

生物に与える酸の急性毒性—I

—クマエビに対する毒性—

馬場 浴文・川村 嘉応

Acute toxicity of acid reagent on a living thing

—Toxicity to *Penaeus semisulcatus*—

Hirofumi BABA and Yoshio KAWAMURA

はじめに

近年、ノリ養殖において各種の酸性薬剤がノリ葉体の雑藻雑菌防除剤などとして全国各地のノリ養殖漁場で広く使用されつつある。しかし、一方では魚介類をはじめとする各種生物に対する急性毒性、慢性毒性としての影響が懸念され、また海域での酸性薬剤の挙動、動態についても明らかにされていないのが現状であり、各種の論議的となっている。更に、漁場における将来使用されるであろうと推定される酸性薬剤の量と海域の水量、海水の交換率、緩衝作用等との関連についてもほとんど知見がない。

そこで、今回は生物に与える酸性薬剤の急性毒性についての試験を行なった。試験生物として甲殻類のクマエビを用い、2種の酸性薬剤に対する24時間半数致死濃度(24hr. LC₅₀)を推定し、酸性薬剤の濃度と斃死率、pHと斃死率などについて2、3の検討を行なったので報告する。

材料および方法

1. 実験材料

供試生物として用いたクマエビ(*Penaeus semisulcatus*)は、県栽培漁業センターより分与され、孵化後数週間経過したPost-larva37、平均体重0.032g、全長約20mmを用いた。供試海水は有明海沖合水を数ヶ月間静止した上澄を用い、実験を開始する前に約1日間充分に通気したものを使用した。また、供試酸性薬剤はD社のグローゲン(G酸)とフチン酸(F酸)の2種類を使用した。

2. 実験方法

実験には直径23cm、高さ29cmの円筒形ガラス水槽を用い、水量は10lとした。実験は2種の薬剤についてそれぞれ2回実施し、1回目の試験においてその24hr. LC₅₀をおおむね推定したのち、2回目の試験では1回目の試験で得られた斃死率0%と100%間の濃度幅をさらに細分化して詳細に行なった。1回目の試験の酸性薬剤の濃度区分は、G酸の場合、50~3200ppm*と等比級数的に7段階に設定し、F酸

* 海水10lに対して酸性薬剤原液を0.5~3.2ml添加したことに相当する。希釈倍率では20,000倍~312倍となる。

では20～1280ppmの7段階とした。2回目の試験では、G酸で400～830ppm、F酸で40～330ppmの5段階の濃度区分とした。各濃度別海水にクマエビ10尾を収容し、無通気、室温条件下で24時間の飼育を行ない、この間のクマエビの斃死状況を観察した。生死の判定は、外見的に活動を停止し、クマエビの甲殻の色調が赤橙色に変化することにより行なった。以上のことから、2種類の酸性薬剤のクマエビに対する24時間半数致死濃度(24hr. LC₅₀)と、半数致死pHをグラフ作図法により推定した。期間中のpHは適宜測定し、飼育水の溶存酸素、水温、塩素量は対照区を代表して測定を行なった。

結果および考察

表1 対照区の水質要素の変化

1. 生物試験における水温、溶存酸素、塩素量の変化
試験期間中における対照区の水温、溶存酸素、塩素量の変化を表1に示した。
酸性薬剤の濃度幅を広く設

| 項目 | | 開始時DO (ppm) | 12時間後 | 24時間後 | 塩素量 | 水温 |
|-------------|-----|-------------|-------|-------|-------|-----------------------------|
| 1回目 生物試験 | G酸区 | 8.10 | 6.09 | 4.39 | 15%一定 | 27.0±0.6°C (25.8～27.6°C) |
| | F酸区 | 7.95 | 6.00 | 4.68 | // | |
| 2回目 生物試験 | G酸区 | 7.86 | — | 4.07 | // | 26.9±0.3°C (26.4～27.2°C) |
| | F酸区 | 7.88 | — | 4.32 | // | |

定した1回目の試験では、開始時の溶存酸素は7.95～8.10ppmを示し、終了時には4.39～4.68ppmを示した。水温は、27.0±0.6°C(25.8～27.6°C)で、塩素量は15%と一定の値で経過した。2回目の試験では、開始時の溶存酸素は7.86～7.88ppmを示し、終了時には4.07～4.32ppmを示した。水温は29.6±0.3°C(26.4～27.2°C)で、塩素量は15%と一定で経過した。2回の試験を比較して、溶存酸素の減少傾向や水温条件はほぼ類似しており、両者の実験条件はほぼ同一であったと判断された。また、24時間後の溶存酸素濃度が各実験とも4ppm台であり、生物の生存に何ら支障のない濃度を維持し、酸素欠乏による斃死はなかったものと推定された。

2. pHの変化

開始時のG酸とF酸の濃度とpHの関係を図1に示し、生物試験における経時的なpHの変化を表2に示した。図1から、酸性薬剤の濃度が0ppmから800ppmに増加するにつれて、pHの急激な低下がみられ、G酸では約pH4、F酸では約pH2.5に至っている。濃度が800ppmより高くなるにつれてpHの低下は緩慢となっている。

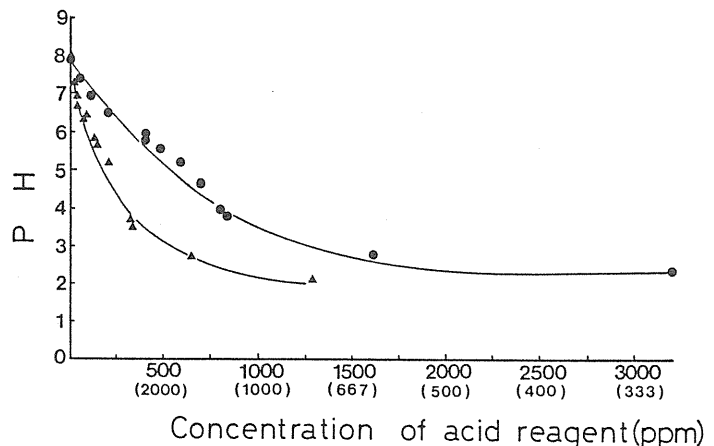


図1 酸性薬剤の濃度とpHの関係
(黒丸：G酸、白丸：F酸) カッコ内は希釈倍率

また、生物試験中におけるpHの経時変化から、開始時のpHは12時間後、24時間後でも大きな変動はなく、実験中のpHの変化は比較的小さかったものと判断されるようである。

表2 生物試験中のpHの変化

| 回数 | 目 | pH | | | 回数 | 目 | pH | | | |
|----|--------|------------|-------|-------|-------|---|--------|------------|------|-------|
| | | 濃度区分 (ppm) | 開始時 | 12時間後 | | | 24時間後 | 濃度区分 (ppm) | 開始時 | 24時間後 |
| 1 | G 酸 | 0 | 8.19 | 8.10 | 7.53 | 2 | G 酸 | 0 | 8.02 | 7.57 |
| | | 50 | 7.51 | 7.55 | 7.10 | | | 400 | 5.73 | 5.83 |
| | | 100 | 6.94 | 7.14 | 6.80 | | | 480 | 5.45 | 5.64 |
| | | 200 | 6.48 | 6.64 | 6.39 | | | 580 | 5.14 | 5.28 |
| | | 400 | 5.90 | 6.10 | 5.82 | | | 690 | 4.72 | 4.63* |
| | | 800 | 4.03 | 4.10 | 3.72 | | | 830 | 3.92 | 3.75* |
| | | 1600 | 2.83 | 2.92* | 2.57* | | | | | |
| 2 | F 酸 | 0 | 8.16 | 8.13 | 7.70 | 1 | F 酸 | 0 | 8.02 | 7.57 |
| | | 20 | 7.38 | 7.54 | 7.05 | | | 40 | 6.67 | 6.59 |
| | | 40 | 6.92 | 7.07 | 6.88 | | | 70 | 6.29 | 6.28 |
| | | 80 | 6.42 | 6.52 | 6.36 | | | 120 | 5.84 | 5.83 |
| | | 160 | 5.59 | 5.73 | 5.59 | | | 200 | 5.18 | 5.25* |
| | | 320 | 3.71 | 3.79* | 3.62* | | | 330 | 3.62 | 3.41* |
| | | 640 | 2.69 | 2.76* | 2.60* | | | | | |
| | 1280 | 2.25 | 2.31* | 2.18* | | | | | | |

* : 12時間後において生残生物なし。生物を取りあげないで、放置状態で測定

3. 生物の斃死率と濃度, pH との関係

クマエビの斃死率と2種の酸性薬剤の濃度との関係を図2・3に示し, pH との関係を図4に示した。また, クマエビの経時的な斃死状況を図5に示した。

(1) 24時間半数致死濃度, pH の推定

半数致死濃度の推定にはプロビット法¹⁾などがあるが, ここでは図2・3に示したように片対数方眼紙を用いて斃死率50%以上のものと, 以下のものを直線で結ぶことにより24時間 LC₅₀値を求めた。1回目の試験ではG酸の場合, 485ppm, pH5.23となり, F酸では196ppm, pH5.00と推定された。また, 濃度幅を狭く設定した2回目の試験では, G酸で525ppm, pH5.40となり, F酸では200ppm, pH5.20となっ

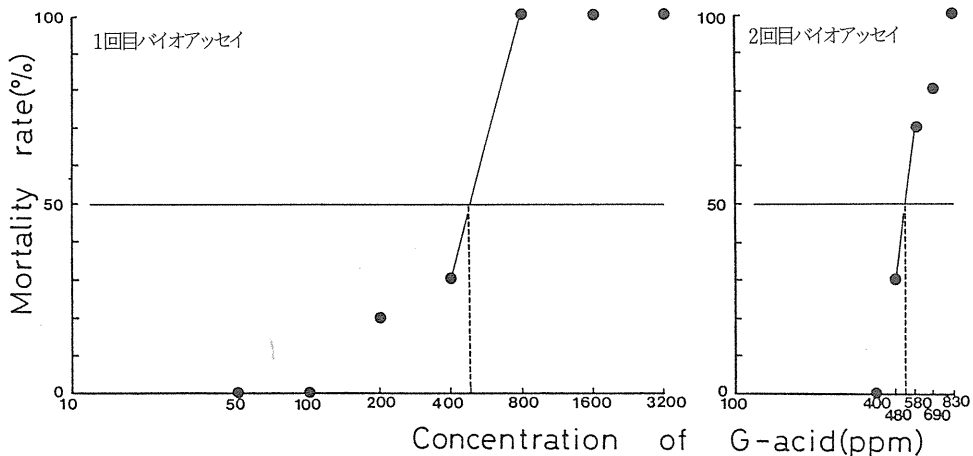


図2 G酸濃度と斃死率との関係
(24hr. LC₅₀: 1回目485ppm, 2回目525ppm)

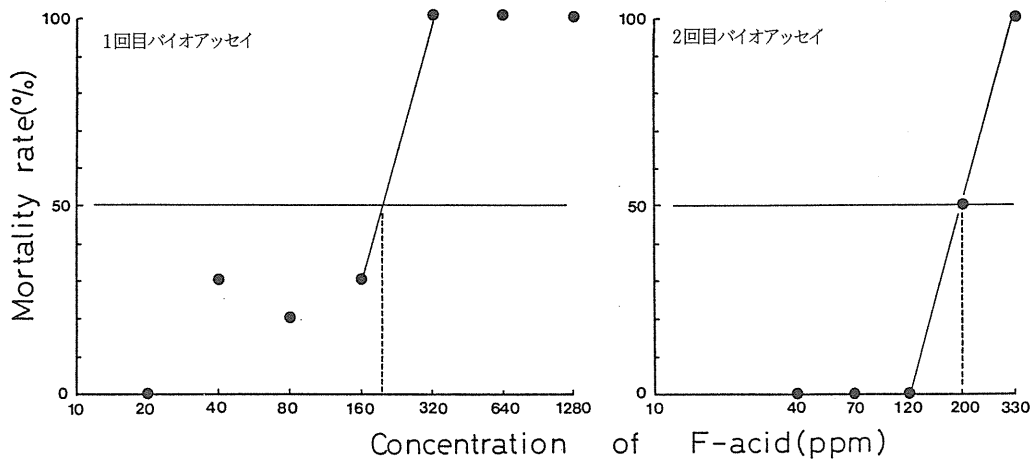


図3 F酸濃度と斃死率との関係
(24hr. LC₅₀: 1回目196ppm, 2回目200ppm)

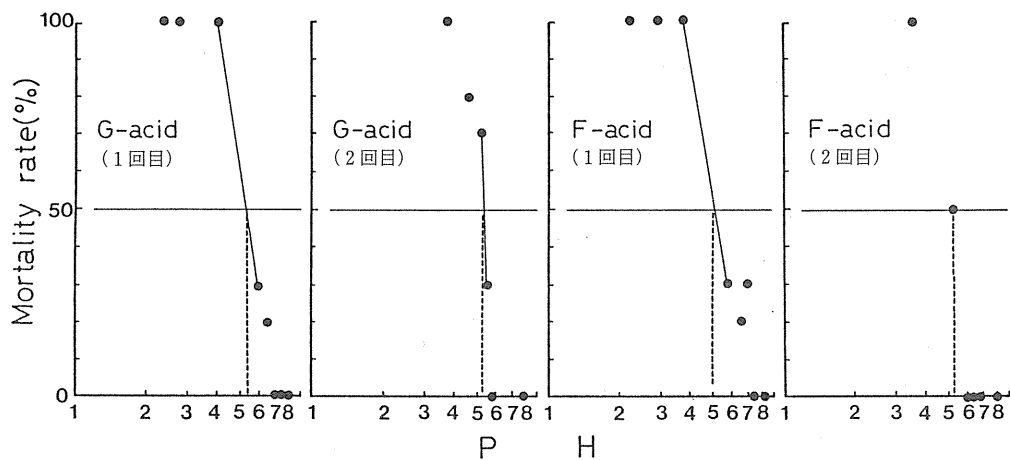


図4 pHと斃死率との関係
(24hr. LC_{50pH}: G酸 1回目5.23, 2回目5.40)
(24hr. LC_{50pH}: F酸 1回目5.00, 2回目5.20)

た。1回目の試験は、酸性薬剤の毒性が未知で濃度幅も広く設定したため、信頼性に欠ける点が多く、クマエビに対する急性毒性を評価するには2回目の試験データの方が妥当のように判断された。急性毒性をG酸とF酸の24hr. LC₅₀で比較した場合、F酸のほうがG酸よりも約2.6倍毒性が強いものと思われ、pHでは大差がみられていない。このことは、図1からも明らかであり、生物の斃死に与える影響は薬剤濃度よりもむしろpHが効いていることを示すものと思われる。しかし、pH自体のもつ毒性とともに、環境水中に溶存するアンモニア等の各種物質は、pHの変動によって溶存物質自らの毒性を発揮することもあるため、生物に与える影響を評価するにあたって、pHのみならず、他の溶存物質との相乗作用の検討も必要となってくるものと思われる。通常、生物組織中のタンパク質が沈澱を起す等電点はpH5.5²⁾であり、今回得られたG酸の5.40、F酸の5.20はほぼそれに近い値を示している。また、今回推定された24hr. LC₅₀は、あくまでも急性的な毒性評価であり、慢性的な毒性については全く

文 献

- 1) A. Goldstein (1964) : Biostatics. [木村正康・渡辺和夫・木村郁子共訳 1976 : 生物検定法入門. 137—155., 南江堂, 東京.]
- 2) C. G. Wilber (1969) : The Biological Aspects of water Pollution. Charles C. Thomas • Publisher. [長瀬隆子訳 1972 : 水質汚染の生物学的研究. 221—242., 恒星社厚生閣, 東京.]