

夏季のアサリ小型稚貝の移植について

石田俊朗・石田基雄・家田喜一・武田和也・鈴木好男・柳澤豊重・黒田伸郎・荒川純平

Transplantations of juvenile Japanese littleneck clam *Ruditapes philippinarum* in summer

ISHIDA Toshiro^{*1}, ISHIDA Motoo^{*1}, IEDA Kiichi^{*1}, TAKEDA Kazuya^{*1}, SUZUKI Yoshio^{*1},
YANAGISAWA Toyoshige^{*2}, KURODA Nobuo^{*1}, and ARAKAWA Jumpei^{*2}

Abstract : We performed experimental transplantations of juvenile Japanese littleneck clams, *Ruditapes philippinarum*, during the summer season to avoid the high mortality of clams due to “Nigashio”, oxygen deficient water, that occurs in summer in Mikawa Bay. Juveniles from the Toyo River estuary in Mikawa Bay were transplanted to the clam culture grounds of Kosugaya in Ise Bay and Higashihazu and Miya in Mikawa Bay, Central Pacific coast of Japan, and the survival rates were high 94 to 98% during a period of one month in spite of the summer season and much smaller size of about 10-15mm in shell length than the general transplantation size of about 20mm in shell length. Transport of calms without seawater for 3 hours under 30 °C did not seem to affect their viability. Growth rate and survival of clams during one month after transplantation showed no difference to those of native clams. Laboratory experiment showed that air exposure at 35 °C for 6 hours had no effect on the burrowing activity of clams into sand substrate after exposure. These results indicate that transplantation of juvenile Japanese littleneck clam under high temperature conditions, which has previously been seldom tried by culturist because of concerns regarding viability, has commercial usefulness in Ise Bay and Mikawa Bay.

キーワード;アサリ小型稚貝, 移植, 露出

愛知県のアサリ漁獲量は2003年には8,890トンであったが、ピーク時の20,000トン前後の1/2程度に減少している。^{1),2)}アサリ漁業者は種苗放流によって資源の維持に努めているが、近年の全国的な資源減少や価格上昇により他海域からの種苗の供給は減少しており、県内産種苗の重要性がますます高まっている。

三河湾東奥部に位置する豊川河口の六条干潟域は、旧来からアサリ稚貝の大量発生海域であり、地元で種仔サイズと呼ばれる殻長20mm前後のアサリ稚貝が漁業者によって採捕され、漁場に移植されてきた。放流稚貝のほとんどは前年の秋季発生群と推測されるが、この群が種仔サイズに達するのは翌年の9月以降であり、採捕、移植は、例年秋季が中心となっていた。

ところが、2001年、2002年と2年連続して、8月末

から9月上旬の時期にアサリ稚貝が大量へい死し、秋季の採捕がほとんど不可能な状況となった。このへい死原因は貧酸素水塊の湧昇現象である「苦潮」によるものであり、³⁾浚渫窪地の埋め戻しや浅場造成による貧酸素水塊の抑制のための修復事業が実施されているものの、当面する稚貝確保のためには、苦潮発生前の7~8月に採捕が可能な小型稚貝の移植を検討する必要がある。

本研究では、従来、高温期であるため種苗放流が行われていなかった7~8月にアサリ小型稚貝(殻長10~15mm)を六条干潟域から県内3漁場に試験的に移植し、その生残、活力及び成長を調査(以下、移植試験と記す)するとともに、高温期の運搬によるそれらへの影響を推定するため、空气中に露出した状態で温度別の耐性試験(以下、空中露出試験と記す)を行ったので報告する。

^{*1} 愛知県水産試験場 (Aichi Fisheries Research Institute, Miya, Gamagori, Aichi 443-0021, Japan)

^{*2} 愛知県水産試験場漁業生産研究所 (Marine Resources Research Center, Aichi Fisheries Research Institute, Toyohama, Fisheries Institute, Toyohama, Minamichita, Aichi 470-3412, Japan)

材料及び方法

1 移植試験

試験に供した小型稚貝は、六条干潟域において、2003年7月16日午前10時30分から午前11時45分にかけて採取した。採取には、目合い5mmのもじ網を取り付けた小型ジョレン（開口部幅28×高さ17cm）を用いた。稚貝以外の夾雑物はできる限り現場で取り除いた。

採取した小型稚貝は、市販のタマネギ用網袋（以下、網袋と記す）に1網袋当たり約10kgを収容した後、日射及びそれに伴う温度上昇による活力低下を避けるため、海水で濡らした布で覆ったまま、水産試験場調査船「ちた」（3.8t）により、一旦、8kmの距離にある水産試験場まで運搬した。所要時間は約30分であった。運搬後、移植試験に供するための小型稚貝を選別してナイロンメッシュ網袋（以下、ナイロン網袋と記す）に収容した。

その後、図1に示した小鈴谷、東幡豆及び三谷の3地区に小型稚貝を運搬した。各地区への運搬方法は、実際の運搬を想定し、三河湾側の漁場である東幡豆地区及び三谷地区にはそれぞれ船舶輸送、伊勢湾側の漁場である小鈴谷地区には2t積みトラックによる陸上輸送とした。小鈴谷地区への運搬では、ナイロン網袋をトラックの荷台に置いて運搬したもの（以下、荷台区と記す）と、ナイロン網袋を運転室内に置き冷房を効かせた状態で運搬したもの（以下、車内区と記す）を設けた。なお、いずれのナイロン網袋も濡らした布で覆った状態で運搬した。

また、運搬中に小型稚貝がさらされる温度環境を調べるため、ナイロン網袋内に自記記録温度計（アレック社製MDS-CT）を入れ連続测温した。测温は、小鈴谷の荷台区、車内区及び東幡豆地区の3試験区で実施し、運搬距離が短



図1 試験地区

い三谷地区については実施しなかった。

各地区地先にはステンレス製籠（長さ35×幅25×高さ10cm、目合い6mm）を6個ずつ埋設し、運搬した小型稚貝を1籠当たり100個体収容した。籠の設置場所は大潮最干潮時に干上がらない程度の浅場とし、籠を砂中に埋設する深さは3cmとした。各籠は、砂中に打ち込んだ金属杭にビニールバンドで固定して波浪による籠の流失を防止した。また、上蓋を閉め切り、小型稚貝の逸散や食害生物の侵入を防止した。

小型稚貝を収容した籠については、各地区とも収容2日後、2週間後、1カ月後に2籠ずつを取り上げ、各籠内の小型稚貝の生残個体数及び平均殻長を調べた。ただし、小鈴谷地区については、車内区3籠、荷台区3籠とし、各1籠ずつを取り上げた。

さらに、移植した小型稚貝の活力を調べるため潜砂試験を行った。試験用の小型稚貝は、それぞれの試験区の移植試験用小型稚貝の中から任意に抽出し、移植試験のための作業終了後、各試験区への運搬時と同様の条件で直ちに水産試験場まで持ち帰った個体（小鈴谷車内区については荷台に置いて持ち帰った個体）である。それらを約4cmの厚さに海砂（中央粒径0.65mm）を敷設したバット（長さ45×幅34×高さ5cm）に収容し、水産試験場地先から採水した原海水を掛け流した状態で、試験開始後15分、30分、1時間、24時間において完全に殻を砂中に潜砂させた個体数を計数した。なお、供試した小型稚貝数は1試験区当たり50個体である。

2 空中露出試験

2002年6月、2004年8月及び10月の計3回、空中露出試験を実施した。供試した小型稚貝は、いずれも移植試験と同様の方法で採取した後、1～2日間、海砂を敷いた水槽で飼育し、潜砂した個体の中から選別したものである。

2002年6月の試験では、選別して得られた平均殻長10.2mm及び14.7mmの2群を用いた。露出温度を25,30,35,40とし、露出時間を30,60,120,240,360分とし、計40試験区とした。供試個体数は1試験区当たり50個体であり、露出の際には海水で湿らせた紙封筒に小型稚貝を収容した。露出温度を保つための機器（以下、露出用機器と記す）として、25,30,35区には水産試験場内の恒温室（三洋電機社製）を、40区には送風定温乾燥機（東

洋製作所製 FC-612) を使用した。露出中には露出用機器内に棒状温度計を設置して、温度の確認を行った。所定の露出時間経過後、各温度区から2群の小型稚貝をそれぞれ取り出し、原海水を掛け流した流水飼育槽(長さ3×幅1×高さ0.3m)内のパット(前記と同様)に収容して潜砂させ、2日後に生残率を調べた。

2004年8月の試験では平均殻長10.6mm及び14.3mmの2群を供試した。なお、2002年6月に実施した試験において潜砂した個体は死亡しなかったが、潜砂しなかった個体の大半が死亡したことから、潜砂した個体は生残した個体と概ねみなすことができたので、本試験では所定の露出時間経過後、潜砂率を調べることにした。露出温度は2002年6月の試験と同様の設定としたが、露出時間は120,240,360,480分とし、潜砂率の確認は前記の流水飼育槽に搬入してから1時間後及び24時間後の2回行った。小型稚貝の露出の際には、ポリスチレン製秤量皿(縦8×横8×高さ2.5cm)に収容して露出させた。なお、露出中の温度確認のため、露出用機器内には棒状温度計及び自記録温度計を設置した。その他は、2002年6月と同様の方法で行った。

2004年10月の試験では平均殻長12.0mm及び15.0mmの2群を供試し、露出時間を120,240,360,480,600分とした。他は8月と同様の方法で行った。

結 果

1 移植試験

(1) 運搬時の環境条件及び小型稚貝への影響

水産試験場から各漁場までの運搬中に小型稚貝がさらされた温度を図2に示した。なお、六条干潟域から水産試験場までの約30分間の温度は26.3~28.0であった。

小鈴谷地区については、運搬開始時刻が12時15分、運

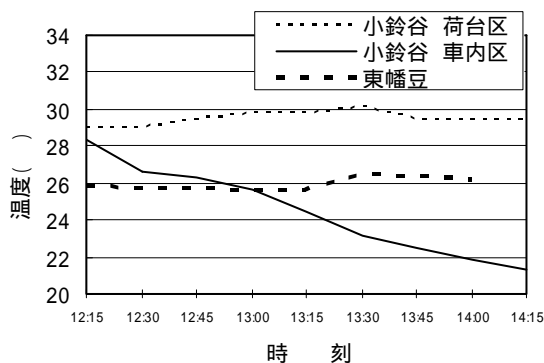


図2 運搬中の温度

搬終了時刻(試験地区到着時刻)が14時15分であった。荷台区の温度は28.8~30.1の範囲で推移し、高めであったが温度変動幅は1.3と小さかった。車内区の温度は運搬開始時28.3であったが、時間の経過とともに低下し、14時15分には最低温度の21.3が測定された。温度変動幅は7.0で、温度測定を行った3試験区の中で最大であった。

東幡豆地区については、運搬開始時刻が13時30分で、運搬終了時刻が14時であった。温度測定を12時15分から開始したが、運搬開始時刻までの間は水産試験場内で空中露出状態のまま小型稚貝を静置した。静置中の温度は25.6~25.9であったが、運搬中には若干上昇して26.2~26.5となった。静置中及び運搬中を通じての温度変動幅は0.9と3試験区の中では最小であった。

三谷地区については、運搬開始時刻が13時45分で、運搬終了時刻が13時50分であった。

小型稚貝の採取終了から移植作業終了までに要した時間は、水産試験場を経由したため、三谷地区で2時間35分、東幡豆地区で2時間45分、小鈴谷地区で3時間であった。

潜砂試験の結果を表1に示した。供試個体の大半が潜砂したことを確認した時間は、三谷及び小鈴谷で試験開始15分後、東幡豆で30分後であった。その時点での潜砂率は、三谷で96%、小鈴谷で94%(車内区)、98%(荷台区)、東幡豆で97%と、試験開始から15分若しくは30分という短時間であったにも関わらず高い潜砂率が確認された。

各試験区の1時間後の潜砂率は96~100%となり、24時間後には小鈴谷車内区で98%、それ以外の試験区では100%となり、いずれの試験区の小型稚貝も活力が高かった。

表1 潜砂試験の結果(潜砂率:%)

試験区 経過時間	小鈴谷		東幡豆	三谷
	車内区	荷台区		
15分	94	98	-	96
30分	-	-	97	98
60分	96	100	99	98
24時間	98	100	100	100

* 潜砂試験の開始は、各地区で移植した時間に合わせた

(2) 移植試験

試験の結果を表2に示した。生残率は累積生残率である。

表2 移植試験の結果

地区 調査日	小鈴谷				東幡豆		三谷	
	車内区		荷台区		生残率	平均殻長(mm)	生残率	平均殻長(mm)
	生残率	平均殻長(mm)	生残率	平均殻長(mm)				
2日後	98	11.5	100	13.0	100	13.0	99	13.0
2週間後	95	15.2	98	15.2	99	15.7	97	16.2
1か月後	94	18.0	97	18.7	98	20.4	96	18.8

* 2日後調査:7/18, 2週間後調査:小鈴谷・東幡豆 7/28, 三谷 7/29, 1か月後調査:8/12

各試験区の生残率は、収容2日後で98~100%、2週間後で95~99%、1か月後で94~98%といずれも高かった。調査日ごとに各試験区の生残率を比較すると、2日後では荷台区、東幡豆>三谷>車内区の順に生残率が高かった。2週間後では、東幡豆>荷台区>三谷>車内区の順に高く、1か月後においても同様であった。

各試験区の平均殻長は、収容2日後には11.5~13.0mm、2週間後には15.2~16.2mm、1か月後には18.0~20.4mmとなり、1か月間で5.7~7.4mmの殻長の伸びが確認された。

各試験区の平均殻長を比較すると、収容2日後では荷台区、東幡豆、三谷>車内区、2週間後では三谷>東幡豆>荷台区、車内区、1か月後では東幡豆>三谷>荷台区>車内区の順に大きかった。

2 空中露出試験

2002年6月の試験の露出温度、10.2mm群の生残率及び14.7mm群の生残率について、それぞれ図3、4及び5に示した。

露出温度は、温度調整を行ったものの、実験開始初期には安定しなかった。

生残率については、10.2mm群のうち露出温度25、30及び35区では、露出360分でもへい死個体はみられなかったが、40区では露出60分ですべてへい死した。

また、14.7mm群のうち25、30及び35区では、10.2mm群と同様、露出360分でもへい死個体はみられなかったが、40区では露出60分で生残率が72%となり、120分ではすべてへい死した。なお、流水飼育槽内の水温は概ね24前後であった。

2004年8月の試験の露出温度、10.6mm群の潜砂率及び

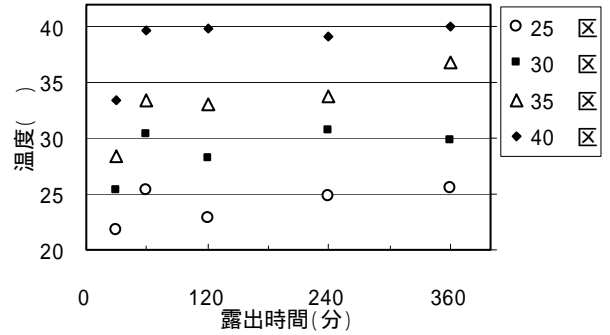


図3 空中露出試験(2002年6月)中の温度

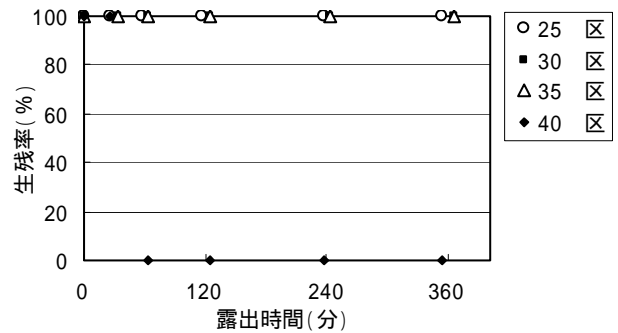


図4 空中露出試験(2002年6月)の10.2mm群の生残率(%)

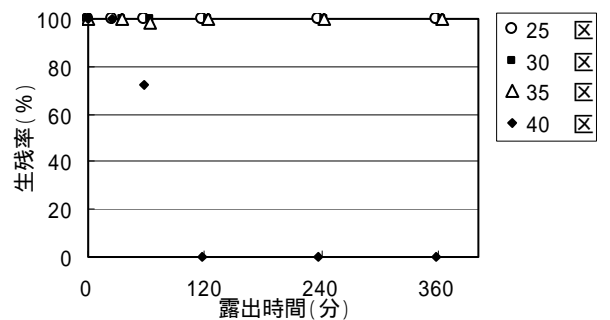


図5 空中露出試験(2002年6月)の14.7mm群の生残率(%)

14.3mm群の潜砂率について、それぞれ図6、7及び8に示した。

露出温度は、ほぼ設定温度どおりに経過した。

潜砂率については、10.6mm群のうち露出温度25、30及び35区では影響は少なく、露出480分でも1時間後の潜砂率は96~100%であった。40区では露出240分で影響が現れ、1時間後の潜砂率は28%、24時間後では68%であった。さらに、露出360分ではそれぞれ0%、1%にまで低下した。

14.3mm群のうち25、30及び35区では、10.6mm群と

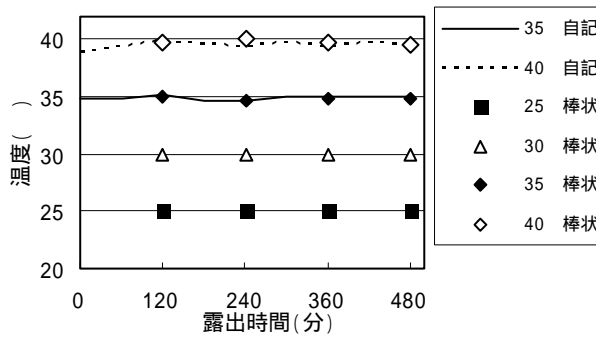


図6 空中露出試験(2004年8月)中の温度

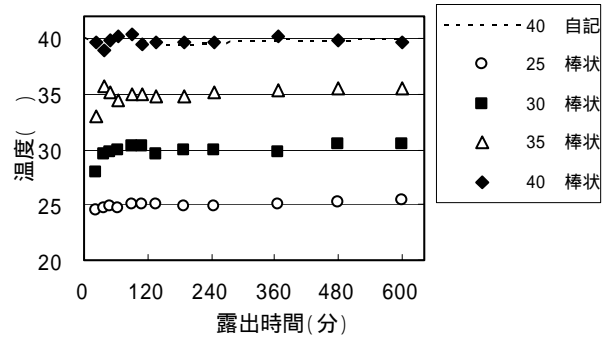


図9 空中露出試験(2004年10月)中の温度

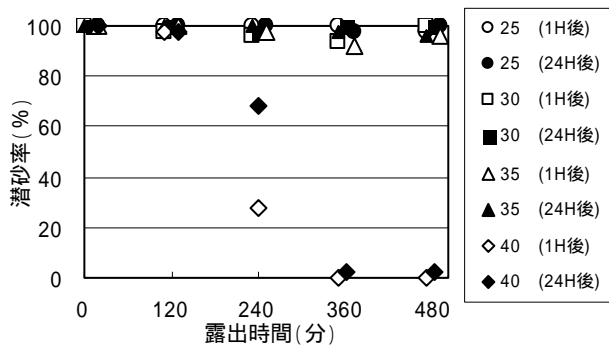


図7 空中露出試験(2004年8月)の10.6mm群の潜砂率(%)

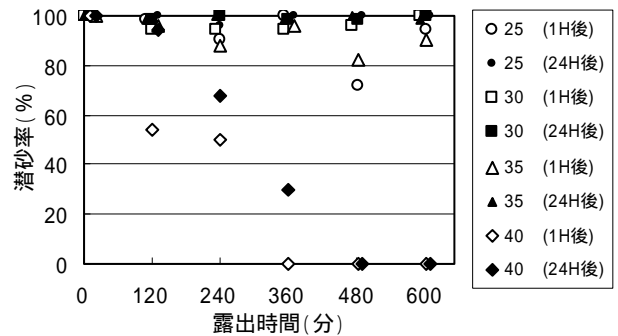


図10 空中露出試験(2004年10月)の12.0mm群の潜砂率(%)

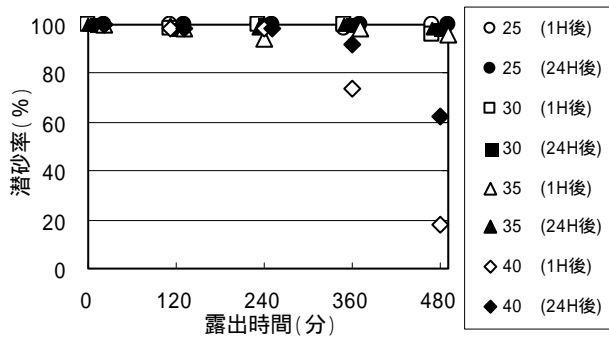


図8 空中露出試験(2004年8月)の14.3mm群の潜砂率(%)

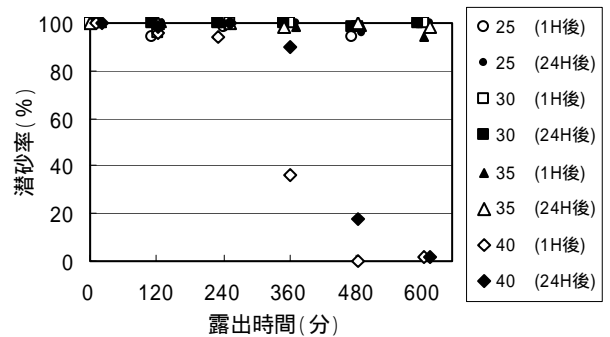


図11 空中露出試験(2004年10月)の15.0mm群の潜砂率(%)

同様、露出480分でもほとんど影響がみられず、1時間後の潜砂率は96~100%であった。40区では、露出360分で影響が現れ始めたものの、24時間後の潜砂率は92%と高く、露出480分における24時間後の潜砂率でも62%と10.6mm群ほどは低下しなかった。なお、流水飼育槽内の水温は概ね26.5前後であった。

2004年10月の試験の露出温度、12.0mm群の潜砂率及び

15.0mm群の潜砂率について、それぞれ図9、10及び11に示した。

露出温度は、試験開始後60分ほどは安定しなかったが、その後はほぼ設定温度どおりに経過した。

潜砂率については、12.0mm群のうち露出温度25、30及び35区では、露出600分でもほとんどの個体が潜砂し、1時間後の潜砂率は94~100%であった。露出温度25、35

区の露出 240, 480 分では, 1 時間後の潜砂率が 30 区よりも低かったが, 24 時間後では差がなくなった。40 区では, 露出 120 分で影響が現れ, 480 分ではすべての個体は潜砂せず死亡した。

15.0mm 群のうち露出温度 25, 30 及び 35 区では露出 600 分でもほとんどの個体が潜砂し, 1 時間後の潜砂率は 94~100%であった。40 区では, 露出 360 分で影響が大きく現れ, 露出 600 分での 1 時間後の潜砂率は 2%と低かった。なお, 流水飼育槽内の水温は概ね 23 前後であった。

考 察

移植試験に用いた小型稚貝の潜砂試験の結果, 試験開始 15~30 分後の各試験区の潜砂率は 94~98%と高かった。相島⁴⁾は, 水温と塩分がアサリ稚貝(平均殻長 16.1mm)の潜砂率に及ぼす影響を報告しており, 水温 20~30, 塩分濃度 25~35psu という条件で潜砂率が高く, 試験開始 10~30 分後にはほぼ 100%の個体(10 個体/試験区)が潜砂したとしている。本試験時には, 三河湾の気温, 表層水温, 塩分は, それぞれ約 23, 23~24, 28~30psu(自動観測ブイ観測結果)であったことから, 三河湾から採水した原海水を使用している潜砂試験時の水温, 塩分もそれぞれ 23, 28psu 前後とみなすことができるため, 相島の条件を満たしていたと推定され, 小型稚貝の潜砂には悪影響を与えていないと考えられる。従って, 94~98%の潜砂率は, 採捕及び運搬等のストレスの影響があったと言えるものの, 移植時の活力としては十分な値と考えられる。

また, 移植試験の結果, 各試験区の生残率が, 試験開始 2 日後で 98~100%, 2 週間後で 95~99%, 1 カ月後で 94~98%といずれも高かったことも, 移植時の活力に問題がなかったことを裏付けている。

小型稚貝の成長については, 収容後 1 カ月で, 試験区別では平均 5.4~7.8mm, 全試験区では平均 6.4mm の成長が確認された。古川ら⁵⁾が広島県大野町上浜地先で籠を使って行った試験では, 平均殻長約 16mm のアサリの成長はほぼ 1 カ月間で最大約 4mm であった。柿野⁶⁾が東京湾木更津地先で籠を用いて行った試験では, 平均殻長約 14mm のアサリが約 1 カ月間で最大約 6mm 成長している。さらに, 林⁷⁾は有明海福岡県地先で行った調査データから, 殻長 14mm のアサリが月間で 5mm 成長することを報告している。

アサリの成長は, 個体サイズや漁場環境等の条件により異なるが,⁸⁾本試験での成長速度はこれらの報告よりも早く, 三河湾における小型稚貝の移植が有効な資源増大手法であることを示している。

ただし, 小鈴谷車内区は, 潜砂試験での 1, 24 時間後の潜砂率がそれぞれ 96, 98%と, ともに全試験区中で最低であり, 移植後の生残率は, 収容 2 日後, 2 週間後, 1 カ月後に, それぞれ 98, 95, 94%と荷台区を含む他の試験区よりも低かった。2 時間の運搬中, 荷台区では 28.8~30.1 と高めの温度であったが, 温度変動幅は 1.3 と小さく安定した状況であったのに対し, 車内区では冷房を効かせたため, 28.3 から 21.3 まで温度が急激に低下し, 温度変動幅は 7.0 と大きかった。これらのことから, 車内区の小型稚貝は, 短時間での温度降下若しくは温度降下幅の大きさが原因で活力が低下した可能性が否定できない。

露出時のアサリの適正温度については不明な点も多いが, アサリ種苗を移植する際の注意点として, 温度が高い場合には代謝が活発となり活力低下を招くため, 高温を避ける必要があるとの報告があり,⁹⁾また, 種苗等の運搬においても保冷が一般化している。しかし, 今回の試験結果は, 種苗の露出温度が 30 程度までで, 3 時間程度までの運搬であれば, 急激で変動幅が大きい温度降下を避け, 単に濡らした布等で覆って運搬の方がより良い方法であることを示している。

これらのことから, 露出中の温度が 30 程度以下で, 露出時間が 3 時間程度までという条件であれば, 運搬時に特別な温度調整は行わずとも活力が高い状態で小型稚貝を移植することが可能であり, 移植後の成長にも問題がないものと考えられた。

一方, 空中露出試験では, 平均殻長 10.2~15.0mm の小型稚貝を供試して 3 回の試験を行ったが, いずれの試験でも, 露出温度 35 以下, 露出時間 360 分以内という条件であれば活力や生残には影響はみられなかった。この結果は, 上記移植試験の運搬条件よりも厳しい条件であっても, 冷却せず濡らした布等で覆って運搬する方法の方が, より有効であることを示唆している。

露出温度 40 では, 3 回の試験とも露出時間 60~360 分で小型稚貝の活力や生残に影響が現れたことから, 35 から 40 の間に小型稚貝の温度限界の閾値があると推定

され、35 を越える温度での運搬、移植は回避することが必要であると考えられた。

また、2002年6月の試験では平均殻長10.2mm及び14.7mmの個体群を、2004年8月の試験では平均殻長10.6mm及び14.3mmの個体群を、10月の試験では平均殻長12.0mm及び15.0mmの個体群を用い、小型サイズ群と大型サイズ群の潜砂率を比較したが、違いがみられた露出温度40では、いずれの試験でも大型サイズ群が小型サイズ群よりも潜砂率がやや高かった。

これらの結果から、小型稚貝の潜砂能力や生残への影響は、露出温度が35まで、露出時間が6時間までであれば問題ないが、40では露出時間が短くても影響があること、また、殻長10mm程度のサイズよりも15mm程度のサイズの方がわずかに高温耐性を備えていることが示唆された。

以上のとおり、移植試験の結果から、露出時間が3時間程度まで、露出中の温度が30程度以下という条件であれば、殻長10~15mm、平均殻長13mmという非常に小型の稚貝であっても高い活力を保持したまま移植させることが可能であることが明らかとなった。さらに、空中露出試験の結果から、露出時間が6時間まで、露出温度が35までであれば、活力や生残への影響はみられなかったことから、移植試験より厳しい条件の場合であっても移植が成功する可能性が高い。

このように、これまで高温期であるため行われていなかった夏季の小型稚貝の移植は、苦潮による小型稚貝の大量へい死の危険を回避して、アサリ資源を維持、増大させる手法として有効であると考えられた。

ただし、運搬時の冷却による急激な温度変化や大きな温度変動は、小型稚貝の活力を低下させる恐れがあるように思われ、運搬の際には十分注意する必要があると考えられた。

また、移植試験を行った地区は、アサリ稚貝にとって好適と考えられる場所を選定した。本試験で良好な結果が得られた背景には、小型稚貝の活力が高かったことに加え、試験地区の漁場環境が小型稚貝の成育に好適であったことも要因として考えられ、成育に不適な場所へ移植した場合には、本試験とは違った結果となることも予想されることから、小型稚貝の移植場所については、今後実証的な取り組みが必要と考えられる。

要 約

三河湾の豊川河口域に発生するアサリ小型稚貝について、夏季に発生する苦潮による大量へい死を回避し有効利用を図るため、伊勢湾の小鈴谷地先、三河湾の東幡豆、三谷地先への夏季の移植試験を行った。その結果、夏季であることや一般的放流サイズである殻長20mm前後よりもかなり小さい殻長10~15mmというサイズであるにも関わらず1カ月後の生残率は94~98%と高かったため、露出温度30程度以下、露出時間3時間程度までという運搬時の条件であれば、活力、生残、成長への影響はみられず移植可能と考えられた。さらに、高温期の運搬の影響を推定するため空中露出試験を行った。その結果、露出温度35まで、露出時間6時間までという条件であれば活力への影響はみられなかったため、移植試験より厳しい条件でも移植が成功する可能性は高いと思われた。これらの結果から、高温期であるため行われていなかった夏季の小型稚貝の移植は、有効な資源利用手法となりうると考えられた。

謝 辞

本稿のご高閲並びに貴重なご助言をいただいた、千葉県水産研究センター富津研究所長の柿野純博士並びに愛知県水産試験場漁業生産研究所長兼名城大学客員教授の鈴木輝明博士に、厚くお礼申し上げます。また、移植試験の実施に当たって地先漁場の使用を快く了承くださった小鈴谷、東幡豆及び三谷漁業協同組合の皆様、小型稚貝の採取、運搬、調査に当たってご協力いただいた、愛知県知多・西三河・東三河農林水産事務所水産課普及員の皆様に心より感謝いたします。

文 献

- 1) 東海農政局統計部(2004)平成16年度愛知県の漁業動向、37-38
- 2) 佐々木克之(1998)内湾及び干潟における物質循環と生物生産。海洋と生物、20(5)、404-409
- 3) 武田和也・石田基雄(2003)土砂採取に伴う浚渫窪地における顕著な貧酸素化現象について。愛知県水産試験場研究報告、10、7-14
- 4) 相島昇(1993)アサリ稚貝の潜砂行動に及ぼす水温と塩分の影響。福岡県水産海洋技術センター研究報告、1、145-150

- 5) 古川厚・岡本亮(1958)アサリの干潟における籠試験結果について．水産増植，6，1-9
- 6) 柿野純(1995)丸型指数を指標とした籠試験によるアサリの成長と生残の特性．日水誌，62(3)，376-383
- 7) 林宗徳(1993)有明海におけるアサリの成長．福岡県水産海洋技術センター研究報告，1，151-154
- 8) 増植場造成計画指針編集委員会(1997)沿岸漁場整備開発事業増植場造成計画指針 ヒラメ・アサリ編 平成 8年度版．社団法人全国沿岸漁業振興開発協会，123-304
- 9) 水産庁(1983)大規模増殖場造成事業調査総合報告書 昭和 57 年度版 14. 福江地区,1-88