

筑前海区産養殖マガキのグリコーゲン及び遊離アミノ酸量の 季節変化及び年変動

内藤 剛・後川 龍男・篠原 満寿美^a
(研究部)

筑前海区産養殖マガキ*Crassostrea gigas*について、グリコーゲン及び遊離アミノ酸量の分析を行い、季節変化及び年変動を明らかにした。グリコーゲンは、唐泊の2011年度を除き漁期が進むと増加していた。遊離アミノ酸及びタウリンについては、糸島では漁期が進むと増加していたが、唐泊では増減に一定のパターンは認められなかった。グリコーゲン、アミノ酸ともに10月から12月は唐泊、1月以降は糸島が高い傾向にあった。糸島の身入とグリコーゲン及び遊離アミノ酸量、唐泊の身入と遊離アミノ酸量はいずれも正の相関を示した。

キーワード：カキ養殖，グリコーゲン，遊離アミノ酸

近年、筑前海区におけるマガキ（以下、「カキ」）養殖生産量は増加傾向にある。漁獲量の減少、魚価の低迷、燃油高騰など厳しい状況が続く漁船漁業と比較して、カキ養殖業はある程度計画的な生産が可能で、燃油の消費削減も期待できるため着業希望は多く、今後経営体数及び生産量はさらに増加することが予想される。

当海区のカキは主に生産者自身が経営する焼カキ小屋で消費されている。¹⁾しかしながら、県内では近年他業種からの焼カキ小屋事業参加が相次いでいる。これらの小屋の中には生産者経営の小屋より交通の便の良い都心部に開設されているものもあり（図1）、今後カキ小屋間の競争の激化が予想される。生産者経営のカキ小屋が他と差別化を図るためには、産地直売であることをPRすることが有効であると考えられる。²⁾筑前海区産カキの特性としては、地の利を活かした鮮度、組織的な検査体制に基づく安全性などが挙げられるが、食品としての成分を把握しておくことも必要である。

カキの成分に関する報告としては、遊離アミノ酸とグリコーゲンに関するものが多い³⁾が、筑前海区産のカキに関する知見はない。そこで本研究では、成分の面から商品特性を把握することを目的として、筑前海区産養殖カキの分析を行い、その季節変化及び年変動を明らかにした。

方 法

2010年度から2012年度の間、糸島漁場（岐志地区）及び唐泊漁場のカキ養殖イカダ縁辺部から月1回垂下連を回収し、洗浄後無作為に抽出した50個について、殻高、殻付重量、軟体部重量を測定した。身入は軟体部重量÷殻付重量×100で計算した。

採取したカキと同じ場所の水深2.5m層に水質観測計（JFEアドバンテック社製ACLW-USB）を設置し、1時間ごとの水温とクロロフィル濃度を連続測定した。水温は24時間平均値、クロロフィルは増減の幅が大きいため、旬別の平均値を求めた。クロロフィルについては、カキ調査時に海水を採水し、ろ過後アセトンで抽出して蛍光光度計で測定した値を用いた検量線で観測計の値を補正した。また観測計への付着物等に起因すると考えられるクロロフィルの異常値は除外した。



図1 福岡市近郊の主なカキ養殖地及びカキ小屋

^a 現所属：農林水産部水産局漁業管理課

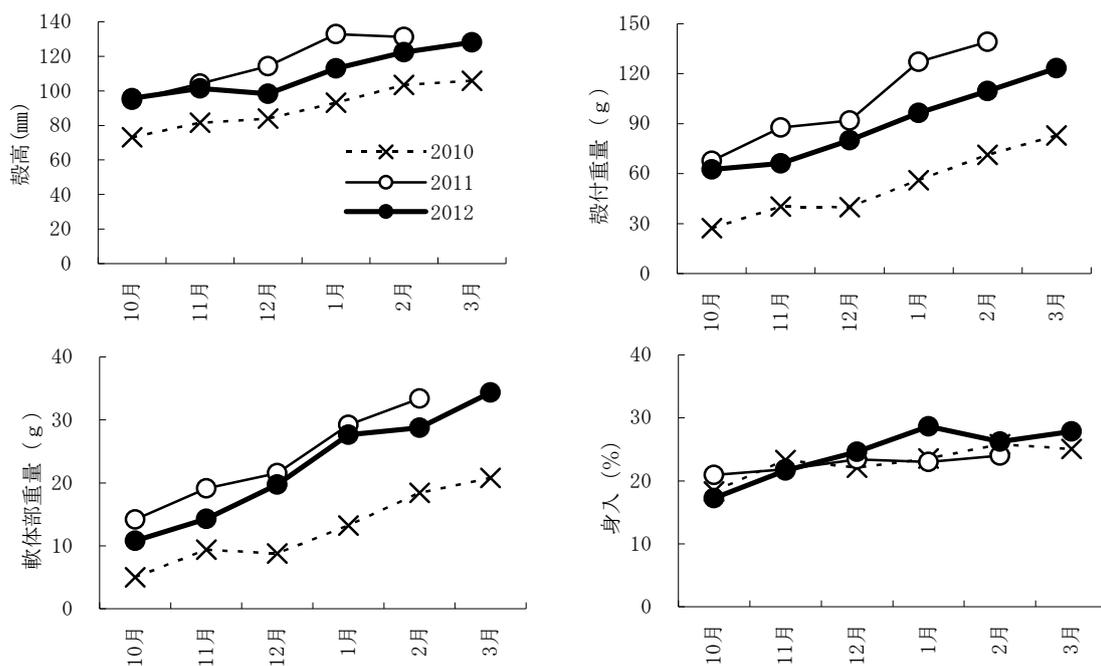


図2 カキの成長 (糸島)

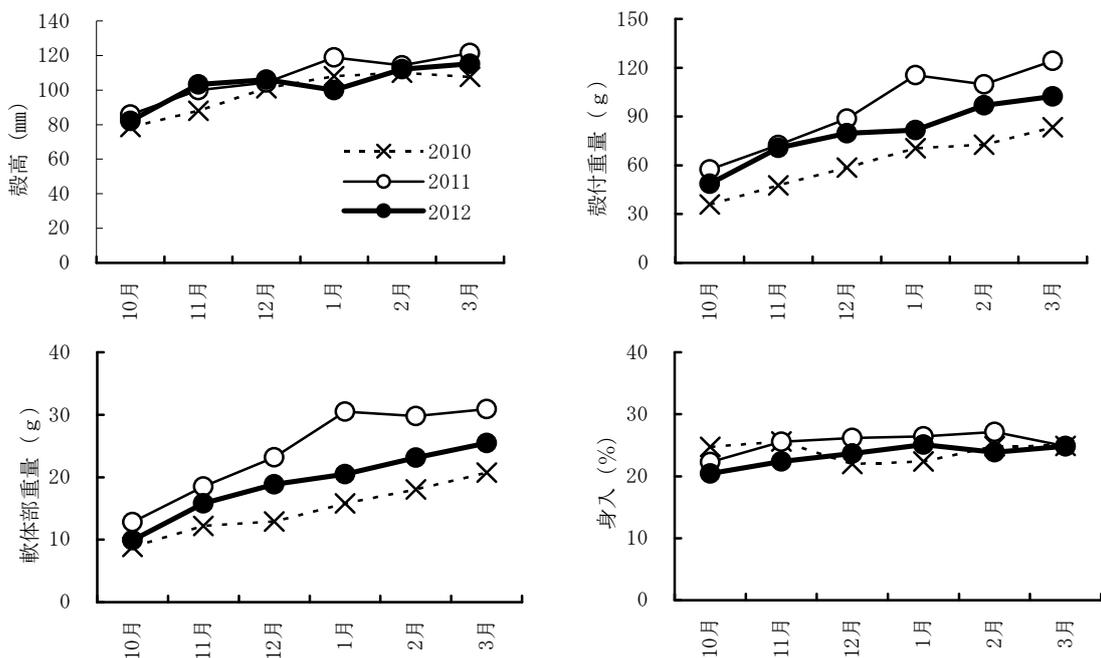


図3 カキの成長 (唐泊)

測定に持ちいたカキの軟体部を、液体窒素で凍結した後成分分析に供した。分析項目及び分析方法は、グリコーゲンは吸光度法、遊離アミノ酸18種及びタウリンは全自動アミノ酸分析装置を用いて分析を行った。

調査期間は、カキについては漁期に相当する10月から翌3月、水質については7月から翌3月とした。2011年度3月

の糸島についてはサンプルが入手できず欠測とした。

結果

1. 成長

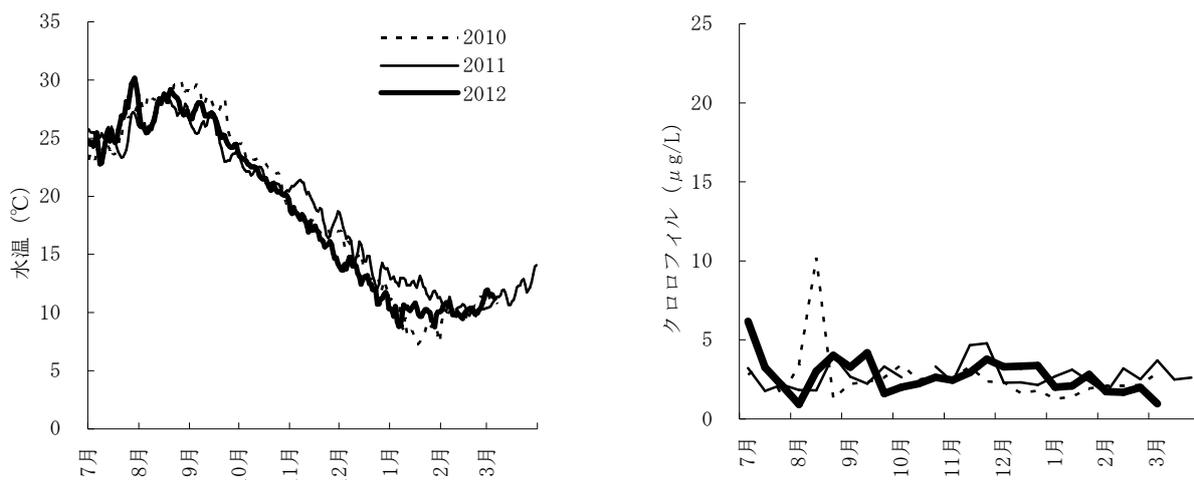


図4 漁場水温とクロロフィル濃度の推移（糸島）

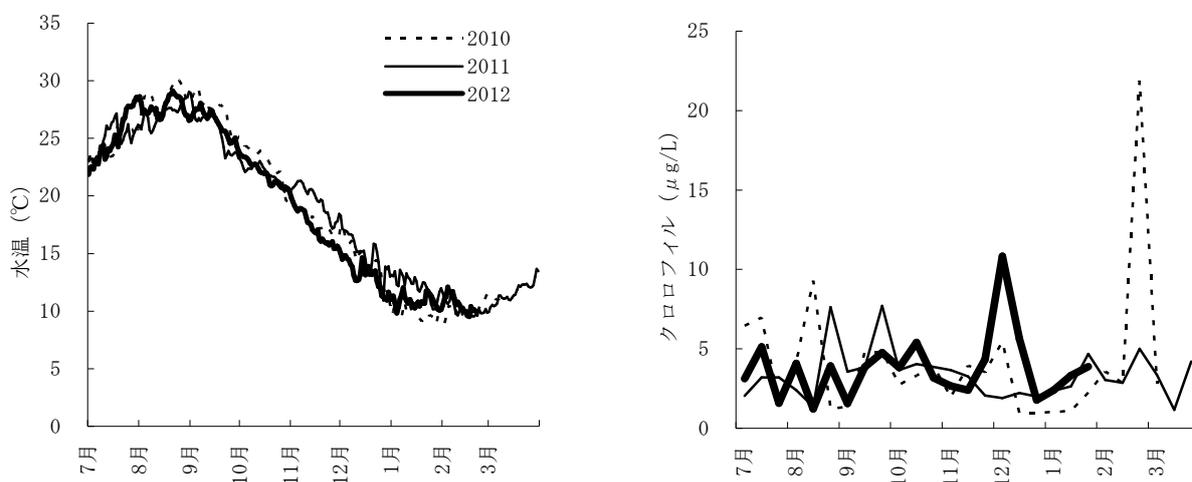


図5 漁場水温とクロロフィル濃度の推移（唐泊）

糸島漁場における各養殖年度の殻高，殻付重量，軟体部重量及び身入の推移を図2に示した。殻高は，2010年度73.1mm～105.9mm，2011年度94.9mm～131.1mm，2012年度95.7mm～128.0mm，殻付重量は，2010年度27.3g～83.0g，2011年度67.7g～139.1g，2012年度62.6g～123.4g，軟体部重量は，2010年度5.0～20.8g，2011年度14.2g～33.4g，2012年度10.8g～34.4gであった。いずれの項目も，2011年度，2012年度，2010年度の順で成長が早い傾向が認められた。身入は，2010年度18.3%～25.8%，2011年度20.9%～24.0%，2012年度17.3%～28.7%で，他の項目と比較して季節変化，年変動ともに小さい傾向にあった。唐泊における成長を図3に示した。殻高は，2010年度78.6mm～107.6mm，2011年度85.8mm～121.4mm，2012年度82.2mm～115.1mm，殻付重量は2010年度35.8g～83.4g，2011年度57.5g～124.3g，2012年度48.6g～102.4g，軟体部重量は，2010年度8.9g～

20.8g，2011年度12.8g～30.9g，2012年度9.9g～25.4gで，殻高の年変動はほとんどなく，殻付重量，軟体部重量は糸島と同様に2011年度，2012年度，2010年度の順で成長が早い傾向が認められた。身入は2010年度24.7%～25.6%，2011年度22.3%～27.1%，2012年度20.4%～25.1%で，季節変化，年変動ともに小さく，糸島と同じ傾向であった。

2. 水質

水質の推移を図4及び図5に示した。漁期前の水質も成長や成分に影響すると考えられるため7月から表示した。

糸島では，水温は2010年度は8月下旬に最高の30.0℃になり，9月に入っても28℃を超える日が続き，その後低下したものの10月までは他の2箇年より高い水温が続いた。2011年度は，7月から9月は他の2箇年より低い傾向にあり，最高水温は8月中旬の28.4℃，11月以降は高

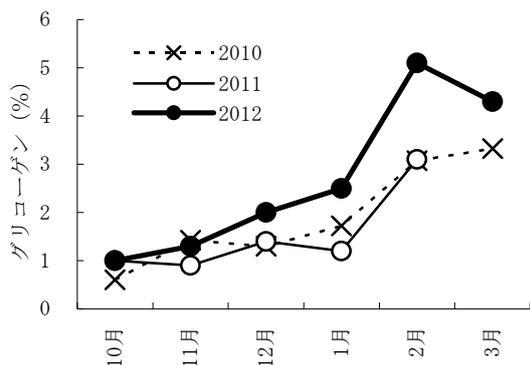


図6 グリコーゲンの推移（糸島）

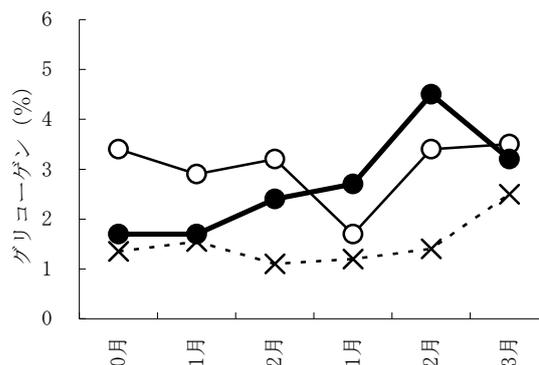


図7 グリコーゲンの推移（唐泊）

めで推移した。2012年度は、7月下旬に30.2℃まで上がった後8月に25℃台まで低下、その後再度上昇して8月下旬に29.2℃まで上がり、9月以降は徐々に低下した。クロロフィルは、2010年8月中旬と2012年7月上旬を除き、5μg/L未満の比較的低い水準で推移した。

唐泊では、水温はいずれの年度も糸島と類似の傾向を示したが、短期間での極端な変動は少ない傾向にあった。クロロフィルは変動の幅が大きく、5μg/Lを超える期間は糸島より多かったが、2010年度の12月から1月、2011年度の11月から1月、2012年度の8月から9月にかけては、糸島を下回る期間が連続1ヶ月を超えていた。

3. 成分

(1) グリコーゲン

糸島におけるグリコーゲンの推移を図6に示した。2010年度は0.6%～3.3%、2011年度は0.9%～3.1%、2012年度は1.0%～5.1%で推移した。いずれの年も漁期が進むと増加する傾向にあり、特に2月の増加が著しかった。2012年度の3月は減少に転じていた。

唐泊におけるグリコーゲンの推移を図7に示した。2010年度は1.4%～2.5%で、12月に一旦減少し、1月から増加傾向に転じていた。2011年度は1.7%～3.5%で、1月に最小となりその他の月は3%前後で安定していた。2012年度は1.7%～4.5%で、漁期が進むと増加する傾向にあったが、3月は減少に転じていた。3箇年の増減パターンは異なり、一定の傾向は認められなかった。

同じ年度で糸島と唐泊を比較すると、おおむね10月から12月は唐泊、1月以降は糸島が高い傾向が認められた。

(2) 遊離アミノ酸及びタウリン

遊離アミノ酸及びタウリンの推移を表1、遊離アミノ酸組成の推移を図8及び図9に示した。

糸島は、2010年度の遊離アミノ酸18種合計値で、10月

と12月は1,000mg/100gを下回ったが、それ以外の月は1,000mg/100gを超えていた。2011年度は10月から12月は1,000mg/100g以下、1月、2月は1,000mg/100gを超えていた。2012年度は10月、11月は1,000mg/100g以下、12月から3月は1,000mg/100gを超えていた、若干の増減はあるが、おおむね漁期が進むと増加する傾向にあった。アミノ酸の種類別に平均値で比較すると、100mg/100gを超えたのはプロリン、アラニン、グリシン、グルタミン酸、アスパラギン酸の順で、アルギニン、セリン、スレオニン、リジン、メチオニン、ヒスチジン、ロイシン、バリン、チロシン、イソロイシンが10mg/100gを超え、トリプトファン、チロシンはわずかであった。上位アミノ酸はいずれも漁期が進むと増加する傾向にあった。タウリンは2010年度730mg～860mg/100g、2011年度800mg～940mg/100g、800mg～930mg/100gで、漁期が進むと増加する傾向にあったが、変化は少なかった。

唐泊は、2010年度の10月、11月、1月は1,000mg/100gを下回ったが、それ以外の月は1,000mg/100gを超えていた。2011年度、2012年度は全ての月で1,000mg/100gを超え、増減に一定の傾向は認められなかった。種類別では、プロリン、アラニン、グリシン、グルタミン酸、アスパラギン酸の順に100mg/100gを超え、アルギニン、セリン、スレオニン、リジン、ロイシン、ヒスチジン、メチオニン、チロシン、バリン、フェニルアラニン、イソロイシンが10mg/100g超、トリプトファンとチロシンはわずかであった。上位のアミノ酸のうちアラニンは漁期が進むと減少、グリシンは2011年度は減少、2010年度、2012年度は増加、プロリン、グルタミン酸、アスパラギン酸は増加する傾向にあった。タウリンは2010年度760mg～870mg/100g、2011年度760mg～900mg/100g、850mg～960mg/100gで、漁期が進むと増加する傾向にあったが、期間中の変化は少なかった。

筑前海区産養殖マガキ成分の季節変化及び年変動

表1 遊離アミノ酸及びタウリン

単位：mg/100g

		糸島						唐泊					
		10月	11月	12月	1月	2月	3月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
イソロイシン	2010	10	19	11	23	20	15	12	16	6	7	16	10
	2011	8	11	8	11	11	-	13	15	18	15	20	12
	2012	5	11	14	16	11	11	18	15	12	14	8	9
ロイシン	2010	17	35	20	46	37	28	23	30	11	12	27	18
	2011	15	23	14	19	21	-	24	29	33	27	35	20
	2012	10	22	29	33	22	20	34	29	23	25	15	17
リジン	2010	32	40	29	50	52	52	32	32	18	20	35	29
	2011	25	24	27	32	39	-	39	40	46	33	56	39
	2012	19	28	37	55	32	48	44	40	39	40	36	33
メチオニン	2010	13	27	21	47	34	35	22	26	10	13	26	20
	2011	14	17	20	22	24	-	21	25	28	23	31	20
	2012	8	29	35	45	33	34	27	27	22	27	16	18
シスチン	2010	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
	2011	0	0	0	0	0	-	1	0	0	0	0	0
	2012	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0
フェニルアラニン	2010	10	21	14	26	19	12	16	21	9	9	15	8
	2011	9	14	9	11	12	-	15	18	19	13	19	9
	2012	5	11	17	18	10	10	19	17	13	13	9	11
チロシン	2010	16	25	18	27	24	19	19	25	10	11	18	14
	2011	15	15	13	15	21	-	28	26	29	18	27	17
	2012	9	18	23	22	19	19	30	23	19	18	14	14
スレオニン	2010	18	43	25	58	67	61	33	43	14	14	42	44
	2011	23	48	31	37	43	-	38	48	52	47	70	47
	2012	15	45	57	77	57	60	40	46	42	45	34	36
トリプトファン	2010	1	6	3	8	9	7	4	5	1	1	5	4
	2011	1	5	1	3	4	-	3	6	5	6	8	4
	2012	0	4	7	9	6	6	3	2	3	5	3	3
バリン	2010	16	27	18	36	32	25	18	24	11	13	26	16
	2011	12	17	12	15	17	-	20	22	24	21	27	16
	2012	7	17	20	23	17	16	24	20	17	20	11	13
アルギニン	2010	43	53	48	80	88	93	48	50	38	40	61	54
	2011	39	50	55	62	67	-	49	58	65	59	82	67
	2012	31	51	63	89	86	92	62	57	68	73	77	66
ヒスチジン	2010	13	25	14	25	36	35	21	24	9	6	22	24
	2011	14	32	17	20	25	-	30	35	28	28	33	24
	2012	10	26	35	37	32	34	22	23	27	27	18	21
アラニン	2010	120	170	120	190	180	190	140	140	110	100	110	120
	2011	130	140	160	130	150	-	230	200	220	160	190	170
	2012	110	140	180	190	170	180	180	160	160	170	150	150
アスパラギン酸	2010	65	90	91	180	120	150	67	100	79	90	110	120
	2011	65	85	86	96	120	-	65	74	120	110	150	99
	2012	76	130	160	190	170	170	100	100	120	140	120	110
グルタミン酸	2010	110	150	110	170	170	180	120	130	100	120	120	140
	2011	110	120	120	130	150	-	140	140	160	140	160	160
	2012	100	120	140	160	160	160	150	130	140	160	160	150
グリシン	2010	150	140	160	200	190	170	140	170	140	180	230	160
	2011	110	99	130	170	160	-	150	130	150	140	140	140
	2012	110	140	150	150	160	140	140	120	130	130	140	130
プロリン	2010	65	140	100	170	330	320	110	150	110	110	230	230
	2011	97	160	160	210	250	-	190	190	220	230	300	260
	2012	92	140	220	270	260	280	170	150	170	210	210	200
セリン	2010	30	51	38	81	57	65	42	46	19	25	51	44
	2011	32	42	40	44	50	-	44	61	58	49	55	48
	2012	25	51	65	71	52	51	57	51	44	52	38	43
18種計	2010	731	1,063	841	1,417	1,466	1,457	867	1,032	695	771	1,145	1,055
	2011	719	902	903	1,027	1,164	-	1,100	1,117	1,275	1,119	1,403	1,152
	2012	632	983	1,252	1,455	1,300	1,331	1,120	1,010	1,049	1,169	1,061	1,024
タウリン	2010	730	870	770	830	830	860	770	780	760	760	730	870
	2011	800	830	880	910	940	-	760	800	890	780	860	900
	2012	800	810	890	930	890	860	870	850	910	930	960	920

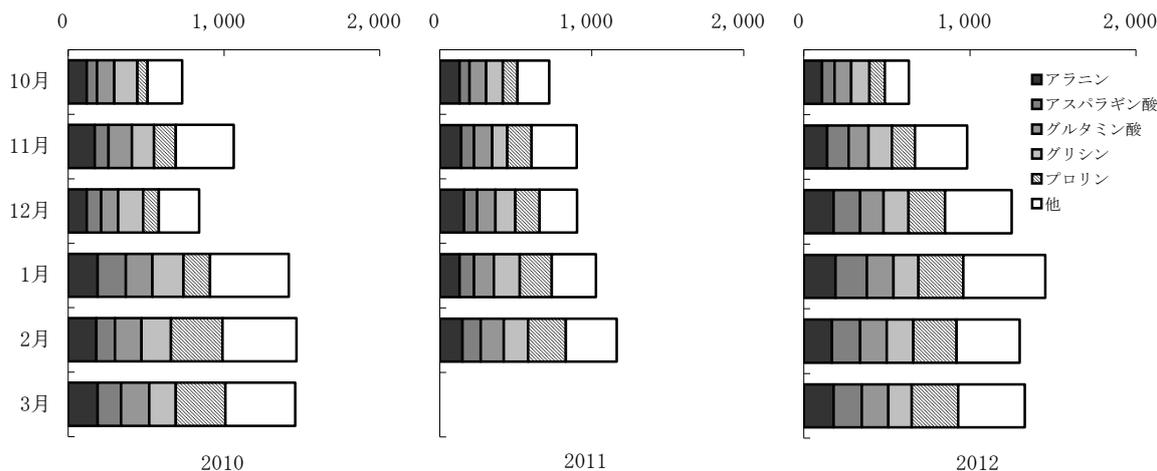


図8 遊離アミノ酸組成 (糸島)

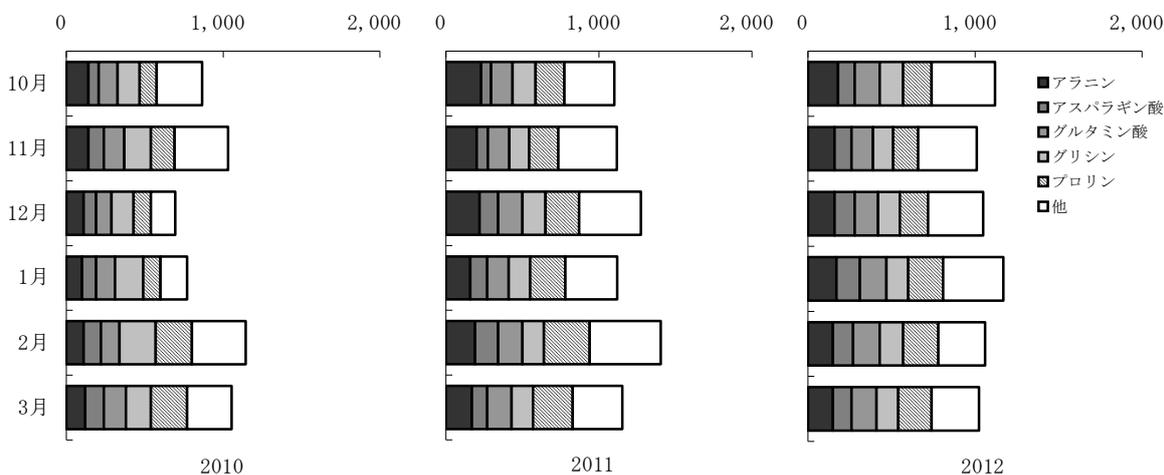


図9 遊離アミノ酸組成 (唐泊)

単位：mg/100g

同じ年度で糸島と唐泊を比較すると、おおむね10月から12月は唐泊、1月以降は糸島が高い傾向が認められた。

(3) 成分と成長との関係

グリコーゲンと、遊離アミノ酸総量について、成長との関係を図10及び図11に示した。成長の指標として、年変動が比較的小さい身入を使用した。糸島のグリコーゲン ($r=0.76, p<0.05$)、遊離アミノ酸 ($r=0.87, p<0.05$)、唐泊の遊離アミノ酸 ($r=0.56, p<0.05$) では正の相関関係が認められたが、唐泊のグリコーゲン ($r=0.30, p>0.05$) では有意な相関はなかった。

考 察

味の評価には官能検査が不可欠であり、成分だけの

判断は難しいが、カキの味はグルタミン酸、アラニン、グリシンなどをグリコーゲンがまとめ、ひきたてていることによるとされている³⁾ため、仮にグリコーゲンと遊離アミノ酸が多いほど味が良く、高品質であると仮定すると、糸島では時間の経過とともに品質が向上し、年変動は小さい傾向にあり、唐泊では漁期中の品質変化は比較的少ないが、年変動が大きい傾向が認められた。

高木ら⁴⁾は宮城県産カキむき身の遊離アミノ酸組成として、タウリンが最も多く、次いでグルタミン酸、アラニン、グリシン、アルギニンの順で、メチオニン、チロシン、フェニルアラニン、トリプトファンの含有は痕跡的であると報告している。今回の結果は、タウリンに次いでプロリン、アラニン、グリシン、グルタミン酸などが多く、プロリンを除いて高木らの報告とほぼ同様の傾向にあった。

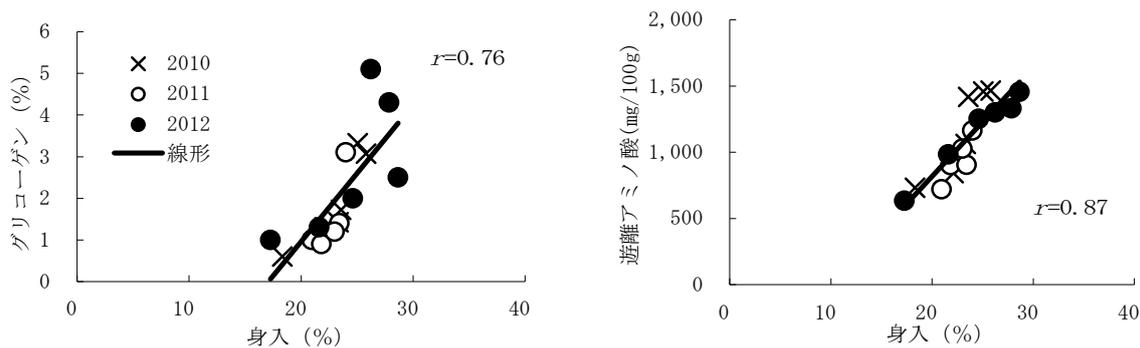


図10 グリコーゲン及び遊離アミノ酸と成長との関係（糸島）

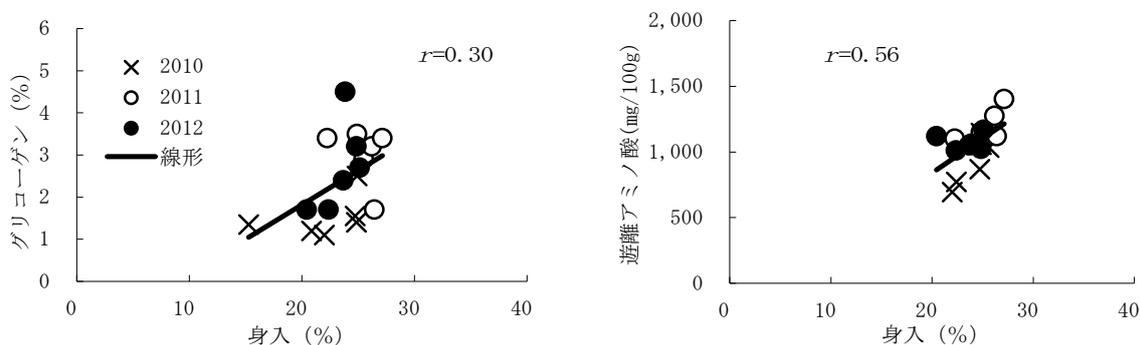


図11 グリコーゲン及び遊離アミノ酸と成長との関係（唐泊）

表2 水温月平均値

	糸島		唐泊	
	9月	10月	9月	10月
2010年度	27.6	22.4	27.4	22.9
2011年度	25.1	21.6	25.8	21.9
2012年度	26.1	21.5	26.3	21.9

表3 クロロフィル月平均値

	糸島		唐泊	
	9月	10月	9月	10月
2010年度	2.4	2.9	3.6	3.3
2011年度	2.7	3.0	5.0	3.9
2012年度	3.0	2.3	3.9	4.1

カキの身入は、品質評価に欠かせない要素であるとともに、本研究で糸島におけるグリコーゲン及び遊離アミノ酸、唐泊における遊離アミノ酸との間で相関関係が認められた。中川らは豊前海における養殖マガキの軟体部重量が、9月または10月の水温が低く、10月のクロロフィルが高いほど増加する傾向にあることを報告している。⁹⁾糸島及び唐泊の水温月平均値を表2、クロロフィルの月平均値を表3に示した。年度ごとに比較すると、水温は糸島、唐泊ともに9月は2010年度、2012年度、2011年度の順で高く、10月は2010年度が高く2011年度と2012年度はほぼ同じであった。クロロフィルは、糸島の9月は2012年度、2011年度、2010年度の順、10月は2011年度、2010年度、2012年度の順、唐泊の9月は2011年度、2012

年度、2010年度の順、10月は2012年度、2011年度、2010年度の順に高く、特に一定のパターンは認められなかった。漁場ごとの比較では、水温は2010年度9月を除き糸島の方が低く、クロロフィルは全て唐泊の方が高かった。2010年度は他の2箇年と比較して、糸島、唐泊ともに成長、グリコーゲン及び遊離アミノ酸量増加のいずれも遅い傾向にあったが。これは9月から10月の水温が高く、糸島の10月を除きクロロフィルが3箇年で最も低いことが原因であると考えられた。また、2011年度の唐泊で、成長が早く、10月からグリコーゲンが比較的高い値を示していた。これは唐泊漁場において9月の水温が3箇年で最も低く、クロロフィルが3箇年で最も高いことが影響していると考えられた。一方、松井⁶⁾は2009年度に糸島

漁場における潮流、水質及びカキの成長について、河川水の影響を受ける場所はクロロフィル濃度が高く、カキの成長が早くなることを報告している。これは同一年度、同一漁場内で比較した事例であり、餌料環境としてはクロロフィルの量だけでなくプランクトンの種類や潮流、波浪などの要素も関わっていると考えられる。異なる年度、異なる漁場の間では、プランクトンの発生パターンなどの条件が変わってくる可能性があるため、当海区における水質と成長との関係については、今後さらに検証が必要である。

養殖海域の水質を人為的にコントロールすることは困難であることから、カキの品質向上を図る手法としては、養殖技術の改良が考えられる。平田ら⁷⁾は8月に養殖水深を1mから10mに変更することで水温低下刺激を与え、グリコーゲンの蓄積を早めることができることを報告している。唐泊漁場は水深が10mを超えるため、当該技術の導入は可能であると考えられるが、糸島漁場の多くは水深10m未満であることから、当該技術を導入するためには、水深10mを超える漁場の開拓などが必要である。また、中川ら⁸⁾⁹⁾は、イカダ当たりの垂下本数を間引く低密度養殖により、軟体部重量が増加することを報告している。この技術導入に際しては、イカダに相当数の余裕が必要であるため、イカダによる漁場占有に伴う漁業調整、イカダへの設備投資増加などの問題が発生する。しかしながら、諸問題を解決し、これらの技術を導入することができれば、カキの品質向上が期待される。

文 献

- 1) 濱田弘之・恵崎摂・渡邊大輔. 筑前海における耐波性かき養殖後試験. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2010 ; 20 : 127-130.
- 2) 佐藤利幸・熊谷香. 県産カキに関するアンケート. 平成24年 福岡県水産海洋技術センター事業報告 2014 : 6.
- 3) 竹内昌昭. 食品特性と食文化. 「カキ・ホタテガイ・アワビ」(菅原義雄・森勝義・竹内昌昭・沼知健一・松谷武成編) 恒星社厚生閣, 東京. 1994 : 235-248.
- 4) 高木光造・飯田優・村山花子・相馬すが. 貝肉のエキシアミノ酸組成. 北海道大学水産学部彙報 1970 ; 21 (2) : 128-132.
- 5) 中川浩一・俵積田貴彦・中村優太. 近年の「豊前海一粒かき」の生育状況と漁場環境との関係. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2009 ; 19 : 109-114.
- 6) 松井繁明. マガキ養殖漁場の水質について. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2012 ; 22 : 87-93.
- 7) 平田靖・村田倫哉・赤繁悟. 養殖水深の変更による養殖マガキの身入促進効果. 広島県立総合技術研究所水産海洋技術センター研究報告 2011 ; 4 : 5-11.
- 8) 中川浩一・大形拓路. 県産かき養殖新技術開発事業. 平成23年度福岡県水産海洋技術センター事業報告 2013 : 270-272.
- 9) 中川浩一・中村優太・大形拓路. 県産かき養殖新技術開発事業. 平成22年度福岡県水産海洋技術センター事業報告 2012 : 258-260.