

(VII-14) 塩素消毒におけるミジンコを使った急性毒性の評価

木更津高専 正 高石 斌夫
木更津高専 正 高橋 克夫

1. はじめに

下水処理場からの放流水に対して、塩素を用いた消毒が広く行われている。しかし、塩素消毒には効果の残留性を伴うため、放流先である水域の生態系に対して影響を与えてしまう恐れがある。ここでは、水質や生態系の管理に用いられる急性毒性試験について容易にかつ高い再現性を得るにはどおしたら良いのか、ミジンコの世代管理、次亜塩素酸ナトリウムを使った世代間の毒性効果の違いの観点から実験を行った。

2. 測定方法および実験条件

使用したミジンコの飼育は約20℃に温度管理した水槽で行い、餌は主として金魚の餌を毎日1回与えた。急性毒性試験には生後24時間以内（体長0.8～1.4mm）のもの、親ミジンコ(A)（0.8～1.7mm）および親ミジンコ(B)（体長3.0～4.0mm）を使った。このミジンコはDaphnia magna種であった。このミジンコを10匹を1組として蓋付ガラス瓶の検水中（200ml）に放ち、試験期間中は20℃の恒温槽に入れ、一定時間後にその死亡数を計数した。実験は塩素の毒性について調べた。実験条件を表1に示す。残留塩素（遊離型）濃度の測定は塩素添加直後に行った。死亡数の測定時間は0～96時間後の範囲とした。

表-1 実験条件

ミジンコサイズと次亜塩素酸ナトリウム濃度 (mg/L)	
生後24時間 (小型体長平均1.1mm)	0.0, 0.1, 0.43, 0.9, 2.16, 4.1, 6.2
親 (中型体長平均1.1mm-A)	0.0, 0.07, 0.31, 0.88, 2.05, 2.3, 5.5
親 (大型体長平均3.6mm-B)	0.0, 0.01, 0.17, 0.57, 1.51, 3.6, 4.1
計測時間 (hr)	0, 0.5, 1, 2, 4, 6, 8, 16, 24, 48, 72, 96
試験水量 (ml)	200
恒温水槽 (℃)	20

表2 遊離塩素の毒性 (対生後24時間ミジンコの計数結果)

濃度 (mg-Cl/L)	初期検体数	死 亡 数 (匹)										
		0	0.5	1	2	4	6	8	16	24	48hr	
6.2	10	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
4.1	10	0	9	10	10	10	10	10	10	10	10	
2.16	10	0	8	10	10	10	10	10	10	10	10	
0.9	10	0	2	8	10	10	10	10	10	10	10	
0.43	10	0	2	7	10	10	10	10	10	10	10	
0.1	10	0	0	0	10	10	10	10	10	10	10	
0	10	0	0	0	0	0	0	0	1	2	10	

表-3 遊離塩素の毒性 (対親ミジンコ (A) の計数結果)

濃度 (mg-Cl/L)	初期検体数	死 亡 数 (匹)										
		0	0.5	1	2	4	6	8	16	24	48hr	
5.5	10	0	8	10	10	10	10	10	10	10	10	
2.3	10	0	4	10	10	10	10	10	10	10	10	
2.05	10	0	3	10	10	10	10	10	10	10	10	
0.88	10	0	1	7	10	10	10	10	10	10	10	
0.31	10	0	1	8	10	10	10	10	10	10	10	
0.07	10	0	0	0	0	0	1	1	1	1	9	
0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	

3. 実験結果および考察

表2に生後24時間のミジンコ（小型のミジンコと呼ぶ）を使った場合の遊離塩素の毒性試験結果のデータを示す。また、その結果を図1に示した。

遊離塩素濃度0mg/Lの場合は対照試験である。初期塩素濃度が6.2mg/Lの場合では、試験開始30分後で10匹全てが死滅した。また、2.16mg-Cl/Lでも同様にこの時間帯で8匹が死んでいた。しかし、0.9～0.1mg-Cl/Lと低い濃度になるに従って、暴露時間が1時間までは生存が確認された。このときの対照試験（0mg-Cl/L）では16時間に初めて1匹の死亡が認められた。しかし、生後24時間ということから、平均体長も1.1mmと小さく耐性も弱いものと言える。また、各時間ごとの死亡率から求めた各時間ごとの

表-4 遊離塩素の毒性 (対親ミジンコ (B) の計数結果)

濃度 (mg-Cl/L)	初期検体数	死 亡 数 (匹)										
		0	0.5	1	2	4	6	8	16	24	48hr	
4.1	10	0	0	3	10	10	10	10	10	10	10	
3.6	10	0	0	2	10	10	10	10	10	10	10	
1.51	10	0	0	0	5	10	10	10	10	10	10	
0.57	10	0	0	0	3	10	10	10	10	10	10	
0.17	10	0	0	0	3	10	10	10	10	10	10	
0.01	10	0	0	0	0	0	0	0	1	1	8	
0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

半数致死濃度(LC50)は0.5時間で
1.5 mg-Cl/L、1時間の場合で
0.37 mg-Cl/Lであった。

次に、表-3に親ミジンコ(中)(A)を使った場合の遊離塩素の毒性試験結果を示す。また、暴露時間(hr)、遊離塩素濃度(mg-Cl/L)と死亡数(匹)の関係を図-2に示す。

初期遊離塩素濃度で5.5~0.31 mg-Cl/Lまでは0.5時間の間で段階的に死亡数が少なくなった。0.31 mg-Cl/L程度では水道水の給水口における基準値に相当し、全てが死亡に要する時間は1~2時間であった。図-2からみて0.07と0.31 mg-Cl/Lの間に大きな死亡数の差があり、0.07 mg-Cl/Lで24時間までに1匹の死亡数であった。LC50は暴露時間0.5時間で3.1 mg-Cl/L、1時間では0.3 mg-Cl/Lであった。しかし、LC50の値で1時間後において生後24時間の子ミジンコとも同様の値であった。また、対照試験の場合暴露時間48時間で2匹の死亡数であった。

表-4に親ミジンコ(大)(B)を使った場合の遊離塩素の毒性試験結果を示す。この結果を図-3に示す。

塩素濃度が4.1 mg-Cl/Lの場合暴露時間が1時間後に初めて3匹の死亡数がみられた。塩素濃度1.51 mg-Cl/Lの場合2時間で半分の死亡数を認めた。また、2時間後でLC50の値は1.5 mg-Cl/Lであった。一方対照では48時間後の死亡数は1匹であった。この結果から急性毒性試験を行う場合、対照試験結果の死亡数とを併せて評価する必要がある、更にLC50の値を的確にかつ早急に得るには塩素濃度の希釈段階と測定回数を多くとる必要があると思われる。

4. ま と め

本実験の範囲から①同じ遊離塩素濃度4.1 mg-Cl/Lの場合、0.5時間後の死亡数は生後24時間以内のミジンコでは9匹であったが親ミジンコ(大型のもの)では0匹であった。②体長の違いによって塩素の毒性に対する効果に大きな違いがみられた。③今回の塩素濃度では短時間の暴露時間(0.5、1時間)に対するLC50は求められたが、長時間の暴露時間に対するLC50は求められなかった。

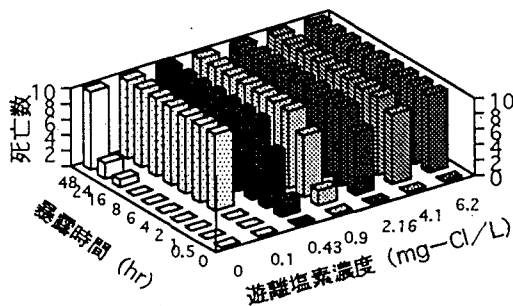


図-1 遊離塩素濃度、暴露時間に対する死亡数(匹)
~生後24時間のミジンコ(小型)の場合

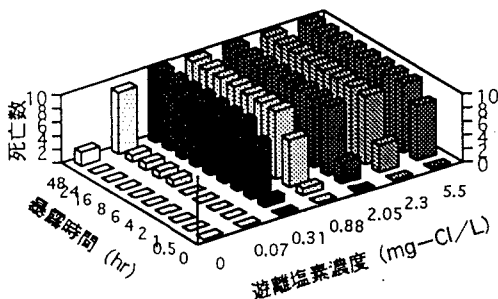


図-2 遊離塩素濃度、暴露時間に対する死亡数(匹)
~親ミジンコ(中型、A)の場合

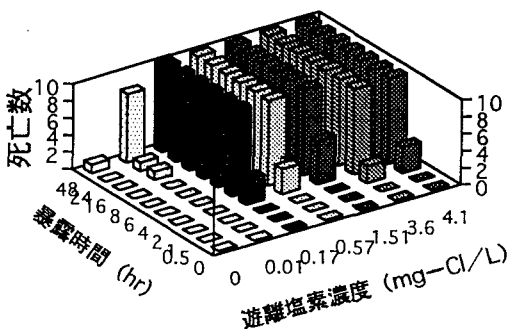


図-3 遊離塩素濃度、暴露時間に対する死亡数(匹)
~親ミジンコ(大型、B)の場合