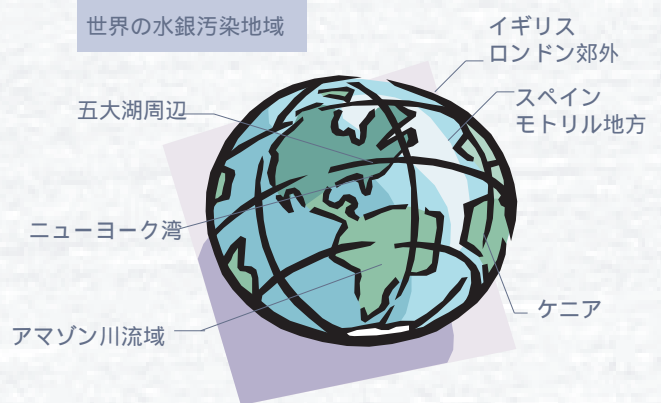


# 水銀環境汚染とバイオレメディエーション

九州大学大学院農学研究院生物機能科学部門発酵化学分野

## 0. 水銀による環境汚染について

メチル水銀に代表される水銀化合物は、毒性が高く、世界中で環境を汚染しています。我が国では、四大公害の一つとして知られる水俣湾の水銀汚染が深刻な問題となりました。水俣のような惨禍を繰り返さないためにも一刻も早い水銀汚染環境の浄化が必要とされています。



## 1. 水銀の諸性質

### 1-1 化学式・構造式

無機水銀：金属水銀  $Hg$ 、第一水銀塩  $Hg_2^{2+}$ 、第二水銀塩  $Hg^{2+}$  など  
 有機水銀：メチル水銀  $CH_3-Hg$ 、酢酸フェニル水銀  $C_6H_5-Hg-OCOCH_3$  など  
 無機水銀と有機水銀の総量を総水銀といいます。

### 1-2 性質

外観：常温で液体の金属、銀白色の重い液体  
 融点：38.88、沸点：356.7

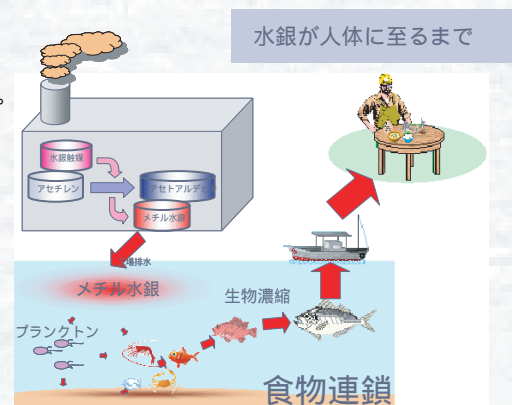
### 1-3 用途

触媒、貴金属精製、乾電池、水銀灯、計器（寒暖計、気圧計）、医薬、農薬など

## 3. 毒性と生物濃縮

有機水銀：中枢神経系に作用し、視野狭窄、難聴、言語障害、知的障害などを起こす。皮膚や呼吸器を通して吸収。 **水俣病の原因物質**。  
 無機水銀：手指の振せん、腎障害など。

有機水銀は毒性が高く、**生物濃縮**によって濃縮されるためごく低濃度の汚染でも生態系に多大な被害をもたらします。



## 4. 環境基準・規制

水質環境基準 0.0005mg/以下

基準は総水銀量です。有機水銀の基準は「検出されないこと」となっています。

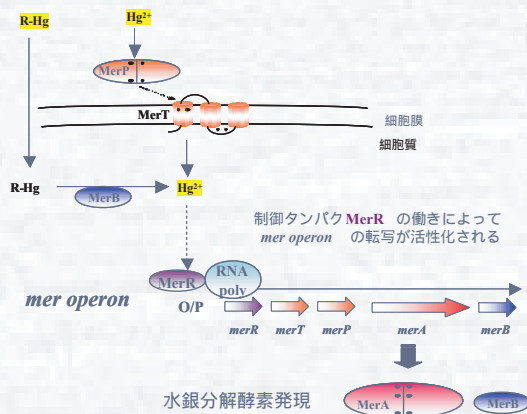
## 5. 従来の水銀浄化方法

従来の水銀汚染土壌の処理は、水銀の沸点以上の温度で気化回収する方法が一般的です。1t当たり10万円以上の費用がかかります。

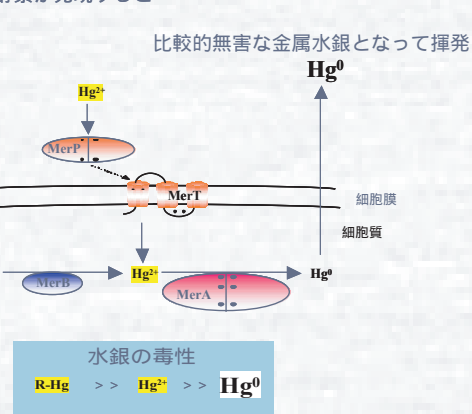
## 6. 水銀浄化を行う細菌とその生分解機構

環境中に放出された水銀化合物は水銀耐性細菌によって無害化されます。水銀耐性細菌は様々な水銀化合物を細胞内へと取り込み、金属水銀へと変換します。この金属水銀は比較的無害で自発的に菌体外へ揮発・拡散します。また、この水銀の分解（無害化）機構は遺伝子レベルで制御が行われています。水銀耐性細菌は、菌体内に存在する無機水銀センサータンパク質により、菌体内に入ってきた水銀を速やかに感知し、水銀分解機構をコードする遺伝子群（merオペロン）を活性化します。

### 1. 有害な水銀化合物が菌体内にはいると・・・



### 2. 水銀分解酵素が発現すると・・・



水銀分解細菌は、MerP、MerTなどの水銀輸送タンパクにより、菌体外の水銀を積極的に取り込み環境を浄化します。

## 7. 研究動向

国立水俣病研究所・九州大学・九州産業大学 *Pseudoalteromonas haloplanktis* M-1株

水俣湾底質（ヘドロ）中の硫化水銀を水俣湾由来水銀分解細菌の作用により、水銀蒸気に変換し、除去する方法を開発しました。水俣湾底質中の水銀の大多数は、難分解性の硫化水銀であることが知られています。この底質中の硫化水銀に化学処理を施した後、水俣湾由来の水銀分解細菌を用いて浄化を行いました。この実験の結果、約6時間という短い時間で75%の水銀を除去することに成功しました。