

# 陸奥湾の海洋環境とホタテガイの成長に関する研究

伊藤良博・扇田いずみ・吉田 達・東野敏及\*・小谷健二・高坂祐樹・川村 要

## 目 的

ホタテガイの生産量は、餌料生物の現存量や水温などの海洋環境に左右されるため、年変動が非常に激しい。このため、陸奥湾の海洋環境とホタテガイの成長との関係を解明し、ホタテガイの計画的な生産に資する。

## 材料と方法

### 1 陸奥湾の海洋環境及び餌料環境の把握

#### (1) 海洋環境の把握

陸奥湾湾口部沖側の定点 (St.100) (図1) において、平成24年1月～12月に月1回、メモリー式水温・塩分・深度計 (鶴見精機社 C/STD) により毎月海洋観測を行った。なお、11月は調査船がドックのため欠測である。また、湾口部 (脇野沢沿岸) (図1) において、平成24年1月から12月にメモリー式流向流速計 (JFEアドバンテック社 INFINITY-EM AEM-USB) による通年毎時観測を行った。

#### (2) 餌料環境の把握

クロロフィルaについては久栗坂実験漁場 (図1) において、平成24年1月～平成24年12月まで概ね月2回、バンドーン採水器を用いて水深10mから採水し、ガラス繊維ろ紙 (ワットマンGGF/Fフィルター、孔径 $0.7\mu\text{m}$ ) 及び膜フィルター (ワットマンNuclepore Track-Etched Membrane、孔径 $10.0\mu\text{m}$ ) を用いてそれぞれ試水10ずつをろ過した後、フィルターの残存物をアセトンで抽出し、蛍光法<sup>1)</sup>によりホタテガイ餌料の指標となるクロロフィルaを測定し、その推移を求めた。また、久栗坂実験漁場の北側境界の施設にワイパー式クロロフィル濁度計 (JFEアドバンテック社 Compact-CLW) を設置し、1時間間隔でクロロフィルaの濃度を観測した。

また、栄養塩についてはSt.100 (図1) において、平成22年4月～平成24年3月に月1回、ナンゼン採水器を用いて採水し分析を行った。なお、採水は、0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90m及び底上2mから行った。

### 2 ホタテガイの成長量の把握

親貝の成熟度調査<sup>2)</sup> 期間外の平成24年6月～11月、久栗坂実験漁場のホタテガイ養殖施設に垂下した平成23年産ホタテガイの生貝30個体について、殻長、全重量、軟体部重量を毎月1回測定し、ホタテガイの成長量を調べた。

## 結果と考察

### 1 陸奥湾の海洋環境及び餌料環境の把握

#### (1) 海洋環境の把握

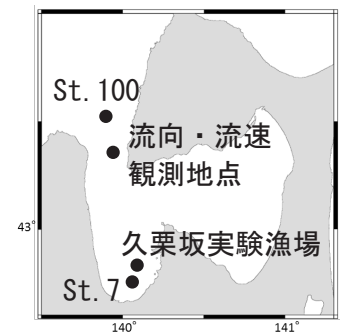


図1 観測地点図

\* 青森県下北地域県民局地域農林水産部むつ水産事務所

1) 水温・塩分

St.100 での月別の水温および塩分鉛直分布図を図 2 に示した。平成 24 年 1 月～4 月の水温は鉛直混合しており、水深による差はほとんどなかった。塩分についても 1 月～2 月は鉛直混合しており、差はほとんどなかったが、3 月以降下層の塩分が高くなった。水温も 5 月以降は勾配が生じ始め、表層が高く下層が低くなった。8 月～10 月には水深 30m～60m で明確な水温および塩分躍層が形成されたが、12 月には鉛直的に均一な海況となった。

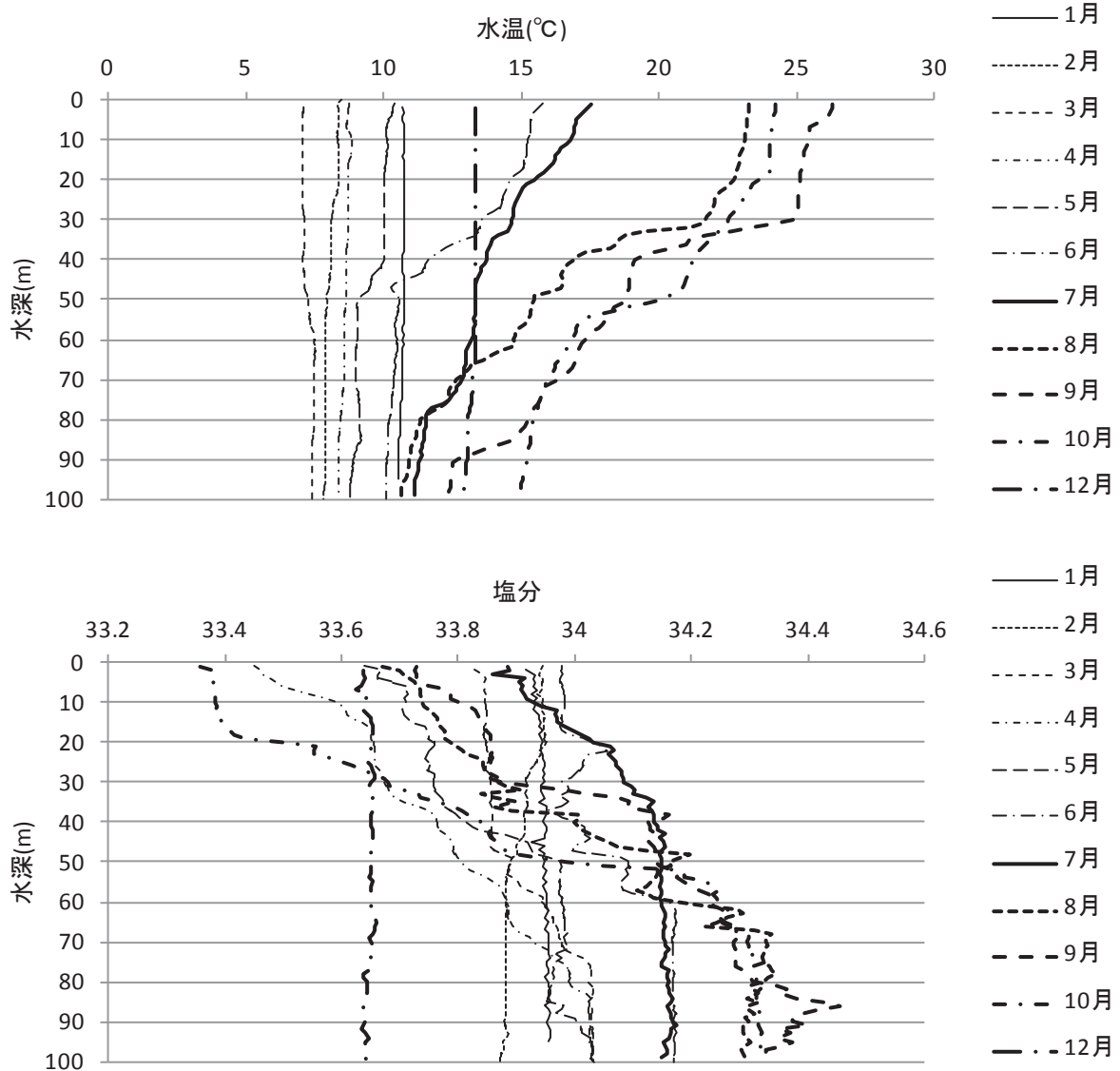


図 2 平成 24 年 St.100 での月別水温および塩分鉛直分布

2) 流れ

St.100 での日別平均の南北流速と東西流速を図 3 に示した。東西方向の流れについては、12 月に東向きの流れが観測され、最大流速は 18.6cm/s であった。南北方向の流れについては、6 月～9 月は南向きの流れが多く、最大で 21.7cm/s であった。9 月以降は南向きの流れの頻度が減り、流速も 10cm/s 以下となった。

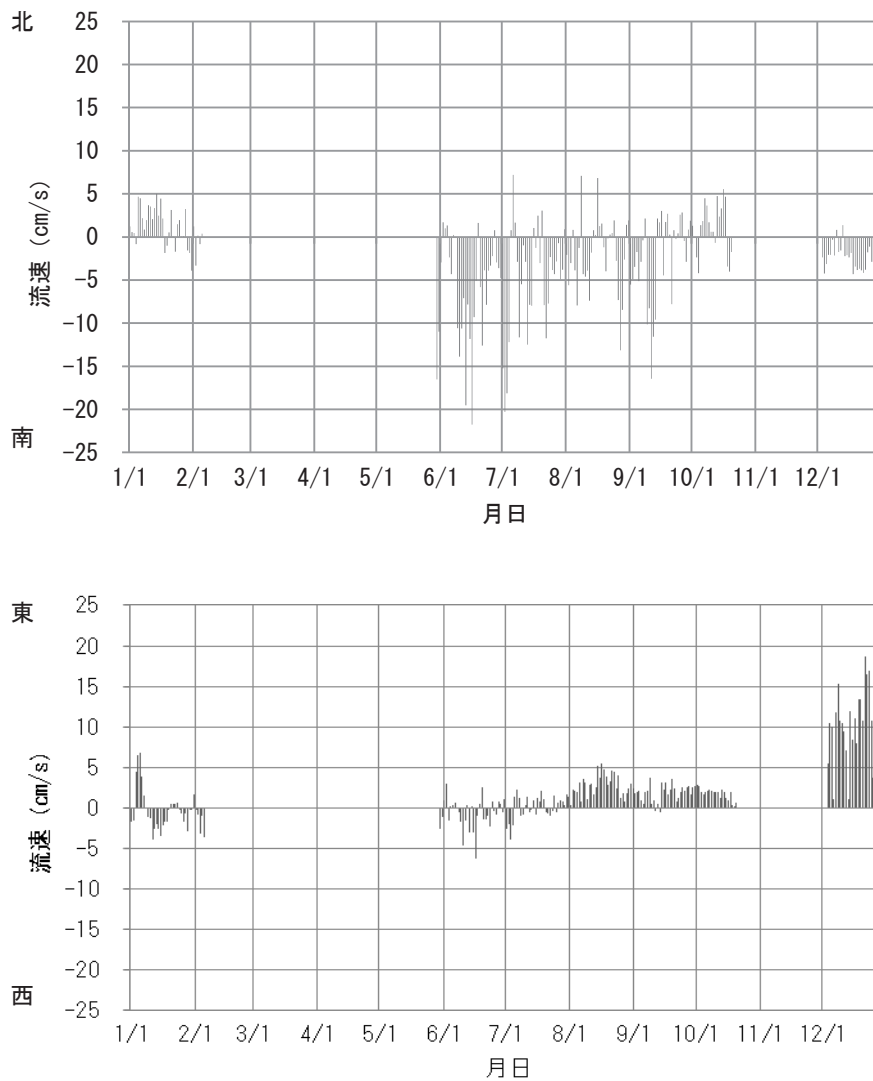


図3 平成24年湾口部(脇野沢沿岸)での日別南北流速及び東西流速

(2) 餌料環境の把握

1) 平成24年のクロロフィル a 量

久栗坂実験漁場での平成24年1月～12月の孔径サイズ別のクロロフィル a 量について、測定結果を表1に、クロロフィル a 量の推移を図4に示した。

0.7  $\mu\text{m}$ 以上のクロロフィル a 量は、1月中旬～4月上旬には0.98～2.18  $\text{mg}/\text{m}^3$ と高めに推移していた。その後次第に減少し、4月中旬～9月中旬には0.15～0.47  $\text{mg}/\text{m}^3$ と低めに推移していたが、10月中旬以降増加し、12月下旬まで0.66～0.78  $\text{mg}/\text{m}^3$ とやや高い値で推移した。

さらに、10  $\mu\text{m}$ 以上の大型植物プランクトンのクロロフィル a 量については、1月～3月下旬には0.38～0.88  $\text{mg}/\text{m}^3$ とやや高めで推移していたが、4月上旬から減少し、12月下旬まで0.00～0.28  $\text{mg}/\text{m}^3$ と低い水準で推移していた。

これらの変化は、春と秋の植物プランクトンのブルームによるものと考えられたが、平成19年以降で比較すると、平成24年は春のピーク値がやや低い年であった。

表 1 久栗坂実験漁場における孔径サイズ別のクロロフィル a 量 (平成 24 年)

採水年月日	>0.7um (GF/F)	>10um (Nucreopore filter)
H24.1.17	1.80	0.45
H24.2.7	1.68	0.48
H24.2.20	2.18	0.88
H24.3.8	1.28	0.44
H24.3.23	1.33	0.38
H24.4.6	0.98	0.10
H24.4.19	0.28	0.02
H24.5.1	0.16	0.00
H24.5.16	0.41	0.01
H24.6.6	0.47	0.12
H24.6.25	0.23	0.02
H24.7.5	0.39	0.01
H24.7.19	0.31	0.02
H24.8.10	0.29	0.01
H24.8.28	0.15	0.01
H24.9.6	0.22	0.02
H24.9.19	0.17	0.01
H24.10.10	0.55	0.11
H24.10.17	0.75	0.28
H24.11.28	0.70	0.09
H24.12.12	0.78	0.23
H24.12.25	0.66	0.19

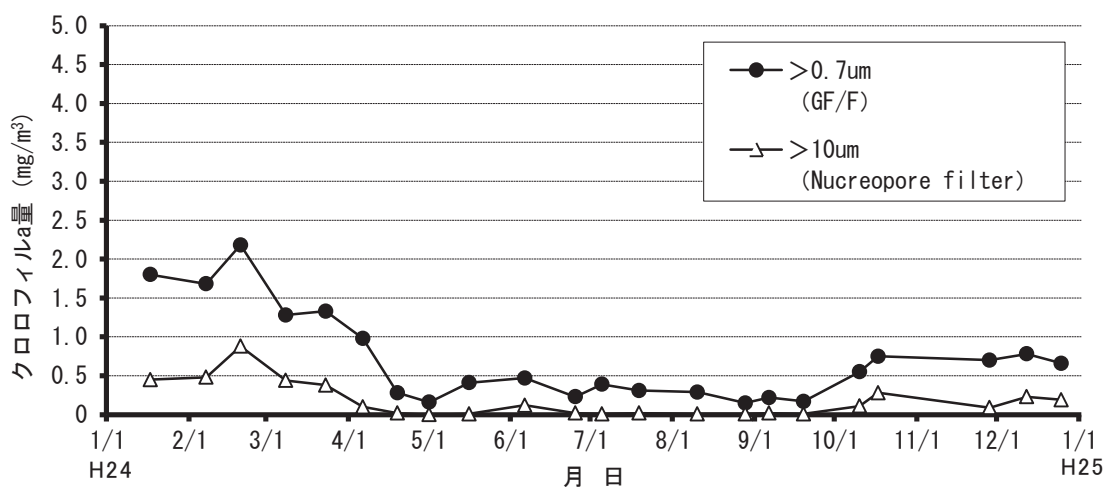


図 4 久栗坂実験漁場における孔径サイズ別のクロロフィル a 量の推移 (平成 24 年)

2) メモリー式クロロフィル計の観測値

平成 24 年 1 月～12 月におけるメモリー式クロロフィル計の観測値と、GF/F フィルターを使用したアセトン抽出法でのクロロフィル a の分析値について、同時刻における各々の値を表 2 に、各々の値の推移を図 5 に示した。

メモリー式クロロフィル計の観測値は、平成 24 年 1 月～2 月及び 9 月～12 月は 0.39～1.81 mg/m<sup>3</sup> の範囲で推移したが、3 月～8 月はクロロフィル計の故障により欠測となったため、アセトン抽出法による分析値との比較は行わなかった。

表2 久栗坂実験漁場の水深10mでのアセトン抽出法によるクロロフィルaの分析値及びメモリー式クロロフィル計の観測値

採水年月日	採水時刻	アセトン抽出法によるクロロフィルaの分析値 (mg/m <sup>3</sup> )	採水した時のメモリー式クロロフィル計の観測値(mg/m <sup>3</sup> )
H24.1.17	14:00	1.80	0.95
H24.2.7	14:00	1.68	1.81
H24.2.20	14:00	2.18	1.69
H24.3.8	14:45	1.28	—
H24.3.23	10:50	1.33	—
H24.4.6	9:30	0.98	—
H24.4.19	9:30	0.28	—
H24.5.1	11:35	0.16	—
H24.5.16	9:20	0.41	—
H24.6.6	9:25	0.47	—
H24.6.25	10:15	0.23	—
H24.7.5	10:35	0.39	—
H24.7.19	9:45	0.31	—
H24.8.10	9:20	0.29	—
H24.8.28	10:00	0.15	—
H24.9.6	13:40	0.22	0.42
H24.9.19	7:15	0.17	0.39
H24.10.10	10:10	0.55	0.87
H24.10.17	7:45	0.75	0.89
H24.11.28	13:05	0.70	0.72
H24.12.12	10:10	0.78	0.76
H24.12.25	7:45	0.66	1.38

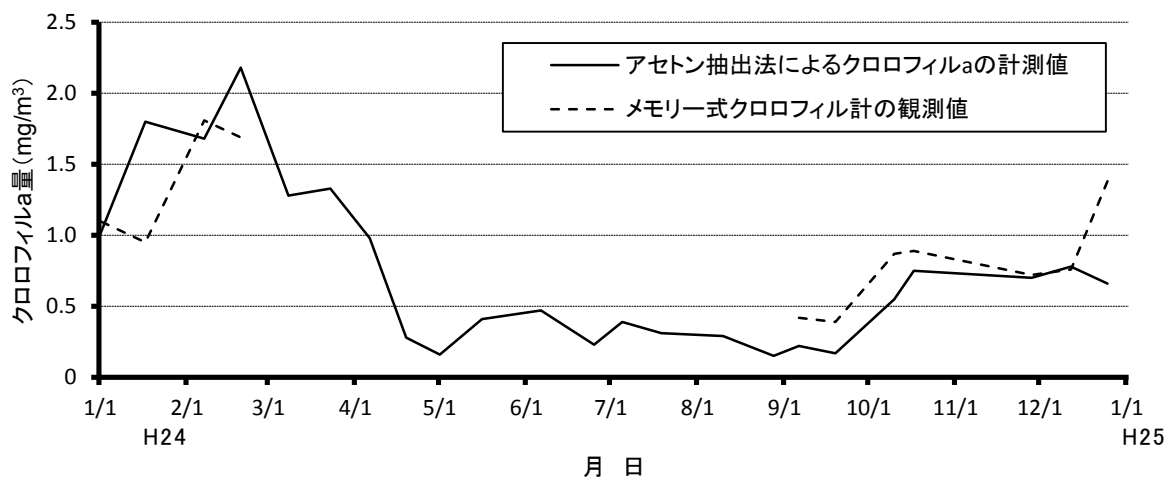


図5 アセトン抽出法による分析値とメモリー式クロロフィル計の観測値の推移

### 3) 栄養塩

#### ①平成 24 年の鉛直分布

St.100 での月別の栄養塩の鉛直分布図を図 6 (TN: 全窒素、 $PO_4\text{-P}$ : リン酸態リン、 $SiO_4\text{-Si}$ : ケイ酸態ケイ素) に示した。3 月は時化により採水ができなかったため欠測である。鉛直混合期である 1 月～2 月には、ほぼ鉛直的に均一になっていた。しかし、4 月以降は春季ブルームにより、10m 層～30m 層の栄養塩が消費されるため、濃度勾配が生じていた。表層で栄養塩濃度が低くなる様子は、10 月まで継続し、12 月には鉛直混合により、ほぼ均一な濃度となった。

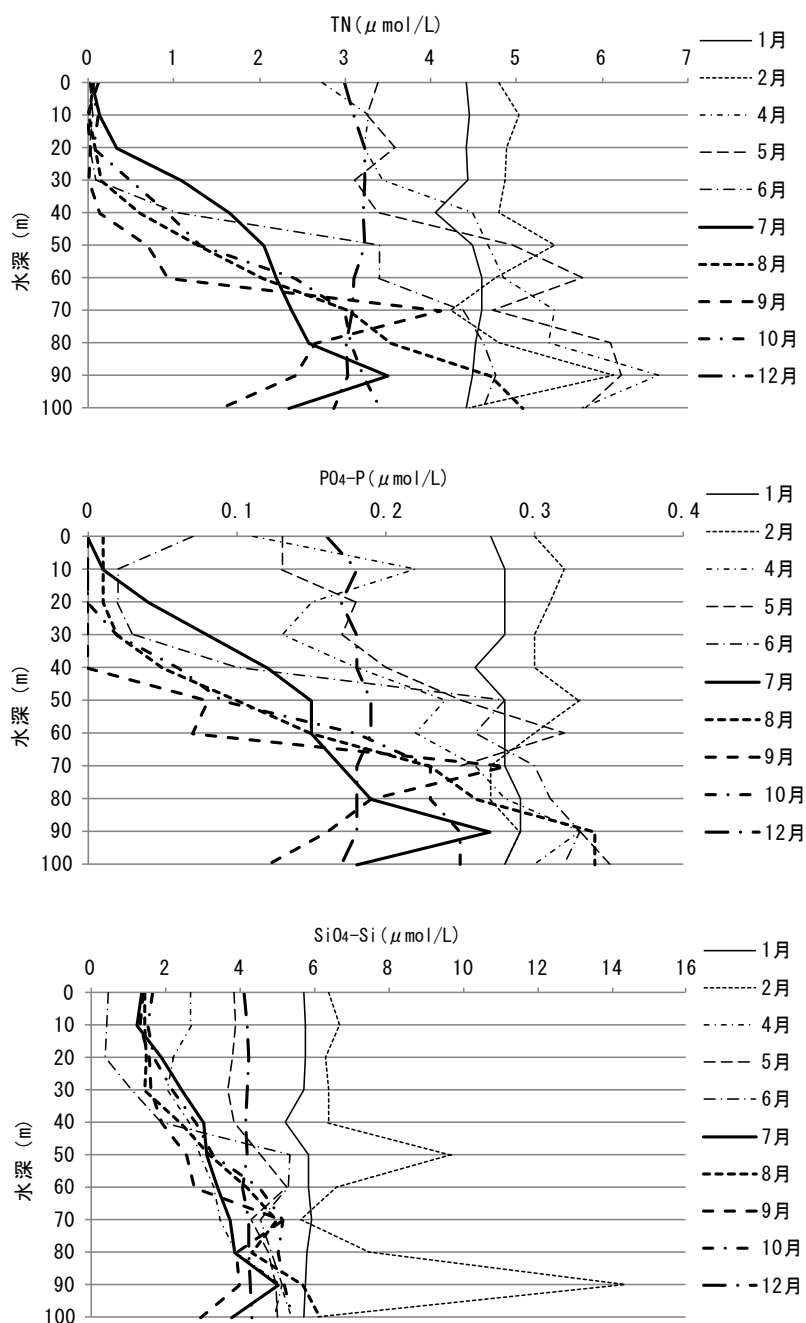


図 6 平成 24 年 St.100 での栄養塩鉛直分布

②St.100 における栄養塩の経時変化

St.100 の 20m 層における各栄養塩濃度の経時変化を図 7 に示した。

平成 24 年も 22 年、23 年と同様に 2 月に極大となり、その後 4 月に栄養塩濃度が低下し、10 月まで低濃度が継続する季節変化がみられた。また年による栄養塩濃度を比較したところ、TN は 0.1~2.7mol/L、 $PO_4\text{-P}$  は 0.0~0.2mol/L、 $SiO_4\text{-Si}$  は 0.8~2.8mol/L の差があり、特に TN、 $SiO_4\text{-Si}$  は栄養塩濃度が低下する 4 月~10 月に年較差が大きくなった。

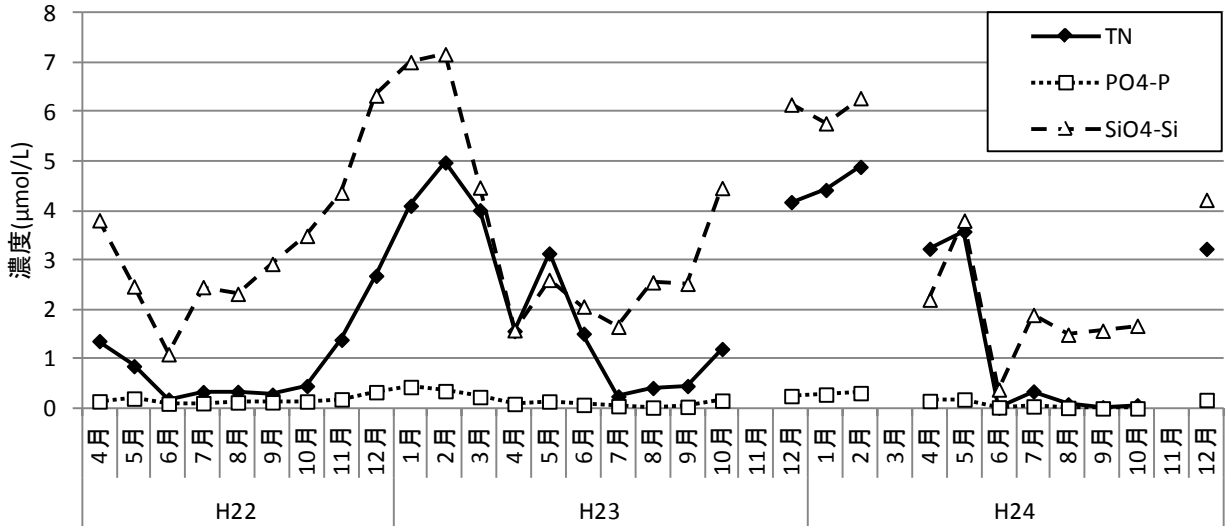


図 7 St.100 の 20m 層での栄養塩の経時変化

2 餌料環境とホタテガイの成長について

久栗坂実験漁場で垂下養殖した平成 23 年産ホタテガイの測定結果について表 3 に、殻長、全重量、軟体部重量、軟体部指数の平均値の推移を図 8~11 に示した。

異常貝率は 0~13.3% と比較的低い値であった。

殻長、全重量、軟体部重量は平成 23 年 11 月 28 日にそれぞれ 49.1 mm、11.4g、3.8g であったが、その後次第に増加し、9~10 月に成長が一時的に止まった後再び増加し、平成 25 年 2 月 18 日には 109.6 mm、139.6g、60.1g にまで成長した。

また、軟体部指数は平成 23 年 11 月 28 日には 33.7% であったが、次第に増加し、平成 24 年 3 月 8 日には 45.1% にまで増加した。4 月~10 月にかけ減少した後、再び増加し、平成 25 年 2 月 4 日には 43.1% になった。

平成 24 年 8~10 月の軟体部重量及び軟体部指数の減少は、夏季の高水温による影響<sup>3)</sup> が原因であると考えられた。また、冬季から春先にかけての全重量、軟体部重量、軟体部指数の増減は冬期間に成熟が進み、生殖腺の重量が次第に増え、産卵期に生殖腺重量が次第に減少したことが原因であると考えられた。

表3 平成23年産ホタテガイ測定結果(親貝調査分を含む)

測定年月日	測定枚数 (枚)	異常貝率 (%)	殻長(mm) 平均値±SD	全重量(g) 平均値±SD	軟体部重量(g) 平均値±SD	軟体部指数 (%)
H23.10.13	30	6.7	27.5 ± 2.6			
H23.11.28	30	0.0	49.1 ± 2.1	11.4 ± 1.5	3.8 ± 0.6	33.7
H23.12.9 *	30	0.0	52.4 ± 2.6	12.8 ± 1.9	4.4 ± 0.8	34.4
H23.12.21 *	30	0.0	54.0 ± 2.9	13.8 ± 2.4	5.0 ± 1.0	35.9
H24.1.19 *	30	0.0	65.1 ± 3.5	24.9 ± 3.8	9.4 ± 1.3	37.8
H24.2.6 *	30	0.0	68.7 ± 7.8	31.1 ± 8.3	12.6 ± 4.2	40.5
H24.2.23 *	30	0.0	73.6 ± 2.5	38.1 ± 4.3	16.8 ± 2.1	44.2
H24.3.8 *	30	3.3	75.0 ± 3.7	38.4 ± 5.0	17.3 ± 2.6	45.1
H24.4.6 *	30	0.0	75.1 ± 5.5	45.7 ± 8.9	19.6 ± 4.5	42.9
H24.4.23 *	30	0.0	79.1 ± 3.6	48.2 ± 5.1	20.5 ± 2.3	42.5
H24.5.7 *	30	13.3	80.4 ± 2.6	49.1 ± 5.0	20.6 ± 2.4	41.9
H24.6.25	30	0.0	82.7 ± 4.1	65.5 ± 8.3	24.2 ± 3.8	38.7
H24.7.24	30	0.0	90.8 ± 3.4	78.2 ± 7.7	31.5 ± 3.6	40.2
H24.8.20	30	0.0	89.3 ± 4.6	80.2 ± 12.2	30.3 ± 5.8	37.8
H24.9.19	30	0.0	89.8 ± 5.4	71.9 ± 11.9	24.4 ± 4.3	34.0
H24.10.17	30	10.0	91.2 ± 6.0	74.5 ± 13.6	23.6 ± 9.3	31.7
H24.12.5 *	30	6.7	94.7 ± 3.2	93.5 ± 10.7	35.7 ± 3.9	38.2
H24.12.17 *	30	0.0	97.1 ± 5.3	105.3 ± 15.5	42.6 ± 6.2	40.4
H25.1.21 *	32	0.0	107.5 ± 4.5	129.3 ± 13.4	53.3 ± 6.7	41.2
H25.2.4 *	30	0.0	107.3 ± 5.9	130.3 ± 18.6	56.2 ± 7.5	43.1
H25.2.18 *	30	0.0	109.6 ± 4.3	139.6 ± 15.0	60.1 ± 7.2	43.0

※注 測定年月日右上に\*がある日は親貝調査

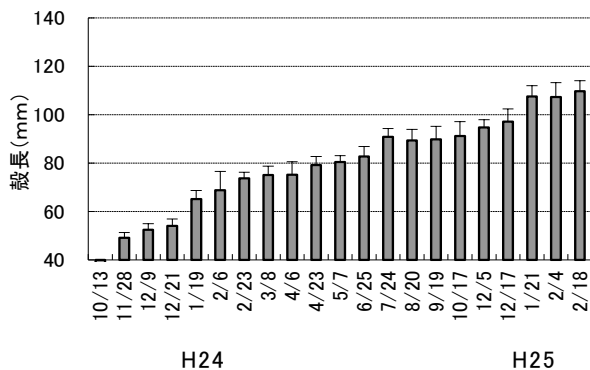


図8 平成23年産貝の殻長の推移

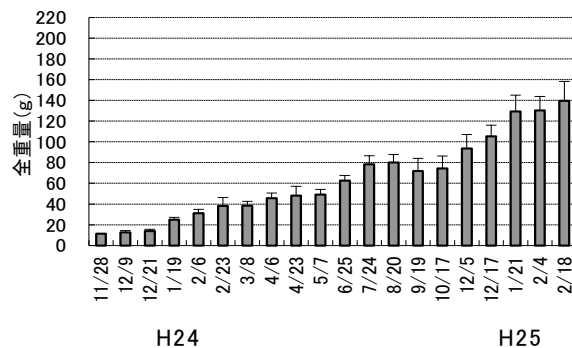


図9 平成23年産貝の全重量の推移

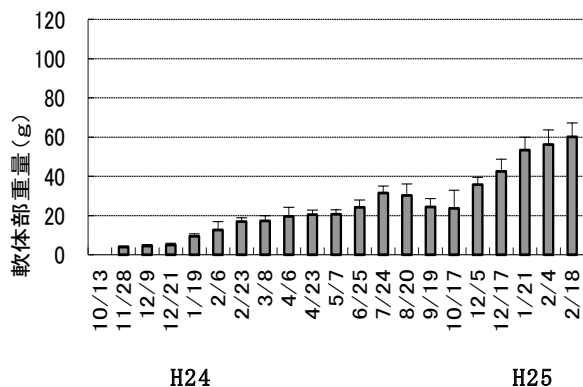


図10 平成23年産貝の軟体部重量の推移

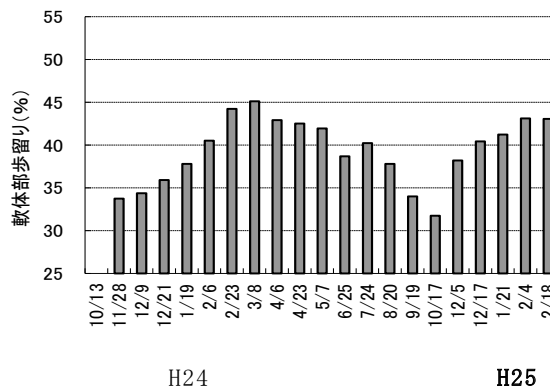


図11 平成23年産貝の軟体部指数の推移



### 3 今後の課題

今回の調査では、佐藤ら<sup>4)</sup>、永峰ら<sup>5)</sup>と同様に、同じ久栗坂実験漁場で餌料環境とホタテガイの成長に関するデータを得ることができたが、餌料環境とホタテガイの成長についての関連性を述べるにはまだデータが不足していると考える。今後、同様の調査を複数年継続して実施することによりデータを蓄積し、それらのデータに青森ブイの水温のデータを加えた上で餌料環境、水温及びホタテガイの成長の相互の関連性について分析を行うことで、ホタテガイの成長予測シュミレーションモデルの開発に繋げていく必要がある。

## 謝 辞

流向流速計の設置に関して、当研究所への流向流速計の貸与を快諾してくださった北海道大学大学院水産科学研究院の磯田豊准教授、クロロフィル分析に関して御助言をいただいた北海道大学大学院水産科学研究院の工藤勲准教授、流向流速計の設置にご協力いただいた脇野沢村漁業協同組合所属の漁業者に対しまして深く感謝申し上げますとともに紙面をお借りしてお礼申し上げます。

## 引用文献

- 1) Holm-Hansen, O., Lorenzen, C. J., Holmes, R. W., J. D. H. Strickland(1965) Fluorometric determination of chlorophyll. *J. Cons. Cons. Int. Explor. Mer*, **30**, 3-15.
- 2) 小谷健二・吉田達・伊藤良博・東野敏及・川村要 (2012) ほたてがい増養殖安定化推進事業 (ホタテガイ天然採苗予報調査). 平成 24 年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 241-274.
- 3) 扇田いずみ・高坂祐樹 (2012) 陸奥湾海況自動観測事業. 平成 24 年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 155-17. 9
- 4) 佐藤恭成・小倉大二郎・中谷肇・三津谷正 (1993) 陸奥湾における養殖ホタテガイの成長と環境要因 (ホタテガイの生理的活力の判定に関する研究). 平成 3 年度青森県水産増殖センター事業報告, **22**, 185-203.
- 5) 永峰文洋・佐藤恭成・相坂幸二・小坂善信・鹿内満春 (1994) 試験漁場におけるホタテガイの生育と環境(平成 4 年度ホタテガイ生育環境調査). 平成 4 年度青森県水産増殖センター事業報告, **23**, 165-175.