

崎枝地区クルマエビ養殖場周辺海域環境調査

大嶋洋行・玉城英信*1・渡辺利明*2・村上淳子*3

1. 目的及び内容

本調査は水産庁の委託により築堤式クルマエビ養殖場の排水が周辺海域に及ぼす影響について調査したものである。調査海域は石垣市崎枝地区に沿岸漁場整備開発事業で造成されたクルマエビ養殖場周辺海域とした。調査は平成9年度半ばからの開始となったため10年度までの2年間で通年の調査を行った。調査結果の詳細は崎枝地区クルマエビ養殖場周辺海域環境調査報告書（沖水試資料No.119、平成11年3月）において報告したのでここではその概要を報告する。

2. 調査方法

調査は養殖場実態調査、水質調査、底質調査、流況調査、生物調査の5項目である。

養殖場実態調査は月1回の養殖池水質調査（水温、DO、pH、SS、栄養塩類、COD）、プランクトン調査（chl_a、種組成）、排水量調査（日誌依頼）、河川水調査及び航空写真による海域の変遷調査とした。

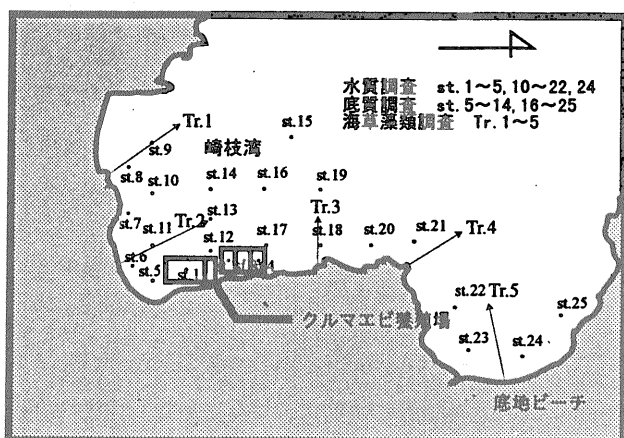


図1 調査位置図

水質調査は97年11月、98年2月、5月、8月に養殖場を中心として南北2km東西1kmの範囲に15点の測点（図1）を設け水温、DO、pH、SS、栄養塩類、COD、chl_aについて測定した。

底質調査は97年11月、98年2月、5月、8月に水質調査とほぼ同じ範囲に20点の測点（図1）を設けて全硫化物、COD、粒度組成について測定した。なお、底質調査は（株）沖縄環境分析センターに委託して行った。

流況調査は直径10cm高さ40cmの円筒ポリプロピレンビンに海水を満たし、水面にわずかにビンの上面が露出するように比重調整し、養殖場の排水口へ投入しこれを可能な限り追跡する方法で行った。

生物調査はサンゴ分布調査（委託＜（株）沖縄環境分析センター＞）、海草藻類調査、底生生物調査、二枚貝類調査を実施した。サンゴ分布調査は12月に崎枝湾全域を潜水目視により被度、種類組成を調査した。海草藻類調査は97年11月と98年5月に崎枝湾に5本のトランセクトライン（図1）を設定し、潜水目視調査と航空写真から全体的な海草藻場の分布をみた。底生生物調査は底質調査と同じ測点で同時期に25×25cmをドレッジで採集し1mm目合いの篩に残った生物を測定した。二枚貝類調査は養殖場南側に広がる干潟を中心に種類組成、現存量を調査した。

3. 調査結果

1) 養殖場実態調査

・養殖池の水質（表1）

クルマエビ養殖の飼育水はエビの生育環境、水質安定のため換水量を調整し、プランクトンを富ませで行われるためDO（6.7～9.9mg/l）、pH（8.05～9.31）、SS（1.6～162.5mg/l）、chl_a（2.29～120.32μg/l）、COD（1.6～17.8mg/l）は概して高い値を示した。栄養塩類はアンモニア態窒素で最大0.858mg/l、亜硝酸態窒素で0.021mg/l、硝酸態窒素で0.241mg/l、リン酸態リンで0.455mg/lであったが、池毎、月毎に変動が大きく、検出できないほど低濃度を示すことも多かった。栄養塩類

*1 現所属：栽培漁業センター

*2 現所属：水産試験場

*3 現所属：非常勤職員

は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周辺海域より高くなる傾向が認められた。

・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ため各池ともプランクトンが高密度に維持されていた。種組成はほぼ周年渦鞭毛藻が優占し、その密度は1~124万cell/mlで、月変化はchl-aの変動とほぼ一致した。

・排水量

沖縄県におけるクルマエビの養殖期間は、例年8月に始まり翌年の5月に終了する。したがって養殖場から排水されるのはこの期間である。当養殖場の97~98養殖年度の総排水量はおおよそ240万トンであった。

・河川水

調査海域へ流入する河川は通常流量は少ないが、降雨時には濁流となって海域へ流れ込む。その水質は多量の赤土の流入によるSS (13.5~341.0mg/l) と上流の牛舎に起因すると思われる大腸菌群数 (2200~16000MPN/100ml) が養殖池より相当高い

値を示した。またCOD (7.6~14.0mg/l)、栄養塩類の値 (アンモニア態窒素ND~0.099mg/l、亜硝酸態窒素ND~0.004mg/l、硝酸態窒素でND~0.285mg/l、リン酸態リン0.060~0.233mg/l) も養殖池の平均値より高かった。

・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、その結果陸域については変化が著しかったが、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。

2) 水質調査 (表1)

周辺海域の水質調査では各測定項目とも特に高い値を示すものではなく、類似の海域の測定値ともほぼ同レベルであった。しかし、養殖場の水質で高かったDO、pH、SS、chl-a、CODのうちSS、chl-aについては養殖場周辺でやや高い値がみられた。ただ、その分布域は養殖場の周囲に限られ、その影響が広い範囲に及ぶものではなかった。

水質調査の結果を環境基準、水産用水基準と比較したところ恒常的に基準を超えていたのは養殖場のごく周辺のSSだけで、これは排水に含まれるプラ

表1 水質調査結果及び石垣島周辺海域測定値と環境基準値、水産用水基準値の比較表

基準・ 海域 項目	環境基準 A類I類	水産用水基準			崎枝~底地湾 平均値 (範囲)	養殖池内 平均値 (範囲)	崎枝・底地 河川水平均値 (範囲)	'91~'94 ^{*)} ~ ¹²⁾ 川平湾平均値 (範囲)	'87石垣全域 ^{*)} 平均値 (範囲)	'97石垣港 ^{*)} 平均値 (範囲)			
		第1種	第2種	第3種									
全窒素 (mg/l)	0.2>	0.3>	0.6>	1.0>	アンモニア、亜硝酸、硝酸態窒素の計として 0.062 (ND~0.716)				0.109 (ND~0.883)	0.174 (ND~0.386)	0.012 (0.003~0.030)	0.114 (0.048~0.283)	未測定
全リン (mg/l)	0.02>	0.03>	0.05>	0.09>	リン酸として 0.008 (ND~0.045)				0.072 (ND~0.0455)	0.181 (0.060~0.233)	0.002 (ND~0.042)	0.012 (0.007~0.020)	未測定
DO (mg/l)	7.5<	6<			7.4 (3.8~9.0)	8.0 (6.7~9.9)	7.8 (5.8~8.0)	7.0 (3.5~9.7)	6.8 (5.9~7.2)	6.42 (5.2~7.4)			
pH	7.8~8.3	7.8~8.4			8.16 (7.99~8.42)	8.55 (8.05~9.31)	7.58 (7.50~7.72)	8.13 (7.99~8.30)	8.21 (8.2~8.3)	8.18 (8.1~8.2)			
COD (mg/l)	2>	1>			1.3 (0.3~3.0)	5.4 (1.6~17.8)	9.95 (7.6~14.0)	0.44 (0.02~2.25)	0.67 (<0.5~1.4)	1.56 (0.8~2.4)			
SS (mg/l)	基準なし	人為的なものとして 2mg/l>			1.7 ^{*)} (0~9.2) ^{*)}	14.0 (1.6~162.5)	141.9 (13.5~341.0)	2.1 (0.18~4.92)	1.9 (<0.5~4.7)	未測定			
大腸菌群数 (MPN/100ml)	1,000>	1,000>			103 (<20~1300)	10 (<20~20)	9150 (2,400~16,000)	0 (0)	未測定	518 (80~920)			

*1: 排水の水流により底砂が巻き上げられ試料に混入したものについては除外した。

ンクトに起因するものと考えられた。他の項目については一時的、局所的に基準を超えることはあったものの恒常的に基準を超えるものはなかった。

3) 流況調査

流況調査の結果、養殖場周辺は上げ潮時に緩やかな南向きの流れ、下げ潮時にはやや早い北向きの流れがあった。この流れは風の影響を受け南風では上げ潮に緩く北向きに流れ、下げ潮にやや早い北向きの流れとなり、北風では上げ潮で緩い南向きの流れ、下げ潮で極弱い北向きの流れになると考えられた。

このことをクルマエビ養殖サイクルとの関係でみるとエビの収容量の少ない夏季から秋季は南風が卓越し、排水もやや広範囲に広がるが、収容量の増加する秋以降は北風が卓越し、その排水も養殖場周辺に停滞しがちになることが予想された。

4) 底質調査

硫化物は養殖場近くとその周辺海域ではほぼ0.10 mg/g 未満であり、本島の糸満・豊見城地先海域と比較すると若干高めで推移していたが、水産用水基準は満たしていた。なお、排水口前面では、周辺海域と比較して高い値を示すことが多かった。したがって硫化物から見た排水の影響は養殖場の周囲に限られるものと推察された。

COD は排水口前面でやや高い傾向を示したが、水産用水基準の20.0mg/g を充分下回る値であった。また、本県の開放的な海域である恩納村海域と比較してもほぼ同様なレベルで、COD からみると養殖場排水が周辺海域に与える影響はほとんどないものと推察された。

粒度組成は養殖場周辺海域では、砂分中心で全体の70%以上を示した。また、養殖場近くとその周辺海域、岸寄りと沖寄りの地点間で粒度組成に一定の傾向はみられなかった。

5) 生物調査

・サンゴ分布調査

養殖場周辺海域の造礁サンゴの分布状況は、礁縁から礁斜面で散房花状、テーブル状または樹枝状ミドリイシが75%以上で優占し、礁原部では散房花状ミドリイシが25~75%の被度で優占した。礁池は砂礫底が卓越し、塊状または樹枝状ハマサンゴやキクメイシ科が多く、被度は概ね5%未満であった。サ

ンゴ類の生息状況は崎枝湾の礁原から礁縁部にかけて造礁サンゴが25%以上となっており、過去と比較するとサンゴ群集は回復しているとみられた。

・海草藻類調査

調査海域の海草藻場の分布は崎枝湾側の湾入部と底地湾側の湾入部で発達し、その間の岬周辺では狭くなっていた。藻場の最も広い部分は、崎枝湾側では650m、底地湾側では400mであった。生育している海草の種類は7種類で、八重山海域に分布する海草のうち分布域が限定される種以外は全て生育していた。分布の傾向は秋季、春季とも同様と考えられた。海草最繁茂部での生育密度は、550~1,930株/で名蔵湾の藻場の同じ季節の値と同程度であった。

海藻類は緑藻類12種、褐藻類5種、紅藻類11種の計28種類が出現し、出現数は養殖場周辺で多い傾向がみられた。なお、海藻類の繁茂は地盤高と底質に関係があり、海底地盤高-80~-140cmで砂とサンゴレキが適当な割合で混ざり合ったような底質の場所で海藻類の繁茂が多かった。また富栄養化した河口域や養殖場の池中に繁茂するスジアオノリは周辺海域では出現せず養殖場排水による海藻類への影響は少ないと推察された。

・底生生物調査

底生生物調査では養殖場の排水と底生生物の現存量、組成の関連は一時的に排水口前面で生物量が高まったことがあった他は特に見いだせなかった。なお、シズクガイ、チヨナハナガイ、ヨツバナスピオなどの汚染指標種は周年すべてのポイントで出現しなかった。

・二枚貝類調査結果

二枚貝類を干潟全域について調査したところ22種以上の二枚貝類が確認され、特に養殖場南側の干潟域で分布密度が高かった。この高密度分布域は水質調査のSS及びchl-aの高濃度域とよく一致しており、二枚貝類を主体とする濾過食者への餌料供給が恒常的にあることを示し、その増加は養殖場の排水によりもたらされたものと推定された。また、この二枚貝による海水濾過量から南側養殖池の排水の2割以上が濾過されていることが推定され、その浄化作用の大きさが示唆された。