

赤潮除去剤の魚類に対する毒性

誌名	水産増殖 = The aquiculture
ISSN	03714217
巻/号	373
掲載ページ	p. 221-224
発行年月	1989年8月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



赤潮除去剤の魚類に対する毒性—特に過酸化水素 硫酸鉄(Ⅱ), および塩化鉄(Ⅲ)の毒性

神田 猛・村田 寿・黒木 陽
(宮崎大学農学部)

Toxicity of Removal Agents of Red Tide Plankton to the Fishes - with
Special Reference to the Toxicity of Hydrogen Peroxide,
Iron Sulfate (Ⅱ) and Iron Chloride (Ⅲ)

Takeshi KANDA, Hisashi MURATA, and Akira KUROKI

Abstract

Toxicity of hydrogen peroxide, iron sulfate (Ⅱ) and iron chloride (Ⅲ), which are the agents removing the red tide plankton, to fishes were tested. The 24-h LC 50 values of hydrogen peroxide to rabbitfish, *Siganus fuscescens*, striped goby, *Tridentiger trignocephalus* and jack mackerel *Trachurus japonicus* were 224, 155 and 89mg/ℓ, respectively. The same values of iron sulfate (Ⅱ) to *S. fuscescens* was 65mg/ℓ and was 236mg/ℓ to *T. trignocephalus*. The same values of iron chloride (Ⅲ) was 155mg/ℓ to *S. fuscescens* and was 224mg/ℓ to *T. trignocephalus*.

近年、海に発生した赤潮に薬剤を散布して駆除する方法が考えられている。例えば、過酸化水素は *Chattonella* 属の赤潮プランクトンの細胞を破壊し、赤潮除去剤として有効であると報告されている¹⁾。またアルミニウムおよび鉄は、赤潮プランクトンを凝集沈澱させる効果があることも確かめられている²⁾。しかし、それらの方法を実際に応用するためには、魚類をはじめ海の生態系を構成するその他の生物に対して、散布される化学物質がどのような影響を及ぼすか、予め十分な知識を得ておく必要がある。

本研究は、赤潮除去剤として有効な薬剤のうち過酸化水素、硫酸鉄(Ⅱ)、および塩化鉄(Ⅲ)の魚類に対する毒性の程度を知るために、アイゴ *Siganus fuscescens*、シマハゼ *Tridentiger trignocephalus*、

あるいはマアジ *Trachurus japonicus* を用いて毒性試験を行い、24時間半数致死濃度(LC 50)を求めることを目的とした。

材料および方法

供試魚、供試薬剤、および試験法 供試魚として、過酸化水素の毒性試験には、体重 10.69 ± 3.21 g (平均値 \pm 標準偏差、以下同様)のアイゴ30個体、体重 0.91 ± 0.36 gのシマハゼ30個体、および体重 21.68 ± 4.96 gのマアジ25個体を用いた。硫酸鉄(Ⅱ)には、体重 12.14 ± 3.18 gのアイゴ20個体、および体重 0.94 ± 0.30 gのシマハゼ24個体を用いた。塩化鉄(Ⅲ)には、体重 13.49 ± 3.45 gのアイゴ24個体、体重 0.77 ± 0.29 gのシマハゼ24個体を用いた。

受領日: 1989 (H1)年6月2日

索引語: アイゴ/シマハゼ/マアジ/過酸化水素/赤潮除去剤

連絡先: 〒889-05 宮崎県延岡市赤水町 376-6 宮崎大学農学部附属水産実験所 神田 猛

Address: T. KANDA, Fish. Lab., Fac. Agr., Miyazaki Univ., 376-6, Akamizu, Nobeoka, Miyazaki 889-05

供試魚はすべて野生のものを用い、採集後、陸上の3トンコンクリート水槽で2日以上飼育し、病気等異常がないことを確認した上で試験に供した。

毒性試験に用いた過酸化水素は、30%含有の特級試薬、硫酸鉄(Ⅱ)は粒状の $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、塩化鉄(Ⅲ)は塊状の $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ のいずれも特級試薬を用いた。

毒性試験用の水槽としては、直径30cm、深さ15cmの円形水槽を用いた。ただし硫酸鉄(Ⅱ)、塩化鉄(Ⅲ)のアイゴに対する毒性試験の場合は、縦30cm、横60cm、深さ30cmの角形水槽を用いた。毒性試験用の水槽は縦100cm、横100cm、深さ60cmの恒温水槽中に浸漬し、同時に行った各試験区、あるいは対照区の水温が一定となるようにした。水温は過酸化水素のマアジに対する毒性試験の場合のみ23°Cとし、他はすべて25°Cとした。

供試魚を毒性試験用の水槽に収容し、1時間以上水槽に馴致した後、それぞれの試験区に薬剤を投入した。

過酸化水素の毒性試験の場合、供試魚の状態の観察、あるいは死亡個体の有無の確認は随時行い、鰓蓋運動が停止し、さらにガラス棒で頭部を刺激しても反応しなくなった場合に、死亡と判定した。死亡個体は取り上げて体長、体重を測定した。硫酸鉄(Ⅱ)、あるいは塩化鉄(Ⅲ)の試験においては、薬剤の投入後、赤褐色の沈澱を生じ、供試魚の状態が観察できないため、薬物投入後、1、3、6、12、18あるいは24時間後に供試魚の生死を確認した。

すべての試験において対照区を設けた。また、各試験区、あるいは対照区の水槽にはエアストーン1個を投入し、充分な通気を行った。

試験は薬物投入後24時間で終了とし、終了時にすべての個体を取り上げ、体長、および体重を測定した。また、終了時における各区の生存率から24時間LC50を求めた。

過酸化水素の毒性試験 アイゴ、あるいはシマハゼを用いた試験では、7ℓの海水に供試魚をそれぞれ6個体ずつ収容し、マアジの場合は、8ℓの海水にそれぞれ5個体を収容して試験した。

過酸化水素の濃度区は、アイゴの場合1,000、500、100、あるいは10mg/ℓ、シマハゼ、あるいはマアジの場合は500、300、100、あるいは50mg/ℓとした。

硫酸鉄(Ⅱ)の毒性試験 アイゴを用いた試験では、20ℓの海水に供試魚をそれぞれ5個体収容し、シマハゼの場合は、7ℓの海水に6個体を収容して試験した。

硫酸鉄(Ⅱ)の濃度区は、アイゴでは100、50、あるいは20mg/ℓとし、シマハゼでは500、100、あるいは

20mg/ℓとした。

塩化鉄(Ⅲ)の毒性試験 アイゴを用いた試験では、20ℓの海水に供試魚をそれぞれ6個体ずつ収容し、シマハゼの場合は、7ℓの海水に6個体を収容して試験した。

塩化鉄(Ⅲ)の濃度区は、アイゴでは300、100、あるいは30mg/ℓとし、シマハゼでは500、100、あるいは20mg/ℓとした。

結 果

過酸化水素の毒性 過酸化水素を投入直後、試験区の供試魚は動きが激しくなり、水槽壁に吻端をつけて激しく尾部を振る行動が認められた。この行動は高濃度区ほど著しかったが、10分程度で落ち着いた。その後アイゴ、あるいはマアジにおいては、高濃度区の魚の動きが鈍くなり、体色が黒味を帯びようになった。アイゴでは鰓蓋運動の頻度が対照区の魚に比べて著しく高いのが観察された。体色の黒化した魚は次第に体の姿勢を維持することができなくなり、横転して突発的に激しく泳ぐ狂奔状態となった。その後死に至った。シマハゼにおいては、体色の黒化はアイゴ、あるいはマアジと同様であったが、横転・狂奔状態はあまり見られなかった。

いずれの魚種においても300mg/ℓ以上の濃度区では、24時間以内にすべての個体が死亡した。また50mg/ℓ以下の濃度区では、24時間以内に死亡した個体はなかった。100mg/ℓ区においては、24時間以内にアイゴでは6個体中死亡個体はなく、シマハゼでは6個体中1個体が死亡、マアジでは5個体中3個体が死亡した。従って試験に用いた3魚種の各試験区における24時間後の生残率はFig. 1に示したとおりである。

以上の結果から、各魚種に対する過酸化水素の24時間LC50は、アイゴで224mg/ℓ、シマハゼで155mg/ℓ、マアジで89mg/ℓとなり、アイゴで最も高く、マアジで最も低い値となった。

硫酸鉄(Ⅱ)の毒性 アイゴの場合、100mg/ℓ区では硫酸鉄(Ⅱ)を投入後1時間以内にすべての個体が死亡し、50mg/ℓ区では1時間から3時間内に5個体中1個体が死亡した。また20mg/ℓ区でも18時間から24時間内に5個体中1個体が死亡した。

シマハゼの場合、500mg/ℓ区では6時間から12時間内に6個体中3個体が、12時間から18時間内にさらに2個体が死亡した。しかし24時間後に1個体が生存していた。100、あるいは20mg/ℓ区では24時間以内に死亡する個体はなかった。また対照区で12時間から18時

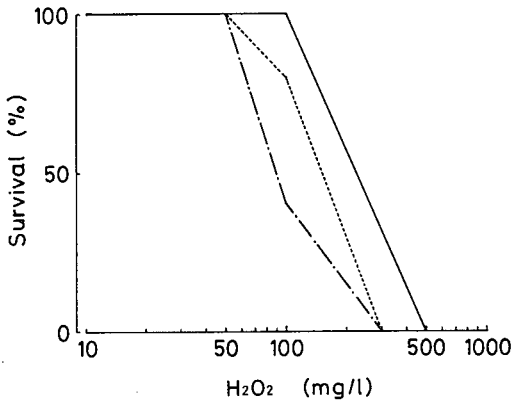


Fig. 1 Survival rate of fishes after 24 hours exposure at various concentration of hydrogen peroxide. A solid line shows the values for *S. fuscescens*, a broken line for *T. trigonocephalus* and a chain line for *T. japonicus*.

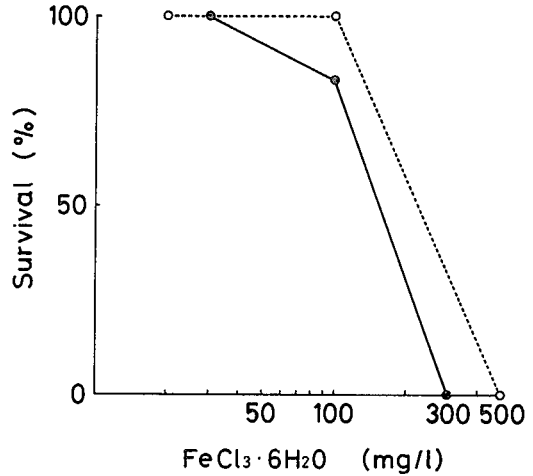


Fig. 3 Survival rate of fishes after 24 hours exposure at various concentration of iron chloride (III). Symbols are the same as those for Fig. 2.

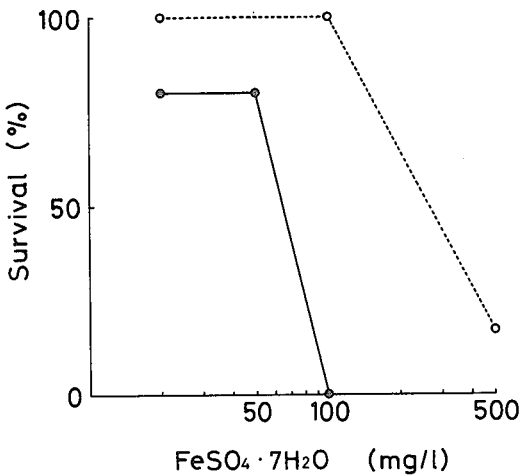


Fig. 2 Survival rate of fishes after 24 hours exposure at various concentration of iron sulfate (II). A solid line with solid circles shows the values for *S. fuscescens* and a broken line with open circles for *T. trigonocephalus*.

の間に1個体の死亡が確認された。死亡した個体は鰭がかなり痛んでおり、試験区でみられた死亡個体とは外見が異なっていた。これは水槽内の他の個体の攻撃行動によって傷つき、死亡したものと思われる。

24時間後の各区の生残率を Fig. 2 に示した。硫酸鉄 (II) の24時間 LC 50 は、アイゴで65mg/l、シマハゼで263mg/l であった。これらの LC 50 は、鉄濃度

にして、アイゴで13.1mg/l、シマハゼで52.8mg/l であった。

塩化鉄 (III) の毒性 アイゴの場合、300mg/l 区では塩化鉄 (III) を投入後1時間以内にすべての個体が死亡し、100mg/l 区では6個体中1個体が1時間から3時間内に死亡したが、30mg/l 区では、24時間内に死亡する個体はなかった。

シマハゼの場合、500mg/l 区では1時間以内にすべての個体が死亡したが、100mg/l 区、および20mg/l 区では24時間以内に死ぬ個体はなかった。

24時間後の各区の生残率を Fig. 3 に示した。塩化鉄 (III) の24時間 LC 50 は、アイゴで155mg/l、シマハゼで224mg/l となった。これらの LC 50 は鉄濃度にして、アイゴで32.0mg/l、シマハゼで46.3mg/l であった。

考 察

硫酸鉄 (II) のシマハゼに対する毒性試験の際に、対照区で1個体の死亡が確認されたが、その例を除く他のすべての試験において対照区の魚が死ぬことはなかった。しかし、過酸化水素のマアジに対する試験については、試験開始後5時間頃から100mg/l 区、あるいは50mg/l 区で試験水の泡立ちが激しくなり、対照区においても若干の泡立ちが認められた。実験終了時には、50mg/l 区、あるいは対照区の魚はすべて生存していたが、弱っている個体が多かった。これは供試

魚の単位体重当りの試験水の量が、マアジでは少なかったことに因るのではないかと考えられる。しかしながら、供試魚が短時間のうちに死亡してしまう高濃度区では、試験水の量の影響は小さいと考えられる。過酸化水素500mg/ℓ区におけるマアジの生存時間は、アイゴ、あるいはシマハゼに比べて極めて短いことから、試験に用いた3魚種のうち、マアジが最も過酸化水素の毒性を受け易いと考えられる。

アイゴおよびシマハゼに対する過酸化水素、硫酸鉄(Ⅱ)、あるいは塩化鉄(Ⅲ)の24時間LC50を比較すると、過酸化水素ではシマハゼよりもアイゴに対するLC50の方が高く、逆に硫酸鉄(Ⅱ)、あるいは塩化鉄(Ⅲ)では、アイゴよりもシマハゼに対するLC50の方が高かった。これはアイゴは遊泳しながら生活するが、シマハゼは底棲生活をするといった、本来の生活型と、それに伴う鰓などの形態の違いに由来するものと思われる。

従来の報告例から、過酸化水素は50mg/ℓ以下であれば、ブリに対してほとんど影響を与えないと報告されている¹⁾。ハゼ類に対する硫酸鉄(Ⅱ)の24時間LC50は鉄濃度にして25mg/ℓで、その濃度の6%に当たる1.5mg/ℓが呼吸に対する影響限界濃度と報告されている³⁾。またカダヤシ科の魚に対する塩化鉄(Ⅲ)の96時間LC50は鉄濃度にして21mg/ℓと報告されてい

る⁴⁾。本研究の結果と従来の報告例では、条件が必ずしも同じではないので、一様に論じることはいえないが、過酸化水素、硫酸鉄(Ⅱ)、あるいは塩化鉄(Ⅲ)の魚類に対する毒性は、魚種によりかなり差があるものと思われる。

これらの化学物質が実際に赤潮の発生した海面に散布される場合は、本研究における試験水槽内とは、条件が異なるものの、高濃度の散布は魚類のへい死を招く恐れがあることを念頭に置いておくべきであろう。さらに過酸化水素の海水中での分解速度、あるいは硫酸鉄(Ⅱ)、塩化鉄(Ⅲ)によって生じた沈澱の底棲生物に対する影響なども、考慮されなければならない問題と考えられる。

文 献

- 1) 村田 寿・境 正・延東 真・黒木 暘・木村 正雄・九万田一巳(1989): *Chattonella marina* 赤潮除去剤の検討—特に過酸化水素と高度不飽和脂肪酸から発生するフリーラジカルの除去能。日水誌, 55 (6), 1075-1082.
- 2) 丸山俊朗・山田僚一・薄井耕一・鈴木弘之・吉田多摩夫(1987): 酸処理粘土による海産赤潮プランクトンの除去。日水誌, 53 (10), 1811-1819.
- 3) 赤築敬一郎(1964): 工場廃水の魚介類に対する毒性に関する研究。水産大学校研報, 13 (3), 157-211.
- 4) 日本水産資源保護協会(1972): 水産環境水質基準, 日本水産資源保護協会.