

生物学的手法を用いた環境モニタリング手法の研究 (化学物質プロジェクト)

半野勝正, 宇野健一, 吉澤正, 清水明, 仁平雅子, 栗原正憲, 依田彦太郎

1 はじめに

現在、わが国では環境中の重金属類及びダイオキシン類を始めとする有害化学物質の管理は、個々の媒体毎に基準値を設け、化学分析により行われている。しかしながら、全ての化学物質を分析することは時間・労力・コスト的に不可能であり、また、未知物質や複合作用等の影響の把握は困難である。一方、バイオアッセイ法は、複合的な汚染を簡便に多検体同時に検出できるという利点があるが、その定量性と汚染原因物質の同定には限界がある。メダカは、我が国で開発された実験生物であり、淡水・海水の両方に適応可能であり塩濃度リッチの最終処分場浸出水にも対応でき、近年その遺伝子情報も充実している。本研究では、最終処分場浸出水をはじめとする水試料に対して、化学分析と並行して Microtox (海洋性発光細菌発光阻害試験) やメダカを使った各種の生物学的手法を組み合わせる総合的な環境影響を評価できる手法について検討している。今回は、県内産業廃棄物最終処分場の雨水集水口排水・放流水及び周辺河川水(上流・下流)について行った調査事例について報告する。

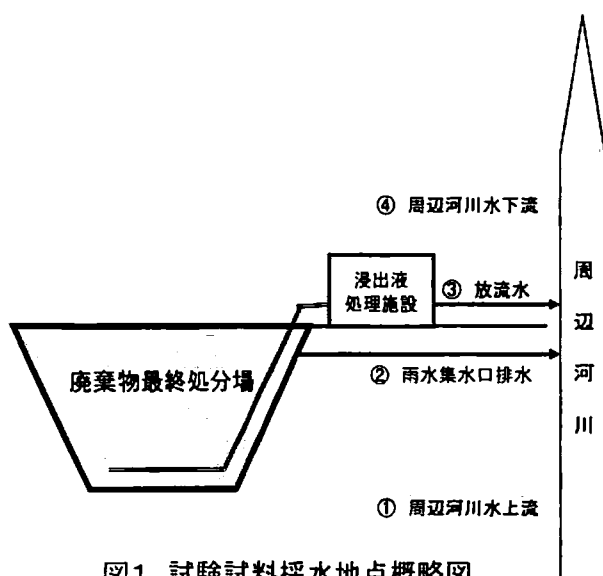


図1 試験試料採水地点概略図

2 試験方法

2.1 試験試料

試験試料は、県内最終処分場の①周辺河川上流水、②雨水集水口排水、③浸出水処理施設放流水、及び④周辺河川水 downstream (採水日: H17. 11. 7 及び 12. 27) の4試料である。試料採水地点の概略図を図1に示す。

2.2 生物学試験

今回、行った生物学試験は以下の通りである
(1) 海洋性発光細菌の急性毒性試験 (Microtox)

海洋性発光細菌 (Vibrio Fisheri) を用いてその光の変化量を測定し、t 分後の発光量が初期発光量の 50% になった時の試料の濃度を EC50 とし、毒性を評価する方法である。(例えば、EC50=50% とはその試料を 2 倍に希釈した濃度で発光量が半減することを意味する。) 測定には Microbics 社 (現 AZUR Environmental 社) の Microtox m500. テスト法は、基本テスト (Basic test) 法を用いた。

(2) メダカ卵胚形成期の顕微鏡による観察試験

ヒメダカの当日受精卵を 96 穴プレート各セルに入れ、各試験試料 (100uL) に浸して胚を顕微鏡で観察し、胚形成の阻害等について調査した。暴露期間は最大 1 ヶ月 (30 日間) とした。ヒメダカは、平均 9~10 日でふ化する。

2.3 化学分析

今回行った化学分析の分析項目及び分析方法は、以下の通りである。

pH、電気伝導度 (EC)、酸化還元電位 (ORP)、TOC (TC・IC)、吸着型全有機ハロゲン量 TOX (AOX)、T-N、 NO_2^- 、 NO_3^- 、 NH_4^+ 、 F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 PO_4^{3-} 、 SO_4^{2-} 、 Li^+ 、 Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+}

(以上、JIS-K0102 (ORPのみ電極法))。

3 調査結果及び考察

調査結果を表1に示す。

表1 最終処分場周辺調査結果

採水箇所	Micro-TOX EC50% (5分後)			匹/PC		メダカ 生存数/死亡数 (1W後)		メダカ 死亡割合(%) (1W後)		メダカ 死亡割合(%) (30日後)		日 平均孵化日数
	Micro-TOX EC50%	Micro-TOX EC50%	Micro-TOX EC50%	匹/PC	メダカ 死亡割合(%)	メダカ 死亡割合(%)	メダカ 死亡割合(%)	メダカ 死亡割合(%)	メダカ 死亡割合(%)			
ブランク水	100	>100	>100	92/1	4.3	1.3	4.3	4.3	17.9			
A処分場上流河川水	>100	100	>100	92/1	1.3	5.2	11	11	19.2			
A処分場雨水・表流水	>100	>100	>100	94/2	2.1	2.1	18	20	25.0			
A処分場放流水	100	100	41.9	93/3	3.1	3.1	25	19	26.1			
A処分場下流河川水	>100	100	40.9	93/3	3.1	3.1	16	16	25.9			

	—	(mS/m)	(mV)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
	pH	EC	ORP	TC	IC	TOC	TOX (AOX)	TN	NO ₂	NO ₃	NH ₄ ⁺
A処分場上流河川水	8.4	17	-82	23	19	4.3	0.11	0.51	0.23	0.92	0.5
A処分場雨水・表流水	7.7	210	-150	79	67	12.0	0.41	8.2	0.64	2.0	6.1
A処分場放流水	7.8	1900	-160	68	0.3	68	0.98	3.7	<0.20	3.7	<0.5
A処分場下流河川水	8.2	180	-80	27	21	6.3	0.25	1.0	0.42	1.3	<0.5

	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
	F	Cl	Br	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	Li	Na	K	Mg	Ca
A処分場上流河川水	0.18	15	<0.5	<0.5	39	0.049	16	1.5	5.9	26
A処分場雨水・表流水	0.30	160	1.6	<0.5	1.0	<0.02	37	8.2	22	120
A処分場放流水	1.6	8300	65	<0.5	750	0.11	3700	780	210	170
A処分場下流河川水	0.15	430	<0.5	<0.5	71	<0.02	61	34	16	43

3.1 生物学的試験結果

(1) 海洋性発光細菌の急性毒性試験 (EC50)

測定開始 5 分後、15 分後では、すべての試験液で発光阻害は認められなかったが、30 分後で、放流水 41.9%、周辺河川下流域 40.9%と放流水以降の試料に遅延性の発光阻害が認められた。

(2) メダカ卵の胚形成期の顕微鏡観察試験

メダカ卵は、各試験液浸せき 30 日間で、ブランク水 (蒸留水) では 2 匹、上流河川で 10 匹、処分場雨水・表流水で 19 匹、放流水で 46 匹、下流河川で 15 匹が死亡した (全 96 匹中)。ふ化は、ブランク水と上流河川では 9~11 日目と 21~23 日目の 2 時期で、ふ化に要する平均日数は 17.9 日、19.2 日であった。一方、処分場雨水集水口、放流水、周辺河川下流域ではふ化が 25~27 日目に集中しており、ふ化に要する平均日数は、25.0 日、26.1 日、25.9 日とブランク水等より約 1 週間遅れ、軽度のふ化への阻害が認められた。(図 2)

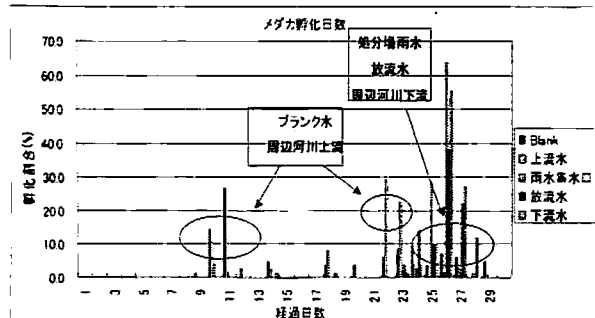


図2 ふ化に要する日数

3.2 化学分析結果

(1) pH, EC, ORP, 無機イオン

pHは 7.7~8.4 であった。塩類濃度の指標である電気伝導度 (EC) は、放流水で特に高く 1900mS/m であった。酸化還元電位 (ORP) は、+80~+160mV であり、好氣的状態下にある。無機イオンでは、イオン当量 ((meq/l) = 分析結果 (mg/l) ÷ 分子量 (g/mol) * 価数 (eq/mol)) で比較すると、上流河川では陽イオンリッチな水 (陽イオン/陰イオン=2.0) であったが下流河川では陰イオンリッチな水 (陰イオン/陽イオン=1.97) となっていた。

(2) TOC, TOX (AOX)

全炭素 (TC) に占める全有機体炭素比 (TOC/TC) は、上流河川: 18.6%、処分場雨水・表流水: 15.7%、処分場放流水: 99.6%、下流河川: 23.2% となり、放流水は圧倒的に有機体炭素がリッチな水であった。AOX は、上流側で 0.11mg/l が下流側では 0.25mg/l と 2 倍に増加していた。雨水: 0.44mg/l、放流水: 0.98mg/l であった。

4 まとめ

今回、最終処分場周辺環境の評価において、化学分析と生物学的試験を併用することにより、化学分析だけでは判定し難い複数の化学物質や未規制物質の影響を生物試験で把握できる可能性が見られ、最終処分場の適正管理や周辺環境への安全管理に有用であることがわかった。