

16. 噴火湾養殖ホタテガイ生産安定化モニタリング試験（受託研究）

16. 1 効率的な採苗のための情報発信に必要な調査

担当者 調査研究部 馬場勝寿・渡野邊雅道・金森誠

協力機関 渡島北部地区水産技術普及指導所

胆振地区水産技術普及指導所

(1) 目的

近年、噴火湾のホタテガイ養殖漁業では、生産コストの上昇や需給バランスの崩れ等による生産地価格の下落により経営が厳しくなっている。さらに、最近18年で5回(1992, 1993, 1997, 1998, 2002年)起きた採苗不良は経営悪化に拍車をかけている。種苗の安定確保には地場採苗が必要不可欠である。また、2002年に稚貝の大量変形・欠刻、2003年に稚貝の大量斃死がともに過去最大規模で起きた。これらを反映し、2004年と2005年の出荷貝が大量斃死した(両年ともその時点で過去最大規模)。これらの大量斃死は出荷予定貝の3～4割にも達し、噴火湾養殖ホタテガイの生産量を14万トン(2003年)から8.1万トン(2004年)および8.4万トン(2005年)まで約6万トン減産させた。

2000年から2005年に実施した「採苗安定化対策試験」と「採苗安定化推進試験」では、採苗時の種苗密度に最も大きな影響を与えているのは、生殖巣発達時期である2月の餌の量であり、2月の餌の量が多い年は採苗が良好に、少ない年は採苗不良になることが示された。また、母貝の成長不良年には種苗密度は期待値よりも低くなることも示された。そして、2月の餌量の少ない年はエルニーニョ年と、母貝の成長不良年はラニーニャ年と一致していることが解明された。この調査結果によって、採苗良否の早期予測がある程度可能となった。

しかし、採苗を効率的に行うには、沖合の浮遊幼生分布状況や海洋環境情報等を、採苗を行う養殖漁業者に毎年提供する必要がある。そこで、本試験では、効率的な採苗に必要な情報を発信するために、①地区別卵巣卵質調査、②沖合浮遊幼生調査、③浮遊幼生期の海洋環境調査の3つを実施し、その結果をとりまとめて、養殖漁業者に情報を提供する。

なお、情報の提供方法として、各地区水産技術普及指導所の調査結果と併せて「噴火湾ホタテガイ情報」を栽培水試普及指導員室が漁業者向けに配信してきたが、2010年3月に同室が廃止されたのに伴い、本情報の配信を函館水試が担当することとなった。

(2) 経過の概要

ア 地区別卵巣卵質調査

2011年4月第2週に、噴火湾9地区からそれぞれ10個体のホタテガイ1齡貝(耳つり貝)から卵巣を採取し、卵母細胞壊死率を調べた。

イ 沖合浮遊幼生分布調査・海洋環境調査

2011年2月19日～20日、4月12日～13日、5月9日～11日、5月24日、6月6日～8日、7月11日～13日、9月13日～14日、10月25日～27日に湾内外35点(st5～st39)の観測点において水試試験調査船を用いて(4月は釧路水試北辰丸、5～10月は函館水試金星丸)、CTD(SBE-9Plus)による海洋観測と、北原式プランクトンネットによるホタテガイ幼生の採取(4～7月)を行った(図1、表1)。また、5月24日には、噴火湾内の観測定点において用船により、ASTD(ASTD102)による海洋観測とホタテガイ浮遊幼生の採取を行った。ホタテガイ幼生の採取は深度15mからの鉛直曳きとした。なお、浮遊幼生密度の分布図は、各地区水産技術普及指導所による沿岸部の調査結果とともに示した。

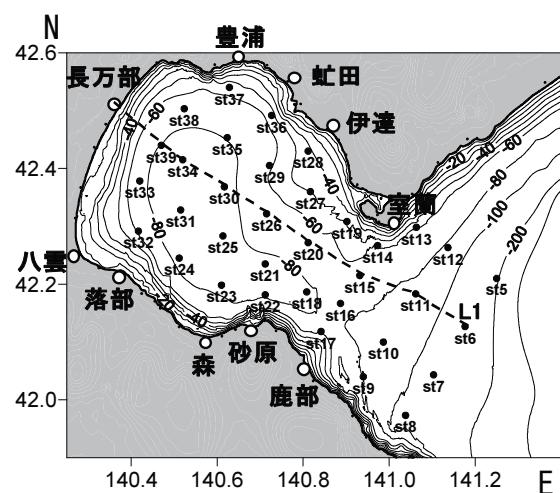


図1. 調査地点(縦軸は緯度, 横軸は経度)

表1. 調査地点の緯度経度 (st1～st4は2007年以降廃止, *は5月24日の用船による調査地点)

| 地点 | N | E | 地点 | N | E |
|--------|----------|---------|--------|----------|---------|
| st.5 | 141 15.0 | 42 12.6 | *st.23 | 140 36.6 | 42 11.9 |
| st.6 | 141 10.6 | 42 7.6 | *st.24 | 140 30.7 | 42 14.7 |
| st.7 | 141 6.2 | 42 2.6 | st.25 | 140 36.8 | 42 17.0 |
| st.8 | 141 2.3 | 41 58.4 | *st.26 | 140 42.9 | 42 19.3 |
| st.9 | 140 56.4 | 42 2.4 | *st.27 | 140 49.0 | 42 21.6 |
| st.10 | 140 59.2 | 42 6.0 | *st.28 | 140 48.7 | 42 25.8 |
| st.11 | 141 3.7 | 42 11.0 | st.29 | 140 43.3 | 42 24.3 |
| st.12 | 141 8.2 | 42 15.8 | *st.30 | 140 37.0 | 42 22.1 |
| st.13 | 141 3.8 | 42 17.9 | st.31 | 140 30.9 | 42 19.7 |
| st.14 | 140 58.4 | 42 16.0 | *st.32 | 140 25.0 | 42 17.5 |
| st.15 | 140 55.9 | 42 12.9 | st.33 | 140 25.2 | 42 22.7 |
| st.16 | 140 53.2 | 42 10.0 | *st.34 | 140 31.2 | 42 24.9 |
| st.17 | 140 50.5 | 42 7.1 | st.35 | 140 37.4 | 42 27.2 |
| *st.18 | 140 48.5 | 42 11.2 | *st.36 | 140 43.6 | 42 29.5 |
| *st.19 | 140 54.1 | 42 18.5 | *st.37 | 140 37.7 | 42 32.4 |
| *st.20 | 140 48.7 | 42 16.3 | st.38 | 140 31.4 | 42 30.2 |
| st.21 | 140 42.7 | 42 14.1 | *st.39 | 140 28.2 | 42 26.4 |
| *st.22 | 140 42.7 | 42 10.9 | | | |

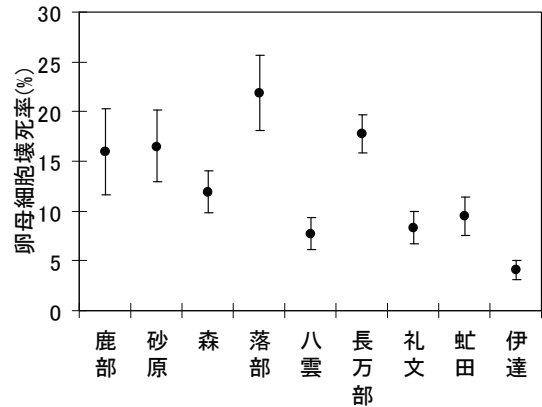


図2. 噴火湾各地のホタテガイ卵母細胞壊死率 (縦棒は標準誤差, 2011年4月11日～12日)

(3) 得られた結果

ア 地区別卵巣卵質調査

卵母細胞の壊死率は平均12.6%で、過去9年で4番目に低い値であり(表2)、今年は卵巣卵質が良好な状況下で産卵が始まったと考えられる。渡島6地区平均は15.3%、胆振3地区平均は7.3%と渡島側で壊死率がやや高かった。

今年の卵母細胞壊死率は、渡島側でやや高く、胆振側で低い傾向にあった(図2)。

表2. 噴火湾各地のホタテガイ卵母細胞壊死率とその標準誤差

| 地区名 | 卵母細胞壊死率(%) | | | | | | | | | | 平均 |
|------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 鹿部 | 砂原 | 森 | 落部 | 八雲 | 長万部 | 礼文 | 虻田 | 伊達 | 室蘭 | |
| 2003 | | | 13.9 | | 21.3 | 46.0 | | 39.1 | 33.7 | | 30.8 |
| 2004 | 9.7 | 7.9 | 4.2 | 9.4 | 6.2 | 12.3 | 12.2 | | 9.0 | 10.7 | 9.0 |
| 2005 | 5.3 | 7.0 | 14.2 | 10.9 | 15.7 | 17.0 | 11.2 | 8.8 | 12.3 | 18.3 | 12.1 |
| 2006 | 34.8 | 11.1 | 19.1 | 29.5 | 37.0 | 32.7 | 16.6 | 14.8 | 19.7 | 27.1 | 24.2 |
| 2007 | 17.8 | 14.0 | 8.7 | 25.6 | 19.8 | 7.5 | 8.7 | 14.3 | 8.7 | 15.5 | 14.1 |
| 2008 | 16.9 | 11.3 | 14.4 | 19.4 | 23.9 | 44.1 | 13.0 | 11.1 | 7.1 | 5.4 | 16.7 |
| 2009 | 12.4 | 8.0 | 6.2 | 11.2 | 13.7 | 15.2 | 9.5 | 11.6 | 9.6 | 17.3 | 11.5 |
| 2010 | 24.0 | 23.5 | 28.1 | 25.4 | 26.7 | 21.6 | 19.3 | 14.8 | 12.6 | 8.9 | 20.5 |
| 2011 | 16.0 | 16.5 | 11.9 | 21.9 | 7.7 | 17.8 | 8.3 | 9.5 | 4.1 | | 12.6 |

| 地区名 | 卵母細胞壊死率(SE) | | | | | | | | | |
|------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 鹿部 | 砂原 | 森 | 落部 | 八雲 | 長万部 | 礼文 | 虻田 | 伊達 | 室蘭 |
| 2003 | | | 3.4 | | 4.6 | 3.5 | | 4.0 | 3.9 | |
| 2004 | 1.8 | 2.4 | 1.2 | 2.3 | 1.2 | 4.6 | 3.5 | | 2.4 | 2.9 |
| 2005 | 1.1 | 1.2 | 2.6 | 3.1 | 4.4 | 1.7 | 1.0 | 2.2 | 2.3 | 3.9 |
| 2006 | 3.7 | 2.1 | 4.2 | 6.1 | 4.1 | 4.6 | 2.8 | 3.3 | 5.0 | 6.8 |
| 2007 | 2.2 | 2.0 | 1.1 | 4.4 | 3.7 | 1.1 | 1.1 | 1.8 | 1.9 | 2.7 |
| 2008 | 2.3 | 2.1 | 2.8 | 3.2 | 3.6 | 5.6 | 1.5 | 2.3 | 1.3 | 1.2 |
| 2009 | 2.0 | 1.0 | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 3.5 | 1.2 | 0.8 | 1.1 | 2.5 |
| 2010 | 4.5 | 3.1 | 4.3 | 4.3 | 4.0 | 4.1 | 3.3 | 2.8 | 2.4 | 2.8 |
| 2011 | 4.3 | 3.6 | 2.1 | 3.8 | 1.6 | 1.9 | 1.6 | 1.9 | 1.0 | |

イ 沖合浮遊幼生分布調査・海洋環境調査

(ア) 【2月】(2月19日~20日)

深度10mの水温は3.0~2.0°Cで、湾口胆振側から低温水が湾内に侵入していた(図3)。

最深地点(st34)では各深度で水温(3.7~3.8°C)・塩分(33.5)・密度(26.6~27.1)・溶存酸素(7.2~7.7mL/L)はほぼ一定であった(図4)。

湾口部の深度40m以浅に水温2.0~3.0°C・塩分33.0~33.4の沿岸親潮系水の侵入が観測された(図5)

今年(2011年)2月の八雲定点のクロロフィルa濃度は6.2 μg/L(深度5・10・15mの平均値)と高く、採苗密度は採苗器100g当たり59.5千個と予測された(図6)。

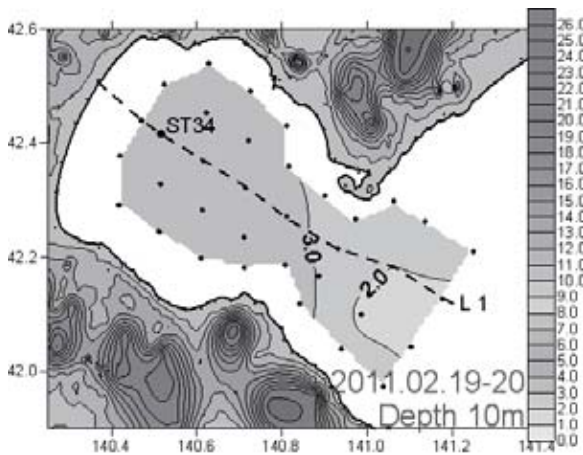


図3. 噴火湾深度10mにおける水温(°C)の分布(2011年2月19日~20日)

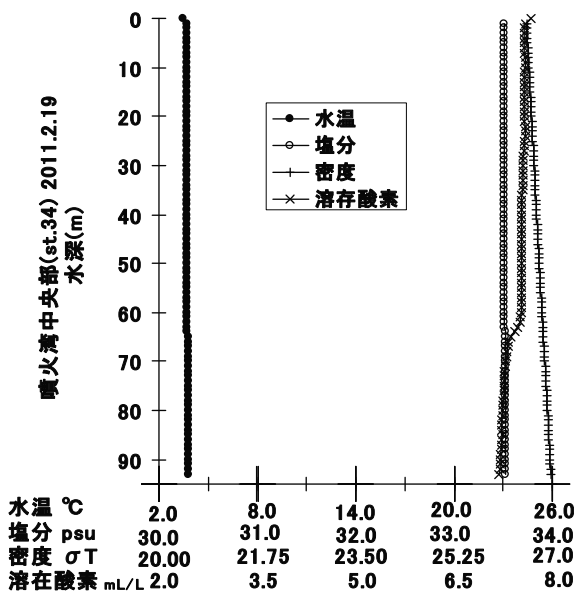


図4. 噴火湾最深地点における環境変量の鉛直変化(2011年2月19日)

ただし、2011年春季はラニーニャ発生中であり(http://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/data/el_nino/learning/faq/el_nino_table.html), 母貝の成長もやや悪い事から、母貝の成長不良が採苗密度に影響した場合は、採苗密度は採苗器100g当たり7.9千個と低くなる可能性が考えられた(図6)。

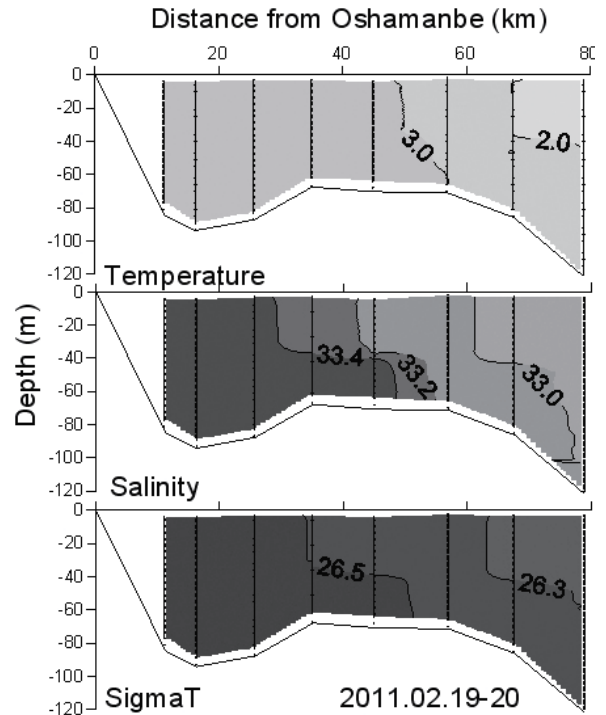


図5. 噴火湾縦断面(図1のL1)における環境変量の分布(2011年4月18日~20日)

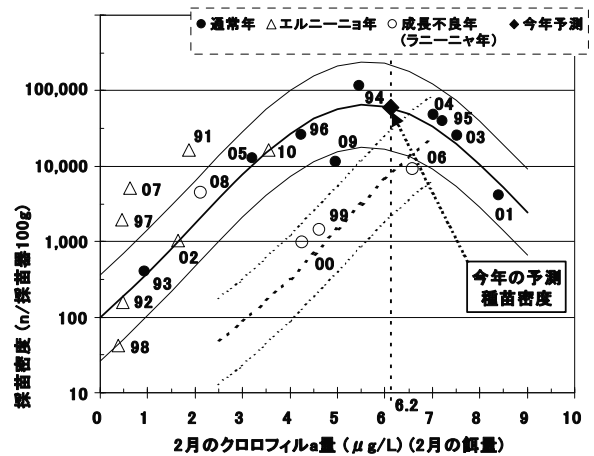


図6. 2011年種苗密度の予測値(2月の餌量から)

(イ) 【4月】(4月12日~13日)

浮遊幼生密度は、最高で15個/t(八雲沖)、ほとんどの地点で0個/tであり、非常に低かった(図7)。湾内沖合の深度10mの水温は、4.0~4.5℃と低く、産卵の目安となる5℃以上の水塊はなかった。

浮遊幼生の殻長は130~150μmのものが多く、小型だった(図8)。

最深地点(st34)の水温は、表層でやや高く5.0℃、深度40mが最も低く3.5℃、それ以深は3.5~3.6℃だった(図9)。深度40m以浅では塩分が若干低く、沿岸親潮の影響と考えられた。

湾口から湾奥にかけて、塩分32.8~33.0の沿岸親潮系水の分布が見られた(図10)。

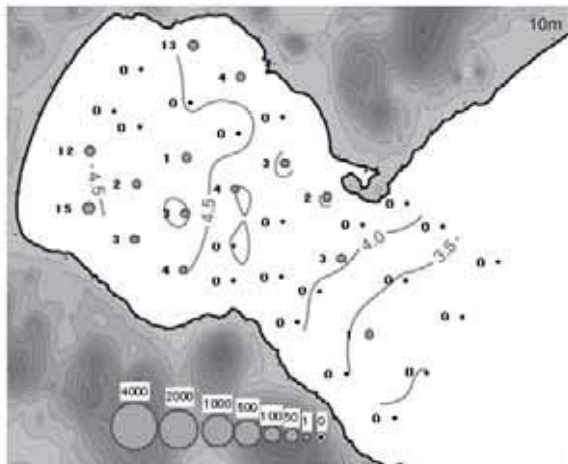


図7. 噴火湾におけるホタテガイ浮遊幼生密度(個/t)の分布と深度10mにおける水温(°C)の等値線図(2011年4月12日~13日)

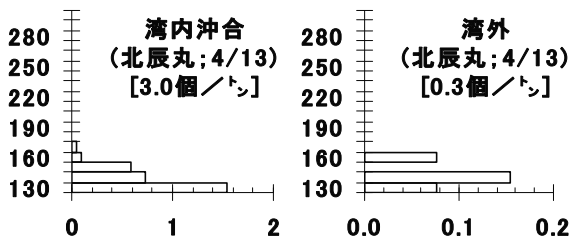


図8. 噴火湾(湾内沖合と湾口部沖合)におけるホタテガイ浮遊幼生の殻長組成(2011年4月12日~13日)

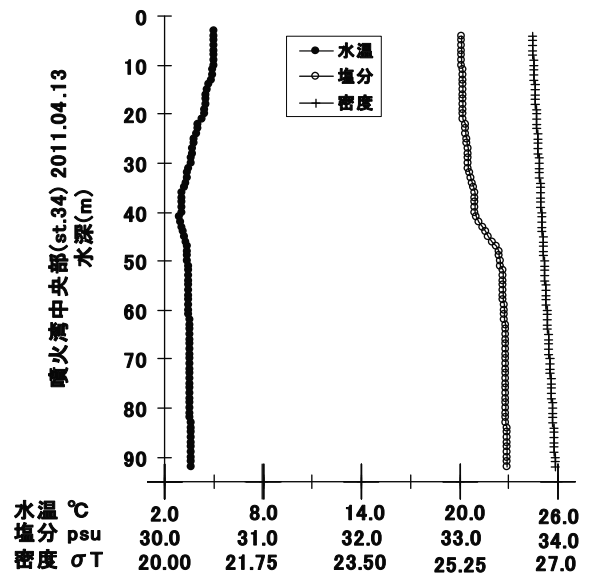


図9. 噴火湾最深地点における環境変量の鉛直変化(2011年4月13日)

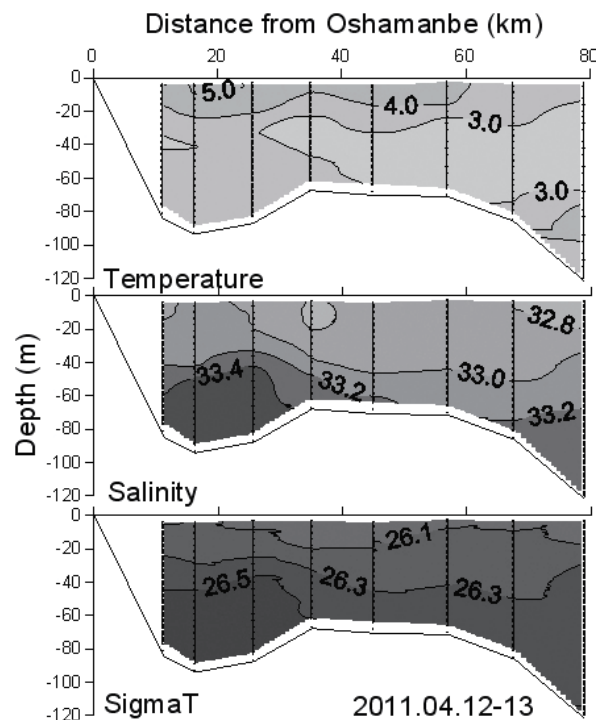


図10. 噴火湾縦断面(図1のL1)における環境変量の分布(2011年4月12日~13日)

(ウ) 【5月上旬】 (5月9日~11日)

湾内沿岸部では浮遊幼生密度は低いが (13~501 個/t), 湾内沖合に高密度 (390~8,112 個/t) の浮遊幼生が見られた (図11)。深度10mでは, 湾奥の渡島側に比較的高水温の6.0~6.5°Cの水塊がみられた。

浮遊幼生のサイズは小さく殻長130~150 μ mが中心であった (図12)。

湾最深地点 (st34) の水温は表層でやや高く6.8°C, 深度45m付近が最も低く3.1°C, それ以深はほぼ一定で3.5°Cだった (図13)。溶在酸素は最低地点でも6.1mL/Lと十分ある状態だった。

湾口から湾奥の湾内の大部分を塩分32.6~33.0の沿岸親潮系水が占めていた (図14)。

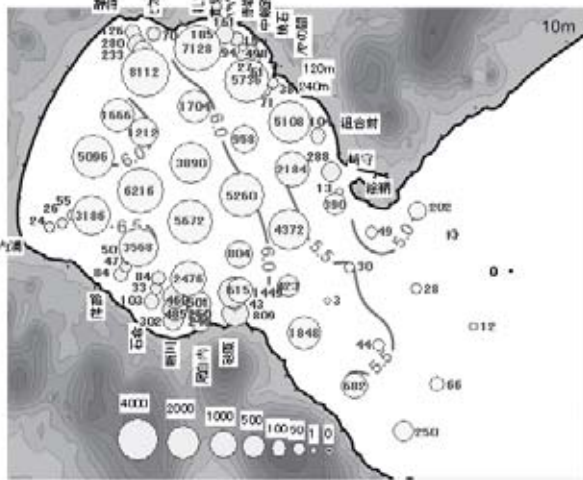


図11. 噴火湾におけるホタテガイ浮遊幼生密度 (個/t) の分布と深度10mにおける水温 (°C) の等値線図 (2011年5月9日~11日), 沖合部: 調査船調査, 沿岸部: 指導所調査

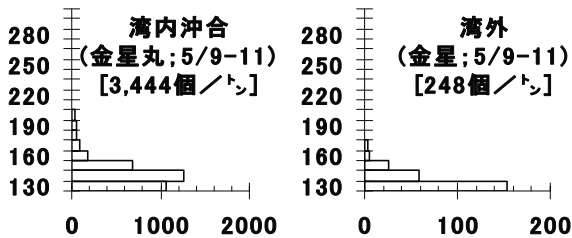


図12. 噴火湾 (湾内沖合と湾口部沖合) におけるホタテガイ浮遊幼生の殻長組成 (2011年5月9日~11日)

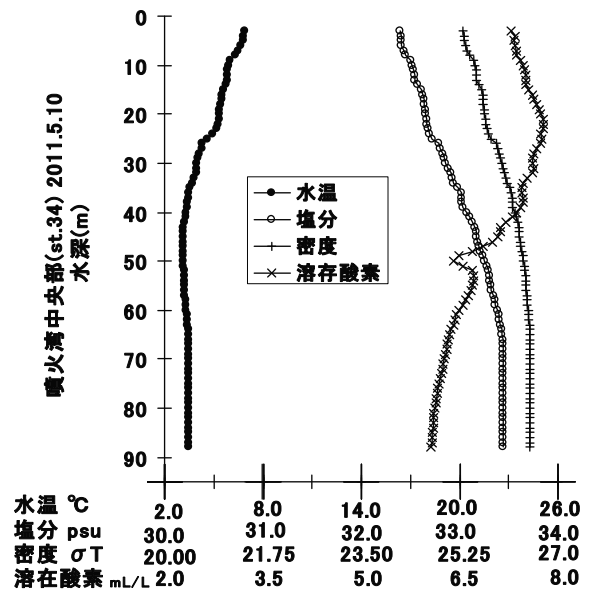


図13. 噴火湾最深地点における環境変量の鉛直変化 (2011年5月10日)

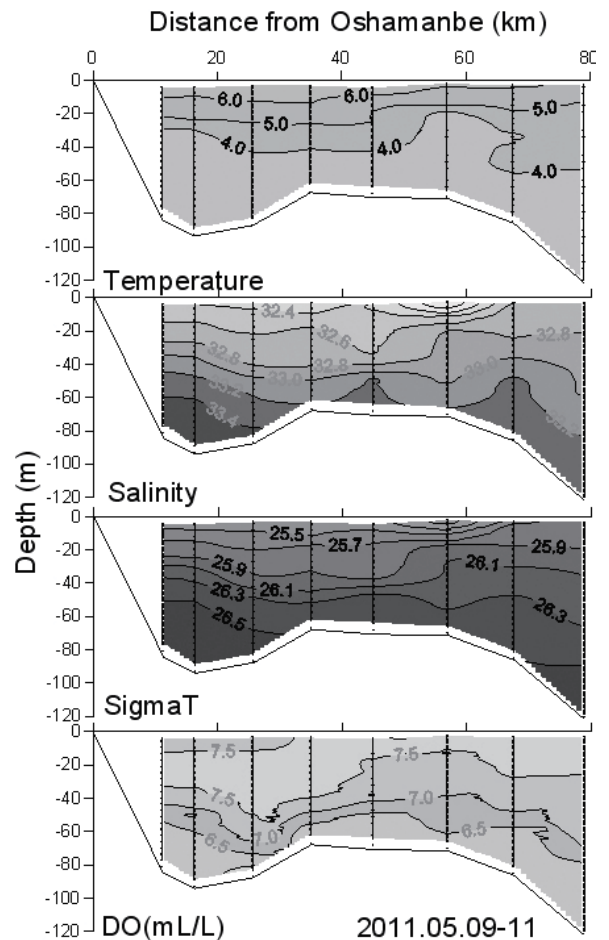


図14. 噴火湾縦断面 (図1のL1) における環境変量の分布 (2011年5月9日~11日)

(エ) 【5月下旬】 (5月24日)

砂原 (3,365~7,387 個/t) 以外の湾内沿岸部では浮遊幼生密度は低いが (5~775 個/t), 湾内沖合に高密度 (291~9,697 個/t) の浮遊幼生が見られた (図15)。深度10mでは, 渡島側に比較的高水温の7.5~8.0°C以上の水塊がみられた。

浮遊幼生のサイズは順調に大きくなっており殻長 170~190 μm が中心で, 250 μm を超える個体も出現し始めた (図16)。

湾最深地点 (st34) の深度30m以浅はやや昇温しており, 表層で8.5°C, 深度30m以深の水温は低く3.1~3.5°Cだった。溶存酸素は最低地点でも5.9mL/Lあり, 溶存酸素は十分ある状況だった (図17)。

最深部で, やや高温 (8.0~9.0) で低塩 (32.0~31.2) の表層水が観察された (図18)。また, 時計回りの渦は形成されておらず, 表層水は沿岸部で分厚いと考えられる。

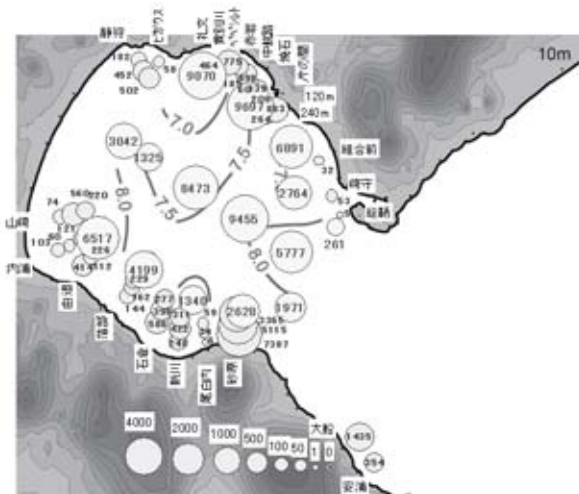


図15. 噴火湾におけるホタテガイ浮遊幼生密度 (個/t) の分布と深度10mにおける水温 (°C) の等値線図 (2011年5月24日), 沖合部: 調査船調査, 沿岸部: 指導所調査

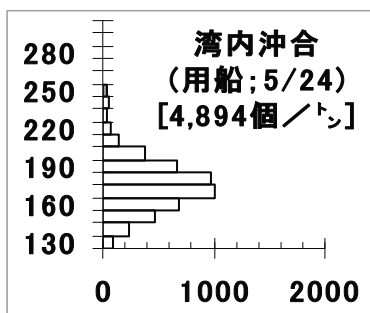


図16. 噴火湾 (湾内沖合と湾口部沖合) におけるホタテガイ浮遊幼生の殻長組成 (2011年5月24日)

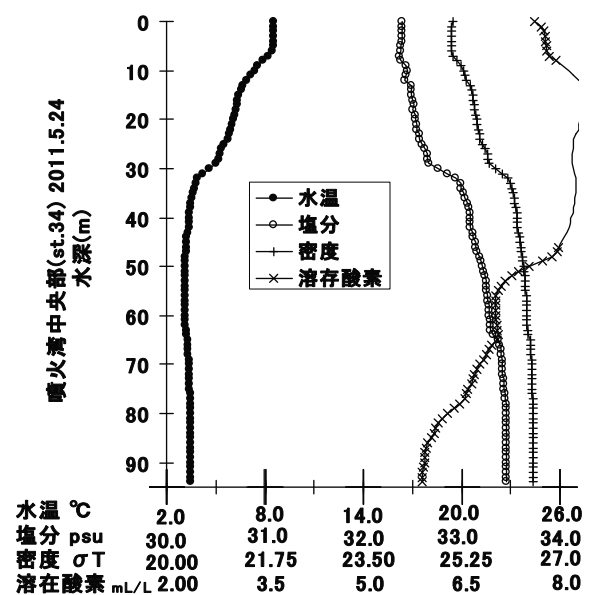


図17. 噴火湾最深地点における環境変量の鉛直変化 (2011年5月24日)

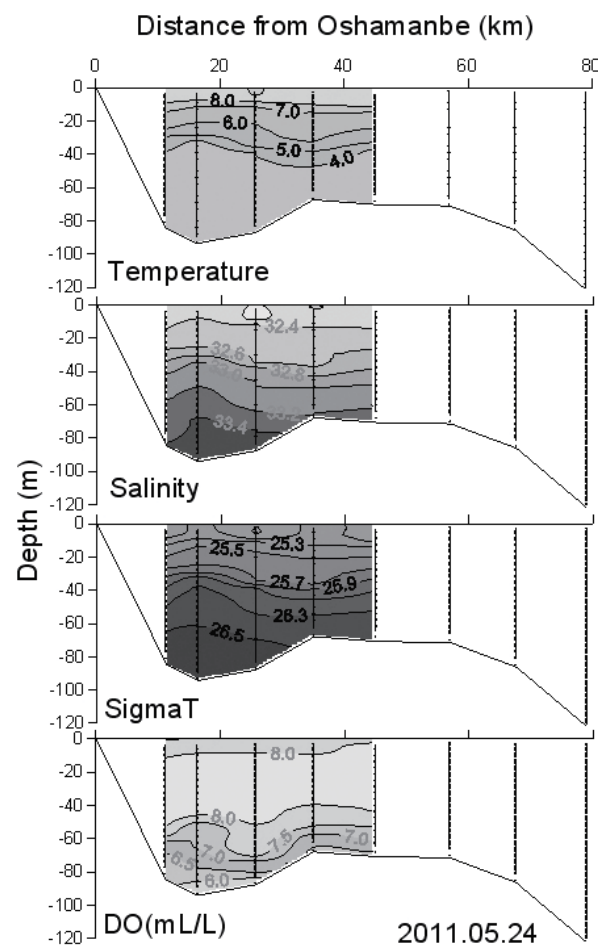


図18. 噴火湾縦断面 (図1のL1) における環境変量の分布 (2011年5月24日)

(オ) 【6月】(6月6日～8日)

室蘭沿岸を除く噴火湾全湾から南茅部まで浮遊幼生が高密度で観察された(図19)。深度10mでは等水温線は同心円状ではなく、まだ、時計回りの渦は発達していない事を示している。

殻長は、付着直前の260～300 μ mの幼生も多く見られ、順調に成長していると考えられた(図20)。一方、中型(160～200 μ m)の浮遊幼生も出現しており、長期にわたり良好な採苗が期待される。

湾最深地点の溶存酸素は、先月からそれほど変化しておらず、深度91mでも5.7mL/Lと十分な濃度がある(図21)。

湾口部沖合に高塩分(33.4～33.6)の津軽暖流水のフロント部分が観察される(図22)。

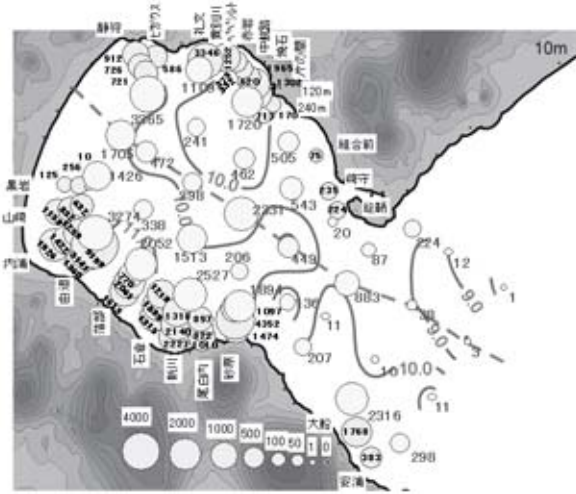


図19. 噴火湾におけるホタテガイ浮遊幼生密度(個/ト)の分布と深度20mにおける水温(°C)の等値線図(2011年6月6日～8日)、沖合部:調査船調査, 沿岸部:指導所調査

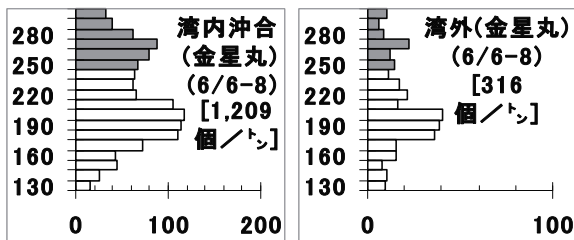


図20. 噴火湾(湾内沖合と湾口部沖合)におけるホタテガイ浮遊幼生の殻長組成(2011年6月6日～8日)

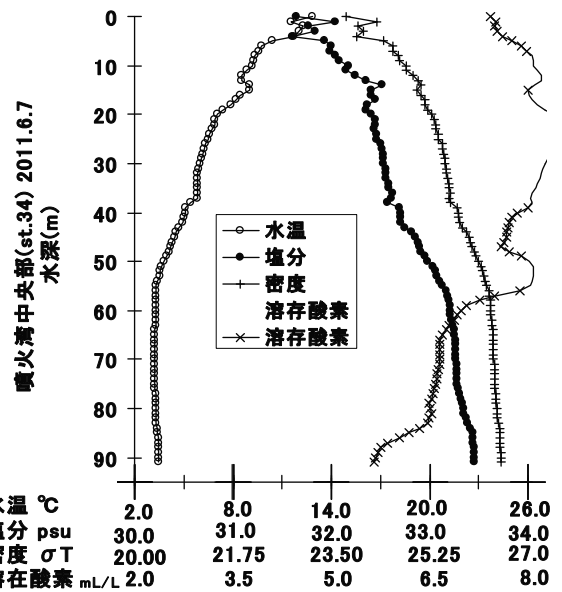


図21. 噴火湾最深地点における環境変量の鉛直変化(2011年6月7日)

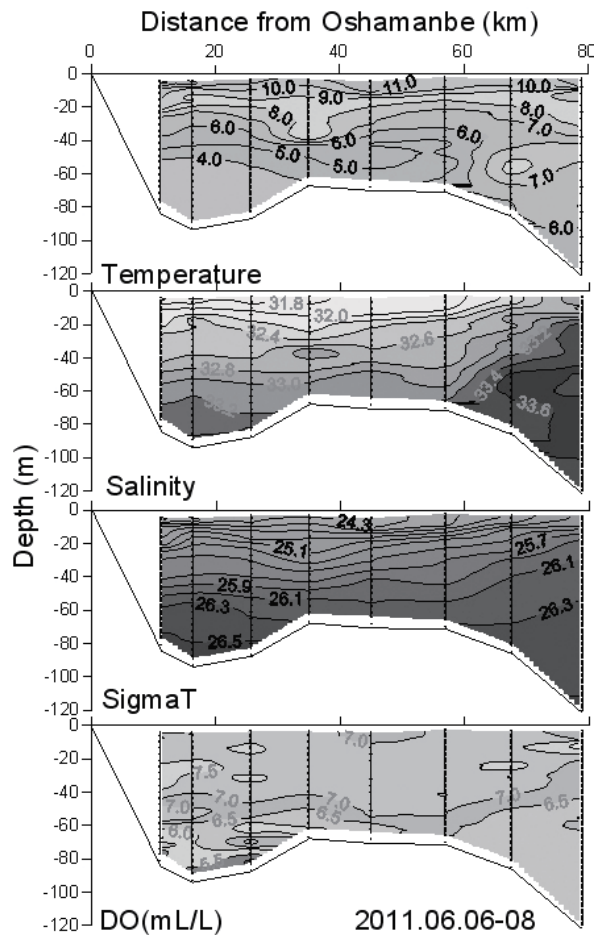


図22. 噴火湾縦断面(図1のL1)における環境変量の分布(2011年6月6日～8日)

(カ) 【7月】 (7月11日~13日)

噴火湾全湾で浮遊幼生の密度は低く (0~20 個/t), 浮遊幼生の出現は終盤と考えられた (図 23)。種苗密度 (採苗器 100 g 当たりの種苗数) は高く, 胆振側で 28,256~671,268 個/100 g, 渡島側で 139,029~641,461 個/100 g と過去最高だった。噴火湾の深度 10m では同心円状の等水温線がみられ, 時計回りの渦が発達している事を示している。

浮遊幼生は付着間際の大型 (殻長 200~280 μm) が中心で, 付着の最盛期は終わったと考えられる (図 24)。

躍層深度は約 30m で平年並みと考えられる (図 25)。最深地点の深度 80m 以深で溶存酸素濃度は低下しているが, 深度 92 m でも貧酸素の基準 (2~3mL/L) を上回る 3.3mL/L あり, 貧酸素水塊はあまり発達していない。

湾縦断面の観測結果では, 津軽暖流水のフロント部分と考えられる塩分 33.4~33.6 の水が湾口部にみられた (図 26)。

最深部付近の底層で溶存酸素量 3.0~3.5mL/L のやや低酸素化した水塊が観察され, 底層水の低酸素化が6月よりも進んだ

とみられる (図 27)。

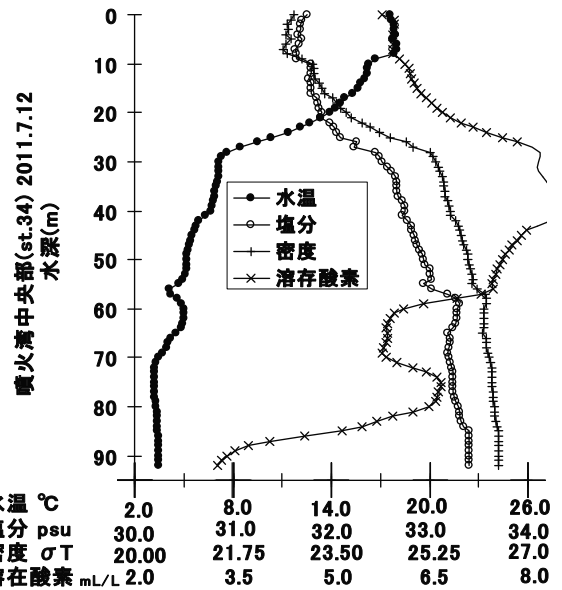


図 25. 噴火湾最深地点における環境変量の鉛直変化 (2011年7月12日)

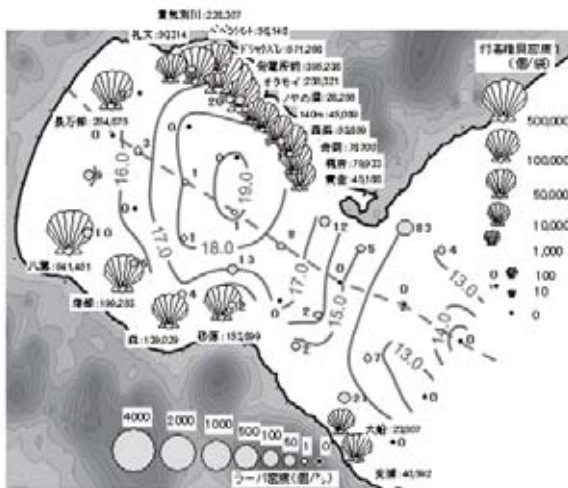


図 23. 噴火湾におけるホタテガイ浮遊幼生密度 (個/t) と種苗密度 (個/採苗器 100 g) の分布と深度 20m における水温 (°C) の等値線図 (2011年7月11日~13日), 沖合部 (浮遊幼生密度): 調査船調査 (種苗密度), 沿岸部: 指導所調査, 貝型: 種苗密度

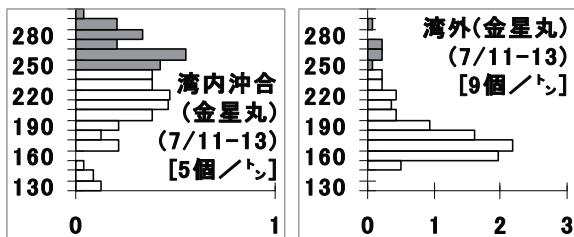


図 24. 噴火湾 (湾内沖合と湾口部沖合) におけるホタテガイ浮遊幼生の殻長組成 (2010年7月11日~13日)

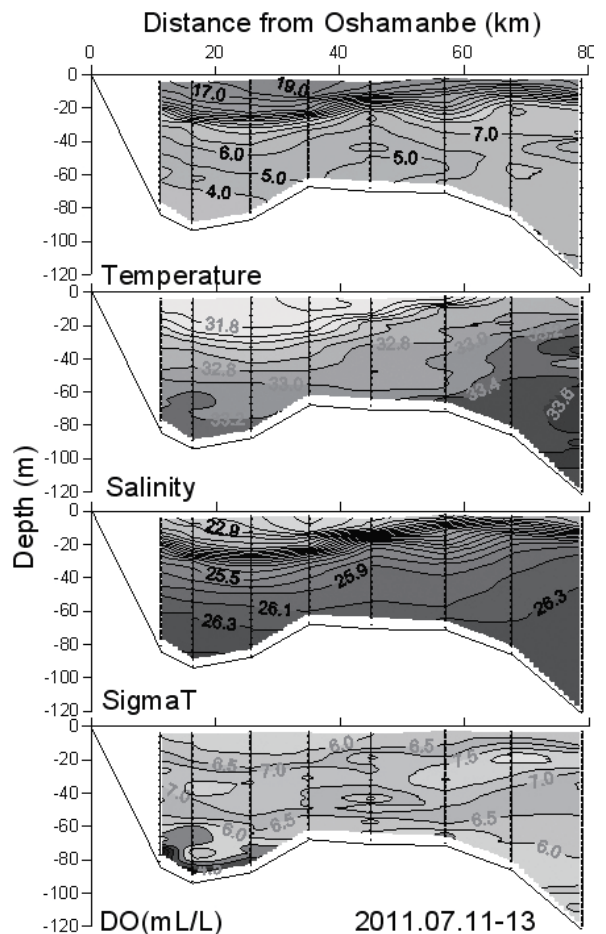


図 26. 噴火湾縦断面 (図 1 の L1) における環境変量の分布 (2011年7月11日~13日)

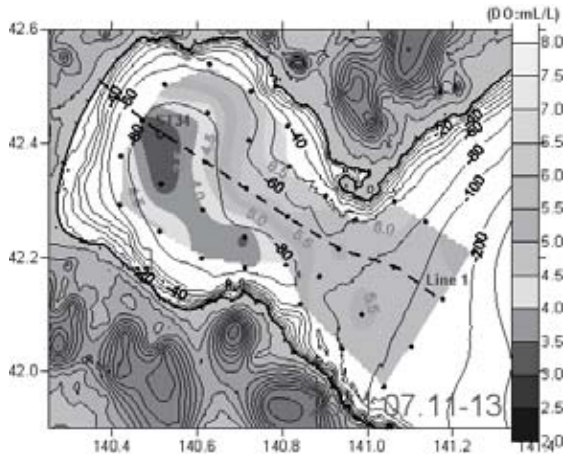


図 27. 噴火湾海底上5mにおける溶存酸素 (mL/L) の分布 (2011年7月11日~13日)

(キ) 【9月】 (9月13日~14日)

底層の低酸素水塊の分布は、9月は一部が砂原沖に分布している (図 28)。底層の低酸素水塊は7月には最深部の長万部沖に分布していたので、湾外からの津軽暖流水の流入により、低酸素水塊は湾外に押し出されつつあると考えられる。

対流混合層の厚みは約 30mあり、急激に発達しつつあると考えられる (図 29)。津軽暖流水流入の影響で、深度 30~55m の塩分が7月よりも上昇している。

津軽暖流水の主要部である高塩分 (33.6~34.0) の水が湾外から流入している (図 30)。

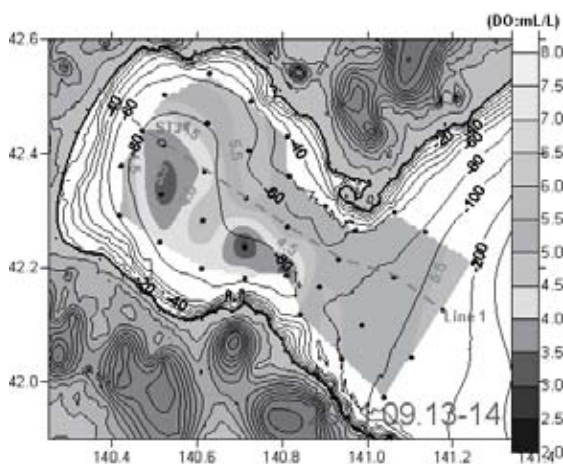


図 28. 噴火湾海底上5mにおける溶存酸素 (mL/L) の分布 (2011年9月13日~14日)

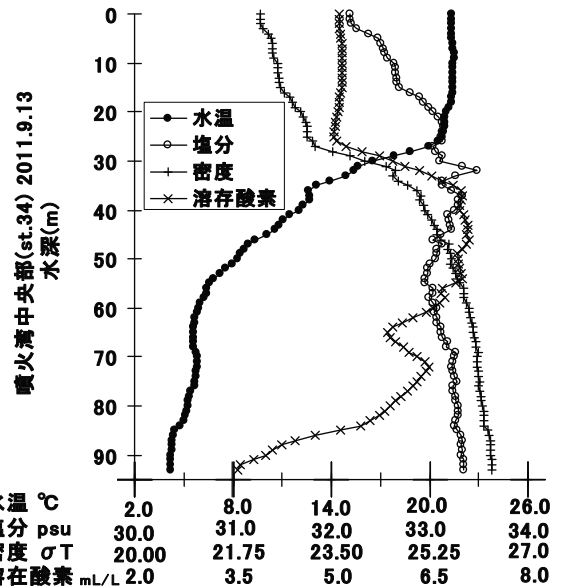


図 29. 噴火湾最深地点における環境変量の鉛直変化 (2011年9月13日~14日)

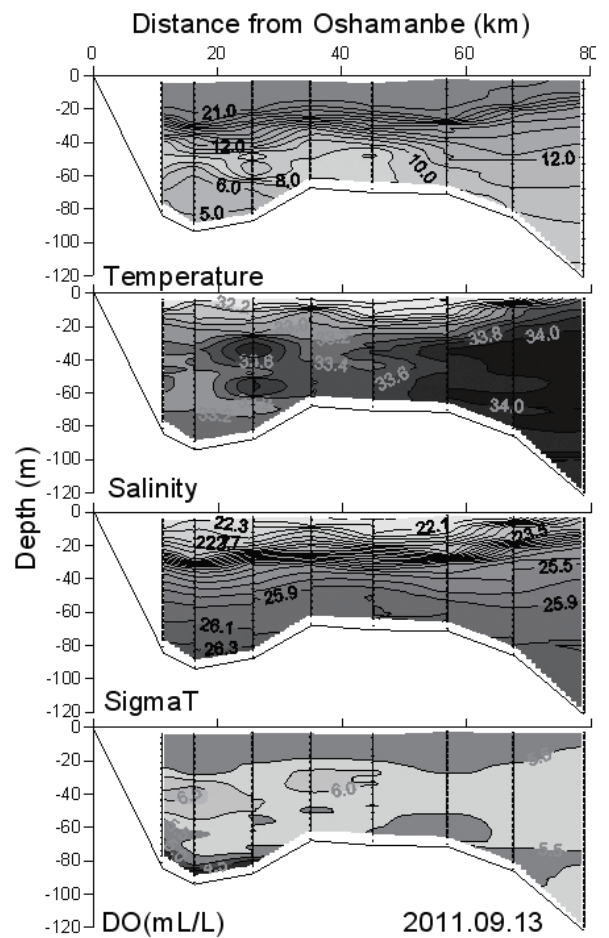


図 30. 噴火湾縦断面 (図 1 の L1) における環境変量の分布 (2011年9月13日~14日)

(ク) 【10月】 (10月25日~28日)

海底上5mの溶存酸素濃度は最低地点でも4.0~4.5mL/Lあり、底層の低酸素状態は解消された(図31)。

対流混合層の厚みはすでに、30mあり(図32)、ホタテガイの垂下水深は安定した環境にあると考えられる。稚貝大量へい死の情報はなく、今年は、稚貝へい死時期である10月を無事に過ごしたと考えられる。

噴火湾内の塩分は33.4~34.0と高くなっており、湾内は津軽暖流水系水に占められている(図33)。

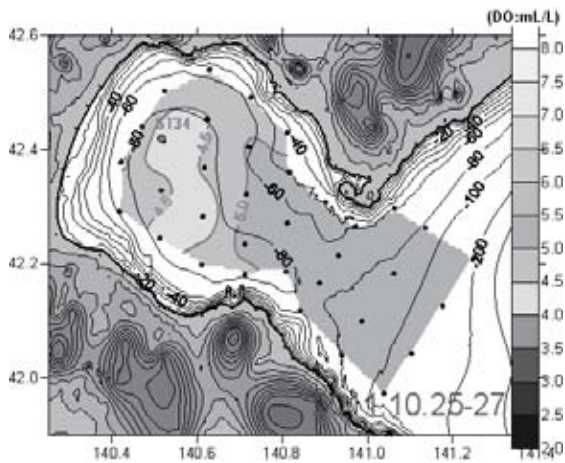


図31. 噴火湾海底上5mにおける溶存酸素(mL/L)の分布(2011年10月25日~27日)

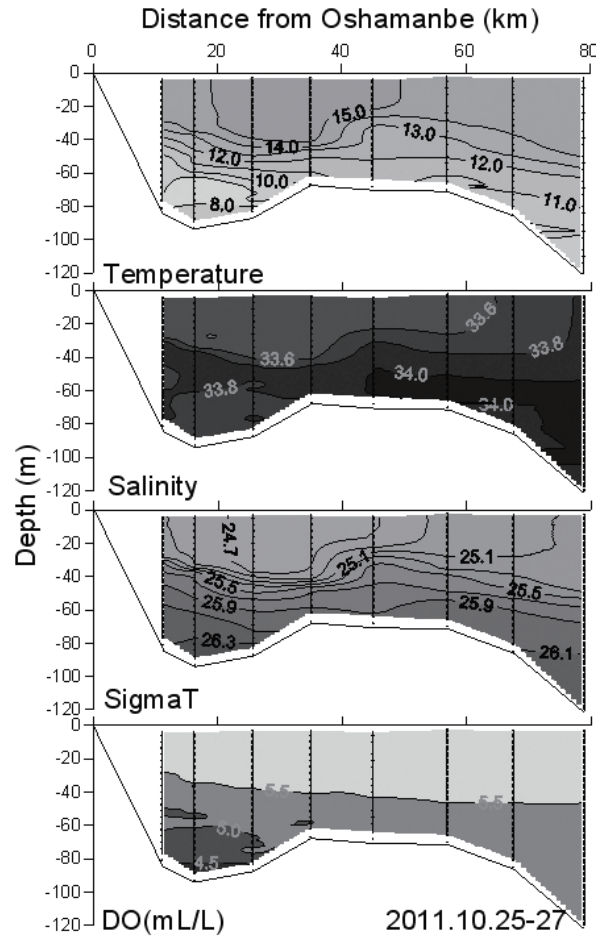


図33. 噴火湾縦断面(図1のL1)における環境変量の分布(2011年10月25日~27日)

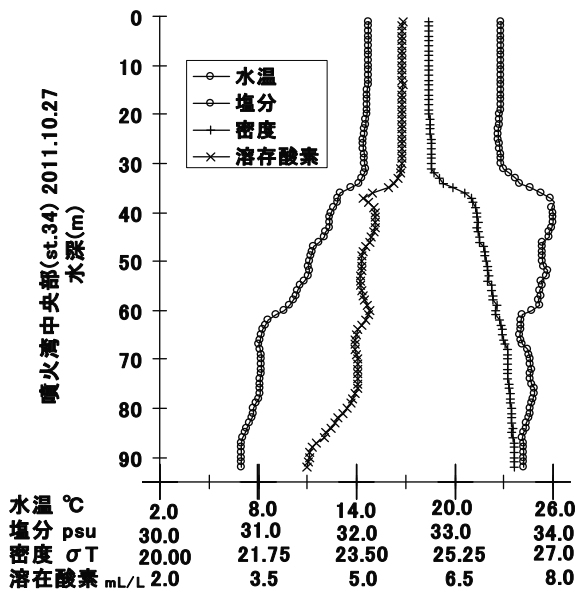


図32. 噴火湾最深地点における環境変量の鉛直変化(2011年10月27日)