

## 小型底びき網の袋網から逃避したマアナゴの生残率\*1

反田 實\*2・西川哲也\*3

(2001年3月14日受理)

### Survival Rate of the White-spotted Conger Escaped from the Cod-end of a Compact Trawl\*1

Minoru TANDA\*2 and Tetsuya NISHIKAWA\*3

The compact otter trawl fishery in the eastern part of Seto Inland Sea commonly uses a cod-end of about 20mm mesh size in stretch measure, since one of their target species is the white-spotted conger *Conger myriaster*. This paper describes the survival rate of white-spotted conger escaped from the cod-end. A fishing experiment was carried out using an existing trawl with a cover net in October 1993. The trawl of the present experiments had two mesh sizes (21.2 and 25.0mm) of the cod-end, with a cover net (15.3mm mesh size). The white-spotted conger caught by the cover net were reared for 10 days and their survival rates were examined.

The survival rates of the white-spotted conger escaped from the cod-ends of 21.2 and 25.0mm mesh sizes were 97% and 100%, respectively. This result indicates that expanding the cod-end mesh size is an effective method of fisheries resource control for white-spotted conger caught by the compact trawl fishery in this area.

キーワード：マアナゴ，小型底びき網，袋網通過魚，生残率

兵庫県瀬戸内海における1995年のアナゴ類漁獲量は約1500トンで、海面漁業生産金額の約5%を占めている。<sup>1)</sup> 当海域で漁獲されるアナゴ類はマアナゴ *Conger myriaster*、クロアナゴ *Conger japonicus* およびゴテンアナゴ *Anago anago* であるが、大半はマアナゴである。兵庫県は岡山県および香川県と共同で1993年から小型底びき網を対象に本種の資源管理に取り組んでいる。

当海域ではアナゴ類の約70%が小型底びき網で漁獲されている。しかし、漁獲物に占める小型個体（全長30cm未満）の割合は高く、また単価が低いことが明らかにされている。<sup>2)</sup> これらのことから兵庫県資源管理推進指針

\*3) の中では小型個体の保護が最も効果的な管理方策として提案されている。小型底びき網において小型個体を保護する具体的方策としては再放流と網目拡大があるが、選別作業の軽減や魚体に与えるストレスの点からみて、網目拡大がより合理的と考えられる。兵庫県広域資源管理計画\*4)では目合い拡大に向けた具体的な数値が明記されている。

網目拡大によって通過個体のサイズが大きくなることは明らかであるが、通過個体の生存性を明らかにして初めて有効な資源管理手法として認めることができる。網目を通じたマアナゴの生存性については五利江ら<sup>2)</sup>の

\*1 平成6年度日本水産学会秋季大会において口頭発表した。

\*2 兵庫県立水産試験場(Hyogo Prefectural Fisheries Experimental Station, Minami-Futami, Akashi 674-0093)

現兵庫県但馬水産事務所試験研究室(Hyogo Prefectural Tajima Fisheries Experimental Station, Kasumi 669-6541)

\*3 兵庫県立水産試験場(Hyogo Prefectural Fisheries Experimental Station, Minami-Futami, Akashi 674-0093)

\*4 平成7年度資源管理型漁業推進総合対策事業報告書(広域回遊資源)，瀬戸内海東区兵庫県，平成8年3月

\*5 兵庫県資源管理推進指針，兵庫県，平成8年3月

\*6 平成9年度資源管理型漁業推進総合対策事業報告書(広域回遊資源)，瀬戸内海東区兵庫県，平成10年3月

調査結果がある。しかし、マアナゴは体胴周長よりも狭い目合いを通過することが明らかにされており、<sup>3)</sup> そのような狭い目合いを通過したマアナゴの生存性についての検討は十分ではない。そこで本研究では通過個体のサイズを考慮し、生存性の検討を行った。

### 材料および方法

試験操業は1993年10月29日に室津漁業協同組合の板曳網漁船1隻を用いて、播磨灘の室津沖で実施した (Fig.1)。袋網には目合内径の異なる菱目網を2種類用いた。1つは呼称目合13節 (目合内径25.0mm) の菱目網、もう1つは呼称目合15節 (目合内径21.2mm) の菱目網で、後者は後

に兵庫県広域資源管理計画<sup>4)</sup>で採用された下限目合である。目合内径は無作為に選んだ網地の50ヶ所について三角定規 (セルロイド製, 厚さ2.02mm) の30度の角度を網目に差し込み、押し広げられた向かい合う結節間の内側の距離をデジタルノギス (精度0.01mm) で測定した。

試験操業に用いた袋網には目合内径15.3mmのカバーネットを装着し、袋網を逃避したマアナゴを漁獲した (Fig.2)。カバーネットはマスキング効果を考慮し、袋網の1.5倍以上の長さとした。<sup>4,5)</sup> 曳網時間は、漁業者が通常行う操業時間と同様の40分間とし、15節で1回、13節で2回曳網した。操業海域の表層および底層 (水深26m) の水温はそれぞれ19.9°Cと20.2°Cであった。

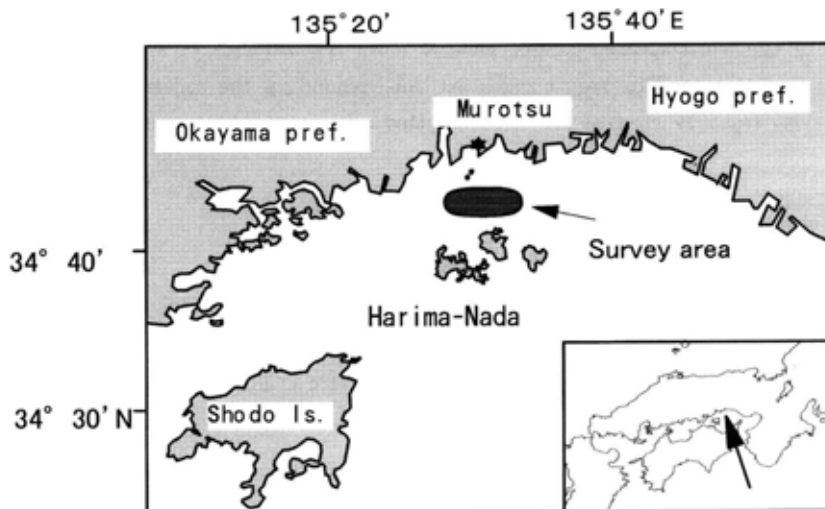


Fig. 1. Location of the survey area in Harima-Nada, eastern part of Seto Inland Sea.

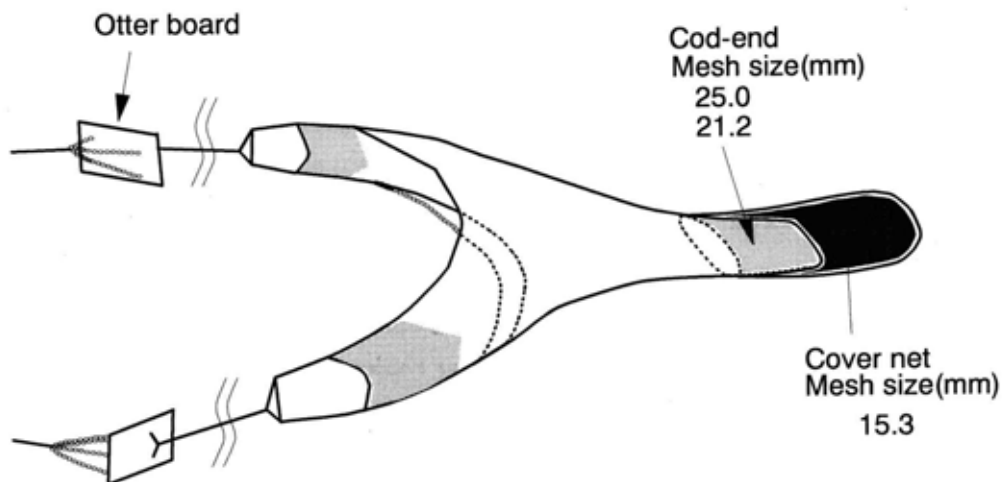


Fig. 2. Schematic diagram of the compact otter trawl used in the present experiment.

カバーネットで漁獲したマアナゴは、できるだけ迅速に漁船内の生簀に収容し、帰港後、エアレーションを施した250ℓの活魚水槽で水産試験場まで輸送し飼育実験に供した。輸送に要した時間は約100分である。袋網で漁獲したマアナゴは帰港後10%ホルマリン溶液で固定し、後に全長および肛門前長を測定した。

飼育実験には500ℓ円形FRP水槽を2個使用し、目合別(13節区と15節区)にマアナゴを収容した。各飼育水槽には直径65mm、長さ450mmの塩化ビニール製パイプを3本沈めた。飼育は、流水・無給餌条件下で行い、飼育開始後10日間の生残率を求めるとともに、10日後に全長および肛門前長を測定した。飼育期間中の水温は18.6~19.7℃であった。

### 結果および考察

マアナゴの全長組成 試験操業で得られたマアナゴ

の漁獲尾数は13節の袋網で27尾(平均全長314mm, 標準偏差77mm), 同カバーネットで68尾(平均全長269mm, 標準偏差28mm), また15節の袋網で32尾(平均全長289mm, 標準偏差36mm), 同カバーネットで48尾(平均全長265mm, 標準偏差17mm)であった。袋網から逃避したマアナゴの全入網尾数に対する割合は、13節および15節でそれぞれ72%および60%であった(Fig.3)。

西川ら<sup>1)</sup>は呼称目合い12, 13, 14, 15節の4つの袋網を用いた小型底びき網(板曳網)の試験操業を行い、マアナゴに対する網目選択性曲線を明らかにするとともに、網目選択率を相対体胴周長(体胴周長mm/目合内周mm)に対してプロットしマスターカーブを求めた。そしてマスターカーブの検討から、網目選択率は相対体胴周長が1を超えてから上昇し、1.25で100%に達することを明らかにした。このことはマアナゴが逃避の際に、網目を押し広げるように積極的に通過していることを示している。

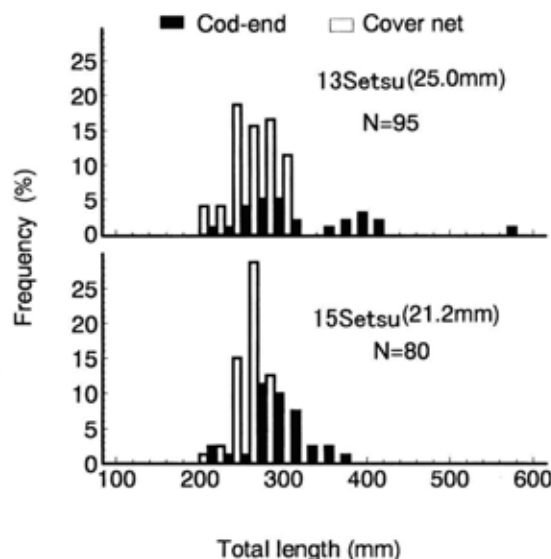


Fig. 3. Total length compositions of white-spotted conger *Conger myriaster* caught during the present experiment. 13 Setsu and 15 Setsu correspond to 25.0mm and 21.2mm mesh size, respectively.

袋網から逃避した魚の生残率に影響する要因としては、網内で受けるストレスのほか網目通過時に生じる網との接触による損傷が考えられる。特にマアナゴのように逃避時に網との強い接触が予想される魚については、生残

率試験の結果を検討する際にその点について十分考慮する必要がある。そこで、生残率試験に供したマアナゴのすべてについて相対体胴周長を求めた。体胴周長の算出は西川ら<sup>2)</sup>の次式に従った。

$$G = -4.09 + 0.52L$$

G:体胴周長(mm), L:肛門前長(mm)

また目合内周は網目の測定に用いた三角定規の厚さ(2.02mm)を考慮し次式で求めた。

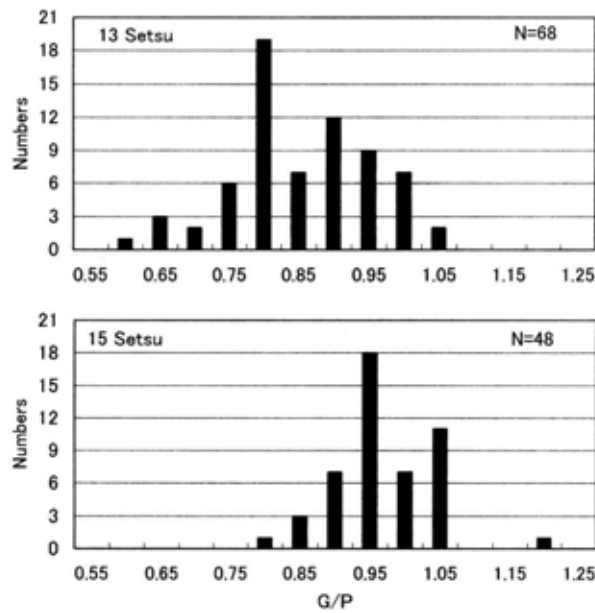
$$P = 2(M + 2.02)$$

P:目合内周(mm), M:目合内径(mm)

Fig.4に飼育実験に供したマアナゴの相対体胴周長の分布を示した。13節区において相対体胴周長が1を超えていたのは全体の13%の9個体で最大値は1.06であった。また、相対体胴周長の平均値と標準偏差はそれぞれ0.877と0.100であった。一方15節区では全体の40%にあたる19尾が1を超えていた。また最大値は1.23で、これは網目通過の限界に近い数値と考えられた。相対体胴周長の平均値と標準偏差はそれぞれ0.997と0.072であった。こ

のように飼育実験に供したマアナゴには相対体胴周長が1を超えている個体も含まれており、生残率を求める実験条件としては妥当と考えられた。

**生残率** 本実験における生残率の最終判定は飼育開始後10日目とした。岡本ら<sup>9)</sup>が小型底びき網で漁獲されたカレイ類の生存性について飼育試験をした結果では、生残率は漁獲されてから20時間後までは大きく減少するが、その後の減少は緩やかで、60時間後には横這い状態となった。マダイについて内田ら<sup>7)</sup>が行った同様の試験では生残率は1週間後に安定した。また平川ら<sup>8)</sup>は飼育開始1週間後にヒラメの生残率を評価している。このように、この種の飼育実験では生残率は1週間程度で安定すると考えられる。



**Fig. 4.** Compositions of G/P function for white-spotted conger *Conger myriaster*, where G and P are body girth and mesh perimeter, respectively. Mesh perimeters of 13 Setsu and 15 Setsu are 54.0mm and 46.4mm, respectively.

13節区の68尾のうち2尾は飼育開始後1日目に死亡した。しかし、その後は死亡個体はなかった。一方、15節区のマアナゴ48尾は、飼育開始後10日目まで死亡個体はなかった (Table 1)。13節区と15節区の飼育開始10日後の生残率はそれぞれ97%と100%で、両区の間統計的差異は認められなかった (Fisherの確率<sup>9)</sup>P=0.342)。次に、相

対体胴周長が1以上と1未満の個体の生残率を比較すると、15節区はいずれも100%、また、13節区についても100%と97%で統計的差異は認められなかった (Fisherの確率<sup>9)</sup>P=0.751)。このことから、網目を押し広げるような逃避行動がマアナゴの生残率に大きい影響を及ぼす可能性は低いと推察された。

**Table 1.** Results of 10 day rearing experiments of the white-spotted conger *Conger myrisster* escaped from the cod-end of the compact trawl

Days after rearing	13 Setsu <sup>*1</sup> (25.0mm) <sup>*2</sup>		15 Setsu (21.2mm)	
	Number tested	Number dead	Number tested	Number dead
1	68	2	48	0
2	66	0	48	0
3	66	0	48	0
4	66	0	48	0
5	66	0	48	0
6	66	0	48	0
7	66	0	48	0
8	66	0	48	0
9	66	0	48	0
10	66	0	48	0

\*1 Setsu indicates the number of knots within 151mm of stretched net, that is the common name of the mesh size called by fishermen.

\*2 mesh size in stretch measure

13節区で死亡した2個体の全長は209mmと246mmで相対体胴周長はそれぞれ0.68と0.81であった。このように死亡した2個体は逃避時に無理なく網目を通過できるサイズであった。Suuronen<sup>10)</sup> はherringの生存性実験において、網目を通過し易い小型魚の死亡率の方が高かったことについて、小型魚の方が傷つけられ易く、また漁獲過程においてスタミナを超える遊泳を強いられるためではないかと述べている。13節区で死亡した2個体も実験魚の平均全長よりも小型であった。そこで13節区の平均全長である269mmよりも大型の個体(33尾)と小型個体(35尾)別に生残率を求めると、それぞれ100%と94%となった。しかし、両群の生残率に統計的有意差は認められなかった(Fisherの確率<sup>11)</sup>P=0.261)。死亡個体の魚体には出血斑や損傷は見られず、死亡原因は推定できなかった。

一旦漁獲された幼稚魚の再放流を目的とした生残率試験は幾つかの魚種で実施されている。生残率は漁法や対象魚のサイズおよび水温などの影響を受けるため結果の幅は大きく、マコガレイでは0~83.3%<sup>6)</sup>、メイタガレイでは19.6~77.0%<sup>6)</sup>、ヒラメでは43~88%<sup>6)</sup>、27~81%<sup>11)</sup>、マダイでは23.1~93.3%<sup>11)</sup>などの結果が得られている。

一方、袋網通過後の生残率についても上記と同様、結果に大きい開きが見られ、haddock(タラの類)では0~94%<sup>12)</sup>、48~89%<sup>13)</sup>、whiting(タラの類)では52~86%<sup>13)</sup>、vendace(シロマス)では平均50%<sup>14)</sup>、herring(ニシン)では9%(<体長12cm)と38%(体長12-17cm)<sup>15)</sup>、ヒラメでは70~95%<sup>6)</sup>、メイタガレイでは30~60%<sup>6)</sup>、マダイでは9%<sup>6)</sup>などである。このように生残率試験結果の変動幅は非常に大きい。これは実験結果に影響する要因が多く、そのコントロールが難しいためと考えられる。したがって、魚種間や実験条件間の生残率の比較には十分な注意が必要であるが、本研究で得られたマアナゴの生残率(97%と100%)は他魚種の結果と比べて高い。また、調査尾数は少ないが木村<sup>16)</sup>もマアナゴの生残率が高いことを報告している。さらに、今回の実験は10月に実施しただけであり季節的な変動はわからないが、五利江ら<sup>17)</sup>は周年にわたる調査を実施し、すべての時期で100%の生残率を得ている。これらのことから、マアナゴはこれまで生存性について調査された魚種の中で最も生残率が高く、かつ100%に近い生存性が期待出来ると考えられる。ただ、統計的に有意ではなかったが、本実験において小型個体の生残率はやや低かった。

haddockやwhiting,<sup>13)</sup> herring<sup>10)</sup> およびメイトガレイ<sup>4)</sup> などではいずれも小型個体で低い生残率が報告されていることから、マアナゴにおいても低率ながら小型個体において漁具遭遇による死亡が発生する可能性は否定出来ない。

兵庫県瀬戸内海で操業する小型底びき網は多様な魚種を漁獲しているが、それらのうち目合い決定の基準となっている魚種はマアナゴである。目合い拡大は資源管理の有効な手法であるが、目合い決定の基準となっていない魚種では理論上有効な目合いの提案はできても漁業者がそれを受け入れる余地はほとんどない。その点マアナゴの場合は目合い拡大の可能性があり、また、本研究で示されたように網目通過個体の生残率は高い。これらのことから、マアナゴを対象とした網目拡大は本県の小型底びき網において有効な資源管理手法と位置づけることができる。

## 謝 辞

試験操業に御協力いただいた室津漁業協同組合の中川三二前組合長理事をはじめ、松田茂生氏ほか組合職員各位、また、快く漁船を使わせていただいた山田稔船長に深謝します。

## 引用文献

- 反田 實・西川哲也・五利江重昭：兵庫県瀬戸内海におけるマアナゴの漁獲実態。兵庫水試研報, (34), 59-64(1998).
- 五利江重昭・大谷徹也：播磨灘の小型底曳網で漁獲されるマアナゴの全長組成の季節変化と目合い拡大による資源管理の可能性。水産増殖, 46, 495-501(1998).
- 西川哲也・反田 實・長浜達章・東海 正：大阪湾の小型底曳網におけるマアナゴの網目選択性。日水誌, 60, 735-739(1994).
- 藤石昭生：エビ漕網の基礎的研究-I。23mm目合のコードエンドの網目選択性の調査について。水大研報, 19, 65-80(1971).
- Tadashi Tokai, Hiroshi Ito, Yasuaki Masaki, and Takeru Kitahara: Mesh Selectivity Curves of a Shrimp Beam Trawl for Southern Rough Shrimp *Trachypenaeus curvirostris* and Mantis Shrimp *Oratosquilla oratoria*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 56, 1231-1237(1990).
- 岡本繁好・反田 實：小型底びき網で漁獲されるカレイ類幼稚魚の投棄実態と再放流の生存率。月刊海洋, 29, 371-375(1997).
- 内田秀和・濱田弘之：小型底びき網を対象とした目合い拡大および再放流によるマダイ幼魚の保護。福岡水技研報, 4, 1-8(1995).
- 平川英人・田中利幸：小型底びき網における再放流ヒラメの生存率。月刊海洋, 29, 376-379(1997).
- 市原清志：バイオサイエンスの統計学, 南江堂, 東京, 1990, pp.116-146.
- P. Suuronen, D. L. Erickson, and A. Orrensalo: Mortality of herring escaping from pelagic trawl codends. *Fisheries Research*, 25, 305-321(1996).
- 青柳和義・後藤勝彌：餌料板びき網で漁獲されたヒラメの生存性。福島水試研報, 8, 51-57(1999).
- J. Main and G.I. Sangster: An Assessment of the Scale Damage to and Survival Rates of Young Gadoid Fish Escaping from the Cod-end of a Demersal Trawl. *Scottish Fisheries Research Report*, 46, 1-28(1990).
- G.I. Sangster, K. Lehmann, and M. Breen: Commercial fishing experiments to assess the survival of haddock and whiting after escape from four sizes of diamond mesh cod-end. *Fisheries Research*, 25, 323-345(1996).
- P. Suuronen, T. Turunen, M. Kiviniemi, and J. Karjalainen: Survival of vendace(*Coregonus albula*) escaping from a trawl cod end. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 52, 2527-2533(1995).
- 木村博：小型底曳網漁船の投棄魚の研究-IV 投棄された魚介類の生残率について。山口内海水試場報, 23, 1-8(1994).