

海底魚田開発試験(二枚貝の海底養殖)

赤星 静雄[※]・佐々木鉄郎^{※※}・武田 雷介^{※※※}

1 はじめに

昭和41年度より、国の指定調査研究総合助成事業を受けて、海底魚田開発試験「二枚貝の海底養殖」を本年度迄の3ケ年間実施した。

昨年度は陸奥湾内の土屋および船岡地先において施設の検討、収容貝の成長歩留り調査、施設付近の環境条件の調査を進めた。

本年度は昨年度来の試験を継続すると共に、今までに得られた知見をもとに改良を加えた施設を新たに設置して試験を進めた。

本試験研究を進めるにあたり、御指導と御鞭撻を賜った農林省農業土木試験場出口部長吉牟田室長に厚くお礼を申し上げる。また現地調査に際して御協力下さった秋山主任水産業改良普及員、富永水産業改良普及員および試験研究の場を提供し、かつ試験調査に御協力された西浜漁業協同組合、船岡漁業協同組合の各位に深く感謝する。

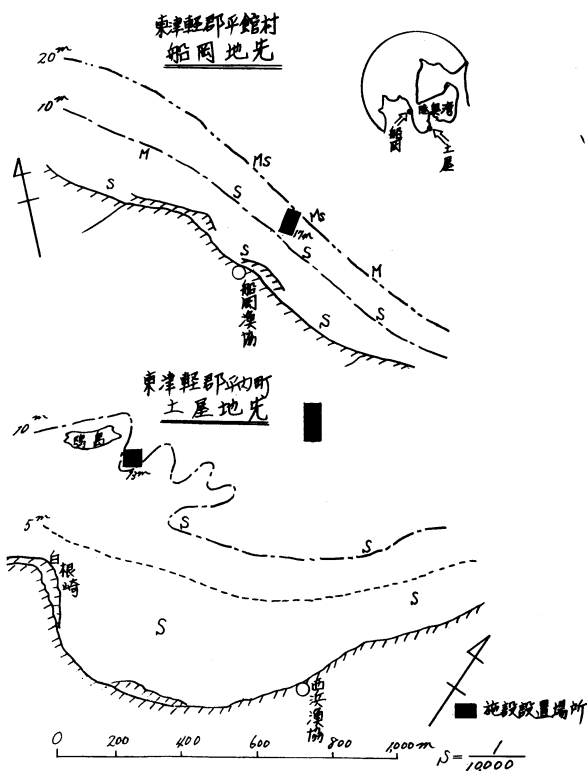
2 試験研究方法

(1) 試験場所 (第1図参照)

a) 青森県東津軽郡平内町大字土屋地先

西浜漁業協同組合漁業権内距岸約1,100m、水深11~13m、底質 泥砂

b) 青森県東津軽郡平館村大字船岡地先



第1図 海底養殖施設々置場所

※ 赤星 静雄：現在 SANTOS. EST. SP. BRASIL
 ※※ 佐々木鉄郎：現在 青森県主任水産業改良普及員 川内町駐在
 ※※※ 武田 雷介：現在 兵庫県水産業改良普及員 州本農林事務所駐在

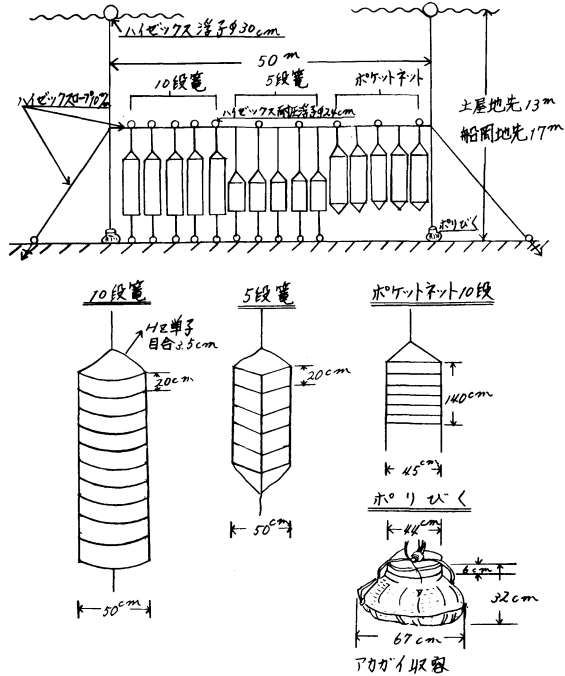
船岡漁業協同組合漁業権内距岸約
350m、水深15~17m 底
質・泥砂

(2) 施 設 (第2図参照)

平内町土屋地先では、昭和41年
度に設置した海底大型網仕切り養殖
施設および昭和43年8月28日に
第2図に示したような深型垂下式延
縄養殖施設2組を施設して試験を実
施した。

平館村船岡地先には昭和42年度
に設置した海底大型網仕切り養殖施
設および昭和43年8月30日に同
様深型垂下延縄養殖施設2組を施設
して試験を実施した。

両地先共、施設設置と同時にスキ
ューバで潜水し、養殖施設が設計通
り展開しているか確認し、状態の悪
いものについては海中で手直しを行
ない最良の状態にした。



第2図 垂下式延縄養殖施設

(3) 使用稚貝

試験に使用した稚貝の施設別収容個数は第1表に示した通りである。

第1表 海底養殖施設の年度別、型式、数量、使用籠数および貝の収容数

設置場所	型 式	貝の種類	セット数	籠 数	収 容 数	備 考
平内町土屋地先	海底大型網仕切り養殖	ホタテガイ	1組	—	5,000 ^個	昭和42年度収容
	合 計	ホタテガイ	1	—	5,000	
	垂下式延縄養殖 (ポケットネット10段)	ホタテガイ	2組	10	400	昭和43年度収容
	(丸型5段籠)	ホタテガイ		10	500	
	(丸型10段籠)	ホタテガイ		10	1,000	
	(ポリエチレン製籠)	アカガイ	—	4	300	
	合 計	ホタテガイ アカガイ	2	30 4	1,900 300	

設置場所	型 式	貝の 種類	セット数	籠 数	収 容 数	備 考
平館村船岡地先	海底大型網仕切り養殖	ホタテガイ	1組	—	2,500	
	合 計	ホタテガイ	1	—	2,500	
	垂下式延縄養殖 (ポケットネット10段)	ホタテガイ	2組	10	400	
	(丸型5段籠)	ホタテガイ		10	500	
	(丸型10段籠)	ホタテガイ		10	1,000	
	合 計	ホタテガイ	2	30	1,900	

a) ホタテガイ

昭和42年8月、平内町土屋地先で天然採苗中間育成した1年貝3,800個(平均殻長6.8cm、最大殻長8.6cm、最小殻長6.0cm、平均重量39.9g)を使用した。

b) アカガイ

昭和42年11月に、青森市奥内地先で天然採苗、中間育成した1年貝400個(平均殻長4.5cm、最大殻長5.1cm、最小殻長4.1cm、平均重量18.6g)を用いた。

(4) 試験経過

o 昭和42年度試験開始のもの

(土屋地先)

(船岡地先)

試験終了 昭和43年9月14日

昭和43年8月30日

p 昭和43年度試験開始のもの

(土屋地先)

(船岡地先)

試験開始測定 昭和43年8月28日

昭和43年8月30日

手入れ測定 昭和43年12月2～3日

昭和43年11月27日

(アカガイ4籠セット)

試験終了 昭和44年2月14日

昭和44年2月16日

測定にあたっては、両地先共、殻長、重量を海底大型網仕切り養殖施設以外では全個体について測定し、海底大型網仕切り養殖施設では収容貝のうち、土屋地先では100個体をランダムサンプリングし、船岡地先では生存貝4個体について殻長と重量を測定した。

(5) 環境条件の調査

a) 底質調査

イ 調査年月日 平内町土屋地先 昭和44年2月14日

平館村船岡地先 昭和44年2月16日

ロ 調査地点 両地先共施設設置場所

調査方法 バケツ式採泥器で採泥し、実験室に持帰り、試料を110℃で十分乾燥させた

後、丸川式ふるいにより粒子組成を測定した。

b) 施設付近の海水、比重の季節的变化

施設付近の海水の変化を知るために平内町土屋地先では、東北大学浅虫臨海実験所の定置観測資料より昭和43年5月から昭和44年2月まで、平館村船岡地先では平館定置観測資料により、昭和43年5月から9月までの午前9時の表面海水水温および比重の旬平均値を求めた。

3 試験結果および考察

(1) 環境条件について

a) 底質調査

調査結果は第2表に示すようになった。これで見られるように両地先共に底質は泥砂質である。

b) 海水、比重の季節的变化

結果を第3図に示した。浅虫と平館の両者を比較すると水温では浅虫の方が幾分高く、比重では平館の方が高い傾向を示した。

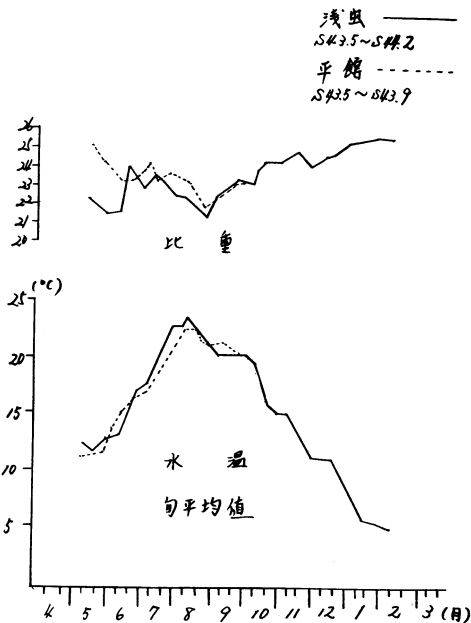
(2) 施設の安定度について

土屋地先に昭和41年度設置した海底大型網仕切り養殖施設は、2ケ年間海底にあっても破損、移動はなく安全に施設が保たれていたが、スキューバ潜水による昭和43年9月14日の調査結果では付着しているエボヤ、マボヤ等が大きくなり、付着物の重みで一部網がたるんでいるところがあった。

船岡地先に昭和43年度設置した海底大型網仕切り養殖施設は約1ケ年間しか経過していなかったが、施設の網がよじれてしまっていて正方形には展開していなかった。この原因は施設の四隅を固定していたコンクリート製アンカー（約60kg）の爪（鉄板製巾10cm×長さ45cm×厚さ2mm）が完全に海底に刺さっていなかったために時化の時に移動してしまったためと推定された。

第2表 試験場所の底質

区分		地域名	土	屋	船	岡
			(%)	(%)	(%)	(%)
貝殻のみ	4.000mm以上		7.4			0
細 礫	4.000~2.000mm		9.5			1.2
粗 砂	2.000~1.000mm		1.1			3.5
	1.000~0.500mm		1.2			4.8
中 砂	0.500~0.250mm		2.2			10.7
細 砂	0.250~0.105mm		27.2			33.7
微砂粘土	0.015mm以下		51.4			46.1



第3図 浅虫、平館の水温および比重の季節的变化

昭和43年度に設置した垂下式延縄養殖施設では試験終了時にも異状は認められなかったが、船岡地先では、11月に漁船により1組が切断されてしまった。この原因は、当地先で今年はイカ釣漁業が盛んであったために夜間漁船が航行中、浮標ロープをスクリューに巻き込み、取りはずしの時、ナイフで幹綱を2ヶ所にわたって切断してしまったものである。このため5段籠5個を残すのみで、他の籠は紛失してしまっていた。残存した5段籠は異状のない他の1組へ移して試験を継続した。

(3) 成長および歩留り

収容年度別、各施設別の貝の成長および歩留りの測定結果を第3～5表に示した。

第3表 年度別、施設別測定結果

(昭和42年度収容)

施設の種類	籠 №	測定数 (個)	歩留り (%)	殻 長		重 量	
				測定値(cm)	増殻長(cm)	測定値(g)	増重量(g)
土 屋 地 先 2 段 籠 昭4 2.8.18 ~ 19 セ ッ ト 昭4 3.2.17 測 定	1	—	—	—	—	—	—
	2	33	55.0	8.83	3.28	87.3	60.6
	3	—	—	—	—	—	—
	4	54	90.0	8.92	3.69	87.9	64.3
	5	32	53.3	8.92	3.00	91.8	61.1
	6	43	71.3	8.33	2.90	88.9	64.8
	7	37	61.3	8.79	3.45	81.4	57.2
	8	—	—	—	—	—	—
	9	—	—	—	—	—	—
	10	—	—	—	—	—	—
平均	19.9	33.17	8.76	3.26	87.46	61.60	
土 屋 地 先 3 段 籠 昭4 2.8.19 セ ッ ト 昭4 3.2.17 測 定	1	15	16.7	8.67	3.51	88.1	68.0
	2	17	18.9	8.78	2.56	94.5	60.8
	3	24	26.7	9.06	3.32	95.5	68.9
	4	8	8.89	8.83	3.49	95.3	71.9
	5	15	16.7	8.62	3.40	87.7	66.5
	6	—	—	—	—	—	—
	7	6	6.67	8.75	2.21	103.0	61.7
	8	3	3.33	9.17	2.92	113.0	75.4
	9	—	—	—	—	—	—
	10	21	23.3	8.69	3.30	89.6	67.1
平均	10.9	12.12	8.84	3.09	95.84	67.54	
土屋地先海底大型 (ホタテガイ)	1	100	66.82	10.34	3.41	118.40	70.50
船岡地先海底大型 (ホタテガイ)	1	4	0.16	9.50	2.61	95.00	49.60

備考 土屋 生残り量 3,341個 セット S 42.8.19 測定 S 43.9.28
船岡 " 4個 " S 42.9.28 " S 43.8.30

第4表 年度別施設別測定結果 土屋地先

(昭和43年度収容)

施設の種類	収容籠の種類	籠 No.	測定数 (個)	歩留り (%)	殻 長		重 量		
					測定値(cm)	増殻長(cm)	測定値(g)	増重量(g)	
垂 下 式 延 縄 養 殖	5 段 籠 昭 4 3. 8. 2 8 昭 4 4. 2. 1 4	1-1	20	98.0	10.28	3.61	139.35	100.43	
		1-2	20	100.0	9.66	2.94	128.65	88.69	
		1-3	20	94.0	10.31	3.65	137.80	97.76	
		1-4							
		1-5							
		2-1	20	96.0	10.66	3.66	149.50	101.62	
		2-2	20	98.0	10.51	3.55	147.85	97.81	
		2-3	20	96.0	10.01	3.07	126.80	76.84	
		2-4	20	94.0	9.85	2.89	124.40	75.44	
		2-5	20	100.0	10.44	3.86	143.05	101.65	
	平均			97.0	10.22	3.40	137.17	92.53	
	10 段 籠 昭 4 3. 8. 2 8 昭 4 4. 2. 1 4	1-1	25	80.0	9.66	2.44	118.08	76.80	
		1-2	25	90.0	9.80	2.86	120.12	79.08	
		1-3	25	98.0	10.17	3.71	133.08	95.98	
		1-4	25	98.0	10.40	3.68	140.60	92.80	
		1-5	25	97.0	10.76	3.93	154.70	112.84	
		2-1	25	75.0	9.47	2.71	113.48	70.62	
		2-2	25	79.0	10.08	3.54	117.10	77.92	
		2-3	25	87.0	10.30	3.62	135.84	86.48	
		2-4	25	99.0	10.39	3.66	141.90	98.46	
2-5		25	94.0	10.26	3.79	137.10	87.66		
平均			89.7	10.13	3.39	131.20	87.86		
ポ ケ ッ ト ネ ッ ト 昭 4 3. 8. 2 8 昭 4 4. 2. 1 4	1-1	20	98.0	9.45	2.71	109.90	68.35		
	1-2	20	96.0	9.62	2.51	112.85	67.70		
	1-3	20	88.0	9.50	2.35	116.90	73.30		
	1-4	20	92.0	10.34	3.36	147.10	105.95		
	1-5	20	94.0	9.78	3.06	139.75	102.25		
	2-1	20	96.0	9.65	3.17	126.60	90.10		
	2-2	20	94.0	9.87	3.25	128.55	90.05		
	2-3	20	98.0	10.35	3.70	132.70	94.50		
	2-4	20	92.0	10.06	3.37	137.91	98.41		
	2-5	20	98.0	9.81	3.12	128.45	89.15		
平均			94.6	9.84	3.06	128.07	88.18		

第5表 年度別施設別測定結果 船岡地先

(昭43年度収容)

施設の 種類	収容籠の種類	籠 No.	測定数 (個)	歩留り (%)	殻 長		重 量		
					測定値(cm)	増殻長(cm)	測定値(g)	増重量(g)	
垂 下 式 延 繩 養 殖	5 段 籠	1-1	20	96.0	10.35	3.60	119.60	70.96	
		1-2	20	92.0	9.92	3.05	166.45	111.09	
		1-3	20	98.0	9.76	2.82	114.55	66.19	
		1-4	20	98.0	10.22	3.42	123.65	78.53	
		1-5	20	84.0	9.49	2.74	108.50	61.94	
	昭43.8.30	}	2-1	20	96.0	9.49	2.48	102.75	55.27
			2-2	20	96.0	10.32	3.26	126.20	80.12
	昭44.2.16	}	2-3	20	94.0	10.11	3.17	116.50	74.42
			2-4	20	94.0	9.78	2.99	112.40	71.08
			2-5	20	96.0	10.15	2.91	122.27	70.67
			平均		94.4	9.96	3.04	121.29	74.03
	10 段 籠	}	2-1	25	100.0	9.93	3.12	109.20	67.34
			2-2	25	99.0	10.34	3.46	124.68	90.96
			2-3	25	99.0	9.97	3.17	114.64	72.44
			2-4	25	98.0	10.32	3.39	126.84	82.12
2-5			25	95.0	10.32	4.41	123.84	78.96	
		平均		98.2	10.18	3.51	119.84	78.36	
ポ ケ ッ ト ネ ッ ト	}	2-1	20	100.0	10.00	3.05	116.00	69.60	
		2-2	20	100.0	9.93	3.03	114.00	67.15	
		昭43.8.30	2-3	20	100.0	9.85	3.00	117.30	71.92
		昭44.2.16	2-4	20	98.0	9.99	3.07	118.50	72.65
			2-5	20	100.0	9.92	3.00	112.51	71.18
				平均		99.6	9.93	3.03	115.66

昭和42年度にホタテガイを収容した土屋地先の海底大型網仕切り養殖施設では昭和43年9月14日迄の393日間の成長量は増殻長3.41cm、増重量70.46g、歩留りは66.82%であった。船岡地先では昭和43年8月30日迄の367日間の成長量は増殻長2.61cm、増重量49.60g、歩留りは0.16%と極めて低かった。

このように歩留りが悪かったのは、土屋地先では海底籠養殖と同様にヒトデ類の食害によるものと思われた。

船岡地先では前述したように施設が移動してしまったために網がよじれて施設の中の貝が網の間にはさまれた格好となり、へい死したものと思われた。

土屋地先における天然漁場のヒトデ類の生息個体数は、昭和43年9月27日のスキューバ潜水調査結果では水深9～12mの場所で1㎡当たり0.5～1.5個体であった。一方土屋地先の海底大型網仕切り養殖施設内のヒトデ類の数は1㎡当たり2.1個体で、天然漁場のそれより多い事が解った。

昭和43年度に新設した施設のホタテガイの測定結果は、土屋地先のものでは、丸型5段籠が増設長3.40cm、増重量9.253g、丸型10段籠が増設長3.39cm、増重量8.786g、ポケットネット10段籠が増設長3.06cm、増重量8.818gの順であった。歩留りは丸型5段籠が97.0%、ポケットネット10段籠が94.5%、丸型10段籠が89.7%の順であった。船岡地先のものでは、丸型10段籠が増設長3.51cm、増重量7.836g、丸型5段籠が増設長3.04cm、増重量7.403g、ポケットネット10段籠が増設長3.03cm、増重量7.005gの順であった。歩留りはポケットネット10段籠が99.5%丸型10段籠が98.2%、丸型5段籠が94.4%の順であった。

このように今年度の施設では土屋、船岡両地先共に過去2ケ年間の結果と比較して成長、歩留りに良好で、試験開始後約6ヶ月で殻長10cmを越えたものもあり、歩留りも紛失した籠を除外した総平均で97%以上となった。

一方アカガイでは過去2ケ年間共に極めて悪い結果であったが、今年度は、新収容器を用いて土屋地先において試験を行なった結果、約3ヶ月間の成長は50個入容器で増設長0.32cm、増重量6.2g、100個入容器では増設長0.06cm、増重量3.7gとほとんど見られなかったが、歩留りだけは両容器共に100%に向上した。このような結果になったのは収容した容器がポリエチレン製ビクで、この中に泥を入れ、アカガイが泥の中に潜入できるようにしたため、貝が安定していたものと思われ、更にビクの目が6%と細かいためヒトデ類が入り込めなかったためと考えられた。

(4) 天然貝（移殖）と海底養殖貝の成長比較結果

昭和39年4月に異常発生したホタテガイを陸奥湾内の各漁協が昭和41年3月以降に各地先の漁場に移殖放流した。この貝と海底養殖貝との成長比較のため、土屋、川内両地先の移殖貝を測定し成長比較を第6表に示した。これで見られるように移殖3年貝と海底養殖2年目の延縄養殖（垂下式、浮上式）の成長は前者に優っていて成長の良い事を示している。

第6表 移殖貝および海底養殖貝の成長比較

	地 域 (種 類)	調 査 年 月 日	殻長 (cm)	殻高 (cm)	殻巾 (cm)	殻重 付量 重(A) (g)	軟体部 重(B) 量(g)	殻重量 (g)	貝 柱 重(C) 量(g)	$\frac{B}{A} \times 100$ (%)	$\frac{C}{B} \times 100$ (%)	
移殖貝 3年貝	土 屋	昭 和 42. 12. 9	12. 54	11. 87	3. 04	214. 10	97. 67	101. 76	35. 36	45. 6	36. 2	
	川 内	昭 " 和 42. 12. 12	12. 60	12. 25	3. 62	247. 53	96. 50	134. 60	35. 40	39. 0	36. 7	
海 底 養 殖 貝	土 屋 (海底大型)	昭 和 43. 2. 16	11. 98	11. 40	3. 53	223. 33	107. 33	111. 00	36. 67	48. 1	34. 2	
	土 屋 (海底籠)	" 43. 2. 16	11. 29	10. 24	3. 34	194. 94	89. 97	96. 65	27. 45	46. 3	30. 9	
	土 屋 (垂下式)	" 43. 2. 15	12. 60	11. 88	3. 91	293. 24	125. 86	147. 52	40. 24	42. 9	32. 0	
	土 屋 (浮上式)	" 43. 2. 15	12. 94	12. 61	3. 83	313. 89	131. 67	162. 83	40. 67	42. 0	30. 9	
	2年貝	船 岡 (海底籠)	" 43. 2. 13	11. 22	10. 13	3. 43	181. 08	72. 08	93. 42	23. 83	39. 8	33. 1
		船 岡 (垂下式)	" 43. 2. 13	13. 39	10. 42	3. 82	295. 67	118. 00	165. 08	40. 00	39. 9	33. 9

(註) 海底大型 : 海底大型網仕切り養殖施設
 海底籠 : 海底籠養殖施設
 垂下式 : 垂下式延縄養殖施設
 浮上式 : 浮上式延縄養殖施設

4 残された問題点とその解決方針

昭和41年度から試験を開始して3カ年間経過して基礎的ないくつかの知見が得られたがなお次のような問題点も残されている。

試験当初の目的であった海底を利用した海底籠養殖、海底大型網仕切り養殖はヒトデ類の害敵に食害されやすい事が試験の経過と共に解ってきた。海中を利用した延縄式養殖施設は施設の安定性、簡便さ等の点では良かったが収容容器の材質により成長、歩留りに優劣が出た。また企業化するためには収容後早期に商品サイズにしなければならない。この解決方針としては害敵生物の入り込めない構造に改良しなければならない、海底籠養殖のようなコンパクトのもの開発も必要であると思われるが、海底を用いる方法も今後害敵生物の海底における生態を調査して防除方法が究明されれば、利用の可能性はあるだろう。

また海中利用の延縄式養殖施設では貝の成長歩留りを向上させるため、収容籠等の資材の検討を行ない適収容器材の開発を図りたい。さしあたって、アカガイを用いて各種ポリエチレン容器による泥を中に入れての養殖試験をしてみたい。また短期養成のためには大きい種苗を用いる事が第1と考えられるの

で大きい種苗の養成を図りたい。

5 調査研究成果と事業化の見通し

試験した施設のうち、海底に設置した海底籠養殖、海底大型網仕切り養殖は害敵生物の攻げきを受け易い欠点があり、管理上からも現段階では事業化するのは無理であろうと考えられた。

中層以下利用の垂下式延縄養殖施設は波浪によっても貝があまり動揺せず、ヒトデ類などの害敵生物を防げるもので耐久力もあり、安価で取り扱いが簡便でどこに地先にも設置できるような施設という点で試験をした他の施設よりは現在のところ良いと思われた。

本年度も小規模な試験に止まったので、直接採算性の検討は出来ないが、この種の施設を用いた場合、ホタテガイの事業的規模の採算性について試算してみると、第7表のようになり、事業としての採算が採れる可能性を示している。

この試験に刺激されて土屋地先では昭和42年4月から漁業者2名が4万枚の貝を養殖し、昭和43年9～10月に販売している。昭和43年度は漁業者16名で約80万枚の貝が現在養殖されつつある。

一方船岡地先でも昭和42年3月から漁業者3名で2万枚の貝を養殖し、昭和43年8～9月に販売し、734千円の販売金額を得ている。昭和43年度には漁業者5名で40万枚の貝が養殖されつつあり、両地先共に今後更に養殖を行なう漁業者が増加していくものと思われ、一応事業化の段階に入ったといっても過言ではなからう。

アカガイについては既に述べた通り2ケ年間は悪い結果となり、本年度では成長、歩留り向上のため新容器を用いて試験を継続中であり、現段階では良好な結果を得ているが、今後更に検討を加えなければならず、事業化にはまだ時間を要するものと思われる。

第7表 ホタテガイの収支試算表

幹綱100m1ヶ統
 7段籠90個使用 1段当り15枚収容
 施設規模： 総収容個数9,450枚
 収容6ヶ月後から販売、歩留り90%とした。

	品名	規格	数量	単価	金額	耐用年数	減価償却
施設 経費 ①	幹綱	HZ 16%	100 ^m	42 ^円	4,200 ^円	4 ^年	1,050 ^円
	錨綱	"	180 ^m	42	7,560	4	1,890
	浮玉	ガラス玉 φ30cm	50 ^ヶ	180	9,000	4	2,250
	浮玉	合成 φ30cm	3 ^ヶ	300	900	4	225
	ブイロープ	HZ 10%	39 ^m	19	741	3	247
	籠垂下ロープ	HZ 16打 6%	180 ^m	4.25	765	3	255
	浮玉取付けロープ	ノーブレン 6%	150 ^m	6.10	915	3	305
	立切り用ロープ	HZ 10%	60 ^m	19	1,140	3	380
	養殖籠	丸型 7段	90 ^個	430	38,700	3	12,900
	錨	鉄片爪 40kg	2 ^丁	4,800	9,600	5	1,920
	立切り用ブロック	コンクリート 20kg	3 ^個	200	600	3	200
	籠用沈子	コンクリート 2kg	90 ^個	20	1,800	3	600
	沈子用ロープ	HZ 16打 6%	180 ^m	4.25	765	3	255
	合計					76,686	

	作業内容	人員	日数	単価	金額	備考
管理費 ②	施設組立	2人×1回	延1日	1,500円	3,000円	男1日 1,500円
	施設設置	2×1	1	1,500	3,000	女1日 1,000円
	養殖管理	2×10	5	1,500	15,000	4月施設設置 同年12月より販売
	具掃除	6×4	4	1,000	24,000	
	収獲出荷	5×20	10	1,000	50,000	
	合計					95,000

販売代金 (C) 9,450枚×90(%)=8,515枚
 8,515枚×35円=298,025円

収益=C-(A+B)
 =126,339

収益→126,339円