

分画フェンスによる淡水赤潮対策について

坂井田 輝

独立行政法人 水資源機構 池田総合管理所 新宮ダム管理所（〒799-0301 愛媛県四国中央市新宮町馬立 1144）

淡水赤潮は貯水池の水面を赤色や黄褐色に変色する現象であり、水資源機構が管理しているダムで発生している淡水赤潮の多くは *Peridinium* 属が原因種である。淡水赤潮発生の対策の一つとしてこれまでもいくつかの手法が試みられているが、未だ確固たる対策手法は確立されていない。本稿では、*Peridinium* 属による淡水赤潮に関わるこれまでの知見を総括するとともに、対象種である *Peridinium* 属の休眠細胞（シスト）に着目した新たな分画フェンス応用による淡水赤潮対策について報告する。

キーワード：淡水赤潮、*Peridinium* 属、シスト、分画フェンス

1. はじめに

淡水赤潮とは、大量発生した植物プランクトンが集積して、湖面が赤～黄褐色に変色する現象であり、貯水池の景観悪化の原因となっている。淡水赤潮の最も代表的な原因種として渦鞭毛藻類 *Peridinium* 属が挙げられる。水資源機構（以下機構という）の管理するダムで生じている淡水赤潮も *Peridinium* 属が原因種であることが多い。

池田総合管理所が管理するダムのうち、早明浦ダム、新宮ダム、富郷ダムで毎年のように *Peridinium* 属による淡水赤潮が発生している。抑制対策として、過去に表層取水による貯水池の水温上昇抑制¹⁾ や紫外線による殺藻装置²⁾ などが考案、実施された例はあるが、効果が不明瞭であったり、費用対効果の課題がある。

2. 池田総合管理所での淡水赤潮発生状況

(1) 早明浦ダムにおける淡水赤潮の発生状況

早明浦ダムは昭和 50 年 4 月に管理を開始したダムである。淡水赤潮の発生時期は、夏季よりも 11 月～1 月に発生するケースが多い。また、発生箇所はダムサイトから 10km 以上上流で発生するケースが多く、地元からの景観障害の苦情を受けている。

(2) 富郷ダムにおける淡水赤潮の発生状況

富郷ダムは平成 13 年 4 月に管理を開始したダムであり、管理開始の年より淡水赤潮が発生している。発生時期は夏季から秋季にかけて多く見られている。主に銅山川本川で発生を確認され、支川の葛川の流入部でもみられている。

3. 淡水赤潮の発生メカニズム

(1) *Peridinium* 属の生活史

Peridinium 属は渦鞭毛藻綱に属し、細胞の大きさが $15\sim60\times 10^{-6}\text{m}$ の植物プランクトンである。細胞はセルロースの殻で覆われており、鞭毛を有している³⁾。

Peridinium 属は図-1 に示すように無性生殖と有性生殖を行う生活環をとる。また、有性生殖により休眠細胞（シスト）を形成することがわかっている⁴⁾。

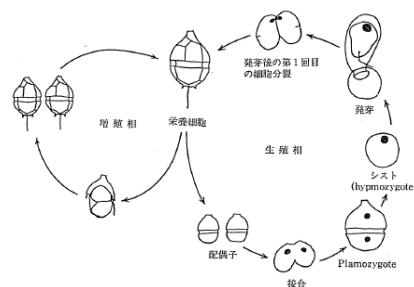


図-1 *Peridinium* 属の生活環 (門田⁴⁾, 1987)

(2) *Peridinium* 属の増殖特性

Peridinium 属の増殖速度はほかの植物プランクトンに比べて遅いことがわかっている⁵⁾。しかしながら、機構の管理しているダムにおいて *Peridinium* 属の発生状況をみると、多くのダムで年を追う毎に、指数関数的に出現細胞数が増加していることが確認されており、早明浦ダム、富郷ダムでも同様の傾向がみられている。このことから、前年の個体群の増殖が、次の年の増殖を加速させていることがうかがえる。

また、*Peridinium* 属は発生の最盛期にシストを形成するとされており⁴⁾、前世代にて形成されたシストが一斉に発芽することにより、発生初期の段階で他の植物プランクトンを圧倒しているものと考えられる。

(3) *Peridinium* 属の集積メカニズム

Peridinium 属は光を感知して、光に向かって遊泳する性質、すなわち走行性を持っている。そのため、日射のある日中は表層付近に集まり、光のない夜間は沈降することがわかっている。*Peridinium* 属による淡水赤潮は、その走行性に加えて、貯水池表層で生じる風送流、および河川流入に伴う連行流により貯水池上流に集積することが多い⁴⁾。

(4) シストの特性

シストは低水温下や無光層では発芽することができ

なく、有光層にあっても日中の水温上昇が遅れる水深においては発芽が遅れる⁶⁾。このことから、より深層にシストを沈めることができれば、シストの発芽を抑制し、結果として淡水赤潮発生を抑制できるものと考えられる。

4. 淡水赤潮対策分画フェンスのメカニズム

淡水赤潮対策の分画フェンスは貯水池の表層部を横断するように設置する止水性の幕であり、表層部における水の上下流方向の移動を遮るものである。従来の淡水赤潮対策の分画フェンスは、上流域で集積した淡水赤潮を上流域に隔離し、下流への拡散を防止するための対策であった。これに対して、本対策のメカニズムは、①水面付近に生じる連行流や吹送流による下流から上流への流れを止め、これまでの考え方とは全く逆に *Peridinium* 属の栄養細胞の上流方向に拡散を防止する。②水温躍層付近での上流から下流へ向かう流入水による流れを利用して、*Peridinium* 属の栄養細胞を下流に導き、形成されるシストを深層に沈降させる。③光の届かない深層ではシストの発芽に不適のため、*Peridinium* 属の競合力が失われて、最終的には淡水赤潮が消失する、というものである (図-2 右図)。

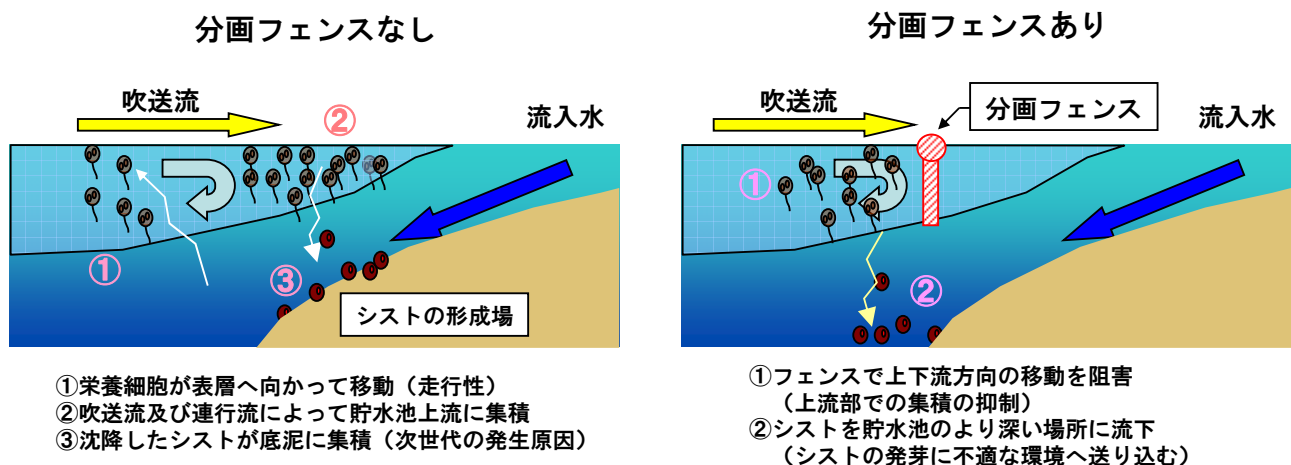


図-2 *Peridinium* 属の集積と分画フェンスのメカニズム (宗宮ら⁴⁾, 1995 より一部改変)

5. 早明浦ダムの淡水赤潮対策の実証実験計画

(1) 早明浦ダム実証実験の目的

早明浦ダムの貯水位の変動は、洪水期後に水位が緩やかに低下し2月頃に最も低くなり、その後雪解け水の流入等により水位が上昇する。また、梅雨、台風、渇水等の影響により、水位が上下するなど、年間を通じて貯水位が大きく変動している。そのため、早明浦ダムの実証実験では、水位の変動に応じながらフェンス設置位置を容易に変更できる手法について検討することに主眼をおいた。

(2) 分画フェンスの設置位置・形状

設置位置は、図-3に示すように吉野川、支川の瀬戸川のそれぞれ3箇所基礎を設置し、貯水位変動、発生箇所に応じて設置箇所を変更するものとする。

早明浦ダムではフェンスの移動を容易にするため、1mの深度の分画フェンスを設置することとし、貯水位が低下した場合には分画フェンスを下流側に移設することで貯水位変動に対応する(図-4)。

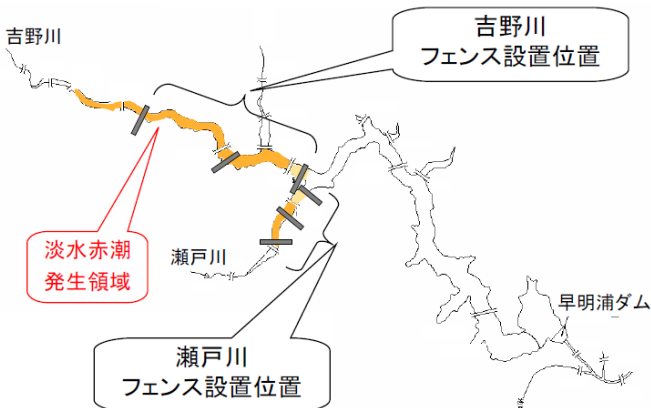


図-3 早明浦ダムの分画フェンスの設置予定位置

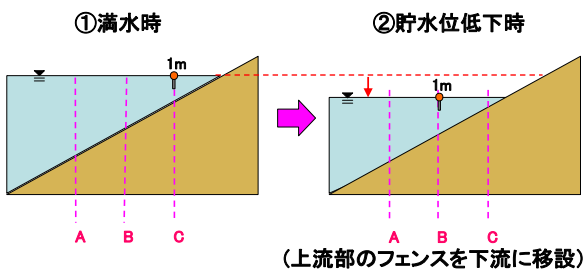


図-4 早明浦ダムにおける実験イメージ

6. 富郷ダムの淡水赤潮対策の実証実験計画

(1) 富郷ダム実証実験の目的

従来の分画フェンス対策は、上流から下流への流れを遮断する必要があったことから、フェンスの深さについては約5m以上としていた。それに対して本対策では、表面付近での下流から上流への流れは遮断するものの、直下層での上流から下流への流れを容認する必要があり、分画フェンスの最適深度については実証実験により確認する必要がある。

富郷ダム貯水池の水運用の特性として、年間を通じて比較的水位変動が小さいことが挙げられる。そこで、富郷ダムでの実証実験では、深度を5mまで可変できる構造のフェンスを設置して、本対策の最適深度を決定することに主眼をおいた。

(2) 分画フェンス設置位置

富郷ダムのフェンスの設置位置は、これまでの淡水赤潮発生の実績から、図-5のようにこの範囲において現地踏査を行った結果、貯水池護岸が急峻な箇所、分画フェンスを破損させる箇所を勘案して、設置位置を決定した。

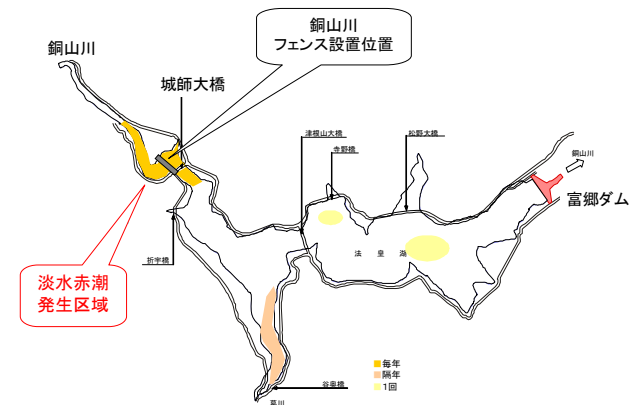


図-5 富郷ダムの分画フェンスの設置予定位置

(3) 分画フェンスの構造

富郷ダムにおいて使用する分画フェンスは、分画フェンスを最小限に折りたたむことが可能であり、フェンスベルトに固定したロープによりフェンス高を調節

する (図-6)。

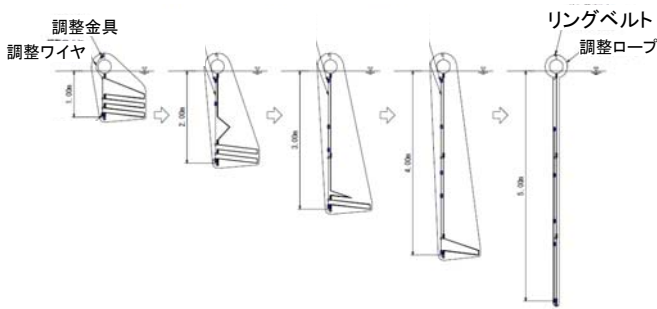


図-6 深度が調節可能なフェンスの構造

(4) 富郷ダムにおける実験イメージ

富郷ダムは比較的貯水位変動が小さいため、フェンスの深度調節のメカニズムを検証するのに適している。実験開始時はフェンスの深度を 1m としてモニタリングを行う。分画フェンスの上流側に淡水赤潮の集積が確認されない場合はその状態を継続してモニタリングを継続する。また、淡水赤潮の集積が確認された場合はフェンスの深度を 1m ずつ延長して最大 5m まで実験を継続する (図-7)。

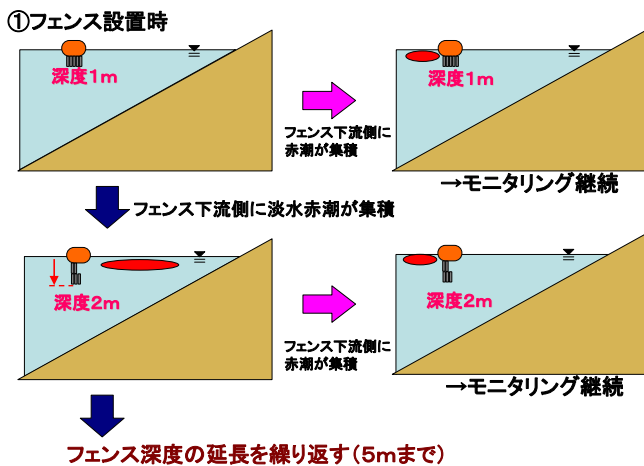


図-7 富郷ダムにおける実験のイメージ

7. おわりに

分画フェンスを用いた淡水赤潮対策は機構におけるダムでも導入されているが、いずれも当初の目的として、淡水赤潮の下流拡散防止を目的としたものであった。本稿で報告した分画フェンスは *Peridinium* 属の

シストに着目しており、今まで提案されていた対策とこれまでの機構の知見を合わせた新たな対策といえる。しかし、本対策の目的を達するために必要な最適なフェンス深度については知見がない。また、分画フェンスは水位変動が激しいダムでは維持管理に手間がかかるという難点もある。本実証実験では、淡水赤潮の抑制対策はもちろんのこと、これらの課題についても検討していく予定である。

分画フェンスのモニタリング調査はフェンスの深度の設定に加えて、*Peridinium* 属の栄養細胞の鉛直分布の変化を測定することが必要である。また、淡水赤潮発生前の定常状態および淡水赤潮発生時における貯水池内の流向流速を測定すると分画フェンス付近の濁度および植物プランクトンの優占種の調査を行うことで、淡水赤潮発生の状況を数値的に把握し、より詳細な対策効果のメカニズムを解明することが可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 高田利彦. 表面取水による神流湖の淡水赤潮の抑制. 水資源開発公団試験所, 1980
- 2) 井芹ら. 紫外線照射によるダム湖の淡水赤潮処理. 電力土木 239, 1992
- 3) 岸本直之. ダム貯水池に発生する淡水赤潮について. 環境衛生工学研究, 2001
- 4) 宗宮功, ダム湖赤潮発生機構と抑制対策に関する研究. ダム技術, 1995
- 5) 岸本ら. ダム貯水位に発生する *Peridinium* 淡水赤潮の発生要因に関する考察. 環境工学研究論文集.vol35, 1998
- 6) 田口勝也ら. 淡水赤潮の増殖と軽減に関する一考察. さいたま環境研究フォーラム資料.1997