

III-B 256

建設汚泥処理土の利用に関する研究（その7）

— 魚類への影響 —

フジタ	正会員	阪本廣行
建設省土木研究所		小川伸吉
先端建設技術センター		桐越 信
三井建設	正会員	馬場文啓

1. はじめに

建設省土木研究所と（財）先端建設技術センターおよび民間22社では、共同研究『建設汚泥の高度処理・利用技術の開発』を実施し、建設汚泥を資材等に有効利用する技術について研究開発を行っている。共同研究の一環として、改良材に含まれるアルカリが魚類に及ぼす影響に関する実験を行った。本文は、その成果の一部をまとめたものである。

2. 実験概要

実験は、工業排水試験方法（JIS K 0102）“魚類による急性毒性試験”の方法を一部変更し、水槽中にpH10およびpH11に調整したアルカリ水溶液を入れ、その中で96時間飼育し、致死率を求めた。

実験に用いたアルカリ水溶液は水酸化カルシウム、水酸化ナトリウムおよび水酸化マグネシウムである。ただし、水酸化マグネシウムについては飽和水溶液でもpHが11にならないのでpH10のみとした。また、同一の金属イオン濃度となる塩化物水溶液および水道水のみでの飼育も行った。

3. 実験方法

3.1 供試魚

供試魚のヒメダカは小売商から購入した健全なもので、平均体重が0.35～0.5gの範囲内で最大が最少の1.5倍を越えないものを使用した。

3.2 実験条件

実験に用いた各種水溶液の種類、濃度およびpHを表-1に示す。

飼育用の水槽はガラス製の容量約30ℓのものを用い、1つの水溶液の条件について1つの水槽とし、それぞれの水槽内で20匹のヒメダカを飼育した。

水槽内の水溶液の温度は $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 、溶存酸素量は $4\text{mgO}/\ell$ 以上とした。水槽内への給気には、エアポンプを使用し、給気管の途中に炭酸ガス除去管を設置した。また、水面は散気管の一部を除いてポリエチレン製のラップで覆い、外気との接触を最小限とした。

3.3 飼育操作

ヒメダカは購入後、7日間以上の順応飼育を行い、試験前の2日間はいさ止めし、その後96時間の試験飼育を行った。なお、試験飼育期間中はえさは与えなかった。毎日観測し、死魚は直ちに取り除いた。

3.4 水質測定

試験開始前および終了後の水質を測定した。測定項目はpH、濁度、TOC、アンモニア性窒素、および溶存酸素量である。

表-1 試験パラメータ

溶液名	pH	
	pH10	pH11
水酸化カルシウム溶液	31mg/l as $\text{Ca}(\text{OH})_2$	75mg/l as $\text{Ca}(\text{OH})_2$
水酸化ナトリウム溶液	24mg/l as NaOH	62mg/l as NaOH
水酸化マグネシウム溶液 ($\text{MgCl}_2 + \text{KOH}$)	81mg/l as MgCl_2	—
塩化カルシウム溶液	44mg/l as CaCl_2	111mg/l as CaCl_2
塩化ナトリウム溶液	35mg/l as NaCl	94mg/l as NaCl
塩化マグネシウム溶液	81mg/l as MgCl_2	—
水道水	—	—

4. 実験結果および考察

アルカリ水溶液によるヒメダカの飼育試験結果を表－2および表－3に示す。また、塩化物による金属イオン濃度を調整した溶液による飼育試験結果を表－4および表－5に示す。また、pH10の試験における水槽の試験溶液の水質を表－6に、pH11の試験における水槽の試験溶液の水質を表－7に示す。

表－2 溶液種類による経過日数ごとの死魚数（匹）

(pH10)					
経過日数	1 日	2 日	3 日	4 日	死魚率 (%)
溶液種類					
水道水	0	0	0	0	0
水酸化ナトリウム	0	1	0	0	5
水酸化カルシウム	0	0	0	0	0
水酸化マグネシウム	0	0	0	0	0

表－3 溶液種類による経過日数ごとの死魚数（匹）

(pH11)					
経過日数	1 日	2 日	3 日	4 日	死魚率 (%)
溶液種類					
水道水	0	0	0	0	0
水酸化ナトリウム	1	0	0	0	5
水酸化カルシウム	2	1	0	0	15

表－4 溶液種類による経過日数ごとの死魚数（匹）

水酸化物pH10に対応する塩濃度					
経過日数	1 日	2 日	3 日	4 日	死魚率 (%)
溶液種類					
水道水	0	0	2	0	10
塩化ナトリウム	0	2	0	0	10
塩化カルシウム	0	0	0	0	0
塩化マグネシウム	0	0	0	0	0

表－5 溶液種類による経過日数ごとの死魚数（匹）

水酸化物pH11に対応する塩濃度					
経過日数	1 日	2 日	3 日	4 日	死魚率 (%)
溶液種類					
水道水	0	0	1	0	5
塩化ナトリウム	0	0	0	0	0
塩化カルシウム	0	0	0	0	0

1) pHの影響

pH10の試験では4日間の試験期間中水酸化ナトリウム溶液で1匹死んだのみであった。pH11の試験においては、水酸化ナトリウムで1匹(5%)、水酸化カルシウムで3匹(15%)の死魚数となった。水酸化カルシウム溶液のヒメダカが死んだのは、カルシウムイオンと給気中に残存する二酸化炭素および水面から補給される二酸化炭素とが結合して不溶性の炭酸カルシウムとなって水槽底部に沈殿したものを絶食中のヒメダカが食べたことが原因と考えられる。1日目以降この沈殿物を除去したことによりヒメダカは死亡しなくなった。

2) 金属イオンによる影響

金属イオンによる影響は、表－4、表－5に示すように対照とした水道水と差はなく影響は見られなかった。

3) 試験飼育後の水質

pH10の水道水においてTOCが大きな値となっているが、これは、水槽中に藻が発生したことによるものと判断できる。また、pH11において濁度の上昇が見られるが、これは炭酸塩の析出によるものであると考えられる。

このためにpHが若干低下している。その他の項目に関しては特に変化は見られなかった。

5. おわりに

今回の実験においてはヒメダカを用いて水酸化ナトリウム、水酸化カルシウムおよび水酸化マグネシウムによるアルカリ水のヒメダカに対する影響を調査したが、4日間程度の短期であればほとんど影響は見られなかった。また、改良土を盛土等に利用する場合、アルカリ溶出水は、本実験においてもそのpHを維持するのが困難だったように、流下中に空気と接触することにより中性化が進みpHは低下するものと考えられる。したがって、大量のセメント等が河川等に流入するというような事故が無い限り、改良土表流水の河川等への流入による魚類への影響はほとんど無いと考えられる。

表－6 pH10の試験における水質

4日目	pH	濁度	TOC (mg/l)	アモニア性窒素 (mg/l)	溶存酸素 (mg/l)
水道水	7.7	0.5	12.0	<0.1	9.28
水酸化ナトリウム	9.7	<0.5	2.2	<0.1	8.50
水酸化カルシウム	9.5	1	3.3	<0.1	9.16
水酸化マグネシウム	9.8	1	2.3	<0.1	8.93

表－7 pH11の試験における水質

4日目	pH	濁度	TOC (mg/l)	アモニア性窒素 (mg/l)	溶存酸素 (mg/l)
水道水	8.2	0.5	<0.5	<0.1	8.43
水酸化ナトリウム	10.7	2.5	1.1	<0.1	8.43
水酸化カルシウム	10.4	1.5	2.2	0.2	9.05