

金沢大学 大学院 学生員 〇和田直隆
金沢大学 建設工学科 正 員 松井三郎
北陸電力(株) 橋本 徹

1. はじめに

本研究では、水環境中に存在する変異原物質の検出系として、枯草菌液体Rec-assay法の開発を進めてきた。これまでの研究の結果、本法が検出感度、再現性共に優れた方法であることが確認されている。本年度は従来の実験法に、実験時間の短縮を主目的とする若干の改良を加えた。また我々はここ数年、変異原性検定試料として、浄水場、下水処理場の各処理プロセス水を選択し、その変異原性について検討を加えてきた。今回は、これらの研究の一環として、し尿処理場処理プロセス水の変異原性の変動をオゾン処理の影響を中心に考察した。

2. 実験方法

1) 改良Rec-assay 液体法について これまで我々の研究室で開発した液体(S-9)Rec-assay・Preincubation法およびStationary法について、前培養開始時におけるover night菌の使用、本培養開始時の初期菌量の増量を行なった。これにより、実験時間の短縮および実験操作の簡便化という2つの目的が達成された。また、新たに枯草菌のチェック機構を導入することにより、検出系の信頼性の向上を図った。

2) 試料水の濃縮分離方法について 試料水の濃縮には、非極性吸着剤XAD-2樹脂による方法を用いた。吸着は室温4℃、樹脂量40 mlのカラムに、通水速度40 ml/minの上向流で条件を統一して行なった。また、脱着溶媒としては、エーテル100 mlを用いた。

3. 変異原性の評価方法

1) 変異原性の判定基準域 前報(I)の有機塩素系農薬の場合と同様に、数種の変異原性陽性、陰性対照物質の実験データに、Probit理論および標的論を適用し、表-1に示される変異原性の判定基準域を設定した。

2) 濃縮試料水の定量的変異原性指標Rec-volume XAD-2樹脂吸着法では統一された吸着条件下において、吸着現象を定量的に取り扱うことが可能であると考えられる。そこでXAD-2樹脂に吸着された物質量を通水量によって定量的に表現した。増殖阻害曲線図において、横軸を通水量(Q)で表わす。さらに、変異原性を定量的に表わす指標として、Rec-volumeを次式で定義した。

$$\text{Rec-volume} = \frac{S - \text{probit}}{\text{Recの50\%生存率に相当する通水量}}$$

4. 実験結果および考察

試料水を採取したし尿処理場のフローチャートと採水地点を図-1に示す。採水は処理原水およびオゾン処理前、オゾン処理後の計3ヶ所で行なった。各試料水の通水量、オゾン量(採水地点Cについて)、水質分析結果を表-2に示す。また、XAD-2樹脂法により濃縮分離し

表-1 変異原性の判定基準域

	R S (%)	S-probit
強陽性 (++)	32.0 以上	0.593以上
陽性 (+)	18.0 ~ 31.9	0.310 ~ 0.592
陰性 (-)	-13.3 ~ 17.9	-0.212 ~ 0.309
逆転 (r)	-13.2 以下	-0.211以下

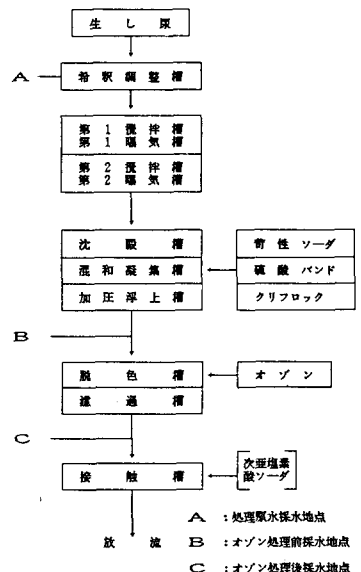


図-1

し尿処理場フローチャートと採水地点

た検定試料を改良 Rec-assay 液体法に供した実験・解析結果を表一に示した。

1) レ尿処理場プロセスにおける変異原性の動向
表一4のRSおよびS-probitの値から、A、B、Cのすべての地点の濃縮サンプルについて、陽性対照物質に匹敵する強い変異原性が確認された。また、Rec-volumeの値に注目すると、オゾン処理前後の値は処理原水での値に比較して、大幅に減少している。これは、レ尿処理プロセスにおいて変異原性が確実に除去されていることを示唆している。

2) オゾン処理による変異原性の動向 表一4のRecの50%生存率に相当する通水量V50Recに着目すると、オゾン処理前に比べ、オゾン処理後は3倍以上の通水量が必要であるとわかる。オゾン処理前後のTOC変化が1.2倍であることから、これはオゾン処理による有機物の極性の増大、あるいはレ尿処理水中の変異原物質、急性毒性物質の分解・不活性化の可能性を示唆している。またRec-volumeの値はオゾン処理前後で減少している。これは試料水1ℓ当たりの変異原性の減少を示し、オゾン処理による変異原物質の分解・不活性化の結果と考えられる。しかし、オゾン処理前後での変異原性の除去率とオゾン量との間に量的な関係は見られなかった。さらに表一4のRecのヒット数に注目すると、すべて1ないし2であることがわかる。標的論において、変異原性を示す物質は1ないし2ヒットモデルに適合するといわれおり、レ尿処理プロセス水の毒性については、変異原物質による毒性が他の毒性より卓越していると判断される。これに対し、都市下水では曲線形状が急激であり、いわゆる“Multi-hit”に対応する濃縮サンプルが大部分であると報告されている³⁾。これは都市下水がレ尿処理水に比べて、急性毒性の強い有害物質を多く含んでいる結果であると推察される。

最後に、本研究を進めるにあたり総指揮をいただいた金沢大学癌研究所吉川寛教授、小笠原直毅助手に感謝致します。

参考文献 1)松井、小出、高島、橋本；第38回年次学術講演会講演要集第2部(II-421,422)、土不学会
2)松井、高島、橋本、和田；第39回年次学術講演会講演要集第2部(II-436,437)、土不学会
3)小出芳久；枯草菌、サルモネラ菌を用いた水環境変異原物質の検出と評価——有機塩素化合物について——、金沢大学修士論文、1984

表一3 各採水試料水の通水量、オゾン量および水質

Sample NO.	O ₃ -量 (mg/ℓ)	採水地点	通水量 (ℓ)	測定項目				
				pH	TOC (mg/ℓ)	COD _m (mg/ℓ)	紫外線吸光度 220nm	260nm
1	78.4 (2.53)	A	2	8.19	427.0	453.0	4.480	1.420
		B	40	6.20	31.0	25.7	1.112	0.372
		C	80	7.09	13.1	11.9	0.911	0.113
2	78.4 (2.50)	B	80	6.14	31.3	26.3	1.984	0.384
		C	160	6.91	20.2	12.5	1.500	0.129
3	24.5 (0.78)	B	80	5.86	31.6	34.0	1.808	0.575
		C	400	6.98	24.7	17.7	1.340	0.355
4	51.5 (1.26)	B	120	6.38	40.9	33.1	1.648	0.551
		C	400	6.91	20.9	16.0	1.132	0.218
5	78.4 (2.80)	B	120	6.11	28.0	36.4	1.852	0.530
		C	400	6.82	15.6	17.6	1.314	0.208
6	—	A	20	8.57	253.7	—	5.790	1.920

(注) ・(A)については10倍希釈の値
・—は検出されず
・O₃-量の()は O₃-TOC を示す

表一4 XAD-2 樹脂吸着による濃縮サンプルの解析結果

No.	採水地点	S-9Mix	Hits		V50Rec ⁺	V50Rec ⁻	R S	S-probit	Rec-volume (×10 ³)	変異 原性	
			Rec ⁺	Rec ⁻	(ℓ)	(ℓ)	(%)				
1	A	-	2	1	0.157	0.082	20.43	0.563	6832	+	
		+	算 出 不 可 能								
	B	-	2	1	25.6	17.0	15.94	0.357	21.00	+	
		+	算 出 不 可 能								
	C	-	算 出 不 可 能								
		+	算 出 不 可 能								
2	B	-	2	1	9.92	10.16	-12.91	-0.021	-2.07	-	
		+	4	2	38.6	35.2	4.52	0.081	2.30	-	
	C	-	1	2	115.4	86.6	12.41	0.250	2.89	-	
		+	算 出 不 可 能								
	3	B	-	2	1	25.4	12.4	17.72	0.617	49.40	++
			+	5	1	82.0	23.5	57.43	1.087	46.30	++
C		-	1	1	78.8	55.2	7.70	0.310	5.61	+	
		+	4	1	270.0	109.4	38.14	0.781	7.14	++	
4		B	-	1	1	14.8	25.8	15.88	0.481	18.60	+
			+	5	1	67.0	56.2	-5.26	0.152	2.70	-
	C	-	1	1	122.6	60.6	26.21	0.613	10.12	++	
		+	4	1	286.0	260.0	-7.42	0.083	0.32	-	
5	B	-	1	1	45.6	28.0	21.98	0.418	14.90	+	
		+	2	1	100.2	57.2	24.31	0.508	8.88	+	
	C	-	1	2	67.2	89.8	0.58	-0.251	-2.79	-	
		+	2	1	252.0	118.4	31.05	0.658	5.56	++	
	A	-	3	2	3.8	2.2	34.71	0.464	211.8	++	
		+	3	2	8.8	7.4	8.82	0.148	20.0	-	