

大迫ダムにおける淡水赤潮の発生状況と その対策

青木 栄秀

近畿農政局 南近畿土地改良調査管理事務所 大迫ダム管理所
(〒639-3603 奈良県吉野郡川上村北和田 615-5)

大迫ダムでは、近年淡水赤潮の発生が確認され景観上問題となり関係機関への対応に苦慮していることから、日常の管理データを用いて淡水赤潮の発生状況と発生時の環境条件を整理し、発生を抑制する方法を検討した。その結果、大迫ダムにおける対策として、淡水赤潮発生時期に貯水位を上げて淡水赤潮の発生場所を上流部へ導き、さらにその場所に分画フェンスを設け発生要因である植物プランクトンを沈めて湖底の流入水に乗せ、水温が低い湖底へ導きシスト化させて発芽を抑制する方法が考えられた。

キーワード 植物プランクトン, シスト, 水温, 貯水位, 分画フェンス

1. はじめに

大迫ダムは、図-1 の大迫ダム位置及び写真-1 の大迫ダム全景に示すように、奈良県南部の紀の川の最上流に位置するアーチ式コンクリートダムである。集水域には日本有数の多雨地域である大台ヶ原がある。

近年、写真-2 の赤潮の発生状況に示すように、貯水池において淡水赤潮の発生が確認されている。大迫ダムで淡水赤潮の原因となっている植物プランクトンであるペリディニウム属は、毒性が確認された事例はない¹⁾が、水面の色が赤色や黄褐色に見えるため景観上問題となり、下流漁協等関係機関への対応に苦慮していることから、その発生を抑制することが必要と考えている。

本稿では大迫ダムの淡水赤潮の発生状況及び発生時の環境条件を日常のダム観測データより整理し、その発生を抑制する方法について検討するものである。



写真-1 大迫ダム全景



図-1 大迫ダム位置



写真-2 淡水赤潮の発生状況 (進入路下流)

2. 淡水赤潮とは

淡水赤潮とは、植物プランクトンが繁殖し水面に密集することで、水面を変色させる現象であり、植物プランクトンが繁殖していても密集しない限りは赤潮とはならない。また、淡水赤潮の原因となる植物プランクトンは、富栄養化状態の湖では発生しにくく、貧栄養化から中栄養化状態の湖で発生していることが多い¹⁾。さらに、その植物プランクトンの多くは渦鞭毛藻であるペリディニウム属であり、大迫ダムにおいて発生する淡水赤潮も同属のものである。

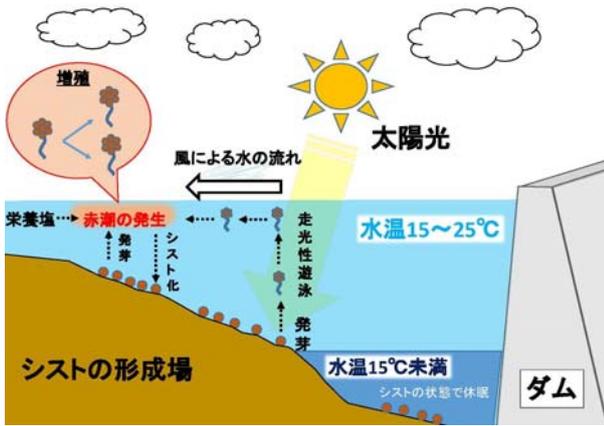


図-2 淡水赤潮発生機構

次に、図-2 に淡水赤潮発生機構を示す。

植物プランクトンの繁殖は、水温条件、光条件、栄養塩類条件及び貯水の滞留時間が影響するとされている。また、ペリディニウム属が属する渦鞭毛藻は、水温が低い環境では湖底にシスト(孢子)として休眠し、水温が適温となる環境下で発芽し、光が豊富な場所に鞭毛で遊泳する走光性を持っている¹⁾。さらに、繁殖した植物プランクトンは風による水の流れ(吹送流)を受け、移動・集積し淡水赤潮となる。

3. 大迫ダムにおける淡水赤潮の発生状況と環境条件

大迫ダムでは、淡水赤潮発生時の貯水池の水質調査のほか、毎日の貯水位観測、月2回の定点における表層から湖底までの水温測定を実施している。これらのデータを基に、淡水赤潮発生時の環境条件を整理した。

表-1 に大迫ダムにおいて過去10年間に発生した淡水赤潮の発生時期及び発生環境を、図-3 淡水赤潮発生位置と定点における水温観測位置を示す。

表-1 に示すように、淡水赤潮は3月~5月と9月~11月の間に発生し、6月~8月及び12月~2月は発生しないことがわかった。これは、3月~5月と、9月~11月の表面水温が植物プランクトン

表-1 大迫ダムにおいて過去10年間に発生した淡水赤潮の発生時期及び発生環境

赤潮発生日	発生場所	天候	発生地点の表面水温※1	貯水位(EL.) ※2
2009. 4. 30	二股橋下流	晴	—	395. 69m
2009. 11. 1	ダム堤体付近	晴後雨	—	388. 11m
2010. 4. 13	進入路下流	曇時々雨	11. 2°C	395. 13m
2011. 11. 2	入之波大橋付近	曇	14. 8°C	390. 16m
2012. 5. 26	進入路下流	雨	17. 3°C	392. 71m
2013. 4. 18	ダム堤体付近	晴	13. 6°C	380. 04m
2015. 9. 18	進入路下流	晴	20. 1°C	392. 04m
2016. 3. 7	取水口付近	曇	6. 5°C	389. 78m
2016. 9. 23	取水口付近	雨	21. 7°C	391. 52m
2017. 5. 2	二股橋下流	晴	18. 9°C	395. 17m

※1 水温は、赤潮発生日に近い日の近い場所の水面温度

※2 貯水位は、赤潮発生当日のAM9:00の水位



図-3 淡水赤潮発生位置と定点による水温観測位置

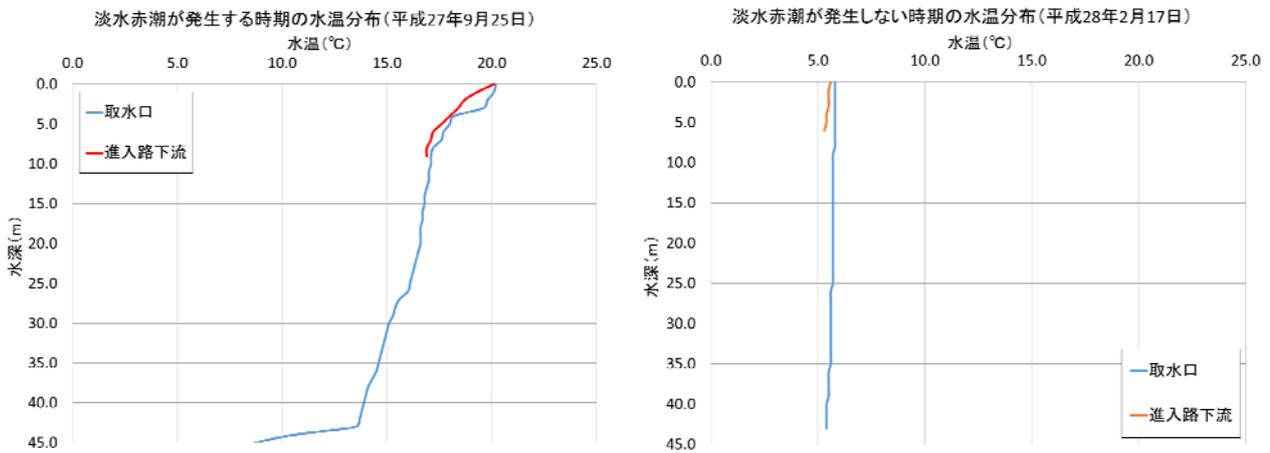


図-4 淡水赤潮が発生する時期としない時期の水温の鉛直分布

の繁殖しやすい温度帯である 15～25℃となるためであり、一方、6月～8月の水温は 25℃を上回り、また 12月～2月の水温は 15℃を下回り、繁殖しやすい温度帯を外れるため、シストとして休眠し、繁殖活動が抑えられたためと考えられる。

次に、図-4に淡水赤潮が発生する時期としない時期の水温の鉛直分布を示す。

図-4に示すように、淡水赤潮が発生しない時期のグラフは、上流から下流までどの地点も深度に対して水温が一樣になっている様な垂直に立った形状となる。これは、外気温が低く、水面付近が外気に冷やされ重くなり湖底へと移動し、下層にある暖かい水と入れ替わる様な鉛直方向の対流を

起こしたため、温度が一樣になったものと考えられる。

また、淡水赤潮が発生する時期のグラフは、上層から下層に向けて温度が低くなる様に傾斜する形状となっていた。これは、水面付近が外気に温められ軽くなり、比較的低温の低い重たい流入水が、その温められた水の下に潜り込み下層を流れているものと思われる。従って、上層は滞留しているものと考えられ、そのため、滞留した水に浮く植物プランクトンは吹送流により移動し、淡水赤潮が発生したものと考えられる。

すなわち、大迫ダムでは、淡水赤潮が発生する時期は上層において滞留が発生し、淡水赤潮の発

生に適した条件となっていることが考えられる。

光条件については、大迫ダムにおいて淡水赤潮発生前7日間の天候を調べたところ、曇または晴がほとんどであり、淡水赤潮発生前の天候は植物プランクトンが増殖するのに適した条件になっていた。

栄養塩類条件については、淡水赤潮が発生していない時期の全リンの濃度は平均 35mg/m³ で中栄養湖に該当し、植物プランクトンが増殖するのに適した条件になっていた。

加えて、図-5に赤潮発生時の貯水位とダムから発生位置までの距離を示す。

図-5に示すように、貯水位が高い方が比較的上流側で発生しやすく、貯水位が低い方が比較的下流側で発生しやすいことがわかった。これは、貯水位が高いほど滞留するエリアが上流側へ広がり、逆に貯水位が低いほど滞留するエリアが下流側へ移動するためだと考えられる。

以上より、大迫ダムにおける淡水赤潮の発生について以下の環境条件で発生することが分かった。

- ① 3月～6月と9月～11月にペリディニウム属が繁殖しやすい水温になる。
- ② 淡水赤潮が発生する時期は、ダム湖内の水が滞留している。
- ③ 赤潮発生前に曇または晴の天候が続くと発生しやすい。
- ④ 貯水位が高いと上流側で、低いと下流側で発生しやすい。
- ⑤ ダム湖の栄養塩類濃度が淡水赤潮の原因となるペリディニウム属が繁殖しやすい濃度になっている

4 淡水赤潮の対策方法の検討

ダム貯水池における淡水赤潮の対策としては、様々な方法があるが¹⁾、このうち、大迫ダムにおいて導入可能と想定されるものを選定し検討した。表-2の大迫ダムにおいて考えられる淡水赤潮の対策にその検討結果をまとめた。

対策コストや手間を勘案した結果、表-2のとおり大迫ダムにおける淡水赤潮の対策方法は、分画フェンスが最も適当と考えられる。

分画フェンスは、写真-3の分画フェンス設置状況に示すように、河川を横断して設置し、図-6の分画フェンスの鉛直方向の効果に示すように植物プランクトンが吹送流により集積することにより発生することを利用して、分画フェンスに集まった植物プランクトンを、鉛直方向のシートで下層の流入水に乗せ、下流の湖底深くに送り込み、シストの状態へ変化させ休眠状態へ導くものである。

分画フェンスは、狭小部に設けると設置延長が短くなり経済的であることから、ダム湖上流部に設けるのが理想である。貯水位が高いほど上流に淡水赤潮が発生する傾向があることから、上流側に分画フェンスを設置し、3月～6月と9月～11月の淡水赤潮が発生しやすい期間にダムの貯水位を高く保つことで費用を抑えつつ、効果を高めることが出来ると考えられる。貯水位と淡水赤潮の発生位置との関係を詳しく見ると、図-5に示すようにダム堤体から6,000m上流（進入路下流付近）では、EL.394.0mの時に淡水赤潮が発生しているため、淡水赤潮発生期間は、この水位以上にすることが理想と考えられる。

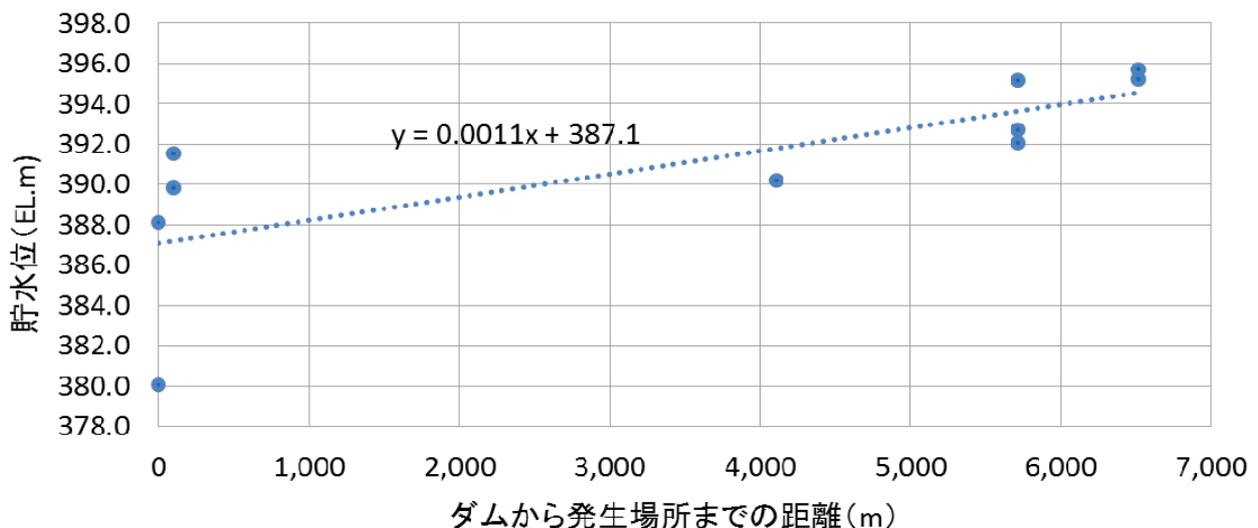


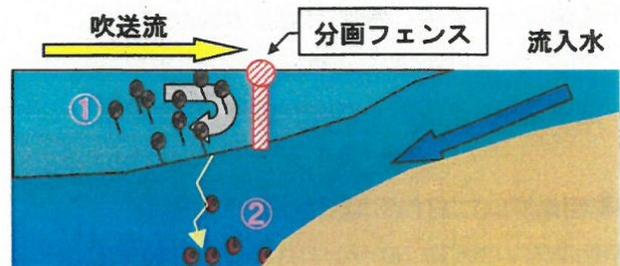
図-5 淡水赤潮発生時の貯水位とダムから発生場所までの距離

表-2 大迫ダムにおいて考えられる淡水赤潮の対策

対策方法	大迫ダムへの適用	採用
魚類の放流、浚渫	魚類の放流による植物プランクトンを補食させる特別な施設を必要としない方法であるが、元々ダムに生息しない生物を導入することにより、大迫ダムや下流の生態系を変える可能性がある。 底質土の浚渫は、シストがダム湖全体に分布しているため、コストと労力を要するうえ、効果が出るまでに時間がかかる。	△
分画フェンス	分画フェンスは、淡水赤潮が発生する位置付近に設置し植物プランクトンを深層に沈め、シスト化を促す方法であり、一度設置すれば、管理が容易で、比較的費用が安価である。	○
遮光	遮光は、湖面をシートで覆うことにより湖底にある植物プランクトンのシストの発芽を防止する方法であるが、植物プランクトンが湖面全体から発生している可能性があり、湖面全体を覆うには、多大なコストを要する。	△
殺藻	殺藻は、ウォータージェットによる衝撃により植物プランクトンを殺傷させる方法であるが、植物プランクトンの発生後に行う対策であり、発生の都度行う必要があり、コストと労力を要する。	△



写真-3 分画フェンス設置状況(ゼニヤ海洋サービス分画フェンスカタログP6より)



- ①フェンスで上下流方向の移動を阻害
(上流部での集積の抑制)
- ②シストを貯水池のより深い場所に流下
(シストの発芽に不適な環境へ送り込む)

図-6 分画フェンスの鉛直方向の効果³⁾

また、分画フェンスの鉛直方向のシートの長さを決めるためには、湖底の流入水の深さの情報が必要となるが、現在、分画フェンス候補地において水温の鉛直分布を調査していないことから、今後、この地点における水温の鉛直分布を調べる必要がある。

5. 終わりに

今回、2008年度から2018年度までの淡水赤潮発生時におけるダムの観測データから淡水赤潮の発生環境条件を整理したが、データが少なく満足できるものではなかった。今後十分な記録を蓄積し、再度、淡水赤潮の対策方法を検討したい。

参考文献

- 1) 井芹寧:ダム貯水池における淡水赤潮とアオコの発生機構及び対策について,九州技報第23号,P35,1998.7
- 2) 山田正人、宗宮功、壬生勝康:Peridinium 淡水赤潮の集積機構について,北海道大学衛生工学シンポジウム論文集,-1:40-44,1993.11
- 3) 坂井田輝:分画フェンスによる淡水赤潮対策について,平成23年度四国地方整備局管内技術・業務研究発表会報文,P2,2011