

紫外線照射による淡水赤潮処理法の開発について

九州電力㈱ 正会員 ○甲斐睦隆, 廣瀧岩雄, 伊東通陽

1. まえがき

九州電力㈱所有の塚原貯水池(宮崎県東臼杵郡諸塚村)では、昭和50年代当初から淡水赤潮の発生が見られ、50年代後半には、貯水池全域でその傾向が見られるようになった。特に春季には、湖面の大部分を赤褐色に変色させるほどの濃密な赤潮が発生し、景観上の障害となっている。

現在、各地のダム湖で発生する淡水赤潮の解明研究がなされており、赤潮を形成しているプランクトンはほとんどの場合渦鞭毛藻のペリディニウム属の一種で、比較的富栄養化の進行していない水域に発生すること等が明らかになっている。しかし、赤潮の発生要因については、ペリディニウムの走光性による鉛直移動吹送流等の湖水の流動、シストの形成、栄養塩濃度が密接に関係していることが報告されているものの、未だ明確な発生機構の解明はなされていない。

当社は、昭和63年より、ダム湖の水質及びプランクトン調査等を実施し、その発生機構及び対策手法に関する研究を行っている。本報告は、当社が開発した紫外線照射による淡水赤潮処理法について紹介するものである。

2. 塚原貯水池の現況について

平成3年の水質調査結果によると、塚原貯水池は中栄養水域と判断され、底質調査では全国ダム湖平均値と同レベルの値であった。また、生物相調査によると、出現種は一般的に湖沼でみられる種類であり、緑藻のセレナストラムを用いたAGP試験でも、中栄養と評価されている。

3. 塚原貯水池における淡水赤潮の発生機構

赤潮発生は、培養試験及び現地調査から、次の各段階を通じて引き起こされるものと推察される。

初春に淡水赤潮の増殖に適した水温になると、湖底に休眠していたシストが発芽し栄養細胞となり、正の走光性により表層に遊泳する。表層に達した栄養細胞は、湖水流動による上流域への移送により濃縮され、赤潮を形成(集積機構)する。上流域では、流入水によるリン成分等の連続的な栄養塩の供給があり、さらに栄養細胞は増殖し、赤潮が大規模となる。栄養塩が涸渇したり水温が低下する等、増殖に不適な環境になると、乾燥や温度変化に耐性のあるシストを形成し、湖底に沈降し休眠する。

塚原貯水池の赤潮は、主として気象条件により左右され、天候が安定し、成層が形成される時期に大量に発生し、降雨時や強風時等により湖面が攪乱される時期には、赤潮が分散し目立たなくなる。

また、出水時のゲート放流で表層の湖水が放流された後は、赤潮発生が減少する。

4. 対策検討

(1)対策法の選定

淡水赤潮の除去対策としては、選択取水法、ろ過回収法、凝集剤、殺藻剤等の薬剤散布法、揚水筒、噴水による湖水循環法等が考えられるが、抜本的な対策は確立されていないのが現状である。本研究では、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、既存の実験例がほとんどない紫外線・オゾン殺藻法で、その除去効果を確認することとした。

(2)現場による水槽実験

現場水域に水槽を設置し、無処理、紫外線・オゾン併用処理、オゾン処理、紫外線灯鉛直設置曝気処理及び紫外線水平設置処理の5ケースについて10~23日間の処理実験を行った。処理は原則として連続処理であるが、処理後の赤潮細胞再生を確認するために、連続処理を停止するケースも設けた。

その結果、図-1に示すとおり、オゾン処理のみでは一端除去された細胞が蘇生しているのに対して、紫外線処理は処理停止後も細胞が蘇生していない。このことから、最も設備が単純な紫外線照射のみでも十分

赤潮除去に効果があることが判った。

(3) 紫外線処理室内実験

赤潮除去を経済的かつ効率的に行うためには短時間に低線量の紫外線照射を行い、赤潮細胞を死亡させることが望ましいことから、紫外線照射と赤潮細胞死亡の関係を明らかにするため紫外線照射時間を連続照射と一定時間照射のケースに分け、紫外線強度を7段階に設定し室内実験を行った。

経過時間及び経過日数と死亡率を表した結果を図-2に示す。

図-2から、短時間のエネルギー量で全細胞を死亡させるには照射エネルギーが高いほうがよいが、時間に関係なく全細胞を死亡させるエネルギー量は、 $2,400 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 以上であればよいことが判る。

実験結果から、①赤潮細胞を100%死亡させる紫外線エネルギー量は、最小 $2,400 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ で、照射時間は45秒～1分である、②紫外線灯周囲の紫外線強度分布より、1～15分間処理を想定した場合には、紫外線灯表面から15～20cmの範囲が、有効であることが判った。

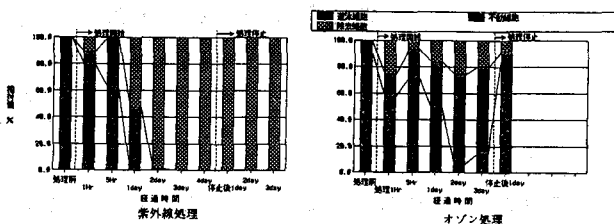


図-1 現場実験結果

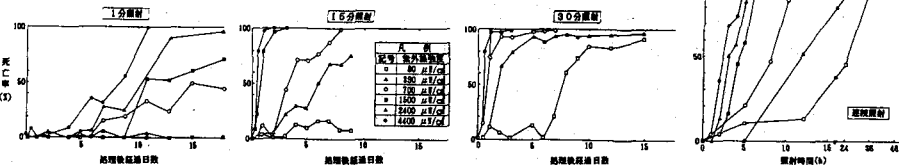


図-2 室内実験結果

5. 赤潮処理船による実験

以上の実験結果を踏まえ、赤潮細胞数別の紫外線処理時間を把握するため、図-3に示す処理船を製作し現地での処理実験を行った。処理船の船体中央部に設置された円筒状の流水管に、赤潮細胞数 $3,000 \sim 46,000$ 細胞/mlを含む原水を吸引し、紫外線処理時間 $8 \sim 105$ 秒の範囲で、約60ケースの処理を行っている。なお、流水管内には紫外線灯（主波長 253.7nm ）20本を室内実験結果をもとに設置した。以下に結果を述べる。

(1) 赤潮細胞 $10,000$ 細胞/ml以上

50秒以上処理で、90%前後の死亡率を示した。50秒未満になると、70%まで死亡率が低下するケースが認められる。

(2) " $5,000 \sim 10,000$ 細胞/ml

30秒以上処理で、95%以上の死亡率を示した。

(3) " $5,000$ 細胞/ml未満

20～90秒の範囲で、ほぼ100%の死亡率となった。

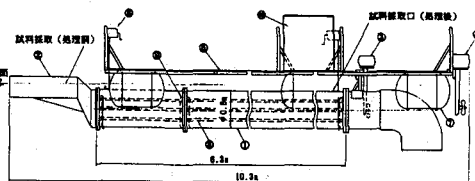


図-3 赤潮処理船断面図

6. 処理船の改良

処理船の実験により、赤潮発生レベルに応じて処理水量を調節することが、効率的な赤潮処理に有効であることが判明した。また、濁度と赤潮細胞数の関係を求めたところ、良好な相関関係が認められたので濁度を指標として赤潮発生レベルを推定し、処理水量を調整する方法が可能となった。

このため、濁度計、電磁流速計、管内流速の自動制御装置等を取付け改良を行った。

7. あとがき

今後は、本システムの赤潮処理能力を明確にするため、今回の処理状況をふまえて赤潮処理前後の細胞の分布変化や除去効果の評価、処理操作の効率化を図るための湖岸の整備、けい船設備の設置、赤潮発生レベルに対応する処理量自動制御システムの向上等について検討を行う予定である。

なお、本方式は赤潮の回収は行わず、処理後の赤潮細胞を湖水に還元する機構となっており、従来のろ過やプランクトンネットを用いた回収法と比較して、処理量の増大が見込まれる。

実用化にあたっては、ダム湖水影響への影響評価も並行して実施する計画である。