

# 猛暑時のホタテガイへい死率を低減する養殖生産技術の開発 ホタテガイ養殖生産技術の改善

小谷健二・吉田 達<sup>1</sup>・伊藤良博・森 恭子・川村 要

## 目 的

平成22年夏季から秋季に発生した異常高水温により、陸奥湾内の養殖ホタテガイが大量へい死した<sup>1)</sup>ことから、養殖ホタテガイ2年貝について、へい死に及ぼす水温と海水流動の影響を室内実験により検討した。

## 材料と方法

室内飼育試験は、平成25年8月21日から10月1日にかけて当研究所の室内において、20、22、23、24、25、26℃の6水温段階において、水流を付加する実験区と付加しない対照区を設定して行った(図1)。

平成25年8月20日に、久栗坂実験漁場(図2)にある幹綱水深25mの延縄式施設の丸籠で養殖されているホタテガイ2年貝を無作為に採取し、20個体について殻長、全重量、軟体部重量、中腸腺重量、貝柱重量を測定したほか、18個体について400ℓ円柱水槽に垂下した3組の目合3分目のパールネット1段に6個体ずつ収容し実験区とし、他の18個体については250ℓFRP水槽に静置し対照区とした。

実験区では、タイマーを用いて水中ポンプ(寺田ポンプ社製CX-400)を10分間稼働させ水槽内に0.3~0.4m/sの水流を発生させたのち、3時間の停止する操作を繰り返した。

各試験区の海水は、0.25m<sup>3</sup>/hの掛け流しで各水槽へ給水した。また、各試験区の水温は、20℃の冷海水と29℃の温海水を調温タンク内で混合し、±0.5℃未満に収まるように調整した。

各試験区には、小谷ら<sup>2)</sup>を参考にクロロフィルaが1μg/ℓ以上の濃度になるように、180ℓのろ過海水に600mlの市販の珪藻 *Chaetoceros gracilis*濃縮液(ヤンマー船用システム株式会社)を添加して作成した餌料液を、定量ポンプ(EYELA社、RP1000)を用いて毎分125mlずつ与えた。実験開始4日後に対照区の20℃と26℃の排水10をガラス繊維ろ紙(ワットマンGF/Fフィルター、孔径0.7μm)により濾過した残渣をアセトンで抽出し、蛍光法によりクロロフィルa濃度を測定した。

自記水温計(Onset Computer社、ストアウェイティドビット)を用いて各試験区の水温を1時間毎に記録した。併せて1日に1回、貝殻が開き外套膜が萎縮し、かつ、軟体部が白濁しピンセットによる刺激に対し

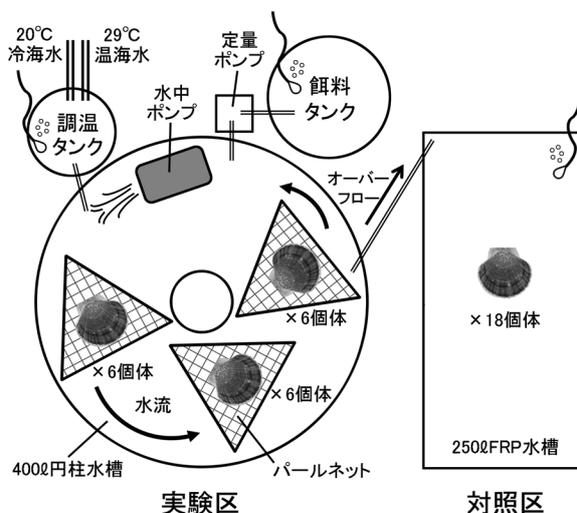


図1. 室内試験の1つの水温内に設定した試験区のイメージ図。

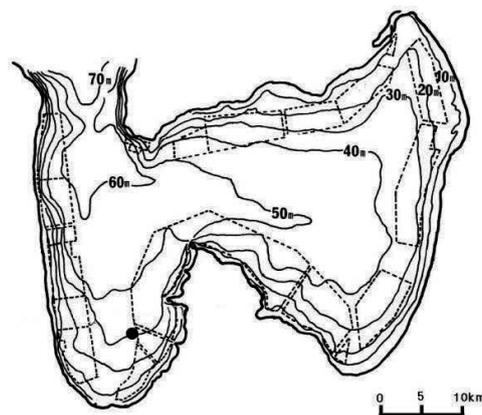


図2. 久栗坂実験漁場の位置(黒丸)。

<sup>1</sup> 青森県農林水産部水産局水産振興課

て殆ど反応しない貝をへい死とみなし、計数した。

試験終了時には、すべての貝について前記の各形態を測定した。

## 結果と考察

### 1. 水温

自記水温計による各水温の円柱水槽における日平均水温の推移を図3に示した。水温は、いずれの水温も設定温度の範囲内(±0.5℃)で推移した。

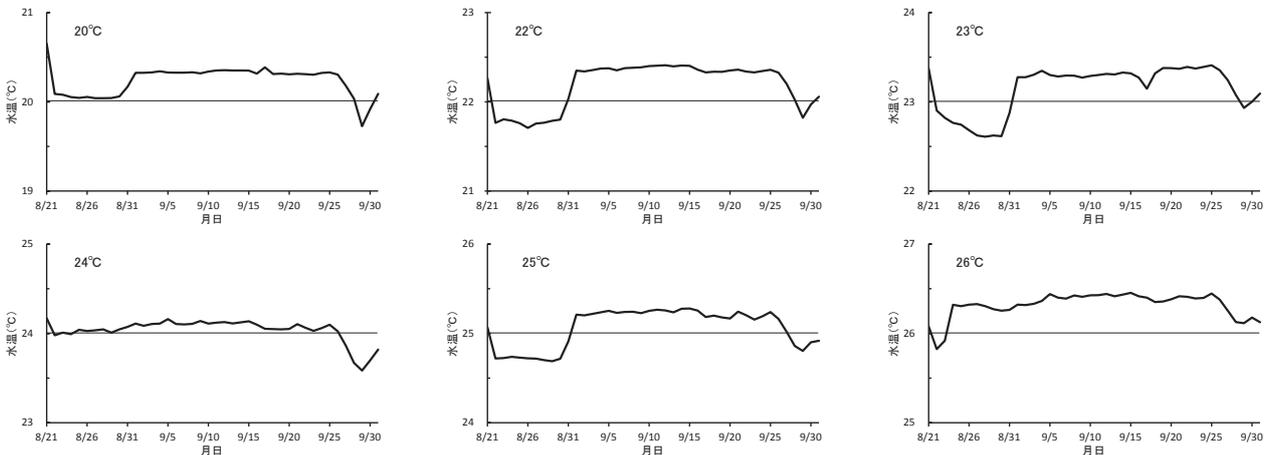


図3. 各水温の円柱水槽における日平均水温の推移.

### 2. クロロフィルa濃度

クロロフィルa濃度は、20℃で3.0 μg/l、26℃で2.3 μg/lと、いずれも1.0 μg/l以上の値を示した。

### 3. へい死率

試験終了時における各試験区のへい死率を図4に示した。

へい死率は、20℃の実験区、23℃と24℃の対照区で6.7%、24℃の実験区で13.3%、25℃の実験区と対照区でそれぞれ46.7%と40.0%、26℃の実験区と対照区でそれぞれ86.7%と100%となった。20℃、23℃、24℃では20%未満と低かったのに対し、25℃、26℃では40%以上の高い値を示した。

実験区のへい死率は、対照区と比べ20℃、24℃、25℃では高く、23℃と26℃では低く、22℃では一致したが、両区間の顕著な差が見られなかった(図4)。この要因には、流れの力によりホタテガイがパールネットの底面に押さえ付けられたため(図5)、貝相互の衝突による損傷が起こらなかったことが挙げられる。また、実験区では、対照区と同様に貝殻を少し開き、外套膜を広げ、触手を外側へ伸ばす正常な行動が認められたことから、一定の方向の流れが、貝に対して過大なストレスにならない可能性が考えられた。

へい死率が高かった25℃と26℃におけるへい死の経時変化は、25℃では試験開始7日目からへい死個体を確認され、経過日数に伴いへい死個体が徐々に増加した。一方、26℃の試験区では、試験開始3日目から16日目の期間にへい死が集中した(図6)。このことから、ホタテガイ2年貝では、26℃台では短期間に、25℃台では1ヶ月程度の長期間継続した場合に高いへい死率を示すようになると考えられた。

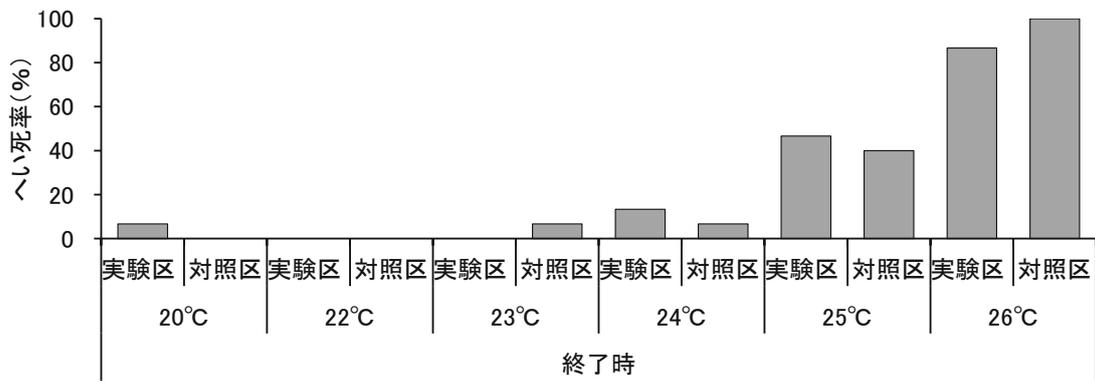


図4. 試験終了時における各試験区のへい死率.

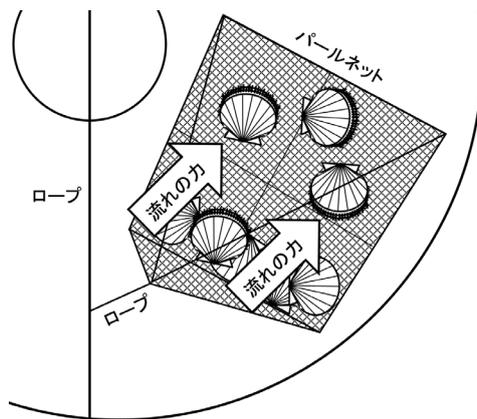


図5. 流れの負荷を与えている際の実験区の花テガイ。(イメージ図)

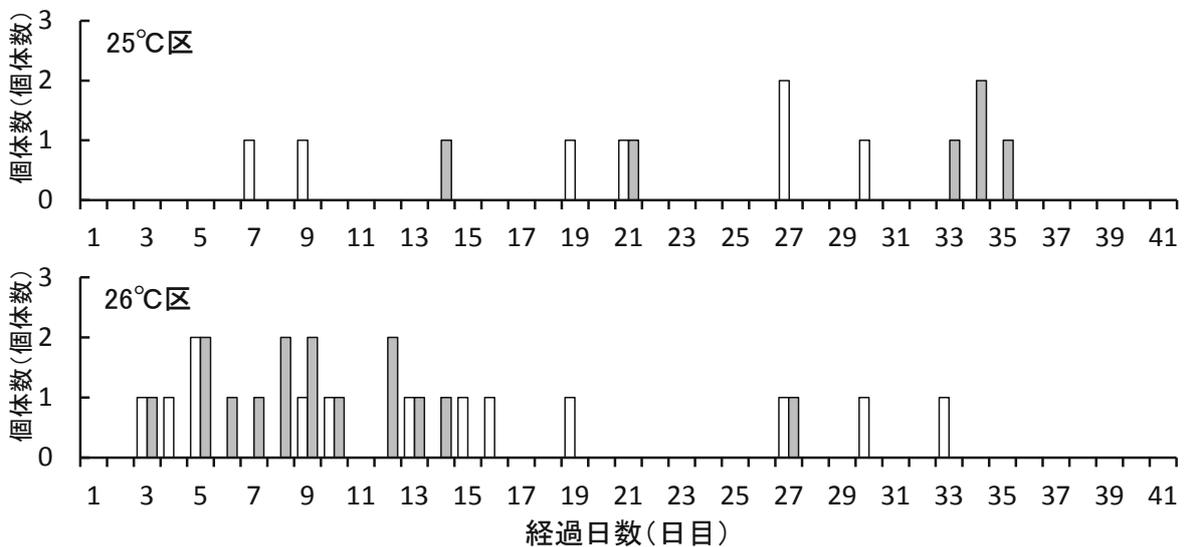


図6. 25°Cと26°Cにおける日別の死貝数の推移。(灰色：実験区、白：対照区)

#### 4. 形態の変化

試験開始時の殻長と試験終了時の各試験区の殻長、全重量、軟体部重量および中腸腺重量の測定結果を図7～11に示した。なお、26°Cについては、各図の白抜き部分で示したとおり、測定個体が2個体に留まったため、統計学的な検定を行わなかった。

殻長および全重量は、試験開始時と比較すると20℃、22℃、23℃で増加した。軟体部重量は、25℃で減少した。貝柱重量および中腸腺重量は、24℃の両試験区と25℃の対照区で減少した。

貝柱重量と中腸腺重量の減少の要因は、既往の知見<sup>3~10)</sup>から、水温の影響により鰓の繊毛運動が減少し、成長と呼吸に必要なエネルギーを摂餌によって十分に確保できず、成長が停止し、衰弱したためと考えられた。

また、各水温の実験区と対照区で各測定項目を比較したところ、殻長は、25℃で実験区の値が対照区よりも小さかったが、その他の測定項目では実験区と対照区で有意な差が認められなかった。この要因は、前述のへい死率の項目で述べたとおり、実験区の水流が、貝にとって大きなストレスとはならなかったことが考えられる。

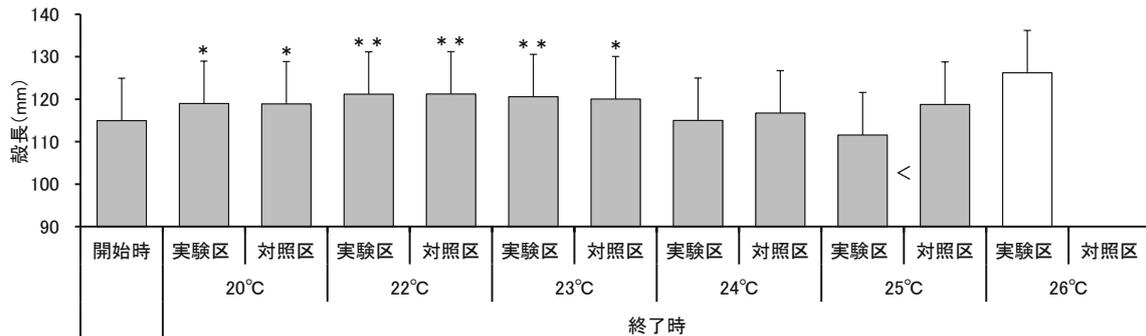


図7. 試験開始時と終了時の殻長。(バーは標準偏差、\*は開始時と比べてp<0.05で有意差あり、\*\*は開始時と比べてp<0.01で有意差あり、<は実験区と比べてp<0.05で有意差あり)

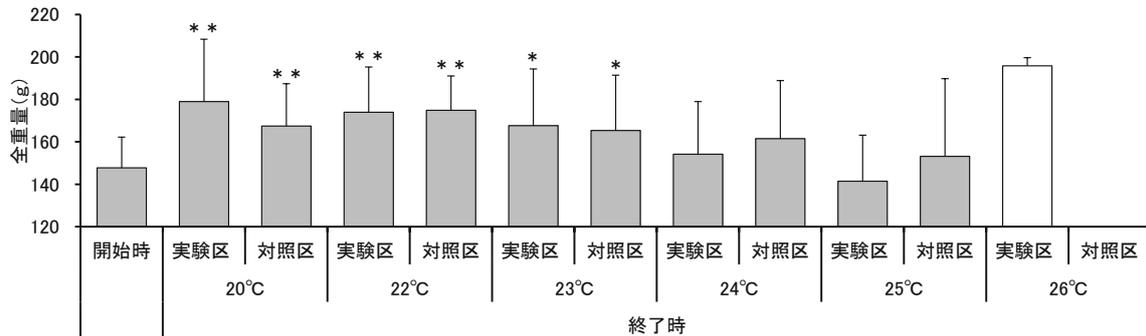


図8. 試験開始時と終了時の全重量。(バーは標準偏差、\*は開始時と比べてp<0.05で有意差あり、\*\*は開始時と比べてp<0.01で有意差あり)

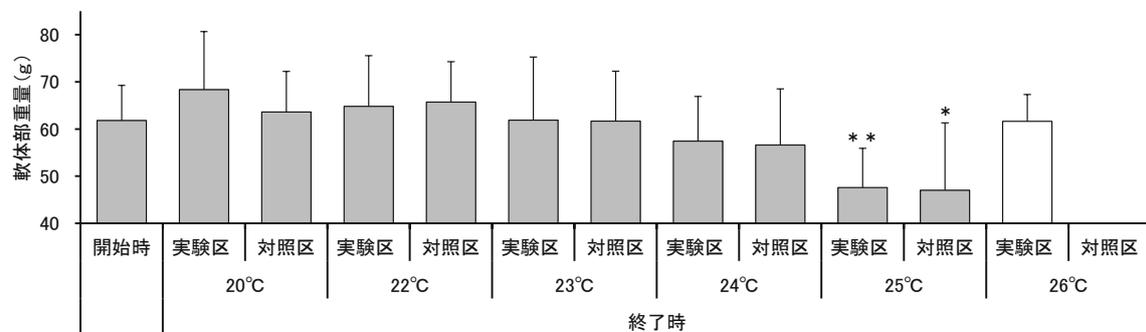


図9. 試験開始時と終了時の軟体部重量。(バーは標準偏差、\*は開始時と比べてp<0.05で有意差あり、\*\*は開始時と比べてp<0.01で有意差あり)

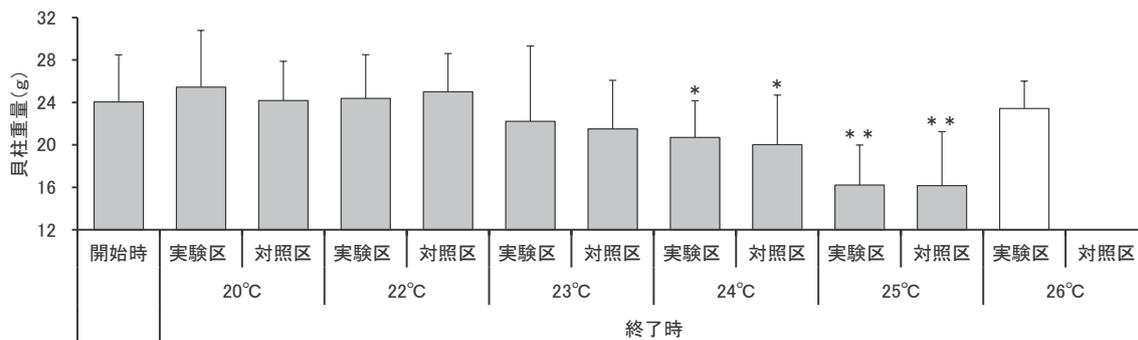


図10. 試験開始時と終了時の貝柱重量。(バーは標準偏差、\*は開始時と比べてp<0.05で有意差あり、\*\*は開始時と比べてp<0.01で有意差あり)

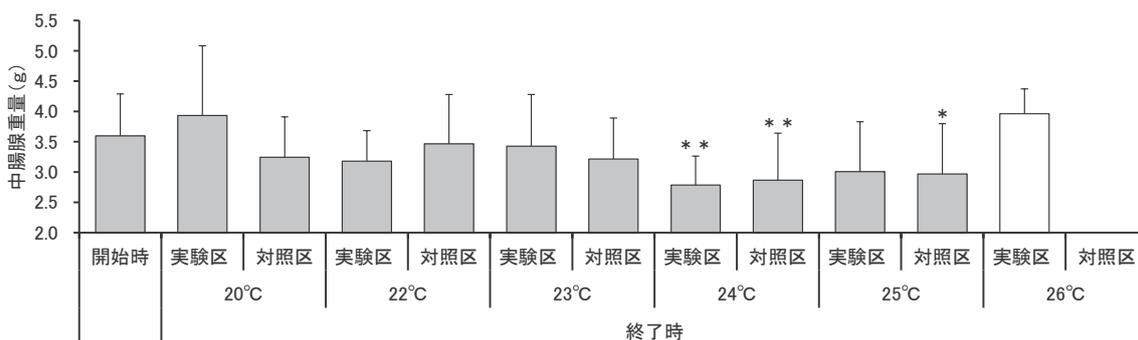


図11. 試験開始時と終了時の中腸腺重量。(バーは標準偏差、\*は開始時と比べてp<0.05で有意差あり、\*\*は開始時と比べてp<0.01で有意差あり)

### 5. ホタテガイ2年貝の耐性

ホタテガイ2年貝の水温に対する耐性については、既往の報告<sup>9), 11-13)</sup>から水温が20℃以上になると成長が鈍化し、23℃以上になるとへい死する危険性が高まるとされてきたが、本試験の結果から水温が20℃以上になると成長が鈍化し、24℃～25℃台になると成長停止と貝の衰弱が見られ、26℃以上になるとへい死する危険性が高まること

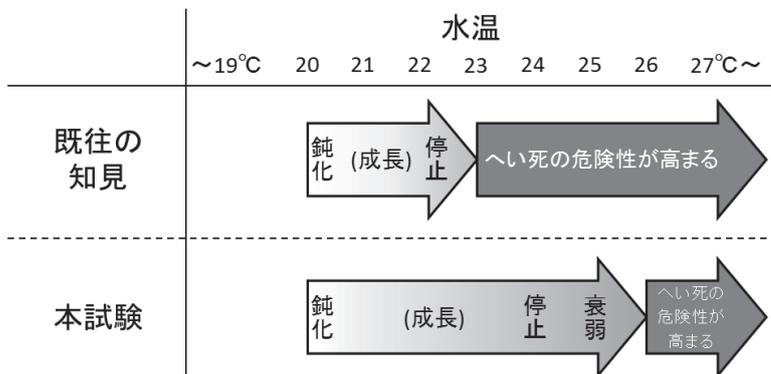


図12. ホタテガイ2年貝の水温耐性.

らかとなった(図12)。へい死の発生が既往の報告に比べ、より高温で発生した理由には、本試験が既往の報告に比べ試験期間が長く、水温の設定条件がより詳細であったことが考えられた。

また、1年貝<sup>14)</sup>と同様に0.3～0.4m/s程度の一方方向からの間歇的な海水流動に対して、へい死するほどの影響を受けないことが明らかになった。なお、陸奥湾内の延縄式ホタテガイ養殖施設を用いた屋外飼育試験では波浪によって養殖施設が上下動し、垂下された養殖資材に収容したホタテガイ同士がぶつかり合いを起こしてへい死することが明らかになっている<sup>15-17)</sup>ことから、波浪と高水温の影響を複合的に受けた場合、ホタテガイのへい死率がさらに高まる可能性がある。

### 文 献

- 1) 小谷健二・田中淳也・吉田達・工藤敏博・松尾みどり・川村要 (2012) 平成22年夏季から秋季に発生

した養殖ホタテガイ大量へい死について. 平成22年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 374-393.

- 2) 小谷健二・吉田達・伊藤良博・森恭子・川村要 (2015) 室内試験における餌濃度とホタテガイの成長の関係. 平成25年度青森県水産増殖センター事業報告, 372-376.
- 3) 川村満・山内寿一・佐々木政則・福田裕 (1972) 陸奥湾産帆立貝の季節的一般成分の変化について(完). 昭和45・46年度青森県水産物加工研究所研究報告, 141-183.
- 4) 島田俊雄 (1976) I ホタテ貝利用加工研究(1. 三沢沖産天然ホタテ貝の原料調査および加工歩留並びに品質について). 昭和50年度青森県水産物加工研究所研究報告, 1-11.
- 5) 柞木田善治・角勇悦・村井裕一 (1996) 平成6年度生鮮ホタテガイ衛生処理技術開発研究. 平成6年度青森県水産物加工研究所研究報告, 49-65.
- 6) 小野寺陽子・宮木博・石川哲・中谷肇 (1997) 平成7年度生鮮ホタテガイ衛生処理技術開発研究(平成7年度水産業関係地域重要新技術開発事業). 平成7年度青森県水産物加工研究所研究報告, 44-56.
- 7) Fujii and Hashizume (1974) Energy budget for a Japanese common scallop, *Patinopecten yessoensis* (Jay), in Mutsu Bay. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 25(1), 7-19.
- 8) 工藤敏博・小坂善信・木村博聲・吉田雅範・川村要 (2001) 平成11年度ホタテガイ新基準種苗養殖技術開発研究(ホタテガイの健康評価と養殖技術の改善に関する研究). 平成11年度青森県水産増殖センター事業報告, 30, 175-214.
- 9) 山本護太郎 (1964) 陸奥湾におけるホタテガイ養殖. 水産増養殖叢書6, 日本水産資源保護協会, 77pp.
- 10) 関野哲雄・須川人志 (1992) 高水温下におけるホタテガイ稚貝の成長. 平成2年度青森県水産増殖センター事業報告, 21, 81-84.
- 11) 中西孝 (1977) 貝類の心拍におよぼす環境の影響-I, ホタテガイの心拍数におよぼす水温・低塩分および低酸素の影響. 北海道区水産研究所研究報告, 42, 65-73.
- 12) 丸邦義(1985) ホタテガイの発育初期における温度と比重耐性. 北海道立水産試験場報告, 27, 55-64.
- 13) 佐藤恭成・榊昌文 (1990) ホタテガイの生理的活力の判定に関する研究, 陸奥湾産養殖ホタテガイの軟体部指数野の周年変化について. 昭和63年度青森県水産増殖センター事業報告, 19, 130-134.
- 14) 小谷健二・吉田達・伊藤良博・東野敏及・小倉大二郎・川村要 (2013) 猛暑時のホタテガイへい死亡率を低減する養殖技術の開発. 平成23年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 514-521.
- 15) 吉田達・工藤敏博・山田嘉暢・小谷健二・川村要 (2011) 海面養殖業高度化事業(ホタテガイ養殖技術モニタリング事業). 平成21年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 294-319.
- 16) 吉田達・工藤敏博・松尾みどり・小谷健二・川村要 (2012) 海面養殖業高度化事業(ホタテガイ養殖技術モニタリング事業). 平成22年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 337-373.
- 17) 東野敏及・吉田達・伊藤良博・小谷健二・小倉大二郎・川村要 (2013) 海面養殖業高度化事業(ホタテガイ養殖技術モニタリング事業). 平成23年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 447-471.