

ホタテガイ養殖施設における水温のモニタリング

吉田 達・工藤 敏博・山内 弘子*・川村 要

目 的

養殖ホタテガイの適正管理の基礎資料とするために、ホタテガイ養殖施設内の水温を、連続かつ多数の地区で同時に観測して、水温の変動を明らかにすることを目的とした。

材料と方法

平成 16～20 年度の 5 ケ年間、漁業者のホタテガイ養殖施設の幹網に、メモリー式水温計を設置して 1 時間間隔で水温を測定した (図 1)。

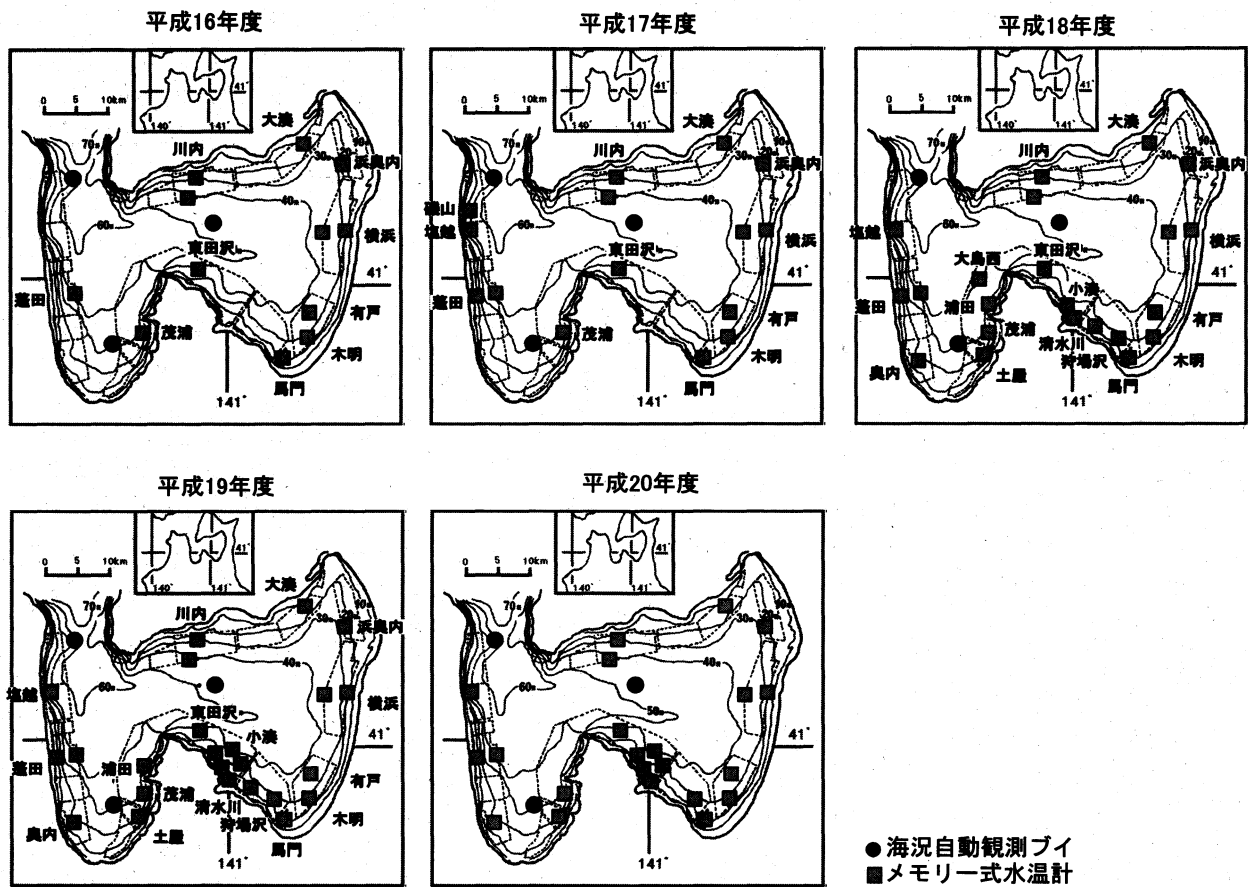


図1 メモリー式水温計の設置状況(平成16～20年度)

地区別の測定期間(開始年度、終了年度)、漁場水深、幹網水深、水温計の種類を表1に示した。使用したメモリー式水温計は Onset Computer 製の TidbiT、同 HOB0 WaterTempPro、アレック電子製の COMPACT EM である。なお、幹網水深は、測定開始時に漁業者へ聞き取りした数値のため、調整玉ロープの調整による水深変化と、ホタテガイ等の成長や幹網への玉付けによる水深変化があることから、必ずしも一定水深ではない。

*青森県下北地方県民局地域農林水産部むつ水産事務所

表1 メモリー式水温計の設置状況

| | 地区名 | 開始年度 | 終了年度 | 漁場水深(m) | 幹縄水深(m) | 水温計の種類 |
|------|-------|------|------|---------|-------------------|---------------------------------|
| 外ヶ浜町 | 磯山 | H16 | H16 | 15 | 7 | TidbiT |
| | 塩越 | H17 | H20 | 25 | 9 | TidbiT |
| 蓬田村 | 蓬田 陸側 | H17 | H20 | 17 | 8 | TidbiT |
| | 蓬田 沖側 | H16 | 継続中 | 46 | 8 | TidbiT(H16~17)、Compact EM(H18~) |
| 青森市 | 奥内 | H18 | 継続中 | 24 | 10 | HOBO WaterTempPro |
| | 土屋 | H18 | 継続中 | 24 | 9 | HOBO WaterTempPro |
| | 茂浦 | H16 | 継続中 | 40 | 10 | TidbiT(H16~17)、Compact EM(H18~) |
| | 浦田 | H18 | H19 | 40 | 15 | HOBO WaterTempPro |
| | 大島西 | H18 | H18 | 54 | 15 | HOBO WaterTempPro |
| | 東田沢 | H18 | H20 | 39 | 12 | TidbiT |
| | 小湊 1 | H18 | 継続中 | 22 | 6 | TidbiT(H16~17)、Compact EM(H18~) |
| 平内町 | 小湊 2 | H18 | H20 | 22 | 6 | TidbiT |
| | 小湊 3 | H19 | 継続中 | 30 | 11 | HOBO WaterTempPro |
| | 小湊 4 | H19 | 継続中 | 42 | 18 | HOBO WaterTempPro |
| | 小湊 5 | H19 | 継続中 | 31 | 9 | HOBO WaterTempPro |
| | 清水川 | H18 | H19 | 17 | 5 | HOBO WaterTempPro |
| 狩場沢 | H18 | 継続中 | 24 | 7.5 | HOBO WaterTempPro | |
| 野辺地町 | 馬門 | H16 | H20 | 20 | 7.5 | TidbiT |
| | 木明 | H16 | H20 | 24 | 9 | TidbiT |
| | 有戸 | H16 | H20 | 35 | 20 | TidbiT |
| 横浜町 | 横浜 陸側 | H16 | 継続中 | 33 | 17 | TidbiT(H16~18)、Compact EM(H19~) |
| | 横浜 沖側 | H16 | H20 | 40 | 20 | TidbiT |
| むつ市町 | 浜奥内 | H16 | H20 | 30 | 15 | TidbiT |
| | 大湊 | H16 | H20 | 27 | 9 | TidbiT |
| | 川内 陸側 | H16 | 継続中 | 35 | 15 | TidbiT(H16~18)、Compact EM(H19~) |
| | 川内 沖側 | H16 | H20 | 49 | 15 | TidbiT |

結果と考察

1 年度別、地区別の水温の推移

ホタテガイ養殖施設における年度別、地区別の水温の推移を図2に示した。

同じ地区の水温は似た傾向を示すことから、西湾西部（蓬田村）、夏泊半島西側（平内町茂浦）、夏泊半島東側（平内町東田沢）、東湾南東部（野辺地町木明）、東湾北東部（むつ市大湊）、東湾北西部（むつ市川内）の6地区に分けて示した。

また、陸奥湾自動観測ブイとの比較を行うために、西湾西部と夏泊半島西側のグラフには青森ブイの第2層の水温を、夏泊半島東側、東湾南東部、東湾北東部、東湾北西部のグラフには東湾ブイの第2層の水温をそれぞれ表示した。

いずれの地点においても、陸奥湾自動観測ブイの水温と概ね似たような変化を示しており、5~8月にかけては水温の変動が非常に大きく、9月以降は変動が小さくなる傾向が見られた。

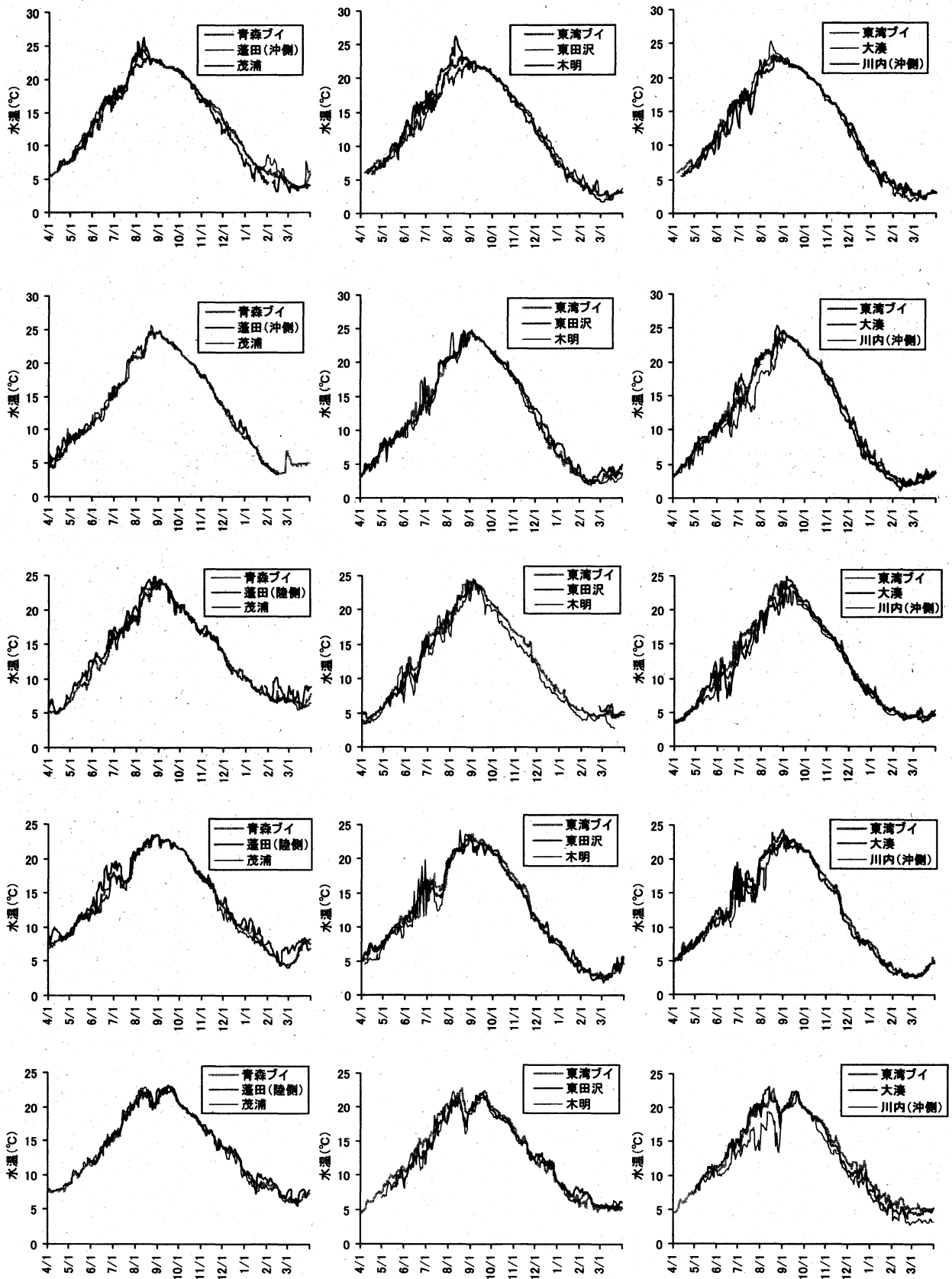


図2 ホタテガイ養殖施設における年度別、地区別の水温の推移
 (上から平成16年度、17年度、18年度、19年度、20年度)

2 夏季と冬季の水温について

地区別、年度別の日平均水温の最高値と最低値を表2、図7-1、7-2に示した。

ホタテガイの稚貝の成長等に影響を及ぼす23℃以上の水温が、西湾では平成16～19年度に全地点で見られたほか、平成20年度は5地点中3地点で見られた。また、東湾では平成17、19年度に全地点で見られたほか、平成16年度は9地点中8地点で、平成18年度は11地点中10地点で、平成20年度は16地点中5地点で見られた。なお、西湾、東湾ともに最高水温は26℃台であった。

冬期間の最低水温は、西湾で平成16年度が3.0～3.7℃、平成17年度が3.4～4.1℃、平成18年度が5.1～6.6℃、平成19年度が3.8～5.9℃、平成20年度が5.5～6.2℃、東湾で平成16年度(1.7～2.6℃)、平成17年度(1.1～2.4℃)、平成18年度(2.7～4.3℃)、平成19年度(1.8～3.0℃)、平成20年度(2.9～5.5℃)と、東湾よりも西湾で高い傾向を示した。また、年度別で比較すると、平成16、17、19年度よりも平成18、20年度が高い傾向を示した。

表2 地区別、年度別の日平均水温の最高値と最低値

| | | 単位:℃ | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|--------|--------|
| H16 | | 蓬田 | 茂浦 | 東田沢 | 馬門 | 木明 | 有戸 | 横浜(沖側) | 横浜(陸側) | 浜奥内 | 大湊 | 川内(沖側) | 川内(陸側) | | | |
| | 最高値 | 24.3 | 26.2 | 22.3 | 26.3 | 26.3 | - | 23.9 | 24.0 | 23.8 | 25.3 | 23.1 | 24.1 | | | |
| H17 | | 磯山 | 塩越 | 蓬田(沖側) | 蓬田(陸側) | 茂浦 | 東田沢 | 馬門 | 木明 | 有戸 | 横浜(沖側) | 横浜(陸側) | 浜奥内 | 大湊 | 川内(沖側) | 川内(陸側) |
| | 最高値 | - | - | - | - | 25.6 | 24.7 | 24.9 | 24.9 | 24.4 | 24.6 | 24.6 | 23.7 | 25.3 | 24.3 | 24.6 |
| H18 | | 塩越 | 蓬田(沖側) | 蓬田(陸側) | 奥内 | 土屋 | 茂浦 | 浦田 | 大島西 | 東田沢 | 小湊1 | 小湊2 | 清水川 | 狩場沢 | 馬門 | 木明 |
| | 最高値 | - | - | 24.9 | - | - | 24.3 | - | - | 24.5 | 24.9 | - | - | - | 24.5 | 24.1 |
| H19 | | 有戸 | 横浜(沖側) | 横浜(陸側) | 浜奥内 | 大湊 | 川内(沖側) | 川内(陸側) | | | | | | | | |
| | 最高値 | 24.1 | 21.7 | 24.5 | 24.1 | 25.0 | 23.2 | 24.3 | | | | | | | | |
| H20 | | 塩越 | 蓬田(沖側) | 蓬田(陸側) | 奥内 | 土屋 | 茂浦 | 浦田 | 東田沢 | 小湊1 | 小湊3 | 小湊4 | 小湊5 | 小湊2 | 清水川 | 狩場沢 |
| | 最高値 | 24.2 | 24.0 | - | 24.4 | 23.6 | 23.5 | 23.7 | 23.3 | 25.0 | 23.9 | 23.8 | 23.7 | 23.8 | 25.3 | 25.2 |
| H16 | | 有戸 | 横浜(沖側) | 横浜(陸側) | 浜奥内 | 大湊 | 川内(沖側) | 川内(陸側) | | | | | | | | |
| | 最高値 | 24.1 | 21.7 | 24.5 | 24.1 | 25.0 | 23.2 | 24.3 | | | | | | | | |
| H17 | | 馬門 | 木明 | 有戸 | 横浜(沖側) | 横浜(陸側) | 浜奥内 | 大湊 | 川内(沖側) | 川内(陸側) | | | | | | |
| | 最高値 | 23.7 | 24.2 | 24.0 | 24.9 | 24.6 | 23.3 | 24.4 | 23.0 | 24.3 | | | | | | |
| H18 | | 塩越 | 蓬田(沖側) | 蓬田(陸側) | 奥内 | 土屋 | 茂浦 | 東田沢 | 小湊1 | 小湊3 | 小湊4 | 小湊5 | 小湊2 | 狩場沢 | 馬門 | 木明 |
| | 最高値 | - | 23.1 | 23.1 | 23.1 | 22.9 | 22.9 | 22.1 | 23.2 | 22.8 | 22.9 | 22.9 | 23.4 | 23.3 | 22.0 | 22.3 |
| H19 | | 有戸 | 横浜(沖側) | 横浜(陸側) | 浜奥内 | 大湊 | 川内(沖側) | 川内(陸側) | | | | | | | | |
| | 最高値 | 22.8 | 23.3 | 22.9 | 22.8 | 23.2 | 22.0 | 22.8 | | | | | | | | |
| H20 | | 有戸 | 横浜(沖側) | 横浜(陸側) | 浜奥内 | 大湊 | 川内(沖側) | 川内(陸側) | | | | | | | | |
| | 最高値 | 22.8 | 23.3 | 22.9 | 22.8 | 23.2 | 22.0 | 22.8 | | | | | | | | |

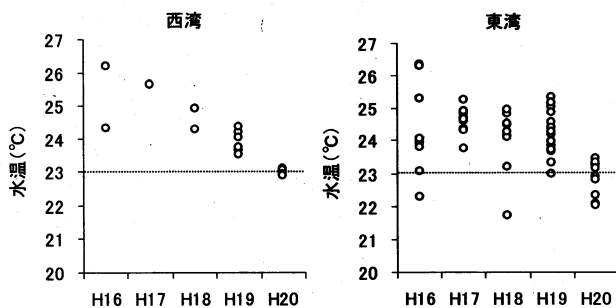


図7-1 地区別、年度別の日平均水温の最高値

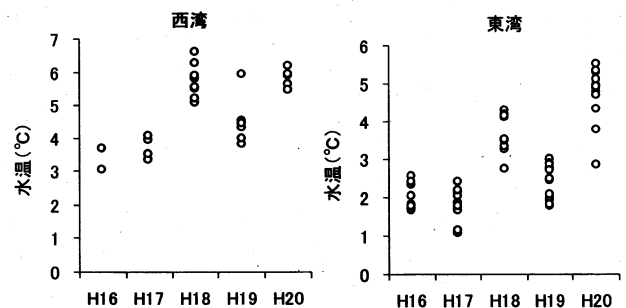


図7-2 地区別、年度別の日平均水温の最低値

3 湾口部からの流入と水温の変動について

津軽暖流の流れ込みによる水温の変動を調べるために平成18年1月22日～3月22日の外ヶ浜町磯山と塩越、蓬田村蓬田（沖側）、青森ブイ（第2層）における1時間ごとの水温の推移を図8に示した。

磯山では2月19日4時から、塩越では同日17時から、蓬田（沖側）では2月22日6時から、青森ブイでは2月27日14時から水温が急激に上昇した。

それぞれの地点ごとに水温が上昇し始めた時間の差を求めると、磯山から塩越は13時間、塩越から蓬田（沖側）は61時間、蓬田（沖側）から青森ブイは128時間であった。それぞれの地点の緯度経度（表3）をもとに地点間距離を求めると、磯山～塩越間は1,330m、塩越～蓬田（沖側）間は11,270m、蓬田（沖側）～青森ブイ間は12,510mであることから、水塊の移動速度を計算すると磯山～塩越間は0.0284m/s、塩越～蓬田（沖側）間は0.0513m/s、蓬田（沖側）～青森ブイ間は0.0272m/sであった（表4）。

この期間（2月18日～27日）の平舘ブイにおける平均流速は、第2層が0.0949m/s、第4層が0.0645m/sであることから、湾口部に比べると比較的遅い速度で水塊が移動したものと考えられた。

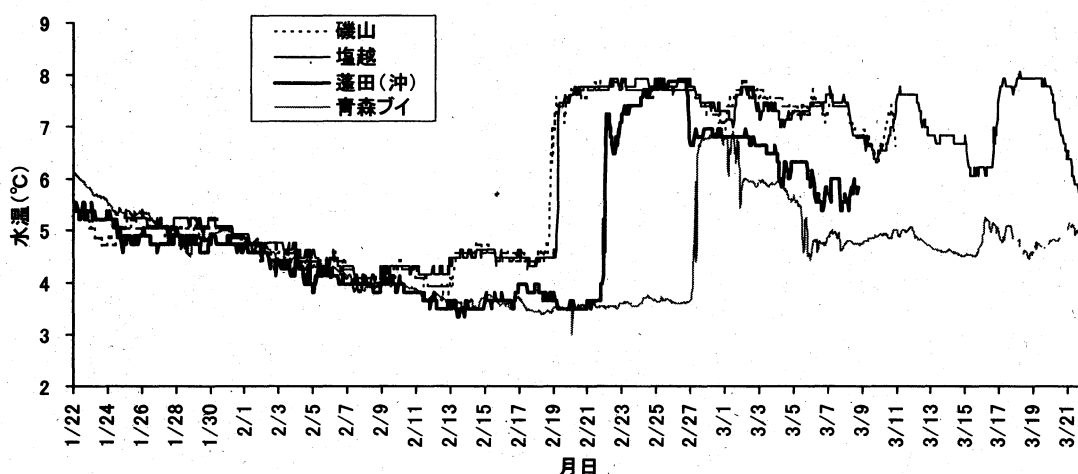


図8 外ヶ浜町磯山～青森ブイ水温の推移（平成18年1月22日～3月21日）

表3 調査地点の緯度経度

| 地点名 | 緯度経度 |
|--------|-----------------|
| 磯山 | 北緯 41° 05' 03N |
| | 東経 140° 38' 03N |
| 塩越 | 北緯 41° 05' 00N |
| | 東経 140° 39' 00N |
| 蓬田(沖側) | 北緯 40° 59' 07N |
| | 東経 140° 41' 04N |
| 青森ブイ | 北緯 40° 54' 09N |
| | 東経 140° 47' 08N |

表4 地点間距離と移動速度

| 地点名 | 地点間距離 (m) | 移動速度 (m/s) |
|-------------|-----------|------------|
| 磯山～塩越 | 1,330 | 0.0284 |
| 塩越～蓬田(沖側) | 11,270 | 0.0513 |
| 蓬田(沖側)～青森ブイ | 12,510 | 0.0272 |

4 吹送流と水温の変化について

水塊の動きと水温の変動の関係を調べるため、水温計が同じ地区に多数設置され、流向流速の観測¹⁾も行っている平内町東田沢～狩場沢（図1）の平成19年6月16日～7月15日における1時間ごとの水温の推移を図9に示した。

いずれの地点でも7月より6月の水温変化が大きく、小湊1、小湊2、清水川、狩場沢で似たような傾向を示していた。小湊3、小湊4、小湊5でも6月22～24日、27～28日にやや似たような変化が見られたが、東田沢では見られなかった。このことから、小湊1、小湊2、清水川、狩場沢の陸側の水塊は、小湊3、小湊4、小湊5にも一時的に小規模で移動するものの、東田沢までは到達していないものと考えられた。

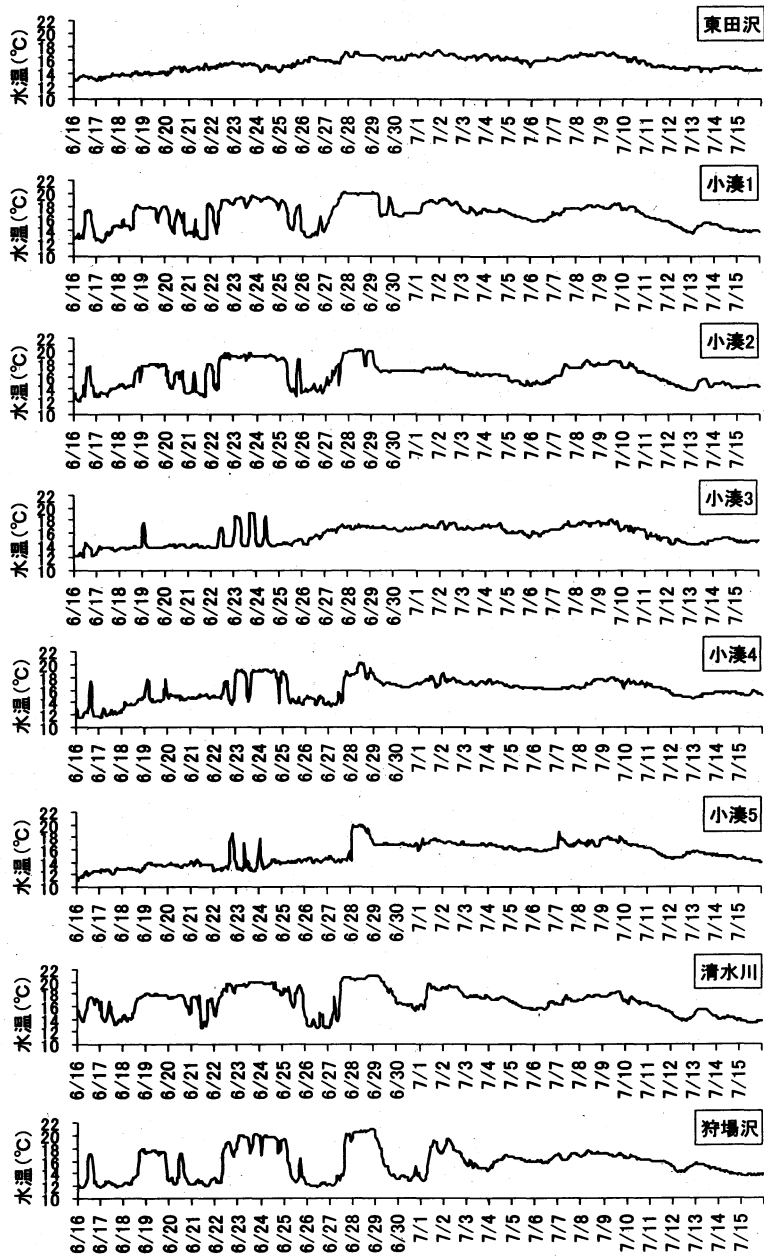


図9 平内町東田沢～狩場沢における水溫の推移

この水塊移動の原因を調べるために、東湾ブイの風向風速、小湊1における水溫と流向流速の関係を図10に示した。白抜き矢印で示すような東寄りの風（ヤマセ）が吹いた場合は、北向きの流れが生じ、水溫が低下する傾向が見られた。また、灰色の矢印で示すような西寄りの風が吹いた場合は、南向きの流れが生じ、水溫が上昇する傾向が見られた。

山口ら²⁾は東風を強制させた数値モデル計算により、東湾に時計回りの渦流が形成されることを、矢幅ら³⁾は西風を強制させた数値モデル計算により、反時計回りの渦流が形成されることを報告している。

今回の結果は、これらの数値モデル計算を裏付けるものであり、陸奥湾では西寄りの風や東寄りの風（ヤマセ）により生じた吹送流が、水塊の移動に密接に関係しているものと考えられた。

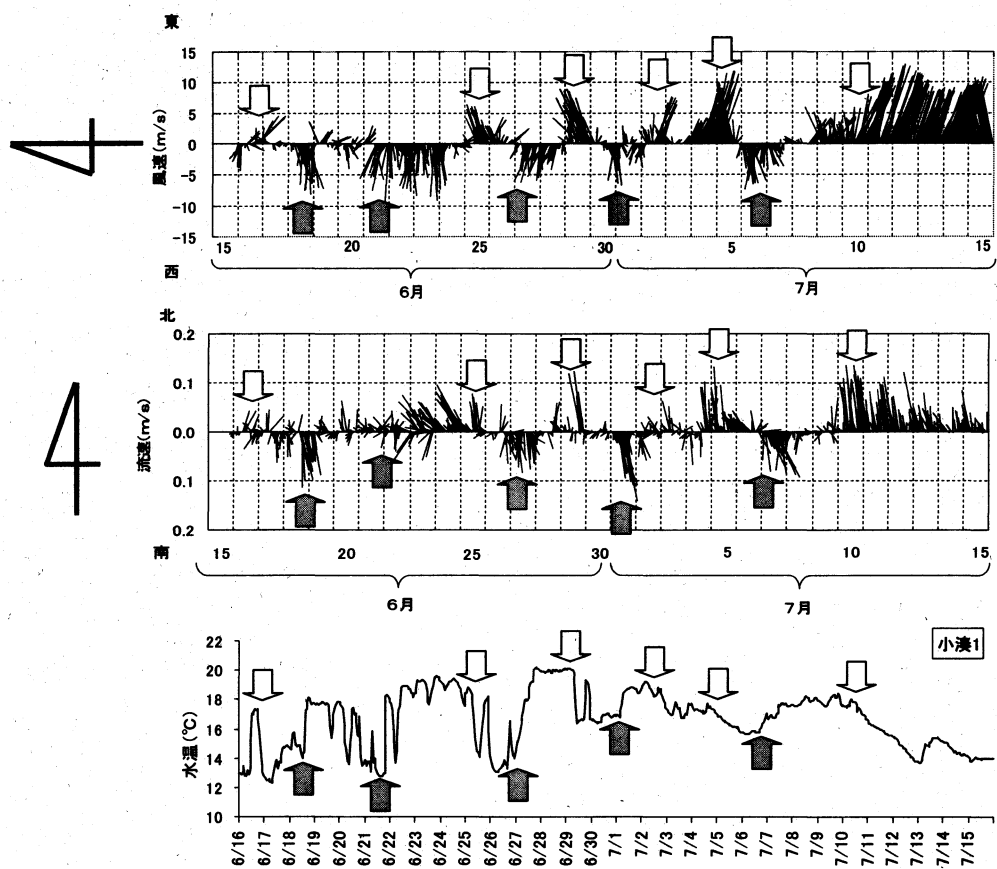


図10 東湾ブイの風向風速(上)、小湊地先の流向流速(中)、水温(下)の推移

謝 辞

調査にあたって、水温計の設置、回収にご協力いただいた青森地方水産業改良普及所、むつ水産事務所、関係漁業協同組合、漁業研究グループの方々に感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 吉田達ら(2008): ホタテガイへい死対策試験(ホタテガイの生育状況と漁場環境のモニタリング). 青水総研増事業報告書, 38, 261-272.
- 2) Yamaguchi, S. and H., Kawamura(2005): Influence of orographically steered winds on Mutsu Bay surface currents. J. Geophys. Res., 110, C09010, doi:10.1029/2004JC002462
- 3) 矢幅寛ら (2009): 非成層期における陸奥湾の吹送流. 北海道大学水産科学研究彙報, 59(2), 47-57.