

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

目 的

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。

なお、旨味成分の分析に御協力いただいたふるさと食品研究センターの方々に感謝申し上げます。

材料および方法

1 産地別調査

ホタテガイの旨味成分は春～夏にかけて多く、秋～冬にかけて少ないことがこれまでの調査^{1～6)}で明らかになっていることから、旨味成分の多い春～夏（平成19年5月22日）と旨味成分の少ない秋～冬（平成19年12月7日）に、青森市中央卸売市場から北海道オホーツク産、北海道噴火湾産、陸奥湾西湾産、陸奥湾東湾産、三陸産の5産地のホタテガイを同時に入手して、梱包方法等を確認した後、それぞれについて50個体の活力、異常貝数、殻長、全重量、軟体部重量、貝柱重量と、10個体の生殖腺重量、中腸腺重量を測定した。活力は、外套膜と貝柱に対する刺激で閉殻行動を行うかどうかにより確認した。

また、貝柱の有紋筋の一部を用いて、当研究所職員が3段階評価（良い、普通、悪い）により食味試験を実施した。

さらに、12月7日には15個体分の貝柱について重量を測定後ただちに-80℃で凍結保存し、5個体を1検体として以下の方法によりふるさと食品研究センターが水分、旨味成分（グリコーゲン、遊離アミノ酸、ATP関連物質）を分析した。

- ・ 水分：105℃常圧加熱乾燥法により測定した。
- ・ グリコーゲン：水酸化カリウム溶液で組織を溶解後、得られたグリコーゲンを硫酸で加水分解し、グルコース定量用キット（J.K.インターナショナル社）を用いてグルコース換算で定量した。
- ・ 遊離アミノ酸：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）にて定量した。
- ・ ATP関連物質：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。

2 実証試験

目合7分のホタテガイ養殖丸籠に木炭を1段当り300g入れた木炭区、目合1寸目の丸籠に殻長12cmのホタテ貝殻を1段当り12枚敷いた貝殻区、鮮魚出荷に用いる白い吸水シート（不織布製）を丸籠底面に張り付けた鮮魚シート区、目合1.5mm×1.3mmの採苗器用網地を丸籠底面に張り付けた細目ネット区を設け、それぞれに平成18年産半成貝を1段当り10個体ずつ収容して、平成19年5月23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による影響とムラサキイガイの付着を回避するため幹網を水深25mに沈め、水温が低下した10月3日に水深15mに浮上させた。

※現 青森県農林水産部水産局水産振興課

平成20年5月23日の試験終了時に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ほか、ムラサキイガイ等の付着物の重量を測定した。15個体分の貝柱は重量を測定後ただちに-80℃で凍結保存し、前述と同様の方法により旨味成分を分析した。また、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（良い、普通）により食味試験を実施した。

結果と考察

1 産地別調査

(1) 平成19年5月の調査

実際に市場で売られている産地別のホタテガイを比較するため、平成19年5月22日に青森市中央卸売市場から入手した陸奥湾西湾産、陸奥湾東湾産、三陸産のホタテガイの活力等を表1、図1に示した。なお、北海道オホーツク産、北海道噴火湾産は貝毒による出荷自主規制のため入手できなかった。

陸奥湾産は西湾、東湾とも発泡スチロール箱（穴開き）にホタテガイを入れ、緑色の吸水シートを被せて、氷をかけて出荷していたが、三陸産は発泡スチロール箱（穴なし）に薄いビニール袋を入れ、その中に海水とホタテガイを詰めて出荷していた。なお、全産地とも5月21日に出荷しており、市場には翌日に入荷していた。

活力を測定した結果、貝柱と外套膜への刺激に対する無反応貝の割合は、陸奥湾西湾産が40.8%と最も高く、次いで三陸産の10.0%であり、陸奥湾東湾産は2.0%と低かった。陸奥湾産は同じ梱包方法を採用しているが、発泡スチロール内に残った氷を計量したところ、東湾産は3.2kg、西湾産は0.8kgと差があったことから、出荷から入荷までの時間や保管温度に差があった可能性がある。また、三陸産は海水の水質が悪化し、ホタテガイに酸欠等の影響を及ぼした可能性がある。

表1 青森市内の市場から入手した活ホタテガイの活力等（平成19年5月22日）

産地、種類	出荷日	梱包方法等	氷の残量 (kg)	海水の残量 (kg)	活力測定貝 (個体)	無反応貝 (個体)	無反応率 (%)
陸奥湾西湾 (養殖)	5月21日 (翌日着)	発泡スチロール箱(穴開き、1箱)にホタテを入れ、緑色の吸水シートを被せて、氷をかける。	0.8	-	49	20	40.8
陸奥湾東湾 (養殖)	5月21日 (翌日着)	発泡スチロール箱(穴開き、1箱)にホタテを入れ、緑色の吸水シートを被せて、氷をかける。	3.2	-	50	1	2.0
三陸 (養殖)	5月21日 (翌日着)	発泡スチロール箱(穴なし、2箱)に薄いビニール袋を入れ、その中に海水とホタテを詰める。	-	1箱目8.2 2箱目7.2	50	5	10.0

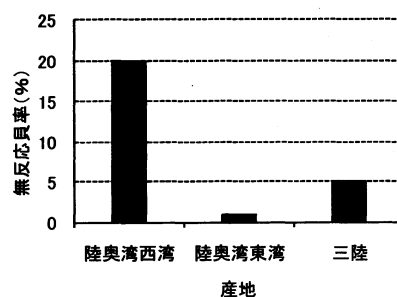


図1 青森市内の市場から入荷した活ホタテガイの活力(平成19年5月22日)

殻長等の測定結果を表2、図2に、平均値の差の検定結果を付表1に示した。

異常貝率は陸奥湾東湾産が20.0%と最も高く、次いで陸奥湾西湾産の14.3%、三陸産の8.0%であった。殻長は陸奥湾西湾産が124.9mmと最も大きく、陸奥湾東湾産と三陸産は約120mmと同じ大きさだった。可食部（軟体部重量、貝柱重量、軟体部歩留り）についても同様で、陸奥湾西湾産が最も大きく、陸奥湾東湾産と三陸産はほぼ同じであった。

生殖線指数は5.1~7.1%と低く、産卵は全地区で終了しているものの、産卵時期^{7, 8)}が陸奥湾西湾で3月上旬、陸奥湾東湾と三陸で3月下旬と差があったことから、早く産卵を終えて、成長にエネルギーを回せるかどうか、可食部重量の増加に反映するものと考えられた。

表2 青森市内の市場から入手した活ホタテガイの測定結果（平成19年5月22日）

地域	生貝 (枚)	異常貝 (枚)	異常貝出 現率(%)	殻長 (mm)	全重量 (g)	軟体部重量 (g)	貝柱重量 (g)	生殖巣重量 (g)	中腸腺重量 (g)	軟体部歩留り (%)	生殖腺指数 (%)	
陸奥湾西湾 (養殖)	49	7	14.3	Ave	124.9	176.7	84.4	38.9	4.31	11.46	47.8	5.11
				Max	133.9	218.5	109.9	51.4	7.02	13.87		
				Min	113.8	148.2	67.2	29.9	2.62	9.30		
				SD	4.7	18.1	10.0	5.5	1.40	1.81		
陸奥湾東湾 (養殖)	50	10	20.0	Ave	120.1	171.0	71.5	27.0	5.10	7.52	41.8	7.13
				Max	128.3	211.6	94.5	39.6	6.55	10.91		
				Min	105.7	123.7	36.2	10.6	3.65	5.45		
				SD	4.3	18.7	10.6	5.7	0.95	1.69		
三陸 (養殖)	50	4	8.0	Ave	119.6	181.6	74.7	28.1	4.43	7.37	41.1	5.93
				Max	130.0	246.3	103.2	41.4	5.76	9.43		
				Min	112.4	142.0	55.7	15.4	3.39	5.57		
				SD	4.1	24.0	11.3	6.0	0.81	1.10		

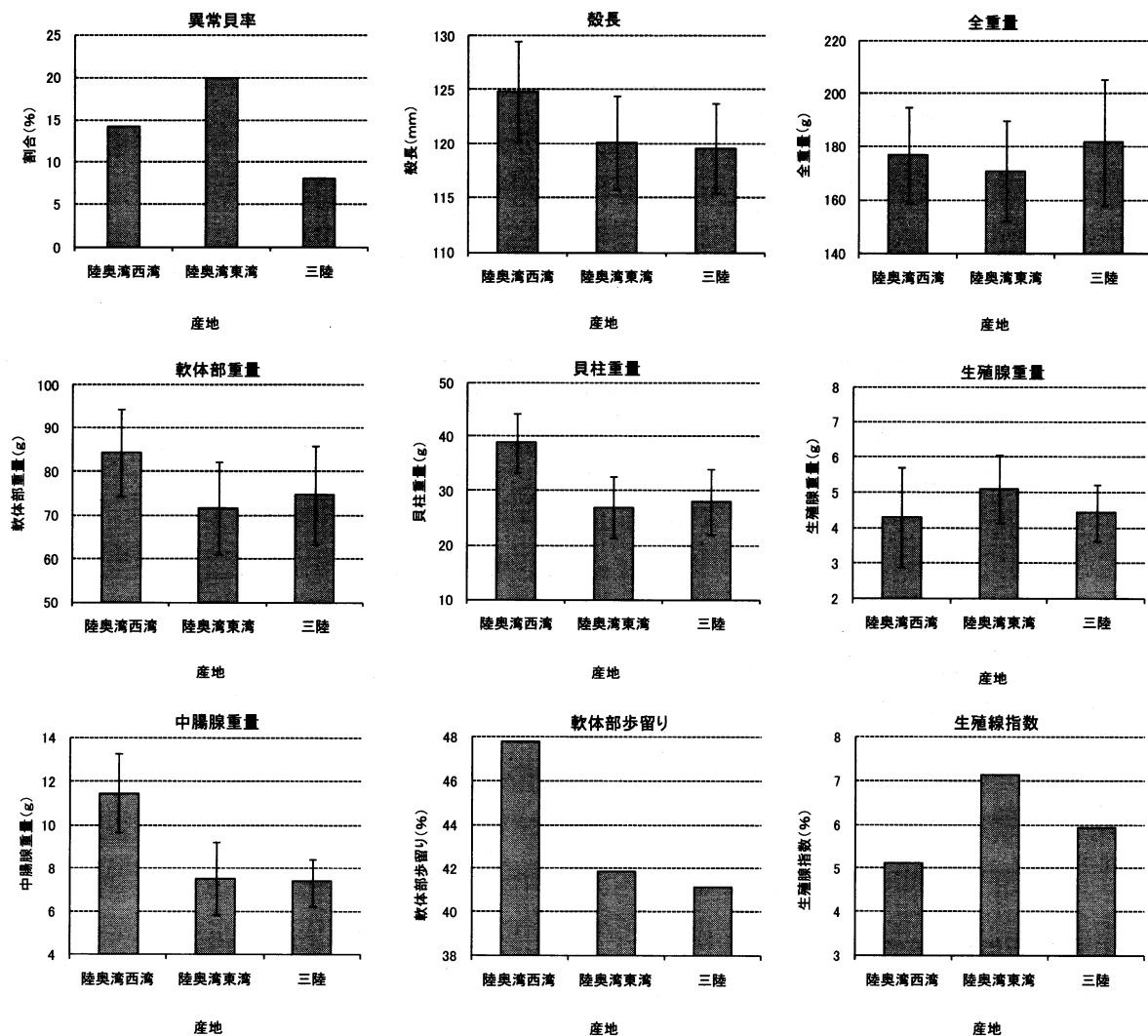


図2 青森市内の市場から入手した活ホタテガイの測定結果(平成19年5月22日) ※バーは標準偏差

食味試験の結果を表3に示した。評価は良い・普通・悪いの3段階により行ったため、良いを2点、普通を1点、悪いを0点として数値化した結果を表4に、平均値の差の検定結果を付表2に示した。

甘味は、陸奥湾西湾産と東湾産が23点で、三陸産が20点

表3 青森市内の市場から入手した活ホタテガイの食味試験結果（平成19年5月22日）

評価	甘味			歯ごたえ		
	陸奥湾 西湾	陸奥湾 東湾	三陸	陸奥湾 西湾	陸奥湾 東湾	三陸
	良い	8	6	7	3	9
普通	7	11	6	13	10	9
悪い	5	3	7	4	1	0
合計	20	20	20	20	20	20

とほぼ同じであった。歯ごたえは、三陸産が31点と最も高く、次いで陸奥湾東湾産が28点で、陸奥湾西湾産は19点とかなり低かった。甘みと歯ごたえの合計（総合評価）は、三陸産と陸奥湾東湾産が51点で、陸奥湾西湾産が42点とやや低かったが有意差はなかった。

表4 青森市内の市場から入手した活ホタテガイの食味試験結果（平成19年5月22日）

試食者 No	甘味			歯ごたえ			総合		
	陸奥湾 西湾	陸奥湾 東湾	三陸	陸奥湾 西湾	陸奥湾 東湾	三陸	陸奥湾 西湾	陸奥湾 東湾	三陸
	1	0	2	2	1	1	1	1	3
2	2	1	1	1	1	2	3	2	3
3	0	0	2	2	2	2	2	2	4
4	2	1	1	1	1	2	3	2	3
5	1	2	0	2	1	2	3	3	2
6	1	1	2	1	2	1	2	3	3
7	2	2	1	1	1	2	3	3	3
8	2	0	0	1	2	1	3	2	1
9	1	2	0	1	2	2	2	4	2
10	1	1	2	1	2	1	2	3	3
11	0	1	0	1	1	2	1	2	2
12	0	2	1	0	1	2	0	3	3
13	1	1	2	0	1	2	1	2	4
14	2	0	1	1	2	1	3	2	2
15	1	1	2	1	2	1	2	3	3
16	0	1	1	0	2	1	0	3	2
17	2	1	2	0	2	1	2	3	3
18	1	2	0	1	0	2	2	2	2
19	2	1	0	1	1	2	3	2	2
20	2	1	0	2	1	1	4	2	1
合計	23	23	20	19	28	31	42	51	51

ホタテガイの購入枚数と販売価格から単価を求めたところ、三陸産が694円/kgであり、陸奥湾西湾産の425円/kg、陸奥湾東湾産の454円/kgと比較すると、三陸産がかなり高い価格で販売されていることが分かった（表5、図3）。

表5 青森市内の市場から入手した活ホタテガイの単価（平成19年5月22日）

	購入枚数 (個体)	ホタテガイの 総重量(g/箱)	購入価格 (円/箱)	単価 (円/kg)
陸奥湾西湾 (養殖)	49	8,656	3,675	425
陸奥湾東湾 (養殖)	50	8,548	3,885	454
三陸 (養殖)	50	9,081	6,300	694

※価格、単価は税込

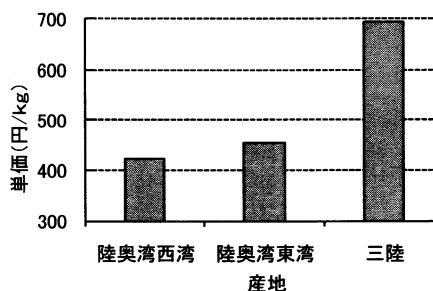


図3 青森市内の市場から入手した活ホタテガイの単価（平成19年5月22日）

(2) 平成19年12月の調査

平成19年12月7日に青森市中央卸売市場から入手した北海道オホーツク産、北海道噴火湾産、陸奥湾西湾産、陸奥湾東湾産、三陸産のホタテガイの活力等を表6、図4に示した。

北海道オホーツク産は発泡スチロール箱（穴なし）に厚いビニール袋を入れ、その中にホタテを詰めて氷をかけていた。北海道噴火湾産と陸奥湾西湾産は木箱にホタテを入れ、緑色の吸水シートを被せ、氷をかけて、陸奥湾東湾産は発泡スチロール箱（穴開き）にホタテを入れ、緑色の吸水シートを被せ、氷をかけていた。三陸産は発泡スチロール箱（穴なし）に薄いビニール袋を入れ、その中に海水とホタテガイを詰めていた。北海道オホーツクは12月4日に、それ以外の産地は12月6日に出荷しており、北海道以外は翌日に入荷していた。

活力を測定した結果、貝柱と外套膜への刺激に対する無反応貝の割合は、陸奥湾東湾産が0%と低く、残る4産地は2.0%であった。また、刺激に対して弱い反応を見せる貝の割合は、噴火湾産が7.4%と高く、次いで三陸産の5.7%、オホーツク産の2.0%で、陸奥湾産は西湾も東湾も0%であった。

オホーツク産は出荷から入荷まで3日かかることが活力の低下の原因と考えられた。また、噴火湾産と陸奥湾西湾産については木箱を用いているが、出荷から入荷までの時間や保管温度に差があった可能性がある。三陸産の無反応貝は腐敗臭を発生しており、海水の水質が悪化したことにより、他のホタテガイに影響を及ぼした可能性がある。

なお、オホーツク産は砂を噛んでいる個体が2個体見られたほか、噴火湾産は全個体にカサネカンザシがかなり付着していた。

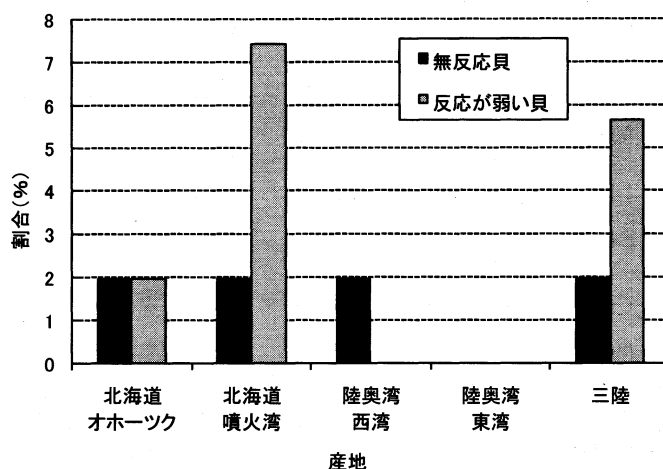


図4 青森市内の市場から入手した活ホタテガイの活力 (平成19年12月7日)

表6 青森市内の市場から入手した活ホタテガイの活力等 (平成19年12月7日)

産地、種類	出荷日	梱包方法等	氷の残量 (kg)	海水の残量 (kg)	活力測定貝 (個体)	無反応貝 (個体) (%)	反応が弱い貝 (個体) (%)	備考
北海道オホーツク (地まき)	12月4日 (3日着)	発泡スチロール箱(穴なし、1箱)に厚いビニール袋を入れ、その中にホタテを詰めて、氷をかける。	2.1	-	50	1 2.0	1 2.0	砂を噛んでる個体が2個体あり。
北海道噴火湾 (耳吊り養殖)	12月6日 (翌日着)	木箱(1箱)にホタテを入れ、緑色の吸水シートを被せて、氷をかける。	0.6	-	50	1 2.0	4 7.4	全個体にカサネカンザシがかなり付着。
陸奥湾西湾 (籠養殖)	12月6日 (翌日着)	木箱(1箱)にホタテを入れ、緑色の吸水シートを被せて、氷をかける。	0.4	-	50	1 2.0	0 0.0	
陸奥湾東湾 (籠養殖)	12月6日 (翌日着)	発泡スチロール箱(穴開き、1箱)にホタテを入れ、緑色の吸水シートを被せて、氷をかける。	1.7	-	50	0 0.0	0 0.0	
三陸 (耳吊り養殖)	12月6日 (翌日着)	発泡スチロール箱(穴なし、2箱)に薄いビニール袋を入れ、その中に海水とホタテを詰める。	-	1箱目12.2 2箱目9.4	50	1 2.0	3 5.7	腐敗臭を発生する個体が1個体あり。ウロも茶褐色の個体が多い。

殻長等の測定結果を表7、図5に、平均値の差の検定結果を付表3に示した。

異常貝率は噴火湾産と陸奥湾東湾産が6.0%とやや高く、次いで陸奥湾西湾産の4.0%、オホーツク産と三陸産の2.0%の順であった。殻長はオホーツク産が125mm、三陸産が124mmと最も大きく、次いで陸奥湾東湾産が121mm、陸奥湾西湾産が112mm、噴火湾産が110mmの順であった。しかし、可食部については、三陸産が軟体部重量73.5g、貝柱重量32.0gと最も大きく、次いで陸奥湾東湾産が69.8g、28.8g、オホーツク産が68.1g、26.3gの順で、噴火湾産と陸奥湾西湾産が軟体部重量55.6g、55.7g、貝柱重量21.8g、21.5gと小さかった。また、歩留りはオホーツク産と陸奥湾東湾産が41.6%と高く、次いで陸奥湾西湾産41.0%、噴火産39.3%の順であり、三陸産は38.7%と低かった。

表7 青森市内の市場から入手した活ホタテガイの測定結果(平成19年12月7日)

	測定員		異常貝 (%)	殻長 (mm)	全重量 (g)	軟体部重量 (g)	貝柱重量 (g)	生殖巣重量 (g)	中腸腺重量 (g)	軟体部歩留り (%)	生殖腺指数 (%)	
	(個体)	(個体)										
北海道オホーツク (地まき)	50	1	2.0	Ave	125	164	68.1	26.3	5.25	5.95	41.6	7.7
				Max	134	219	99.4	36.0	6.25	8.43		
				Min	115	132	55.2	21.4	4.39	4.18		
				SD	4	18	8.5	3.0	0.55	1.50		
北海道噴火湾 (耳吊り養殖)	50	3	6.0	Ave	110	142	55.6	21.8	5.04	4.69	39.3	9.1
				Max	119	179	69.6	26.9	6.71	5.50		
				Min	100	111	45.6	15.6	4.10	3.70		
				SD	4	14	6.2	2.7	0.91	0.67		
陸奥湾西湾 (籠養殖)	50	2	4.0	Ave	112	136	55.7	21.5	3.18	3.73	41.0	5.7
				Max	121	174	79.3	34.4	4.34	4.97		
				Min	103	106	37.0	10.6	1.90	2.74		
				SD	4	16	10.0	5.1	0.84	0.64		
陸奥湾東湾 (籠養殖)	50	3	6.0	Ave	121	168	69.8	28.8	4.80	4.79	41.6	6.9
				Max	131	202	91.0	39.6	7.55	6.53		
				Min	112	140	55.4	13.6	3.34	3.49		
				SD	4	16	8.7	4.6	1.34	0.97		
三陸 (耳吊り養殖)	50	1	2.0	Ave	124	190	73.5	32.0	3.09	4.60	38.7	4.2
				Max	128	222	90.6	40.9	4.10	5.39		
				Min	113	157	56.9	22.7	2.19	3.36		
				SD	3	16	8.1	4.8	0.59	0.58		

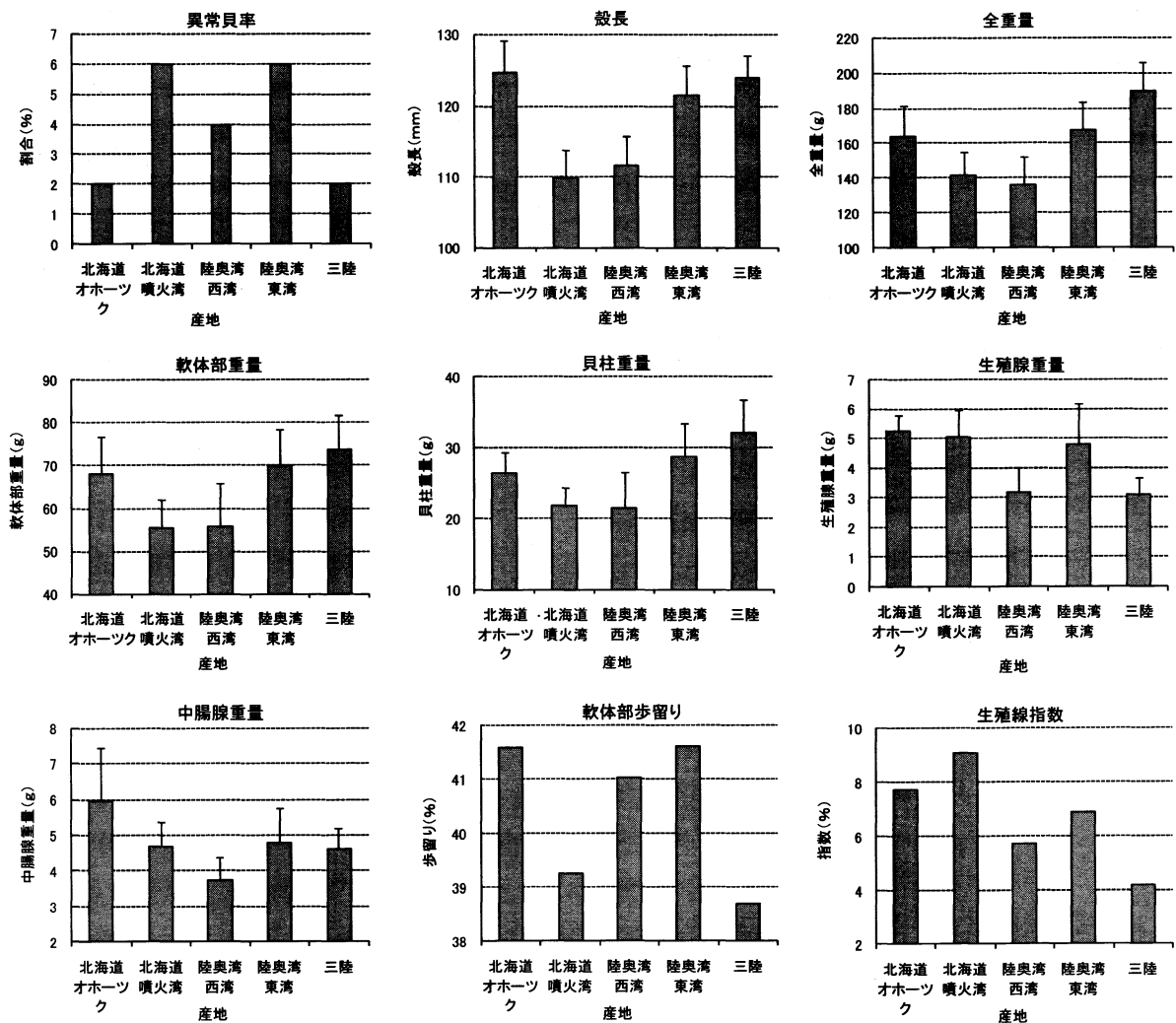


図5 青森市内の市場から入手した活ホタテガイの測定結果(平成19年12月7日) ※バーは標準偏差

食味試験の結果を表8に示した。評価は良い・普通・悪いの3段階により行ったため、良いを2点、普通を1点、悪いを0点として数値化した結果を表9に、平均値の差の検定結果を付表4に示した。

甘味は、オホーツク産が25点、三陸産が24点と最も良く、次いで陸奥湾西湾20点、陸奥湾東湾15点の順になっており、噴火湾が10点と最も低かった。歯ごたえは、オホーツク産が27点、陸奥湾東湾産が26点、陸奥湾西湾24点、三陸産が21点の順で、噴火湾が18点と最も低かった。甘みと歯ごたえの合計（総合評価）は、噴火湾が28点と他産地の41～52点に比べて有意に低かった。

表8 青森市内の市場から入手した活ホタテガイの食味試験結果（平成19年12月7日）

評価	甘味					歯ごたえ				
	北海道 オホーツク	北海道 噴火湾	陸奥湾 西湾	陸奥湾 東湾	三陸	北海道 オホーツク	北海道 噴火湾	陸奥湾 西湾	陸奥湾 東湾	三陸
	良い	6	1	7	3	8	8	3	5	8
普通	13	8	6	9	8	11	12	14	10	13
悪い	0	10	6	7	3	0	4	0	1	2
合計	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19

単位:人

表9 青森市内の市場から入手した活ホタテガイの食味試験結果(平成19年12月7日)

試食者 No	甘味					歯ごたえ					総合				
	北海道 オホーツク	北海道 噴火湾	陸奥湾 西湾	陸奥湾 東湾	三陸	北海道 オホーツク	北海道 噴火湾	陸奥湾 西湾	陸奥湾 東湾	三陸	北海道 オホーツク	北海道 噴火湾	陸奥湾 西湾	陸奥湾 東湾	三陸
	1	1	1	1	1	2	1	0	2	2	1	2	1	4	3
2	1	0	1	0	2	2	0	1	1	2	3	0	3	1	4
3	2	1	1	1	1	1	2	2	2	1	3	3	3	3	2
4	2	0	0	1	2	2	1	1	1	1	4	1	3	2	3
5	2	0	0	0	2	1	1	2	1	0	3	1	4	1	2
6	1	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	3	2	3	3
7	1	1	1	2	2	1	2	1	2	1	2	3	3	4	3
8	1	1	2	0	0	2	1	1	2	1	3	2	1	2	1
9	1	0	1	1	1	2	2	1	1	2	3	2	2	2	3
10	2	1	0	1	2	2	1	1	2	1	4	2	3	3	3
11	1	0	0	1	1	2	1	1	2	1	3	1	2	3	2
12	1	0	1	1	2	2	1	1	2	1	3	1	3	3	3
13	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	2	2	3	4	2
14	1	0	2	0	2	1	0	2	1	1	2	0	4	1	3
15	1	0	2	0	0	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
16	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	2	1	2	1	1
17	1	0	2	1	1	1	0	1	1	2	2	0	2	2	3
18	2	1	0	0	0	1	1	1	1	1	3	2	1	1	1
19	2	1	2	1	1	2	1	1	0	1	4	2	2	1	2
合計	25	10	20	15	24	27	18	24	26	21	52	28	48	41	45

単位:点

ホタテガイ貝柱の水分、グリコーゲンの分析結果を表10、図6に、平均値の差の検定結果を付表5に示した。

三陸産は水分が77.6%と他産地の78.5～79.0%よりもやや低い傾向を示した。グリコーゲンは産地間の差は見られなかった。

表10 青森市内の市場から入手した活ホタテガイの貝柱の水分、グリコーゲンの分析結果（平成19年12月7日）

	北海道 オホーツク	北海道 噴火湾	陸奥湾 西湾	陸奥湾 東湾	三陸
水分 (%)	79.0	78.7	79.0	78.5	77.6
グリコーゲン (g/100g)	1.02	0.96	0.95	0.95	1.04

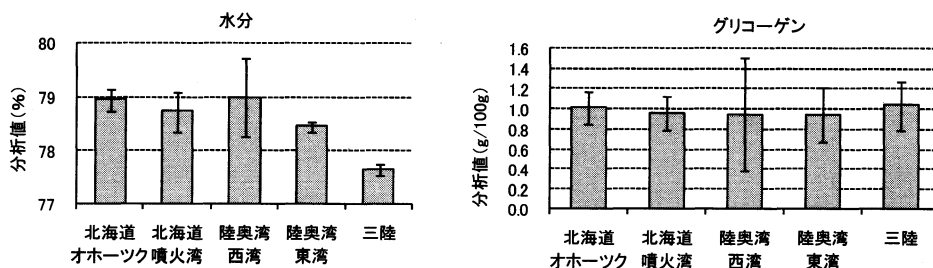


図6 青森市内の市場から入手した活ホタテガイの貝柱の水分、グリコーゲンの分析結果（平成19年12月7日）※バーは標準偏差

遊離アミノ酸の分析結果を表11に示した。このうち、旨味成分に関係するグルタミン酸 (Glu)、グリシン (Gly)、アラニン (Ala)、アルギニン (Arg) と遊離アミノ酸総量の比較を図7に、平均値の差の検定結果を付表5に示した。

グルタミン酸 (Glu) はオホーツク産が67.6mg/100gと他産地の88.4~94.5mg/100gより低い傾向を示した。グリシン (Gly) は噴火湾産が1,973mg/100gと他産地の1,673~1,717mg/100gより高い傾向を示した。アラニン (Ala) は三陸産が196mg/100gと他産地の100~156mg/100gより高い傾向を示した。アルギニン (Arg) は陸奥湾東湾産が288mg/100g、オホーツク産が287mg/100gと他産地の194~251mg/100gより高い傾向を示した。遊離アミノ酸総量は陸奥湾東湾産が3,614mg/100g、三陸産が3,606mg/100gと他産地の3,476~3,528mg/100gよりも高い傾向を示した。それぞれ平均値の差の検定を行ったが、一部で有意差の見られない項目があった。これは検定を行うには十分なサンプル数でなかったことが影響しているものと考えられた。

表11 青森市内の市場から入手した活ホタテガイの貝柱の遊離アミノ酸の分析結果 (平成19年12月7日) 単位:mg/100g

成分名	北海道 オホーツク	北海道 噴火湾	陸奥湾 西湾	陸奥湾 東湾	三陸
P-Ser	87.76	85.01	54.10	64.11	65.46
Tau	1,220.90	1,031.80	1,249.86	1,200.01	1,161.81
Asp	1.53	1.35	0.57	0.77	1.12
Thr	7.59	12.42	11.60	17.03	14.32
Ser	5.62	5.10	6.32	5.49	16.75
Glu	67.62	88.64	88.43	94.46	88.70
GluNH2	0.00	6.27	2.41	12.42	0.00
Sar	2.53	0.00	5.24	6.15	0.00
a-AAA	0.00	0.00	0.00	0.00	5.28
Gly	1,694.43	1,792.91	1,717.43	1,714.83	1,673.45
Ala	100.07	155.57	135.70	137.41	196.81
a-ABA	0.00	0.74	0.66	0.84	0.93
Val	4.83	5.29	5.31	6.75	8.22
Cys	3.21	9.37	4.17	5.78	31.03
Met	2.36	4.38	4.54	4.47	8.63
Ile	2.15	2.46	2.26	2.83	3.71
Leu	2.64	4.44	3.32	4.20	5.90
Tyr	1.06	1.99	1.54	1.44	2.97
Phe	1.26	1.94	1.94	2.02	3.78
b-Ala	0.71	0.96	0.56	0.75	0.85
g-ABA	0.88	0.74	0.40	0.63	0.59
Lys	1.11	2.47	2.42	2.94	3.36
His	2.48	3.53	4.46	5.68	7.79
Arg	286.98	220.53	193.51	288.06	250.50
Hypro	0.00	0.00	0.00	0.00	5.15
Pro	30.93	37.81	25.40	34.86	49.11
Total	3,528.66	3,475.72	3,522.17	3,613.96	3,606.21

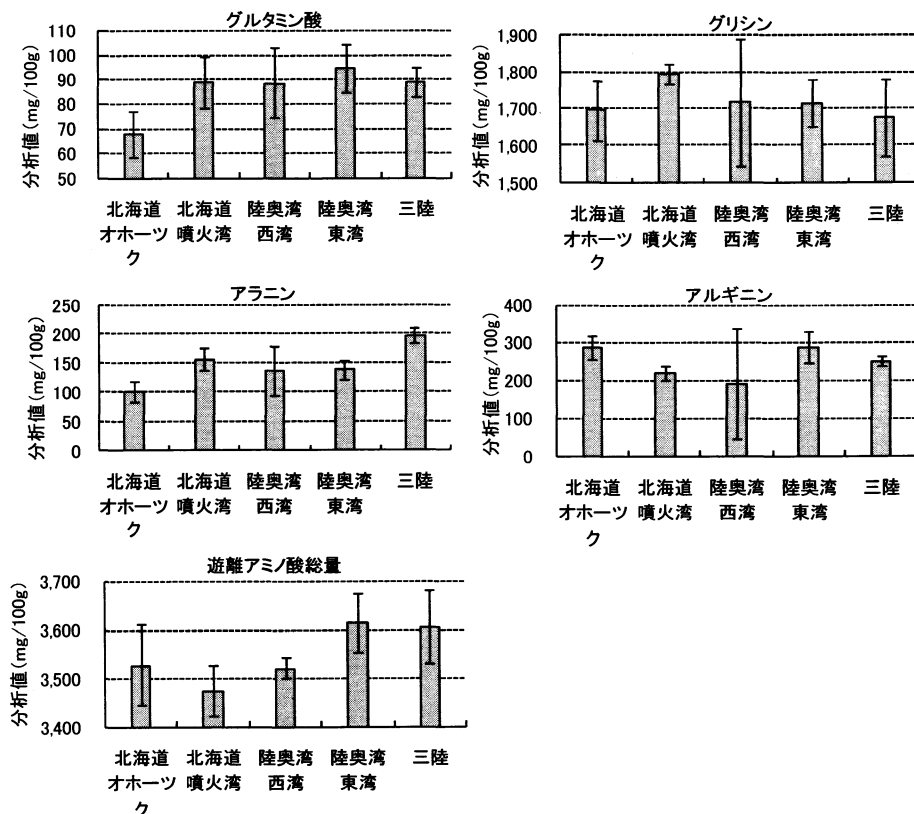


図7 青森市内の市場から入手した活ホタテガイの貝柱の遊離アミノ酸の分析結果 (平成19年12月7日) ※バーは標準偏差

ATP及びATP関連化合物の分析結果を表12、図8に、平均値の差の検定結果を付表5に示した。

一般的な鮮度指標であるATPは噴火湾産、陸奥湾西湾産、陸奥湾東湾産が高い傾向を示し、ホタテガイの旨味成分であるAMPは三陸産が高い傾向を示したが、検定を行ったところ有意差は見られなかった。これは検定を行うには十分なサンプル数でなかったことが影響しているものと考えられた。

表12 青森市内の市場から入手した活ホタテガイの貝柱のATP及びATP関連化合物の分析結果(平成19年12月7日)

	単位: $\mu\text{mol/g}$				
	北海道 オホーツク	北海道 噴火湾	陸奥湾 西湾	陸奥湾 東湾	三陸
ATP	4.66	6.79	5.93	6.34	4.87
ADP	1.37	1.48	1.16	1.35	2.01
AMP	0.72	0.59	0.48	0.58	1.20
HxR	0.09	0.05			0.15
Hx	0.32	0.33	0.39	0.41	0.31

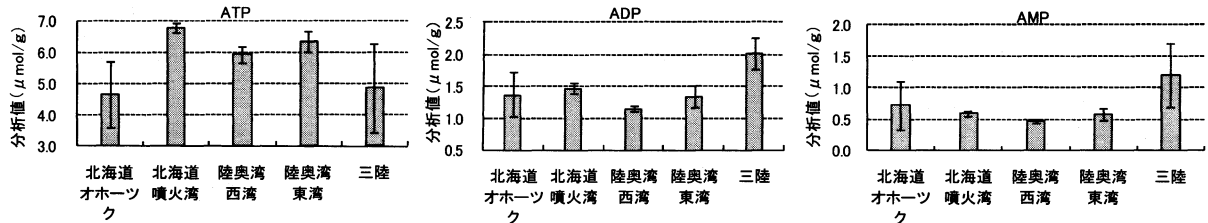


図8 青森市内の市場から入手した活ホタテガイの貝柱のATP及びATP関連化合物の分析結果(平成19年12月7日) ※バーは標準偏差

レーダーチャートを作成して旨味成分(グリコーゲン、4種の遊離アミノ酸、AMP)を総合的に比較したところ、各項目の数値が最も高くバランスが良いのは三陸産であった(図9)。なお、噴火湾産と陸奥湾西湾産が似たようなバランスであり、オホーツク産と陸奥湾東湾産も比較的似たバランスであったことから、梱包形態(木箱と発泡)と何らかの関係があることが考えられた。

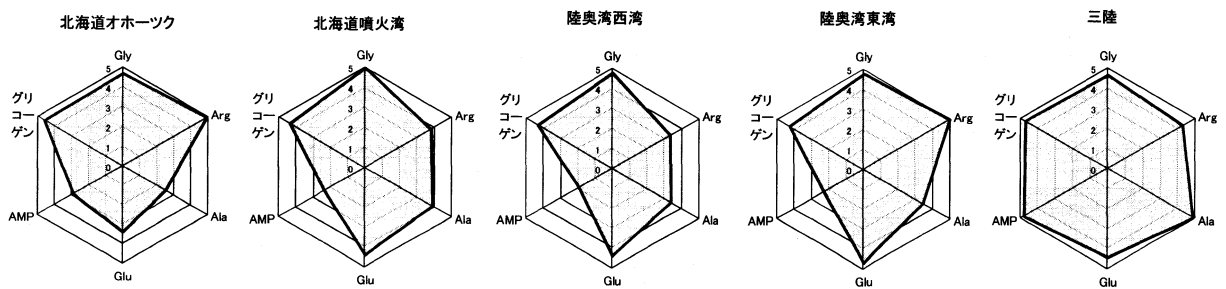


図9 青森市内の市場から入手した活ホタテガイの貝柱の旨味成分(グリコーゲン、遊離アミノ酸、AMP)の比較

ホタテガイの購入枚数と販売価格から単価を求めたところ、三陸産が663円/kg、他産地の418~449円/kgと比較すると、三陸産はかなり高い価格で販売されていることが分かった(表13、図10)。

表13 青森市内の市場から入手した活ホタテガイの単価(平成19年12月7日)

	購入枚数 (個体)	1箱の重量 (g/箱)	1箱の価格 (円/箱)	単価 (円/kg)
北海道オホーツク (地まき)	50	8,188	3,675	449
北海道噴火湾 (耳吊り養殖)	62	8,784	3,675	418
陸奥湾西湾 (籠養殖)	65	8,820	3,885	440
陸奥湾東湾 (籠養殖)	51	8,730	3,885	445
三陸 (耳吊り養殖)	50	9,500	6,300	663

※価格、単価は税込

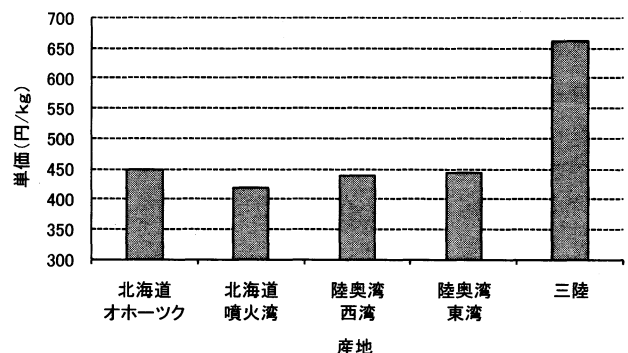


図10 青森市内の市場から入手した活ホタテガイの単価(平成19年12月7日)

(3) 産地別調査のまとめ

① 活力等

5月に調査した陸奥湾西湾産の貝は無反応貝が40%と非常に高かったほか、ほとんどの産地で無反応貝または反応の弱い貝が見られた。梱包時に活力の低い貝を取り除くのはもちろんであるが、ホタテガイは密閉した発泡スチロール箱内や海水中では酸欠により活力が低下するため、産地から市場までの距離が近い場合にはスリット入り発泡箱⁹⁾を、距離が遠い場合は酸素封入技術^{9、10)}を利用するなど、活力を維持するための新技術を導入することが有効と考えられる。

なお、他産地では付着物が十分に除去されていない貝や、砂を噛んでいる貝があったが、市場関係者はこれまであまり重要視していなかったようである。しかし、品質面での差別化を図るためには重要なポイントと考えられるので、今後、市場関係者にもっとPRすべきものとする。

② 殻長や可食部の大きさ

活ホタテガイは殻長が大きいほど見栄えは良いものの、可食部（軟体部、貝柱）重量や軟体部歩留りが最も重要である。陸奥湾産は北海道産や三陸産に比べて小さいというイメージがあるが、今回の調査では可食部（軟体部、貝柱）重量や軟体部歩留りは北海道産や三陸産と同じ、もしくは上回っていたことから、認識を改める必要がある。

③ 旨味成分

『地まき貝は歯ごたえがあり、養殖貝は甘みがある』という話を良く耳にするが、食味試験の結果、オホーツク産の地まき貝が最も歯ごたえが良かった。甘みと関係のある旨味成分（グリコーゲン、4種の遊離アミノ酸、AMP）は三陸が最も高くバランスも良かったが、食味試験の結果とは一致しなかったことから、旨味成分と甘みの関係については今後、再確認する必要がある。

④ 単価

三陸産の単価は5月が694円/kg、12月が663円/kgであり、他産地の単価（5月425～454円/kg、12月418～449円/kg）と比較してかなり高い。これは、三陸産のホタテガイの貝柱が陸奥湾産よりも大きいという評価が市場関係者に定着しているためである。しかし、前述のとおり三陸産の出荷形態（海水封入で活力低下）に問題があること、殻長や歩留りは陸奥湾産も遜色ないことから、今後、市場関係者にPRして価格差の縮小を図るべきものとする。

2 実証試験

平成19年5月23日の試験開始時のホタテガイの測定結果を表14に示した。

試験に用いたホタテガイは、平均殻長81.9mm、平均全重量58.7g、生残率92.5%、異常貝率0%であった。

表14 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19年5月23日)

生貝 (個体)	死貝 (個体)	収容枚数 (個体/連)	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)	
236	19	255	0	92.5	0	Ave	81.9	58.7	24.8	42.14
						Max	88.6	73.6	34.5	47.23
						Min	72.2	38.8	15.6	36.88
						SD	4.4	8.3	4.2	2.71

平成20年5月23日の試験終了時におけるホタテガイの測定結果を表15、図11に示した。

生存率は59.2～72.0%、異常貝率は10～48%と全体的に良くなかった。これは籠替えを行わないことにより大量の付着生物（主としてムラサキガイ）が付着し、籠内の環境が悪化したことが原因と考えられる（表16、図12）。

成長については、対照区と比べると、殻長は細目ネット区が、全重量は貝殻区、鮮魚シート区、細目ネッ

ト区が、軟体部重量は細目ネット区が、貝柱重量は鮮魚シート区、細目ネット区がそれぞれ有意に低かった。

表15 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20年5月23日)

	生貝 (個体)	死貝 (個体)	生貝+死貝数 (個体数)	生存率 (%)	数(個 体)	貝率 (%)	殻長 (mm)	全重量 (g)	軟体部 重量(g)	貝柱重 量(g)	軟体部歩 留り
対照区 (目合1寸)	58	40	98	59.2	19	38.0	Ave 117.7 Max 134.0 Min 102.0 SD 7.9	176.2	69.6	26.5	39.5%
木炭区 (目合7分)	66	32	98	67.3	12	24.0	Ave 118.2 Max 129.5 Min 104.1 SD 6.2	179.3	69.3	25.9	38.6%
貝殻区 (目合1寸)	71	30	101	70.3	13	26.0	Ave 116.6 Max 135.6 Min 101.1 SD 7.5	164.5	67.6	24.1	41.1%
鮮魚シート区 (目合1寸)	72	28	100	72.0	5	10.0	Ave 115.3 Max 128.4 Min 101.6 SD 6.4	162.2	63.9	22.5	39.4%
細目ネット区 (目合1寸)	62	38	100	62.0	24	48.0	Ave 110.4 Max 129.4 Min 93.2 SD 7.2	151.6	59.9	22.6	39.5%

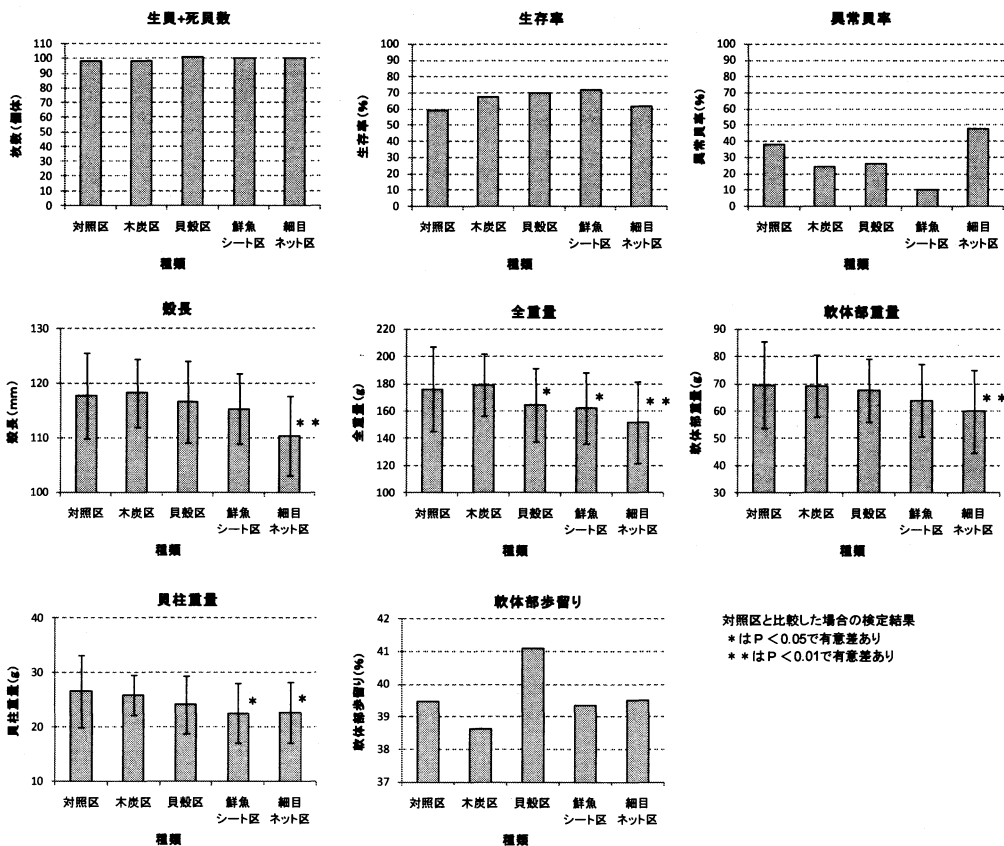


図11 実証試験における試験終了時のホタテガイの測定結果(平成20年5月23日) ※バーは標準偏差

表16 実証試験における付着物とホタテガイの総重量(平成20年5月23日)

区分	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	44,786	10,220	4.4
木炭区	50,436	11,831	4.3
貝殻区	47,376	11,680	4.1
鮮魚シート区	46,100	11,680	3.9
細目ネット区	47,800	9,401	5.1

※ホタテガイ総重量=1個体の重量×生貝数

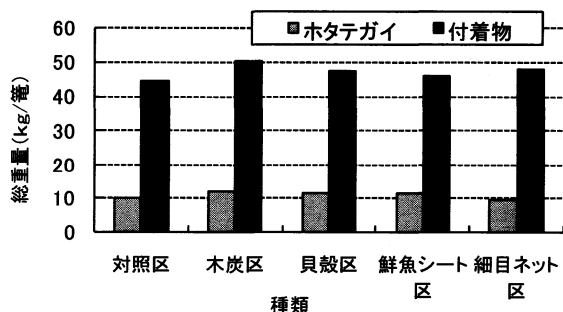


図12 実証試験における付着物とホタテガイの総重量(平成20年5月23日)

ホタテガイ貝柱の水分、グリコーゲンの分析結果を表17、図13に示した。

なお、鮮魚シート区と細目ネット区は対照区よりも成長が劣るため、旨味成分の分析は以下全てにおいて、対照区、木炭区、貝殻区のみで行った。

水分は77.1~77.2%、グリコーゲンは2.26~2.69g/100gと差は見られなかった。

表17 実証試験におけるホタテガイ貝柱の水分、グリコーゲンの分析結果(平成20年5月23日)

	対照区	木炭区	貝殻区
水分量 (%)	77.2	77.1	77.2
グリコーゲン (g/100g)	2.69	2.33	2.26

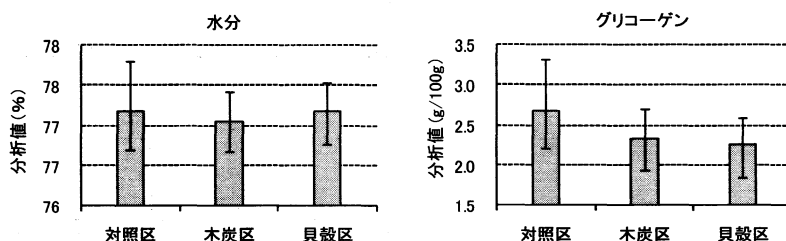


図13 実証試験におけるホタテガイ貝柱の水分、グリコーゲンの分析結果(平成20年5月23日) ※バーは標準偏差

ホタテガイ貝柱の遊離アミノ酸の分析結果を表18に示した。

旨味成分に関係する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、対照区と木炭区、貝殻区を比較した結果、貝殻区でArg (アルギニン) が多い傾向を示した他は差は見られなかった (図14)。

表18 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(平成20年5月23日)

成分名	単位:mg/100g		
	対照区	木炭区	貝殻区
P-Ser	28.95	32.21	35.08
Tau	895.27	931.14	938.30
Asp	0.43	0.77	0.80
Thr	34.08	33.85	40.81
Ser	10.06	11.13	10.78
Glu	94.78	92.40	96.28
GluNH2	33.79	30.57	32.07
a-AAA	3.40	3.61	4.46
Gly	1,359.98	1,348.86	1,326.22
Ala	170.05	180.68	184.46
a-ABA	2.44	2.49	2.60
Val	23.99	21.80	25.83
Cys	12.59	11.91	12.29
Met	28.67	31.84	32.43
Cysthi	1.82	2.16	1.98
Ile	7.01	6.54	8.09
Leu	10.12	10.59	12.56
Tyr	2.68	2.58	2.54
Phe	7.08	7.64	8.78
b-Ala	2.94	3.30	3.74
b-AiBA	0.00	0.73	1.18
g-ABA	0.31	0.16	0.41
Orn	0.36	0.16	0.90
Lys	7.07	7.04	7.72
His	11.93	13.45	13.82
3Mehis	0.72	0.62	0.77
Arg	100.66	113.29	130.50
Pro	88.75	89.29	91.45
Total	2,939.94	2,990.84	3,026.87

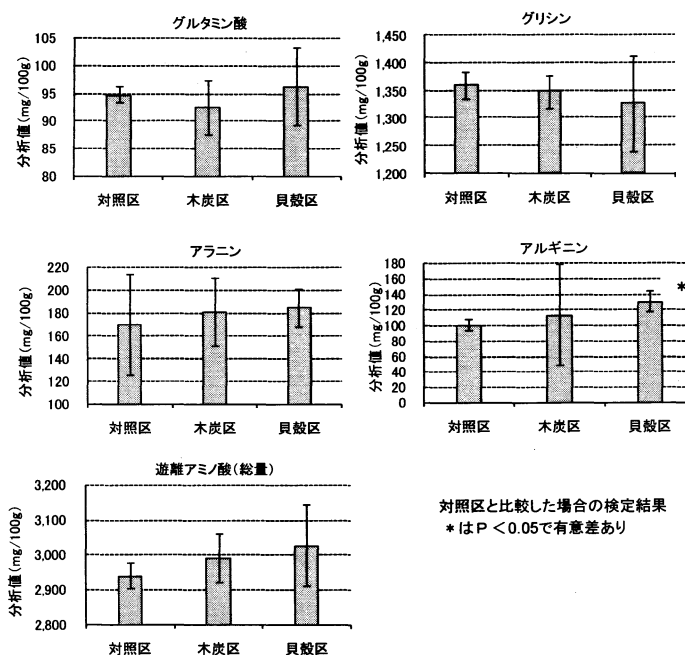


図14 実証試験におけるホタテガイ貝柱の遊離アミノ酸の分析結果(平成20年5月23日) ※バーは標準偏差

ホタテガイ貝柱のATP及びATP関連化合物の分析結果を表19、図15に示した。

一般的な鮮度指標であるATPは対照区よりも木炭区、貝殻区で多い傾向を示し、ホタテガイの旨味成分であるAMPは木炭区、貝殻区ともに低い傾向を示したが、平均値の差の検定を行ったところいずれも有意差はなかった。これは検定を行うには十分なサンプル数でなかったことが影響しているものと考えられた。

表19 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20年5月23日)

	単位: $\mu\text{mol/g}$		
	対照区	木炭区	貝殻区
ATP	5.84	7.53	6.97
ADP	2.08	1.29	1.44
AMP	1.35	0.65	0.78

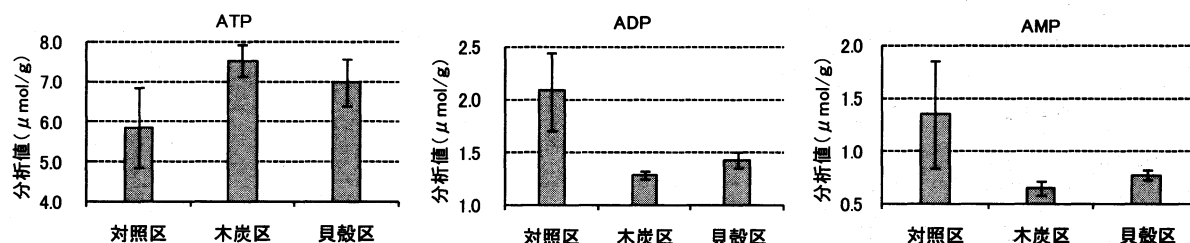


図15 実証試験におけるホタテガイ貝柱のATP及びATP関連化合物の分析結果(平成20年5月23日) ※バーは標準偏差

食味試験結果を表20に示した。

対照区よりも木炭区と貝殻区の方を美味しいと感じる人が多かったが、美味しいを1点、普通を0点として数値化して、平均値の差の検定を行ったところ有意差はなかった(付表6)。

表20 実証試験におけるホタテガイ貝柱の食味試験結果(平成20年5月23日)

	単位: 人		
	対照区	木炭区	貝殻区
美味しい	3	7	5
普通	21	17	19
合計	24	24	24

今回の試験では水深調整による付着物回避が失敗したことから、対照区も試験区もホタテガイの成長と生存率がかなり悪かった。このため、次年度はムラサキガイの付着ピーク後の秋に簀替えを行って、改めて比較を行う必要がある。また、簀内に入れる木炭や貝殻などの量との関係も明らかにしたい。

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) 雫石志乃舞 (2004): ホタテガイ閉殻筋成分の季節変化. 青森県ふるさと食品研究センター研究報告, **1**, 19-24
- 7) 山内弘子ら (2008): ほたて増養殖情報高度化事業 ホタテガイ天然採苗予報調査. 青水総研増養殖事業報告書, **38**, 119-147.
- 8) 岩手県水産技術センター (2007): 平成19年度ホタテガイ採苗情報(第1報). 岩手県水産技術センターホームページ.
- 9) 山内弘子ら (2006): ホタテガイ活貝供給促進事業. 青水総研増養殖事業報告書, **36**, 183-198.
- 10) 山内弘子ら (2007): 生き活き水産物流通モデル支援事業. 青水総研増養殖事業報告書, **37**, 175-180.

付表1 青森市内の市場から入手した活ホタテガイの殻長等の平均値の差の検定結果(平成19年5月22日)

	陸奥湾西湾	陸奥湾東湾	三陸
殻長	陸奥湾西湾 陸奥湾東湾 三陸	**	**
全重量	陸奥湾西湾 陸奥湾東湾 三陸		*
軟体部重量	陸奥湾西湾 陸奥湾東湾 三陸	**	**
貝柱重量	陸奥湾西湾 陸奥湾東湾 三陸	**	**
生殖線重量	陸奥湾西湾 陸奥湾東湾 三陸		
中腸腺重量	陸奥湾西湾 陸奥湾東湾 三陸	**	**

* はP<0.05で有意差あり
** はP<0.01で有意差あり

付表3 青森市内の市場から入手した活ホタテガイの殻長等の平均値の差の検定結果(平成19年12月7日)

	北海道オホーツク	北海道噴火湾	陸奥湾西湾	陸奥湾東湾	三陸
殻長	北海道オホーツク 北海道噴火湾 陸奥湾西湾 陸奥湾東湾 三陸	**	**	**	**
全重量	北海道オホーツク 北海道噴火湾 陸奥湾西湾 陸奥湾東湾 三陸	**	**	**	**
軟体部重量	北海道オホーツク 北海道噴火湾 陸奥湾西湾 陸奥湾東湾 三陸	**	**	**	**
貝柱重量	北海道オホーツク 北海道噴火湾 陸奥湾西湾 陸奥湾東湾 三陸	**	**	**	**
生殖線重量	北海道オホーツク 北海道噴火湾 陸奥湾西湾 陸奥湾東湾 三陸		**	**	**
中腸腺重量	北海道オホーツク 北海道噴火湾 陸奥湾西湾 陸奥湾東湾 三陸	*	**	**	*

* はP<0.05で有意差あり
** はP<0.01で有意差あり

付表2 青森市内の市場から入手した活ホタテガイの食味試験の平均値の差の検定結果(平成19年5月22日)

	陸奥湾西湾	陸奥湾東湾	三陸
甘み	陸奥湾西湾 陸奥湾東湾 三陸		
歯ごたえ	陸奥湾西湾 陸奥湾東湾 三陸	*	**
総合	陸奥湾西湾 陸奥湾東湾 三陸		

* はP<0.05で有意差あり
** はP<0.01で有意差あり

付表4 青森市内の市場から入手した活ホタテガイの食味試験の平均値の差の検定結果(平成19年12月7日)

	北海道オホーツク	北海道噴火湾	陸奥湾西湾	陸奥湾東湾	三陸
甘み	北海道オホーツク 北海道噴火湾 陸奥湾西湾 陸奥湾東湾 三陸	**	*	*	**
歯ごたえ	北海道オホーツク 北海道噴火湾 陸奥湾西湾 陸奥湾東湾 三陸	*		*	
総合	北海道オホーツク 北海道噴火湾 陸奥湾西湾 陸奥湾東湾 三陸	**	**	*	**

* はP<0.05で有意差あり
** はP<0.01で有意差あり

付表5 青森市内の市場から入手した活ホタテガイの旨味成分の平均値の差の検定結果(平成19年12月7日)

	北海道オホーツク	北海道噴火湾	陸奥湾西湾	陸奥湾東湾	三陸
水分	北海道オホーツク			*	**
	北海道噴火湾				**
	陸奥湾西湾				
	陸奥湾東湾				**
	三陸				
グリコーゲン	北海道オホーツク				
	北海道噴火湾				
	陸奥湾西湾				
	陸奥湾東湾				
	三陸				
グルタミン酸 (Glu)	北海道オホーツク			*	*
	北海道噴火湾				
	陸奥湾西湾				
	陸奥湾東湾				
	三陸				
グリシン (Gly)	北海道オホーツク				
	北海道噴火湾				
	陸奥湾西湾				
	陸奥湾東湾				
	三陸				
アラニン (Ala)	北海道オホーツク	*			**
	北海道噴火湾				*
	陸奥湾西湾				
	陸奥湾東湾				**
	三陸				
アルギニン (Arg)	北海道オホーツク	*			
	北海道噴火湾				
	陸奥湾西湾				
	陸奥湾東湾				
	三陸				
遊離アミノ酸総量	北海道オホーツク				
	北海道噴火湾			*	*
	陸奥湾西湾			*	*
	陸奥湾東湾				
	三陸				
ATP	北海道オホーツク				
	北海道噴火湾		**		
	陸奥湾西湾				
	陸奥湾東湾				
	三陸				
ADP	北海道オホーツク				
	北海道噴火湾		**		*
	陸奥湾西湾				**
	陸奥湾東湾				*
	三陸				
AMP	北海道オホーツク				
	北海道噴火湾		*		
	陸奥湾西湾				
	陸奥湾東湾				
	三陸				

* はP<0.05で有意差あり
** はP<0.01で有意差あり

付表6 実証試験におけるホタテガイ貝柱の食味試験の平均値の差の検定結果(平成20年5月23日)

	対照区	木炭区	貝殻区
対照区			
木炭区			
貝殻区			