

佐賀県有明海大浦地先における養殖マガキの成育状況

古川泰久・中牟田弘典

Growth of Cultured Oyster, *Crassostrea gigas* in Oura of Ariake Sound

Yasuhisa FURUKAWA and Hironori NAKAMUTA

まえがき

佐賀県有明海にはカキ地種としてマガキ、シカメガキ、スミノエガキが生息している。しかし、いずれも垂下養殖種としては不向きなため、太良町大浦地先に宮城県産マガキを導入し2001年度から筏式の垂下養殖が試験的に開始された。2004年度からは本格的に行われ、現在約20台の筏で養殖が行われている。種苗マガキは1、2月に搬入され、まずは潮間帯（干潟域）において抑制処理が行われる。その後5月に沖合に垂下されて、身入りが良くなる11月から出荷が始まり年度内には全量出荷される。この養殖マガキは、焼いても身が縮みにくく味が濃厚で良いことから、佐賀県内のカキ焼き小屋で主に消費されている。

しかし、本格的な垂下養殖の開始以降、8～9月にかけて毎年少なからず斃死が起り豊凶の差が著しいため供給も不安定である。

そこで、ここでは2009～2013年度において養殖マガキの成育状況を調査し、その間に発生した大量斃死の原因についても一考したので、今後の対策に資するために報告する。

材料および方法

調査地点は佐賀県大浦地先のマガキ養殖筏（図1）で大潮満潮時の水深は約7～10mである。試験には、1～2月に宮城県においてホタテガイの貝殻（原盤）に付着させたマガキ種苗を搬入後、大浦地先の潮間帯で4月下旬から5月上旬にかけて抑制処理したものを用いた。

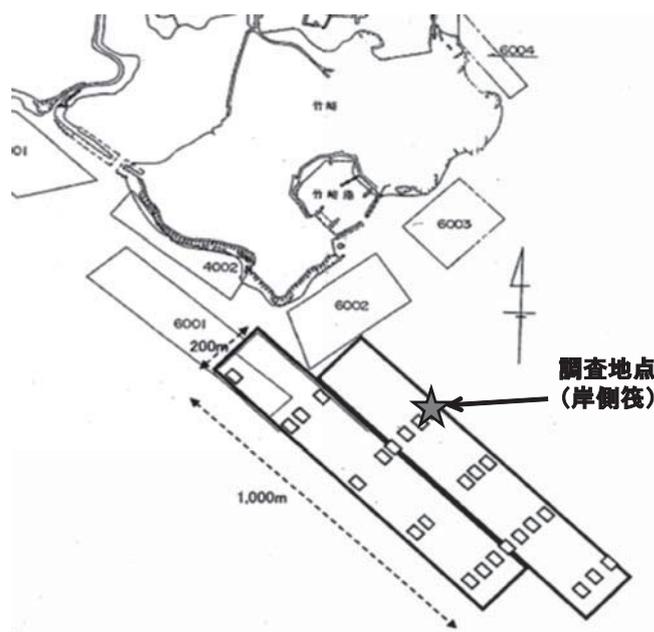


図1 調査地点

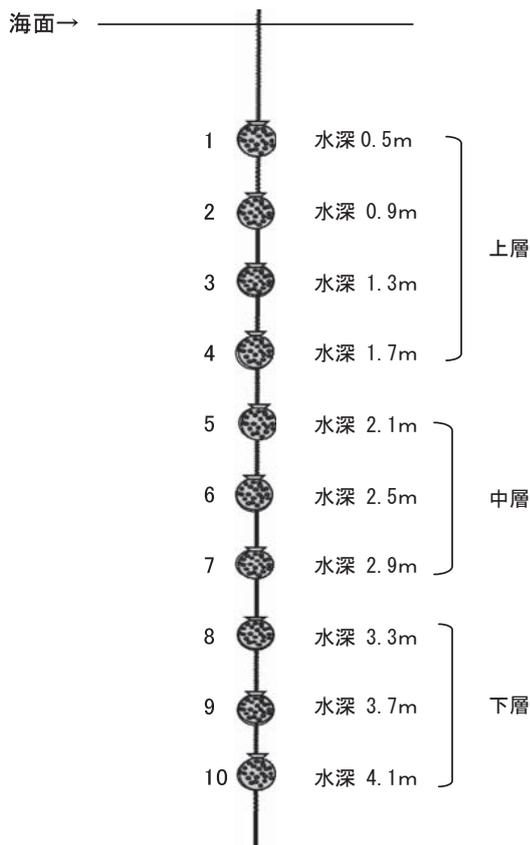


図2 原盤の垂下間隔

垂下開始時の平均殻高は9~13mmであった。垂下方法は、原盤10枚をロープ(直径12mm)に40cm間隔で挟み込み、最上部を海面下0.5mになるように養殖筏(12×24m)に垂下した(図2)。なお、原盤の表面積は136~172cm²の範囲内であった。

調査は2009~2013年度の7~2月まで毎月1~3回、上層(水深0.5~1.7m)、中層(水深2.1~2.9m)、下層(水深3.3~4.1m)に垂下した原盤上のカキを対象とした。それぞれの層から2~4枚の原盤を抜き取った後、実験室に持ち帰り、原盤からカキおよび付着生物等をスクレーパー等できれいに剥離した。カキは水洗いした後、原盤1枚の生貝の付着数、殻高および全重量を全数測定した。さらに全重量10g以上の個体は軟体部重量を測定し、軟体部重量割合(軟体部重量×100/全重量)を求めた。

また、死貝は殻高および死貝数を測定し、生貝率(生貝数×100/(生貝数+死貝数))および殻長組成を求めた。カキの生産量については、大浦支所の出荷量から求めた。

水質は、図1の調査点で8月から10月まで毎月4~7回調べた。水質項目は表層および底層(B-1m)の水溫、塩分、溶存酸素(DO)、クロロフィルa量とした。なお、

水溫、塩分、DOはCSTDあるいはASTDを用いて測定し、クロロフィルa量は試水をGF/Fフィルターで濾過後、フィルターをN-Nジメチルホルムアルデヒド(DMF)で抽出し、蛍光法¹⁾により測定した。

結果および考察

1. マガキの成長(平均重量, 平均軟体部重量割合)

マガキの平均重量の推移を図3に示した。各年度における平均重量は、8月上旬には1個当たり10~15gとほぼ同じであった。9月以降成長差が顕著となり、出荷直前の11月中下旬には2011年度を除き40g以上と順調に成長していたが、2011年度は30g以下で最も成長が悪かった。

マガキの平均軟体部重量割合の推移を図4に示した。軟体部重量割合は、産卵盛期から産卵末期の8月から9月にかけて10.4~27.7%の範囲内で増減を繰り返した。2009年度は10.4~15.4%と低い傾向で推移した。一方、2010年度は22.3~27.7%と高く推移した。

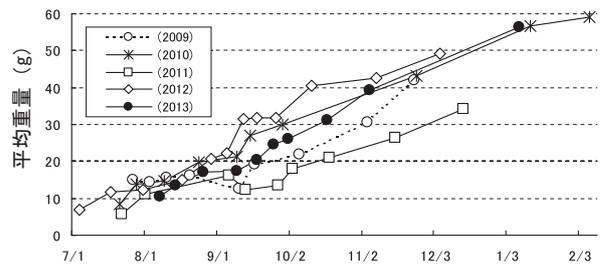


図3 マガキの平均重量の推移

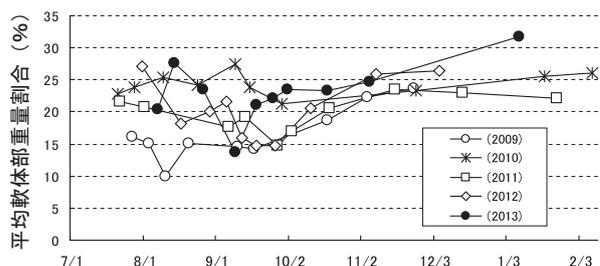


図4 マガキの平均軟体部重量割合の推移

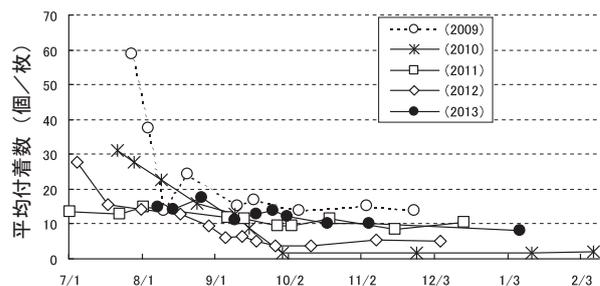


図5 マガキの原盤1枚当たりの平均付着数の推移

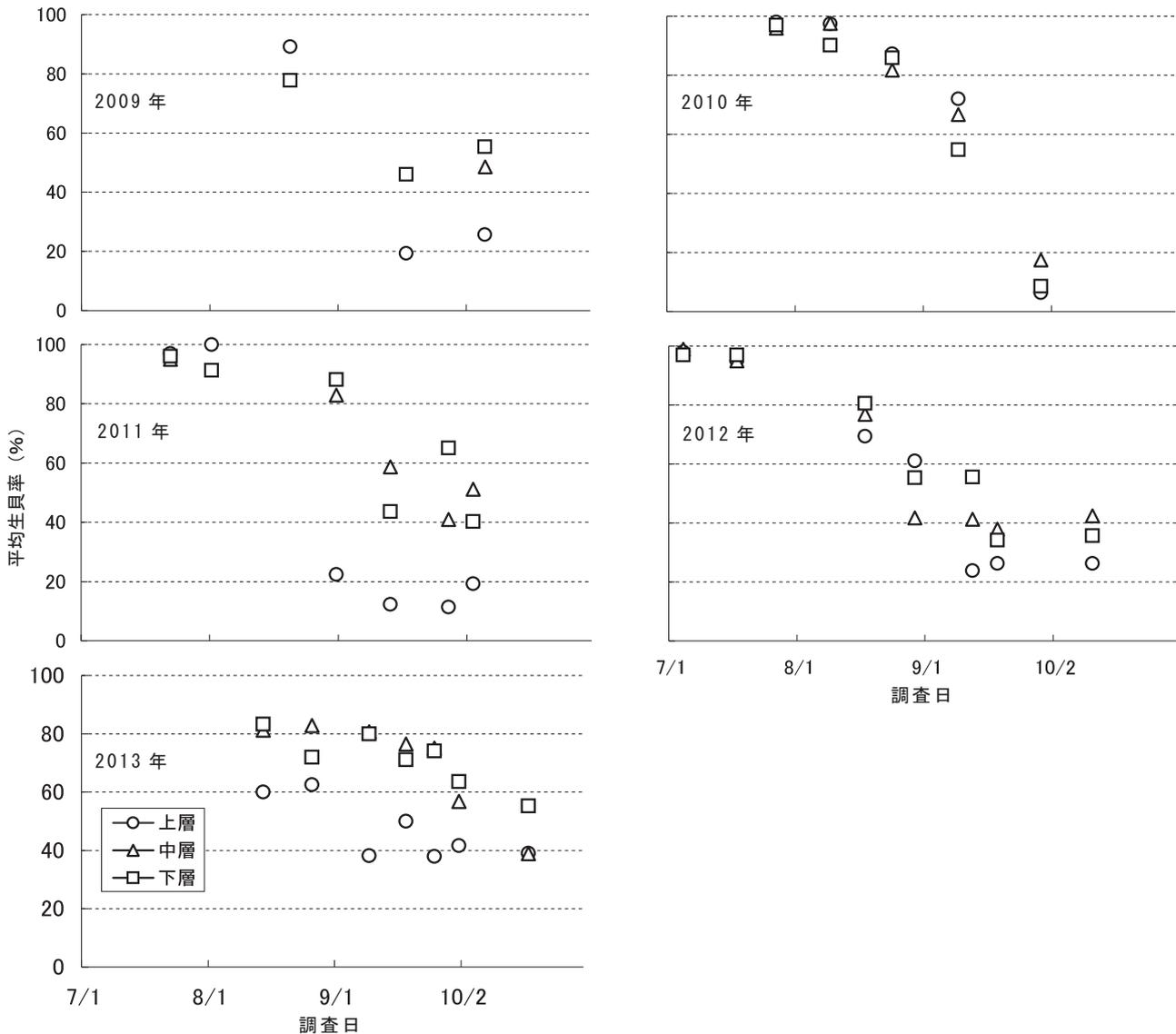


図6 2009～2013年度における層別の平均生貝率の推移

2. マガキの生残（平均付着数，平均生貝率）

原盤1枚当たりの平均付着数の推移を図5に，7月から10月までの層別の平均生貝率を図6に示した。平均付着数は，5年間の調査を通じて9月上旬に20個以下となり，その後，調査年度により程度の差があるものの10月上旬にかけて減少し，それ以降はほぼ横這いで推移した。10月上旬時点の平均付着数は2009，2011，2013年度では10個以上であったが，2010年度は約2個，2012年度は約5個と少なかった。原盤1枚当たりの平均付着数は7月から9月にかけて減少しているが，8月上旬までの生貝率は80%以上で推移したことから7月までの主な減少は魚類等の食害による減耗²⁾が原因と推定された。

平均生貝率は8月中旬まで全層ともに60～80%の範囲で推移していたが，9月以降全層ともに低下した。こ

のことから斃死は主に8月下旬に始まり，9月にピークとなったと考えられた。また，垂下水深帯毎の平均生貝率の推移をみると，斃死の発生以降，上層は中・下層に比べ低い傾向があった。

斃死がどの期間，どのサイズで発生したのかを詳細に検討するために，8～10月までの層別の生貝および死貝の殻高組成の推移を年度別に図7～11に示した。

2009年度（図7）：8月20日の時点では，上層の死殻の割合は10.3%，下層では22.2%であった。また，死殻は，上層では殻高50～60mmの階級で，下層では30～55mmの階級でみられ，30～40mmの階級で死殻が確認されたのは下層のみであった。9月17日の時点では，上層の死貝の割合は80.7%，下層では54.0%となったことから，この間にはほぼ全ての殻高階級において

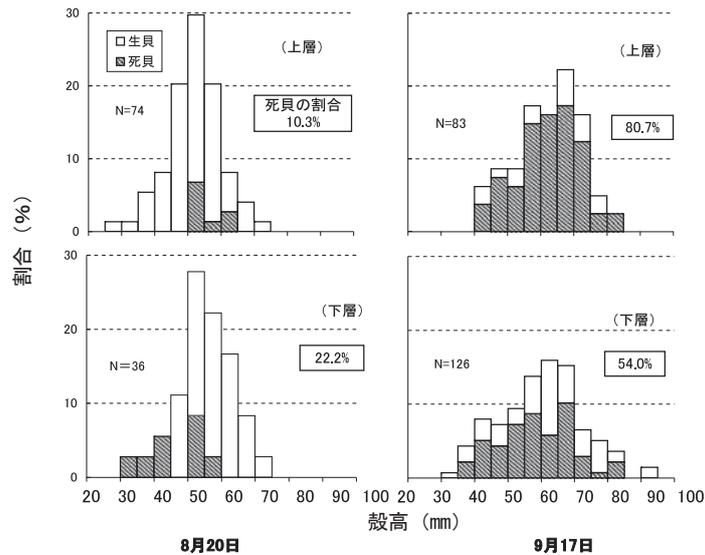


図7 2009年度における層別の殻高組成の推移

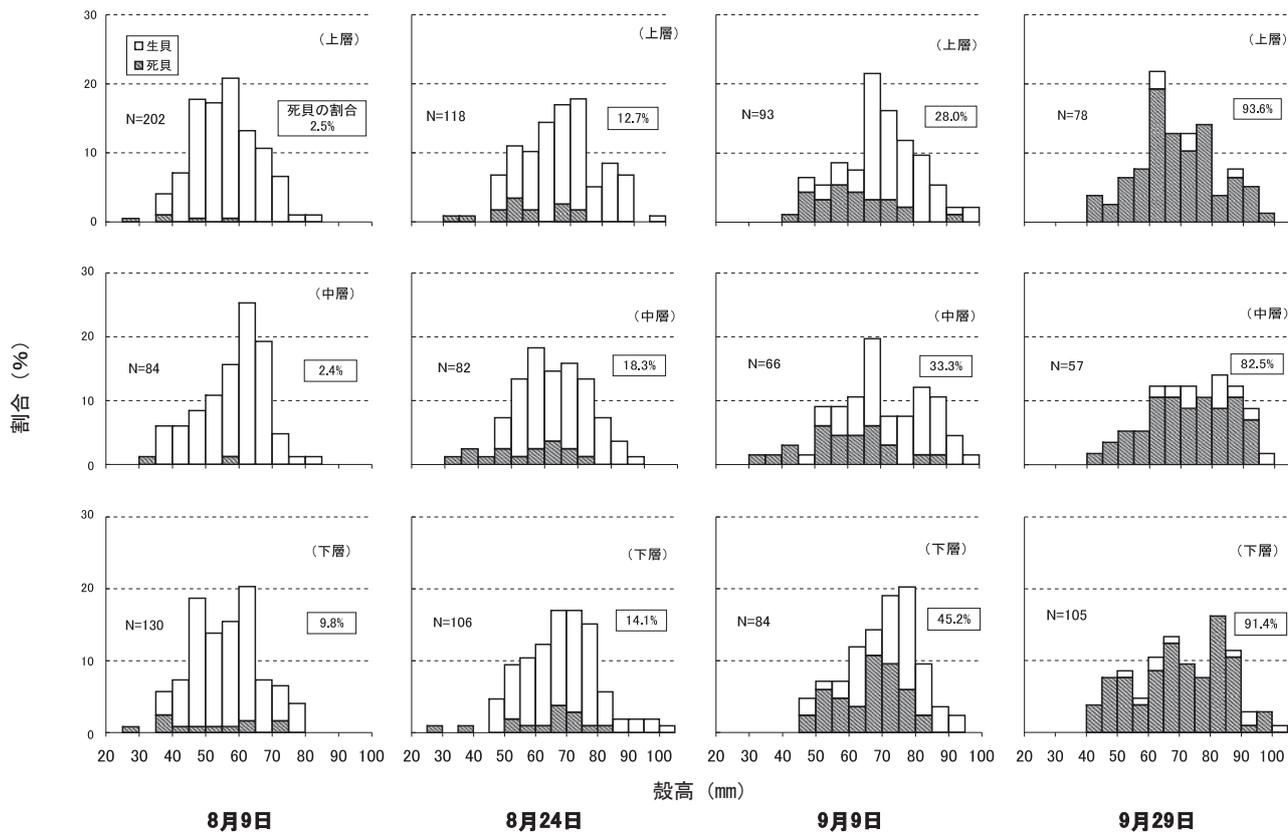


図8 2010年度における層別の殻高組成の推移

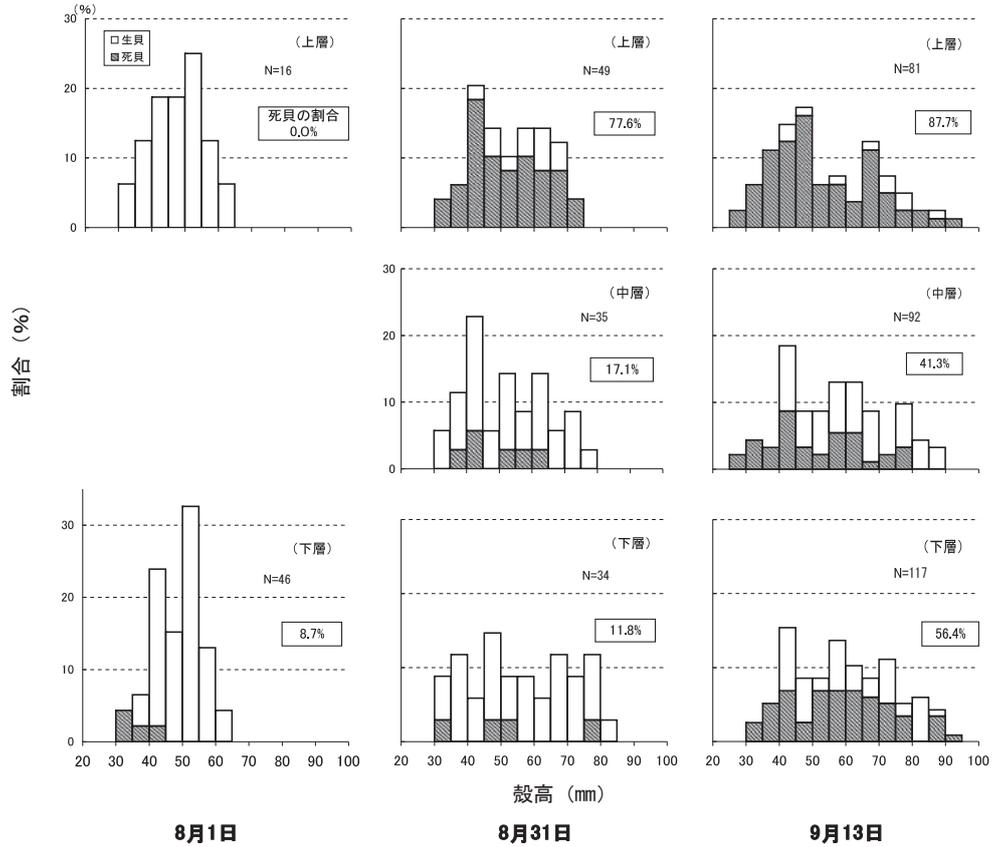


図9 2011年度における層別の殻高組成の推移

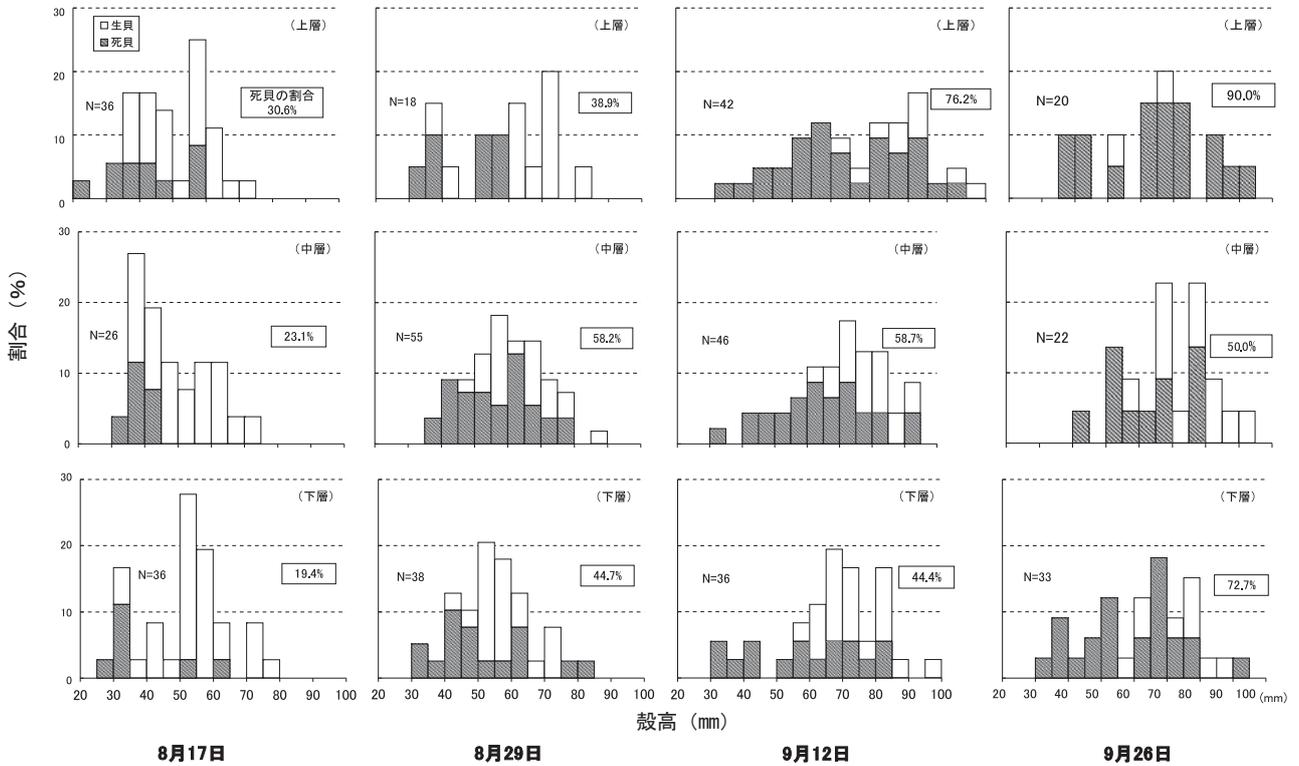


図10 2012年度における層別の殻高組成の推移

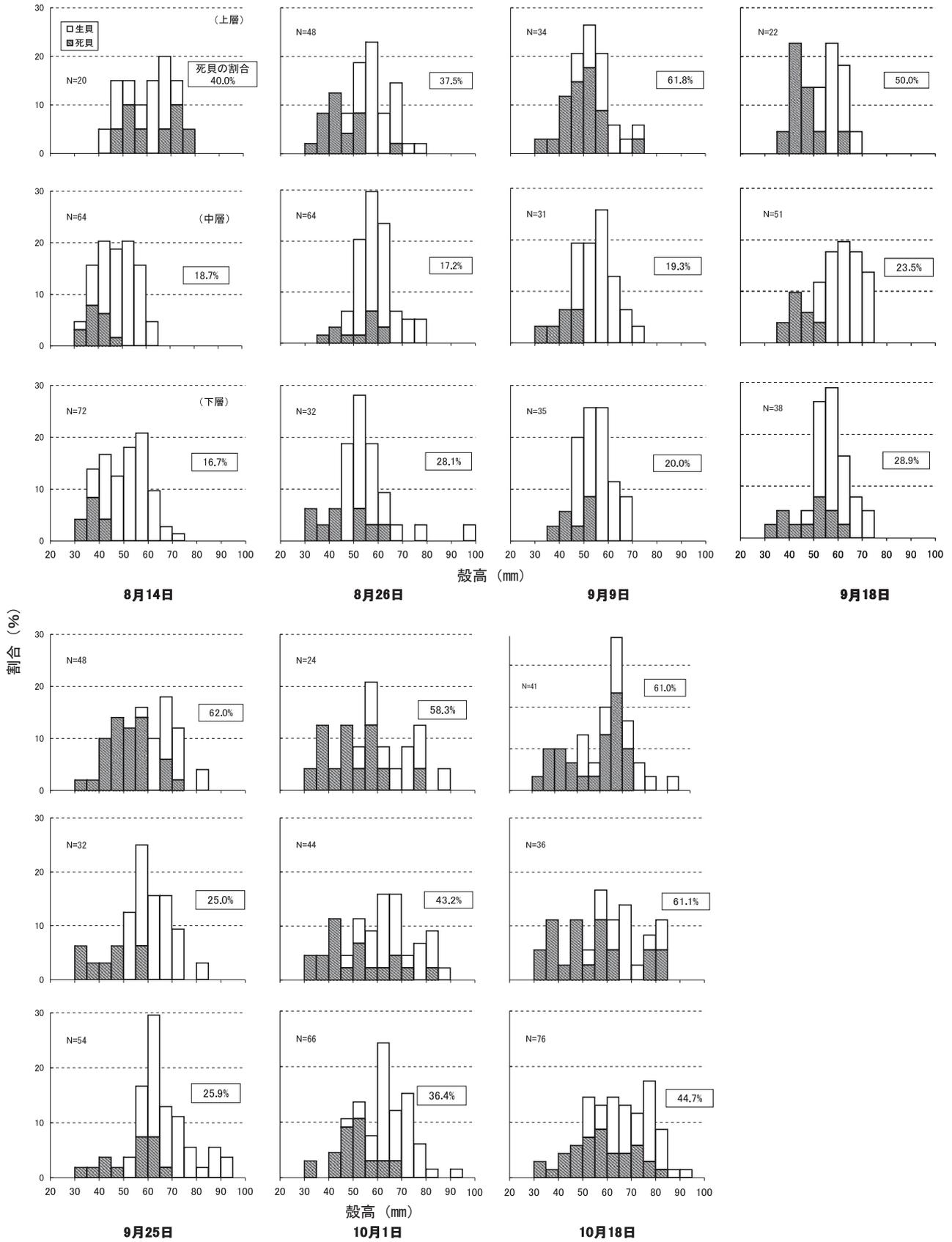


図 11 2013 年度における層別の殻高組成の推移

急激な斃死があったと考えられた。

2010年度(図8):8月9,24日の時点では,全層共に死殻の割合は20%以下と低く,死殻は殻高75mm階級以下でみられた。9月9日の時点では,死貝の割合は上,中,下層で,それぞれ28.0,33.3,45.2%と全層で増加し,死殻の殻高階級も85mmまでみられるようになった。さらに,9月29日の時点では,上,中,下層でそれぞれ93.6,82.5,91.4%となり,死殻の殻高階級も90mmまでみられるようになった。このことから,8月24日から9月29日の間に,ほぼ全ての殻高階級で急激な斃死があったと考えられた。

2011年度(図9):8月1日の時点では,下層の殻高階級30~40mm以外,死貝がみられなかった。8月31日の時点では,死殻の割合は上,中,下層で,それぞれ77.6,17.1,11.8%となったことから,この間に上層のみ全ての殻高階級で急激な斃死があったと考えられた。9月13日の時点では,死殻の割合が中層で41.3%,下層で56.4%となったことから,中,下層でも,この間にほぼ全ての殻高階級で急激な斃死があったと考えられた。

2012年度(図10):8月17日の時点では,死貝の割合が上,中,下層で,それぞれ30.6,23.1,19.4%と下層ほど死貝の割合が低い傾向がみられた。8月29日の時点では,上,中,下層で,それぞれ38.9,58.2,44.7%と高くなり,9月12日の時点では,上,中,下層で,それぞれ76.2,58.7,44.4%とさらに高くなったことから,この間にほぼ全ての殻高階級で急激な斃死があったと考えられた。

2013年度(図11):8月14日の時点では,死貝の割合が上,中,下層で,それぞれ40.0,18.7,16.7%と下層ほど死貝の割合が低い傾向がみられた。その後,急激に死貝の割合が増えることはなく,8月26日から10月18日の間の死貝の割合は,上層で37.5~62.0%,中層で17.2~61.1%,下層で20.0~44.7%となっており,ただらと斃死が続いていたものと推定された。また,この間の死殻の割合は下層ほど低い傾向がみられた。

以上のように斃死は主に8月下旬に始まり9月中旬に最大になる傾向があると考えられ,この期間は産卵盛期から産卵末期と重なっている。また各年度ともに貝の大きさに関係なく斃死が発生し,最大殻高の個体の斃死も観察された。このことは成長が良好な個体でも斃死が発生することを示唆している。

3. カキの生産量

大浦地先のカキ養殖におけるカキの生産量については,表1に示した。カキの生産量については筏1基あた

りでは2009年度が3.02トンと最も多く,次いで2013,2012,2011,2010年度で,2010,2011年度が2トン以下と少なく不調であった。生産量もこの傾向は同じで最大は2009年度の75.6トン,最低は2010年度の26.6トンであった。なお,生産量が50.1トンと多かった2012年度は,原盤1枚当たりの平均付着数が少なかったものの,平均重量が高かったことがこの結果に結びついたと考えられた。

表1 大浦地先におけるカキ養殖の生産状況

年度	筏1基あたり 生産量(トン)	生産量(トン)	経営体数	筏数(基)
2009	3.02	75.6	21	25
2010	1.06	26.6	21	25
2011	1.78	39.1	20	22
2012	2.28	50.1	19	22
2013	2.39	48.9	18	22

4. 養殖環境

表層および底層の水温の推移を図12に示した。表層水温は8月上旬から下旬にかけて,底層水温は8月中旬から9月上旬にかけてピークとなった。表層の最高水温は2013年8月中旬の32.5℃,底層の最高水温は2010年9月上旬の28.9℃であった。表層水温は底層水温に比べ,

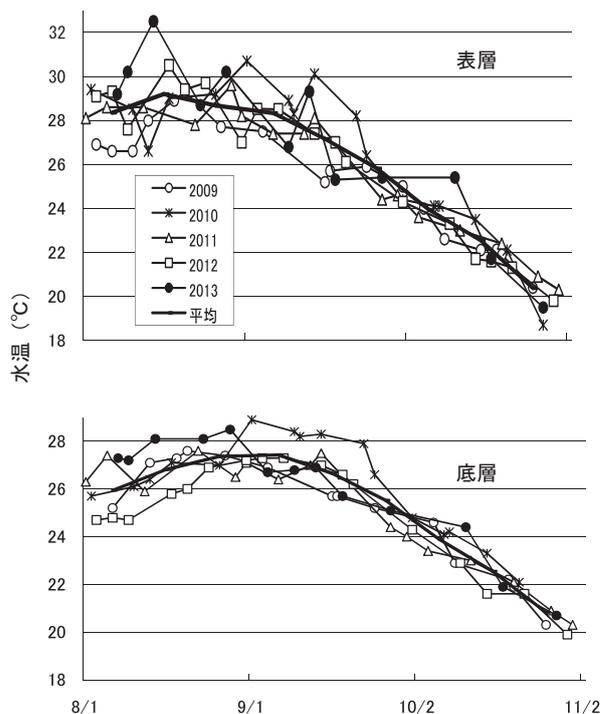


図12 水温の推移

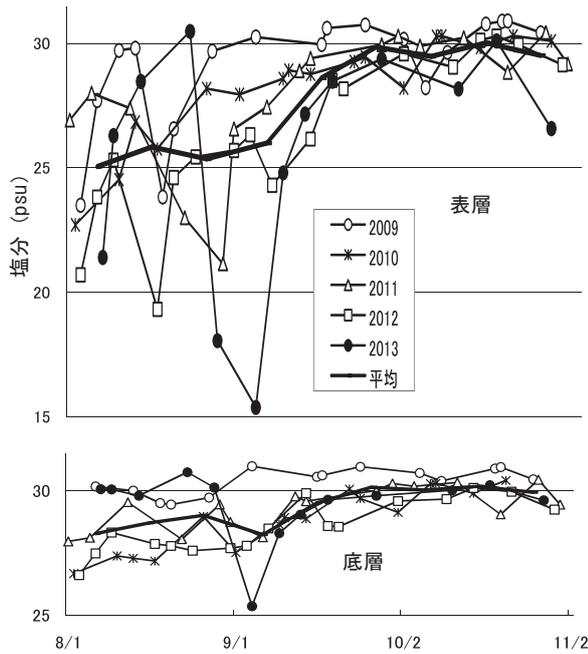


図 13 塩分の推移

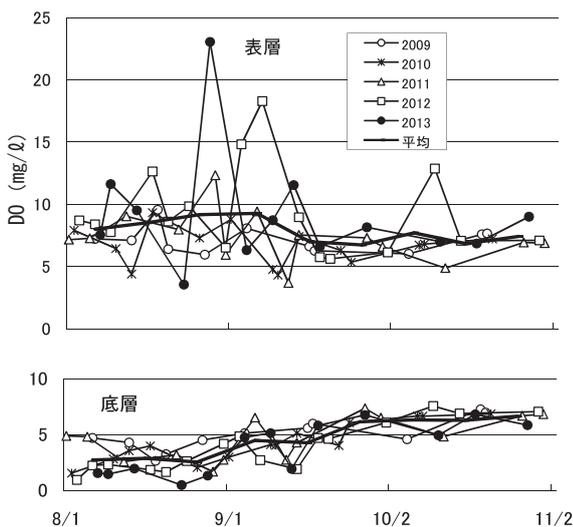


図 14 DO の推移

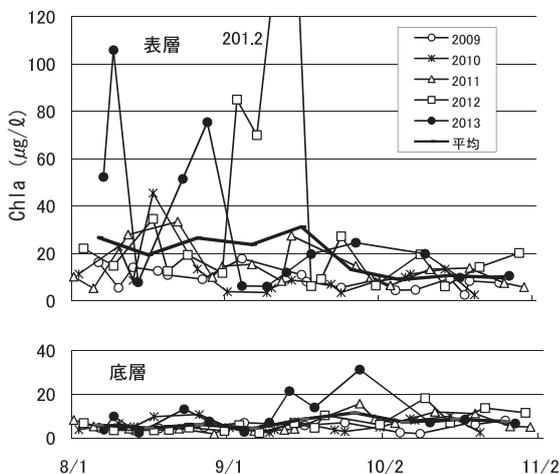


図 15 クロロフィル a 量の推移

変動が大きく、9月中旬以降は変動の幅が小さくなる傾向があった。

表層および底層の塩分の推移を図 13 に示した。表層塩分は 15.3~30.7 psu、底層塩分は 25.4~32.3 psu の範囲内で推移した。表層塩分は底層塩分には変動が大きく、9月中旬以降は変動の幅が小さくなる傾向があった。塩分は全期間を通じて 15psu 以上で推移しており、成育に不適とされる 10 psu 以下³⁾に低下しなかったことから、塩分に関しては斃死への影響が少なかったと考えられた。

表層および底層の溶存酸素 (DO) の推移を図 14 に示した。表層の DO は 3.8~23.3 mg/l、底層 DO は 1.9~7.4 mg/l の範囲内で推移した。表層の DO は底層の DO に比べ、数値が高く変動も大きかった。9月中旬以降は変動の幅が小さくなる傾向であった。2013 年 8 月に、DO が 3 mg/l 未満の貧酸素状態となったものの、1 mg/l 未満の著しい貧酸素状態となっていないことなどから、大量斃死に繋がらなかったと考えられた。

表層および底層のクロロフィル a 量の推移を図 15 に示した。表層のクロロフィル a 量は 0.9~201.2 µg/l、底層のクロロフィル a 量は 1.2~31.3 µg/l の範囲内で推移しており、表層の値は底層の値に比べ数値が高かった。さらにクロロフィル a 量の数値は表層が 8 月上旬から 9 月中旬にかけて、底層が 9 月中旬から 10 月中旬にかけて高くなる傾向がみられ、表層と底層とでは傾向が異なっていた。クロロフィル a 量は表層平均で 10~32 µg/l、底層平均で 4~12 µg/l の範囲内で推移しており、外海域にくらべ餌料環境に恵まれていたことが明らかとなった。

以上のことから、順調に成育した 2009 年度については、9 月上旬から中旬にかけての表層水温は 25.2~27.5 °C、底層水温は 25.7~26.9 で推移し、過去 5 年間で最も低く推移した。また底層の DO も期間中一時的に最低 2.6 mg/l を示したにとどまり、クロロフィル a 量も一定程度存在していた。さらに、このとき生殖腺発達個体の占める割合が少なく⁴⁾、軟体部重量比率は低く推移したことから、1 貝当たりの産卵量も少なくなり、産卵に伴う疲弊も低かったと推定された。このことから過去 5 年間で最も斃死が少なく、生産量も多かった 2009 年度のように順調に成育するためには養殖環境として、水温が低いこと、塩分が高めで安定すること、DO も低いレベルにならないこと⁵⁾などの条件が揃うことが必要であると考えられた。

一方、成育が順調でなかった 2010 年度は、9 月上旬か

ら中旬にかけての表層水温は28.2~30.8℃、底層水温はともに27.9~28.9と過去5年間で最も高く推移しており、成育には不適な水温であったと考えられた。さらに、このとき軟体部に占める生殖腺割合が高く、常に成熟状態であり⁴⁾の軟体部重量比率は高く推移したため、1貝当たりの産卵量も多くなり、産卵に伴う疲弊も大きかったと推定され、これらのことが生貝率の急減、すなわち大量斃死の一因と考えられた。しかしながら、2013年度については、夏も猛暑で8月中旬に表層水温は最高の32.5℃に達したが、高水温期間は短く、9月にはほぼ平年並みに推移した。このことが2013年度の斃死率が低く、大量斃死を免れることができた要因の一つと推察された。

また、夏季以降に大量に出現する付着生物についても斃死の原因の一つとして懸念されている⁶⁾。付着生物の種類や量、さらに出現期間も毎年同じ状況ではなく、当海域の付着生物の量は外海域にくらべ非常に多く、生産力が高い^{6,7)}ことが示されている。また、8月以降に大量に出現するフジツボ類に対する有効な対策として他海域では深吊り、捨て連などが実施されている⁸⁾が、大浦地先の養殖場は水深が大潮満潮時でも7~10mと浅いため、他海域で行われる5m以深の深吊りなどの対策が取れないことが本海域の斃死にも影響していると考えられた。しかしながら、本研究の結果、大量斃死が発生した2010年度を除き、中層および下層にあたる垂下水深2m以深では斃死が軽減できたことから、斃死の防止対策としては夏期には垂下連を2m以下に深吊りする方法が有効であると考えられた。

文 献

- 1) R. Suzuki and T. Ishimaru (1990) : An improved method for the determination of phytoplankton chlorophyll using N, N-dimethylformamid. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 46 190-194.
- 2) 斉藤英俊・中西夕佳里・重田利拓・海野徹也・河合幸一郎・今林博道 (2008) : 広島湾におけるマガキ種苗に及ぼす魚類の捕食の影響. *日水誌*, 74(5), 809-815.
- 3) 社団法人日本水産資源保護協会. 漁場環境調査検討事業環境条件が魚介類に与える影響に関する主要要因の整理. 1983.
- 4) 社団法人マリノフォーラム 21, 芙蓉海洋開発株式会社, 五洋建設株式会社, 日本ミクニヤ株式会社. 平成 22 年度有明海漁場造成技術開発事業報告書 (2), 東京. 2011.
- 5) J. Higano, K. Hirano, S. Kitahara, M. Matsuda, K. Mizuta, A. Fujii and A. Shinagawa (2010): Manila clam and Pacific oyster culture in Isahaya bay - For the sustainable production in streeful environment- . *Bull. Fish. Res. Agency*, 29, 39-47.
- 6) Satuito Cyril Glenn・山田秀樹・大橋智志・北村 等 (2013) : 長崎県諫早湾のマガキ養殖場に出現する付着汚損生物の種組成と量的変化. *Sessile Organisms*, 30(1), 1-10.
- 7) 友田啓次郎・藤倉慎也・東 健一・鈴木達雄・サトイトシ・リルグレン・北村 等 (2007). 新長崎漁港における石炭灰コンクリート基板に対する付着生物調査. *Sessile Organisms*, 24, 141-145.
- 8) 荒川好満 (1973) : 養殖カキ付着生物の予防と駆除の手引き. *カキ養殖技術研修資料* (広島県水産試験場), 28 pp.