

クルマエビのフサリウム症に対する 銅イオン発生装置の効果 (新養殖管理技術開発試験)

玉城英信・吉里文夫

1. 目的

平成17年度の沖縄県のクルマエビ養殖における魚病被害額は2億4千万円、そのうち真菌性疾病のフサリウム症による被害額は8千万円に達しており、産業的にも大きな問題である（玉城，2006）。一方，ニジマスでは銅ファイバーを用いた卵の水カビ病防除が確立されつつあり，0.006ppm以上で遊走子の発芽を抑制する結果が得られている（三浦，2004）。また，沖縄県海洋深層水研究所やクルマエビ養殖場の一部では銅イオン発生装置によるフサリウム症対策を実施しているものの，その効果は明らかにされていない。そこで，クルマエビのフサリウム症に対する銅イオン発生装置の効果について検討を行った。

2. 方法

1) 養殖場における銅イオン発生装置の効果

銅イオン発生装置を設置している養殖場と設置していない養殖場を比較するため，フサリウム症が発症しやすい11月から翌年の5月まで飼育水中の銅濃度とフサリウム菌の出現率を調べた。

飼育水中の銅濃度は月1回の頻度で銅イオン発生装置を設置しているA養殖場と設置していないBとCの養殖場から飼育水を採水してポリフィリン法で銅濃度を測定した。

フサリウム菌の出現率は各養殖場から鮮度の良い斃死エビ500gを月1回の頻度で購入し，体表面を70%アルコールで殺菌後，クリーンベンチ内で左右の鰓弁を摘出してマイコセル寒天培地に接種した。マイコセル寒天培地は25℃に設定したインキュベーター内で7日から10日間培養後，光学顕微鏡下で菌糸や分生子の形態からフサリウム菌とその他の真菌の出

現率を調べた。

2) 飼育環境別のクルマエビ銅濃度の比較

検体には銅イオン発生装置を設置していないD，Eの養殖場と10～30ppbの銅濃度で飼育しているF，Gの養殖場，そして60～90ppbの銅濃度で飼育している水産試験場のクルマエビを用いた。検体数は25尾として各環境下で飼育されたクルマエビを5尾ずつ冷凍後，クラッシャーで粉碎して100g中の銅濃度をICP発光分析法で測定した。ICP発光分析は財団法人日本冷凍食品協会に委託した。

3) 銅濃度別フサリウム症感染試験

試験1は平成17年12月12日から平成18年1月10日（29日間），試験2は平成18年1月11日から2月22日（42日間）の間に行った。水槽には縦90cm×横55cm×高さ45cmのユニットバスを使用し，底面に二重底プレートを敷き，1mm目のネットでプレートを覆い，厚さ約10cmの砂を入れた（図1）。注水は1日4回転になるように調整し，通気にはエアーストーンを使用した。銅濃度は1～25mAの範囲で電流値を変え，試験1では30，60，100，150，200ppb，試験2では30，60，120，180，300ppbの銅濃度になるように飼育水を調整した。対照区には銅イオン発生装置を設置しない

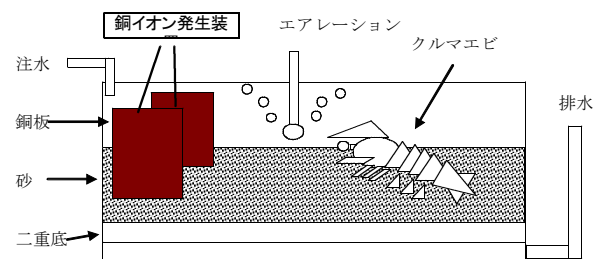


図1 クルマエビ与える銅濃度試験の実験図

海水区を設けた。

試験1は平均体重23.5g, 平均頭胸甲長37.7mm, 試験2では体重23.3g, 頭胸甲長37.3mmのクルマエビを15尾ずつ収容した。餌にはクルマエビ用配合飼料を使用した。給餌量は総重量の1%目安に, 残餌によって適宜加減した。試験に用いたフサリウム菌は平成17年12月5日にマイコセル寒天培地で分離し, 経代培養した株を海水に懸濁させ, 各水槽に添加した。また, 試験2では上記の経代培養したフサリウム菌に加え, 平成18年1月11日にクルマエビ養殖場からフサリウム症に感染して斃死したエビを搬入し, 3尾ずつ水槽に収容した。水温の測定は午前9時~10時の間に行い, 銅濃度と生残率の測定は週1回の頻度で行った。試験終了時に生残していたクルマエビは左右の鰓弁をマイコセル寒天培地に接種して感染の有無を調べた。

3. 結果及び考察

1) 養殖場における銅イオン発生装置の効果

クルマエビ養殖場で給水している海水中銅濃度の推移を表1, 銅イオン発生装置を設置しているクルマエビ養殖場と設置していない養殖場の飼育水中銅

濃度の推移を表2に示した。銅イオン発生装置を設置しているA養殖場で給水している海水中の銅濃度は0~3.4ppbの範囲で平均1.2ppbであった。それに対して銅イオン発生装置を設置していないB養殖場では0.4~6.0ppbの範囲で平均2.2ppb, C養殖場では0.4~2.2ppbの範囲で平均1.5ppbと給水している海水中の銅濃度には差が認められなかった(表1)。一方, 飼育水中の銅濃度はA養殖場の1号池で12.9ppb, 2号池で26.4ppb, 3号池で13.9ppb, そして5号池で25.1ppbと明らかに給水した海水中の銅濃度が銅イオン発生装置によって増加しているのがわかった。それに対してB養殖場の1号池では1.7ppb, 2号池1.2ppb, そしてC養殖場の1号池では1.9ppb, 2号池0.5ppbと給水した海水中の銅濃度と差が認められなかった(表2)。

クルマエビ養殖場におけるフサリウム菌の出現率を図1, フサリウム菌以外の真菌の出現率を図2に示した。銅イオン発生装置を設置しているA養殖場と設置していないB養殖場では3月のフサリウム菌の出現率が最も高く, 出現率の推移も同様な傾向にあった。それに対してC養殖場では12月の出現率が最も高く, その後は出現率が減少する傾向にあった。

表1 クルマエビ養殖場で給水している海水中銅濃度の推移

養殖場	測定月日							平均	偏差	最大	最小
	11月7日	12月5日	1月11日	2月9日	3月6日	4月13日	5月12日				
A; 給水海水	0.7	0.4	N.D.	1.9	1.1	0.0	3.4	1.2	1.2	3.4	0.0
B; 給水海水	2.1	0.4	6.0	1.1	N.D.	1.1	N.D.	2.1	2.2	6.0	0.4
C; 給水海水	1.5	0.4	1.5	1.9	N.D.	2.2	N.D.	1.5	0.7	2.2	0.4

表2 銅イオン発生装置を設置しているクルマエビ養殖場と設置していない養殖場の飼育水中銅濃度の推移

養殖場	測定月日							平均	偏差	最大	最小
	11月7日	12月5日	1月11日	2月9日	3月6日	4月13日	5月12日				
A1号池 (設置)	13.4	13.1	19.1	12.7	13.8	8.2	9.7	12.9	3.4	19.1	8.2
A2号池 (設置)	28.6	31.8	41.9	35.9	6.0	27.3	13.5	26.4	12.6	41.9	6.0
A3号池 (設置)	12.5	9.2	20.0	14.0	14.1	15.6	11.6	13.9	3.4	20.0	9.2
A5号池 (設置)	25.2	14.5	38.3	24.5	28.4	19.9		25.1	8.1	38.3	14.5
B1号池	1.7	0.4	N.D.	1.1	4.9	0.4	N.D.	1.7	1.9	4.9	0.4
B2号池	0.7	0.0	2.2	0.7	N.D.	0.0	3.4	1.2	1.3	3.4	0.0
C1号池	2.8	0.4	0.7	3.0	4.5	5.2	N.D.	2.8	1.9	5.2	0.4
C2号池	0.5	0.7	0.4	0.7	0.7	0.0	N.D.	0.5	0.3	0.7	0.0

C養殖場におけるフサリウム菌の出現率の変動は11月から12月にかけてフサリウム症とビブリオ病による大量斃死のために飼育密度が減少し、今回のような出現率になったものと推察した。一方、フサリウム菌以外の真菌はA養殖場では12月から1月、BとC養殖場では4月の出現率が高かった。

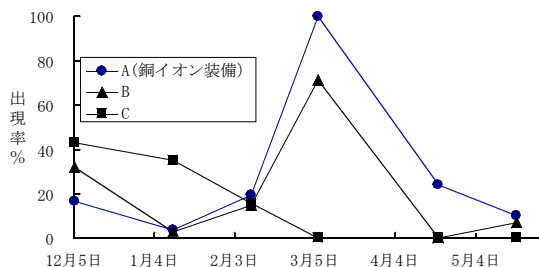


図1 クルマエビ養殖場におけるフサリウム菌の出現率

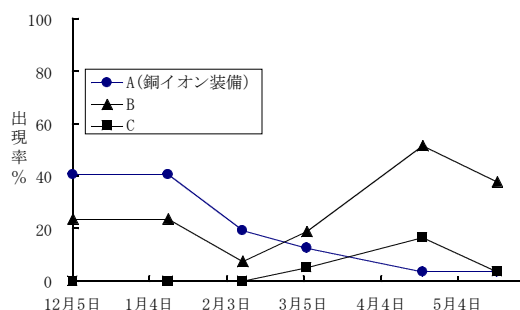


図2 クルマエビ養殖場におけるフサリウム菌以外の真菌の出現率

2) 飼育環境別のクルマエビ銅濃度の比較

銅イオン発生装置を設置していないDとE養殖場のクルマエビ100g中の平均銅濃度は15.2ppmと17.8ppmであったのに対し、銅イオン発生装置を設置しているFとG養殖場は29.6ppmと32.6ppm、そして水産試験場は34.8ppmであった。各環境下で飼育されたクルマエビの100g中の銅濃度をボンフェローニ補正法とTukey法による多重検定によって比較した結果、銅イオン発生装置を設置していないDとEの養殖場と銅イオンを設置しているF、G及び水産試験場のクルマエビ間には $P<0.05$ の確立で有意差が

表3 クルマエビの銅濃度の比較

銅イオン発生装置	設置していない		設置している		
	D	E	F	G	水産試験場
1	14	20	26	29	34
2	18	14	30	37	36
3	16	20	30	33	32
4	13	17	30	32	38
5	15	18	32	32	34
平均 (ppm)	15.2	17.8	29.6	32.6	34.8

認められた。これらのことから、銅イオン発生装置の設置によるクルマエビ銅濃度の増加は明らかであった。一方、養殖クルマエビの可食部に含まれる銅濃度は4.2ppmであることから(香川, 2001)、今回のクルマエビの銅濃度は高い値であり、その要因として体表面への銅の沈着や臓器内への銅の蓄積が疑われることから、次年度は可食部分、殻部分、そして内臓部分に分けて銅濃度を調べる必要がある。一般に可食部分における銅濃度は魚類や貝類の比較して甲殻類や軟体動物が高く、天然のサクラエビでは20.5ppm、天然ホタルイカでは34.2ppmと今回のクルマエビ銅濃度と同程度の値である。

3) 銅濃度別フサリウム症感染試験

銅濃度別フサリウム症感染試験1の水温と斃死率の推移を図3、銅濃度別フサリウム症感染試験1の結果を表4に示した。試験1の平均水温は $20.2 \pm 0.89^\circ\text{C}$ で、水温は $18.5 \sim 21.6^\circ\text{C}$ の範囲で推移した。生残率は53.3～93.3%の範囲で、2区が最も高く、次に3区、そして4区と銅濃度57.9～142ppbの範囲の生残率が高かった。しかし、斃死したクルマエビの主な要因はフサリウム症による感染ではなく、脱皮時の衝突や飛び出しによるものであった。一方、フサリウム菌は試験終了時の全てのクルマエビの鰓弁から菌が分離

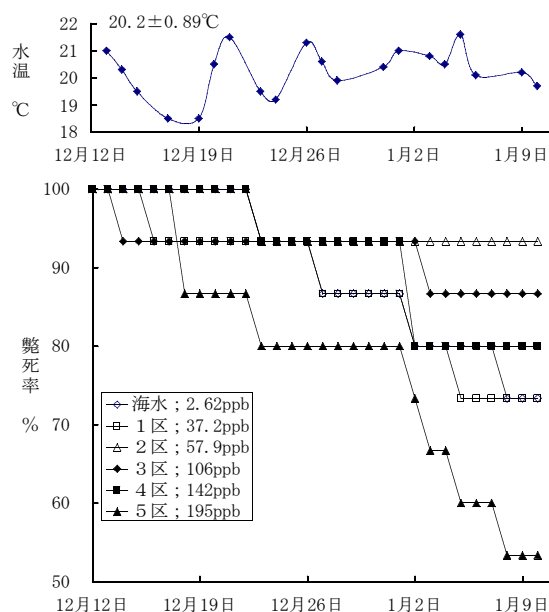


図3 銅濃度別フサリウム症感染試験1の水温と斃死率の推移

表4 銅濃度別フサリウム症感染試験1の結果

	海水区	1区	2区	3区	4区	5区
収容個体(尾)	15	15	15	15	15	15
銅濃度(ppb)	2.62±2.30	37.2±12.1	57.9±9.41	106±13.4	142±9.48	195±16.3
生残個体(尾)	11	11	14	13	12	8
生残率(%)	73.3	73.3	93.3	86.7	80.0	53.3
フサリウム症に感染個体(尾)	0	0	0	0	0	0
鰓が青く染まった個体(尾)	0	0	0	0	0	0
フサリウム菌の培養率(%)	100	100	100	100	100	100

された。これらのことから、フサリウム菌は鰓弁に菌糸または分生子の状態が付着しているもの、鰓弁内へ侵入はクルマエビ自身の免疫力によって防除されているものと推察した。

銅濃度別フサリウム症感染試験2の水温と斃死率の推移を図4、銅濃度別フサリウム症感染試験2の結果を表5に示した。試験2の平均水温は20.4±1.29℃で、水温は17.3~22.6℃の範囲で推移した。生残率は26.7

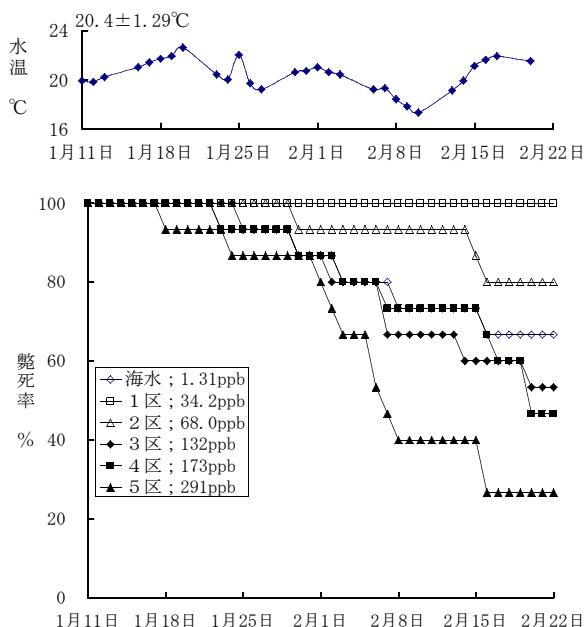


図4 銅濃度別フサリウム症感染試験2の水温と斃死率の推移

~100%の範囲で、1区が最も高く、次に2区、そして海水区と銅濃度1.31~68.0ppbの範囲の生残率が高かった。しかし、試験1と同様に斃死は脱皮時の衝突や飛び出しによるものであった。フサリウム症は海水区の1尾に感染を確認した。また、鰓が青く染まったクルマエビは4区で1尾、5区では4尾を確認した。フサリウム菌の培養率は80.0~100%の範囲で海水区が最も低く、次に2区、そして3区と銅濃度の低い試験区の方が低かった。

以上のように、今回の試験ではフサリウム症の感染率が著しく低いことから、フサリウム症と銅濃度の関係を明らかにすることはできなかった。しかし、4区と5区で鰓弁が青く染まったクルマエビが確認され、5区の生残率が26.7%と著しく低いことから、適正な銅濃度について再度検討する必要がある。

表5 銅濃度別フサリウム症感染試験2の結果

	海水区	1区	2区	3区	4区	5区
収容個体(尾)	15	15	15	15	15	15
銅濃度(ppb)	1.31±1.85	34.2±6.52	68.0±6.81	132±22.4	173±30.4	291±46.6
生残個体(尾)	10	15	12	8	7	4
生残率(%)	66.7	100.0	80.0	53.3	46.7	26.7
フサリウム症に感染個体(尾)	1	0	0	0	0	0
鰓が青く染まった個体(尾)	0	0	0	0	1	4
フサリウム菌の培養率(%)	80.0	93.3	91.7	100	100	100

4. 参考文献

- 香川芳子. 五訂食品成分表2001. 女子栄養大学出版, 2001; 170-171.
- 三浦正之. 銅ファイバーを用いたニジマス卵の水カビ病防除. 養殖11号, 2004; 80-83.
- 玉城英信. 養殖衛生管理体制整備事業. 平成18年度沖縄県試験研究評価会議水産部会資料, 2006; 29-30.