

I 養殖場実態調査

1. 調査方法

(1) 養殖池の水質調査

養殖池の水質調査は 97 年 12 月から 98 年 12 月まで、図 1 に示す st.1 ~ 4 の養殖池で月 1 回実施した。ただし、クルマエビ養殖が終了する 5 月から養殖が始まる 7 月までは池が干されるため実施していない。水質測定・分析項目と方法については以下のとおりである。

- ・水色：調査当日の水色を見た目で記録
- ・水温：棒状温度計
- ・DO：セントラル科学社製 DO メーター (UC-12)
- ・pH：東亜電波工業社製 pH メーター
- ・SS：GFP 法
- ・chl-a：アセトン抽出ー吸光度測定法
- ・COD：(八重山保健所に分析依頼)
- ・アンモニア態窒素：インドフェノール青吸光度法
- ・亜硝酸態窒素：ナフチルエチレンジアミン吸光度法
- ・硝酸態窒素：銅・カドミカム還元ーナフチルエチレンジアミン吸光度法
- ・リン酸：モリブデン青吸光度法
- ・大腸菌群数：(八重山保健所に分析依頼)

(2) プランクトン相

プランクトン相については水質調査時に水質分析用サンプルとは別に 50ml 採水し持ち帰り、約 5% の中性ホルマリンで固定後分類計数した。

(3) 排水量

排水量は排水開始から終了までの水位差の記録を八重山漁協クルマエビ養殖場に依頼することにより実施した。記録は st.1 ~ 4 の養殖池毎の日別水位差とし、池面積から排水量を推定した。調査は 97 年 9 月 ~ 98 年 11 月までとした。

(4) 河川水の水質調査

当海域に流入する河川は図 1 に示したように河川 A 及び排水路 A ~ G まで計 8 カ所あるが、河川 A 以外はある程度まとまった降雨がないと海域への流入がないため調査は降雨後に実施した。調査は 98 年 1 月に河川 A と排水路 B、98 年 12 月に河川 A と排水路 B ~ D について実施した。分析項目と分析方法については養殖池の水質調査と同様である。

(5) 陸域の現況調査

河川水の源となる陸域の現況については航空写真をもとに現地を確認することにより行った。

(6) 航空写真からみた崎枝海域の変遷

過去 25 年間に撮影された本海域の航空写真を調べ、養殖場が造成される前と後について周辺海域の地形、藻場の状態を比較した。

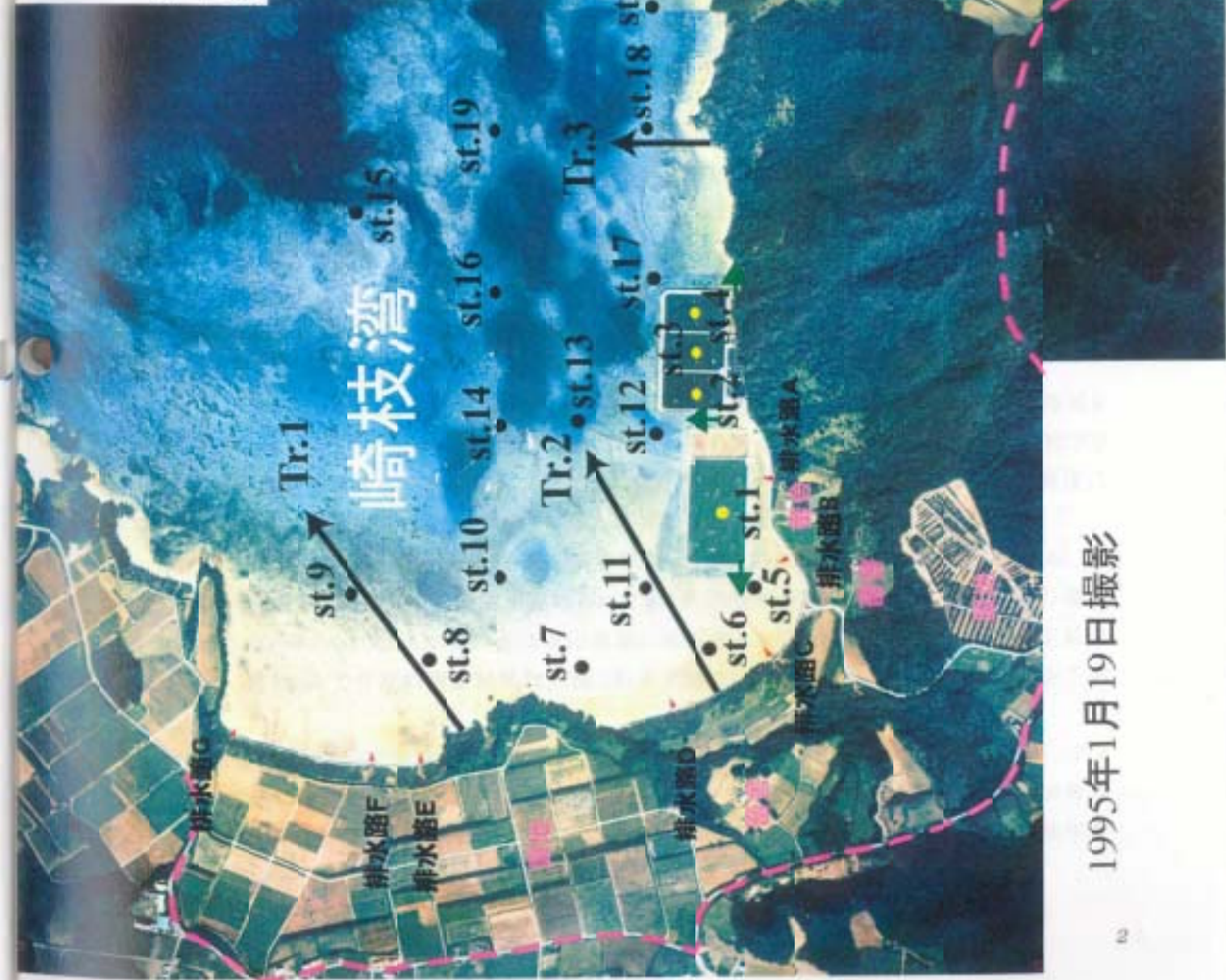
2. 結果及び考察

(1) 養殖池の水質調査結果

養殖池における観測・水質分析結果については表 1 に示し、観測・分析項目毎の月変化及び過去の測定結果^{1) 2)}を図 2(1) ~ (2) に示した。また、参考のためクルマエビの養殖サイクルにつ

崎枝地区クルマエビ養殖場周辺 環境調査位置図 1:13500

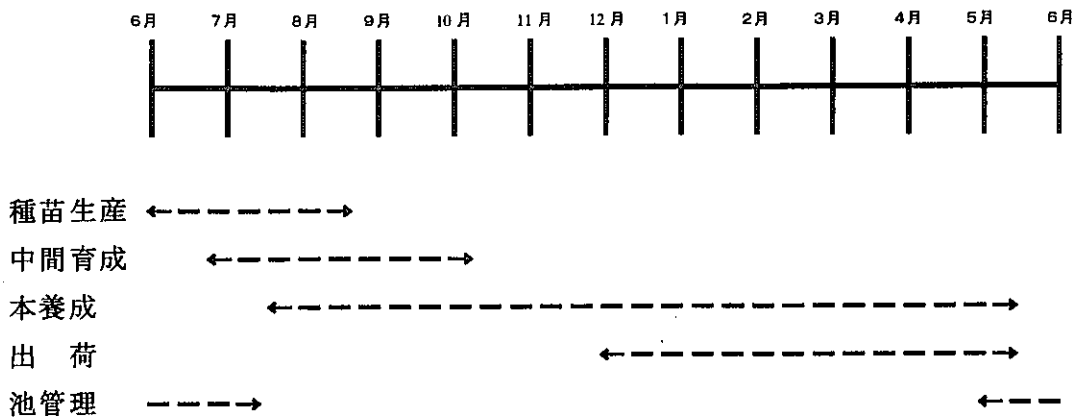
実態調査 st.1~4 底質調査 st.5~14,16~25
 水質調査 st.5,10~22,24(大腸菌群数はst.5,12,17,18,24)
 海藻草類調査 Tr.1~5



1995年1月19日撮影

いて下図に示した。

クルマエビ養殖の年サイクル



水温については各池ともほぼ同様の変化がみられ、1月の 22℃台から夏季には 32℃台まで上昇し、12月には 19℃台へ下降した。養殖池は換水はされるものの閉ざされた海面であるため水温は外気温に影響を受け、夏季には周辺海域より 0.5～1.0℃高く、冬季には2℃前後低かった。

DOは 6.7～9.9mg/l の範囲で養殖池毎の差は小さく、月変化には一定の傾向は認められなかった。なお、養殖池のDOは後述する周辺海域の値より高い傾向がみられた。これは養殖池内に植物プランクトンが豊富なためこの炭酸同化作用によるものである。92年、95年の測定結果も今回の測定結果の範囲内であった。

pHは 8.01～9.31 の範囲で変動したが、98年1～4月に比べ8月以降はやや低く推移した。pHの値もDO同様周辺海域より高い傾向を示したが、これも植物プランクトンの炭酸同化作用によるものと思われるが、DOの変動とは一致しなかった。92年、95年の測定結果も今回の測定結果の範囲内であった。

SSについては st.3 の3月を除き 30mg/l 以下で推移したが、SSも周辺海域に比較すると 10倍程度高い値であった。これも養殖池内の植物プランクトンの現存量が多いためである。92年、95年の測定結果も今回の測定結果の範囲内であった。

chl-aは st.1 の2月、st.3 の3月を除き、おおむね 10～50 μg/l の範囲で推移し、周辺海域を大きく上回っていた。chl-aの変動はSSの変動とおおむね一致した。chl-aはすなわち植物プランクトンの現存量を示すものであり、この結果からも養殖池内の植物プランクトンは周年高濃度に維持されているのがわかる。なお、95年の測定結果も今回の測定値と同レベルであった。

CODについては 1.60～17.80mg/l の範囲で変動した。CODは年3～4回の測定であるが、養殖年度前半より後半に高くなる傾向が認められた。これは養殖年度後半になると有機物の蓄積が起るためと考えられる。CODの値は周辺海域に比較すると数倍高かった。92年の測定結果は 11.6～13.1mg/l で今回の測定結果は一部これを上回ったものの平均で見るとこの範囲を下回った。

栄養塩類はアンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、リン酸について分析したが、アンモニア態窒素については st.2 の11月を除き 0.5mg/l 以下で推移し、98年1～4月に比べ8月以降に高くなる傾向を示した。亜硝酸態窒素は st.2 の9月を除き 0.01mg/l 以下で推移し、養殖年度

表1 養殖池内水質調査結果

st.1

date	水色	水温	DO(mg/l)	pH	SS(mg/l)	chl _a (μ g/l)	COD(mg/l)	NH ₄ -N(mg/l)	NO ₂ -N(mg/l)	NO ₃ -N(mg/l)	PO ₄ -P(mg/l)	大腸菌群数 (MPN/100ml)
97/05/23		24.4	8.7	8.83	8.8	2.55						
97/12/05								0.037	0.001	ND		0.037
98/01/08		22.7						ND	ND	0.241		0.009
98/02/17		23.4	7.9	8.78	25.0	90.45	8.45	ND	ND	ND		0.004
98/03/20	茶褐色	22.8	8.1	8.85	7.6	28.53		ND	ND	ND		ND
98/04/09	緑褐色	27.9	7.9	8.75	10.6	18.88		0.062	ND	ND		ND
98/05/27	淡褐色	27.4	8.1	9.10	30.0	44.01	17.80	ND	0.000	ND		ND
98/06	池干し中											
98/07	池干し中											
98/08/25	淡緑褐色	32.1	7.9	8.51	1.6	3.02	1.80	0.293	ND	ND		0.029
98/09/24	緑濁褐色	27.8	7.8	8.57	6.4	12.34		ND	ND	0.013		0.190
98/10/27	緑褐色	28.3	7.0	8.85	9.2	28.10		0.018	0.001	ND		0.014
98/11/25	緑褐色	22.7	8.9	8.59	10.2	46.85		ND	ND	0.005		0.069
98/12/15	淡緑色	19.1	7.1	8.21	3.1	7.79	3.80	0.215	ND	0.001	0.118	<20

st.2

date	水色	水温	DO(mg/l)	pH	SS(mg/l)	chl _a (μ g/l)	COD(mg/l)	NH ₄ -N(mg/l)	NO ₂ -N(mg/l)	NO ₃ -N(mg/l)	PO ₄ -P(mg/l)	大腸菌群数 (MPN/100ml)
97/12/05								0.085	0.003	ND		0.117
98/01/08		22.9						ND	ND	0.031		0.002
98/02/17		23.1	8.6	8.50	24.3	37.01	7.15	ND	ND	ND		0.010
98/03/20	緑色	22.6	7.5	8.40	11.0	28.89		ND	ND	ND		ND
98/04/09	淡緑色	27.3	7.8	9.09	3.2	6.29		0.022	ND	ND		0.008
98/05/27	池干し中											
98/06	池干し中											
98/07	池干し中											
98/08/25	淡緑色	32.0	8.6	8.51	6.6	15.42	3.80	0.208	ND	ND		0.035
98/09/24	緑褐色	27.8	8.6	8.52	12.0	34.33		0.005	0.021	ND		0.028
98/10/27	緑褐色	28.4	7.5	8.32	4.8	23.14		0.433	0.002	0.013		0.205
98/11/25	淡緑色	22.3	8.7	8.05	3.0	8.35		0.858	0.009	0.018		0.455
98/12/15	淡緑色	19.1	7.4	8.07	4.7	14.51	2.40	0.378	0.007	0.082	0.388	<20

st.3

date	水色	水温	DO(mg/l)	pH	SS(mg/l)	chl _a (μ g/l)	COD(mg/l)	NH ₄ -N(mg/l)	NO ₂ -N(mg/l)	NO ₃ -N(mg/l)	PO ₄ -P(mg/l)	大腸菌群数 (MPN/100ml)
97/12/05								0.071	0.004	ND		0.049
98/01/08		22.7						ND	0.001	0.031		0.087
98/02/17		23.4	9.3	8.90	20.0	26.24	8.05	ND	ND	ND		0.017
98/03/20	緑褐色	22.4	8.0	9.31	182.5	120.32		ND	ND	ND		ND
98/04/09	白濁褐色	27.2	7.3	9.27	12.3	45.98		ND	ND	ND		ND
98/05/27	池干し中											
98/06												
98/07												
98/08/25	淡緑色	32.1	8.7	8.54	5.0	24.88	4.50	0.080	ND	ND		ND
98/09/24	緑褐色	27.8	8.4	8.52	11.7	38.35		0.028	0.002	0.011		ND
98/10/27	褐色	28.4	7.3	8.48	9.1	48.09		0.182	0.002	0.018		0.118
98/11/25	褐色	22.2	8.8	8.30	7.7	41.80		0.182	0.003	0.009		0.203
98/12/15	淡褐色	18.9	8.2	8.14	8.7	41.47	3.00	0.328	ND	0.001	0.259	20

st.4

date	水色	水温	DO(mg/l)	pH	SS(mg/l)	chl _a (μ g/l)	COD(mg/l)	NH ₄ -N(mg/l)	NO ₂ -N(mg/l)	NO ₃ -N(mg/l)	PO ₄ -P(mg/l)	大腸菌群数 (MPN/100ml)
97/12/05								0.118	0.002	ND		0.069
98/01/08		22.8						ND	ND	0.005		0.009
98/02/17		23.1	8.6	8.23	11.5	13.53	4.85	ND	ND	ND		ND
98/03/20	淡緑褐色	22.5	7.7	8.18	6.5	8.41		ND	ND	ND		ND
98/04/09	淡褐色	27.1	7.1	9.02	6.0	7.17		0.037	ND	ND		ND
98/05/27	池干し中											
98/06	池干し中											
98/07	池干し中											
98/08/25	淡緑色	32.1	8.6	8.58	8.7	21.22	3.90	ND	ND	ND		ND
98/09/24	緑褐色	27.7	7.3	8.48	11.8	40.12		0.029	ND	0.015		0.028
98/10/27	緑褐色	28.4	6.8	8.15	5.8	23.50		0.347	0.003	0.018		0.118
98/11/25	淡緑褐色	22.5	8.8	8.25	3.6	2.29		0.382	0.002	0.012		0.233
98/12/15	淡緑褐色	19.1	8.0	8.30	5.2	17.11	2.40	ND	ND	ND	0.079	20

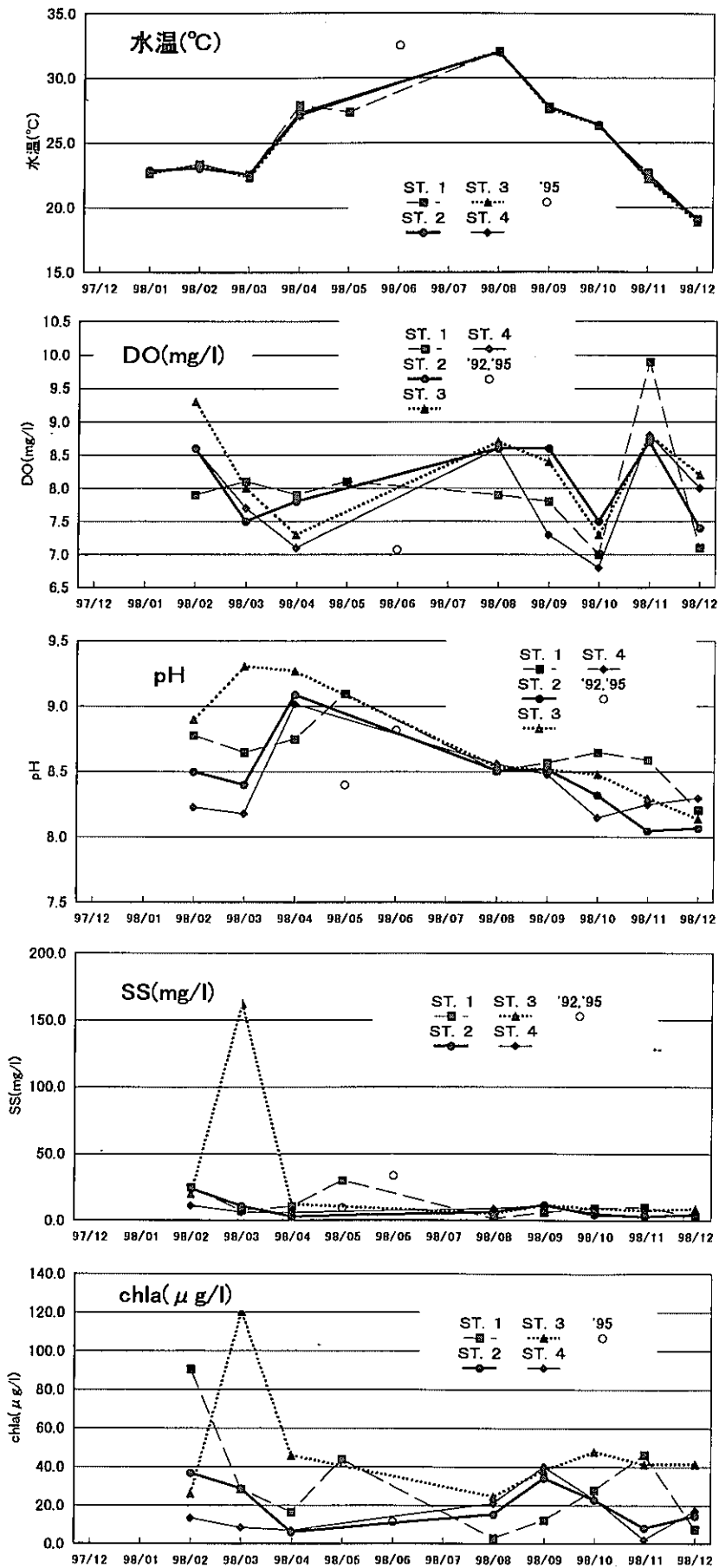


図2(1) 養殖池内の水質の月変化

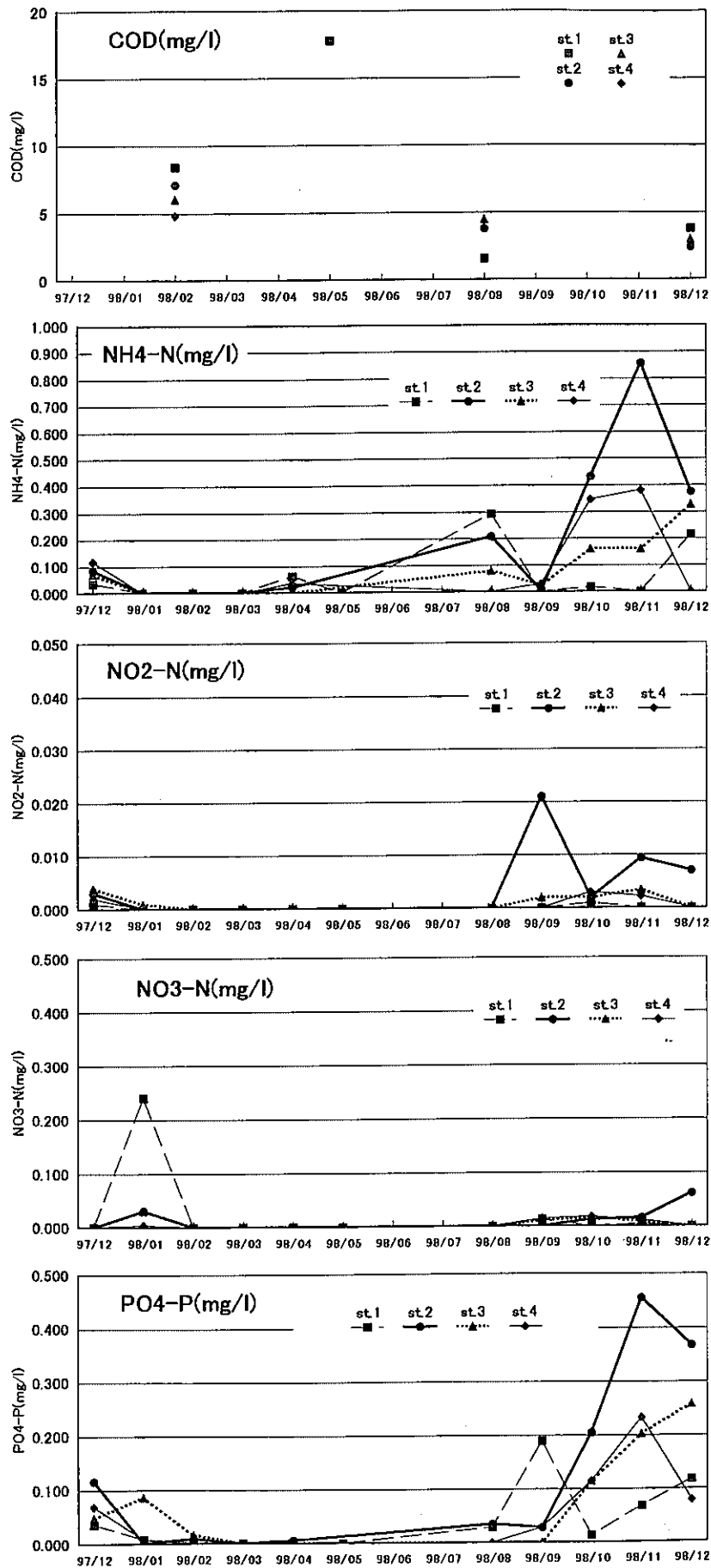


図2(2) 養殖池内の水質の月変化

終期にはほとんど検出できないほどに低下した。硝酸態窒素は st.1 の1月を除き 0.1mg/l 以下で推移し亜硝酸態窒素同様養殖年度終期には検出限界以下に低下した。アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素の分析結果で調査期間を通じてそれぞれ1回づつやや高い値を示したことがあったが、他地区の養殖場との比較でも述べるが、クルマエビ養殖の飼育水としては特別異常な値とはいえない範囲と思われた。リン酸については養殖開始から徐々に増加し、後半徐々に減少する傾向がみられた。以上、栄養塩類も周辺海域よりも高い濃度を示した。

クルマエビ養殖場の飼育水の栄養塩類及びchl-aについては 1987 ~ 1989 年に沖縄本島の養殖場で詳しく調査されており^{4)~6)}、この結果を今回の調査結果と比較したのが図3である。これを見ると栄養塩類ではリン酸濃度が崎枝地区で若干高め、他は同レベルかやや低めであるのがわかる。またchl-aは当地区がかなり低めであるといえる。これは当地区養殖場の栄養塩濃度が他地区に比較して低めであることに起因するものと考えられる。

大腸菌群数については12月に一回の測定であったが、 $<2 \times 10^2 \sim 2 \times 10^3$ MPN/100ml と低いレベルであった。なお、92年、95年の測定結果でも不検出 ~ 2 MPN/100ml であった。

今回調査した項目の他に八重山漁協が民間分析機関に委託して養殖池の飼育水の健康項目の分析を行った結果⁷⁾があるが、これについては表2に示すとおり人の健康保護に関する環境基準を満たしていた。

以上養殖池の水質調査結果について述べたがクルマエビの養殖の飼育水は換水量調整によりプランクトンを富ませて行われるためDO、pH、SS、chl-a、CODが周年高く、栄養塩類も養殖年度後半になるとクルマエビの収容量の増加に伴い高くなる傾向が認められた。

(2) プランクトン相

前述のようにクルマエビ養殖ではエビの生育環境、水質安定のため養殖池内にプランクトンを発生させることが常法である。このため当地区養殖場でも各池ともプランクトンが高密度(1~124万 cell/ml)に維持されていた(表3)。その月変化は図4に示したが、chl-aの変動とほぼ一致した。chl-aは97年12月と98年1月が欠測のため月変化が不明確であるが、養殖年度前期~中期の変化は小さく、後期に増加しピークとなることが伺われた。プランクトン密度のピークは栄養塩濃度のピークに続いてみられ、栄養レベルの移行がみられた。プランクトンの組成は表3で示すようにほぼ周年渦鞭毛藻が優占したが、養殖年度初期のプランクトン密度が低いときは藍藻類が優占することがあった。95年の調査結果²⁾でも密度は13~31万 cell/ml で渦鞭毛藻類が優占しており、今回の結果と同様であった。

(3) 排水量

沖縄県におけるクルマエビの養殖は、例年8月に始まり翌年の5月に終了し、6~7月は養殖池を干すため排水はない。97~98養殖年度の排水量は表4に、その変化を図5に示した。これを見ると養殖年度初期から徐々に排水量が増加し、中期にピークとなりその後徐々に減少しているのがわかる。また年間の総排水量はおよそ240万トンで、年間20回転程度の換水率となる。

(4) 河川水の水質調査

調査海域へ流入する河川水の水質調査結果は表5に示した。この結果を養殖場の水質と比較すると水温では98年1月の排水路Bを除き同時期の水温とほぼ同じであった。98年1月の排水路Bは1月としてはかなり高い水温であったが、この原因については不明である。DOについては河川Aがやや低かったほかは養殖池と同レベルであった。pHは養殖池に比べ低いこれは淡水と海水の違いによる。SSについては降雨後に採水したこともあり、いずれも相当高い値を示し

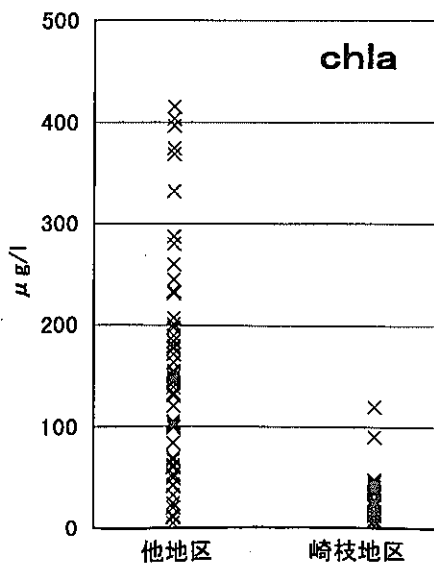
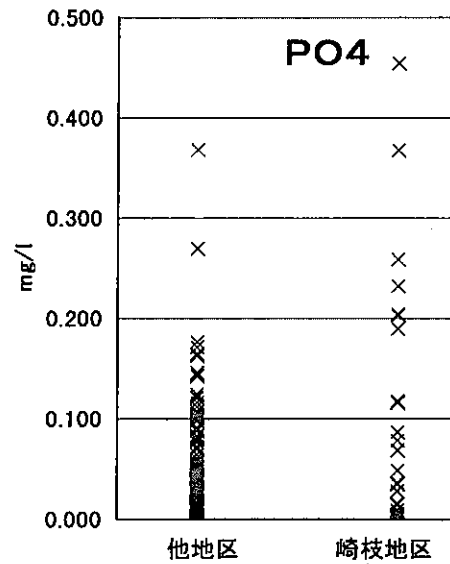
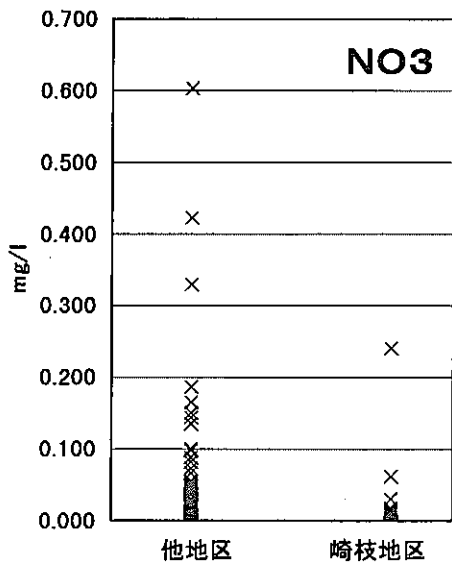
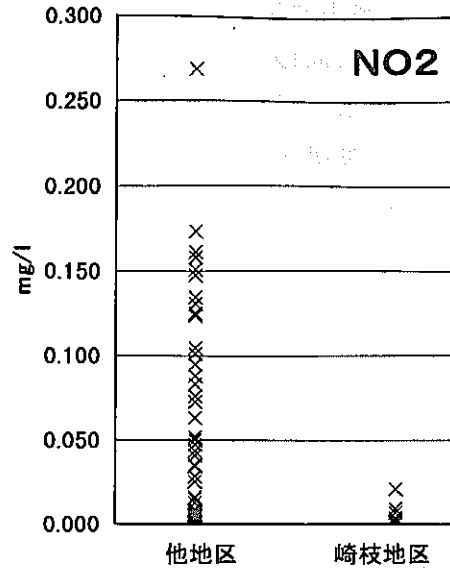
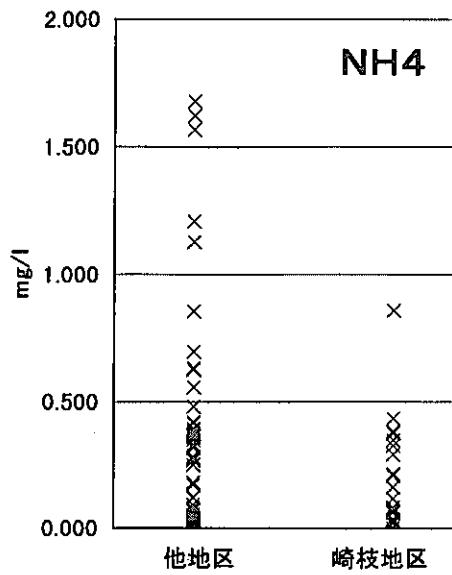


図3 他のクルマエビ養殖場と崎枝地区の水質調査結果比較

(他のクルマエビ養殖場のデータは1987~1989水試調査結果より)

表2 養殖場汚泥分析結果(健康項目)

分析項目	分析結果	環境基準値
カドミウム	mg/l 検出限界以下(<0.001)	<0.01
シアン	mg/l 検出限界以下(<0.1)	検出されないこと
有機化合物	mg/l 検出限界以下(<0.1)	
鉛	mg/l 検出限界以下(<0.005)	<0.01
六価クロム	mg/l 検出限界以下(<0.005)	<0.05
ヒ素	mg/l 検出限界以下(<0.005)	<0.01
水銀	mg/l 検出限界以下(<0.0005)	<0.0005
アルキル水銀	mg/l 検出限界以下(<0.0005)	検出されないこと
PCB	mg/l 検出限界以下(<0.0005)	検出されないこと
ジクロロメタン	mg/l 検出限界以下(<0.002)	<0.02
四塩化炭素	mg/l 検出限界以下(<0.0002)	<0.002
1,2-ジクロロエタン	mg/l 検出限界以下(<0.0004)	<0.004
1,1-ジクロロエチレン	mg/l 検出限界以下(<0.002)	<0.02
シス-1,2-ジクロロエチレン	mg/l 検出限界以下(<0.004)	<0.04
1,1,1-トリクロロエタン	mg/l 検出限界以下(<0.0005)	<1
1,1,2-トリクロロエタン	mg/l 検出限界以下(<0.0006)	<0.006
トリクロロエチレン	mg/l 検出限界以下(<0.02)	<0.03
テトラクロロエチレン	mg/l 検出限界以下(<0.0005)	<0.01
1,3-ジクロロプロパン	mg/l 検出限界以下(<0.0006)	<0.002
チウラム	mg/l 検出限界以下(<0.0006)	<0.006
シマジン	mg/l 検出限界以下(<0.0003)	<0.003
チオベンカルブ	mg/l 検出限界以下(<0.002)	<0.02
ベンゼン	mg/l 検出限界以下(<0.001)	<0.01
セレン	mg/l 検出限界以下(<0.002)	<0.01

* 八重山漁協の調査資料より(1997/11/6分析)

表3 養殖池内の植物プランクトン相(単位:万cell/ml)

ST. 1

調査年月日	細胞数計	渦鞭毛藻類	珪藻類	藍藻類
97/12/05	14	10	3	1
98/01/08	124	124		
98/02/17	12	11	1	
98/03/20	4	4		
98/04/09	2	2		
98/05/27	3		1	2
98/06				
98/07				
98/08/25	1	1		
98/09/24	1	1		
98/10/27	17	17		
98/11/25	24	22	2	
98/12/15	3	1	2	

ST. 3

調査年月日	細胞数計	渦鞭毛藻類	珪藻類	藍藻類
97/12/05	7	4	2	1
98/01/08	21	17	4	
98/02/17	82	78	4	
98/03/20	98	94	4	
98/04/09	77	77		
98/05/27				
98/06				
98/07				
98/08/25	9	5		4
98/09/24	19	2		17
98/10/27	21	21		
98/11/25	16	16		
98/12/15	16	15		1

ST. 2

調査年月日	細胞数計	渦鞭毛藻類	珪藻類	藍藻類
97/12/05	44	43	1	
98/01/08	4	2	2	
98/02/17	66	66		
98/03/20	13	13		
98/04/09	1	1		
98/05/27				
98/06				
98/07				
98/08/25	4			4
98/09/24	3	1		2
98/10/27	6	5	1	
98/11/25	1	1		
98/12/15	3	3		

ST. 4

調査年月日	細胞数計	渦鞭毛藻類	珪藻類	藍藻類
97/12/05	14	12	1	1
98/01/08	17	12	5	
98/02/17	61	61		
98/03/20	4	4		
98/04/09	21	21		
98/05/27				
98/06				
98/07				
98/08/25	8	1	1	6
98/09/24	8	8		
98/10/27	1	1		
98/11/25	4	3	1	
98/12/15	13	9	4	

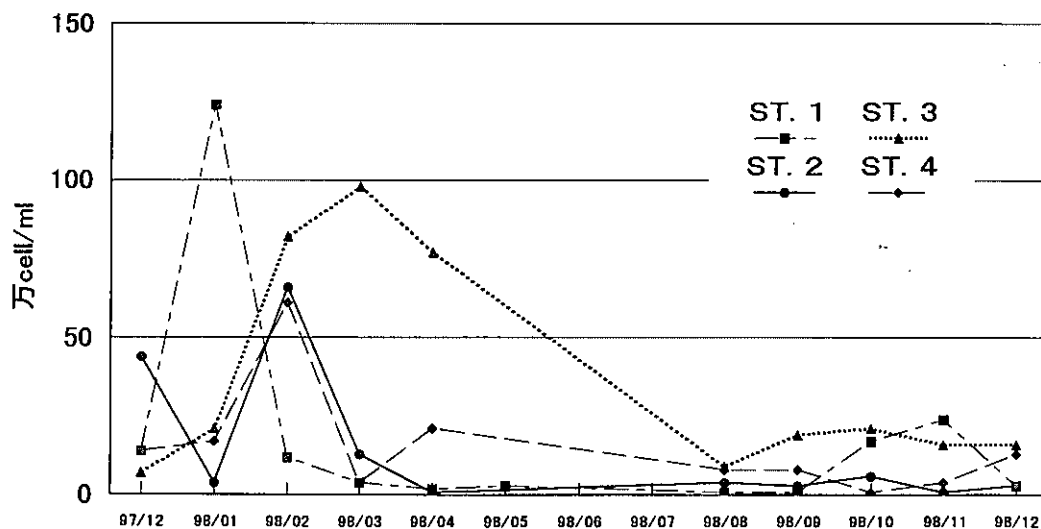


図4 養殖池の植物プランクトンの月変化

表4 養殖場排水量(単位:トン)

年月	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	合計
97/09	128,000	56,565	55,485	57,510	297,560
97/10	173,600	42,660	43,335	41,580	301,175
97/11	210,800	48,870	46,440	47,925	354,035
97/12	160,800	32,805	32,535	32,940	259,080
98/01	100,800	20,250	19,710	20,925	161,685
98/02	105,600	15,525	15,390	15,255	151,770
98/03	124,400	14,580	14,715	14,175	167,870
98/04	155,600	21,600	10,125	10,125	197,450
98/05	106,000	0	0	0	106,000
98/06	0	0	0	0	0
98/07	0	27,000	27,000	29,700	83,700
98/08	88,000	81,000	81,000	81,000	331,000
98/09	120,000	87,750	87,750	87,750	383,250
98/10	162,000	108,675	108,675	108,675	488,025
98/11	174,000	98,550	98,550	95,175	466,275
合計	1,809,600	655,830	640,710	642,735	3,748,875

97/9~98/8	1,353,600	360,855	345,735	351,135	2,411,325
-----------	-----------	---------	---------	---------	-----------

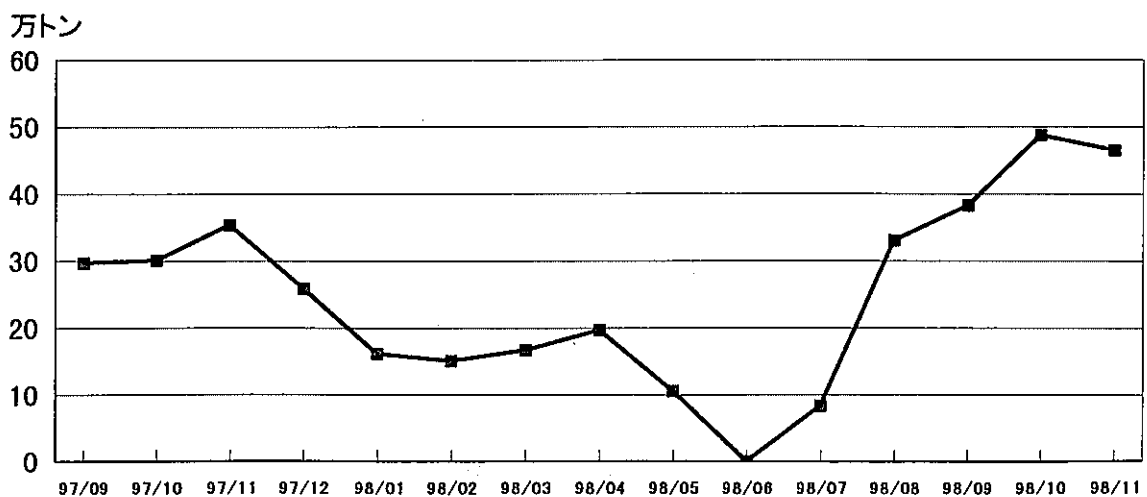


図5 排水量の月変化

表5 調査海域へ流入する河川水質調査結果

河川	採水日	水温	DO(mg/l)	pH	SS(mg/l)	chl _a (μ g/l)	COD(mg/l)	NH ₄ -N(mg/l)	NO ₂ (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	PO ₄ (mg/l)	大腸菌群数 MPN/100ml	備考
河川A	97/01/08	23.2						0.051	0.004	0.235	0.101		この頃降雨多く水量も多かった。 目立った濁りなし。雨量約50mm
	98/12/11	19.6	5.8	7.57	13.5	2.29	7.6	0.037	0.000	0.102	0.143	2400	
排水路A	98/12/11	20.3	7.8	7.52	70.0	2.29	7.6	ND	ND	0.178	0.060	2200	濁り多かった。
排水路B	97/01/08	26.0						ND	0.000	0.076	0.186		この頃降雨多く水量も多かった。 濁りやや多かった。雨量約50mm
	98/12/11	18.9	7.4	7.58	36.5	12.37	8.2	ND	ND	ND	0.214	2400	
排水路C	98/12/11	19.5	8.0	7.50	120.0	4.14	10.0	0.090	ND	0.140	0.214	16000	赤土の流入多かった。雨量約50mm
排水路D	98/12/11	18.9	8.0	7.72	341.0	2.60	14.0	0.099	0.002	0.285	0.233	16000	赤土の流入多かった。雨量約50mm

* 排水路E, F, Gは98/12/11の調査時に流入がなかったため採水できなかった。

た。特に排水路C、Dは赤土が大量に流入しており濁流となって海域へ流れ込んでいた。chl-aは排水路Bがやや高かった他は養殖池よりはるかに低かった。排水路Bは流路周辺にアオノリ様の藻類が繁茂しており、この断片がかなり試水に混入したことで値が高くなったものと思われる。CODについては養殖池よりやや高い値を示した。栄養塩類についてはアンモニアがやや低め、亜硝酸態窒素は同レベル、硝酸態窒素とリン酸はやや高めであった。大腸菌群数については2,200～16,000MPN/100mlと高い値を示した。これは後述するが上流の牛舎に起因するものと考えられる。

以上河川水の水質調査結果から河川水は通常海域への流入は少ないが、まとまった降雨があると大腸菌を含んだ大量の懸濁物(赤土主体)を当該海域へもたらすことが考えられた。しかし、その流入量については調査していないので不明である。

(5) 陸域の現況調査

陸域の現況について調査した結果は図1に示したが、破線がおおよその分水嶺になっておりその海側の陸水が崎枝湾へ流入しているものと考えられる。この陸域の約6割が農地(サトウキビ及び牧草地)で、約4割は山林である。また、この範囲に集落はなく、崎枝湾側に牛舎が3カ所、底地湾側にホテルが2軒存在するのみである。

(6) 航空写真からみた崎枝海域の変遷

過去25年間に撮影された本海域の航空写真を調べた結果が表6であるが、この間6回航空写真が撮影されていることがわかった。このうち1977年の養殖場が造成される10年前(写真1)、北側養殖池の工事中の1987年(写真2)、北側養殖池が完成して4年後の1991年(写真3)、最近年の1995年(図1)の写真を詳しく比較したが、陸域については土地改良が進んだり、牧草地の消失するなど変化は著しいが、海域については養殖場が造成された部分の藻場の消失以外は外見的には何ら変化がみられなかった。

表6 崎枝地区クルマエビ養殖場周辺環境調査関連航空写真一覧

撮影年	撮影月日	タイプ	縮尺	版權者	保管者	備考
平成10年(1998)						
平成9年(1997)						
平成8年(1996)						
平成7年(1995)	95/01/19	カラー	約1/10000	沖縄県(土地対策課)	日本地図センター	
平成6年(1994)						
平成5年(1993)						
平成4年(1992)						新養殖池稼働
平成3年(1991)	91/05	カラー	約1/10000	沖縄県(自然保護課)	与那嶺測量設計	
平成2年(1990)						
平成元年(1989)						
昭和63年(1988)						養殖場操業開始
昭和62年(1987)		カラー	1/4000,1/8000	石垣市	与那嶺測量設計	養殖場完成
昭和61年(1986)						
昭和60年(1985)						
昭和59年(1984)		カラー		石垣市	与那嶺測量設計	
昭和58年(1983)						
昭和57年(1982)						
昭和56年(1981)						
昭和55年(1980)						
昭和54年(1979)						
昭和53年(1978)						
昭和52年(1977)		カラー	約1/10000	国土地理院?	日本地図センター	
昭和51年(1976)						
昭和50年(1975)						
昭和49年(1974)		モノクロ	約1/10000	不明	太洋土木コンサルタント	
昭和48年(1973)						
昭和47年(1972)						



写真1 1977年撮影（崎枝湾～底地海域）

写真2 1987年撮影（崎枝湾～底地海岸）



写真2 1987年撮影（崎枝湾～底地海岸）



写真3 1991年5月撮影航空写真（崎枝湾～底地海域）