

シャコの生残率向上をめざした伊勢・三河湾の小型底びき網漁船へのシャワー散布装置の導入

富山 実・岩崎員郎

Installation of seawater shower equipment for improving survival rate of mantis shrimp, *Oratosquilla oratoria* into small trawl boats in Ise Bay and Mikawa Bay

TOMIYAMA Minoru¹ and IWASAKI Kazuo²

Abstract :

Seawater shower equipment was installed into small trawl boats in Ise Bay and Mikawa Bay to improve the survival rate of released mantis shrimp after by-catching. The equipment was composed of an electric pump, a 15m-long hose and a vinyl chloride or stainless steel pipe with 80 holes (ϕ :2.5mm). The survival tests of mantis shrimp were conducted on June, July and September in 2003. As shower-group, we showered surface sea water on mantis shrimps for 15 min., while as non-shower group, they were left for 15 min. in the air. When surface water temperature rise in mid-summer, we tested to shower intermediate water (taken from 15m depth) on mantis shrimps. For saving the use of intermediate water, we adopted the intermittent showering way. When the difference between seawater temperature of bottom and surface exceed six degrees, there showed significant effects of showering. We also tested the low salinity tolerance test on mantis shrimp. When salinity is over 23psu, survival rates decreased because of low salinity. These results suggest that showering equipment improve the survival rates of mantis shrimp by preventing rise of body temperature. According to these experiments, over 300 of small trawl boats installed the equipment.

キーワード; シャコ, 小型底びき網, 海水シャワー

伊勢・三河湾は全国的に見ても、瀬戸内海等と並んで、内湾での底びき網漁業が盛んで、シャコ、アナゴ、ガザミ、クルマエビ、カレイ類等の優良な漁場となっている。しかし、最近は漁場の環境悪化や過剰な漁獲の影響で、その資源は減少傾向にある^{1,2)}。小型底びき網漁業では、網に入った漁獲物を甲板上で選別し、商品価値のある魚だけを選び分け、その他のものは海に戻している。この部分は投棄魚と呼ばれ、底びき網漁業では不可避の不合理漁獲として以前から問題となっており³⁾、特にシャコ

では深刻であるとされている^{4, 5)}。今までも瀬戸内海の香川県^{6, 7)}や豊前海を中心とする瀬戸内海⁸⁾で、シャワー散布装置が投棄されるシャコの生残率向上に寄与することが示されてきた。伊勢・三河湾でも、選別中に小型のシャコ等は弱って死んでしまうことが多く、資源の浪費が問題となっていた。そこで、選別中の漁獲物にシャワー状に海水を散布し、再放流する際のシャコ等の生残率向上を目指す試験に取り組んだ。その際、瀬戸内海の小型底びき網船は5トン未満であるのに対し、伊勢湾

¹ 愛知県水産試験場 漁業生産研究所

(Marine Resources Research Center, Aichi Fisheries Research Institute, Toyohama, Minamichita, Aichi 470-3412, Japan)

² 愛知県水産試験場 内水面漁業研究所 三河一宮指導所

(Mikawa Ichinomiya Station, Freshwater Resources Research Center, Aichi Fisheries Research Institute, Hoi, Aichi 441-1222, Japan)

で操業する小型底びき網船は10-15トン未満船の割合も高いこと、板びき網と桁網の二種の漁法があることを考慮に入れ、仕様に変更を加えた。

また、伊勢湾湾奥部では木曾三川を始めとする河川流入量が多いため、梅雨時期を中心に表層塩分の低下が著しい。そこで、表面海水を散布した場合、低塩分により生残率が低下する可能性があるため、あわせてシャコの低塩分耐性試験も行った。

材料及び方法

海水散布装置の仕様

導入対象とした小型底びき網の操業海域は、伊勢湾および三河湾である (Fig. 1)。導入に先立ち、小型底びき網漁船での板びき網、桁びき網といった操業形態の違いにより、散布装置の仕様を変える必要があり、漁業者との会合を重ね、電源、ポンプ能力、ホース径、散水部の材質、散水孔の径、配置等の仕様を決定した (Fig. 2)。

電源については、機関から直接取れる直流24Vを用いるかインバーターで交流100Vに変換するかを検討した。前者の利点は初期投資費用が少なく済む点だが、後者は交流用ポンプの方が安価なため、ポンプ交換費用が少なく済む点である。漁業者との協議の結果、初期費用を抑えるために前者とした。

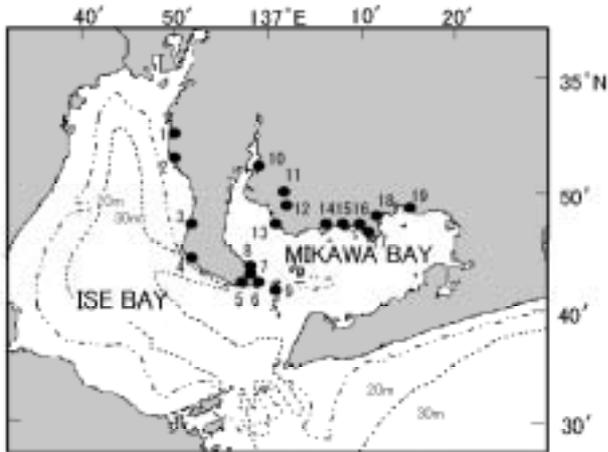


Fig. 1 調査海域およびシャワー装置導入船所属漁協位置

- 1: 鬼崎, 2: 常滑, 3: 野間, 4: 内海, 5: 豊浜, 6: 師崎, 7: 片名, 8: 大井, 9: 日間賀島, 10: 大浜, 11: 西尾, 12: 栄生, 13: 一色, 14: 吉良, 15: 幡豆, 16: 東幡豆, 17: 西浦, 18: 形原, 19: 三谷

Map of study area.

Closed circles indicate the locations of fisheries unions belonging to small trawl boats that installed the shower equipment.

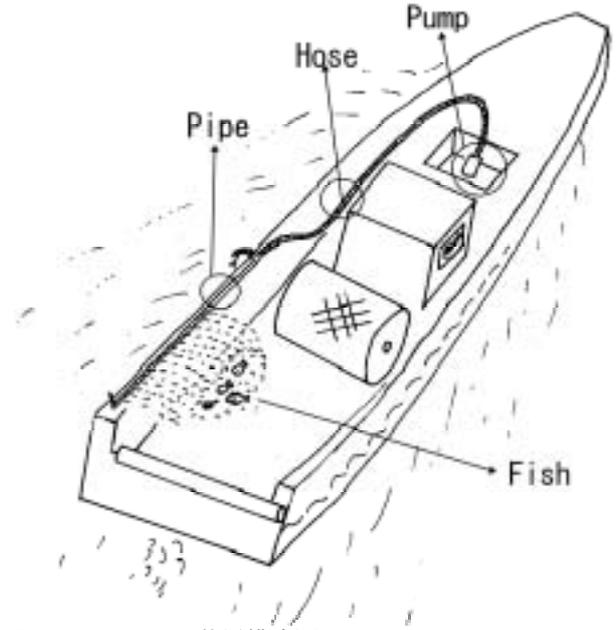


Fig. 2 シャワー装置模式図

Diagram of shower equipment for small trawl boat.

海水取水場所も、船首側の活魚水槽に余裕がない場合、船舷からホースを降ろす案も検討したが、漁場間の移動時の手間等を考慮して、原則として船首の活魚水槽とした。ホースについては柔らか過ぎると折れ曲がり、水流が停止し易いこと、材質によっては紫外線による劣化が著しいこと、冬期の低温によるひび割れの有無、価格も考慮に入れ、カナラインホースを採用した。

また、パイプ径についても、太い方が水あか汚れの掃除が容易であるとの意見も出たが、ポンプ能力も考慮に入れ、25mmとなった。パイプの材質については、加工が容易な塩ビパイプがまず候補に挙がったが、桁網では桁枠がパイプに当たると塩ビパイプでは破損するため、価格は高いが、ステンレスパイプを採用した。

導入は二段階で実施し、先ず本格導入に先立ち、伊勢湾操業船、三河湾操業船各18隻にシャワー散布装置を試験的に設置した。

シャコの生残率試験

生残率調査は、伊勢湾で操業する小型底びき網漁船 (12トン) を用い、2003年6月24日、7月22日、9月2日の3回実施した。曳網場所については、試験直前の漁業者の実操業時の情報から、その時々でシャコが多く分布する海域とした。6、7月の試験では、甲板上に水揚げされた漁獲物を二分し、通常は選別作業が15分程度で終漁することを考慮して、片方には、シャワー散布装置により海水を15分散布し、片方は散布せずに15分放置した

(Fig. 3)。その後、両方からシャコだけを選別し、船内の活魚水槽に移し、3時間経過後に取り上げ、鰓、脚が動くかどうかで生死を判別した。9月の試験では、中層水も用いた。この中層水は前日に豊浜港沖水深30mの海域で表層から約15mホースを降ろして、ポンプで取水し、船首側の活魚水槽にくみ置いたものである。漁業者は夏の操業では、シャコを活かして持ち帰る際にこの中層水を用いている。中層水冷却の際には、漁業者が通常の操業で用いている電気式投入型の冷却装置を活魚水槽に直接投入した。中層水または冷却した中層水の散布に当たっては、1分散布し4分放置というセットを3回繰り返した。操業時の天候は、6月は小雨、7月は晴れ、9月は晴天だった。



Fig. 3 海水を散布している状態のシャワー装置
Picture of the shower equipment scattering seawater on the trawl landings.

アンケート調査

試験導入した、伊勢湾操業船（板びき網18隻、～15トン）、三河湾操業船（板びき網9隻、エビ桁網9隻、3.7～9.9トン）を対象に、ポンプの能力、パイプの太さ、穴の大きさ、穴の数、穴の範囲、使い勝手、使用頻度、効果の程度等の項目についてアンケート調査を行った。

シャコの低塩分耐性試験

Table 1 海水散布装置の仕様

Details of the sea water shower equipment.

ポンプ (Pump)		ホース (Hose)		パイプ (Pipe)	
電源 (Power)	DC-24V	材質 (Materials)	カラインホース (Kanaline hose)	材質 (Materials)	塩化ビニールまたはステンレス (Vinyl chloride or Stainless steel)
口径 (φ)	25mm	内径 (φ)	25mm	内径 (φ)	25mm
最大吐出量 (Max flow)	80ℓ/min	標準長 (Length)	15m	標準長 (Length)	4m
				穴の配置 (Distribution of holes)	See Fig. 4

試験に用いたシャコは、豊浜漁協所属底びき網船で漁獲され、漁業生産研究所（水試）で馴致された個体を用いた。また、水試地先から採水し、砂ろ過した海水を淡水で希釈し、海水100%と、75%、50%、25%の3つの希釈試験区を設定した。試験は2001年6月11から15日に水試の屋内で実施した。試験区（1000パンライト）に当初入れたシャコは、各区15尾、海水温は無調整（試験期間中20.6-22.2℃）とした。各区では開始後3, 6, 24, 48, 72, 96, 120時間後に生死の確認を行った。生死判定方法は生残率試験と同様である。

結果

海水散布装置の仕様

会議およびアンケート調査の結果、確定したシャワー散布装置の仕様をTable 1, Fig. 4に示す。

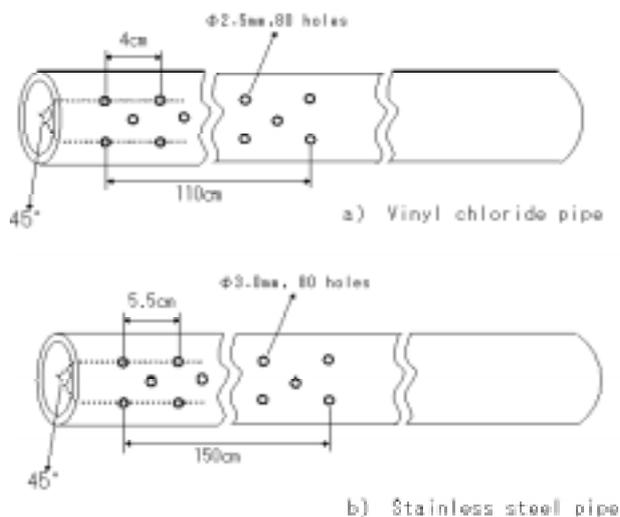


Fig. 4 シャワー装置のパイプの形状

a) 塩ビパイプ（板曳船用）、b) ステンレスパイプ（エビ桁船用）

Pipes of the equipment.

a) Vinyl chloride pipe (otter trawl),
b) Stainless steel pipe (beam trawl)

シャコの生残率調査

生残率調査の際に採集されたシャコの体長組成をFig. 5に示す。6月24日に体長5-10.5cmの個体が前年夏生まれ(満1歳), 10.5-15cmの個体が満2歳と考えられる。7月には満2歳は1個体のみ, 9月には全く採集されなかった。生残率試験の実施場所, 結果概要をFig. 6に示す。シャコの生残率は, 6月の試験ではシャワー有93%, 無91%(Table 2), 7月ではシャワー有72%, 無66%(Table 3)と, わずかながらシャワー散布によりシャコの生残率が向上した。9月の試験では, 生残率はシャワー無20~39%(平均31%), 表面水シャワー37%, 中層水シャワー45%, 冷却中層水シャワー75%となり, 冷却したシャワーで効果が大きくなった(Table 4)。高気温だった9月に行った試験では, 冷却海水散布区は生残率が7割を超え, 同時に行った3回目, シャワー無(20%)の3倍以上の生残率を示した。

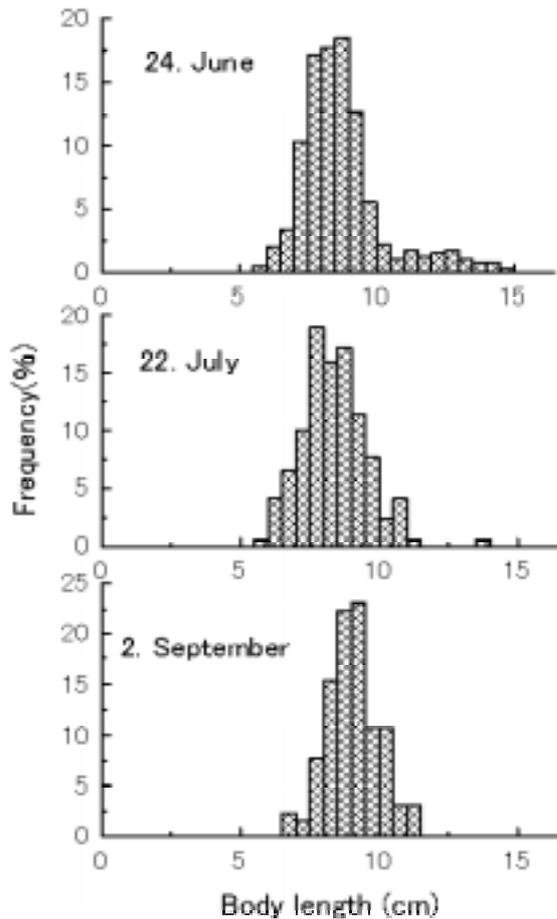


Fig. 5 生残率試験調査時に採集されたシャコの体長組成
Size distribution of mantis shrimp caught at the survival tests.

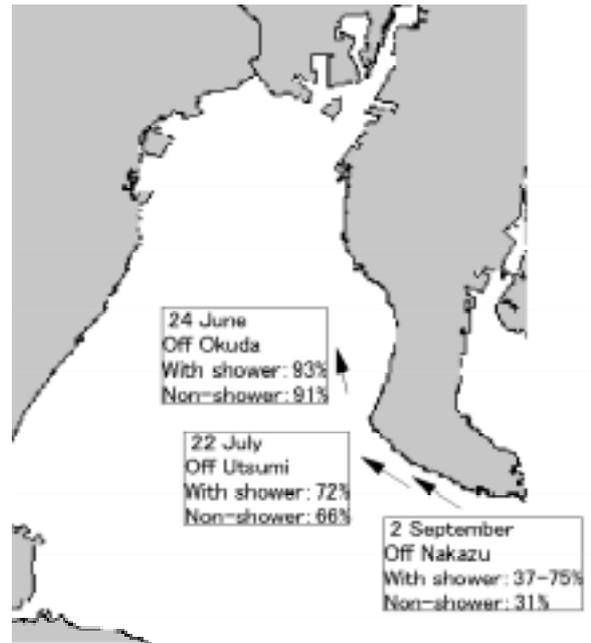


Fig. 6 シャコ生残率試験結果概要

Summary of the survival tests on mantis shrimp using shower equipment.

Table 2 シャコ生残率試験結果

(2003年6月24日, 伊勢湾、奥田沖で実施)

生残率は1回目、2回目、平均、かつこ内は観察個体数

Locality, air temperature, surface and bottom temperature, salinity and survival rates of showering test. (Off Okuda, 24 June, 2003)

Date	24 June, 2003	
Locality	Off Okuda	34° 46.34N 136° 49.60E
Sea depth	19.5-21.0m	
Air temperature	23.7°C	
Start time	08:48	
End time	10:13	
Surface water temperature	22.6 °C	
Bottom water temperature	20.9 °C	
Surface salinity	26.85psu	
Bottom salinity	31.94psu	
Survival rate	With shower	Non-shower
1st	93%(101/109)	90%(100/111)
2nd	94%(79/84)	91%(116/127)
Average	93%	91%

Table 3 シャコ生残率試験結果(2003年7月22日, 伊勢湾、内海奥田沖で実施) 生残率は1回目、2回目、平均、かつこ内は観察個体数
Locality, air temperature, surface and bottom temperature, salinity and survival rates of showering tests. (Off Utsumi, 22 July, 2003)

Date	22 July, 2003	
Locality	Off Utsumi	34° 42.10N 136° 53.87E
Sea depth	31.5-34.5m	
Air temperature	25.1°C	
Start time	09:03	
End time	11:17	
Surface water temperature	24.3 °C	
Bottom water temperature	21.3 °C	
Surface salinity	30.07psu	
Bottom salinity	32.90psu	
Survival rate	With shower	Non-shower
1st	72%(93/130)	77%(63/82)
2nd	73%(76/104)	54%(38/70)
Average	72%	66%

Table 4 シャコ生残率試験結果(2003年9月2日, 伊勢湾, 中洲沖で実施), 散布条件(SC)が1回目, 2回目, 3回目で異なる。S: 表層水, TI: 汲み置いた中層水, CI: 汲み置いて冷却した中層水。かつこ内は観察個体数

Locality, air temperature, surface and bottom temperature, salinity and survival rates of showering test. SC indicates showering condition; S: Surface water, TI: Tanked intermittent water, CI: Cooled intermittent water (Off Nakazu, 2 September, 2003)

Date	2 September, 2003		
Locality	Off Nakazu	34° 41.76N 136° 54.10E	
Sea depth	22.5-42.0m		
Air temperature	29.0°C		
Start time	09:42		
End time	11:13		
Surface water temperature	28.5 °C		
Bottom water temperature	22.4 °C		
Surface salinity	25.37psu		
Bottom salinity	32.60psu		
	SC	With shower	Non-shower
1st	S	72%(93/130)	77%(63/82)
2nd	TI	73%(76/104)	54%(38/70)
3rd	CI	75%(111/148)	20%(19/94)
Average			31%

アンケート調査

アンケート調査結果をFig. 7に示す。伊勢湾・三河湾合計では、「効果あり」と「少しある」を合わせ、86%を占めていた。

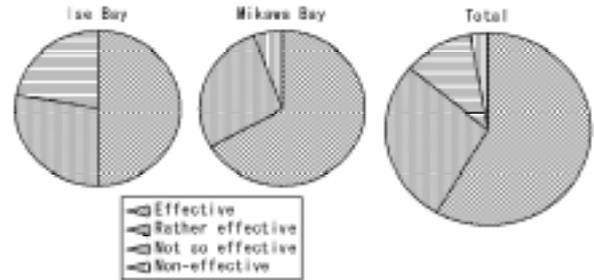


Fig. 7 シャワー装置の効果に関するアンケート調査結果

a) 伊勢湾, b) 三河湾, c) 合計

Result of questionnaire survey.

a) Fishermen in Ise Bay, b) Fishermen in Mikawa Bay, c) Total

シャコの低塩分耐性試験

試験期間中の生残数の推移をFig. 8に示す。海水100%区(31.5psu), 75%区(22.6psu)では5日後の試験終了時でもほとんど生残していたが, 50%区(17.1psu)では逆に生残率は2割と急減していた(Fig. 8)。

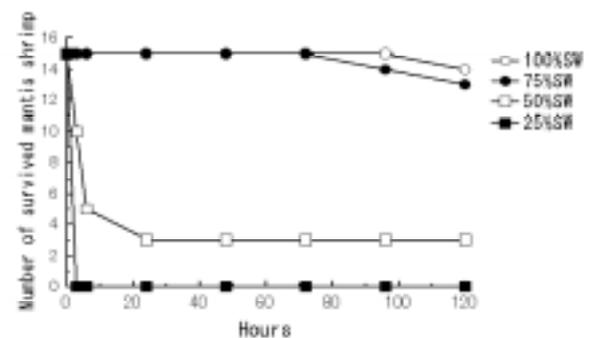


Fig. 8 シャコの低塩分耐性試験

100%海水, 75%海水, 50%海水, 25%海水各区での生残数の推移

Survival test against low salinity on mantis shrimp.

100% seawater (SW): 31.5psu, 75%SW: 22.6psu, 50%SW: 17.1psu, 25%SW: 8.7psu, After 3, 6, 24, 48, 72, 96, 120 hours, number of survived mantis shrimp was counted. BL of mantis shrimp ranged from 7-11cm, water temperature in non-contraled condition (20.6-22.2°C).

考 察

水揚げされずに死亡するシャコの不合理漁獲を減らす方法としては、目合の拡大や角目網の使用が考えられる⁹⁾。これらの方法はシャコを甲板上に上げずに、海中で海に戻してやる方法である。シャコと並んでアナゴを主対象としている伊勢湾の小型底びき網漁業^{2, 10)}では、目合の拡大は、現場での実施には、漁業者の合意形成に時間がかかり、直ぐに実施することは困難である。また、兵庫県の板びき網に導入されている流水式選別水槽¹¹⁾は、兵庫県での漁船規模（5トン未満）に対し、伊勢湾の板びき船は10～15トン階級も多く、入網量も伊勢湾操業船の方が多いため、そのままでは導入は困難である。一方で海水シャワー散布装置は1隻当たり8万円程度の出費で済み、現場での導入に際しての個々の変更点も少ないことから、早期の現場導入が可能であると判断し、今回の導入試験を行った。

また、伊勢・三河湾で操業する小型底びき網の一部は、2～3月にはいかなご船びき網を兼業する。イカナゴ運搬船として甲板を使用する場合は、シャワー散布装置は作業に支障をきたすことから、簡単に着脱が可能な仕様とする必要があった。これら個々の問題については、導入に向けてどの様に改良すべきかという視点で、漁業者と協議して行く中で初期導入型とでもいうものの形を探っていた。

海水散布による再放流魚の生残率向上の試みは、今までにも香川県^{6, 7)}を始めとして、いくつか見られる。愛知県でもマダイ当歳魚¹²⁾、シャコおよび幼魚全般¹³⁾、シャコ¹⁴⁾を対象に試験を行ってきた。しかし、操業に支障のない設置方法の検討、費用負担の問題等が解決できず、現場での導入には至らなかった。一方、近年、豊前海を中心とする瀬戸内海西部でシャワー散布装置に関する効果調査が行われ、現場への導入も見られるようになってきた⁸⁾。

こうした中、伊勢湾の小型底びき網漁業では、2002年8月の資源回復計画の策定にともないシャコなどの主要な漁獲対象資源に取り組むこととなり、その一つの方法として、シャワー散布装置の設置が再度検討されることとなった。また、漁業者からの聞き取り調査では、表面海水をくみ上げた活魚水槽に入れたシャコは、7月以後は帰港までの間に死亡するとの意見が多く出された。この影響としては、a) 表層水の塩分低下、b) 生息域（底層）と表層の温度差の2つの要因が考えられる。低塩分耐性についてはシャコ浮遊幼生では17psu以上は耐性がある¹⁵⁾とされており、着底後のシャコを用いた今回の試験では、やや耐性は下がったが、塩分23psuまでは、

耐性があることが明らかになった。今回の調査結果でも表層の塩分は梅雨時期（6月調査時）でも26psu以上あり、今回の現場試験条件内では、低塩分による死亡は考えにくい。ただ、湾奥部での出水時などには、低塩分の影響も考える必要があるかもしれない。

一方9月の試験では、表層と低層の水温差は、6月の1.7℃、7月の3.0℃に比べ、6.1℃と大きくなっており、冷却水を散布した場合に生残率が向上したことから、生息域の水温に近い温度の海水を散布し、温度上昇を防ぐことが生残率の向上につながると考えられた。また、愛知県の伊勢湾小型底びき網漁船では、1978年頃から活魚水槽への海水冷却装置が導入されている¹⁰⁾。シャコは、水揚げ時点で活きたものしか市場価値がないため、通常の操業でも漁業者は甲板上での選別後直ちに船首部に設置された冷却海水中にシャコを移している。今回の試験では、冷却水を間欠的に散布することにより、生残率が向上したことから、漁獲サイズのシャコでも生残率の向上が期待され、これは漁獲金額の増加に結びつくと考えられる。さらに、アンケート調査結果でも、サルエビの活エビ出荷割合が増えた等の副次的効果も見られている。今回の結果を基に、愛知県内ではFig. 1に示す19漁協に所属する小型底びき網漁船がシャワー散布装置を導入した。内訳としては板びき網199隻、エビ桁網102隻である。そして、1隻当たりの費用は加工費を含めて6～8万円程度であった。この導入の経緯等は、全国漁業組合連合会企画、水産庁監修のビデオ「小型魚の保護に向けて」（2005年3月完成）として全国の県、漁連関係等に配布された。今後は、運用面でも改良を加えることにより、資源管理と価格向上の両面での効果発揮が期待される。

要 約

伊勢・三河湾で操業する小型底びき網漁船に、甲板上での漁獲物選別過程での活度低下を軽減するために、シャワー散布装置を導入した。導入に当たっては、種々の条件でのシャコの生残率試験、使用状況のアンケート調査等を基に操業形態に合致した仕様を検討した。それらの結果を踏まえて、動力源として24Vの電源による80ℓ/分の送水能力を持った水中ポンプを船首側の活魚槽内に設置した。この水中ポンプで汲み上げた海水は、カナラインホース（内径25mm）によって、船尾側の選別場所に設置したシャワー散布パイプに送るようにした。シャワー散布パイプには、塩ビパイプまたはステンレスパイプ（内径25mm）を用い、長さ110cmの間に、4-5.5cm間隔で計80個の穴（径2.5mm）を開けた。桁網漁船では、鉄製

桁の衝突により、塩ビパイプでは破損する恐れがあるため、ステンレスパイプを一部に用いることとした。生残率試験では、海面と海底の水温差が3℃以下の場合、シャワー散布による生残率の差は見られなかったが、上下水温差6℃以上になると、冷却海水、中層水くみ置き海水の散布区では生残率に差が出た。シャコの低塩分耐性試験では塩分23psu以上であれば低塩分による生残率への影響はないことが明らかになった。これらの結果を基に、301隻の小型底びき網漁船（5-15トン未満）がシャワー散布装置を2003年度に導入した。

謝 辞

調査において協力いただいた愛知県まめ板網漁業者組合および三河湾まめ板網漁業協会の方々に深謝する。

文 献

- 1) 武内要人・鈴木崇也・稲田博史・富山 実・松下吉樹・熊沢泰生(2005)伊勢湾小型底びき網漁業への新技術の導入 I. 漁獲対象種と漁場利用形態の特徴. 平成17年度日本水産学会大会講演要旨集.
- 2) 鈴木崇也(2005)伊勢湾小型底曳網漁業における漁場利用形態に関する研究. 東京海洋大学水産学部卒業研究論文. 65pp.
- 3) 北沢博夫・大阿久俊郎(1982)若狭湾における小型底びき網漁業の投棄魚について. 日水誌, 48, 1089-1093.
- 4) 大富潤・中田尚宏・清水誠(1992)東京湾の小型底びき網によるシャコの海上投棄量, 日水誌, 58, 665-670.
- 5) 上妻智行・有江康章・宮本博和(1993)小型底びき網で漁獲されるシャコの投棄後死亡率の推定. 福岡水技研報, 1, 85-88.
- 6) 香川 哲・合田誠志(1994)小型底曳き網における投棄シャコの生残率の向上. 栽培技研, 22, 137-139.
- 7) 香川 哲(1997) シャワー方式による小型底曳網漁業での再放流シャコの生残率の向上. 月刊海洋, 29, 385-388. .
- 8) 中川清・瀧口克己(2002)小型底びき網漁業における海水シャワー装置導入の効果. 福岡水技研報, 12, 37-40.
- 9) 北原 武・牧 茂(1997) 個別割当制と投棄魚—東京湾シャコを事例に—. 月刊海洋, 29, 333-336.
- 10) 愛知県水産試験場(1986)沿岸漁船漁業における経済生産性の解明—伊勢湾のまめ板漁業—. 愛水試Cしゅう66号, 87pp.
- 11) 大谷徹也・反田 實・西川哲也・佐藤泰弘(1997) 小型底曳網混獲幼稚魚の生残率を高めるための流水式選別水槽の使用例とその効果. 月刊海洋, 29, 380-384.
- 12) 富山実・間瀬三博(1995)資源管理計画策定調査(広域回遊資源). 平成6年度愛知県水産試験場業務報告, 131.
- 13) 原田 誠(1996)小型底びき網漁業の資源管理手法の開発試験. 平成7年度愛知県水産試験場業務報告, 93.
- 14) 菅沼光則(1998)再放流魚の生残率向上技術の確立. 平成9年度愛知県水産試験場業務報告, 133.
- 15) 児玉圭太・山川 卓・青木一郎・福田雅明・清水詢道(2003)東京湾産シャコの浮遊期幼生における塩分耐性. 水産海洋研究, 67, 141-147.