

フッ素化合物電解法の金魚に与える影響の研究

女子美術大学 正会員 松田五男
日本大学生産工学部 正会員 大木宜章
イオン理化学研究所 金井昌邦

1. はじめに 近年、生活排水による河川・湖沼の富栄養化問題が深刻になっている。私共はこれまでの実験から、フッ素化合物電解法により湖沼や池の水を、そのままの状態でも処理できることを確認している。

本実験では、フッ素化合物電解法の生物に与える影響を調べるため、金魚の長期飼育試験をし、電極板表面への析出物の分析、フッ化カルシウム存在下の水の電気分解による生成物の水溶解物質の分析などを行った。

2. 実験方法及び分析項目

2-1 飼育システム、○金魚；和金2匹、コメット1匹／1水槽、○水槽；総ガラス製(YT-8N)、水循環用ポンプ・アクアエースポンプ・50V/60V・8W/7W(発売元・トモフジ)、○水量；30ℓ(水道水に中和剤・テトラコントラコロライン(テトラベルケ社)を水10ℓに2mℓ添加、○濾過槽；砂利・1kg、上下にガラスウール、砂利層にニッソー・バイオミックス2袋(ガラス布製袋入り)を共存、○飼料；①金魚・幼鯉用ゴールデイ(セラ社(ドイツ)製)、鱗片状、②金魚用テトラ(テトラベルケ社(ドイツ)製)、顆粒状。

2-2 水電気分解(電解と略称)装置、陽極/A1(50×230×1^t)、陰極/Cu(50×230×1^t)、単位：mm、極板間隔；約10cm、電圧；3V、電流；13~16mA、整流器；PAD・16-10L(KIKUSUI ELECTRONICS CORP.)、フッ化カルシウム；お茶パック(大三(株)製)に砂利と共に詰めたものを極板の間に吊した。

上記のように通常の飼育システムの水槽と電解装置を添えた水槽を用意して並行して実験・観察した。なお、自然蒸発により減水した水は適宜初期の水位を維持するように、一定量の中和剤を添加した水道水で補った。濾過槽をオーバーフローするようになったところで掃除をした。通常的水槽は約一ヶ月に一度の濾過槽の掃除、電解装置付き水槽は速くオーバーフローし始めるので平均三日に一度の割合で濾過槽を掃除した。また、約一ヶ月に一度の割合で水槽の掃除をし約1/3の水を新しい水と入れ替えた。

2-3 試験・分析項目、①金魚の体重；一ヶ月毎に金魚の体重を測定した。②飼育水の試験；一ヶ月に一度、COD、pH、アンモニア性窒素について試験検査した(相模原市保健所に試験検査を依頼)。③電極表面の析出物の分析；陽極(A1)、陰極(Cu)の表面に析出する固体をX線回析装置・蛍光X線分析装置で分析した。④飼育水のF⁻(フッ素イオン)の分析(イオンクロマトグラフによる)、⑤飼育水(6ヶ月後)の溶解元素の分析(ICP発光分光法による定性および濃度の推定)、(③、④、⑤いずれも島津テクノロジーに依頼分析)。

3. 実験結果及び考察

3-1 金魚の体重 図1に示すように通常システムの方が育ちが良いことがわかる。飼料の食いに關する個体差も考えられるが、電解装置付きの方は絶えず見かけのえさに見える固形物が発生し、満腹感があり、飼料の食いの速さが遅いがこの事から体重差になって表われると考えられる。

3-2 飼育水の試験 表1に示すように六ヶ月後の水質で大きな差がアンモニア性窒素で見られるが、通常システムの方は濾過槽の掃除が一ヶ月一回程で水垢が濾過槽に溜る。その水垢がアンモニア性窒素を吸着して水中のアンモニア性窒素が少なくなっていると考えられる。

3-3 電極表面の析出物の分析 陰極板(Cu)に析出するのは結晶物で75%がCaCO₃であるこ

れは $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が水中、空気中の CO_2 で炭酸カルシウムに変化したものと考えられる。Ca源としては CaF_2 や飼料中のCaと考えられる。Cuが検出されているがこれは極板から析出物を削り取る時に混入した物と考えられる。陽極板（Al）の方は水中にコロイド（ $\text{Al}(\text{OH})_3$ ）として溶出するものが一部極板に残ったもので非晶質の固形物だった。約80%がAl化合物でSやPは飼料からのものと考えられる。またF元素は極板の析出物として両方の析出物の中に検出された。

3-4 飼育水の溶解元素の分析 F^- （フッ素イオン）の分析から、通常の飼育システムの水槽にも F^- がみられるが体重測定の際の網など共用しているので注意はしているが CaF_2 が混入したものと考えられる。Caに差が見られるのは電解水の方が極板の析出物になるためと考えられる。Mg、P、Siなども同様であろう。Alは電解水の方だけに溶解物があり、Cuは電解水の中に溶解物として検出されないことが確認された。

4 まとめ 電解によってCuが水中に溶け出すことがないこと、 F^- （フッ素イオン）濃度も1ppm以下であること。また、フッ素化合物電解法が金魚の生命には大きな悪影響が見られないことが確認された。

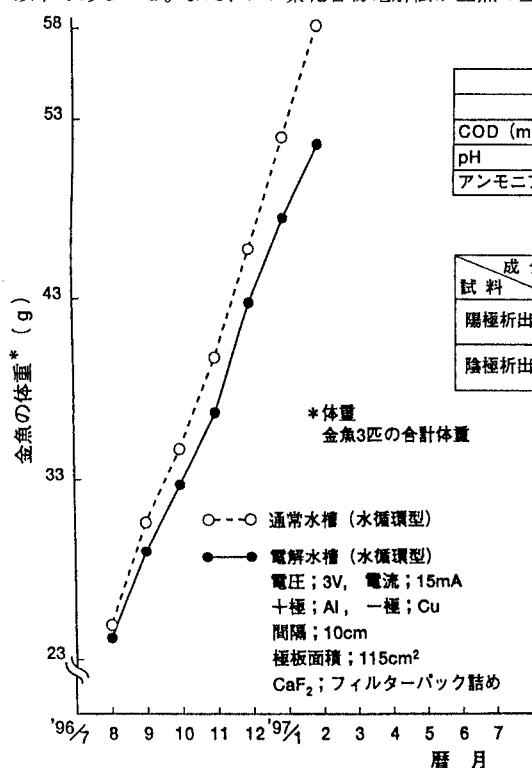


図-1 金魚の体重変化

表-3 電極表面析出物の定量分析

（推定定量分析・単純酸化物換算の「計算値」）

陽極（Al）析出物			陰極（Cu）析出物		
元素	酸化物	計算値（%）	元素	酸化物	計算値（%）
Al	Al_2O_3	78.2	Ca	CaO	75.2
S	SO_3	16.9	Mg	MgO	19.2
F		1.7	Al	Al_2O_3	3.2
Si	SiO_2	1.6	Fe	Fe_2O_3	0.9
Cl		1.1	F		0.5
Fe	Fe_2O_3	0.1	Cu	CuO	0.3
Zn	ZnO	0.08	Mn	MnO	0.2
P	P_2O_5	0.07	P	P_2O_5	0.05

表-1 飼育水の性状

	初期		6ヶ月後	
	電解水	通常水	電解水	通常水
COD (mg/ℓ)	12	17	5.0	14
pH	7.9	7.4	7.6	5.1
アンモニア性窒素 (mg/ℓ)	0.49	0.52	12	0.31

表-2 電極表面の析出物の分析

成分	同定された成分	存在量の少ない成分
陽極析出物	非晶質	非晶質
陰極析出物	CaCO_3	$\text{Mg}_3\text{Al}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_{16} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ $\text{Mg}(\text{OH})_2$

表-5 溶解元素の定性分析（推定濃度）（飼育水）

試料水	電解水 (μg/mℓ)	通常水 (μg/mℓ)
Ca	5	20
Na	20	20
K	10	10
Mg	5	10
Al	0.1	0
P	0	5
Si	1	10
B	0.5	1
S	0.2	1
Mn	0.02	0.01
Fe	0.2	0.5
Cu	0	0
Zn	0.05	0.1
Sr	0.02	0.1

* 試料水

6ヶ月で4回、1/3（約10ℓ）の水を新しく入れ替えて6ヶ月経過した飼育水。但し、適宜蒸発して減少した水は添加して水量は初期の量に維持。また、電解水の方は適宜、濾過槽を掃除している。