

日本技術士会北陸本部富山県支部第26回講演会、2016年12月9日

生物機能を活用した 環境影響評価と環境改善

富山県立大学
工学部環境工学科
楠井隆史

自己紹介

- 専門: 水処理工学、環境毒性学
- 研究テーマ: 生物機能を活用した環境影響評価と環境改善
 1. 生物応答を用いた水の安全性評価
 - WET(Whole Effluent Toxicity)
 - 全排水毒性試験
 2. 排水処理からの資源・エネルギーの回収
 - MFC(Microbial Fuel Cell)
 - 微生物燃料電池

2

環境工学楠井研究室 「生物応答を用いた水の安全性評価」

生物応答を用いた水の安全性評価

生物応答
行動、体重、致死、成長(生長)、繁殖能力、生理機能、腫瘍 etc.

化学物質
排水

水生生物

Tsuyama University Takashi Kusui

3

環境工学楠井研究室 「生物応答を用いた水の安全性評価」

下水処理と生物分解性

4

環境工学楠井研究室 「生物応答を用いた水の安全性評価」

洗剤と下水処理

- ┆ 合成洗剤
 - ┆ 助剤のリン酸塩: 富栄養化
 - ┆ 界面活性剤: アルキルベンゼンスルホン酸 (ABS)
 - ┆ 難分解性→ソフト化 (LAS)
 - ┆ 下水処理への影響
- ┆ 合成洗剤と石鹸

5

環境工学楠井研究室 「生物応答を用いた水の安全性評価」

下水処理場におけるLAS,MBASの物質収支

物質	吸着 (%)	処理水 (%)	生物分解 (%)
LAS(a)	0.5	1	98
MBAS(a)	18	5	77
LAS(b)	3	11	86

a): Kusui, T(1986) Biodegradation and Removal mechanism of LAS in Activated Sludge System, Ph.D thesis
 b): McAvoy, D.C. et al.(1993) Fate of Linear Alkylbenzene Sulfonate in the Environment, Vol.12,pp.977-987.

環境工学補井研究室 「生物応答を用いた水の安全性評価」

処理水カクテルの安全性????

7

TOYAMA 富山県

下水処理場と水産業

下水道整備:
28.6%→72%
(1989) (2000)
漁業: 総漁獲量4万トン前後
: 定置網漁業、イカ釣り漁業

10 km

環境工学補井研究室 「生物応答を用いた水の安全性評価」

91年アンケート調査結果

問い “下水処理水は漁業に対して何らかの影響があると思いますか?”

回答	処理場	漁協
無い	25	12
不明	5	10
有る	1	16
無回答	1	2

9

環境工学補井研究室 「生物応答を用いた水の安全性評価」

下水処理水による漁業への悪影響の原因

原因	割合
特に理由なし	28%
水質	34%
一箇所からの放流	38%

漁協からの回答数 (N=29)

10

環境工学補井研究室 「生物応答を用いた水の安全性評価」

下水道による漁業への影響—まとめ

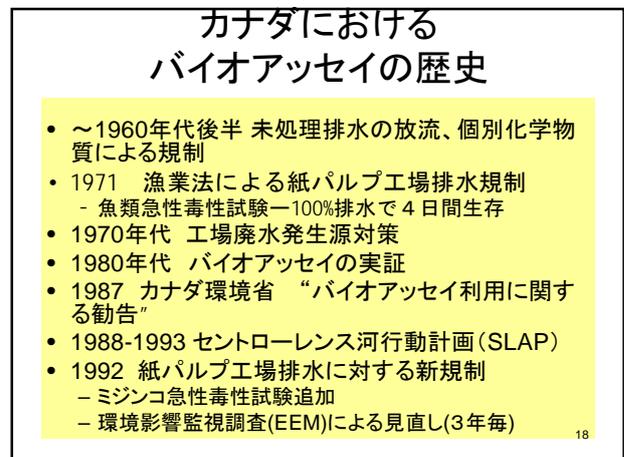
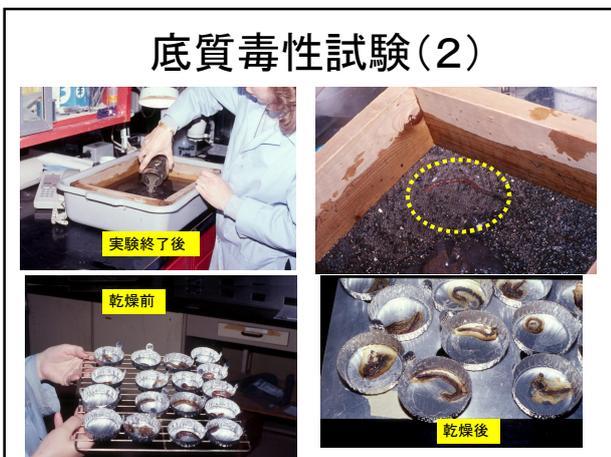
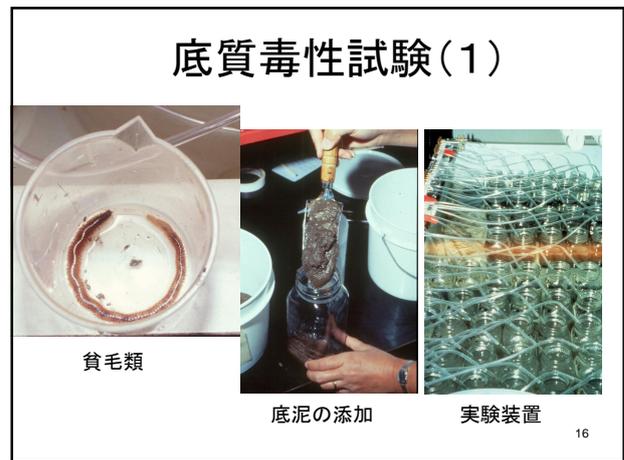
<p><<漁業被害>> 漁獲量の減少 水産物の商品価値の低下</p>	<p><<要因>> 窒素、磷 残留塩素 アンモニア性窒素 微量化学物質 塩分濃度 懸濁物質 その他 放流方法</p>	<p><<対策>> 高度処理 脱塩素・代替消毒法 処理水毒性評価 放流法改善 都市下水路改善 処理水利用 環境調査 被害補償</p>	<p><<検討課題>> 低コストの高度処理 水質と生態系の関連 処理水評価法 排水基準 処理水拡散法 脱塩素・代替消毒法 再利用法</p>
<p><<現象>> 富栄養化 生態系構造変化 忌避行動 死滅 有害物質蓄積 奇形 異臭味</p>			

11

カナダ環境省セントローレンスセンター
滞在記(1994年9月～1995年2月)

- St. Lawrence河
 - 5大湖→大西洋
 - 流域人口: 約520万人
- 河川長: 3060km
- 流域面積: 1,307,800km²
- 年平均流量: 13,018m³/秒

12



環境工学科補井研究室 「生物応答を用いた水の安全性評価」

排水管理手法としての全排水毒性—アメリカ—

- 1940年代～排水や水域の監視
- 1950年代～1960年代 ミシガン州やカリフォルニア州で化学分析を補完する排水モニタリング試験として導入
- 1977 水清浄法(CWA)—ゼロディスチャージ
- 個別化学物質+全排水毒性+生物相調査
- 全排水毒性試験: Whole effluent toxicity
- 毒性試験法の開発・標準化と適用
- 排水毒性と放流河川での影響の相関関係

— Complex Effluent Toxicity Program(CETTP)

Takashi Kusui 19

環境工学科補井研究室 「生物応答を利用した水の安全性評価」

図1. 有害物質暴露への生物応答の概念図

Takashi Kusui 20

環境工学科補井研究室 「生物応答を利用した水の安全性評価」

従来の水質評価

事業所排水
河川水、海水等

↓

物理・化学的分析

↓

基準値と比較

基準超過

↓

対策

生物応答による水質評価

事業所排水
河川水、海水等

↓

生物試験

↓

生物への影響

影響あり

↓

対策

未規制物質
複合影響

Takashi Kusui 21

環境工学科補井研究室 「生物応答を用いた水の安全性評価」

化学物質と水環境

約1億種類

15 + 28項目

3項目

安全?

DXs, PCB, 重金属, Hg, 界面活性剤

Takashi Kusui 22

環境工学科補井研究室 「生物応答を用いた水の安全性評価」

一律排水基準：健康項目

有害物質の種類	許容限度	有害物質の種類	許容限度
カドミウム及びその化合物	0.1mg/L	シス-1,2-ジクロロエチレン	0.4mg/L
シアン化合物	1mg/L	1,1,1-トリクロロエタン	3mg/L
有機燐化合物 (パラチオン、メチルパラチオン、メチルジメトン及びEPNに限る。)	1mg/L	1,1,2-トリクロロエタン	0.06mg/L
鉛及びその化合物	0.1mg/L	1,3-ジクロロプロペン	0.02mg/L
六価クロム化合物	0.5mg/L	チウラム	0.06mg/L
砒素及びその化合物	0.1mg/L	シマジン	0.03mg/L
水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物	0.005mg/L	チオベンカルブ	0.2mg/L
アルキル水銀化合物	検出されないこと	ベンゼン	0.1mg/L
ポリ塩化ビフェニル	0.003mg/L	セレン及びその化合物	0.1mg/L
トリクロロエチレン	0.3mg/L	ほう素及びその化合物	海域以外 10mg/L 海域 230mg/L
テトラクロロエチレン	0.1mg/L	ふっ素及びその化合物	海域以外 8mg/L 海域 15mg/L
ジクロロメタン	0.2mg/L	アンモニア、アンモニウム化合物、亜硝酸化合物及び硝酸化合物	(*)100mg/L
四塩化炭素	0.02mg/L	1,4-ジオキサン	0.5mg/L
1,2-ジクロロエタン	0.04mg/L		
1,1-ジクロロエチレン	1mg/L		

(*) アンモニア性窒素に0.4を乗じたもの、亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素の合計量。

Takashi Kusui 23

環境工学科補井研究室 「生物応答を用いた水の安全性評価」

生活環境の保全に関する環境基準 (生活環境項目): 河川(湖沼を除く)

項目 類型	水生生物の生息 状況の適応性	基準値		
		全亜鉛	ノニルフェノール	直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩
生物A	イワナ、サケマス等比較的低温域を好む水生生物及びこれらの親生物が生息する水域	0.03mg/L 以下	0.001mg/L以下	0.03mg/L以下
生物特A	生物Aの水域のうち、生物Aの種に特化する水生生物の生息域(繁殖域)又は幼体種の生育域として特に保全が必要な水域	0.03mg/L 以下	0.0006mg/L以下	0.02mg/L以下
生物B	コイ、フナ等比較的低温域を好む水生生物及びこれらの親生物が生息する水域	0.03mg/L 以下	0.002mg/L以下	0.05mg/L以下
生物特B	生物A又は生物Bの水域のうち、生物Bの種に特化する水生生物の生息域(繁殖域)又は幼体種の生育域として特に保全が必要な水域	0.03mg/L 以下	0.002mg/L以下	0.04mg/L以下

Takashi Kusui 24