

## 漁業練習船“耕洋丸”(2,300GT型)の 新オートトロールシステムの構築

山口正人<sup>1†</sup>, 内田和良<sup>3</sup>, 永松公明<sup>1</sup>, 川崎潤二<sup>1</sup>  
下川伸也<sup>1</sup>, 鎌野 忠<sup>2</sup>, 田淵清春<sup>2</sup>, 木下弘実<sup>4</sup>

### The Construction of New Automatic Trawling System on Fisheries Training Ship "KOYO MARU" (2,300 GT size)

Masato Hamaguchi<sup>1†</sup>, Kazuyoshi Uchida<sup>3</sup>, Kimiaki Nagamatsu<sup>1</sup>,  
Jyunji Kawasaki<sup>1</sup>, Sinya Shimokawa<sup>1</sup>, Tadashi Kamano<sup>2</sup>,  
Kiyoharu Tabuchi<sup>2</sup> and Hiromi Kinoshita<sup>4</sup>

**Abstract** : The fisheries industry profitability is declining, due to diminishing resources, increasing imports, fish prices remaining low and fuel oil prices increasing. With the objectives to promote a stable supply of sea-food products now and into the future, the Fisheries Agency of Japan has established a committee to review the structural reforms of fishing vessels and fisheries for the purpose of implementing comprehensive programs to improve the industry profitability, to grow successors and to nurture internationally competitive operations. One of their targets is to modify fishery by using fishing vessels with energy-, labor- and power-saving operations with reduced costs.

In view of such objectives, and with the next generation of training ships, the KOYO MARU is to be newly constructed, The National Fisheries University reviewed a system to save energy, labor and power requirements for trawler operations, and has developed an unconventional and automatic Self-Trawl & Navigation System (STNS).

Examinations of the STNS operation carried out to be adjustments for control of net-trawling models and parameters determination. Trawl Net in Surface, Middle, Bottom and Deep-sea Bottom operated in the East China Sea and measured 3 D objects recognition of otter-board, trawl net and the other necessary information for system control. This report provides a review of STNS as well as the characteristics of trawl net and its equipments by the experiments.

**Key words** : Fisheries training ship. Self-Trawl & Navigation System. Fishery by using fishing vessels. Energy-, labour- and power-saving operations. Self Management.

### まえがき

近年の我が国水産業は、資源の悪化、輸入の拡大、魚価の低迷に加え燃油の価格高騰により収益性が非常に悪化している。

一方、水産庁は将来にわたり水産物の安定供給を図るた

め、収益性の向上や漁業後継者の育成をめざして総合的な対策を講じ、国際競争力のある経営体を育成することを目的に、漁船漁業構造改革のための委員会を設置して検討を行っている。昨年度から、具体的に構造改革を先導するプロジェクトの立ち上げ及びプロジェクトに基づく漁船漁業構造改革の推進を図っている。その構造改革の一環とし

2008年9月29日受付. Received September 29, 2008.

1 水産大学校海洋生産管理学科 (Department of Fisheries Science and Technology, National Fisheries University)

2 水産大学校練習船耕洋丸 (Training Ship Koyo Maru, National Fisheries University)

3 元水産大学校 (Ex-National Fisheries University)

4 ニチモウ(株) (NICHIMO CO., LTD.)

† 別刷り請求先 (corresponding author): hamaguti@fish-u.ac.jp

て、省エネ・省人・省力化した操業・生産体制への転換を奨励、低コスト化して漁船漁業の再生を図ろうとしている。

漁船における研究の中で、底曳き網漁船については、天下井、川島ら<sup>1-5)</sup>は船尾式トロール船の船体と漁具系の応答特性と曳網索の張力について、また西の首らは<sup>6-10)</sup>以西底曳き網漁船の曳網中における船体運動の統計的特性、船体運動の予測と周波数応答特性についてそれぞれ研究を行っており、底曳き網漁船の耐航性や復原性、操縦性に関する内容であった。現在では、省エネルギー船型の開発、転覆事故防止の研究、FRP漁船の船型・構造の開発研究、漁船の採算性向上のための研究、さらに信頼性工学、制御理論等の導入による最適設計法についての研究が進められている。

このように、最近の水産・海洋を巡る諸情勢や技術は大きく変革しており、水産資源の適切な管理・保全、持続的利用と省エネ・省人・省力化は重要な課題となっている。そのような中で、我が国においてオートトロールシステムと称せられるシステムは、魚群及び漁具に関する情報を統合的に表示し、左右のトロールワープの張力を自動的に制御して漁具を最適な状態に制御するシステムを指している。

このようなオートトロールシステムの端緒を開いたのは、2002年11月に竣工した鹿児島大学漁業練習船「南星丸」で

ある。「南星丸」は、魚群ならびに漁具の位置や状況を統合的に把握する漁具動態監視装置及び曳網中に漁具形状を最適な状態に保持する漁具自動制御装置を装備している<sup>11-13)</sup>。また、2004年8月に竣工した水産総合研究センター北海道区水産研究所の調査船「北光丸」も、オートトロールシステムに関する各種センサーのメーカーは異なるものの「南星丸」と同様の装置を装備している<sup>14,15)</sup>。

以上のような背景を踏まえ、本校は練習船「耕洋丸」の代船建造に合わせ議論を行い、特にトロール操業システムにおける省エネ・省人・省力化、資源管理型操業手法をめざしたシステムの検討を行った。そこで、新耕洋丸は漁船漁業再生のモデルシップとなるよう、世界に先駆けた新しいオートトロールシステムとして、STN (Self-Trawl & Navigation) システムの開発を行った。この開発は、ニチモウ(株)、川崎重工業(株)、(株)カワサキプレジジョンマシナリ、(株)カイジョーソニックの4社と共同で構築した。本報告では、このSTNシステムの構成と性能および2007年7～8月に行った試験操業で、システムの検証を行ったのでその結果について報告する。

## STNシステム

### システム機能概念

「耕洋丸」のSTNシステムは、Fig. 1に示すように「南

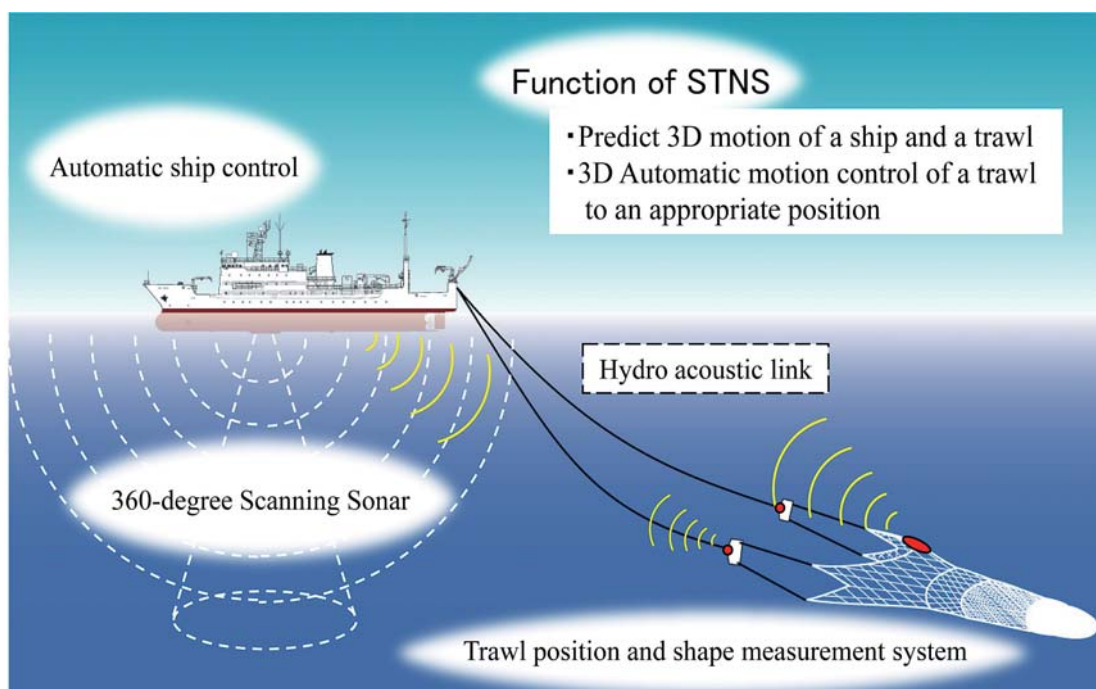


Fig. 1. The function of STN system.

星丸」及び「北光丸」が装備する漁具位置測定機、漁具動態監視装置ならびに全周スキャニングソナーに加え、自動定点保持装置であるDPS (Auto-tracking 機能付き Dynamic Positioning System) を装備することによって、トロール操業の更なる自動化を目ざすことを特徴としており、漁具を魚群の位置に誘導するための操船を自動化するシステムである。

### システムの構成と制御

STNシステムは、制御部として自動定点保持装置、漁具動態監視システム機器（無線式漁具位置測定機、漁具動態監視装置など）、ワープドラムウインチ（線長・線速・張力センサー組み込み式オートテンション型）及びトロール漁具によって構成されている。

Fig. 2 に示すように、自動定点保持装置に種々の計測機器から魚群位置、漁具位置、曳網情報、操船情報を自動的に入力し、トロール網のワープ長50mに設定後、計量型全周スキャニングソナー（ターゲットロック式）で捉えた目標魚群に漁具が適切な位置となるよう3次元運動を制御する機能を備えている。

#### 投網制御

現在の当業船で行われているワープ繰り出し方法では、投網時網部は目標水深よりも深く入り、その後目標水深に落ち着くように行われている。STNシステムでのワープ

繰り出し方法は、ワープ長が50mを越えると、オートに切り替え、その後は繰り出し速度を予め設定したある水深で自動減速することによって、Fig. 3 のようにオーバーシュートを軽減し、タイムロスをなくすることができる。

#### 漁具位置測定機

南星丸、北光丸では、全周スキャニングソナーでオッターボードを確認するのみであるが、新システムでは、Fig. 4 に示すようにトロール網に網位置検出用の超音波式ピンガーを装備することによって、刻々の網位置の方位、距離、深度を検出、受波器を通して処理部へ信号が入力され、これを制御する。

#### 漁具形状測定機

南星丸、北光丸のこの測定機に加え、同じくFig. 4 に示すように新たに無線式トロールソナー、対称スピードセンサーをヘッドロープに装備し、網の速度、左右のゆがみを検出、制御に用いている。

#### 漁具誘導制御

Fig. 5 に示すように、船体の操縦運動モデルは三菱重工業（株）長崎研究所で、また曳網モデルについては川崎重工業（株）明石船型研究所で、いずれも模型による水槽試験を行い、これらの結果を合わせて曳網時の運動モデルを構築した。

Fig. 6 は中層トロール操業でのシミュレーション結果の一例である。船体、トロール網を上面、後面、側面から見

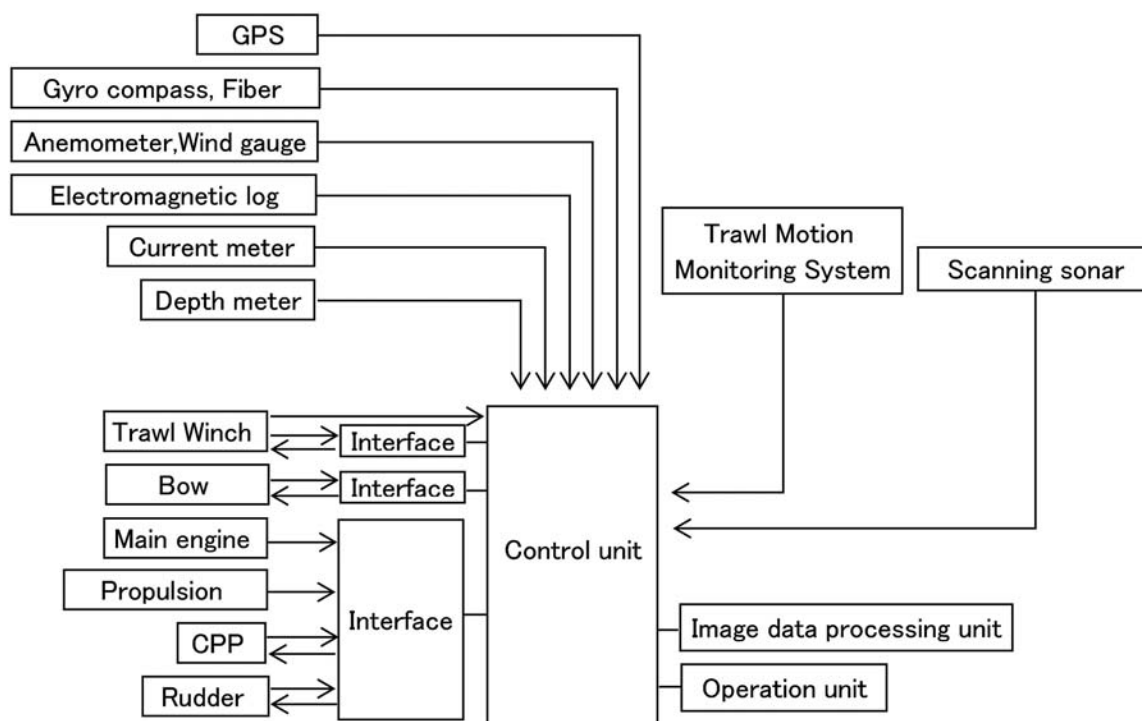


Fig. 2. The composition chart of STN system.

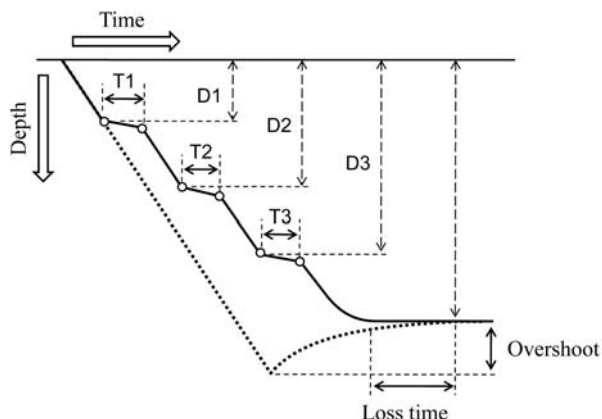
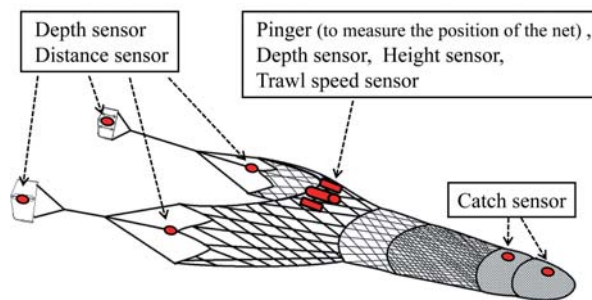


Fig. 3 . The summary of the casting net control.  
Notes — : Cast net control operation  
..... : Non-control



Sensors attached in the trawl net

Fig. 4 . The sensors attached in the trawl net.

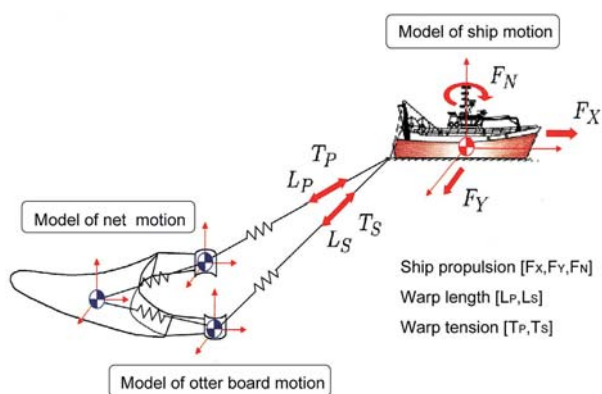


Fig. 5 . The concept of net control system.

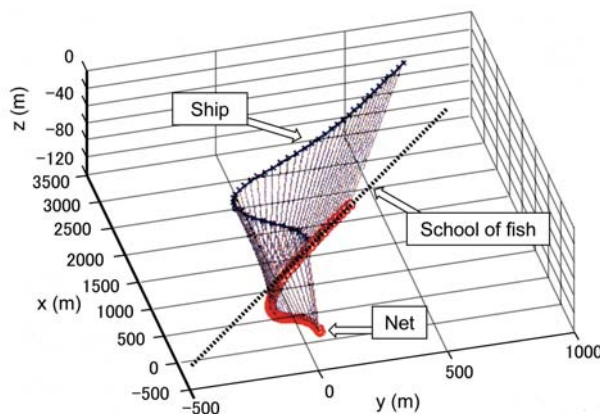


Fig. 6 . The simulation model of three-dimensional movement. (Mid-water trawl)

て組み合わせた3次元制御した場合の船体、網の動きがシミュレートされており、目標魚群に漁具を自動誘導する時の船の航跡、網の動きが3次元的にわかる。

STNシステムの操作モード

自動定点保持装置の操作はフルオート、セミオート、マニュアルの3操作が可能になっている。

フルオート操作は、曳網中、目標魚群位置（固定）に向かって漁具が適切な深度となるようワープドラムウインチと船速の連携によって自動制御すると共に、本船の可変ピッチプロペラと舵を自動操作して、目標魚群位置に漁具が適切な位置となるよう3次元運動を制御する機能を備えている。なお、手動により自動定点保持装置の画面の目標魚群位置（2次元）を変更可能なオーバーライド機能（タッチパネル式）を有するものとしている。

セミオート操作は、曳網中本船のルートを手動設定し、設定したルート上を本船が航行するように自動操船するものである。また、漁具深度を目標魚群位置になるように

ワープドラムウインチと船速の連携によって自動制御する。なお、本船ルートの変更可能なオーバーライド機能を有している。また、曳網中の目標深度は変更可能としている。

マニュアル操作は、画面上で魚群を確認してジョイスティックと回頭ダイヤルで本船を手動操船することが可能な機能である。漁具深度は、船速とワープドラムウインチを手動操作することで調整する。

トロール関連設備の写真をPhoto 1 に示す。

試験操業結果

STNシステムの作動確認と乗組員の操業作業習熟のため、平成19年7月5日～7月13日の間、Fig. 7 に示す東シナ海で試験操業を実施した。系統的に大規模な改良・課題は出なかったが、網曳航モデル、オッターボード曳航モデルの微係数の調整など、細かい部分の修正が必要で



**Warp Winch**



**Warp Tension-meter**



**Net Winch**



**Trawl Control Space**

Photo. 1. The trawl fishery equipment.

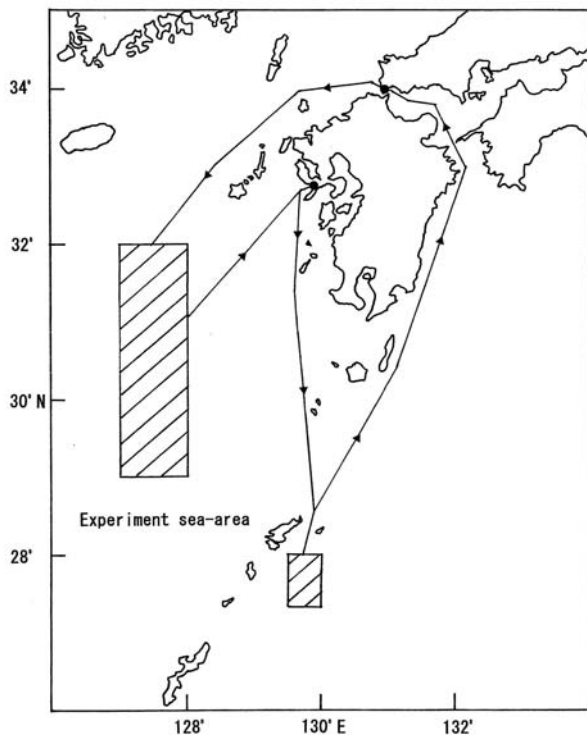


Fig. 7. The sea-area in experimental operations.

あったことから、曳網中のデータを得ることは出来なかった。これらの修正を行って、最終目標であるフルオート操作を主体とした試験操業を、同年8月19日～8月31日の間東シナ海の同じ海域で行った。この間の気象・海象は、季節的にも穏やかで、計画どおりの試験を行うことができた。

表層・中層・着底各トロールの設計値をTable 1に、表層・中層・着底各トロール試験操業時の曳網速度とワーブ長に対する項目別計測結果をTable 2に示す。

### 表層曳き

Table 3に示すように、8月25日～26日の2日間表層トロール試験を行った。表層トロールのヘッドローブは、常に水面に浮上するように設計されており、曳網速度4.0ノットにおいても海面に浮上していた。

ワーブ長が400mの場合、曳網速度を速くするとオッターボード深度は浅くなった。これは曳網速度が速くなると、ワーブおよび漁具の抵抗は大きくなるが、漁具自体の水中重量は一定であるためである。オッターボード深度は21～38mで、海面とフットローブの中間位置にあり、オッター

**Table 1** Estimated parameters of the various trawls in the design stage.

|                          | Warp length<br>(m) | Towing<br>speed | Spread of trawl-doors<br>(m) | Width of net<br>(m) | Height of net<br>(m) | Warp tention<br>(ton) |
|--------------------------|--------------------|-----------------|------------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| Surface Trawl            | 350                | 4.5             | 110.0                        | 60.0                | 27.5                 | 17.4                  |
|                          |                    | 5.0             | 120.0                        | 60.0                | 22.5                 | 21.0                  |
|                          |                    | 5.5             | 128.0                        | 62.5                | 17.5                 | 24.9                  |
| Mid-water<br>Trawl       | 300                | 4.5             | 72.0                         | 23.0                | 30.8                 | 13.8                  |
|                          |                    | 5.0             | 72.0                         | 26.0                | 29.2                 | 16.6                  |
|                          |                    | 5.5             | 72.0                         | 27.2                | 28.4                 | 20.1                  |
| Bottom Trawl             | 300                | 3.0             | 59.0                         | 20.1                | 6.6                  | 8.6                   |
|                          |                    | 3.5             | 60.0                         | 21.0                | 6.3                  | 10.4                  |
|                          |                    | 4.0             | 60.0                         | 21.0                | 6.0                  | 13.3                  |
| Deep-sea<br>Bottom Trawl | 2500               | 2.0             | 51.0                         | 18.0                | 3.8                  | 4.7                   |
|                          |                    | 2.5             | 57.0                         | 18.9                | 5.6                  | 6.5                   |
|                          |                    | 3.0             | 61.0                         | 19.2                | 7.4                  | 8.4                   |

**Table 2** Various trawls parameters in experimental operations.

| Date /<br>Type of Net             | Towing speed<br>(kt) | Warp length<br>(m) | Headrope depth<br>(m) | Trawl-doors depth<br>(m) | Spread of trawl-doors<br>(m) | Width of net<br>(m) | Height of net<br>(m) | Warp tention<br>(ton) |
|-----------------------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| 2007/8/25<br>(Surface Trawl)      | 3.5                  | 400                | 0.0                   | -                        | 113.0                        | -                   | -                    | 16.0                  |
|                                   | 4.0                  | 400                | 0.0                   | -                        | 119.4                        | 51.0                | 40.1                 | 16.6                  |
| 2007/8/26<br>(Surface Trawl)      | 3.5                  | 400                | 0.0                   | 32.5                     | 112.8                        | -                   | 49.7                 | 15.3                  |
|                                   | 3.5                  | 400                | 0.0                   | 38.3                     | 111.2                        | -                   | 57.1                 | 15.4                  |
|                                   | 4.0                  | 400                | 0.0                   | 22.1                     | 114.7                        | -                   | 42.3                 | 17.6                  |
|                                   | 4.0                  | 400                | 0.0                   | 28.2                     | 113.8                        | -                   | 49.2                 | 16.3                  |
|                                   | 4.0                  | 400                | 0.0                   | 21.2                     | 115.8                        | -                   | 37.8                 | 17.9                  |
|                                   | 4.0                  | 500                | 0.0                   | 28.8                     | 125.3                        | -                   | 40.0                 | 21.9                  |
| 2007/8/20<br>(Mid-water<br>Trawl) | 4.0                  | 900                | 331.3                 | 350.0                    | 127.4                        | -                   | 31.6                 | 14.3                  |
|                                   | 4.5                  | 900                | 305.8                 | 328.3                    | 130.0                        | 30.8                | 31.6                 | 14.7                  |
|                                   | 4.5                  | 900                | 315.1                 | 331.2                    | 128.4                        | -                   | 31.4                 | 15.5                  |
|                                   | 4.5                  | 1150               | 313.1                 | 331.3                    | 134.7                        | -                   | 29.2                 | 19.8                  |
|                                   | 5.0                  | 900                | 305.2                 | 322.6                    | 129.4                        | 30.9                | 31.6                 | 15.5                  |
|                                   | 5.0                  | 1000               | 422.1                 | 436.9                    | 128.2                        | 30.5                | 31.1                 | 15.5                  |
| 2007/8/21<br>(Mid-water<br>Trawl) | 5.0                  | 1100               | -                     | 454.7                    | 121.5                        | 29.6                | 31.1                 | 13.8                  |
|                                   | 3.5                  | 450                | 242.5                 | 265.7                    | 123.4                        | -                   | 32.3                 | 10.8                  |
|                                   | 3.5                  | 550                | 161.6                 | 179.0                    | 124.4                        | -                   | 31.3                 | 16.7                  |
|                                   | 4.5                  | 800                | 275.3                 | 293.6                    | 128.5                        | 30.4                | 31.8                 | 14.4                  |
|                                   | 4.5                  | 1000               | 275.2                 | 294.5                    | 133.8                        | 31.7                | 30.1                 | 18.2                  |
|                                   | 4.5                  | 1000               | 362.4                 | 378.3                    | 131.0                        | 31.3                | 31.8                 | 14.9                  |
| 2007/8/22<br>(Mid-water<br>Trawl) | 4.0                  | 500                | 178.2                 | 239.6                    | 118.6                        | 29.1                | 32.2                 | 13.5                  |
|                                   | 4.0                  | 500                | 158.2                 | 175.2                    | 112.3                        | 29.8                | 31.4                 | 15.6                  |
|                                   | 4.5                  | 400                | 99.6                  | 114.7                    | 114.5                        | -                   | 29.2                 | 15.7                  |
|                                   | 4.5                  | 500                | 132.7                 | 145.1                    | 117.5                        | -                   | 31.1                 | 16.2                  |
| 2007/8/23<br>(Bottom Trawl)       | 4.0                  | 450                | 115.0                 | 119.2                    | 87.8                         | 24.9                | 5.7                  | 12.1                  |
|                                   | 4.0                  | 450                | 115.8                 | 118.5                    | 95.7                         | 25.1                | 5.6                  | 11.4                  |
|                                   | 4.0                  | 450                | 116.9                 | 119.9                    | 92.7                         | -                   | 5.6                  | 12.8                  |
|                                   | 3.5                  | 450                | 118.7                 | 121.7                    | 90.4                         | -                   | 5.7                  | 12.8                  |

ボードが海面に露出することはなかった。したがって、本漁具は表層に生息する生物の採集に適していると思われる。曳網速度の増減によって、オッターボード間隔は変化しないが、網口高さは曳網速度の影響を受け増減する。また、オッターボード間隔はワープ長の変化にしたがって変化した。このことにより、定量サンプリングを実施する場合、ワープ長および曳網速度を一定にする必要がある。

設計段階において想定した網口形状と比較して、実際の網口は縦に長い形状であった。これは、設計時において曳網抵抗値を過大評価したためだと考えられる。ワープ張力は、ワープ長500mの場合、ワープ長400mの場合に比べ約5トン大きい値を示した。これは、ワープの水中重量を加味しても過大であるため、曳網試験を再度実施する必要があると考えられる。

## 中層曳き

S T Nシステムの主力操業方法である中層曳き試験操業を、8月20日～22日の3日間実施した。Fig. 8-1にワープ長とヘッドロープ深度、Fig. 8-2にワープ長とオッターボード深度、Fig. 8-3にワープ長とオッターボード間隔、Fig. 8-4にワープ長と網口高さ、Fig. 8-5にワープ長と袖網間隔、Fig. 8-6にワープ長とワープ張力のそれぞれの関係を示す。

ワープ長が400～600mの範囲内では、ヘッドロープ深度およびオッターボード深度は、曳網速度が速くなると浅くなった。逆に、ワープ長が800～1,150mの範囲内では、曳網速度が速くなるとヘッドロープ、オッターボードの両深度は深くなる傾向となった。一般的にワープ長が一定の場合、曳網速度が速くなると曳網抵抗が増加し、漁具深度は

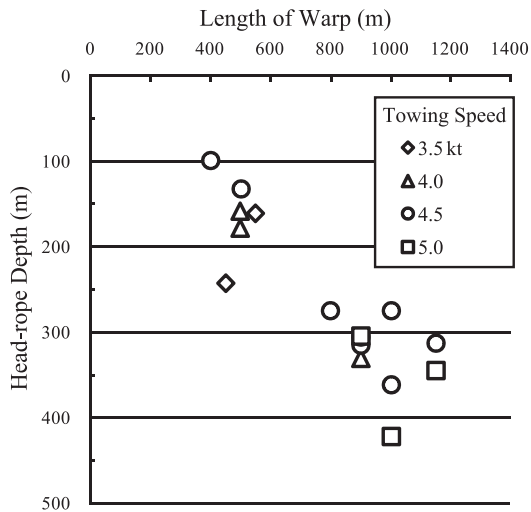


Fig. 8-1. The relationship between length of warp and the head rope depth in the experiments (Mid-water trawl).

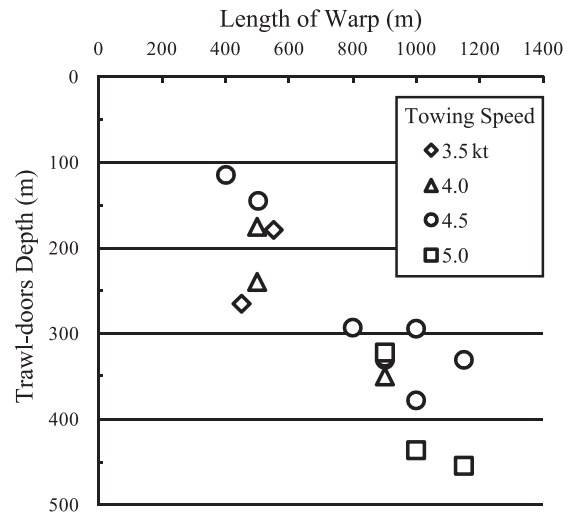


Fig. 8-2. The relationship between length of warp and trawl-doors depth in the experiments (Mid-water trawl).

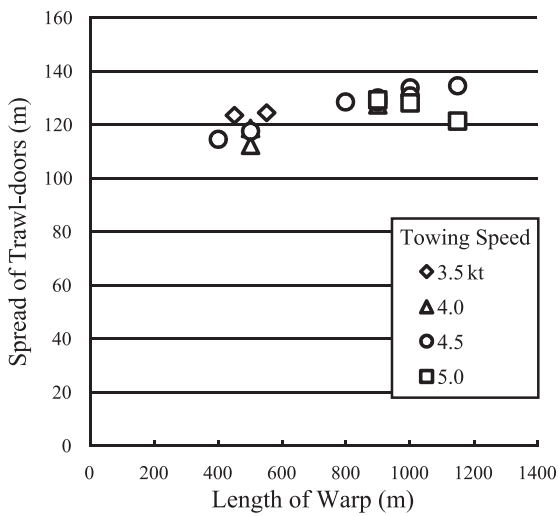


Fig. 8-3. The relationship between length of warp and spread of trawl-doors in the experiments (Mid-water trawl).

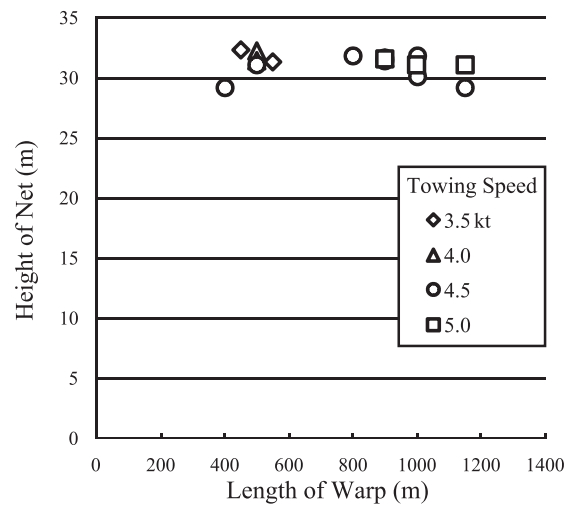


Fig. 8-4. The relationship between length of warp and height of net in the experiments (Mid-water trawl).

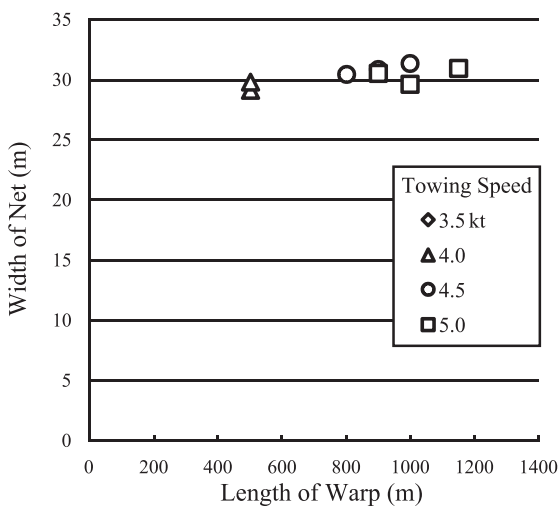


Fig. 8-5. The relationship between length of warp and width of net in the experiments (Mid-water trawl).

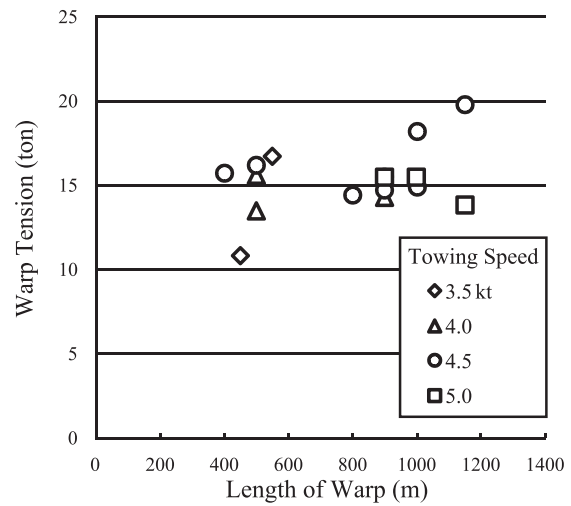


Fig. 8-6. The relationship between length of warp and warp tension in the experiments (Mid-water trawl).

浅くなる。しかし、ワーブ長800~1,150mの範囲で逆の現象が起こった。この理由としては、船速と漁具深度帯の潮流速度の不一致が原因と考えられるが、詳細については不明であった。

オッターボード深度は、ヘッドローブ深度より約15m深く網口中央部の深度とほぼ同じであった。網口高さと同網間隔は、曳網速度ならびにワーブ長に関係なくどちらも約30mであり、曳網中の網口形状はほぼ円形であったと推測される。ワーブ張力は曳網速度4.5ノット、ワーブ長1,000~1,150mの場合、設計値よりも大きい値で18.2~19.8トンとなった。これは、袖網間隔が設計値よりも広く、漁具の抵抗が大きいためと考えられる。

### 着底トロール曳き

8月23日に着底トロール曳き試験操作を行った。オッターボード間隔は曳網速度3.5~4.0ノットの範囲において、設計値よりも約1.5倍広がっており、袖網間隔も設計値と比較して4~5m広がった。また、網口高さは設計値よりも0.3~0.9m低いことから、網口形状は設計の段階で想定された網口形状よりも横に長い形状であったことが分かった。

曳網速度3.5ノット、ワーブ長450mの場合、ワーブ張力は約12トンであった。同条件における設計値は10.4トンで

あり、設計の段階でワーブ張力が過小評価されていた。実測値と設計値との差は、前述したオッターボード間隔ならびに袖網間隔の増大に伴う曳網抵抗の増加分に加え、動摩擦力が作用したことが考えられる。着底トロールの場合、ワーブには漁具と海底との間に発生する動摩擦力が加わる。動摩擦力は曳網抵抗に比べ大きい。したがって、設計段階や模型実験においては、この動摩擦力を十分に考慮しなければならないことが判明した。

### 深海トロール曳き

8月29日、マルチビーム方式を採用した超音波海底地形探査装置 (ES710S) に組み込まれた海洋底情報システム (SIS) によるリアルタイムの3次元地形モデル (Photo 2)、極深海用精密音響測深機、多層式ADCPによる試験海域のプロファイルを活用して、水深1,000m海域において深海トロール試験操作を実施した。なお、今回の深海トロール曳きは、STNシステムのマニュアルモードを採用しないで、手動により実施した。

実施海域の海底は、岩礁等の障害物は発見できず、緩やかな傾斜があるものの海流も水深424m、840mにおいて、それぞれ流向183°、188°、流速0.9ノット、1.0ノットであり、操業に支障をきたす要因がないことが確認された。そこで、同海域において2回の試験操作を午前1回、午後

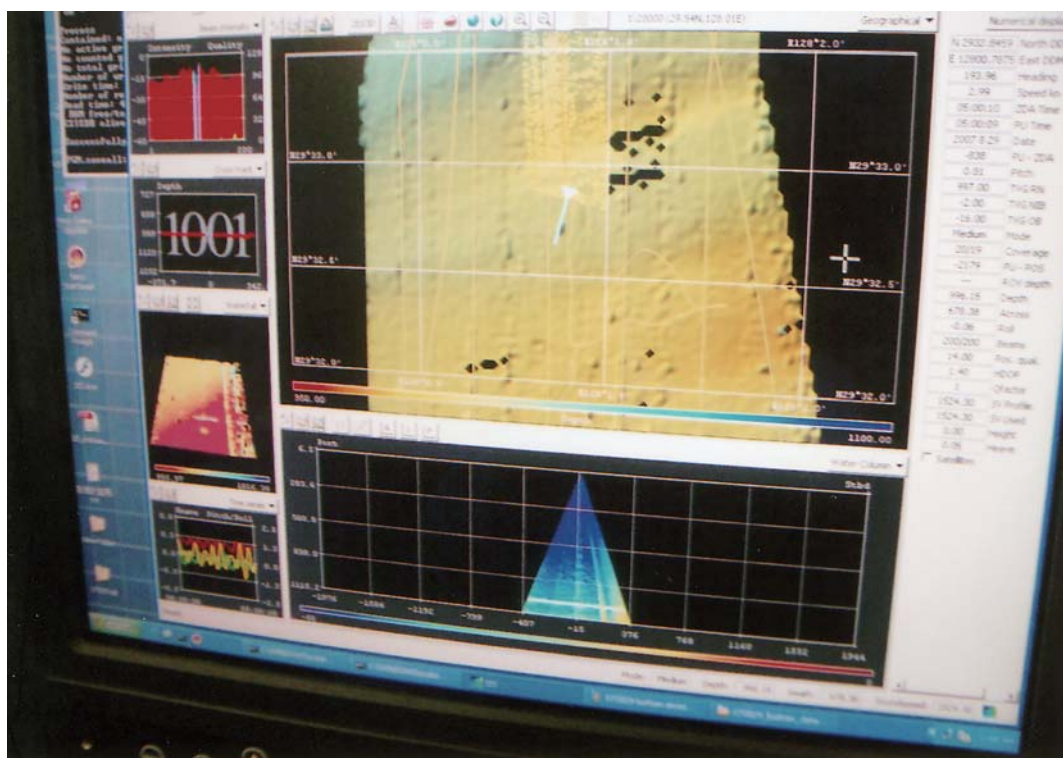


Photo. 2. A submarine topography in the depth 1000m.



に1回実施した。午前の試験操業において、投・揚網時におけるワープの繰り出し、ドラムへの巻き込み調整に時間を要し、データの取得が十分に出来なかった。しかし、着底寸前における漁具動態監視装置の情報から、船速4.4ノット、漁具速度0.6ノットでワープ長1,991.2m（右舷側）、1,990.5m（左舷側）、ヘッドロープ深度1,003.8m、オッターボード深度1,011.7m（右舷側）、1,006.6m（左舷側）、オッターボード間隔100.1m、網高さ10.2m、袖網間隔27.8mであり、投網から着底まで順調に推移したものと考えられる。さらに、揚網後には深海魚の網への目刺し捕獲が見られた。午後の試験操業では、漁具着底時の水深は1,012mであり、ワープ長2,000m、網高さ5.7m、袖網間隔27.0m、曳網速度2.2ノットと安定した曳網状態であった。

その後の曳網状態も極めて順調であり、プロペラピッチ16.8°、針路196°、対地速度6.4ノット、対水速度3.8ノット、水深1,000.5m、漁具動態監視装置による漁具状態の情報はワープ長2,000m（右舷側）、2,004m（左舷側）、ワープ張力8.1トン（右舷側）、8.0トン（左舷側）、オッターボード間隔100.1m、深度1,000.2mであり、ヘッドロープ深度997m、網高さ3.9m、袖網間隔27.8mと極めて安定した曳網状態であった。捕獲された魚種の一部をPhoto 3に示す。これらのことから、新耕洋丸における深海操業は各種機器並びに装備により1,200mまでの深海トロールが有機的に実施可能であることが確信された。

## STNシステム導入の効果

### STNシステムによる省エネ、省人、省力化

トロール操業の投揚網時の作業については、オッターボードの取付け、取外しなどの作業があり、今回この点の省人化はできなかった。しかし、投網時はワープ長が50mを越えると、揚網時はワープ長が50mまでは、全て自動的に操業が可能であり省力化が図られる。

また、漁具動態監視装置及び漁具自動制御装置を装備した従来のオートトロールシステムに加え、魚群位置に漁具が適切な位置となるよう3次元運動を制御する機能を備えていることから、漁具操作に携わる人の削減および魚群に向かって自動的に操船できることから燃費の削減など、省エネ、省人に大きく貢献できるものと思われる。

### 総合的なトロール調査

STNシステムによって制御可能な曳網類は、表層曳き、中層曳き、着底曳きトロール（音波の送受信時間とワー

プの繰り出し長さにより水深600mまで可能）の3種類である。さらに、漁具動態監視装置、オートテンションワープウインチの制御が可能である深海トロール（水深1,200mまで可能）などのトロール調査とマルチビーム方式による超音波海底地形探査装置、計量型全周スキャニングソナー、スプリットビーム方式計量魚群探知機（EK-60、含極深海用精密音響測深機）、多層式ADCP装置等の音響的調査によるリアルタイムの多次元的海底地形並びに魚群構造、さらにDPSを用いて行うCTDオクトパスシステム、XBT、多段開閉式ネット、LCネット、各種サンプリングネット、採泥器による海洋観測を有機的に組み合わせることにより、海底地形、海洋構造、海洋資源および生物採集が高精度かつ迅速に行え、新漁場の開拓、未利用資源の調査が可能となる。

さらに、計量型全周スキャニングソナー、スプリットビーム方式計量魚群探知機の装備、また、ネットソナー情報の漁具動態監視装置への入力により、目標魚群の体長組成、魚群量に伴う許容漁獲量の推定が可能となる。したがって、生物資源の枯渇を招く小型魚の捕獲や資源破壊を招く無用な多獲を防止し、適正な魚群を適量漁獲する手法が構築され、責任ある漁獲による資源管理、即ち持続的漁業に貢献できるものと考えられる。



Photo. 3. Caught by the trawl in the depth 1000m.

## 漁業再生へのモデルシップ

先端技術を活用し資源管理を重視, 省エネ・省人・省力化を目指し, 漁業再生へのモデルシップとして建造された漁業練習船であることから, 若者の興味を呼び, また魅力ある漁船漁業となることによって, 漁業後継者の育成, 高齢化の解消と漁船漁業の発展に貢献できるものと考えられる。

## あとがき

本船は, 他にも技術の粋を結集した様々な機能を備えており, 「水産業の未来を担う練習船」としての当初のコンセプトが実現している。特に「新オートトロールシステム」(STNシステム)については, 大学校, 練習船が協力し努力することによって, 教育・調査・研究に大きな成果をあげるとともに, さらなる省人・省力化に向けて発展させることによって, 200~300トンの漁船にも応用でき, 漁船漁業のイノベーションとしてのモデルシップとなることを確信している。

本船の建造に当たっては, 多くの方々のご指導, ご協力を賜った。特に, 多くのご助言, ご鞭撻をいただいた水産庁, 水産大学校関係者の方々に厚くお礼申し上げます。

最後に, STNシステムの完成にご尽力いただいたニチモウ(株), 川崎重工業(株), (株)カワサキプレジジョンマシナリ, (株)カイジョーソニックの担当者の方々に, 世界で初めてのシステム完成に多大のご尽力をいただいた。また, 練習船, 調査・研究船としての諸性能を引き出すために, ご尽力いただいた三菱重工業(株)及び関連機器メーカー各社, 仕様書作成当時から本船竣工までコンサルタントとしてご尽力いただいた(社)海洋水産システム協会に対し, 衷心より深く感謝申し上げます。

## 文 献

- 1) 天下井清: 船体運動と漁具との力学的関係について (I). トロール船における船体動揺とワーブ張力の統計的特性, 北大水産彙報, Vol.22(1), 67-72, 1971.
- 2) 天下井清: 船体運動と漁具との力学的関係について (II). トロール船における船体動揺とワーブ張力の応答特性および最大値の予測, 北大水産彙報, Vol.23(2), 102-126, 1972.
- 3) 川島利兵衛, 天下井清, 稲葉恭人, 高橋 生, 土屋 孟, 山越康行: 漁船の転覆機構に関する実験的研究-I. 31屯型木製底曳網漁船における転覆現象の観察, 北大水産彙報, Vol.25(2), 128-137, 1974.
- 4) 川島利兵衛, 天下井清, 稲葉恭人, 高橋 生: 漁船の転覆機構に関する実験的研究-II. 漁船船型モデルによる転覆現象の観察, 日本航海学会論文集, 第52号, 119-124, 1974.
- 5) 川島利兵衛, 天下井清: 多変量ARモデルによる船体運動と漁具との関係について, 日本航海学会論文集, 第54号, 93-98, 1976.
- 6) 西の首英之, 川島利兵衛: 実船実験による漁船の耐航性について-IV. Roll. およびPitch. の周波数応答特性, 日本航海学会論文集, 第56号, 77-89, 1976.
- 7) 西の首英之, 川島利兵衛: 実船実験による漁船の耐航性について-V. Heaveおよび相対波高の周波数応答特性, 日本航海学会論文集, 第56号, 91-100, 1976.
- 8) 西の首英之, 川島利兵衛: 実船実験による漁船の耐航性について-VI. 船体運動スペクトルの予測, 日本航海学会論文集, 第57号, 101-105, 1977.
- 9) 西の首英之, 川島利兵衛: 実船実験による漁船の耐航性について-VII. 東海・黄海漁場の波浪特性, 日本航海学会論文集, 第61号, 129-135, 1979.
- 10) 西の首英之, 川島利兵衛: 実船実験による漁船の耐航性について-VIII. 漁法の相違による船体運動特性, 日本航海学会論文集, 第70号, 127-132, 1984.
- 11) 不破 茂, 東 政能, 幅野明正, 木下弘実, 平山 完, 小山謙一, 古和武典: 鹿児島大学新南西丸に装備した漁具動態監視装置, 平成15年度日本水産工学会学術講演会講演論文集, 161-164, 2003.
- 12) 不破 茂, 木下弘実, 小山謙一, 古和武典: “南西丸” トロール操業における漁具動態監視装置, 海洋水産エンジニアリング, 平成16年4月号, 23-31, 2004.
- 13) 不破 茂, 江幡恵吾, 木下弘実, 矢吹一夫, 小山謙一, 倉都健治, 野瀬康男, 古和武典: 鹿児島大学南西丸に装備した新しいトロールシステム, 水産工学, 42, 29-38, 2005.
- 14) 独立行政法人水産総合研究センター: 独立行政法人水産総合研究センター所属漁業調査船“北光丸”, 海洋水産エンジニアリング, 平成17年2月号, 16-36, 2005.
- 15) 古和武典: “北光丸”用オートトロールシステム, 海洋水産エンジニアリング, 平成17年3月号, 47-49, 2005.