

II-91

ダム貯水池における水質変換と

下流への水質伝播

岡山大学大学院 学生員 高杉 滋
岡山大学工学部 正 員 名合宏之

岡山大学工学部 正 員 河原長美
株式会社クボタ 安信元雄

1. はじめに

本研究では、プランクトンの増殖による臭気や美観の低下が問題となり、富栄養化対策の必要が叫ばれている旭川ダム貯水池を対象に、プランクトンの増殖と滞留時間およびダム水質の下流への伝播に関して検討を加える。

2. 観測方法と旭川ダム貯水池の概要

旭川流域の概要、旭川ダム貯水池の位置、および水質および流速観測地点を図-1に示す。旭川ダム貯水池は、旭川中流部に位置する本川ダムで、総貯水容量約6000万 m^3 、平均水深約13.6mである。栄養塩濃度からは栄養状態は富栄養と判定されるが、水温の他に滞留時間の条件が満足されないとプランクトンの異常増殖は必ずしも認められない。

調査は夏季を中心にダム貯水池および貯水池の上下流の河川で行った。調査項目は、窒素、リン、COD、SS、クロロフィル、および流向・流速であった。

3. 旭川ダム貯水池における水質の概要

旭川ダム貯水池の栄養状態を次に示される富栄養化指数(TSI:Trophic State Index)により判定すると、いずれの項目においても50-60の間になり、通常、富栄養段階にあると判定される。

$$TSI(SD) = 10(6 - \log^2 SD), TSI(T-P) = 10 \{6 - \log^2 (48/T-P)\}, TSI(Chl) = 10 \{6 - \log^2 (7.69/Chl^{0.66})\}$$

ここに、SD:透明度(m)、T-P:全リン濃度(mg/l)、Chl:クロロフィルa濃度($\mu\text{g/l}$)である。

4. 結果と考察

4-1 滞留時間とクロロフィル濃度

ダム貯水池においては、湖沼でよく用いられるVollenweiderの式が当てはまらないことが多い。この原因にはVollenweiderの式が誘導される際に用いられた仮定が、ダムにおいては成立しないことが原因であると考えられる。Vollenweiderの式は、①完全混合の式を用い、②これから計算されるリンの定常濃度で藻類の増殖が判定できることを前提として、③プランクトン増殖の潜在能力を表す春季全循環期のリン濃度と、④湖沼で観測されたリンの沈降速度を使って誘導されている。これらの仮定の内、②については滞留時間の短いダム貯水池においては、リンの定常濃度は高くとも、プランクトンの増殖速度が関係して、プランクトンの定常濃度が高くない場合が存在し、③については夏季のプランクトンの増殖を春季のリン濃度で説明できるためには、少なくとも数カ月の滞留時間が必要とされる。

いま、完全混合を仮定してプランクトン濃度Pを表すと、次のようになる。

$$V(dP/dt) = Q(P_{in} - P) + V(g - d)P - AwP$$

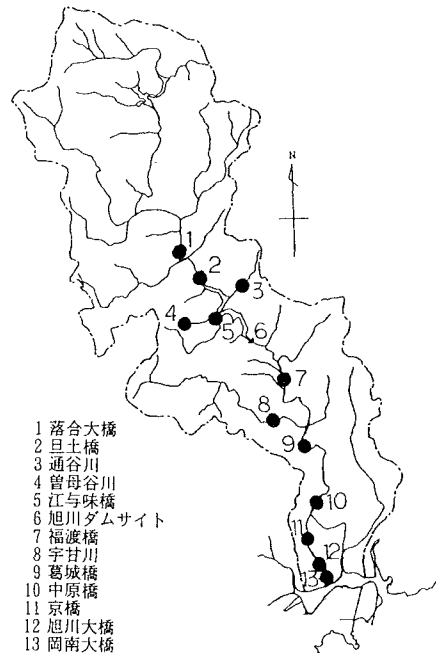


図-1 旭川流域と観測地点

ここに、 P_{in} ：流入プランクトン濃度、 Q ：流量、 V ：ダムの容量、 g ：栄養塩濃度や水温等によって決まるプランクトンの増殖速度、 d ：捕食を含めたプランクトンの死滅速度、 w ：プランクトンの沈降速度、 A ：ダム貯水池の水面積である。

定常状態を仮定し、 $s=0$ として上式から P を求めると、 $P = P_{in} / (1 - \tau G)$ 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-2に温度成層を考慮した滞留時間とクロロフィル濃度との関係を示す。図中の曲線は、流入クロロフィル、正味の増殖速度から求めた貯水池内のクロロフィル濃度であり、比較的良好に観測値の傾向を表現している。なお、前述したプランクトン濃度は、プランクトン濃度がいかに増加しようと他の条件が変化しないと仮定して求めており、実際には無限に大きくなるわけではなく、栄養塩濃度の制約により有限にとどまる。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までに13-18日程度の滞留時間が必要と考えられる。これを藻類の正味の増殖速度に

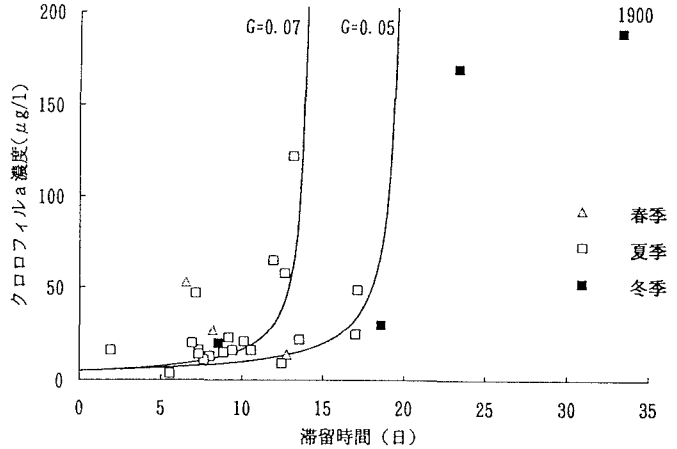


図-2 滞留時間とクロロフィル濃度

直すと0.07-0.05(1/d)程度である。なお、従来の研究結果より、窒素、リン濃度のみを考慮して増殖速度を概算するとこれにほぼ一致した。

4-2 ダム水質の下流への伝播

ダム貯水池の水質が下流にどのように伝播するかは、流域の水質管理上重要な問題である。図-3にクロロフィルが、ダム貯水池の上下流でどのように変化するかを示す。図より明らかなように、ダム貯水池で高くなった各水質も、流下する間に濃度が現象する場合も認められる。なお、旭川ダム貯水池は典型的な本川ダムであり、最も大きな支流も通常の状態では、ダムからの放流水の1/10程度の流量しかなく、流下にともない水質が変化していると考えざるを得ない。

5. まとめ

本研究の主な結論は、1) 旭川ダム貯水池でプランクトンが十分増殖するためには、13-18日程度滞留時間が必要で、2) ダム貯水池の水質は上下流と異なっており、流下するにしたがって水質変化する場合もある。本研究を進めるにあたって、中国電力技術研究財団から研究助成を受けた。また、岡山県河川課、旭川ダム管理事務所の関係各位には、調査の便宜を受けた。ここに記して謝意を表します。紙面の都合で割愛した結果の詳細については、講演時に発表する。

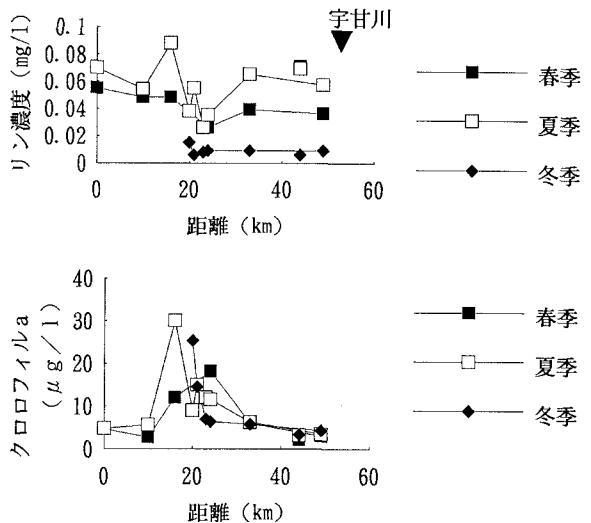


図-3 流下方向の水質変化