

II-238

旭川ダム貯水池の富栄養化現象における流動の役割

建設技術研究所 正会員 ○由良 英作 岡山大学環境理工学部 正会員 河原 長美
岡山大学大学院 学生員 藤井 忍 岡山大学大学院 学生員 松本 豊久

1. はじめに

近年旭川ダム貯水池においては、富栄養化に伴うアオコなどのプランクトンの異常発生が多発し、ダム貯水池からの供給水の水質低下が著しく、ダム貯水池直下の水道施設では臭気問題が生じている。本研究はダム貯水池の富栄養化に着目し、旭川ダム貯水池を対象として数年間の現地調査結果と既存資料を基にダム貯水池のクロロフィルと滞留時間について検討した。また、富栄養化問題解決の足がかりとすべく、旭川ダム貯水池における三次元的な流れとそれが各種水質結果に及ぼす影響を検討した。ここでは、複雑な幾何形状を効率よく表現できる直交曲線座標系を用いて数値シミュレーションを行った。

2. クロロフィル濃度と滞留時間

旭川ダム貯水池におけるクロロフィル濃度の観測値と水温成層を考慮した滞留時間との関係を図1に示す。今、物質収支式において完全混合を仮定して、プランクトン濃度 P を表すと $V(dP/dt) = Q(P_{in} - P) + V(g - d)P - AWP$ (1) となる。ここで P_{in} は流入プランクトン濃度、 Q は流量、 V はダムの容量、 g は栄養塩濃度や気象条件によって決まるプランクトンの増殖速度、 d は捕食を含めたプランクトンの死滅速度、 W はプランクトンの沈降速度、 A はダム貯水池の水面積であり、定常状態を仮定しプランクトンの沈降速度 $W = 0$ として(1)から P を求めると $P = P_{in} / (1 - \tau G)$ (2) となる。ここに $G (= g - d)$ は正味の増殖速度、 $\tau (= V/Q)$ は滞留時間である。

図1の曲線は、(2)式に流入クロロフィル濃度 P_{in} の観測値と正味の増殖速度の仮定値を代入して得られたクロロフィル濃度と滞留時間との関係を示す。ここで滞留時間は水質を測定した日より逆算して、各日流量の総和がダム容量に一致する日数とした。図1より(2)式は比較的良好にプランクトンの増殖と滞留時間の関係が再現されているといえ、旭川ダム貯水池においてはプランクトンが十分増殖するのに2週間程度の滞留時間が必要であると考えられる。また、図1において大きくはずれている値は秋季と冬季であり原因としては、水温と渦鞭毛藻によると考えられる。

3. 解析方法

静水圧分布を仮定し、直交曲線座標系上での連続式、3方向の運動方程式、水温収支式を用いて、Boussinesq近似を仮定したマルチレベルモデルの基礎式を誘導した。なお差分スキームは、空間的には各移流項にドナーセル法、運動式中の応力項と水温式中の拡散項に中央差分、時間的には各移流項にリーブフロッグスキーム、運動式中の応力項と水温式中の拡散項にオイラー法を用いた。

4. 解析結果

図2、図3はそれぞれ順流方向および逆流方向に2 m/sの風を与えた場合の縦断流況図である。図2より、順流方向に風が吹く場合、表層と第2層が風の影響を受け大きく流れているのが分かる。また図3より、逆

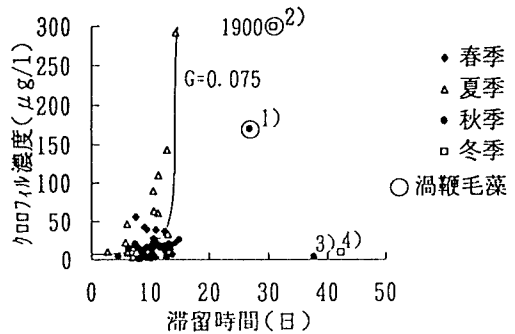


図1 江与味地点におけるクロロフィル濃度と滞留時間
○印: 渦鞭毛藻: 1) 1991. 11. 25 2) 1992. 12. 3
3) 1994. 11. 7 4) 1994. 12. 7

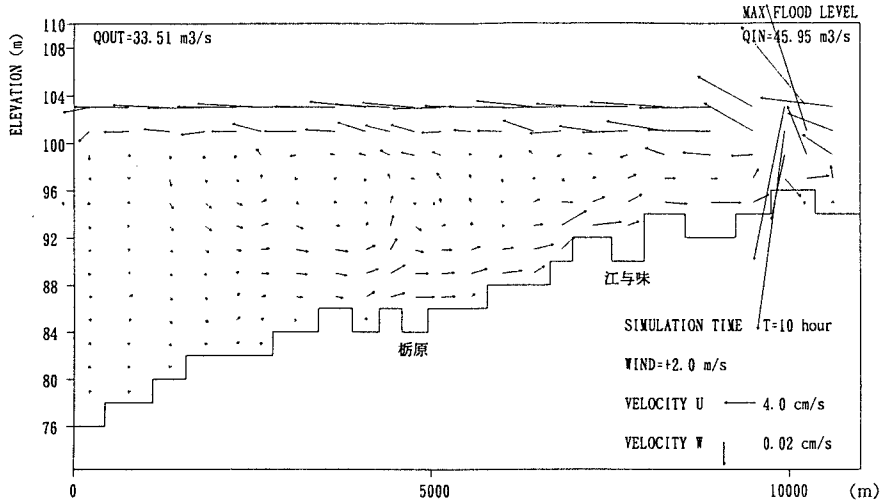


図2 順流方向に2 m/sの風を与えた場合の縦断流況図

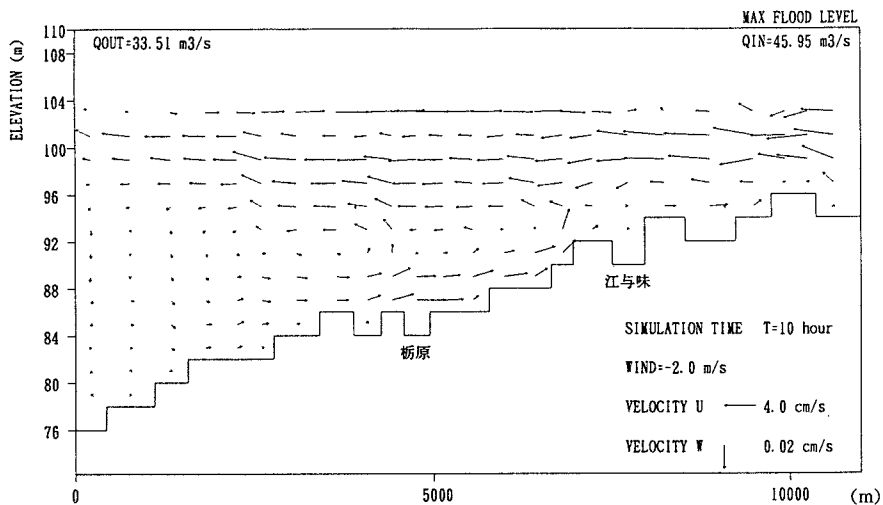


図3 逆流方向に2 m/sの風を与えた場合の縦断流況図

流方向に風が吹く場合、表層は風の影響を受けダム下流から江与味付近まで逆流の流れが生じているが、第2層から5層付近までは大きく順流方向に流れているのが確認された。またこの場合、江与味付近の表層において停滞領域が確認された。図2と図3を比較すると、逆流方向に風を与えた図3では、底層から中層ぐらまでの小さな循環流を生じているのに対して、図2では底層から上層までの大きな循環流を生じている。従って順流方向と逆流方向の風が交互に吹く場合、循環流による栄養塩巻き上げと表層部の停滞により、特に湾曲部などではプランクトンが増殖しやすい状況が生ずる可能性がある。

5. おわりに

旭川ダム貯水池では、プランクトンが十分増殖するのに2週間程度の滞留時間が必要であることが確認された。またシミュレーションにより順流方向と逆流方向の交互の風によりプランクトンが増殖しやすい状況が生ずる可能性があることが分かった。今後、ダム貯水池における流動に関して詳細な検討を加えるためには、風速データの入手が不可欠である。最後に本研究を進めるにあたって、岡山県河川課及び旭川ダム管理事務所には調査の便宜と資料提供を受けた。ここに記して謝意を表す。