

気仙沼湾の養殖漁場における生産性について

伊藤博^{*1}・千葉充子^{*1}・齋藤憲次郎^{*1}・小野寺毅^{*1}・押野明夫^{*2}

The productivity of the aquaculture ground in Kesenuma Bay

Hiroshi ITO^{*1}, Atsuko CHIBA^{*1}, Kenjiro SAITO^{*1}, Takeshi ONODERA^{*1} and Akio OSHINO^{*2}

キーワード：気仙沼湾・カキ・ホタテガイ・クロロフィル *a*

気仙沼湾における養殖業は 1854 年に宮城県としても初めてノリ養殖が行われたのが最初とされ、主な漁場は湾央～湾奥部であった。一方、カキ養殖は 1930 年に筏式養殖法が取り入れられて以来、急速に発展した。また、この頃からノリ養殖では網ひびが用いられるようになり、漁場は湾口部へと広げられた。図 1 に気仙沼湾における 1958 年以降の主要養殖種の生産量の推移を示した。なお、この図では西湾湾口部外側および唐桑半島西側の湾外漁場の生産量も含んでいる。

1950 年頃から湾奥部の鼎が浦で水質の悪化からノリの枯死、カキの斃死が発生するようになり、特に 1955 年にはカキの大規模な斃死が起こった。これらのことが原因となり、鼎が浦での養殖漁場はノリ、カキ共に 1960 年代に消失したとされる。この頃からノリの生産量は減少し続けていったが、カキは 1950 年代に開発された延縄式垂下養殖法の導入により、湾口部漁場での生産が増加した。同じ頃、ノリ・カキと比べて労働力がかからず経済性も良いワカメ養殖が急速に生産を伸ばした。

1974-1975 年にはノリの大不作、赤変カキやワカメ穴あき症の発生等により養殖業が厳しい状況にさらされたため、この頃から病気等に強いコンブ養殖が普及していった。また、1960 年代から県外種苗により行われていたホタテガイ養殖が、1980 年代後半から天然採苗による地種養殖へ移行することで、生産量の増大につながった。一方、1992 年にはノリの養殖はほとんど行われなくなり、現在では、カキ・ワカメ・コンブ・ホ

タテガイが主要な養殖種目となっている。

このようにして、気仙沼湾における養殖業は漁場を湾口部へ広げるとともに種目を替えながら発展してきたが、このうち二枚貝の生産高、品質の良し悪しには一般に漁場環境および餌生物の多寡が深く関係していることが明らかとなっている。気仙沼湾における二枚貝養殖漁場の生産性については 1954 - 1955 年⁴⁾、1963 年⁵⁾、1975 - 1976 年⁶⁾ にカキの成長についての調査が行われ、1950、1960 年代に湾奥部で認められたカキ養殖に対する生産性の低下は 1970 年代には全湾的に拡大したことが報告されている。気仙沼湾湾奥部の漁場環境は 1960 年代以降、長期的にみて改善されてきているが^{7) 8)}、カキ養殖漁場の生産性に関する調査は 1980 年代以降行われていない。また、ホタテガイに関する同様の調査は全く行われていない。そこで 2004、2005

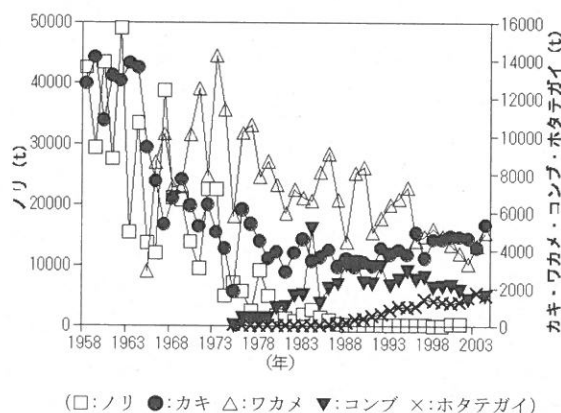


図 1 気仙沼湾における主要養殖種生産量の推移¹⁾²⁾³⁾

年にカキおよびホタテガイを用いた気仙沼湾の二枚貝養殖に対する生産性に関する調査を行ったので、その結果を報告する。

材料と方法

養殖施設状況調査

2001年度の漁業協同組合別養殖施設設置状況および養殖生産量に関するデータを気仙沼地方振興事務所水産漁港部より提供を受けた。区画面積は湾内でカキおよびホタテガイの生産があった区画の面積を漁場連絡図から概算したものである。

水質調査

2004年9月から2005年5月にかけて(以下「2004年度」)および2005年8月から2006年4月にかけて(以下「2005年度」)気仙沼湾内の5点(St.1-5 図2)で水深2.5mの水温、塩分、クロロフィルa量を測定した。水温、塩分は水温塩分計を用い、クロロフィルa量は試水100mlをワットマンGF/Fフィルター(孔径0.7μm)で濾過後、蛍光光度法⁹⁾により測定した。

カキの身入り調査

2004年9月から2005年3月および2005年8月から2006年4月にかけて水質調査と同じ5点にカキ(2004年度は2002年採苗、2005年度は2003年採苗のもの)を丸籠に20個体入れて1ロットとし、水深2~3mに垂下した(2006年2、4月のSt.3は欠測)。1回の調査につき1ロット中の各個体の殻長、殻高、殻幅、全重量、生肉重量、乾肉重量、殻内容積を測定し(殻内容積は2004年のみ)、これらの測定値から身入り指数を下式より求めた。

2004年度：身入り指数=乾肉重量×1000/殻内容積

2005年度：身入り指数=乾肉重量×1000/(殻長×殻高×殻幅)

各項目を測点間で比較する際にはKruskal-Wallis検定を行って測点間の有意差の有無を確認し、有意差が認められた場合にSteel-Dwassの方法を用いて多重比較を行った。

ホタテガイの成長調査

2004年10月から2005年5月にかけて水質調査と同じ5点にホタテガイ(2003年採苗のもの)を20個体耳吊りにして1ロットとし、水深2~3mに垂下した。1回の調査につき1ロット中の各個体の殻長、全重量、軟体部重量、貝柱重量を測定し、これらの測定値から

軟体部指数、貝柱指数を下式より求めた。

軟体部(貝柱)指数

$$= \text{軟体部(貝柱)重量} / (\text{殻長})^3 \times 10^6$$

測点間の比較についてはカキと同様に行った。

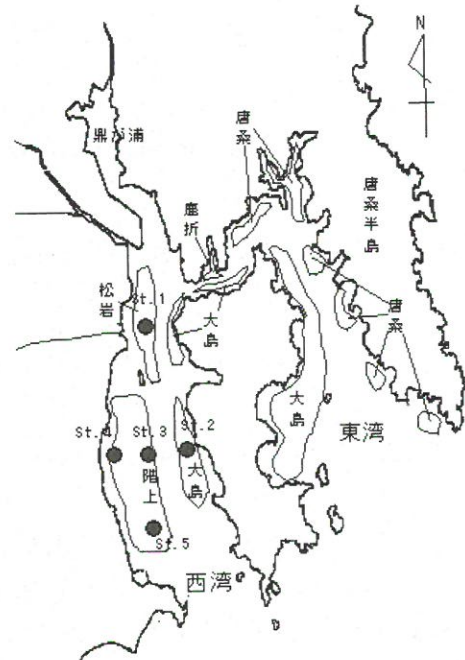


図2 観測点とカキ・ホタテガイ養殖漁場

結果

養殖施設状況調査

表1、図2に気仙沼湾におけるカキおよびホタテガイの養殖漁場行使状況を示した。2001年のみワカメ・コンブの施設数も示した。1963年には湾内に5000台以上あった大多数のカキ養殖施設は筏式であったが、1968~1973年には階上地区で延縄式施設が500台近くみられ、筏式施設は湾奥部の鼎が浦で700台以上減少したのをはじめとして湾全体で3000台以下に減少した。区画面積は湾央~湾奥部の鹿折・松岩地区で減少、階上・大島・唐桑地区で増加していた。これらと比較して2001年ではホタテガイ養殖が加わっているが、湾口~湾央部の階上地区では約450台が全て延縄式、湾央~湾奥部の鹿折・松岩地区では約200台が全て筏式であった。湾全体ではカキ筏式が1300台程度、カキ延縄式が600台程度であり、ホタテガイ筏式が300台程度、ホタテガイ延縄式が760台であった。区画面積は鹿折地区で減少し、湾口部側で漁場が広がったことで

表 1 気仙沼湾におけるカキ・ホタテガイ養殖漁場行使状況

地区	1963年 ⁵⁾			1968～1973年 ⁶⁾			2001年					参考)2001年海藻	
	カキ区画面積(m ²)	カキ筏(台)	カキ延縄(台)	カキ区画面積(m ²)	カキ筏(台)	カキ延縄(台)	カキ・ホタテ区画面積(m ²)	カキ筏(台)	カキ延縄(台)	ホタテ筏(台)	ホタテ延縄(台)	ワカメ延縄・水平(台)	コンブ延縄・水平(台)
鹿折	490,400	991	0	219,225	210	0	77,798	52	0	5	0	157	516
松岩	726,800	1,436	0	593,310	851	0	585,425	72	0	75	0	2,440	1,884
階上	662,900	447	0	766,520	37	487	1,550,601	0	461	0	73	2,005	0
大島	592,100	1,260	74	952,130	1,002	0	3,152,636	708	100	113	566	1,577	487
唐桑	500,000	942	0	886,450	814	0	1,306,910	522	12	98	121	21	2
計	2,972,200	5,076	74	3,417,635	2,914	487	6,673,370	1,354	573	291	760	6,200	2,889

階上・大島・唐桑地区で大きく増加したが、これらの区画の多くではワカメ・コンブ等海藻養殖施設も含まれている。

水質調査

2004 年度

水温は 6.3～20.9℃の範囲で推移し、10～3 月は St.1 で高く St.5 で低い傾向がみられ、測点間の差は最大 2.5℃であった(図 3)。4 月以降は逆に St.5 で高く、St.1 で低い傾向を示した。塩分は 31.35～33.64 の範囲で推移し、測点間の差は最大 1.24 であった(図 3)。

クロロフィル a 量は 0.1～2.2 μg/l の範囲で推移し、各測点とも 9 月にピークを示した後、増減を繰り返して減少し、1 月に最も低い値を示した(図 3)。ここまでの期間ではほとんどの観測で St.1、2、3 で St.4、5 を上回っていた。1～2 月にはクロロフィル a 量は上昇するが、この期間は測点間の差は小さい。3 月以降は St.1、2 で大きく上昇、St.4 でも 4 月に一時的に上昇するが、5 月に入ると特に St.3、4、5 では減少傾向を示した。

2005 年度

水温は 5.2～20.6℃の範囲で推移し、9 月以降は St.5 で低い傾向がみられた(図 3)。測点間の差は 1 月の St.2、St.4 間で最大 2.2℃であった。2～4 月にかけて 5℃台の低い値が目立った。塩分は 31.78～34.09 の範囲で推移し、測点間の差は最大 1.01 であった(図 3)。1 月の St.2～St.5 で高い値が目立った。クロロフィル a 量は 0.1～6.0 μg/l の範囲で推移し、各測点とも 9 月にピークを示した後、1～2 月まで減少するが、特に 8～11 月までの期間は St.1、3 で大きい値、St.4、5 で小さい値を示すことが多かった(図 3)。3～4 月にかけて全ての測点で増加傾向がみられるが、特に St.2 で大きく、St.4、5 での増加は比較的小さかった。

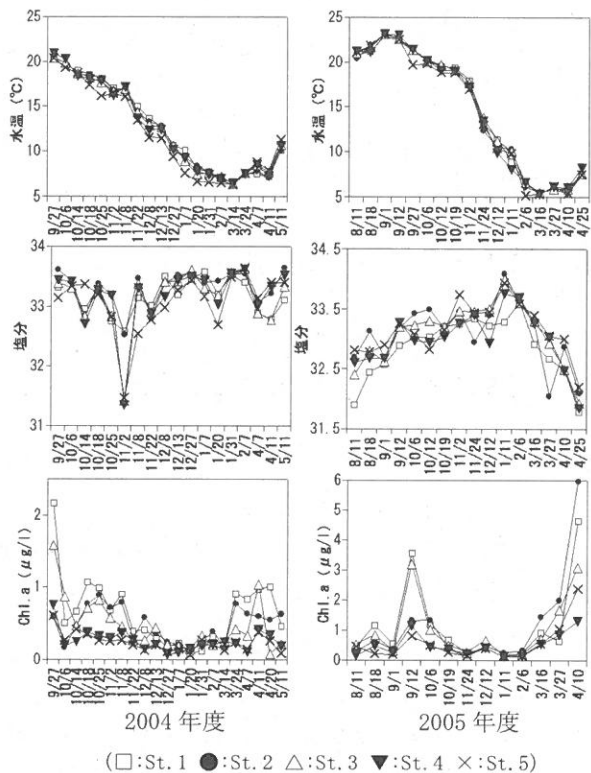
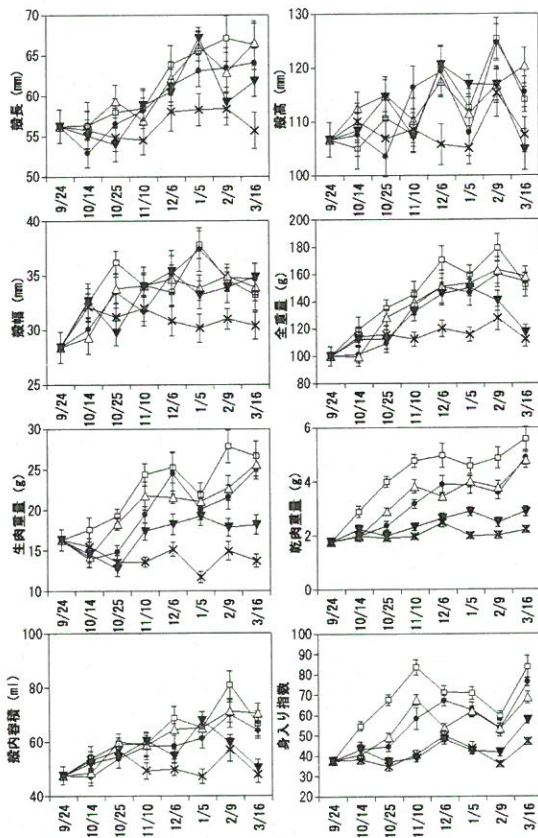


図 3 2004 年度および 2005 年度の気仙沼湾における水温(上)・塩分(中)・クロロフィル a 量(下)の推移

カキの身入り調査

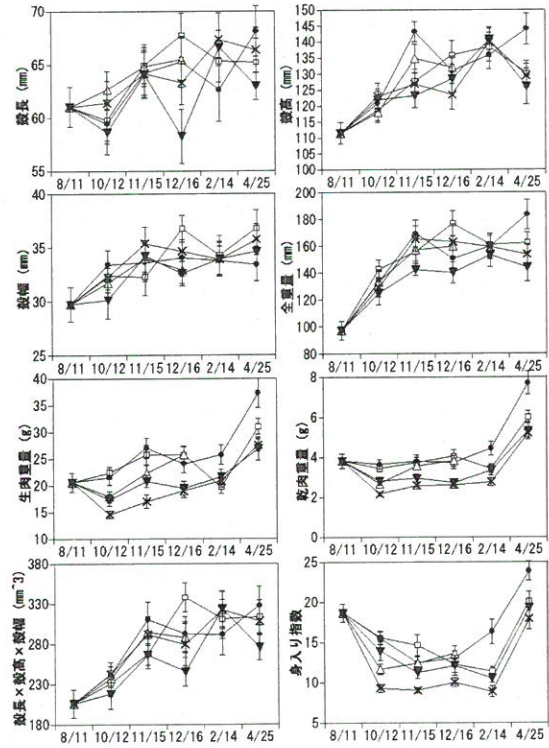
2004 年度(図 4)

殻長・殻高・殻幅はそれぞれ一定した傾向はみられなかったが、殻長では 1、3 月、殻高では 12、3 月、殻幅では 10、1 月に測点間に差がみられた。殻内容積は 12 月以降差がみられ、St.1 で常に、St.2、3 では 1 月を除いて大きい傾向にあった。また、St.5 では常に、St.4 では 2 月以降小さい傾向がみられた。全重量は 11 月以降、生肉重量・乾肉重量は 10 月から測点間の差が認められた。特に St.1 で大きく、St.5 で小さい傾向が強く、次に St.2、3 では大きい、St.4 では小さい傾向を示した。身入り指数もこれらの重量と同様の傾向を示した。



(□:St. 1 ●:St. 2 △:St. 3 ▼:St. 4 ×:St. 5)

図 4 2004 年度の気仙沼湾におけるカキ成長の推移
※鉛直直線は標準誤差



(□:St. 1 ●:St. 2 △:St. 3 ▼:St. 4 ×:St. 5)

図 5 2005 年度の気仙沼湾におけるカキ成長の推移
※鉛直直線は標準誤差

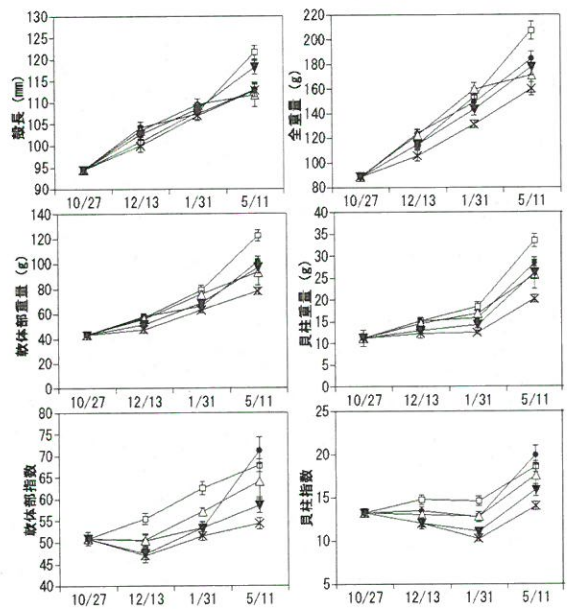
2005 年度 (図 5)

殻高で 11 月に測点間の差がみられた他は、殻長・殻高・殻幅には差がみられなかった。全重量にも差はみられなかった。生肉重量・乾肉重量は 10 月から差がみられはじめ、St.1、2 で大きい、St.5 で小さい傾向だった。St.2 では 5 月に特に大きい値を示した。身入り指数もこれらの重量と同様の傾向だった。

ホタテガイの成長調査

2004 年度 (図 6)

殻長は 10~1 月の期間は測点間に差は無く、5 月に St.1 と St.3、5 の間に差がみられた。全重量・軟体部重量・貝柱重量ともに 10、12 月は測点間に差が無く、1、5 月はそれぞれ St.1 で大きく、St.5 で小さい傾向がみられた。軟体部指数・貝柱指数を求めると、それぞれ 12 月から St.1 で大きい傾向がみられ、1 月には St.3、5 月には St.2 でも大きい値を示した。



(□:St. 1 ●:St. 2 △:St. 3 ▼:St. 4 ×:St. 5)

図 6 2004 年度の気仙沼湾におけるホタテガイ成長の推移
※鉛直直線は標準誤差

考 察

2004年度のカキ・ホタテガイおよび2005年度のカキの成長は殻長・殻高・殻幅では測点間で明瞭な傾向はみられず(図4、5、6)、殻の成長には差が現れなかった。全重量は2005年度のカキでは差がみられなかったが、2004年度のカキ・ホタテガイの全重量、2004年度のカキ・ホタテガイおよび2005年度のカキの生肉重量、乾燥重量、身入り指数(軟体部・貝柱指数)、2004年度のカキの殻内容積はSt.1で特に大きく、次にSt.2、3、次にSt.4の順に大きく、St.5では最も小さい傾向にあった。これらの測点間の傾向はクロロフィルa量の推移と同様である(図3)。この傾向は2005年度にSt.1およびSt.5で行われたムラサキガイの成長調査でも同様の結果を示しており¹⁰⁾、二枚貝共通のものと考えられる。

各調査期間中のカキ生肉重量から1日あたりの生肉増重量(g/日)を産出し、同期間中のクロロフィルa量(μg/l)の平均値との関係を調べた。2004年度、2005年度における両者の間には明瞭な関係はみられなかった(図7(a),(b))。ただし、2005年度においてクロロフィルa量が1.0μg/l以上の時(図7(b)、点線より右)に注目すると以下の関係がみられた。

- (1) 生肉増重量 = 0.1419 × ln(クロロフィル a 量) - 0.0108
(R² = 0.6319)
- (2) 生肉増重量 = 0.0813 × (クロロフィル a 量) - 0.0639
(R² = 0.6317)

上記より、カキの生肉増重量とクロロフィルa量の

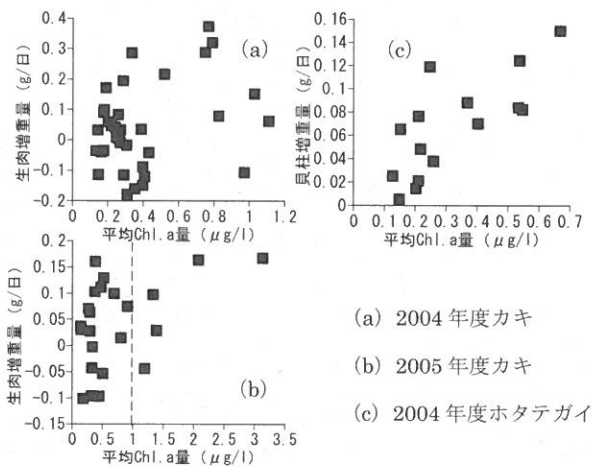


図7 カキの生肉増重量およびホタテガイの貝柱重量とクロロフィルa量の関係

間にはクロロフィルa量が1.0μg/lを超えた時に一定の関係がみられ、カキの成長とクロロフィルa量の間には一定の関係があるという報告¹¹⁾¹²⁾¹³⁾と一致した。クロロフィルa量が1.0μg/l以下の場合にカキの成長とクロロフィルa量の間には一定の関係がみられないのは、植物プランクトンが少ない場合にはカキは他の餌料(デトライタス・微小動物プランクトン¹⁴⁾等)を利用しているためと推察される。

この他にもカキの成長と餌の関係については、筏の密度、カキの垂下数・濾過水量、漁場の面積・流速から算出した餌の残率⁴⁾や色素指数(=植物色素量×間接濾過水量×餌料効率)¹⁵⁾との関係を見いだした報告がある。さらに、付着生物との餌の競合⁴⁾¹⁶⁾¹⁷⁾や前述した植物プランクトン以外の餌料等、今回測定していない項目の影響も考えられ、今後さらに検討が必要である。

2004年度のホタテガイ貝柱増重量(g/日)とクロロフィルa量(μg/l)についても同様の解析を行ったところ、以下の関係がみられた(図7(c))。

- (1) 貝柱増重量 = 0.0595 × ln(クロロフィル a 量) + 0.1432
(R² = 0.5548)
- (2) 貝柱増重量 = 0.1848 × (クロロフィル a 量) + 0.0082
(R² = 0.5664)

上記のようにホタテガイの貝柱増重量とクロロフィルa量の間には一定の関係がみられた。本調査期間に春季および秋季の植物プランクトンブルームとみられるクロロフィルa量の増加が起こっており(図3)、珪藻のブルームがホタテガイの成長に大きく影響するという報告¹⁸⁾¹⁹⁾と一致していた。ただし、ホタテガイの成長には今回の調査では測定していない流れの強さの影響が報告されており²⁰⁾²¹⁾、今後考慮していく必要がある。また、カキと同様に付着生物の影響²²⁾、餌料効率や餌の種類も考慮すべき項目である。

また、本報告では別々の区画である5点で調査を行ったが、同一区画内でも区画中心部におけるクロロフィルa量は区画沖側端と比べて低く、このことにより区画中心部でのカキの成長が滞る可能性が指摘されており²³⁾、より詳細な調査が必要である。

今回の調査で湾内の各漁場でカキ・ホタテガイの成長に差があることが明らかになったが、1960~1970年代と比較すると、鹿折・松岩地区では漁場面積・施設数ともに大幅に減少している(表1)。階上・大島・唐桑地区では面積は増加しているが、この中にはワカメ等海藻養殖も含まれているうえに、二枚貝養殖の施設

数は筏式では減少し、筏式と比べて潮通しがよく生産性の高い延縄式の施設²⁴⁾が増加している。これらのことから、現在の漁場は1960～1970年代と比較して二枚貝に対する生産性は大きく悪化してはいないものと推察される。

一方、カキ養殖漁場では漁場を永年使用することによってカキの排泄物の堆積等で底質が悪化する養殖場の老化現象が起こることが知られている²⁵⁾²⁶⁾。気仙沼湾では1971年²⁷⁾²⁸⁾²⁹⁾、1985年³⁰⁾、1991年³¹⁾、2001年³²⁾に全湾で底質調査が行われているが、この期間に底質の大きな変化はみられていない。底質に悪化の傾向がみられないのは、汚濁負荷量の軽減による水質環境の改善⁷⁾に加えてカキ施設数および生産量の減少(図1、表1)による底質への負荷の減少等が要因と考えられる。しかしながら、西湾、東湾ともに湾中央～湾奥部では各項目で水産資源保護協会の定める水産用水基準³³⁾を上回っており³²⁾、例年底層での低酸素水が発生していることから、今後底質の改善も視野に入れていく必要がある。

最後に養殖施設状況に関するデータを提供していただいた気仙沼地方振興事務所水産漁港部担当者各位に対し厚く御礼申し上げます。

要約

2001年のカキ・ホタテガイ養殖施設設置状況を調べた。また、2004年度にカキ・ホタテガイ、2005年度にカキの垂下試験を行い、その成長とクロロフィルa量との関係を調べた。

- 1) 両年度のカキ、2004年度のホタテガイはともに生肉重量・乾肉重量・身入り(貝柱)指数等に測点間の差がみられ、おおむねクロロフィルa量の推移と一致していた。
- 2) カキの生肉重量の1日あたりの増重量を求め、クロロフィルa量との関係を調べたが、明瞭な関係はみられなかった。ただし、クロロフィルa量が1.0 μ g/l以上の点では一定の関係がみられた。ホタテガイの貝柱重量の1日あたりの増重量はクロロフィルa量との間に一定の関係がみられた。
- 3) カキ施設数・生産量の減少、筏式から延縄式への施設の転換により、1960～1970年代と比較して湾内の生産性・底質環境は大きく悪化はしていないと推定された。
- 4) 二枚貝漁場の生産性を評価するためには漁場の流速、貝の濾過速度、餌料効率、付着生物の影響や餌の種類など考慮すべき項目が数多く残されており、今後の課題となる。

参考文献

- 1) 農林省宮城統計調査事務所(1959-1970)水産業の部. 宮城県農林水産統計年報昭和33-44年, 仙台, 宮城農林統計協会.
- 2) 東北農政局統計情報部(1971-1976, 2002-2006)水産業の部. 宮城県農林水産統計年報昭和44-49年, 平成12-16年, 仙台, 宮城農林統計協会.
- 3) 東北農政局統計情報部(2001)統計表. 宮城県漁業累年統計, 仙台, 東北農政局統計情報部, 360-388, 388pp.
- 4) 今井丈夫・伊藤進・中村捷・小野寺弘(1957)気仙沼湾カキ養殖場の生態学的研究—環境条件とカキの生産性. 気仙沼湾開発研究会, 1-39.
- 5) 酒井誠一・広沢一郎・高橋靖夫(1964)気仙沼湾カキ養殖場の生態学的調査、第1報、養殖場の環境とカキの生産性. 宮城水試気仙沼分場報告, 1-46.
- 6) 小畑一臣・須田善治・郷古富雄(1977)気仙沼湾カキ漁場における生産性低下の実態について. 宮城気水試研報, 3, 1-6.
- 7) 伊藤博・藤田則孝・千葉充子(2005)気仙沼湾湾奥部における漁場環境の変遷. 宮城水産研報, 5, 27-35.
- 8) 伊藤博・藤田則孝・千葉充子(2006)気仙沼湾湾奥部における漁場環境の季節変動. 宮城水産研報, 6, 51-57.
- 9) Holm-Hansen, O., Lorenzen, C. J., Holmes, R. W. and J. D. H. Strickland (1965) Fluorometric determination of chlorophyll. J. Cons. Cons. Int. Explor. Mer, 30, 3-15.
- 10) 齋藤憲次郎 未発表.

- 11) 楠木豊 (1977) マガキの生育とクロロフィル a 量との関係. 広水試研報, 9, 28-36.
- 12) 草加耕司・藤沢邦康・林浩志 (1994) 岡山県下の養殖漁場におけるマガキの成育とクロロフィル a との関係. 岡山水試報, 9, 15-21.
- 13) 広島県水産試験場 (2001) かきの大きさと餌料効率について. かき養殖体系再構築技術開発事業—平成 10~12 年度とりまとめ報告書—, 15-18.
- 14) Kamiyama, T., H. Yamauchi, T. Iwai, S. Hanawa, Y. Matsuyama, S. Arima and Yuichi Kotani (2005) Comparison of environmental conditions in two representative oyster farming areas: Hiroshima Bay, western Japan, Oginohama Bay (a branch of Ishinomaki Bay), northern Japan. Fisheries Sciences, 71, 1295-1303.
- 15) 楠木豊・木村知博・馬久地隆幸・橋本俊将 (1983) カキの成育と餌料量との関係について. 広水試研報, 13, 7-33.
- 16) 谷田専治・菊池省吾 (1961) 垂下養殖カキの付着生物に関する研究. 第 3 報 カキの成長・身入りに及ぼす影響. 東北水研報, 19, 142-148.
- 17) 藤田惣吉・藤田忠 (1964) 岩手県宮古湾におけるカキ養殖垂下連に附着したムラサキイガイの状況. 水産増殖, 12 (2), 85-87.
- 18) 嶋田宏・西田芳則・伊藤義三・水島敏博 (2000) 噴火湾八雲沿岸における養殖ホタテガイの成長、生残と漁場環境要因の関係. 北水試研報, 58, 49-62.
- 19) 品田晃良・栗原康裕・宮園章 (2005) 北海道オホーツク海側沿岸域における地まきホタテガイ成長不良年の予測. 北水試研報, 69, 123-128.
- 20) 宮園章・多田匡秀・小松輝久 (1995) 網走におけるホタテガイ漁場の流動、沈降粒子束とホタテガイの成長について. 水産海洋研究, 59(4), 389-397.
- 21) 宮園章 (2000) 流水水槽におけるホタテガイの成長と生理活性に及ぼす流れの強さの影響. 北水試研報, 58, 41-47.
- 22) 蔵田護・西田芳則・水島敏博 (1996) 噴火湾における養殖ホタテガイの付着生物. 北水試研報, 49, 15-22.
- 23) 渡辺誠樹・五十嵐輝夫・岩井拓郎・藤田則孝 (1979) カキ漁場内クロロフィル a 量の変化. 宮城気水試研報, 5, 49-58.
- 24) 気仙沼水産試験場(1975)カキ筏内部の生産性と、延縄式推定生産性の比較. 気仙沼湾奥部カキ漁場における生産低下の実態とその向上対策、特に漁場の適正行使対策について, 4-5.
- 25) Ito, S. and T. Imai (1955) Ecology of Oyster bed I. On the decline of productivity due to repeated cultures. Tohoku J. Agri. Res., 5(4), 251-268.
- 26) 菅野尚・佐々木実・桜井保雄・渡辺競・鈴木健三 (1965) 松島湾におけるカキの大量へい死に関する研究 I. 大量へい死の状況と環境について. 東北水研報, 25(1), 1-26.
- 27) 広沢一郎・五十嵐輝夫・藤田則孝 (1974) 気仙沼湾の底質について I. 気仙沼湾底質調査報告書, 宮城県気仙沼水産試験場, 1-14.
- 28) 広沢一郎・五十嵐輝夫・藤田則孝 (1974) 気仙沼湾の底質について II. 気仙沼湾底質調査報告書, 宮城県気仙沼水産試験場, 15-28.
- 29) 五十嵐輝夫・広沢一郎・藤田則孝 (1974) 気仙沼湾の底質について III. 気仙沼湾底質調査報告書, 宮城県気仙沼水産試験場, 29-57.
- 30) 太田裕達・五十嵐輝夫・武川治人 (1989) 気仙沼湾および大川下流の底質環境. 宮城気水試研報, 8, 77-80.
- 31) 伊藤章・田口滋之・千葉充子 (1994) 気仙沼湾および大川下流の底質環境 II. 宮城気水試研報, 9, 85-99.
- 32) 鈴木貢治・千葉充子 (2003) 気仙沼湾の底質および水質の経年変化. 宮城水産研報, 3, 53-62.
- 33) 日本水産資源保護協会 (2000) 水産用水基準. 2000 年版, 東京, 日本水産資源保護協会, 96pp.

附表 2004年度および2005年度の気仙沼湾におけるカキおよびホタテガイの成長の測点間の差 (同一記号は差が無いことを示す。Steel-Dwassの方法を用いた。)

2004年度ホタテガイ												
殻長												
	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5		St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	
10/27	a	a	a	a	a	殻長	a	a	a	a	a	
12/13	a	a	a	a	a	殻長	a	a	a	a	a	
1/31	a	a	a	a	a	殻長	a	a	a	a	a	
5/11	a	b	ab	ab	b	殻長	a	b	ab	ab	b	
全重量												
10/27	a	a	a	a	a	全重量	a	a	a	a	a	
12/13	a	a	a	a	a	全重量	a	a	a	a	a	
1/31	ab	ab	a	ab	b	全重量	ab	ab	a	ab	b	
5/11	a	ab	ab	b	b	全重量	a	ab	ab	b	b	
軟体部重量												
10/27	a	a	a	a	a	軟体部重量	a	a	a	a	a	
12/13	a	a	a	a	a	軟体部重量	a	a	a	a	a	
1/31	a	a	a	a	a	軟体部重量	a	a	a	a	a	
5/11	a	b	abc	b	c	軟体部重量	a	b	abc	b	c	
貝柱重量												
10/27	a	a	a	a	a	貝柱重量	a	a	a	a	a	
12/13	a	a	a	a	a	貝柱重量	a	a	a	a	a	
1/31	a	ab	ab	bc	c	貝柱重量	a	ab	ab	bc	c	
5/11	a	ab	abc	b	c	貝柱重量	a	ab	abc	b	c	
軟体部指数												
10/27	a	a	a	a	a	軟体部指数	a	a	a	a	a	
12/13	a	a	a	a	a	軟体部指数	a	a	a	a	a	
1/31	a	ab	ab	bc	c	軟体部指数	a	ab	ab	bc	c	
5/11	a	ab	ab	bc	c	軟体部指数	a	ab	ab	bc	c	
貝柱指数												
10/27	a	a	a	a	a	貝柱指数	a	a	a	a	a	
12/13	a	ab	ab	b	b	貝柱指数	a	ab	ab	b	b	
1/31	a	ab	a	bc	c	貝柱指数	a	ab	a	bc	c	
5/11	a	a	ab	bc	c	貝柱指数	a	a	ab	bc	c	

2005年度カキ												
殻長												
	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5		St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	
8/11	a	a	a	a	a	殻長	a	a	a	a	a	
10/12	a	a	a	a	a	殻長	a	a	a	a	a	
11/15	a	a	a	a	a	殻長	a	a	a	a	a	
12/16	a	a	a	a	a	殻長	a	a	a	a	a	
2/14	a	a	-	a	a	殻長	a	a	-	a	a	
4/25	a	a	-	a	a	殻長	a	a	-	a	a	
全重量												
8/11	a	a	a	a	a	全重量	a	a	a	a	a	
10/12	a	a	a	a	a	全重量	a	a	a	a	a	
11/15	a	b	ab	b	b	全重量	a	b	ab	b	b	
12/16	a	a	a	a	a	全重量	a	a	a	a	a	
2/14	a	a	-	a	a	全重量	a	a	-	a	a	
4/25	a	a	-	a	a	全重量	a	a	-	a	a	
殻高												
8/11	a	a	a	a	a	殻高	a	a	a	a	a	
10/12	a	a	a	a	a	殻高	a	a	a	a	a	
11/15	a	a	a	a	a	殻高	a	a	a	a	a	
12/16	a	a	a	a	a	殻高	a	a	a	a	a	
2/14	a	a	-	a	a	殻高	a	a	-	a	a	
4/25	a	a	-	a	a	殻高	a	a	-	a	a	
殻幅												
8/11	a	a	a	a	a	殻幅	a	a	a	a	a	
10/12	a	a	a	a	a	殻幅	a	a	a	a	a	
11/15	a	a	a	a	a	殻幅	a	a	a	a	a	
12/16	a	a	a	a	a	殻幅	a	a	a	a	a	
2/14	a	a	-	a	a	殻幅	a	a	-	a	a	
4/25	a	a	-	a	a	殻幅	a	a	-	a	a	
殻容積												
9/24	a	a	a	a	a	殻容積	a	a	a	a	a	
10/14	a	a	a	a	a	殻容積	a	a	a	a	a	
10/25	a	a	a	a	a	殻容積	a	a	a	a	a	
11/10	a	a	a	a	a	殻容積	a	a	a	a	a	
12/6	a	a	a	a	a	殻容積	a	a	a	a	a	
1/5	a	a	a	a	a	殻容積	a	a	a	a	a	
2/9	a	a	a	a	a	殻容積	a	a	a	a	a	
3/16	a	a	a	a	a	殻容積	a	a	a	a	a	
殻肉重量												
9/24	a	a	a	a	a	殻肉重量	a	a	a	a	a	
10/14	a	a	a	a	a	殻肉重量	a	a	a	a	a	
10/25	a	a	a	a	a	殻肉重量	a	a	a	a	a	
11/10	a	a	a	a	a	殻肉重量	a	a	a	a	a	
12/6	a	a	a	a	a	殻肉重量	a	a	a	a	a	
1/5	a	a	a	a	a	殻肉重量	a	a	a	a	a	
2/9	a	a	a	a	a	殻肉重量	a	a	a	a	a	
3/16	a	a	a	a	a	殻肉重量	a	a	a	a	a	
殻肉容積												
9/24	a	a	a	a	a	殻肉容積	a	a	a	a	a	
10/14	a	a	a	a	a	殻肉容積	a	a	a	a	a	
10/25	a	a	a	a	a	殻肉容積	a	a	a	a	a	
11/10	a	a	a	a	a	殻肉容積	a	a	a	a	a	
12/6	a	a	a	a	a	殻肉容積	a	a	a	a	a	
1/5	a	a	a	a	a	殻肉容積	a	a	a	a	a	
2/9	a	a	a	a	a	殻肉容積	a	a	a	a	a	
3/16	a	a	a	a	a	殻肉容積	a	a	a	a	a	
殻肉指数												
9/24	a	a	a	a	a	殻肉指数	a	a	a	a	a	
10/14	a	a	a	a	a	殻肉指数	a	a	a	a	a	
10/25	a	a	a	a	a	殻肉指数	a	a	a	a	a	
11/10	a	a	a	a	a	殻肉指数	a	a	a	a	a	
12/6	a	a	a	a	a	殻肉指数	a	a	a	a	a	
1/5	a	a	a	a	a	殻肉指数	a	a	a	a	a	
2/9	a	a	a	a	a	殻肉指数	a	a	a	a	a	
3/16	a	a	a	a	a	殻肉指数	a	a	a	a	a	

2005年度ホタテガイ												
殻長												
	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5		St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	
8/11	a	a	a	a	a	殻長	a	a	a	a	a	
10/12	a	a	a	a	a	殻長	a	a	a	a	a	
11/15	a	a	a	a	a	殻長	a	a	a	a	a	
12/16	a	a	a	a	a	殻長	a	a	a	a	a	
2/14	a	a	-	a	a	殻長	a	a	-	a	a	
4/25	a	a	-	a	a	殻長	a	a	-	a	a	
全重量												
8/11	a	a	a	a	a	全重量	a	a	a	a	a	
10/12	a	a	a	a	a	全重量	a	a	a	a	a	
11/15	a	a	a	a	a	全重量	a	a	a	a	a	
12/16	a	a	a	a	a	全重量	a	a	a	a	a	
2/14	a	a	-	a	a	全重量	a	a	-	a	a	
4/25	a	a	-	a	a	全重量	a	a	-	a	a	
殻高												
8/11	a	a	a	a	a	殻高	a	a	a	a	a	
10/12	a	a	a	a	a	殻高	a	a	a	a	a	
11/15	a	a	a	a	a	殻高	a	a	a	a	a	
12/16	a	a	a	a	a	殻高	a	a	a	a	a	
2/14	a	a	-	a	a	殻高	a	a	-	a	a	
4/25	a	a	-	a	a	殻高	a	a	-	a	a	
殻幅												
8/11	a	a	a	a	a	殻幅	a	a	a	a	a	
10/12	a	a	a	a	a	殻幅	a	a	a	a	a	
11/15	a	a	a	a	a	殻幅	a	a	a	a	a	
12/16	a	a	a	a	a	殻幅	a	a	a	a	a	
2/14	a	a	-	a	a	殻幅	a	a	-	a	a	
4/25	a	a	-	a	a	殻幅	a	a	-	a	a	
殻容積												
9/24	a	a	a	a	a	殻容積	a	a	a	a	a	
10/14	a	a	a	a	a	殻容積	a	a	a	a	a	
10/25	a	a	a	a	a	殻容積	a	a	a	a	a	
11/10	a	a	a	a	a	殻容積	a	a	a	a	a	
12/6	a	a	a	a	a	殻容積	a	a	a	a	a	
1/5	a	a	a	a	a	殻容積	a	a	a	a	a	
2/9	a	a	a	a	a	殻容積	a	a	a	a	a	
3/16	a	a	a	a	a	殻容積	a	a	a	a	a	
殻肉重量												
9/24	a	a	a	a	a	殻肉重量	a	a	a	a	a	
10/14	a	a	a	a	a	殻肉重量	a	a	a	a	a	
10/25	a	a	a	a	a	殻肉重量	a	a	a	a	a	
11/10	a	a	a	a	a	殻肉重量	a	a	a	a	a	
12/6	a	a	a	a	a	殻肉重量	a	a	a	a	a	
1/5	a	a	a	a	a	殻肉重量	a	a	a	a	a	
2/9	a	a	a	a	a	殻肉重量	a	a	a	a	a	
3/16	a	a	a	a	a	殻肉重量	a	a	a	a	a	
殻肉容積												
9/24	a	a	a	a	a	殻肉容積	a	a	a	a	a	
10/14	a	a	a	a	a	殻肉容積	a	a	a	a	a	
10/25	a	a	a	a	a	殻肉容積	a	a	a	a	a	
11/10	a	a	a	a	a	殻肉容積	a	a	a	a	a	
12/6	a	a	a	a	a	殻肉容積	a	a	a	a	a	
1/5	a	a	a	a	a	殻肉容積	a	a	a	a	a	
2/9	a	a	a	a	a	殻肉容積	a	a	a	a	a	
3/16	a	a	a	a	a	殻肉容積	a	a	a	a	a	
殻肉指数												
9/24	a	a	a	a	a	殻肉指数	a	a	a	a	a	
10/14	a	a	a	a	a	殻肉指数	a	a	a	a	a	
10/25	a	a	a									