

河川水の生態毒性レベルに及ぼす採水地点と季節の影響

長岡技術科学大学大学院 学生会員 OLE THI LANH
正会員 小松俊哉、正会員 姫野修司

1. 研究の背景と目的

環境水中には極めて多種類の化学物質が存在し、未規制化学物質ならびに複合的な生態悪影響が懸念される。現在、日本でも環境省を中心として米国の WET (Whole Effluent Toxicity, 全排水毒性) システムに基づいて日本版の導入がほぼ決定している。WET 試験の中で、ミジンコ繁殖阻害試験は最も強い毒性応答を示すことが多く重要な試験である。用いるミジンコは、欧米諸国では小型であるニセネコゼミジンコ (*Ceriodaphnia dubia*) が主流である。この試験は短期間で行え、必要な水量も少なく済む利点を有している。

WET 等による水質管理の最終目標は実際の水生生物が生息する河川水等の水質保全である。しかし、WET の手法をベースに河川水の生態毒性評価への適用を行った例は極めて少ない¹⁾。そこで本研究では信濃川水系の3河川水を対象として年間を通して *C. dubia* 繁殖試験を行い、河川水がどの程度の毒性影響を持つのかを明らかにすることと毒性要因の検討を目的とした。

2. 試験方法

(1) 試験生物

C. dubia は(独) 国立環境研究所より入手し、大学において飼育を行った。飼育水は市販のミネラルウォーター(硬度約 30mg/L) に無機塩類を添加して硬度約 70mg/L に調整して用いた。給餌には洗浄済みクロレラと YCT (株式会社エコジェノミクス) を用いた。

(2) 河川水及び水質測定項目

本研究は長岡市に位置する信濃川水系の3地点の河川水をサンプルとした。3地点は、環境基準点(A類Ⅱ)である信濃川本流の長生橋(A地点)、および支流の柿川の久生橋(B地点)と栖吉川の栖吉橋(C地点)である。採水は2012年8月~2013年11月の期間、毎月1回、降雨の影響が少ない平日日中を選んで行った。採水後、一般的な水質項目として、pH、DO、電気伝導率(EC)、TOC、COD、アンモニア性窒素の測定を行った。

(3) 繁殖試験方法

繁殖試験方法は概ね生態影響試験ハンドブック²⁾に示された方法に従った。試験濃度区は長生橋が 100%と 50%、久生橋と栖吉橋は 100%、50%、25%を標準として5連で行った。河川水は孔径 0.45 μ m のメンブレンフィルターでろ過して用いた。対照区および希釈水には飼育水を用いた。試験結果は 7(+1)日間における親個体の生存数および累積の産仔数を中心に評価した。

3. 結果及び考察

(1) 河川水の水質

表1に河川水の水質測定結果の平均値を示す。長生橋と久生橋の EC、TOC、COD、アンモニア性窒素は、久生橋の方がやや高めではあるが、同レベルであり、年間変動も少なかった。これら2地点は、一般水質項目の測定結果からは、比較的良好な水質と言える。一方、栖吉橋では、他の2地点よりも、EC以下の全ての項目が高いことが分かる。特に夏季(5~10月)においては、ECとアンモニア性窒素が大幅に高い値を示した。

(2) 繁殖試験結果の例(2013年8月)

実施した全ての繁殖試験において、対照区において試験成立条件を満足した。したがって、死亡率、および対照区の結果を基準とした産仔数低下率を定量的に評価することができる。繁殖試験の例として、図1に2013年8月の試験結果を示す。長生橋(A)の産仔数は対照区と有意な差はなく毒性を有しないことが確認された。久生橋

表1. 2012年8月~2013年11月の平均水質

試料	pH	DO	EC	TOC	COD	NH ₄ ⁺ -N
		mgO ₂ /L	μ S/cm	mgC/L	mgO ₂ /L	
長生	6.8	10.4	145	2.3	4.5	0.14
久生	6.8	10.1	146	3.0	5.4	0.18
栖吉	6.6	8.6	248	4.4	8.4	2.9

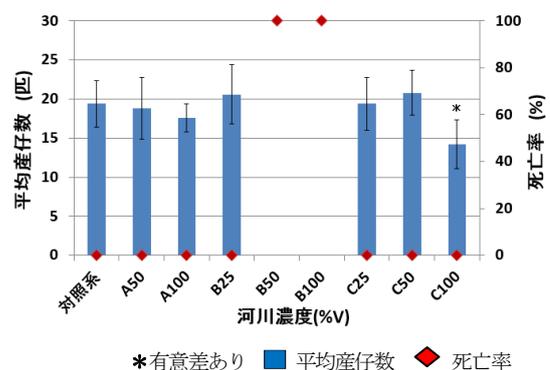


図1. 河川水の繁殖試験結果の例(2013年8月)

キーワード 河川水、生態毒性、*Ceriodaphnia dubia*、繁殖試験、季節変動

連絡先 〒940-2188 長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 0258-46-6000(6615), lelanh@stn.nagaokaut.ac.jp

(B) では、100%、50%はそれぞれ2日、6日に親ミジンコが全滅し、強い致死効果を有した。一方、栖吉橋 (C) では、親ミジンコの死亡 (致死効果) はなかったが、100%において産仔数が有意に減少した (t検定、有意水準 0.05)。また、EC25 (25%産仔数減少濃度、ECOTOX 毒性評価ソフト) は約 78%V であった。他の月においても、毒性が検出される場合、類似の傾向を示すことが多かった。

(3) 繁殖試験結果のまとめ

表 2 に 3 地点の河川水の繁殖試験結果のまとめを示す。死亡率および産仔数減少率をそれぞれ LC25 (25%致死濃度)、EC25 で評価した。なお、EC25 は、生存した親ミジンコの産仔数に基づいて算出している。

長生橋では、親ミジンコの死亡は1年間全く起きず、2012年9月と11月のみ有意な産仔数減少が現れたが、強い毒性ではなかった。久生橋の河川水は、毒性は致死効果として多く現れた。特に、夏季の6月~9月まで毒性が強く、25%の河川水濃度においても親ミジンコが全て死亡したことが多かった。栖吉橋の河川水は致死効果は2012年9月に見られただけであったが、産仔数の有意な低下が頻繁に現れた。

特に2012年11月はEC25が18% (河川水濃度) であり、強い繁殖阻害を示した。

一般水質項目との関連性に関しては、例えば栖吉川において一般水質項目が概して高い傾向にあった夏季 (5~10月) において毒性が検出されない場合も多いことなど、一般的な汚濁指標として用いられる TOC、COD、アンモニア性窒素などと毒性との関連性は全く見出せなかった。したがって、*C. dubia* 繁殖試験を実施し、生態毒性レベルの指標を導入して環境水の評価することは有効と考えられる。

(4) 毒性要因の検討

一部のサンプルにおいて、河川水中の亜鉛、銅、ニッケルの濃度を ICP により測定し、繁殖試験結果との関連性を検討した。その結果、致死効果があったサンプルを除いた場合、亜鉛濃度と産仔数減少率 (対照系との産仔数比) との間に関連性があることがわかった (図 2)。相関係数は-0.78 と求められた。したがって、亜鉛は産仔数減少の一要因となっていると考えられた。一方、銅およびニッケルと繁殖試験結果には関連が見られなかった。

4. まとめ

2012年8月~2013年11月に *C. dubia* 繁殖試験により信濃川水系の3地点の河川水の毒性を評価した。本研究の主な結論を以下にまとめる。

- 1) 全 16 回の試験のうち、毒性 (致死効果または産仔数減少) が検出されたのは、長生橋では2回、久生橋では8回、栖吉橋では6回であった。
- 2) 毒性は夏季に現れることが多く、また久生橋では致死効果、栖吉橋では産仔数減少が見られることが多く、毒性の現れ方に特徴が確認できた。
- 3) TOC、COD、アンモニア性窒素などと毒性との関連性は見出せなかった。一方、亜鉛が河川水における産仔数減少の一要因となっていると考えられた。

参考文献

- 1) 安田侑右ほか: 生活排水に汚染された河川水に対する短期慢性試験、土木学会論文集 G(環境)、Vol.67No.7、III_249-256(2011)
- 2) 日本環境毒性学会編: *Ceriodaphnia dubia* を用いたミジンコ繁殖阻害試験、生態影響試験ハンドブック (朝倉書店) 、83-95、2003

表 2. 繁殖試験結果 (LC25 及び EC25) のまとめ

採水月/年	長生橋		久生橋		栖吉橋	
	LC25	EC25	LC25	EC25	LC25	EC25
08/2012	>100%	>100%	<25%	<25%	>100%	>100%
09/2012	>100%	89%	<25%	<25%	<50%	<50%
10/2012	>100%	>100%	70%	>100%	>100%	87%
11/2012	>100%	76%	>100%	>100%	>100%	18%
12/2012	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%	99%
01/2013	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%
02/2013	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%
03/2013	>100%	>100%	>100%	86%	>100%	71%
04/2013	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%
05/2013	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%
06/2013	>100%	>100%	<25%	<25%	>100%	>100%
07/2013	>100%	>100%	63%	63%	>100%	>100%
08/2013	>100%	>100%	31%	31%	>100%	78%
09/2013	>100%	>100%	44%	44%	>100%	>100%
10/2013	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%
11/2013	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%

図 2. 亜鉛濃度と産仔数の関係

