

# 平成18年度美味しいホタテガイ生産手法開発試験

吉田 達・小坂 善信・山内 弘子・川村 要

北海道産や三陸産ホタテガイとの競争で優位に立ち、陸奥湾で持続的にホタテガイの生産を行うには、質の面での差別化を図ることが重要であるため、消費者が美味しいと感じるホタテガイを作る養殖方法を開発し、青森県のホタテガイのブランド化を図る。

## 材料及び方法

### 1 他 県 調 査

他道県産ホタテガイの旨味成分に関する資料を収集した。

### 2 実 証 試 験

7分目のホタテガイ養殖丸籠に平成17年産半成貝を1段当り10枚ずつ収容し、木炭（備長炭）を1段当り100g、採苗器用の細目ネットに包んだサンゴ砂を1段当り200g、直径7 $\mu$ m長さ30cmの炭素繊維12,000本を1束としたものを1段当り6束をそれぞれ入れた試験区と、ホタテガイのみを入れた対照区を平成18年6月20日に久栗坂沖のホタテガイ養殖施設へ垂下した。

試験開始時は高水温の影響を回避するため幹綱を水深25mに沈めたが、水温が低下してきたので9月29日に水深15mに調整した。また、丸籠への付着物が多数確認されたので12月12日に丸籠の交換を行った。交換時に新しい木炭とサンゴ砂を開始時と同量入れたが、炭素繊維の素材が足りなかったため炭素繊維区の試験は12月で終了した。

試験開始時、籠交換時、試験終了時にホタテガイをサンプリングし、1連の生貝数と死貝数、50個体の殻長、全重量、軟体部重量、貝柱重量、異常貝数を測定した。さらに軟体部10個体については送風恒温乾燥器（IWAKI AFO-51）を用いて、60℃で8時間、120℃で15時間乾燥させて乾燥重量を測定した。また、貝柱15個体については5個体を1サンプルとして、80%エタノールで抽出後、減圧乾固して0.02N塩酸で溶解した液を高速アミノ酸分析計（日立L-8500A）にて遊離アミノ酸を定量した。ATP関連物質を測定するため、10%及び5%過塩素酸で抽出後、水酸化カリウムで中和してHPLCにて定量した。さらに、貝柱の有紋筋の一部を用いて、当研究所職員が2段階評価（美味しい、普通）により食味試験を実施した。

また、籠交換時、試験終了時には養殖丸籠や貝殻に付着したムラサキガイ等の付着物の重量を測定した。

## 結 果 と 考 察

### 1 他 県 調 査

ホタテガイの成分分析は、水分量やグリコーゲン量については、サロマ湖産養殖ホタテガイ<sup>1)</sup>、噴火湾産養殖ホタテガイ<sup>2)</sup>、オホーツク（紋別）産地まきホタテガイ<sup>3-5)</sup>でこれまで数々の分析が行われてきたが、ホタテガイの旨味成分として同定<sup>6)</sup>されている遊離アミノ酸、無機イオン、ATP及びATP関連化合物については、木村ら<sup>7)</sup>によりサロマ湖産養殖ホタテガイ及びオホーツク（紋別）産地まきホタテガイで詳細な分析が行われている。

サロマ湖産養殖ホタテガイは1998年3月から12月まで月1回分析が行われ、遊離アミノ酸総量は1,814~2,315mg/100g、Gly（グリシン）は750~1,208mg/100g、Glu（グルタミン酸）は60~96mg/100g、Ala（アラニン）は180~287mg/100g、Arg（アルギニン）は約12~21 $\mu$ mol/g、無機成分のK<sup>+</sup>（カ

リウムイオン)は420~486mg/100g、Na<sup>+</sup>(ナトリウムイオン)は77~127mg/100g、ATP関連化合物(ATPとADP)は9.3~11.5μmol/g、グリコーゲンは2~6.3%であった。

また、オホーツク(紋別)産地まきホタテガイは1998年4月から11月まで月1回分析が行われ、遊離アミノ酸総量は1,988~2,473mg/100g、Gly(グリシン)は約690~860mg/100g、Glu(グルタミン酸)は35~132mg/100g、Ala(アラニン)は100~260mg/100g、Arg(アルギニン)は13.9~23.6μmol/g、無機成分のK<sup>+</sup>(カリウムイオン)は420~480mg/100g、Na<sup>+</sup>(ナトリウムイオン)は114~200mg/100g、ATP関連化合物(ATPとADP)は5.6~9.3μmol/g、グリコーゲンは約0.1~3.6%であった。

サロマ湖産養殖ホタテガイ、オホーツク(紋別)産地まきホタテガイとも、分析時期により成分に差が見られることから、他道県産ホタテガイを入手して旨味成分の分析を行う際は、旨味成分の多い春季と少ない秋季に分析を行って、検討を行う必要がある。

## 2 実証試験

### (1) ホタテガイの外部形態等の測定

実証試験における平成18年6月20日の試験開始時のホタテガイの測定結果を表1に示した。

試験に用いたホタテガイは、平均殻長74.4mm、平均全重量42.7g、生残率97.1%、異常貝率0%と良好であった。

平成18年12月12日の籠換え時のホタテガイの測定結果を表2、図1に示した。

表1 実証試験における試験開始時のホタテガイの測定結果  
(平成18年6月20日)

生貝 (個体)	死貝 (個体)	収容枚数 (個体/運)	異常貝 (個体)	生存率 (%)	異常貝 率(%)	殻長 (mm)	全重量 (g)	軟体部重 量(g)	貝柱重 量(g)	
133	4	137	0	97.1	0	平均	74.4	42.7	17.1	6.01
						MAX	89.8	65.5	27.5	10.26
						MIN	60.3	24.5	9.3	2.88
						SD	7.1	11.1	4.5	1.77

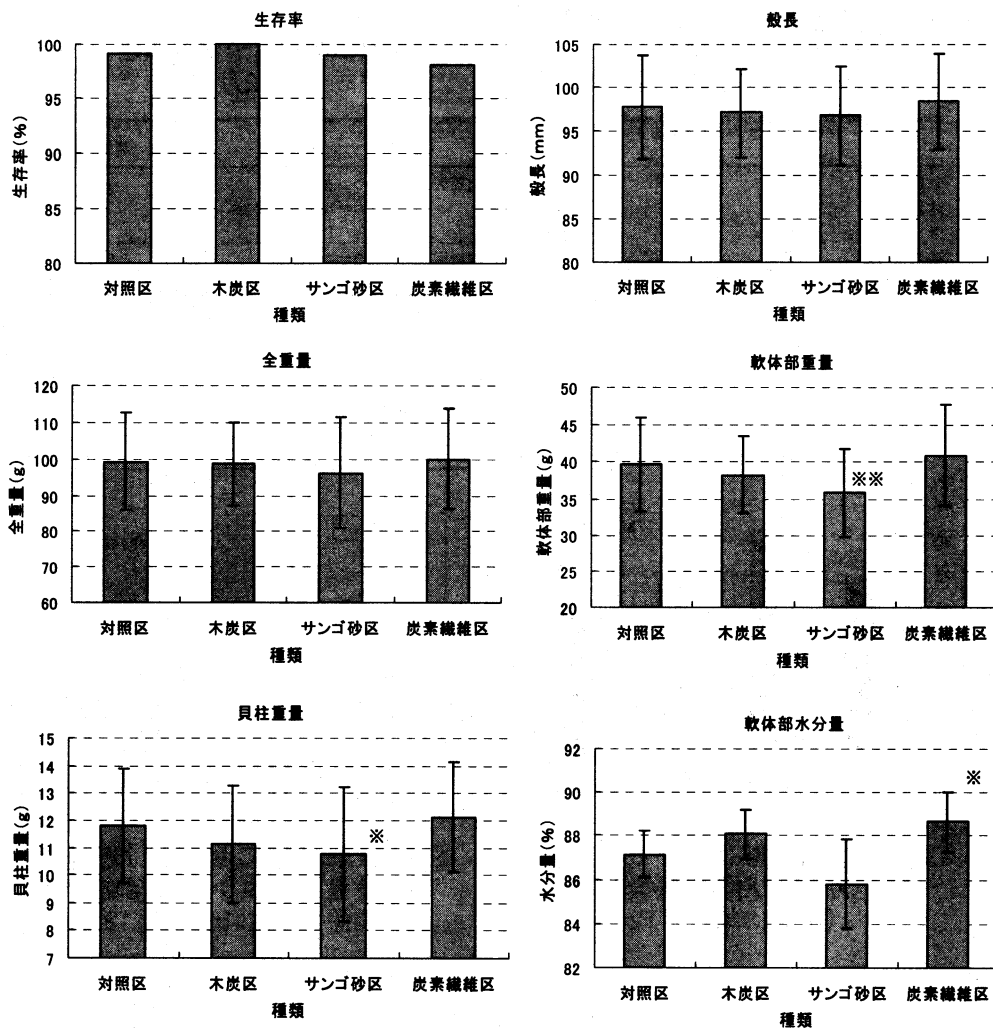
サンゴ砂区と炭素繊維区がそれぞれ99個体と103個体で計画通りであったが、対照区では110枚とやや多く、木炭区では76個体と極端に少なかったことから、試験開始時に入れ間違えた可能性がある。

対照区、試験区ともに死貝はほとんど見られず、生存率は98.1~100%と良好であった。殻長は96.8~98.4g、全重量は96.2~100gと試験区も対照区も差が見られなかったが、軟体部重量は対照区の39.6gに比べてサンゴ砂区が35.8gと有意に小さかった。貝柱重量も対照区の11.8gに比べてサンゴ砂区が10.8gと小さかった。また、軟体部水分量は対照区の87.2%に比べて炭素繊維区が88.6%と有意に高かった。

表2 実証試験における籠替え時のホタテガイの測定結果(平成18年12月12日)

種類	生貝 (個体)	死貝 (個体)	収容枚数 (個体/運)	異常貝 (個体)	生存率 (%)	異常貝 率(%)	殻長 (mm)	全重量 (g)	軟体部重 量(g)	貝柱重 量(g)	軟体部乾燥 重量(g)	軟体部水 分量(%)	
対照区	109	1	110	0	99.1	0	平均	97.7	99.2	39.6	11.8	4.89	87.2
							MAX	110.8	122.8	52.4	18.0	7.14	89.0
							MIN	86.6	73.3	26.5	6.6	3.81	85.5
							SD	6.0	13.3	6.4	2.1	0.93	1.1
木炭区	76	0	76	0	100.0	0	平均	97.0	98.6	38.2	11.1	4.76	88.1
							MAX	109.4	120.7	50.6	20.0	5.57	89.3
							MIN	85.8	75.5	27.1	7.6	3.64	86.4
							SD	5.1	11.5	5.2	2.2	0.60	1.1
サンゴ砂区	98	1	99	0	99.0	0	平均	96.8	96.2	35.8	10.8	5.01	85.8
							MAX	108.2	130.5	47.7	21.1	5.87	89.0
							MIN	84.8	65.1	25.6	7.3	3.99	82.5
							SD	5.7	15.3	6.0	2.4	0.60	2.0
炭素繊維区	101	2	103	0	98.1	0	平均	98.4	100.0	40.8	12.1	4.51	88.6
							MAX	109.1	123.6	54.2	16.7	5.57	90.8
							MIN	80.6	61.5	21.6	6.9	3.25	86.2
							SD	5.5	13.7	6.8	2.0	0.69	1.4

※軟体部水分量=(軟体部重量-軟体部乾燥重量)÷軟体部重量×100



対照区と比較した場合の検定結果  
 ※※はP<0.01で有意差あり  
 ※はP<0.05で有意差あり

図1 実証試験における籠換え時のホタテガイの測定結果 (平成18年12月12日)

付着物総重量とホタテガイ総重量を表3、図2に示した。

試験開始時に垂下水深を25mに沈めたにもかかわらず、試験区、対照区ともに大量に付着物が付着してしまい、1連当りの付着物総重量は22,735~31,410gであり、ムラサキガイが重量比で95.9~99.8%と大半を占めていた(表4)。また、ホタテガイの1連当りの総重量は7,497~10,812gであり、ホタテガイ総重量の2.3~4.2倍もの付着物が付着しており、ホタテガイ総重量が大きいほど付着物総重量が小さい傾向が見られた(図3)。

なお、ホタテガイの1個体当りの全重量は前述のとおり試験区、対照区とも差は見られなかったことから、付着物総重量が非常に多い木炭区では、1連当りのホタテガイ個体数が76枚と少ないことにより、ムラサキガイ等が籠内で摂餌できる餌の量が多かった可能性が考えられた。

表3 実証試験の付着物総重量、ホタテガイ総重量 (平成18年12月12日)

	①付着物重量 (g)	②ホタテガイ総重量 (g)	比率 ①/②
対照区	24,840	10,812	2.3
木炭区	31,410	7,497	4.2
サンゴ砂区	25,315	9,427	2.7
炭素繊維区	22,735	10,099	2.3

※ホタテガイ総重量=1個体の重量×生貝数

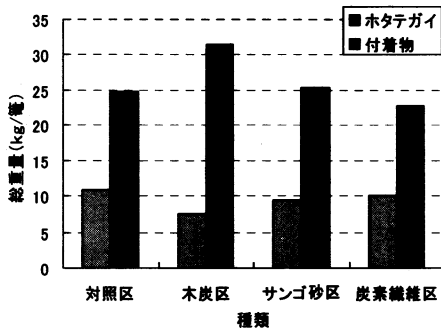


図2 実証試験におけるホタテガイ及び付着物の総重量 (平成18年12月12日)

表4 実証試験の付着物の組成 (平成18年12月12日)

種類	重量 (g)	比率 (%)
対照区		
ムラサキガイ	305.0	98.8
アカザラガイ、ホヤ類	3.7	1.2
合計	308.7	
木炭区		
ムラサキガイ	296.0	99.6
アカザラガイ、ホヤ類	1.3	0.4
合計	297.3	
サンゴ砂区		
ムラサキガイ	186.0	97.0
アカザラガイ、ホヤ類	5.7	3.0
合計	191.7	
炭素繊維区		
ムラサキガイ	273.0	95.9
アカザラガイ、ホヤ類	11.7	4.1
合計	284.7	

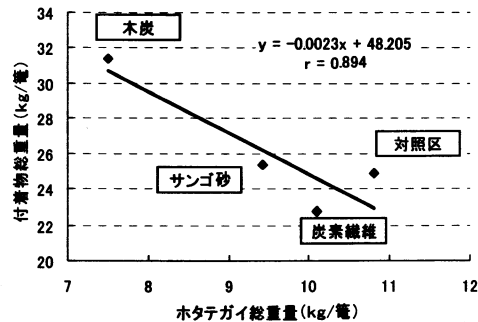


図3 実証試験における付着物総重量とホタテガイ総重量の関係 (平成18年12月12日)

平成19年6月7日の試験終了時のホタテガイの測定結果を表5、図4に示した。

収容枚数は97~102個体であり、対照区、試験区ともほぼ計画通りであった。

対照区、試験区ともに死貝はほとんど見られず、生存率は96.0~99.0%と良好であった。また、殻長、全重量、軟体部重量、貝柱重量、軟体部乾燥重量、軟体部水分量については、対照区と試験区には有意な差が見られなかった。

表5 実証試験における試験終了時のホタテガイの測定結果 (平成19年6月7日)

種類	生貝 (個体)	死貝 (個体)	収容枚数 (個体/籠)	異常貝 (個体)	生存率 (%)	異常貝率 (%)	殻長 (mm)	全重量 (g)	軟体部重量 (g)	貝柱重量 (g)	軟体部乾燥重量 (g)	軟体部水分量 (%)
対照区	96	1	97	0	99.0	0	平均 122.8	188.3	91.7	37.1	16.2	80.6
							MAX 140.0	262.8	196.0	52.6	22.1	89.3
							MIN 102.7	102.9	34.8	8.9	3.7	78.5
							SD 7.5	32.6	23.3	7.6	5.0	3.2
							平均 122.1	195.9	91.2	36.6	17.3	80.1
木炭区	98	4	102	0	96.1	0	MAX 137.1	388.7	117.8	48.2	20.2	81.3
							MIN 110.7	155.1	68.8	25.6	15.7	78.8
							SD 5.2	34.3	11.0	5.2	1.5	0.7
							平均 120.4	189.6	88.6	35.7	18.1	79.6
							MAX 137.9	248.7	117.3	45.7	22.7	80.8
サンゴ砂区	96	4	100	0	96.0	0	MIN 98.2	128.0	58.8	19.7	14.5	78.1
							SD 6.9	27.3	14.1	6.2	2.6	0.9
							平均 120.4	189.6	88.6	35.7	18.1	79.6
							MAX 137.9	248.7	117.3	45.7	22.7	80.8
							MIN 98.2	128.0	58.8	19.7	14.5	78.1

※軟体部水分量=(軟体部重量-軟体部乾燥重量)÷軟体部重量×100

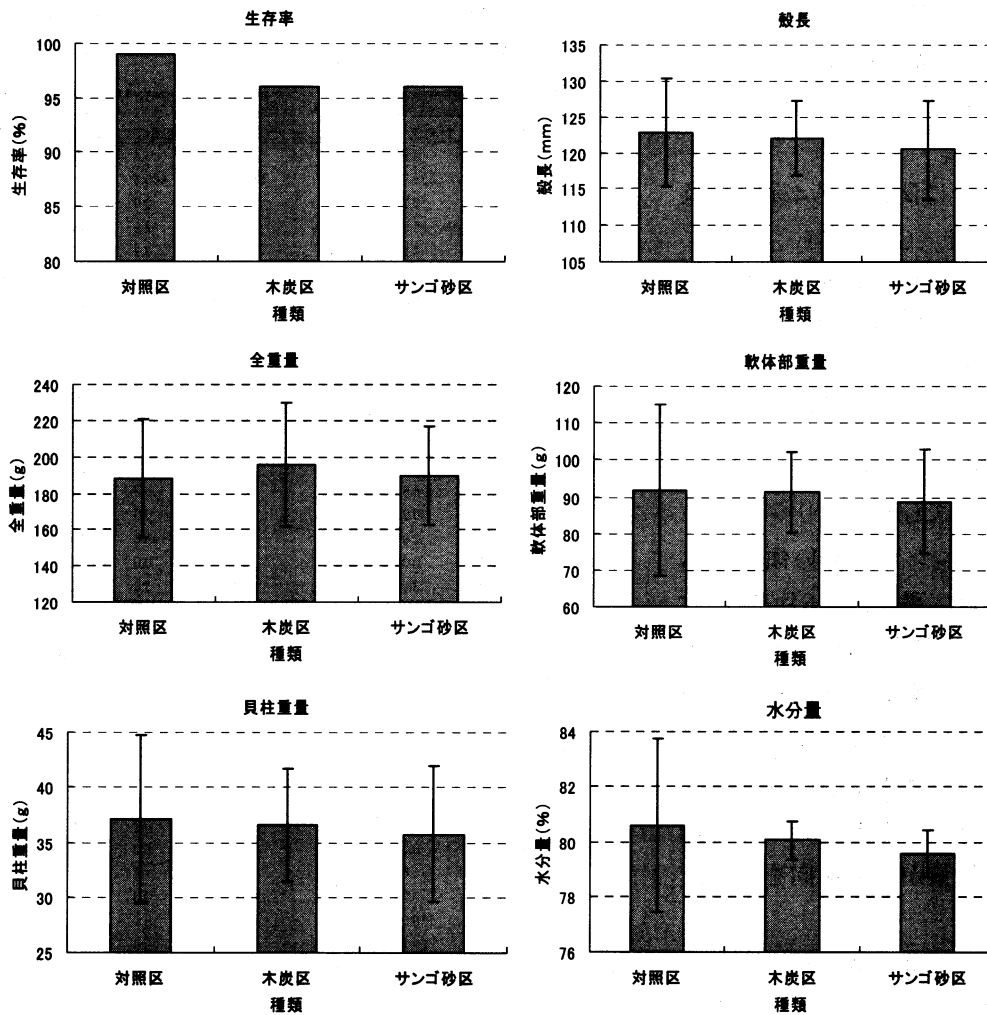


図4 実証試験における試験終了時のホタテガイの測定結果 (平成19年6月7日)

付着物総重量とホタテガイ総重量を表6、図5に示した。

12月の籠替え時とは異なり1連当りの付着物総重量は8,890~9,700gと比較的少なく、重量組成は測定しなかったものの大半はキヌマトイガイであった。また、ホタテガイの1連当りの総重量は18,079~19,195gと顕著な差が見られず、いずれの区も付着物総重量はホタテガイ総重量の1/2であった。

表6 実証試験の付着物総重量、ホタテガイ総重量 (平成19年6月7日)

	①付着物 総重量(g)	②ホタテガイ 総重量(g)	比率 ①/②
対照区	9,050	18,079	0.5
木炭区	8,890	19,195	0.5
サンゴ砂区	9,700	18,198	0.5

※ホタテガイ総重量=1個体の重量×生貝数

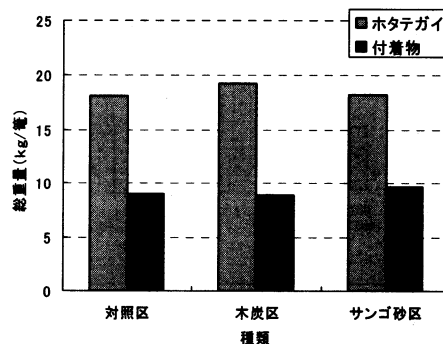


図5 実証試験におけるホタテガイ及び付着物の総重量 (平成19年6月7日)

(2) 旨味成分の分析

実証試験におけるホタテガイ貝柱の遊離アミノ酸の分析結果を表7に示した。

旨味成分に関する4種類の遊離アミノ酸（Glu、Gly、Ala、Arg）と遊離アミノ酸の総量について対照区と各試験区を比較した結果、平成18年12月12日はサンゴ砂区でArg（アルギニン）、遊離アミノ酸総量が多い傾向を示し、炭素繊維区でGly（グリシン）、Ala（アラニン）が多い傾向を示した。また、平成19年6月7日は木炭区でGly（グリシン）、Ala（アラニン）、遊離アミノ酸総量が多い傾向を示し、サンゴ砂区でGlu（グルタミン酸）、Gly（グリシン）、Arg（アルギニン）、遊離アミノ酸総量が多い傾向を示した（図6）。

なお、対照区と各試験区の平均値の検定を行ったところ、平成18年12月12日は全ての項目で有意差が見られず、平成19年6月7日はサンゴ砂区の遊離アミノ酸総量で有意差が見られた。これは、対照区、各試験区ともに貝柱5個体を1検体として3検体を分析に供したため、検定を行うには十分なサンプル数ではないことが影響しているものと考えられた。

表7 実証試験におけるホタテガイ貝柱の遊離アミノ酸の分析結果

	単位: mg/100g								
	平成18年 6月20日	平成18年12月12日				平成19年6月7日			
		対照区	木炭区	サンゴ砂区	炭素繊維区	対照区	木炭区	サンゴ砂区	
P-Ser	4.4	5.2	3.4	2.2	3.4	2.0	28.5	18.1	
Tau	356.9	528.9	395.3	581.1	469.6	649.4	662.5	659.2	
PEA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Asp	3.0	5.9	3.0	3.3	2.9	0.0	0.0	0.0	
Thr	11.5	4.1	2.3	4.7	3.7	57.6	65.4	64.1	
Ser	4.2	4.5	2.8	3.6	2.8	3.6	3.8	4.0	
Glu	85.6	42.0	30.7	40.2	40.0	93.4	90.1	98.2	
GluNH2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.8	34.3	34.6	
Sar	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
a-AAA	1.4	4.0	2.0	0.7	0.0	1.1	0.8	1.6	
Gly	1,721.4	1,485.2	1,496.7	1,508.0	1,599.3	1,256.8	1,280.4	1,333.0	
Ala	217.9	83.3	77.9	78.8	92.3	303.7	321.1	302.5	
Cit	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
a-ABA	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	4.2	4.4	
Val	11.6	4.8	5.0	5.4	5.2	27.4	27.8	27.0	
Cys	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	8.8	8.8	
Met	7.5	2.9	2.5	2.7	5.0	29.8	31.1	28.9	
Cysthi	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	5.5	5.5	
Ile	4.0	3.4	2.6	3.5	3.6	10.3	11.0	10.2	
Leu	4.7	2.2	1.2	2.4	2.4	10.3	11.2	10.4	
Tyr	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	3.3	3.3	
Phe	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	3.8	3.8	
b-Ala	3.0	6.0	7.7	5.5	4.6	2.6	2.9	3.1	
b-Aiba	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
g-ABA	0.8	1.9	0.9	1.9	1.1	0.2	0.3	0.3	
EOHNH2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Hylys	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Orn	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Lys	3.8	1.5	0.0	1.4	0.7	9.5	9.8	9.4	
1Mehis	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
His	7.5	1.6	1.2	2.1	1.4	20.8	22.6	21.6	
3Mehis	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Ans	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Car	15.2	23.1	18.0	21.1	20.0	9.6	10.0	8.6	
Arg	207.0	241.5	239.4	320.2	215.1	29.3	11.2	45.3	
Hypro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Pro	34.4	17.4	12.9	18.4	16.0	99.4	105.3	107.9	
Total	2,711.4	2,469.8	2,305.8	2,607.2	2,489.0	2,692.7	2,755.4	2,814.1	

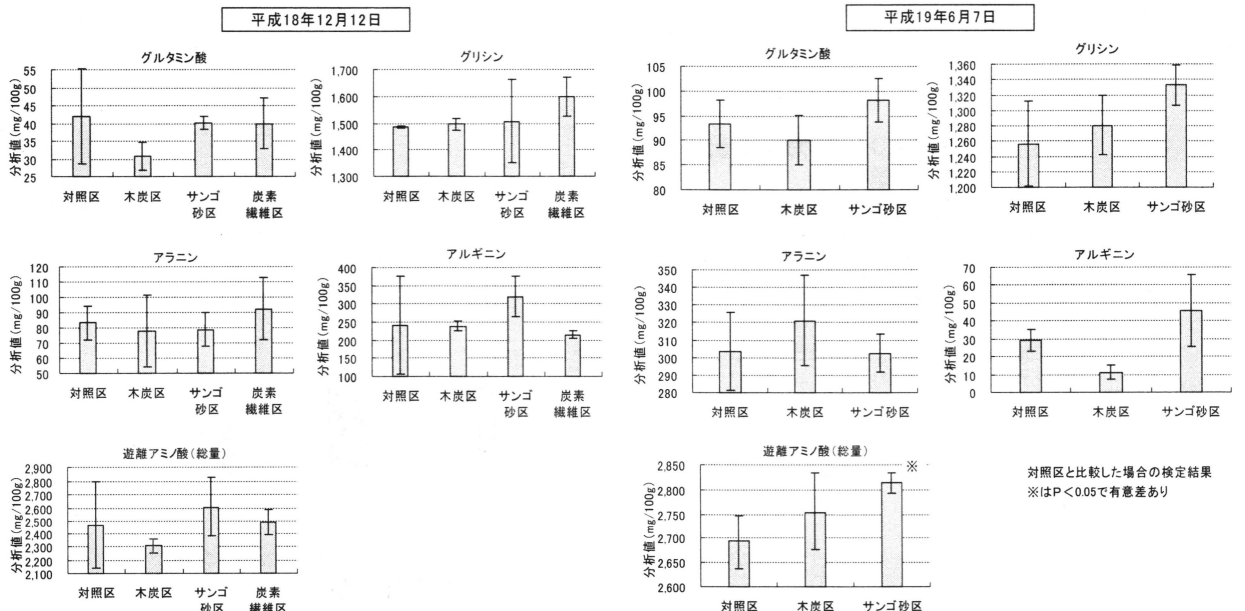


図6 実証試験におけるホタテガイ貝柱の遊離アミノ酸の分析結果

ATP及びATP関連化合物の分析結果を表8に示した。

ATP関連化合物の中で旨味に関係しているAMPについて対照区と各試験区を比較した結果、平成18年12月12日はサンゴ砂区で多い傾向を示したが、平成19年6月7日は差は見られなかった(図7)。

対照区と各試験区の平均値の検定を行ったところ、平成18年12月12日、平成19年6月7日ともに有意差は見られなかった。これは、前述のとおり、検定を行うには十分なサンプル数ではないことが影響しているものと考えられた。

表8 実証試験におけるホタテガイ貝柱のATP及びATP関連化合物の分析結果

	平成18年12月12日				平成19年6月7日		
	対照区	木炭区	サンゴ砂区	炭素繊維区	対照区	木炭区	サンゴ砂区
ATP	3.80	4.45	4.54	4.49	4.28	3.20	3.47
ADP	1.89	1.65	1.50	1.75	1.53	1.24	1.15
AMP	0.99	0.64	0.62	0.75	0.63	0.74	0.60

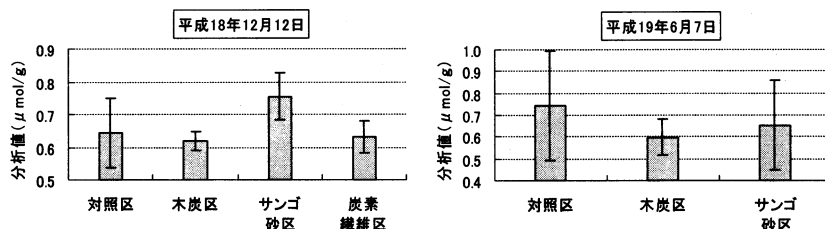


図7 実証試験におけるホタテガイ貝柱のAMPの分析結果

### (3) 食味試験

ホタテガイ貝柱の試食結果を表9に示した。

平成18年12月12日は対照区も試験区も差が見られなかったが、平成19年6月7日は対照区を美味しいと感じた人(◎)は対照区4人に対して木炭区、サンゴ砂区は7人と多かったほか、設問にはなかった×を記入したり空欄とする人が対照区では2人見られた。

前述の遊離アミノ酸やAMPの結果と合わせて考えると、木炭、サンゴ砂にはホタテガイの旨味成分を増加させる何らかの働きを持っている可能性があるため、今後、さらに試験を行い確認する必要がある。

表9-1 実証試験におけるホタテガイ貝柱の試食結果(平成18年12月12日)

回答	対照区	木炭区	サンゴ砂区	炭素繊維区
美味しい ◎	4	5	4	5
普通 ○	9	8	9	9
不明 空欄	1	1	1	-
合計	14	14	14	14

表9-2 実証試験におけるホタテガイ貝柱の試食結果(平成19年6月7日)

回答	対照区	木炭区	サンゴ砂区
美味しい ◎	4	7	7
普通 ○	13	11	12
不明 空欄	1	0	0
不明 ×	1	1	0
合計	19	19	19

## 引用文献

- 1) 中川義彦ら(1974)：サロマ湖産養殖ホタテガイの軟体部の肥満とグリコーゲン量の季節的变化について。北水試月報, 31, 13-21
- 2) 坂本正勝ら(1977)：噴火湾産ホタテガイの成長と成分、軟体部歩留りの変化について。北水試月報, 34, 1-11
- 3) 成田正直ら(2003)：ホタテガイ歩留り、成分調査。網走水試事業報告書, 65, 187-188
- 4) 小玉裕幸ら(2004)：ホタテガイ歩留り、成分調査。網走水試事業報告書, 66, 197-198
- 5) 小玉裕幸ら(2005)：ホタテガイ歩留り、成分調査。網走水試事業報告書, 67, 158-159
- 6) 鴻巣章二ら(1988)：ホタテガイのエクス成分とオミッシンテストによる呈味有効成分の同定。日本食品工業学会誌, 35, 252-258.
- 7) 木村 稔ら(1999)：ホタテガイ鮮貝柱製品の品質及び製造基準策定予備試験。網走水試事業報告書, 61, 135-142.