

霞ヶ浦の曳き網漁業におけるワカサギとシラウオの入網量と 曳網速度の関係

荒山 和則

Relationships between towing speed and catch volumes of Pond smelt and Icefish in the trawl fishery in Lake Kasumigaura, Ibaraki Prefecture

Kazunori ARAYAMA

Key Words : *Hypomesus nipponensis*, *Salangichthys microdon*, trawl, net avoidance, stock management,
Lake Kasumigaura

はじめに

霞ヶ浦と北浦では、平成18年(2006年)8月に「霞ヶ浦北浦海区ワカサギ資源回復計画」が策定されている*1。この計画では、毎年一定以上の安定した漁獲量をあげるために、様々な資源保全策等に取り組むことになっている。なかでも両湖の基幹漁業の一つである「わかさぎ・しらうおひき網漁業(以下トロール漁)」では、8月のワカサギ漁獲量が一定水準を下回った際に、親魚確保を目的とした漁獲努力量のコントロール措置を関係漁業者が協議のうえ実施することになっている。

漁獲努力量のコントロール措置とは、漁船隻数や操業日数、漁具の使用日数や使用回数、使用する漁具数など、実測可能な漁労行為の量をコントロールすることである(能勢ら, 1988)。

霞ヶ浦北浦のトロール漁では、従来から操業時間やその開始時刻の調整、禁漁区の設定など、いくつかの漁獲努力量のコントロール措置が組み込まれている。しかし、資源水準が低下した状況では、それらだけで十分とはいえないこともあり、新たなコントロール措置の開発が必要となっている。ただし、経営を含む漁業管理として成功するには、効果的かつ漁業者の理解が得られる手法の採用が不可欠(桜本, 1998)とされることも考慮しなければならない。

そのようななかトロール漁の曳網速度は、漁獲量や漁獲物の大きさ、その傷み具合、他種の混獲量、燃油消費量などに影響すると推測され、漁獲努力量のコントロールと漁業の採算性に関わる要素と考えられる。しかし、これまで具体的な検討はなく、不明点が多い。

そこで著者は、トロール漁における漁獲努力量のコントロール措置の検討に資する知見を得ることを目的に、曳網速度を遅くしたトロール漁の試験操業を行い、曳網速度の違いによるワカサギとシラウオの入網量の変化を確かめた。本報告では、その結果を示すとともに、トロール漁におけるワカサギの網口逃避問題に考察を加え、トロール漁での資源管理に関する意見を述べる。

方 法

試験操業は、2008年8月6日の5時30分から10時10分にかけて、行方市手賀地先から島並地先にかけての霞ヶ浦の湖水水域で行った(図1)。操業水域の水深は約5~6mであった。当日の水温と溶存酸素は、表層から底層までほぼ一様であり、それぞれ25.4~26.4℃、6.4~6.8 mg/lであった。なお、気象庁土浦観測所での気象条件は、気温23.6~29.6℃、平均風速0.7~2.1 m/sであった(気象庁ホームページ, 2009年8月7日アクセス, URL:<http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>)。

漁具には、開口板で網口を開く、現在の霞ヶ浦で標準的なワカサギ用トロール網(袖網長:約16m, 目合:1.5~5cm; 袋網長:約10m, 目合:2.7mm)を用いた。曳網層は、天候や調査日直前の漁模様などを考慮して底層とした。また、漁業者の普段の曳網と同じように行うために、漁業者に操船を依頼した。

曳網は、1回の曳網時間を20分として、トロール漁の通常速度(通常曳き)と低速(低速曳き)での曳網をそれぞれ3回ずつ行った(図1)。通常曳きの速度は毎秒約0.9~1.0

*1 霞ヶ浦北浦海区ワカサギ資源回復計画. 茨城県.

<http://www.pref.ibaraki.jp/bukyoku/nourin/suisanji/gaiyou.files/keikaku.pdf>. 2009年8月7日アクセス.

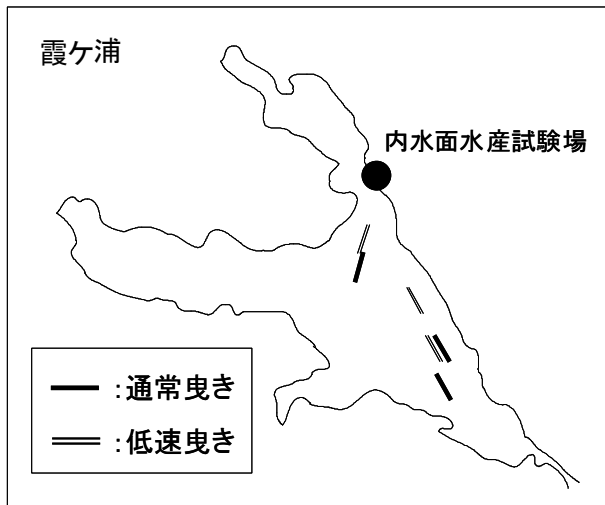


図1. 霞ヶ浦における試験曳網地点。

m (約1.7~1.9ノット), 低速曳きの速度は毎秒約0.6 m (約1.2ノット) で, 通常曳きに対する低速曳きの速度低下率は約40%であった。この低速曳きの速度は, 感覚的にはトロールによるエビ曳きと同程度であり, これより遅い速度では, 開口板が網口を通常曳きと同程度には広げられないと思われる速さであった。なお, 実際には網口の開口幅を測定していないため, 網口が狭くなった可能性は否定できないが, それに関するデータの補正は行わなかった。

漁獲物は, 生鮮状態で採捕重量を計量し, ワカサギでは各標本から100個体を, シラウオでは各標本から50個体をそれぞれ無作為に抽出して体長 (標準体長) を測定し, 通常曳きと低速曳きのデータとしてそれぞれ集計のうえ比較した。ワカサギに関しては, 各標本間での比較も行った。

結 果

単位時間あたりの入網量

ここでは, 異なる曳網速度で一定時間曳網した場合の入網量の変化を示す。

通常曳きにおけるワカサギの入網量は, 各回では1.4 kg, 2.0 kg, 3.6 kg, 平均では2.3 kgであった (図2)。低速曳きでは各回0.4 kg, 0.6 kg, 1.7 kg, 平均では0.9 kgであった。低速曳きの平均入網量は通常曳きよりも61.1%少なかった。通常曳きと低速曳きの入網量を比較したところ, 統計的には有意な差は認められなかったが (Welchの t 検定, $P > 0.05$), 3回中2回は低速曳きの方が少なかった。

シラウオでは, 通常曳きでは各回2.9 kg, 3.0 kg, 4.7 kg, 平均3.5 kgが入網し, 低速曳きでは各回0.9 kg, 1.3 kg,

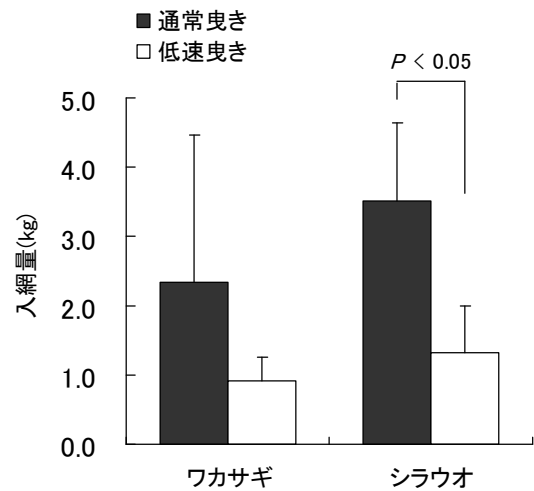


図2. 異なる曳網速度における単位時間 (20 分) あたりのワカサギとシラウオの入網量の違い。

1.8 kg, 平均では1.3 kgが入網した (図2)。低速曳きの平均入網量は通常曳きよりも62.5%少なかった。通常曳きと低速曳きの入網量を比較したところ, 統計的に有意な差が認められた (Welchの t 検定, $P < 0.05$)。

単位距離あたりの入網量

異なる速度で曳網したにもかかわらず曳網時間が同一であることは, 曳網距離に大きな差を生じさせている。そこでここでは, データを曳網距離1 kmあたりの入網量に補正したうえで解析した。

補正の結果, ワカサギの入網量は, 通常曳きでは各回1.4 kg, 1.7 kg, 3.2 kg, 平均2.1 kgで, 低速曳きでは各回0.6 kg, 0.8 kg, 2.3 kg, 平均1.2 kgとなった (図3)。低速曳きの平均入網量は通常曳きよりも41.1%少なかった。通常曳きと低速曳きとの間で入網量を比較したところ, 統計的に有意な差は認められなかった (Welchの t 検定, $P > 0.05$)。

シラウオの入網量は, 通常曳きでは各回2.5 kg, 2.8 kg, 4.1 kg, 平均3.1 kgで, 低速曳きでは各回1.2 kg, 1.8 kg, 2.3 kg, 平均1.8 kgとなった (図3)。低速曳きの平均入網量は通常曳きよりも43.3%少なかった。通常曳きと低速曳きとの間で入網量を比較したところ, 統計的に有意な差は認められなかった (Welchの t 検定, $P > 0.05$)。

ワカサギとシラウオの体長

曳網速度の違いで入網個体の大きさが異なるかを検討した。

ワカサギの体長範囲は, 通常曳きでは45.3~75.2 mm (平均 ± 標準偏差: 58.8 ± 4.8 mm), 低速曳きでは41.5~76.2 mm (57.9 ± 5.1 mm) であり, 体長範囲は重複し

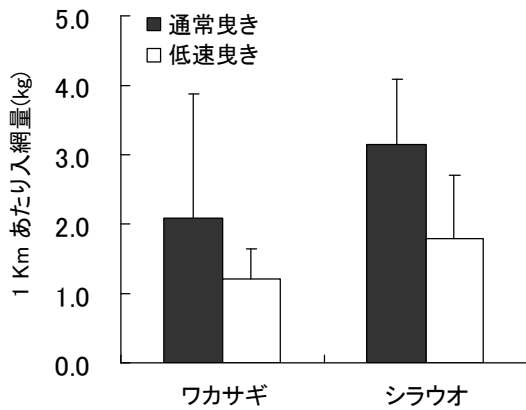


図 3. 異なる曳網速度における単位距離 (1 km) あたりのワカサギとシラウオの入網量の違い。

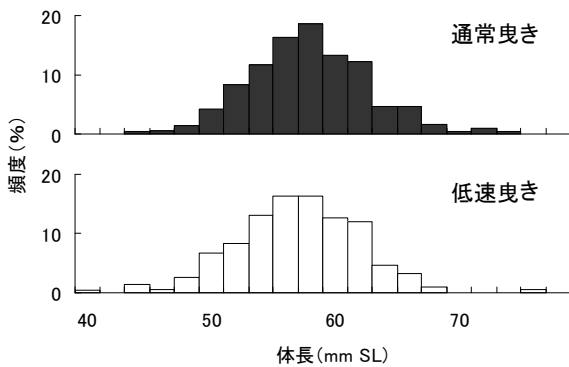


図 4. 通常曳きと低速曳きにおいて入網したワカサギの体長組成。

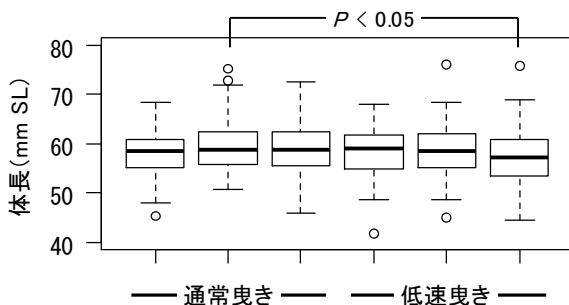


図 5. 曳網各回で入網したワカサギの体長組成を示した箱ヒゲ図 (Tukey, 1977). 箱中の横棒は中央値を、箱はデータの 25%点と 75%点を示す。○ は外れ値を示す。

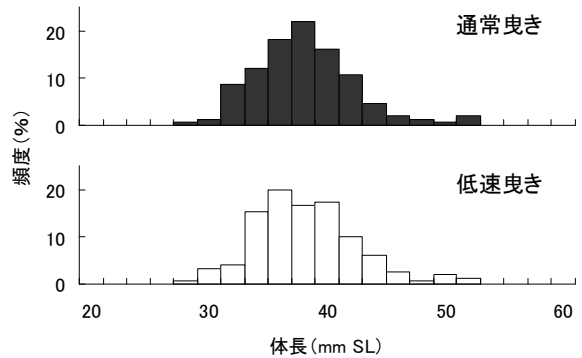


図 6. 通常曳きと低速曳きにおいて入網したシラウオの体長組成。

ていた (図 4)。通常曳きと低速曳きの入網個体の平均体長を比較した結果、統計的に有意な差が認められた (Welch の t 検定, $P = 0.03$)。しかし、通常曳き 3 回と低速曳き 3 回の、計 6 つの標本間での比較では、15 の組み合わせのうち通常曳きと低速曳きの 1 つの組み合わせでのみ有意な差が認められた (Tukey-Kramer test, 図 5)。

シラウオの体長範囲は、通常曳きでは 28.9~52.7 mm (平均 \pm 標準偏差: 39.0 ± 4.2 mm), 低速曳きでは 28.6~52.4 mm (39.2 ± 4.5 mm) であり (図 6), 平均体長に有意な差は認められなかった (Welch の t 検定, $P > 0.05$)。

考 察

入網量の減少に関する解釈—曳網速度の低下で網口逃避は生じたか？

本試験では、低速曳きのワカサギとシラウオの入網量が通常曳きの約 40% になることが確認された。減少率では、両種ともに約 60% が入網しなかったといえる。

ところが、上記データを曳網距離 1 km あたりに換算したところ、低速曳きの入網量の減少率は両種ともに約 40% にとどまり、統計解析でも、“曳網速度の低下で単位距離あたりの入網量が減少するとはいえない”と評価された。

曳き網による魚類採集では、漁具の曳網速度が入網量を左右し、とくに一定速度よりも遅く曳網すると、漁具の網口からの逃避が顕著になると指摘されている (板谷, 2007)。これは、魚類の視覚機能に関連した漁具に対する反応 (張, 1996) や遊泳力 (板谷, 2007) に関わる現象と理解されているが、これらは魚の体サイズに関したものと集約することができる。

本試験で採捕されたワカサギとシラウオの体サイズから網口逃避について検討すると、両種ともに基本的には平

均体長に差が認められず、体長組成の範囲や形状も酷似していたことから、体サイズで説明されるような網口逃避は生じていないと考えられる。すなわち、本試験における入網量の減少は、魚が積極的に逃避した結果ではないと考えることができる。

では、本試験における入網量の減少がいわゆる網口逃避で説明できないとすれば、今回の現象をどう解釈すべきだろうか。仮説としては、ワカサギとシラウオの入網量が同じ割合だけ減少したことを重視して、低速で曳網したことによる漁具の網なりの影響や、曳網距離、すなわち漁具が水塊を通過する面積や体積（濾過水量）の減少、そしてそれらが減少することによる魚群との遭遇回数の減少などがあげられる。

今回の考察は、当然ながら、8月上旬にワカサギ用漁具を用いて、設定した曳網速度で考えた場合である。異なる時期であれば、魚の大きさも異なるために結果が変わる可能性はある。今後、データを蓄積し、より確かな仮説や理解を導くことが望まれる。

曳網速度の低下による入網量の減少と採算性

低速曳きはワカサギとシラウオの入網量を減少させたが、このことは、ワカサギやシラウオの資源管理手法のひとつとして、操業時間を変更することなく曳網速度を低下させることで、漁獲量を制限できることを意味している。しかしながら入網量の減少は、現在の販売形態を前提とすれば収入の減少を招くと直感的に考えられ、実際に資源管理に取り組む漁業者からは「受け入れがたい」との意見が寄せられると想像される。

漁業者の行動を規定するのは純利益（＝生産額－費用）とされる（北原，1998）。低速曳きによって、どれだけ純利益が高まるかを本試験から算定することはできないが、低速曳きで期待される利点を列記し、今後の参考としたい。

1) 低速曳きで採捕された魚体の大きさが通常曳きのそれと変わらなかったことから、現状の単価や加工利用形態は維持できると考えられる、2) 鮮度は、通常曳きの採捕個体より悪いとは思われなかったことから不利益なことはなく、むしろ低速曳きによって漁網内での漁獲物の損傷が防止されれば、鮮度維持や漁獲後の扱いの面で有利となりうる、3) 低速で曳網するためにエンジンの回転数を下げるとは燃油消費量の節約につながるはずで、生産コストを下げる効果も期待できる。

柔軟な操業による資源管理と今後の展開

2008年の北浦の漁業者は、ワカサギの資源水準が低かったことをうけて資源回復計画を発動し、自主的な操業時間短縮の取り組みを行った。その結果、翌2009年の解禁日（7月21日）には過去10年で最も多い水揚げを記録するに至った（霞ヶ浦北浦水産事務所調べ）。7月下旬でも過去10年で4番目に多い水揚げとなった。ところが8月上旬時点には、資源回復計画の実施を検討する資源水準に

まで漁獲が低迷し、残念ながら2年連続で資源回復計画を発動する事態に陥った。

霞ヶ浦北浦のワカサギには、地先性が強いことを示唆した報告がある（松原，1944；加瀬林・中野，1960）。また、霞ヶ浦北浦のトロール漁は、ワカサギ資源に過度の漁獲圧力をかけることがあると指摘されている（加瀬林・浜田，1974；根本，1993；1994）。

もし、現在のワカサギも強い地先性を示し、回遊範囲（生活範囲）が狭いのであれば、本試験が示唆したような網口逃避が期待できないなかでの特定水域における強い漁獲圧は、その地先資源の衰退を招くことになる。霞ヶ浦や北浦のように、漁の解禁後に他水域からの新たな資源加入が見込めないところではなおさらだろう。ワカサギの資源管理においては、水域全体で実施する漁業管理のほかに、地先資源に応じた各地先における柔軟な漁業管理が必要なのかもしれない。

そのようななか、本試験で判明した曳網速度を遅くすることによる漁獲量の制限手法は、地先によっては操業時間を短縮することなくワカサギの入網量を制限したいという要望に対する有効な手法といえる。また、操業時間の短縮と合わせて実施すれば、漁獲圧力のさらなる軽減に効果を発揮するだろう。

一方、上記のような柔軟な操業による資源管理を推進するには、利用可能な資源量の予測技術の確立や（富永，2004）、加工産業など各方面から求められる大きさの魚を提供するためなどに利用できる生産モデル（魚体の成長モデル）の開発のほか、社会経済的な視点に基づく最適な資源利用手法の検討と実施（船越，1998；工藤，2003）も必要になる。実施に向けて、漁業者のみならず、加工業者や小売販売業者などの水産資源に関わる関係者を広く交えた新たな展開が求められる。

要 約

8月の霞ヶ浦で、通常のエド網速度（通常曳き）とそれより約40%遅い低速曳きによるトロール漁の試験操業を行い、エド網速度の違いによるワカサギとシラウオの入網量の変化を調べた。その結果、低速曳きの入網量は、単位時間あたりでは両種ともに通常曳きの約60%分が、単位距離あたりでは約40%分が減少した。エド網速度を低下させることは、入網量を制限する意味で、資源管理手法のひとつに利用できると考えられた。

謝 辞

試験操業では、下記の方々をはじめ、多くの方のご協力をいただきました。深く御礼申し上げます。玉造漁業協同組合の斉藤邦夫組合長、伊藤一郎さん、霞ヶ浦漁業協同組合連合会ほか漁業関係者の皆さん、当試験場臨時職員の川島れい子さん。

文 献

- 張 秀梅 (1996): トロール漁法の漁獲過程. 魚の行動生理学と漁法 (有元貴文・難波憲二編), 恒星社厚生閣, 東京. pp. 21-30.
- 船越茂雄 (1998): 伊勢湾におけるイカナゴ漁業. 水産資源・漁業の管理技術 (北原 武編), 恒星社厚生閣, 東京. pp. 61-69.
- 板谷和彦 (2007): 網口サイズと曳網速度による採集効率の変動. 日本水産学会誌, 73: 929-930.
- 加瀬林成夫・中野 勇 (1960): 霞ヶ浦におけるワカサギの漁業生物学的研究VI. 茨城県霞ヶ浦北浦水産事務所調査研究報告, 6: 1-64.
- 加瀬林成夫・浜田篤信 (1974): 霞ヶ浦におけるワカサギ資源とその管理. 茨城県内水面水産試験場調査研究報告, 11: 1-22.
- 北原 武 (1998): これまでの資源・漁業管理論. 水産資源・漁業の管理技術 (北原 武編), 恒星社厚生閣, 東京. pp. 11-18.
- 工藤貴史 (2003): 地域漁業の資源管理に及ぼす環境と市場の影響. 水産資源管理学 (北原 武編), 成山堂書店, 東京. pp. 148-170.
- 桜本和美 (1998): 漁業管理の ABC -TAC 制がよくわかる本-. 成山堂書店, 東京. 201 pp.
- 松原喜代松 (1946): 北浦産ワカサギの系統に関する研究. 資源科学研究所彙報, 20: 1-8.
- 根本 孝 (1993): 霞ヶ浦におけるワカサギ資源量の変動傾向と漁業管理方策. 茨城県内水面水産試験場調査研究報告, 29: 1-12.
- 根本 孝 (1994): 北浦におけるワカサギ資源量の推定と漁期の変更による漁業管理. 茨城県内水面水産試験場調査研究報告, 30: 1-23.
- 能勢幸雄・石井丈夫・清水 誠 (1988): 水産資源学, 東京大学出版会, 東京. 217 pp.
- 富永 敦 (2004): 冬季の張網入網量データを用いたワカサギ漁獲量の予測. 茨城県内水面水産試験場調査研究報告, 39: 59-66.
- Tukey, J. W. (1977): *Exploratory Data Analysis*. Addison-Wesley.