

# ダム貯水地内の流下過程における植物プランクトン濃度の変化に関する研究

中央大学大学院 学生員 ○河上 智行  
水資源開発公団 正会員 工藤 勝弘  
中央大学理工学部 正会員 山田 正

**1. はじめに:** 滞留時間の長いダム貯水池や湖沼などの閉鎖性水域では, 水中の無機態栄養塩を利用して浮遊性の植物プランクトンが発生する. 一方, 滞留時間の短い河川では, 増殖速度が追いつかず, 浮遊性の植物プランクトンの発生はきわめて少ない. このことから, 滞留時間が長いほど植物プランクトンが増殖し, 水質が悪化するとの概念が広く一般にあるが, 実際のダム貯水池における植物プランクトン状況をみていくと, 滞留時間の長いダムほど現存量が多いとは限らない. 本研究は, 水資源開発公団(水公団)が管理するダム貯水池の中で, 上下流方向に長い比較的単純な貯水池形状をした 6 ダムにおける総リン濃度, クロロフィル a 濃度の上下流分布の実績をもとに, 栄養塩(リン)及び植物プランクトンの発生量(クロロフィル a 現存量)と滞留時間の関係から, 貯水池内の流下過程における植物プランクトンの挙動について考察した.



図 - 1 対象ダムの位置

**2. 調査対象ダム:** 対象としたダムは, 下久保ダム, 草木ダム, 高山ダム, 室生ダム, 早明浦ダム, 寺内ダムである. 各ダムの

表 - 1 対象ダムの諸元

位置を図 - 1 に, そして表 - 1 に各ダムの貯水容量, 集水面積, 1980 ~ 1999 年における平均滞留

| ダムの名称 | 河川        | 集水面積 (km <sup>2</sup> ) | 総貯水容量 (× 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ) | 有効貯水容量 (× 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ) | 平均滞留時間 (年) |
|-------|-----------|-------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|------------|
| 下久保ダム | 利根川水系神流川  | 322.8                   | 130,000                                   | 122,000                                    | 0.46       |
| 草木ダム  | 利根川水系渡良瀬川 | 254                     | 60,500                                    | 50,500                                     | 0.13       |
| 高山ダム  | 淀川水系名張川   | 615                     | 56,800                                    | 49,200                                     | 0.06       |
| 室生ダム  | 淀川水系宇陀川   | 100                     | 16,900                                    | 14,300                                     | 0.10       |
| 早明浦ダム | 吉野川水系吉野川  | 417                     | 316,000                                   | 289,000                                    | 0.20       |
| 寺内ダム  | 筑後川水系佐田川  | 51                      | 18,000                                    | 16,000                                     | 0.13       |

時間などの諸元について示した.

**3. 対象ダムの水質概況:** 図 - 2, 図 - 3 は各ダムにおける 1980 ~ 1999 年の 20 年間の貯水池表層上下流における総リン濃度, クロロフィル a 濃度の時系列を示したものである. なお, 栄養塩の水準については Vollenweider の分類に従った(表 - 2). また, 以下に各ダムにおける水質概況を示す.

表 - 2 湖内リン濃度による Vollenweider の富栄養化分類

| 栄養塩状態   | 総リン濃度 (μg/l) |
|---------|--------------|
| 極貧栄養    | < 5          |
| 貧 - 中栄養 | 5 ~ 10       |
| 中栄養     | 10 ~ 30      |
| 中 - 富栄養 | 30 ~ 100     |
| 富栄養     | > 100        |

下久保ダム: 春先に流入端付近で *Peridinium penardii* による淡水赤潮がほぼ毎年のように発生するが, それ以外には特に問題は発生していない. 草木ダム: 1990 年当初まで総リン濃度, クロロフィル a 濃度とも上昇傾向にあったが, それ以降は比較的安定した水質状況を示している. 高山ダム: 公団が管理する特定ダム(治水機能を有するダム)の中では最も栄養塩濃度が高く, 春には淡水赤潮, 夏以降はアオコが発生し, 景観の悪化が大きな問題となっている. 室生ダム: 管理当初から *Phormidium* によるカビ臭およびアオコが発生し, 利水上大きな問題となっていたが, 栄養塩濃度およびクロロフィル a 濃度は低減傾向を示しており, 1992 年以降カビ臭障害の発生は無い. また, 1993 年以降にはアオコの発生も少なく, 現在のところ目立った水質問題は生じていない. 早明浦ダム: 栄養塩の水準は貧 - 中栄養であり, ここで扱う 6 ダムのうち最もリン濃度が低いダムである. しかし, 流入端付近では淡水赤潮が毎年のように発生している. 寺内ダム: 公団管理当初から淡水赤潮, *Phormidium* によるカビ臭障害が発生し, 景観障害ならびに利水障害が問題になった. しかし, 1992 年以降カビ臭障害や淡水赤潮の発生が無くなり, 代わってアオコの発生が目立つようになってきた. さらに表 - 3 に 6 ダムそれぞれのダムサイト地点表層における 1980 ~ 1999 年の 20 年間の平均総リン濃度, 平均クロロフィル a 濃度, また現在の栄養塩状態を示す.

**4. 貯水池内におけるリンの挙動:** 図 - 4 は, 6 ダムにおける 1980 ~ 1999 年の各年について, 貯水池上下流で観測された平均表層総リン濃度の比と貯水池平均滞留時間の関係を示した散布図である.  $P_d$ ,  $P_u$  はそれぞれダキーワード 閉鎖性水域, 富栄養化, クロロフィル a 濃度, 滞留時間

ムサイト、貯水池上流地点における表層総リン濃度である。また、滞留時間  $t$  は、各ダム各年の年間平均貯水位に対応する貯水池容量と各年の年間総流入量から算出した平均滞留時間である。 $P_d/P_u$  は、ほとんど 1 以下の値となっ

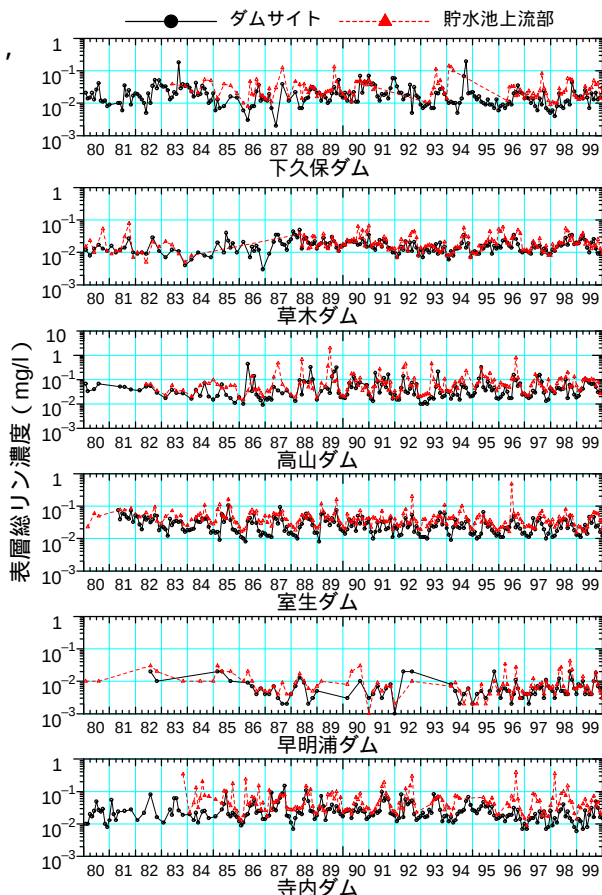


図 - 2 各ダム貯水池における表層リン濃度の観測結果

ており、貯水池内を流下する間にリン濃度が消失していることがわかる。さらに滞留時間が長くなると、消失するリン濃度の量も大きくなる傾向があることがわかる。

## 5. 貯水池内における植物プランクトンの挙動

図 - 5 は、貯水池上下流で観測されたクロロフィル a 濃度の比と滞留時間との関係を示したものである。 $Chl_d$ 、 $Chl_u$  はそれぞれダムサイト、貯水池上流地点における表層クロロフィル a 濃度である。 $Chl_d/Chl_u$  の値が 1 を上回っていれば、貯水池内を流下する間に植物プランクトンが増加したことを、一方 1 を下回っていれば減少したことを意味している。図 - 5 は右下がりの傾向を示し、滞留時間の長い貯水池では上流部で増殖した植物プランクトンが貯水池内を流下する間に減少していると考えられる。以上より、大規模ダム貯水池では貯水池内を流下する過程で植物プランクトンが最大増殖し、その後捕食、死滅、沈降などの減少要因が卓越して次第に消失していくと考えられ、つまり滞留時間が長いほど植物プランクトンの現存量が減少していくことがわかる。

**6. まとめ**：本研究より得られた知見を以下に示す。貯水池を流下する間にリン濃度は消失する。滞留時間が長くなるとリン濃度の消失量が大きくなる傾向がある。滞留時間の長い貯水池では上流部で増殖した植物プランクトンが貯水池内を流下する間に減少する。滞留時間が長いほど植物プランクトンの現存量が減少する。

参考文献：1) OECD：Eutrophication of Water, Monitoring, Assessment and Control，1982。

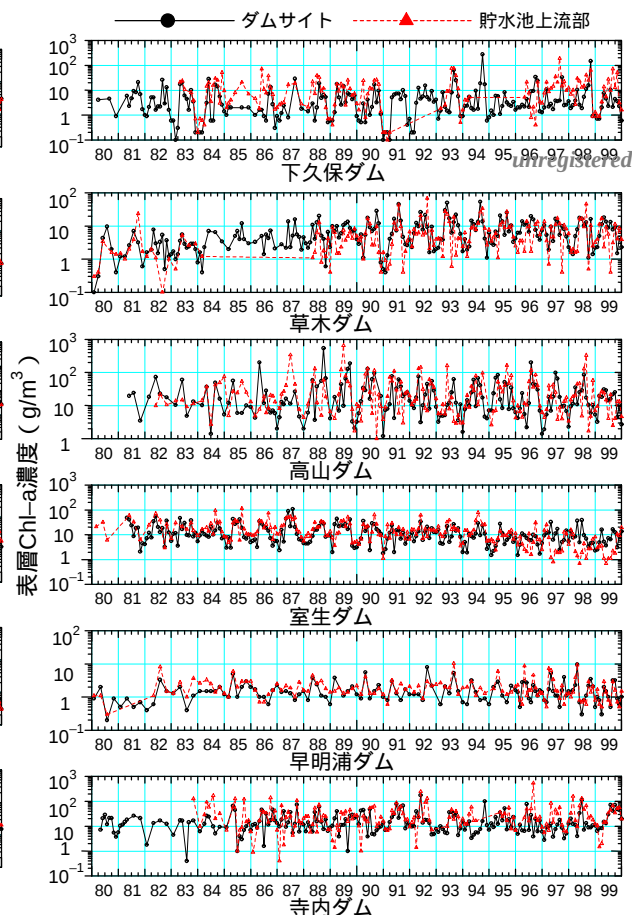


図 - 3 各ダム貯水池における表層クロロフィル a 濃度の観測結果

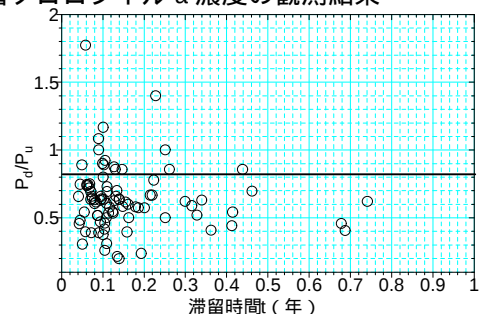


図 - 4 ダム貯水池内における滞留時間と表層総リン濃度との関係

貯水池内を流下する間にリン濃度が消失しており、また滞留時間が長くなると消失するリン濃度の量も大きくなる傾向がある。

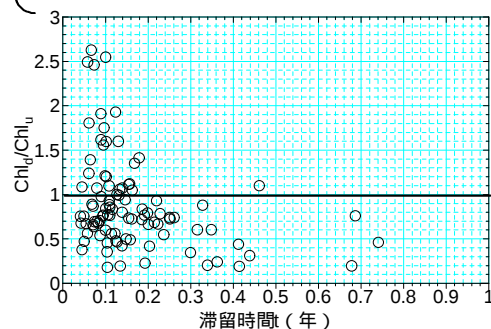


図 - 5 貯水池上下流の表層クロロフィル a 濃度と滞留時間の関係

滞留時間の長い貯水池では植物プランクトンが貯水池内を流下する間に減少している。