

II-386

貯水池における淡水赤潮集積制御フェンスの効果予測

中部大学工学部 正員 松尾直規

1. はじめに

本研究は、貯水池上流部におけるペリディニウム淡水赤潮の集積制御のためのフェンス設置の効果を実験的に予測し、その効果的な運用方法を樹立する事を目標に、青蓮寺ダム貯水池で平成4年に試験的に実施されたフェンス設置時の現象再現を図り、その結果について考察したものである。

2. 数値解析モデルと解析条件

貯水池上流部での淡水赤潮現象を解析・予測するためのモデルは、従来よりの貯水池水理に関する一方向多層モデルをベースに開発したものである。¹⁾ 取り扱う水質は藻体密度の指標としてのクロロフィルa濃度、栄養塩としての窒素・リン濃度、およびSSの変化であり、紙面の都合上クロロフィルa濃度に関する生産・消費項についてのみ示せば次のようである。

$$S(CP) = (G \cdot FN \cdot FI \cdot FT \cdot SP - D \cdot \theta^{(T-20)}) \cdot CP \quad (1)$$

ここに、 $FN = TN / (TN + KN)$ 、 $TP / (TP + KP)$ 、 $FI = I / (I + KI)$ 、 $FT = [T / TS \cdot \exp(1 - T / TS)]^n$ 、 $SP = \exp(-k \cdot CP)$

であり、 CP :クロロフィルa濃度、 TN :全窒素濃度、 TP :全リン濃度、 T :水温、 I :日射量、 G :最大増殖率、 D :20℃における死滅率、 θ :温度補正指数、 KN 、 KP 、 KI :全窒素、全リン、日射量のミカエリス定数、 TS :最適温度、 n :尖り度定数、 SP :スペース効果係数、 k :比例定数である。

対象藻類であるペリディニウムの昼間の走光性と夜間の沈降に基づく藻体群の平均的な鉛直移動による変化については移流項と同様に表し、その速度 WP （上向きが正）は、山田らの室内観測結果²⁾に基づいてペリディニウムの平均遊泳速度 VS 、沈降速度 WS 、および上方へ遊泳する藻体の割合 f より、

$$WP = f(VS - WS) - (1 - f)(VS + WS) \quad (2)$$

とした。ここに、 f は水温および日射量の関数、 VS 、 WS は水温の関数であり、次式のように表した。

$$f = (0.114T + 0.686) \{ (0.295I / I + 1000) + 0.74 \} \quad (3)$$

$$VS = 0.0000086 \cdot \exp[-4550.0 / (T + 273.16)] \quad (\text{m/hour}) \quad (4)$$

$$WS = 0.1 + 0.008(T - 10) \quad (\text{m/hour}) \quad (5)$$

解析にあたっては粗細格子を用い、淡水赤潮の集積域である貯水池上流域では流下方向に50m、水深方向に0.5m、中下流域では流下方向に200m、水深方向には表層で0.5m、それ以下では1.0mに分割した。数値計算は、staggered schemeによる陽解法を用い、1992年10月22日9時から11月21日24時までの約一ヶ月間について実測の時間データを使って実施した。なお、この間の11月6日以降は1m水深の赤潮集積防止フェンスが図-1の位置に設置されていた。計算は、時間間隔を2秒として先に流速、水温を求め、次にそれらの値を使って時間間隔72秒で各種水質濃度を求めた。初期条件は、静水状態で水質分布が一様の状態より3日間の予行計算を行って解析開始時刻に得られた流速および水質分布を与えた。ただし、水質については既存の実測値を使って数値補正を行い、できるだけ現実に近い初期値が設定されるようにした。

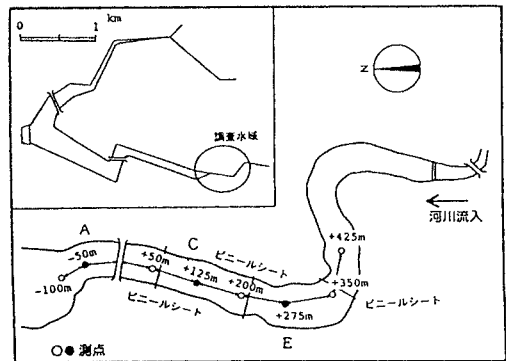
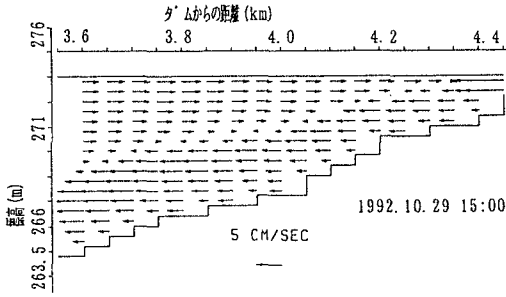


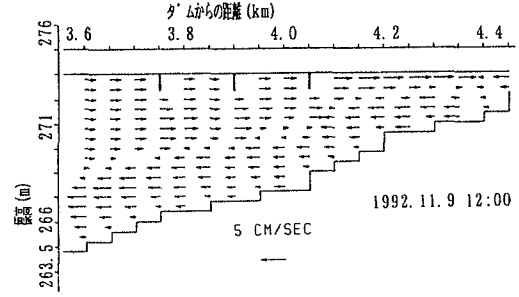
図-1 フェンスの設置位置と測点

淡水赤潮、流動制御、集積現象、数値解析

〒487 春日井市松本町1200 中部大学工学部土木工学科 Tel 0568-51-1111 Fax 0568-52-0134



図一 2 フェンス設置前の流速分布例

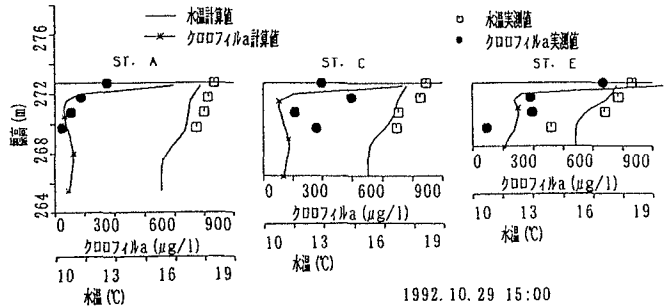


図一 3 フェンス設置後の流速分布例

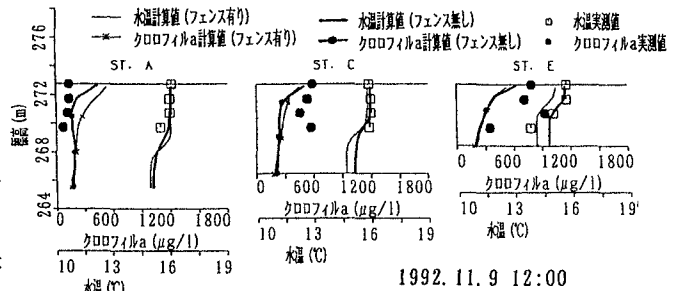
3. 再現結果と考察

まず、図一2～5にフェンス設置前後の貯水池上流部における流速、水温、クロロフィルa濃度分布の計算例を図一1の測点A, C, Eでの実測値とともに示す。フェンス設置前の図2、4では、低温の河川水が表層水を連行して貯水池低層に潜入・流下するのに伴い表層で上流向きの補償流が生じる流れの状況下で、藻類が上流部表層に高密度に集積しクロロフィルaが高濃度となる状態が再現されており実測値との一致の程度も概ね良好である。

図一3のフェンス設置後の流れでは、上流方向へ向かう表層水がフェンスの下へ潜り込んで中層を逆流するようになるが、フェンスが1mと短かったために全体の状況に大きな変化は認められない。図一5ではフェンスの設置が無かったと想定した場合と比較しているが、フェンス



図一 4 フェンス設置前の水温、クロロフィルa分布例



図一 5 フェンス設置後の水温、クロロフィルa分布例

設置時の計算値では最下流に設置したフェンスより下流域でクロロフィルa濃度が増し、上流のE地点表層で濃度が減少する結果となっている。また、フェンス設置時には水深方向に濃度が一様化する傾向が計算値並びに実測値ともに見られ、図一3に示したフェンスによる表層から中層への流れの変化を反映した濃度分布となっているが、現存量についてはフェンスの有無による違いはほとんどない。なお、図一5における計算値と実測値との一致の程度は図一3のそれと比べるとやや劣っており、フェンス設置時の現象再現性についてはさらに検討を要する。

4. おわりに

貯水池上流部での淡水赤潮について数値モデルによる再現計算を行い概ね良好な結果が得られたが、原因藻類の集積制御のためのフェンスの効果については定量的に十分な評価をするには至らなかった。フェンス設置時の現象再現性の向上とともに、フェンスの設置条件を変えた場合の制御効果の把握をさらに進めたい。

参考文献：1) 松尾、山田、宗宮：貯水池上流部における流動特性と淡水赤潮現象との関係、水工学論文集第40巻、1996

2) 山田、宗宮ら：渦鞭毛藻 *Peridinium* の走光性による遊泳速度に関する研究、陸水学会誌、Vol. 56 (2)、1995