

# 汽水における魚毒性試験魚の検討

環境科学課 生物担当

## 1 はじめに

福岡市保健環境研究所では、河川の魚へい死等の水質事故の際、検体に試験魚を投入し、異常行動の有無と2時間(場合によっては24時間)を目安に生存確認を行い、急性毒性の確認を行っている。しかし、当所が飼育している試験魚のアカヒレ (*Tanichthys albonubes*) は、塩分濃度が高い検体では対応できないため、河口域の汽水については魚毒性試験の実施を不可としてきた。そこで、飼育が容易で魚毒性試験魚として利用されており、海水に対する適応性があるグッピー (*Poecilia reticulata*)<sup>1)</sup> について、海水への耐性と毒への応答についてアカヒレとの比較を行い、汽水において魚毒性試験魚として使用可能か検討を行ったので報告する。



図1 試験魚(左:アカヒレ 右:グッピー)

## 2 実験方法

### 2.1 試験魚

アカヒレとグッピーの成魚を購入し、淡水水槽中で2週間以上馴致したのから衰弱個体を除いたものを使用した。外的要因を極力排除するため、淡水は普段飼育している水槽の水(以下、「飼育水」とする。)を用い、糞によるアンモニアの影響を避けるため試験前2日間は餌を与えず絶食とした。

### 2.2 海水耐性試験

ろ過した海水と飼育水を段階的に混合した試験水を用いて、行動観察と生存確認を行った。なお、汽水に対する馴致は行わず、飼育水槽から網を用いて取り出した試験魚を直接試験水に投入した。

#### 2.2.1 試験水

博多湾で採取した海水をろ過したものを飼育水と混合し、海水比率が0, 20, 40, 60, 80, 100%の試験水を調

製した。調製した試験水はpH, 電気伝導度, 塩化物イオン濃度を測定した。

#### 2.2.2 試験方法

ビーカーに試験水を1L入れ、水温を飼育環境と同じ約23°Cに合わせた後、1つのビーカーに3匹投入し、エアレーション用ガラス管でばっ気しながら実施した。

行動観察と生存確認を、投入直後、10分後、30分後、2時間後、6時間後、26時間後で実施した。行動観察は海水0%を比較対照として記録した。なお、死亡魚はすぐに取り出し、魚体測定(体長・体重)を実施した。

### 2.3 魚毒性試験

グッピーの毒に対する応答性を確認するため、洗濯用合成洗剤及び次亜塩素酸ナトリウムを入れた淡水を調製し、行動観察・生存確認を行い、アカヒレと応答性に違いがあるかどうか確認した。なお、濃度は事前にアカヒレを用いて、2時間以内に確実に死亡する濃度で設定した。

#### 2.3.1 試験水

淡水として水道水をばっ気し、残留塩素を抜いた水(以下、「脱塩素水」とする。)に、次亜塩素酸ナトリウム溶液を入れ残留塩素濃度5mg/Lに調整したもの(以下、「塩素水」とする。)と、花王株式会社製洗濯用合成洗剤(商標名:アタックZEROつめかえ用, 成分:界面活性剤56%, 安定化剤, 酵素)を濃度0.17g/Lに調整したもの(以下、「洗剤水」とする。)及び対照水として脱塩素水のみを計3種類を試験水とした。

#### 2.3.2 試験方法

ビーカーに試験水を1L入れ、水温を飼育環境と同じ約23°Cに合わせた後、1つのビーカーに3匹投入した。

行動観察と生存確認を、投入直後、10分後、30分後、2時間後で実施した。行動観察は対照水と比較して記録し、30分後までは連続で観察した。また、死亡魚の魚体測定(体長・体重)を実施した。

## 3 結果

### 3.1 海水耐性試験

#### 3.1.1 試験水の測定結果

試験水のpH, 電気伝導度, 塩化物イオン濃度の測定結果を表1に示す。

表 1 試験水の測定結果

項目	海水0%	海水20%	海水40%	海水60%	海水80%	海水100%
pH	7.51	7.87	7.98	8.04	8.07	8.10
電気伝導度(S/m)	0.021	1.2	2.3	3.3	4.3	5.1
塩化物イオン(g/L)	0.023	4.0	8.0	12	16	20

海水は飼育水より pH 値が高いため、海水の割合が高くなるほど pH 値は上昇したが、飼育水との差は小さかったため、pH 調整は行わずそのまま試験魚を投入した。

また、電気伝導度と塩化物イオン濃度については図 2 に示すとおり、直線的な関係が見られた。

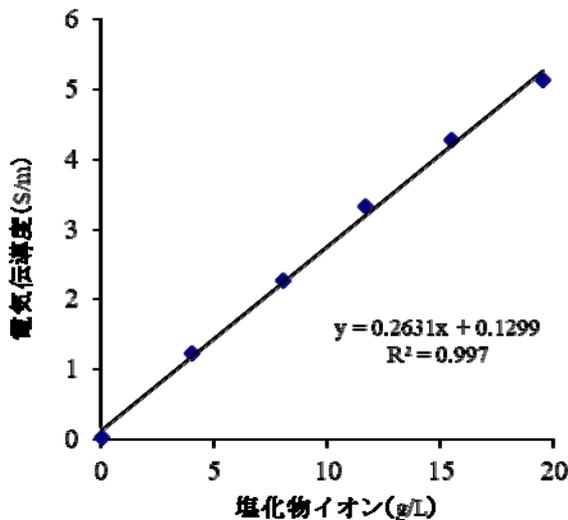


図 2 試験水の電気伝導度と塩化物イオンの関係

### 3.1.2 行動観察・生存確認試験結果

表 2.1 及び表 2.2 に試験結果を示す。

アカヒレは、海水 20% (塩化物イオン濃度 4.0 g/L) では特に変化が見られず 26 時間生存したが、40%では 6 時間で衰弱個体が出て、26 時間以内に 2 匹死亡した。60% (塩化物イオン濃度 12 g/L) 以上では、2 時間以内にすべて死亡した。

グッピーは、海水 60% (塩化物イオン濃度 12 g/L) までは、26 時間変化が見られずすべて生存した。80% (塩化物イオン濃度 16 g/L) , 100% (塩化物イオン濃度 20 g/L) は、6 時間以内にすべて死亡した。

なお、死亡魚で体長、体重を測定したところ、平均でアカヒレは体長 2.2 cm、体重 0.07 g、グッピーは体長 3.8 cm、体重 0.42 g であった。

### 3.2 魚毒性試験

表 3.1 及び表 3.2 に試験結果を示す。

アカヒレは、塩素水、洗剤水とも、10 分で弱った個体が出始め、30 分ですべて衰弱し、1 時間以内に死亡した。

グッピーは、塩素水では 30 分以内に 1 匹弱りだし、1 時間後は 2 匹衰弱、2 時間以内にすべて死亡、洗剤水で

表 2.1 アカヒレ海水耐性試験結果

試験水	時間	0分	10分	30分	2時間	6時間	26時間
対照 ①海水0%	生存数	3	3	3	3	3	2 ※
	生存数	3	3	3	3	3	3
②海水20%	様子	変化なし	泳ぎ回っている	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし
	生存数	3	3	3	3	3	1
③海水40%	様子	変化なし	泳ぎ回っている	変化なし	変化なし	1匹衰弱 2匹変化なし	2匹死亡 1匹変化なし
	生存数	3	3	3	0	—	—
④海水60%	様子	変化なし	泳ぎ回っている	1匹衰弱 2匹変化なし	3匹死亡	—	—
	生存数	3	3	0	—	—	—
⑤海水80%	様子	変化なし	1匹表層を漂っている 2匹泳ぎ回っている	3匹死亡	—	—	—
	生存数	3	3	0	—	—	—
⑥海水100%	様子	変化なし	3匹表層を漂っている	3匹死亡	—	—	—
	生存数	3	3	0	—	—	—

※1 匹ビーカー外に飛び出して死亡していたもの

表 2.2 グッピー海水耐性試験結果

試験水	時間	0分	10分	30分	2時間	6時間	26時間
対照 ①海水0%	生存数	3	3	3	3	3	3
	生存数	3	3	3	3	3	3
②海水20%	様子	変化なし	泳ぎ回っている	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし
	生存数	3	3	3	3	3	3
③海水40%	様子	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし
	生存数	3	3	3	3	3	1月3日
④海水60%	様子	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし
	生存数	3	3	3	3	0	—
⑤海水80%	様子	変化なし	2匹表層を漂っている 1匹変化なし	2匹表層を漂っている 1匹下層を遊泳	1匹やや衰弱	3匹死亡	—
	生存数	3	3	3	3	0	—
⑥海水100%	様子	変化なし	変化なし	変化なし	1匹衰弱 (横向き)	3匹死亡	—

表 3.1 アカヒレを使用した魚毒性試験結果

試験水	時間	0分	10分	30分	1時間	2時間
①対照水	生存数	3	3	3	3	3
	生存数	3	3	3	0	—
②塩素水	様子	5分後： 1匹表層に浮いて泳いでいる	洗剤水よりは動いている 2匹表層に浮いてきている 20分後： 1匹衰弱気味	3匹衰弱 (横向きで漂っている)	3匹死亡	—
	生存数	3	3	3	0	—
③洗剤水	様子	下層で止まっている 40秒後：動き出す	1匹表層に浮いてきている 2匹下層で動かない	3匹衰弱 (2匹上向きで漂っている)	3匹死亡	—

表 3.2 グッピーを使用した魚毒性試験結果

試験水	時間	0分	10分	30分	1時間	2時間
①対照水	生存数	3	3	3	3	3
	生存数	3	3	3	3	0
②塩素水	様子	落ち着きがない	表層で泳いでいる 15分後： 表層で口をパクパクしている 20分後： 1匹衰弱(ふらふらし、底でたびたび転倒)	1匹衰弱 (横向きで漂っている)	2匹衰弱	3匹死亡
	生存数	3	3	3	2	0
③洗剤水	様子	落ち着きがない	表層で泳いでいる 15分後： 表層で口をパクパクしている 20分後： 1匹衰弱(ふらふらし、底でたびたび転倒)	1匹衰弱 (横向きで漂っている)	1匹死亡 1匹衰弱 1匹は変化なし	3匹死亡

は、30分以内に1匹弱りだし、1時間後に1匹死亡、1匹衰弱、2時間以内にすべて死亡した。

また、いずれの魚種においても、洗剤水、塩素水とも10分程度で表層に浮いて遊泳する異常行動が見られた。

なお、死亡魚で体長、体重を測定したところ、平均でアカヒレは体長2.4 cm、体重0.10 g、グッピーは体長3.8 cm、体重0.51 gであった。

#### 4 考察

アカヒレは塩化物イオン濃度4.0 g/Lの試験水で特に衰弱することなく24時間以上生存したが、それ以上の濃度では、24時間の生存は難しいと考えられる。一方、グッピーは、塩化物イオン濃度12 g/Lの試験水で24時間以上衰弱することなく生存できたことから、アカヒレより海水耐性に優れていることが確認できた。

また、洗剤水、塩素水による魚毒性試験では、衰弱・死亡するまでの時間はアカヒレよりもグッピーのほうが

遅いことから、毒への応答性はグッピーがアカヒレよりもやや鈍い結果となっている。これはグッピーのほうが体長・体重ともアカヒレより大きいためと考えられる。しかし、グッピーは30分以内になんらかの異常行動を示し、2時間以内に全て死亡しており、魚毒性試験で十分に使用できると考えられる。

以上のことから、グッピーは、検体が汽水の場合でも塩化物イオン濃度が12 g/L以内であれば、魚毒性試験魚として使用可能と判断した。

なお、実際に魚毒性試験を行う際は、検体の電気伝導度を測定することで図2から塩化物イオン濃度を推定し、淡水ではアカヒレを、汽水ではグッピーを使用するといった運用がより有効であると考えられる。

#### 文献

- 1) 荒井優実：グッピーの海水に対する適応性について  
日本水処理生物学会誌，vol.12，10-14，1976