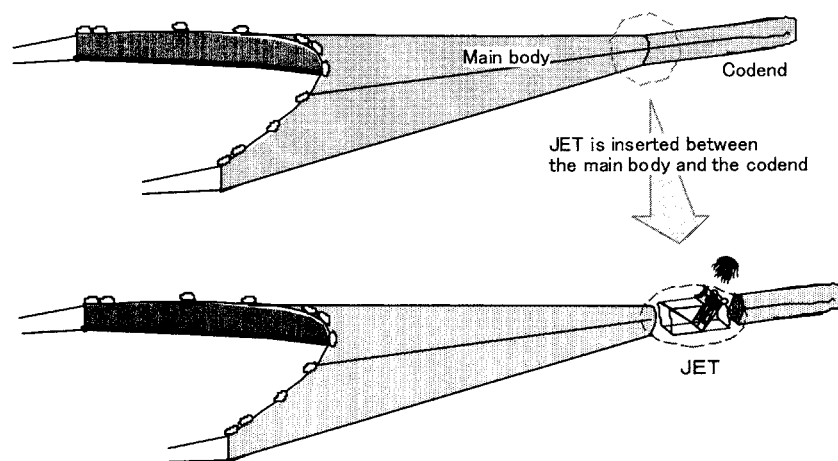


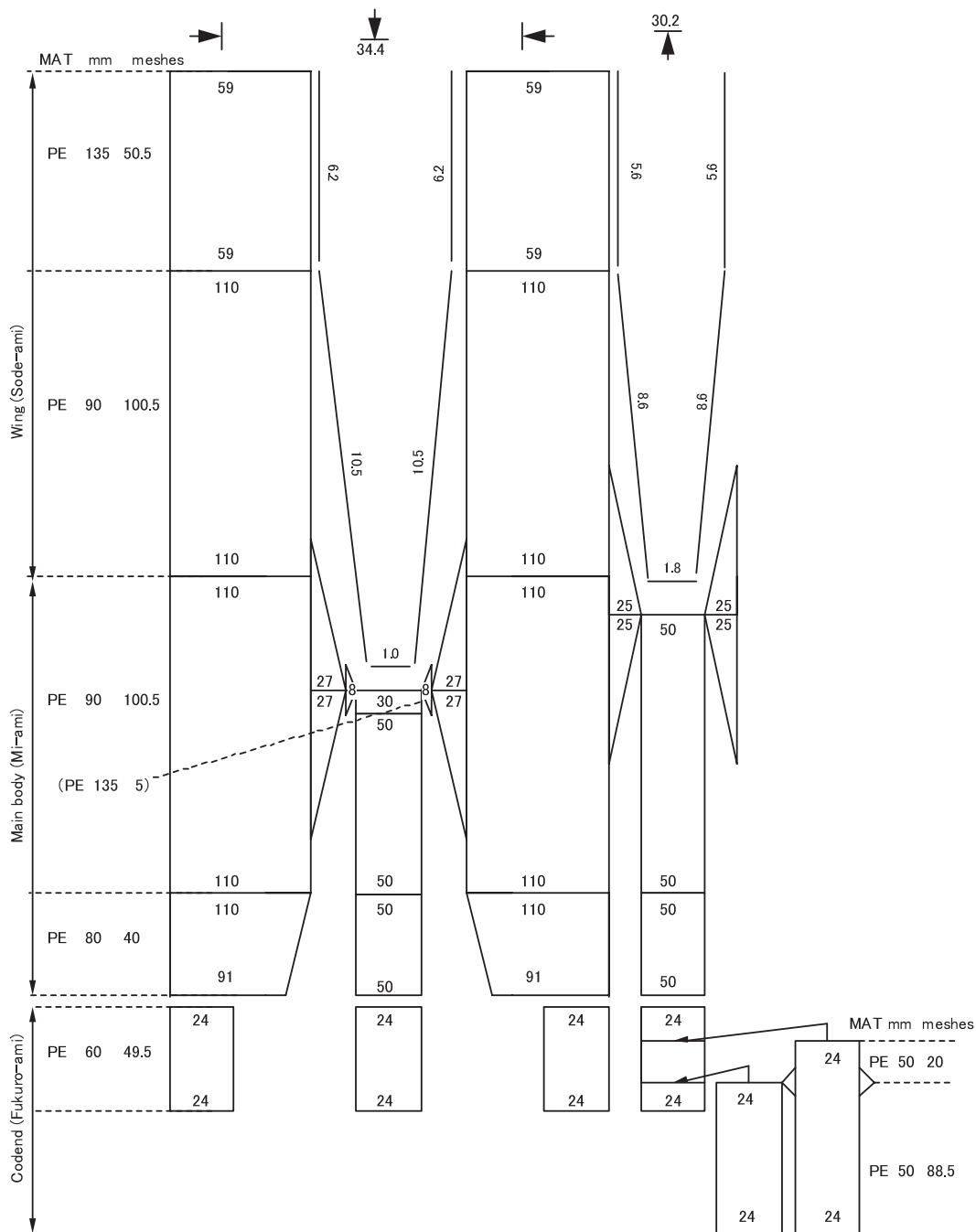
Fig. 2. A part of towed fishing gear where JET is inserted.

を持つように設計される。この構造により網口から入網した魚は集約されて、コッドエンドに到達することになる。そして身網の後端からコッドエンドにかけては網地の傾斜がほとんど無くなり、この部分の曳網中の形状は円筒形となることが一般的である。Fig. 2に示すようにJETはこの円筒形の部分を切り離してその間に連結して取り付けようになっている。ただし、この取り付け位置がJETを連結するために十分な大きさを持っているかどうかを後述に示す方法で確認しておく必要がある。

**グリッド** 漁獲物を分離するための構造は、網地を用いた柔構造のものが取り扱いに優れる。しかし、TEDの開発に関する研究報告によると、柔構造

のTEDは金属製のグリッドなどを用いた剛体構造のTEDに比べて分離性能が劣る (Watson *et al.*, 1993)。大型クラゲ1個体の重量は50~150kgにもなり、これが網に残った場合には船上での取り扱いは煩雑になる (本多, 2004)。JETを剛体構造としてもその重量は大型クラゲ1個体分にも満たない。そこでJETには、漁獲物を分離する部分に柔構造のものより大型クラゲを排除する可能性が高い金属製のグリッドを用いることとした。

グリッドの大きさはJETを連結する部分の大きさによって決定される。ここでは新潟県の異体類を主対象とする小型底曳網漁具 (板びき網, Fig. 3) を例として適切なグリッドの大きさの求め方を示す。対象と



**Fig. 3.** A net plan of otter trawl net used in Iwafune, Niigata prefecture. Numbers in panels designate number of mesh in horizontal direction. Figures and numbers at the side of the plan (MAT, mm, meshes) designate materials, mesh sizes and number of mesh in vertical direction. See “FAO Catalogue of Fishing Gear Designs” (Anon., 1978) and “FAO Catalogue of Small-scale Fishing Gear” (Anon., 1989) for details.

する漁具に適したJETを製作するためには、Fig. 3に示した程度には漁具の構造を調べておく必要がある。この網のコッドエンド（袋網）は4枚の網地が円筒形となるように設計されている。JETは身網とコッドエンドを連結する部分にいわゆる「足しコッド」と同じようにコッドエンドと同じ外周長を持つ円筒形の網

を挿入して取り付ける。本報告では、網口方向を前、コッドエンド方向を後、曳網方向と平行な方向を縦方向、曳網方向と直角の方向を横方向と呼ぶ。円筒形となる連結部分の外周を囲む横方向の網目の数は、6節（60mm目合）の網目が96目（=24目×4枚）である。この網目は縦方向に沿って取り付けられた筋縄にある

割合で縫合されることにより、一定の大きさで開くように想定されている。これは網地の縮結（いせ）と呼ばれる。新潟県の網のコッドエンドは、縦方向に伸張した場合に全長2.97m（=60mm 目合×49.5目）となる網地を2.9mの筋繩に均等に縫合することで、網地を伸張したときの長さの97.6%（2.4%の内割縮結、以降の表記もすべて内割縮結とする。）にしている。こうすることによって、ひとつの網目は横方向に約1.3cm 拡がり、コッドエンド連結部分の網の外周長は約1.25m（≒1.3cm×96目）と計算される。しかし曳網中には筋繩に縫合された部分以外の網目は縮結の影響をそれほど受けずに拡がるのが漁具の水中観察から確認されている（松下ら、1996）。経験的には、身網とコッドエンドの連結部分の外周長は、網目が13%程度の縮結をもって拡がっていると想定したほうが良い。身網とコッドエンドの連結部分のコッドエンド側の網地の目合を  $m$ 、外周の目数を  $n$  とすると、13%の縮結をもって拡がったときの身網とコッドエンドの連結部分の外周長  $G$  は、

$$G = 0.5 \cdot m \cdot n$$

で見積もることができる。

したがって新潟県の網では身網とコッドエンドの連結部分の外周長は2.9mと見積もられる。ここで連結部分の断面形状がグリッドを取り付けることによって正方形になるとすると、その一辺は約0.72mとなる。この値がグリッドの上辺と下辺の外寸法となる（Fig. 4）。

次にグリッドは曳網方向に対して一定の角度（以降では迎角と呼ぶ）をなすように取り付けられる。グリッドの側辺の外寸法はこの迎角を設定することで決定する。グリッドを傾ける方向は導入する漁業の特徴により異なる。TEDの例をみてもウミガメを網の上方向に誘導して排出するものや、下方向に誘導して排出するものがある（Mitchell *et al.*, 1995）。これは対象種をどちらのほうが保持し易いかを考慮した結果である。ここで網の下方向からクラゲを排出する方法を選択した場合には、排出口と海底との間に十分な隙間がある漁具構造であることを確認しておく必要がある。新潟県の網は、排出口を下に設けた場合には主対象である異体類が逃げやすいと考えたために、クラゲを上方向に誘導できるよう、グリッドを設定した。以降では、クラゲを網の上部から排出する方法について説明を行う。網の下部から排出する方法は上下方向を反対に考えれば良い。

TEDでは迎角が急すぎると、排出すべきウミガメがグリッドで止まってしまったり、緩やかすぎると保持したい魚も排出されてしまったりすることが知ら

れている。このため、米国 National Marine Fisheries Service が作成した TED の作成マニュアル（Mitchell *et al.*, 1995）では、グリッドの迎角は30~55°が推奨されている。JETのグリッドは後述するように立体的な構造となっており、クラゲを分離するためのバーの迎角はグリッドの迎角（実際の取り付け角度）よりも8°急になるように設計されている。新潟県の底曳網は曳網速度が常に3ノット以上あり、グリッドにぶつかったクラゲは、流体力によって上方向に押し上げられやすいと考えたため、グリッドのバーの迎角は53°とTEDで推奨される上限値に近い角度に設定した。この角度の設定については科学的な根拠は薄く経験的に設定されているにすぎない。駆廻し（かけまわし）のように曳網速度が低速から徐々に高速となる漁具や、曳網速度が遅い操業を行う漁業では、迎角が急すぎるとクラゲがグリッドにぶつかったときにクラゲに作用する上方向の力が小さく、グリッド前面で止まってしまう可能性があるため、迎角を緩やかに設定しておき、操業実験などによって調整を行う必要があるだろう。この迎角を決定することで、グリッドの側辺（Fig. 4）の外寸法が決まる。例えば、新潟県の網はグリッドの迎角を45°、バーの迎角を53°となるように考えたので、グリッドの側辺の長さは1m（=0.72m ÷ sin45°）となった。

次にグリッドのバーの配列と間隔について説明する。グリッドのバーは、排出口に誘導する方向に向かって配列することが一般的である。したがって排出口を上下どちらに設けるかにかかわらず、バーの配列は縦方向が一般的となる。しかし、異体類を保持対象とするTEDではグリッドの一部に横方向の配列を採用して、異体類がバーの間を通過しやすいように工夫しているものもある（Mitchell *et al.*, 1995）。グリッドのバー間隔の漁獲サイズ選択性の研究では、グリッドに遭遇する生物の分離は、生物の部位の大きさとバー間隔の相対的な大きさにより決定されることが示されている。例えば、魚類であれば体幅とバー間隔の比が1を少し超えるような大きさまでバーを通過してコッドエンドで保持されることが報告されている（Tokai *et al.*, 1996）。したがって、バー間隔は保持したい生物の部位（例えば魚の場合には体幅）の最大の大きさとクラゲの大きさととの関係から設定する必要がある。新潟県の網ではバー間隔を上辺の長さ0.72mを4分割するように0.18mと設定した。これは、漁業者への聞き取り調査の結果より、混獲されるクラゲは細片となっていることも多く、あまりに大きなバー間隔ではこの細片を排出できないと予想したことによる。

TEDなどのグリッドを用いた混獲防除装置の多く

は、平板のグリッドを採用している。しかし、平板のグリッドではウミガメが排出口付近で引っ掛かりうまく排出されないことがある (Australian Maritime College, Steve Eayers 氏私信)。これはウミガメの体がグリッドと網地の縫合部に引っ掛かり、排出されないためである。JET はこのような問題が生じにくいように、バーを折り曲げることによってグリッドの上と下で迎角が異なる構造とした。バー上部の迎角は米国 National Marine Fisheries Service が推奨する迎角よりも緩やか (17°) になるように設計し、この傾斜の緩やかな上部分ではクラゲがより排出されやすくなるように配慮した。このような構造はオーストラリアで開発された NAF-TED (Northern Australia Fisheries TED) やメキシコ湾で使用されている Super Shooter TED (Watson *et al.*, 1993, Mitchell *et al.*, 1995) にも採用されている。

グリッドの材料には、これまでに鉄やアルミニウムなどの棒材、パイプ、あるいは硬質プラスチックなどが使われてきた。米国 National Marine Fisheries Service が作成した TED の作成マニュアル (Mitchell *et al.*, 1995) では、メキシコ湾のエビトロール網に

使用するこれらの資材の最小の直径を鉄の棒材では 6.4mm, その他の資材では 12.7mm 以上とすることを定めている。メキシコ湾の典型的なエビトロール網はヘッドロープ長が 21m 程度、曳網速力も 2~4 ノット程度 (Sainsbury, 1996) と我が国の小型底曳網と大差がないので、JET を沖合底曳網漁業などの大きな網を対象に設計する場合には、グリッドに使用する資材の強度について十分に検討する必要がある。新潟県の網 (ヘッドロープ長約 30m, 曳網速力約 3 ノット) に対しては、直径 9 mm のステンレス棒材を用いてグリッドを作成した。その結果、グリッドの重量は空中で約 5 kg, 水中で約 4 kg となった。グリッドに使用する資材の強度に関する検討は十分でないので、今後は耐荷重の試験も必要である。

**筒状の網とその他の部品** 身網と袋網の間に連結する筒状の網は前述のとおり、コッドエンドと同じ網地を用い、その周長も等しくした。新潟県の網の場合は、コッドエンドと同様に横方向の目数が 24 目の 60mm 目合の網地を 4 枚合わせたものとした。縦方向の長さ目数は、グリッドや誘導網など JET の部品が収まる最小限の大きさとなるよう、次のように設計した。

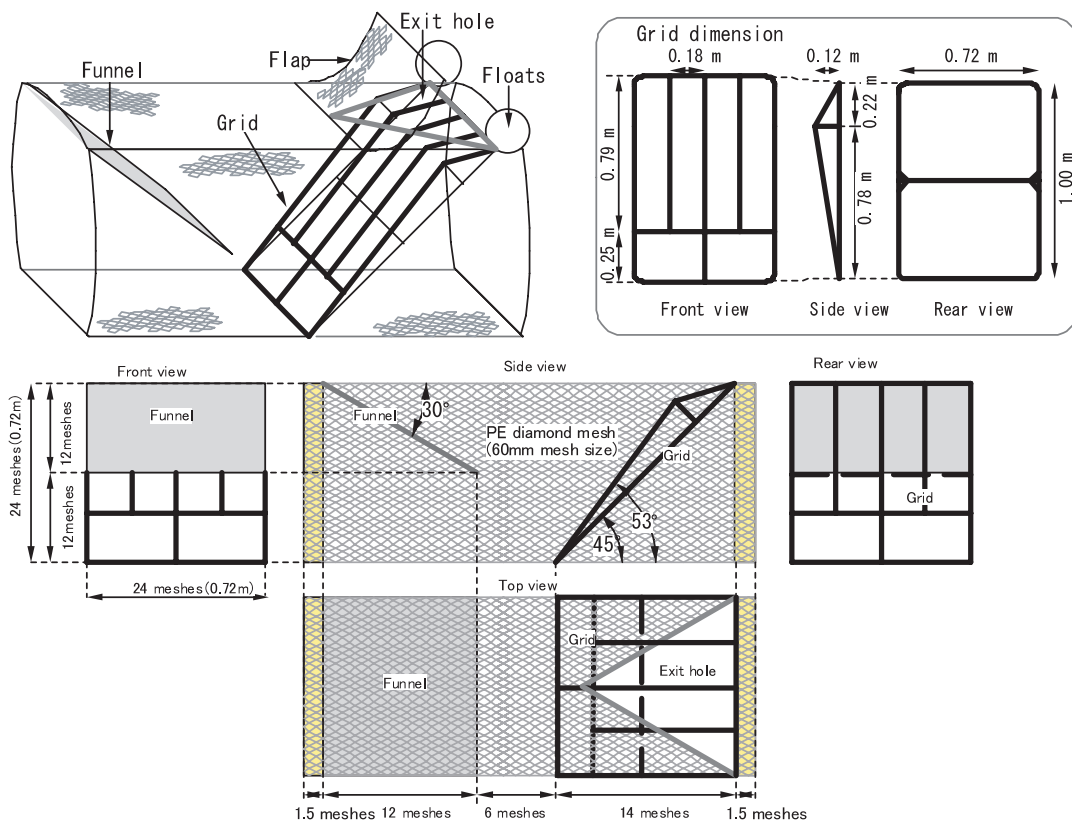


Fig. 4. A plan of JET designed for a otter trawl net used in Iwafune, Niigata prefecture.

Funnel, 誘導網; grid, グリッド; Flap, 開閉網; Exit hole, 排出口.

まず、曳網中の網目は13%程度の縮結が入るものと想定して、曳網中の網目の縦方向の長さを求める。新潟県の網の場合には、ひとつの網目の縦方向の長さは52.2mm ( $=60\text{mm} \times 0.87$ )となる。側辺の長さが1mのグリッドを45°の角度で装着するために必要な縦方向の目数は、14目 ( $\div 1\text{m} \times \sin 45^\circ \div 0.0522\text{m}$ )となる。次に、グリッドの前面には入網した漁獲物を下方向に押し下げてグリッドに遭遇させるための誘導網を取り付ける。誘導網は長方形の網地を筒状の網地の上面から一定の角度をなすように下向きに取り付ける方法をとった。このほかにも漏斗状の網を取り付ける方法もある (Mitchell *et. al.*, 1995)。この誘導網の曳網方向に対する角度もグリッドの迎角と同じで、あまり急に設定すると漁獲物がそこで止まってしまう可能性がある。そこで誘導網の曳網方向に対する角度は、30°となるようにした。これは、縮結が13%の網目の脚が曳網方向に対してなす角度と同じである。したがって誘導網は側面となる網地の脚に沿って縫合すれば良いことになり、複雑な目落としを考えなくても良い。また、このように縫合した誘導網は曳網中には流水抵抗を受けて吹き上げられるので、実際には曳網方向に対する角度は30°以下になり、米国 National Marine Fisheries Service が作成した TED の作成マニュアル (Mitchell *et. al.*, 1995) におけるグリッドの迎角の推奨値 (30~55°) の下限値よりも小さくなるので、漁獲物は誘導網の前面に止まることなくグリッドへと誘導されると考えた。誘導網を筒状の網の上面からこの部分の網の高さの半分にまで取り付けるとすると、新潟県の網の場合には側面の目数は24目なのでその中間の12目の位置まで誘導網を縫合する。脚に沿って誘導網を縫合すると、縦方向にも12目必要となる。新潟県の網に用いた誘導網は筒状の網と同様に13%の縮結が入ることを想定した。誘導網の大きさは、横方向の目数は上面の網地の目数と同じ24目、縦方向の目数は、14目 ( $\div 60\text{mm} \times 12\text{目} \div 52.2\text{mm}$ )である。次に、グリッドの前端と誘導網の後端があまりに接近していると大型のクラゲがここで止まってしまう可能性もあるので、この間に6目 (約30cm  $\div 52.2\text{mm} \times 6\text{目}$ )空けた。さらに身網と縫合する部分とコードエンドに縫合する部分に余裕を持たせるために、誘導網前端の前とグリッド後端の後ろに1.5目ずつ網地を残した。したがって新潟県の網に対する JET の縦方向の目数は、35目 ( $=14+12+6+1.5+1.5$ 、前述のそれぞれの構造に必要な目数の和、Fig. 4)となる。筒状の網は、横方向24目、縦方向35目の網地4枚を縫合して筒状とすればよいことになる。それぞれの網地の縫合部には現用の網で使用されている筋縄と同等の筋縄を取り付け

た。筋縄に取り付ける際の網地の縮結は現用の網の設計に同じ2.4%とした。また、筒状の網の底面には古い網地を外側からもう一枚縫合し、曳網中の海底との摩擦による破網対策を行った。

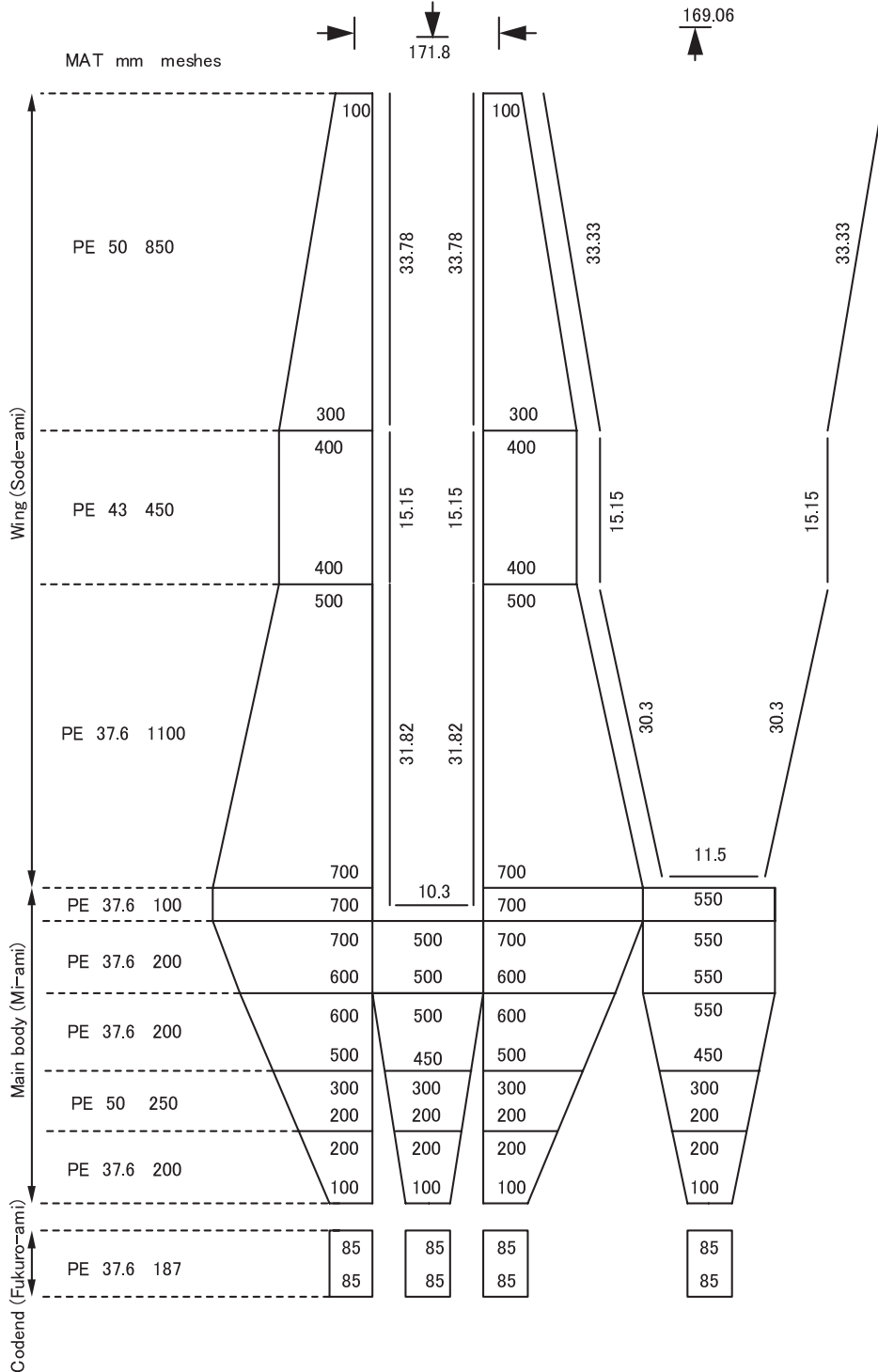
次に排出口は、グリッドが接合される筒状の網の上面を切り取って設ける。グリッドにぶつかった大型クラゲを排出させるためには、できるだけ大きな排出口が望ましい。新潟県の網では、グリッド上辺を底辺とする三角形となる排出口を設けた。またグリッドに接合される網の両端には、グリッドの水中重量とほぼ同じ浮力となるように直径20cmの耐圧フロートを1個ずつ取り付けた。前述したように縮結13%の網目の脚は曳網方向に対して30°の角度をなすので、グリッド上辺の両端から前方に網地を脚に沿って切り取っていくと一辺が0.72mの正三角形の排出口が作成できた。このような切り取り方を行うと網糸に均等に張力が配分されるので、切り取った部分の周囲の「網地がばたつく」ことをある程度抑えることができる。しかし、一辺0.72mの排出口では小さい場合には、野球のホームベースのような形状などを考える必要があろう。

ここまで解説した構造では、曳網中に排出口は常に開いており、入網した生物は誘導網によって網の下層に誘導されるので直接に排出口に遭遇して網から逃げることは無い。しかし、遊泳能力の高い魚類などは、グリッドに遭遇した際にグリッドを避けるように遊泳して排出口より逃げる様子が、Nordmore grid と呼ばれるグリッドを用いた混獲防除装置の研究で報告されている (Isaksen *et. al.*, 1992)。このような生物のグリッドに対する反応・逃避行動は JET を用いた場合にも起こることが考えられる。そこで、JET の排出口の外側に、長方形の網地の前端部だけを縫合した開閉網を設けた。この網は曳網中には流水抵抗によって排出口を覆う。したがって遊泳能力の高い魚類がグリッドを避ける反応行動を起こしたとしても排出口が閉じているために、自発的な逃避を少なくできると考えた。一方、大型クラゲは魚類に比べて遊泳能力に乏しく、機械的にグリッドで分離されて、開閉網を押し上げて網外へ排出されると考えた。このような構造は多くの TED にも採用されている。ただし、これまでの JET の操業実験では排出口から逃避した生物を回収するためにこの開閉網を外してカバーネットを取り付けており、開閉網の効果は確認していない。

**JET を設計・製作する際の注意点** JET は、どのような曳網漁具にでも使えるような設計を心掛けた。しかし、これまでに述べたように網の構造や規模に配慮して設計と製作方法を調整する必要がある。例えば、

Fig. 5に石川県の沖合底曳網漁業で使用されるホッコクアカエビを主対象とする底曳網（駆廻し）の設計図を示した（社全国底曳網漁業連合会，1997）。この網

の身網と袋網の連結部をみると，この部分の周囲長は縮結13%として約6.4m（ $\approx 37.6\text{mm}$  目合 $\times 340$ 目 $\times 0.5$ ），グリッドの外寸法は迎角を45°とすると1.6m $\times$



**Fig. 5.** A net plan of offshore Danish seine net used in Ishikawa prefecture. Numbers in panels designate number of mesh in horizontal direction. Figures and numbers at the side of the plan (MAT, mm, meshes) designate materials, mesh sizes and number of mesh in vertical direction. See “FAO Catalogue of Fishing Gear Designs” (Anon., 1978) and “FAO Catalogue of Small-scale Fishing Gear” (Anon., 1989) for details.

2.3mと見積もられる。このような大きな外寸法のグリッドは漁労作業を困難にすると考えられる。この場合には身網と袋網の連結部に漏斗形状の網を足してやり、連結する袋網の外周長を小さくしてやるような工夫が必要かもしれない。例えばこの石川の網の連結部に Fig. 6で示したような漏斗状の網を足すことで、連結する袋網の周囲長を約3.8m ( $\approx 37.6\text{mm}$  目合 $\times 200$  目 $\times 0.5$ ), グリッドの外寸法を0.94m $\times$ 1.35mとすることができる。ただしこの調整によって袋網の横方向の目数が少なくなり、従来の袋網よりも小さくなることに注意が必要である。

また、JETの設計は操業方法によっても変更する必要があるかもしれない。前述したようにグリッドの迎角の設定については、研究例も少なく試行錯誤に頼るのが現状である。駆廻しのように曳網速度が遅い網であれば、迎角を緩やかにしてよりクラゲを排出し易くする設定も必要かもしれない。例えば迎角を30°に設定すると、Fig. 5の網に取り付けるグリッドの外寸法は、1.6m $\times$ 3.2mあるいはFig. 6のように袋網を小さく改良した場合には0.94m $\times$ 1.88mにしなければならない。Nordmøre gridなどのグリッドを用いた混獲防除装置は、駆廻しを対象にも開発され (Walsh *et. al.*, 2002), 現在では混獲について厳しい規制がある世界中の地域のいろいろな底曳網漁具で使われているので (例えば, Kennelly and Broadhurst, 1995), 同様の構造であるJETもあらゆる底曳網で利用可能

であると考えられる。一方でグリッドを用いた混獲防除装置では、ヒトデ類やゴミの混獲が多い海域ではこれらがグリッドで止まってしまい目詰まりの状態となることで、十分な分離性能が得られない例が報告されている (McGilvray *et. al.*, 1999)。JETはこうした目詰まりを防ぐために、グリッドの下部のバー間隔を大きく設定した。この間隔や寸法が適当かどうかは導入する漁業において試行錯誤的に設定する必要がある。また、グリッドを用いた混獲防除装置はネットウインチへの巻き込みが困難である。そこでグリッドやコードエンドを引き上げるためのクォータロープ (quarter rope) と呼ばれる「遊びロープ」を取り付け (Sainsbury, 1996), グリッド近くまで網を巻き上げたら、クォータロープを巻き上げることで揚網を行う方法がとられる場合もある (McGilvray *et. al.*, 1999)。近年では柔軟なワイヤやプラスチックなどの資材を用いたり、複数の金属グリッドを組み合わせた構造でネットウインチに巻き込むことができるような混獲防除装置も報告されている (例えば, McGilvray *et. al.*, 1999, Crowley, 2003など)。今後、JETにこのような資材や構造を用いることも検討したい。また、JETにはグリッドの水中重量を打ち消すためのフロートが取り付けられており、捻れた状態で投網されると、水中で正常な姿勢に復帰しない可能性がある。投網の際には、網に捻れがないかを確認する必要がある。また、捻れが頻繁に起こるようであれば、漁具各部の寸法に偏りがなければ、

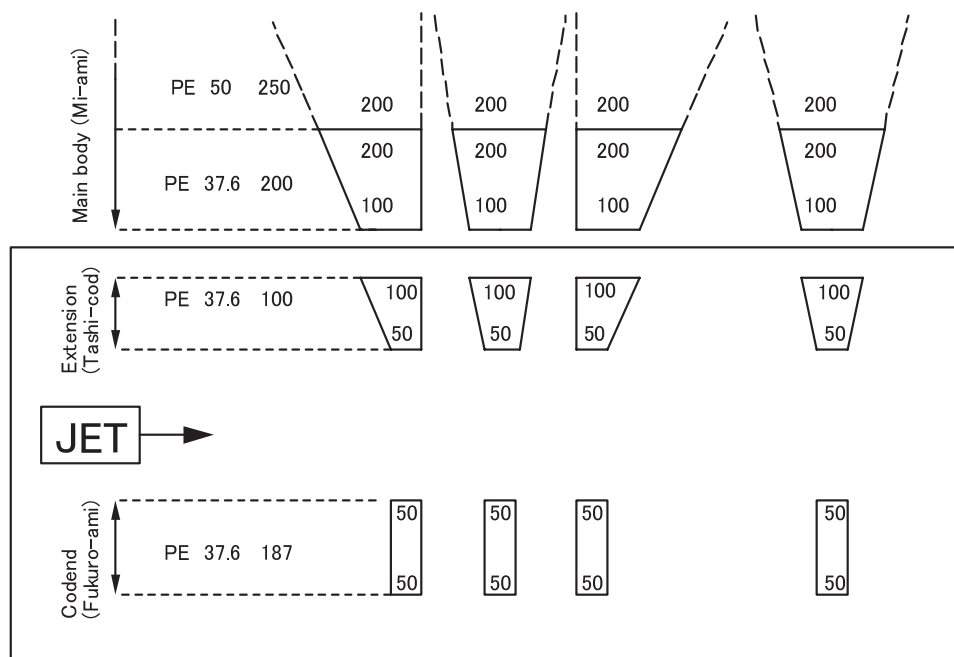


Fig. 6. An example of extension and codend for offshore Danish seine net used in Ishikawa prefecture, to insert suitable size of JET.



調べる必要がある。

以上のように大型クラゲの混獲を防除する装置 JET の設計・製作方法とその際に注意する点を述べた。このような漁具の改良・開発・調整は経験豊富な漁業者のほうが得意かもしれない。しかし、これまでに世界中で行われてきた底曳網の漁具改良の成功・失敗例を参照せずに感覚的に設計・製作を行い、使用した結果、もう少しで成功するところにまで達しながら「使えない」と判断される可能性もある。今後は設計において科学的な根拠が少ない、グリッドの迎角の設定や使用する資材の強度の把握などを明らかにし、より体系的な大型クラゲ混獲防除装置やその他の混獲防除装置の設計指針の確立を目指し、底曳網漁業における混獲問題の解決に貢献してゆきたい。

## 謝 辞

Australian Maritime College, Steve Eayers 氏には、オーストラリアで使用されている TED について、新潟県水産海洋研究所 河村智志氏には新潟県の底曳網漁業について多くの情報を頂いた。また、水産工学研究所 渡部俊広博士からは本稿について多大な助言を頂いた。ここに記して謝意を表する。本研究は農林水産技術会議農林水産研究高度化事業「大型クラゲの大量出現機構とその対策技術に関する研究」の一環として実施した。

## 文 献

Anon., 1978: FAO Catalogue of Fishing Gear Designs. Fishing News Books, Surrey, 160pp.

Anon., 1989: FAO Catalogue of Small-scale Fishing Gear. Fishing News Books, Surrey, 224pp.

本多直人, 2004: 大型クラゲによる漁業被害と防止対策の現状. 海洋水産エンジニアリング, **36**, 57-63.

Crowley M. 2003: In N. E., a team effort toward sustainability. National Fisherman, March 2003, pp. 25-40.

Isaksen, B., Valdemarsen J. W., Larsen R. B., and Karsen L., 1992: Reduction of by-catch in shrimp trawl using a rigid separator grid in the aft belly. *Fish. Res.*, **13**, 335-352.

Kennelly S. J. and Broadhurst M. K., 1995: Fishermen and scientists solving bycatch problems: examples from Australia and possibilities for

northeastern United States. In "Solving bycatch Considerations for today and tomorrow", Univ. Alaska Sea Grant Program, Fairbanks, pp. 121-128.

松下吉樹, 井上喜洋, Shevchenko, A. I., 1996: 一重, 二重コッドエンドの漁獲選択性. 日水誌, **62**, 78-82.

松下吉樹, 2000: 曳網漁業における混獲防除技術. 日水誌, **66**, 261-268.

松下吉樹, 本多直人, 河村智志, 2005: 曳網漁具に装着する大型クラゲ混獲防除装置 JET (Jellyfish Excluder for Towed fishing gear) の試作と操業実験. 日水誌, **71**, 965-967.

McGilvray J. G., Mounsey R. P. and MacCartie J., 1999: AusTED II, an improved trawl efficiency device I. Design theories. *Fish. Res.*, **40**, 17-27.

Mitchell J. F., Watson J. W., Foster D. G. and Caylor R. E., 1995: The Turtle Excluder Device (TED): A Guide to Better Performance. NOAA *Tech. Memo.* NMFS-SEFSC-366, NMFS Mississippi Laboratory, Pascagoula, 35p

Sainsbury, J.C., 1996: Commercial Fishing Methods. Fishing News Books, Oxford, pp.62-104.

Tokai T., Omoto S., Sato R. and Matuda K., 1996: A method of determining selectivity curve of separator grid. *Fish. Res.*, **27**, 51-60.

安田 徹, 2003: 海の UFO クラゲ - 発生・生態・対策. 恒星社厚生閣, 東京, 206pp.

Walsh S. J., Engas A., Ferro R., Fonteyne R. and van Marlen B., 2002: To catch or conserve more fish: the evolution of fishing technology in fisheries science, In "100 Years of Science under ICES" (ed. By Anderson, E.D.), *ICES Marine Science Symposia*, **215**, pp. 493-503.

Watson J., Workman I., Foster D., Taylor C., Shah A., Barbour J. and Hataway D., 1993: Status report on the development of gear modifications to reduce finfish bycatch in shrimp trawls in the southeastern United States 1990-1992. NOAA *Tech. Memo.* NMFS-SEFSC-327, NMFS Mississippi Laboratory, Pascagoula, 131p.

(社)全国底曳網漁業連合会, 1997: 平成8年度漁業新技術開発事業 (漁業再編整備推進新技術開発事業) 沖合底びき網漁業に係る掛廻し漁法の合理化技術開発報告書, (社)全国底曳網漁業連合会, 東京, 133pp.