

[様式2]

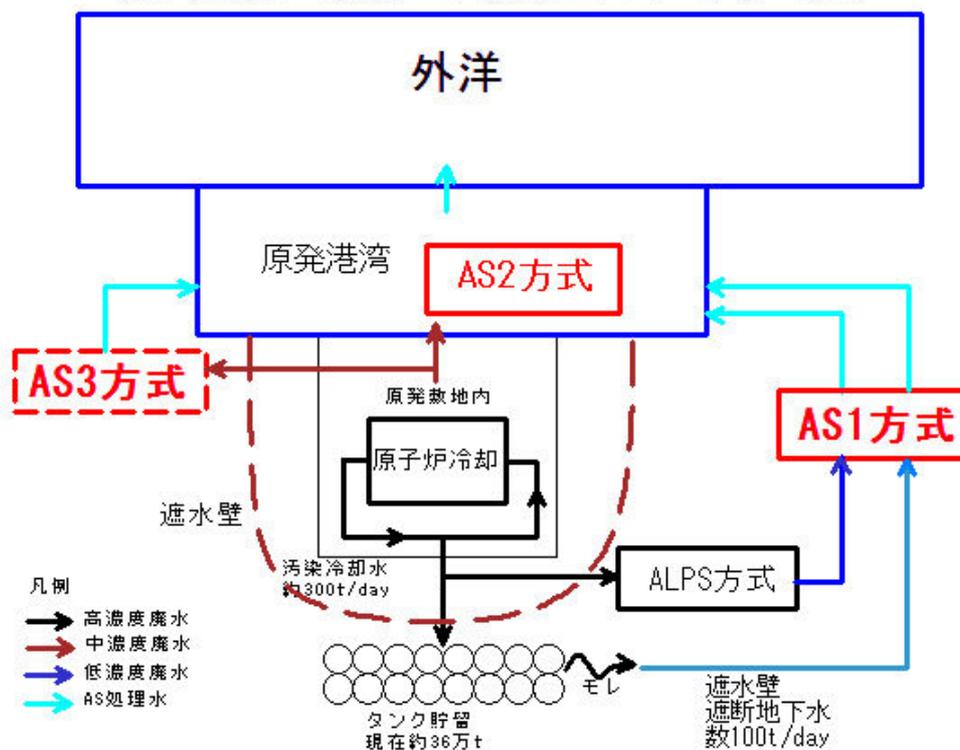
御提案書	
技術分野	②および③
御提案件名	好気性微生物処理で最終処理を行うことによる除染
御提案者	(株)小川環境研究所 小川尊夫

## 1. 技術等の概要

・具体的な方法は以下の3つで除染する。

- ①低濃度用の活性汚泥処理装置を作って、ALPSで処理した水（および低レベル放射性排水）を、さらに浄化して、港湾内に放流する。（AS1方式）
- ②港湾内をプランクトン培養槽にして、食物連鎖で港湾内を除染する。（AS2方式）
- ③中濃度用の活性汚泥を作って、トレンチなど構内の高濃度汚染水で汚染された地下水を処理し、汚染水が海に流れこまないようする。（AS3方式）

## 好気性微生物処理の適用



・ AS1方式：低濃度用の活性汚泥処理装置

- ◎低濃度用の活性汚泥では、セシウムやストロンチウムは、ほぼ完全に取れるはず。
- ◎トリチウムは、活性汚泥である程度除去できると思うが、具体的なデータがないので、除去率がどの程度になるかわからない。
- ◎低濃度排水の活性汚泥処理は、高浜原発で実績があり、実施にはほとんど問題ない。

- AS2 方式：プランクトン培養槽

- ◎原発前の長方形の部分に、栄養物と酸素を添加して、プランクトンと小さな魚介類を大量発生させる。外側の港湾内には、適当な中型の魚を育て、シルトフェンスを通過する小さな魚介類を捕食させ、中型魚に放射性物質を蓄積濃縮させ、捕獲して除染。
- ◎プランクトン培養槽は、閉鎖構造にはできない。シルトフェンスでは、魚介類の移動を完全にはブロックできないので、プランクトン培養槽の運用と汚染魚の拡散防止には、漁協の協力が欠かせない。

- AS3 方式：中濃度用の活性汚泥処理装置

- ◎トレンチなどからの漏れ出しを防止するためには、地下水位に合わせて汚染された地下水をくみ上げる必要があり、やや濃度の高い多量の汚染水が発生するはず。
- ◎やや濃度の高い多量の汚染水の処理は、吸着方式より生物処理のほうが断然有利。
- ◎活性汚泥でどこまで高濃度の排水が処理できるか、現時点では不明だが、微生物の「環境適応能力」は非常に大きく、かなりの高濃度排水を処理できる可能性がある。

- 廃棄物等

- ◎低濃度用活性汚泥 600t/day 処理の場合、廃棄物量（余剰汚泥）は脱水状態で約 0.5t/day 発生するが、汚染魚の処分が同時にできることを考慮すれば、決して多くない。  
(参考：ALPS の廃棄物量は約 6m<sup>3</sup> の容器 1.5 本/day)

- 好気性微生物処理で最終処理をする効用

- ◎好気性微生物処理の運転には、栄養源が必要で、汚染魚の拡散防止で捕獲した魚介類を栄養源とすれば、合理的。プランクトン培養槽の運用と合わせて、被害者である漁協と一緒にやって除染ができることの意義は大きい。
- ◎ALPS 処理水を希釈して外洋に流すのは、「有害だから希釈」の風評危険性があり、漁協と合意は難しいと思われる。「好気性微生物処理で、ALPS 処理水をさらに処理するとともに、微生物が正常であることを確認することで安全を担保して港湾内に流し、港湾内はプランクトン培養槽で除染する」、ことで海に流す合意を得るのが、適切と考える。
- ◎港湾内の汚染魚のデータを、積極的に公開する。データは除染効果と食物連鎖サイクルが短くなることで、必ず良くなるはず。港湾内の魚介類でさえこの程度ということ、港湾内の魚介類は捕獲され外洋には拡散しない、ということがわかれば、風評被害はなくなるはず。

- 強調したい点

「汚染水を、環境に排出するには、人間と同じ酸素を必要とする微生物を使う好気性微生物処理を通すべき」、というのが、基本的な考えです。  
安全が、全て科学的に証明できることばかりではないので、「好気性微生物処理で最終処理を行う」とことで漠然とした不安をできる限り解消することが必要と考えます。

## 2. 備考

### ・開発・実用化の状況

#### ◎ (AS1 方式) 低濃度用の活性汚泥での放射性物質の除去

高浜原発の処理装置納入業者の三菱重工の技術レポート（三菱重工技報 Vol43 No.4 : 2006）に、Co-60 の除去データが記載されており、それによると、入口 Co-60 濃度 50～800Bq/L に対し、出口 Co-60 濃度 4Bq/L 程度で、除去率 98%以上である。セシウム・ストロンチウムについては記載がないが、その化学的性質から除去できると推定する。

（弊社では入手できないが、高浜原発には詳細な運転データがあるはず）

高浜原発の活性汚泥流入排水の Co-60 濃度は 50～800Bq/L、ALPS 処理水の Co-60 濃度は 200Bq/L 以下であり、且つ活性汚泥の許容放射線レベルは十分余裕があるので処理は可能と推定できる。

ALPS 処理水での除去データは、放射性排水を扱える場所・施設があれば、すぐにでもラボテストでの実証は可能である。また活性汚泥は汎用装置なので、実機へのスケールアップの問題はほとんどない。

◎ (AS2方式) プランクトン培養槽での除去

港湾内の汚染魚のCs濃度実測データ(東電資料) = 100~740,000 Bq/kg程度で、アイナメ等高蓄積魚の平均Cs濃度を略30,000Bq/kg =  $0.03 \times 10^6$  Bq/kgとして、港湾内3号機取水口(シルトフェンス内)のCs濃度  $\approx 100$  Bq/L、港湾内に流入する汚染地下水量推定 = 300 t/day とすれば、流入Cs量  $\approx 30 \times 10^6$  Bq/dayとなるので、汚染魚を約1 ton/day捕獲除去すれば、流入Cs量を除去できる計算。

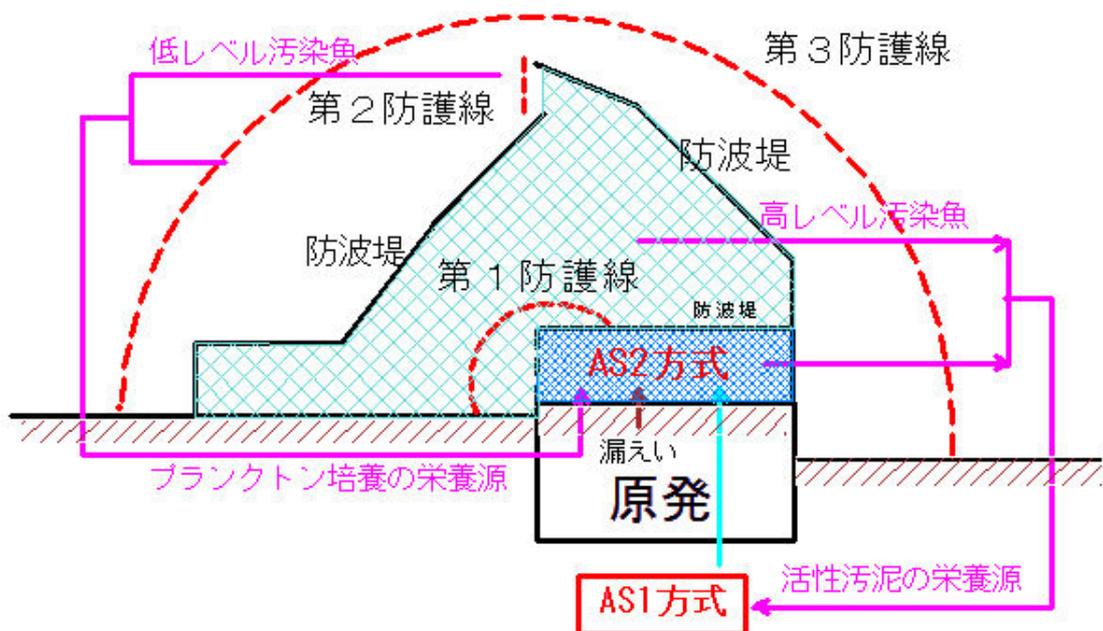
養魚密度を1.5 kg/m<sup>3</sup>(ブリ養殖の場合は7 kg/m<sup>3</sup>)として、原発直前の長方形の部分の容量  $\approx 330,000$  m<sup>3</sup>なので、約500 tonの小魚養魚が可能であり、港湾全体容量  $\approx 1,600,000$  m<sup>3</sup>で、1 ton/day程度の中型汚染魚の捕獲除去は十分可能と推定。

1 ton/dayの汚染魚は、低濃度用の活性汚泥(AS1方式:排水処理量600 t/day)に必要な栄養源の量と同程度で、捕獲除去した汚染魚は、全量栄養源として活用できる。また汚染魚から持ち込まれるCs量  $\approx 30 \times 10^6$  Bq/dayは、排水量600 t/dayに対し、Cs濃度  $\approx 50$  Bq/Lなので、低濃度用の活性汚泥で阻害なく処理でき、より高濃度に濃縮された廃棄物(余剰汚泥)として、系外に除去できる。

また、プランクトン培養槽の運転に必要な栄養源は、拡散防止のため港湾外で捕獲した汚染の微量な魚介類(推定約2 ton/day)を破碎してミルク状にしたものを供給することで、汚染魚の拡散防止→プランクトン培養槽(AS2)→港湾内高濃縮魚捕獲回収→低濃度活性汚泥(AS1)→余剰汚泥として廃棄物保管、の除染サイクルができる。

### プランクトン培養槽の運転

- ① 港湾内の魚種・量の管理
- ② 港湾内の汚染魚の捕獲
- ③ 汚染魚の外洋への拡散防止



◎ (AS3 方式) 中濃度活性汚泥で、もっと高濃度の排水が処理できる可能性

三菱重工のレポート (三菱重工技報 Vol43 No.4 : 2006) に、 $\gamma$  線照射テストのデータがあり、 $\gamma$  線に対する微生物の耐性は、吸収線量が 600Gy までは汚泥の有機物分解速度 (活性) は一定であり、600Gy 以上になる影響を受けて活性が低下していき、約 5000Gy で活性が 0 となるデータと、汚泥の増殖滞留条件から、汚泥が受ける吸収線量は 0.06Gy であること、が記載されている。

このデータから、該当排水の入口放射線レベル (約 200 Bq/L) の約 10,000 倍の濃度の放射性排水まで処理可能の計算になる。

$\beta$  線の照射データは記載なしだが、 $\gamma$  線のデータから、かなりの高濃度の処理ができる可能性がある。

三菱重工の活性汚泥 (MBR) は、担体を使って、廃棄物量を少なくする運転法であるが、より高濃度排水を処理する観点からは、汚泥増殖量を多くする運転法の方が単位微生物量あたりの吸収線量が小さくなるので有利 (推定 5 倍程度) になる。

また、より高濃度放射性排水処理は、化学廃水でときどき見られる阻害性物質混入排水を処理する活性汚泥と類似の挙動をすると推定され、汚泥の活性を管理しながら、順次濃度の高い排水で、汚泥を馴養することで、より耐性の強い活性汚泥ができると思われる。

中濃度用活性汚泥は、MLSS 中の放射性物質濃度が高くなるので、処理水に SS の流出がない膜分離活性汚泥 (MBR)、または活性汚泥処理水をさらに凝集沈殿する方式が適切。

運転管理は、汚泥が放射性物質で阻害を受ける可能性があるが、汚泥の活性を連続測定管理することで、安全に維持管理ができる。

・開発・実用化に向けた課題・留意点

◎活性汚泥装置自体は、下水処理で広く用いられており、設備化は全く問題ない。

低濃度用は、処理水量 600 t/day 規模で、曝気槽容量 1,000m<sup>3</sup>、沈殿槽 300m<sup>3</sup> 程度。  
設備費は 3 億円程度か。

中濃度用は、活性汚泥+膜処理が適当で、現時点では、トレンチからのモレ出し防止で、どの程度の地下水の処理が必要になるか不明だが、地下水量から推察し 200~300t/day とすれば、設備費は 2 億円程度か。

◎プランクトン培養槽は、装置的にはヘドロで汚れた海の再生方法と同様で問題ない。  
設備費は 1 億円程度と推定。

運用方法は、餌とプランクトンのバランス、プランクトンの質と量の管理、小魚の種類、量の管理、中型魚の選定（濃縮度の大的魚種、港湾内からでない性質の魚）等々、試行錯誤しながらの効率的な運用が必要。汚染魚の拡散防止方法（捕獲回収）などとともに、運用の主体的部分を漁協に委託することがベストと考える。

・その他

◎約 10 分間のビデオに提言内容をまとめてあるので参照願いたい  
(DVD およびビデオ内容：資料-2)