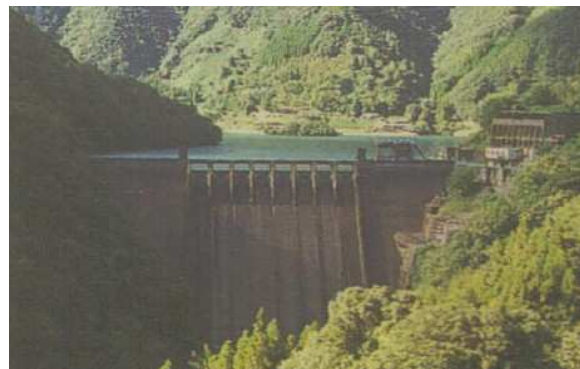


Key Issues: 水質
気候区分: 温帯湿潤気候 (Cf)
主題: 淡水赤潮処理船の開発
効果: 淡水赤潮発生の小規模・短期間化
プロジェクト名: 塚原ダム
国: 日本、宮崎県 (アジア)
GP実施機関: 九州電力株式会社
GP実施期間: 1992 ~
キーワード: 淡水赤潮, 紫外線照射, 自動制御システム



要旨:

九州電力(株)では、紫外線照射により赤潮細胞を殺藻する淡水赤潮処理船の開発に成功した。本処理船は塚原ダム貯水池で稼働しているが、赤潮の密度に対応して紫外線照射時間を調整する自動制御システムを搭載しているため、ほぼ 100%の殺藻率を得ることができる。

1. プロジェクトの概要

塚原ダムは宮崎県の山間部に位置する耳川に建設された発電用コンクリート重力式のダムで、総貯水容量は $34,326 \times 10^3 \text{ m}^3$ であり、1938 年に当時の土木技術の粋を集めて建造された九州初の本格的発電専用ダムである。塚原ダムの位置図を図 - 1 に、塚原ダム貯水池の諸元を表 - 1 に示す。



図 - 1 塚原ダム位置図

2. プロジェクト地域の特徴

塚原ダムを抱える耳川は、九州山脈に源を発し、上流に 2 ダム、下流に 3 ダムと数多くのダムが連なり、九州のダムのメッカとなっている。中でも最上流に位置する上椎葉ダムは 1955 年に建設された日本初のアーチ式ダムである。塚原ダムはこの上椎葉ダムに次ぐ規模である。塚原ダムの上流域は、耕地は 1 % 未満で、95 % 余りが山林原野で占められており、4,500 人程度の集落がある。

3. 主要な影響

塚原ダム貯水池における赤潮の発生開始時期は明確ではないが、1970 年後半より発生が確認されており、1990 年前後ではほぼ毎年発生が認められていた。赤潮は春季及び秋季を中心に発生し、主として貯水池上流端に観察され、発生が顕著になると貯水池全体に分布するようになる。赤潮形成種は渦鞭毛藻類の *Peridinium bipes* である。赤潮発生による直接的障害はほとんどなく、湖面変色による景観障害が中心である。湖面を違和感の大きい色相に変色させたり、湖水に異臭を発することがある淡水赤潮は親水性の面で障害となり、その除去対策の確立が求められていた。そこで、曝気循環や回収処理、オゾン処理等といった処理方法の検討を行った結果、上水道等の水質浄化に利用されている紫外線照射法に着目し、紫外線照射により赤潮細胞を殺藻する淡水赤潮処理船(図 - 2)を開発するに至った。塚原ダム貯水池において主に発生する *Peridinium bipes* の増殖温度特性、制限栄

表 - 1 塚原ダム貯水池諸元

項 目	緒 元
ダム形式	コンクリート重力式
竣工年	1938年
ダム堤長×高さ	215.00×87.00 m
流域面積	410.6 km ²
湛水面積	1.14 km ²
総貯水容量	34,326,000 m ³
有効貯水容量	19,555,000 m ³
平均水深	26.01 m
湖水交換回数	約40回 / 年

養塩培養実験ならびに貯水池の湖水流動，シスト発芽量の分布，プランクトンおよび水質分布調査などを行った結果，塚原ダム貯水池における淡水赤潮の発生は高濃度の栄養塩の供給でプランクトンが異常増殖する，いわゆる富栄養化によるものではなく，淡水赤潮の種場としての安定したシスト集積域が形成されていること，



図 - 2 赤潮処理船

走光性による赤潮細胞の表層への集積及び吹送流等による湖水流動に伴う貯水池上流端への

赤潮細胞の集積機構があること，これらの作用による貯水池上流端における *Peridinium* の連続培養系が成り立っていることなどが淡水赤潮の発生要因になっているものと推定された。

4. 影響緩和策

上記の結果に基づき，既存の文献，実例などを参考に塚原ダム貯水池における最適な淡水赤潮除去対策法の選定を行った結果，経済性，処理量及び新規性などから判断して紫外線照射法を選定した。紫外線処理装置については，風向き等により赤潮の集積部が移動すること，塚原ダム貯水池ではしばしば大規模な出水があることなどから，移動処理船型に決定した。

次に，現場メソコズムによる実験を実施し処理の効果を確認したところ，紫外線処理区では2日後にはすべての細胞が死亡沈降し，その後処理を停止しても赤潮細胞の遊泳は認められなかった。実験は1989年11月から1993年3月まで実施された。また，紫外線照射量と *Peridinium bipes* 細胞の殺藻率との関係を明らかにするために紫外線処理室内実験を行った結果，殺藻に必要な最少紫外線照射量は $2,400 \mu W/cm^2$ ，45秒の条件であった。

以上の条件を考慮し1993年3月に開発された淡水赤潮処理船は，長さ約12.3m，幅3.6mの双胴船状の構造で，船体の中央部には直径0.6mの円筒状の処理管を2本有する。赤潮処理時は処理管を水中に浸漬させ，前方より赤潮を吸引導入し，木の葉等のゴミを分離した後，処理管内に設置した紫外線ランプ（主波長253.7nm）40本により紫外線処理を行う。

本処理船の淡水赤潮に対する殺藻能力は，湖水1・中の赤潮細胞数が10,000細胞以上の場合，50秒以上の処理管内滞留時間（紫外線照射時間）で90%以上の殺藻率である。赤潮細胞数が5,000～10,000cells/・では30秒以上で95%以上，赤潮細胞数が5,000cells/・未満では20秒以上でほぼ100%の殺藻率である。処理後の赤潮細胞の多くは運動を停止し，沈降分解する。

本処理船の特徴として，淡水赤潮の細胞数と処理時間及びその殺藻率のデータに基づき，濁度を指標に湖水中の淡水赤潮細胞数を推定し，処理管内の水中モーターの回転数を制御するシステム，つまり赤潮細胞密度に対応し紫外線照射時間を調整し，安定した殺藻率を得る自動制御システムを装備していることが挙げられる。赤潮処理自動制御システムの概要図を図-3に示す。

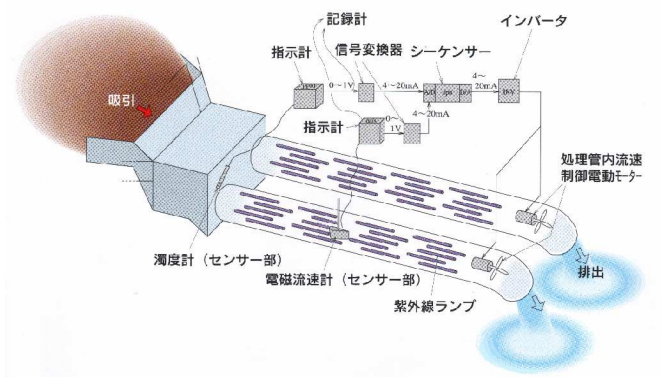


図 - 3 赤潮処理自動制御システム

5. 影響緩和策の効果

赤潮処理船に赤潮処理制御システムを導入したことにより、湖水中の赤潮細胞数の急激な変化があっても、紫外線量と淡水赤潮の殺藻率のデータに基づき紫外線処理時間を自動的に調節し、ほぼ 99% 以上の殺藻率を得ることが可能となった。本処理船の最大処理水量は約 800m³/h であり、当ダム貯水池において 20,000m² 程度の淡水赤潮発生水域であれば 5 時間程度の処理で淡水赤潮の消失が観察された。赤潮処理状況を図 - 4 に示す。1992 年以降、淡水赤潮発生初期に処理を繰り返すことにより、従来より淡水赤潮の発生を小規模、短期間に抑えることができた。

6. 成功の理由

成功の理由としては、以下の項目が挙げられる。

他の処理法と比較するとイニシャルコストが少なく
処理量が大い

薬品処理等と比較して二次的な環境汚染を引き起こす物質を排出しない

水面近くに集積する植物プランクトンの殺藻能力が高い

双胴船形式をとり、高速で広範囲の水域を移動できる

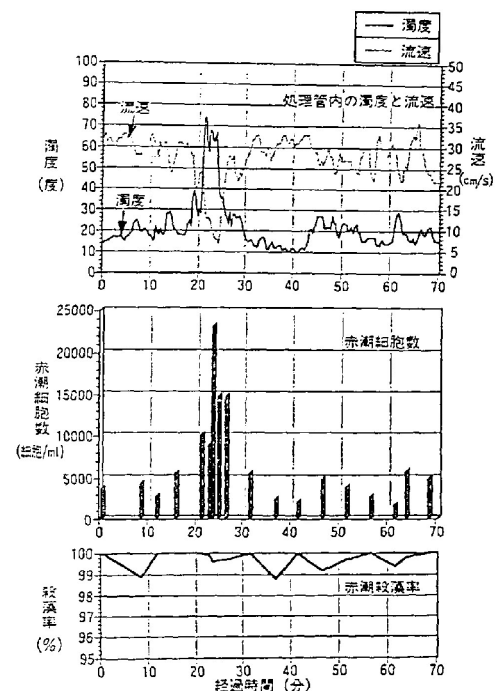


図 - 4 赤潮処理状況

7. 第三者のコメント

電気新聞 (1997.7.17) 掲載

「従来から行われているろ過法と比べると費用も大幅に安く、十数倍の処理能力を持っている。他に例のないユニークな開発として引き合いや問い合わせも多く、同じ悩みを持つ電力会社はもとより、官庁や県などの自治体、韓国やイスラエルなど海外からも問い合わせが来ている」

8. 詳細情報の入手先等

● References

- 1) Johichiro TANO, Masahiko SASAKI, Yasushi ISERI: Treatment of fresh water red tide in reservoirs by UV radiation, Electric Power Civil Engineering, No.239, 1992
なお、上記論文は平成 4 年度「電力土木技術協会高橋賞」を受賞した。
- 2) Yasushi ISERI, Zenichiro KAWABATA, Kenji FUJIMOTO, Michiharu ITOU: Suppression Algal Bloom by Ultraviolet Radiation, 用水と廃水, Vol.38, No.4, 1996

● Inquiries

Technical and Environmental Service Group, Civil Engineering Dept.
Kyushu Electric Power Co., Inc
Address: 2-1-82, Watanabe-dori, Chuo-ku, Fukuoka, 810-8720 Japan
Tel : +81-92-761-3031
Fax : +81-92-771-9541
E-mail : tatsuru_mizokami@kyuden.co.jp
<http://www.kyuden.co.jp>