

廃棄物最終処分場放流水に対する甲殻類の生物応答

半野勝正 杉山 寛* 藤村葉子* 栗原正憲

(* : 元千葉県環境研究センター)

1 はじめに

日本の水環境管理は、水質汚濁防止法に基づき、主として機器分析等の化学分析により行われている。しかし、新規化学物質は加速的に増加しており、基準項目物質の他にも多様な化学物質が合成されており、それらの人や水生生物への複合影響は懸念されるところである。近年海外において、排水中の多様な化学物質の影響をミジンコ等の生物応答（生物影響）により総合的に管理する WET（Whole Effluent Toxicity）法が導入され、わが国でも事業場排水による生態系への影響を評価・管理する手法としての導入が検討されている（図 1）。今回、WET I 型共同研究（H25-27）として、廃棄物処分場放流水及びその放流先河川上流・下流水について、ニセネコゼミジンコによる繁殖阻害試験とオオミジンコによる遊泳阻害試験を行い、河川水、廃棄物最終処分場放流水による甲殻類への生物影響とその原因について検討した。^{1),2)}

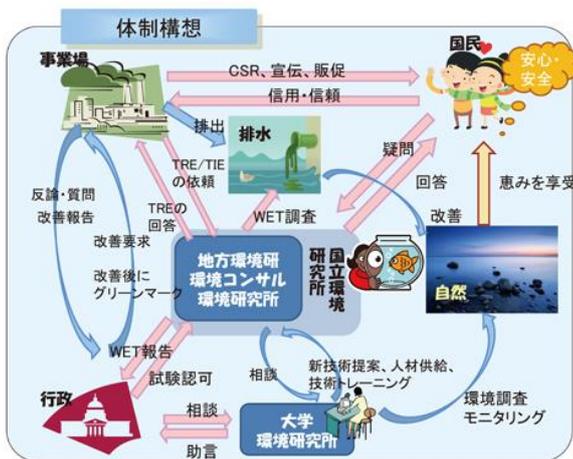


図 1 WET 法の実施体制構想図（鏑迫氏作成）

2 試験方法

千葉県内の最終処分場放流水とその放流先河川水（河川上流，河川下流）を試験水として生物試験に供した。採水場所を図 2 に示す。採水年月日と試料については、①2014.11.19.放流水，②2015.1.20.放流水，

河川上流水，河川下流水，③2015.11.16.放流水，河川下流水である。生物試験はニセネコゼミジンコ（*Ceriodaphnia dubia*）を用いた繁殖阻害試験，オオミジンコ（*Daphnia magna*）を用いた急性遊泳阻害試験である。各試験方法と試験条件は，表 1～表 2 に示す。

試験結果の解析には，統計ソフトウェア（Ecotox-Statics ver.2.6 日本環境毒性学会）を用いて，NOEC（無影響濃度），EC10（10%影響濃度），EC50（半数影響濃度）， $TU=100/NOEC$ ）を算出した。その他，イオン類，金属類についても分析を行った。

2・1 ニセネコゼミジンコを用いた繁殖阻害試験

- (1) 目的；無脊椎動物（甲殻類）に対する化学物質等の慢性影響（繁殖影響）を評価する。（n=10）
- (2) 供試生物；*Ceriodaphnia dubia* の仔虫（幼体）
仔虫の条件；生後 24 時間以内
- (3) 試験期間；6～8 日間，産仔状態で終了を判断
- (4) エンドポイント；産仔数（死亡率）
- (5) 毒性値の算出；対象区に対する産仔数減少の NOEC および EC50 を算出

[注]・NOEC；No observed effect concentration
；Control に対して有意な影響が見られない最大試験濃度

・EC50（Effective concentration）；影響が 50%（産仔数が Control の半分）見られる濃度

表 1 試験方法と試験条件（ニセネコゼミジンコ）

項目	条件
曝露方法	半止水式（水換え）
試験期間	6～8日間
供試数	1個体／容器
繰返し数	10容器／試験区
試験容器	50mlガラス円形カップ
試験溶液量	15ml／容器
給餌	あり
照明・水温	16h明8h暗、25℃（容器間の変動±1℃）
DO	飽和の40～100%（40%未満はエアレーション）
pH	6.5～8.5（原則pH調整なし）

2・2 オオミジンコを用いた遊泳阻害試験

- (1) 目的；無脊椎動物（甲殻類）に対する化学物質等の**急性影響**を評価する。（n=4）
- (2) 供試生物；*Daphnia magna* のメス仔虫（幼体）仔虫の条件；生後 24 時間以内
- (3) 試験期間；48 時間，観察は 24 時間ごと
- (4) エンドポイント；48 時間後の遊泳阻害の EC50 を求める。
- (5) 遊泳阻害；オオミジンコ仔虫が死亡又は 15 秒以上遊泳行動に異常が見られること。

[注]・EC50 (Effective concentration)；供試生物の半数 50%が影響（ここでは遊泳阻害）を受けた濃度

表 2 試験方法と試験条件（オオミジンコ）

項目	条件
曝露方法	止水式
試験期間	48時間
供試数	最低20頭／濃度区及び対象区
繰り返し数	4(→20頭は5頭／容器×4連に)
試験溶液量	最低2ml／頭→1容器あたり10ml／5頭 通常50ml／容器(環境省の旧法では100ml)
給餌	なし
照明・水温	16h明8h暗、20℃(容器間の変動±1℃)
DO	>3mg/L(試験前にエアレーション)
pH	6~9(原則pH調製なし)

2・3 最終処分場放流水と放流先河川水

採取地点；A 処分場及び放流先河川上下流水
 試料採取日；2014 年 11 月 19 日（放流水），2015 年 1 月 20 日（放流水，放流先河川水）
 2015 年 11 月 16 日（放流水，放流先河川水）
 希 積；試料は，6 段階に希釈（0, 5, 10, 20, 40, 80%）して試験に使用した。

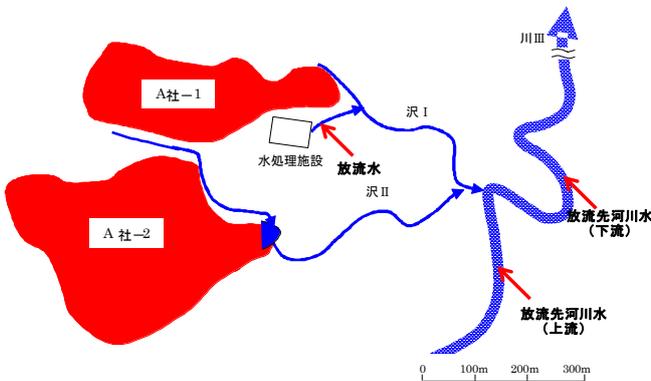


図 2 試料採取地点（A 最終処分場等）

3 試験結果

3・1 ニセネコゼミジンコ (*Ceriodaphnia dubia*) 繁殖阻害試験

- ① 最終処分場放流水の NOEC は 5%未満～20%，TU は 5 以上，EC10 は 0.15～5.06%，EC50 は 14.4%以上で，40%濃度以上では親ミジンコの全てが死亡した。（図 3）
- ② 放流先河川水には有意な影響は認められなかった。（図 4）

3・2 オオミジンコ (*Daphnia magna*) 遊泳阻害試験

- ① 最終処分場放流水の EC10 は 13.0～13.7%，EC50(48h)は 32.4～41.3%であった。80%濃度以上で親ミジンコの全てが死亡した。（図 5）
- ② 放流先河川水には有意な異常は認められなかった。

3・3 イオン類，重金属類

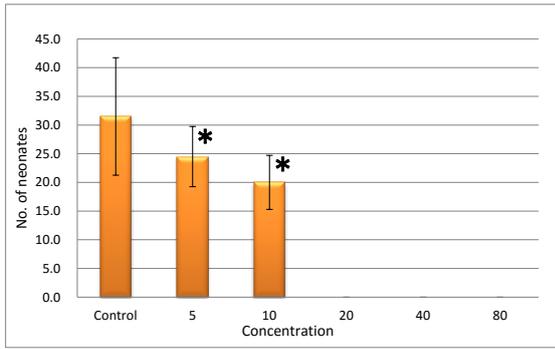
- ① 最終処分場放流水は EC（電気伝導度；840～1,300 mS/m），イオン類（Na⁺, Cl⁻, NH₄⁺, K⁺ 等 (mg/L)），金属類では Zn（17～35 μg/L），Ni（100～130 μg/L）が高い特徴があった。
- ② 放流先河川水では，下流水で EC，塩類濃度に有意な影響が認められた。また，金属類では Zn（1.1～4.3 μg/L），Ni（<1.0～32 μg/L）であったが甲殻類への有意な影響は認められなかった。（図 6）

3・4 ミジンコへの生物影響因子について

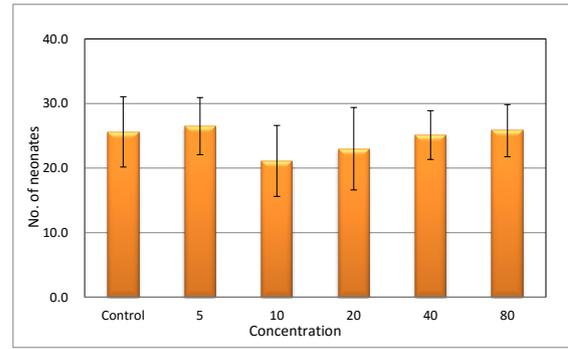
ニセネコゼミジンコの繁殖阻害及びオオミジンコの遊泳阻害のいずれも最終処分場放流水で認められたがいずれも最終処分場放流水に含まれる高い EC，塩類濃度が原因であると推定された。

引用文献

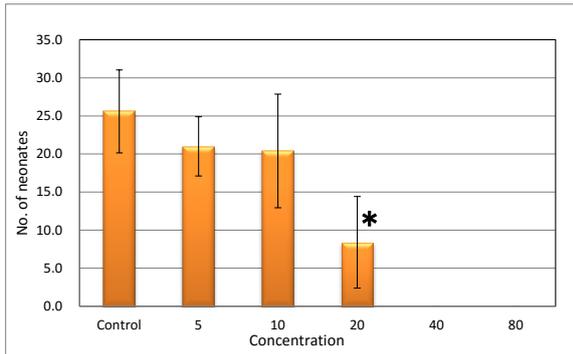
- 1) 独立行政法人国立環境研究所：WET I 型試験報告書。（2015）。
- 2) 半野勝正，杉山寛，藤村葉子，栗原正憲：生物応答を用いた産業廃棄物処分場放流水の生物影響評価。第 50 回日本水環境学会年会講演要旨集，586（2016）。



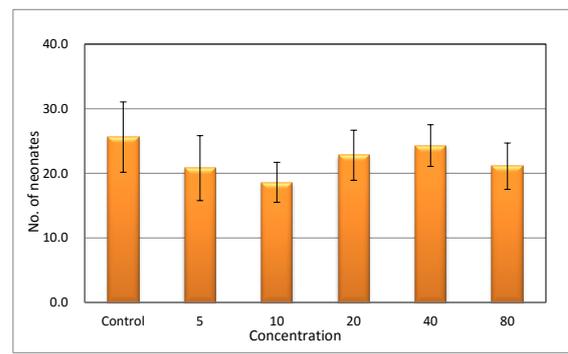
A 処分場放流水 (2014.11.19-11.27)



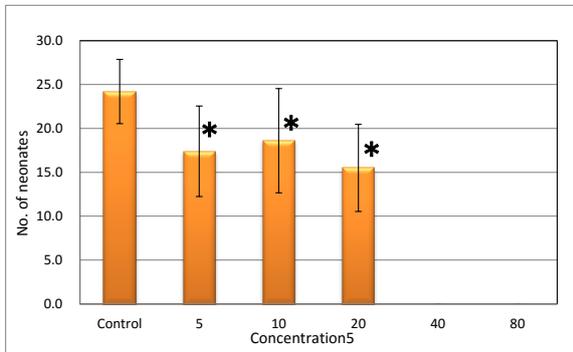
A 処分場放流先 上流水 (2015.1.23-2.2)



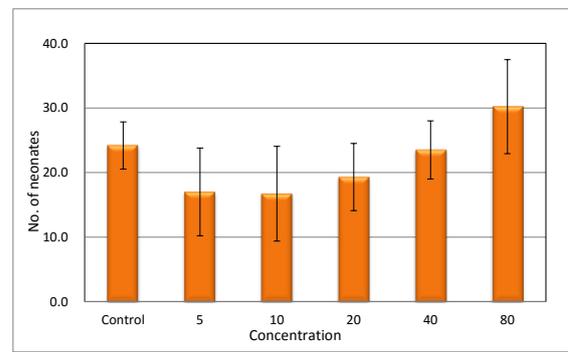
A 処分場放流水 (2015.1.23-2.2)



A 処分場放流先 下流水 (2015.1.23-2.2)



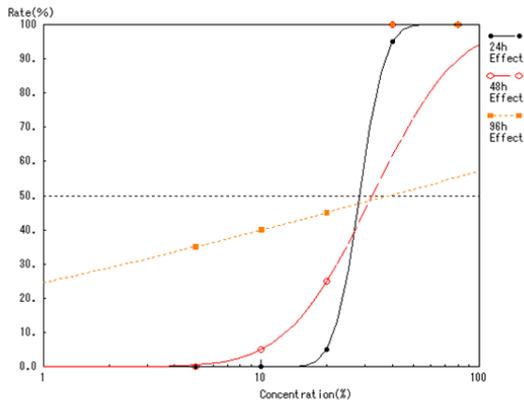
A 処分場放流水 (2015.11.20-11.27)



A 処分場放流先下流水 (2015.11.20-11.27)

図3 A産業廃棄物処分場放流水(産仔数)
[注]*は有意な影響が認められるもの。

図4 A産業廃棄物処分場放流先河川水(産仔数)

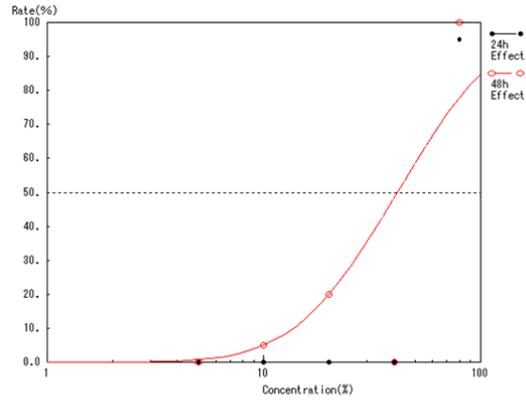


Dose-response curve for EC50 of Daphnia Acute Immobilization Test (Probit method)
T処分場_オオミジンコ急性毒性

A 処分場(放流水, 2015. 01. 23-02. 02)

EC50(48h): 32.4%

EC10(48h): 13.0%



Dose-response curve for EC50 of Daphnia Acute Immobilization Test (Probit method)
新-T処分場(放流水_1511)_オオミジンコ急性毒性

A 処分場(放流水, 2015. 11. 20-11. 27)

EC50(48h): 41.3%

EC10(48h): 13.7%

- ① NOEC(無影響濃度) = EC10(10% 影響濃度): 「95%の種を保護できる濃度」
 ② オオミジンコ遊泳阻害試験結果(EC10) = ニセネコゼミジンコ繁殖阻害試験結果(NOEC)

図5 A産業廃棄物処分場一放流水(オオミジンコ)

地点名	pH	EC(ms/m)	Zn (ug/L)	Ni (ug/L)	As (ug/L)	Cr (ug/L)	Pb (ug/L)
環境基準値	6.0-8.5	—	30	—	10	50 (Cr ⁶⁺)	10
A処分場放流水20150120	7.38	840	35	100	0.53	0.56	<0.5
放流先河川上	7.45	27	4.3	32	0.36	0.54	<0.5
放流先河川下	7.55	300	1.1	<1.0	0.31	<0.5	<0.5
A処分場放流水20151116	7.52	1300	17	130	0.47	2.5	<0.5
放流先河川下	8.00	51	4.1	4.7	0.35	0.84	0.67

地点名	カチオン (mg/L)					アニオン (mg/L)				
	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ²⁻	SO ₄ ²⁻
A処分場放流水20151116	2100	1700	370	490	69	3500	46	2.2	<0.2	450
放流先河川下	57	<0.2	26	12	5	96	1.4	2.0	<0.2	31

オオミジンコ遊泳阻害試験(急性毒性)で有意な影響が認められた放流水に高い数値が認められた。: EC, Zn, Ni, イオン類(Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, Cl⁻, Br⁻, SO₄²⁻)

図6 イオン類, 重金属類等