



Title	滝里ダム湖における懸濁物質の動態と藻類増殖
Author(s)	高橋, 悠太; 前川, 拓也; 橘, 治国
Description	第11回衛生工学シンポジウム (平成15年11月6日 (木) -11月7日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 一般セッション . 3 環境保全・リスク評価 . 3-2
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 11, 139-142
Issue Date	2003-10-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7065
Type	departmental bulletin paper
File Information	11-3-2_p139-142.pdf



3-2

滝里ダム湖における懸濁物質の動態と藻類増殖

高橋 悠太、前川 拓也、橋 治国(北海道大学大学院工学研究科)

1. はじめに

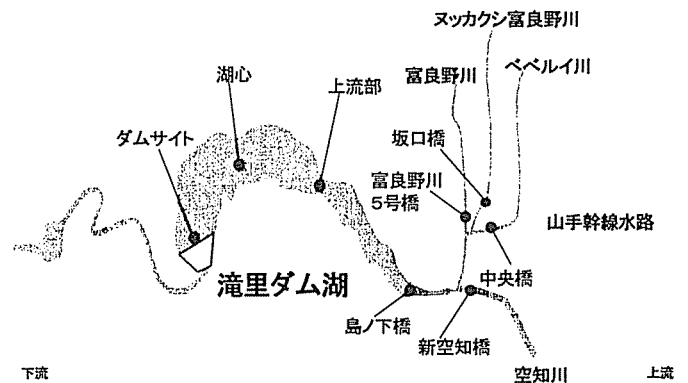
河川中流域においてダムを建設がするケースが増加している。ダム建設の主たる目的は、洪水の調節、灌漑や水道用などの水の安定供給、水力発電による周辺地域への電力供給等である。河川の中流域にダムが建設された場合は、農地や都市域からの栄養塩類や有害物質の流入によって、ダム湖の水質が悪化することが懸念される。湖内へ栄養塩類が過剰に流入すると富栄養化が急激に促進され、「水の華」といわれる藻類の異常増殖が生じる。この藻類の異常増殖は、直接的には湖水に味・色やカビ臭をつけ利水上望ましくないことはもちろんのこと、湖水の酸素量を低下させるなど生物の生息の場を大きく変化させ、ダム湖内の生態系に対して大きな影響を及ぼす。一般に藻類が増殖するときにはリンが窒素に比べ存在量が少ないことが多く、制限物質になることが多い。そして湖内へ流入する懸濁物質はリンを多量に含み、これが藻類増殖に寄与していると指摘されている。北海道石狩川水系空知川中流部に位置する滝里ダムは、周辺の農地などからの栄養塩負荷が大きいため、富栄養化の急激な進行が懸念されてきた。筆者らは、建設当初から富栄養化の実態とそのメカニズムについて調査をしてきた。建設後のダム湖内におけるクロロフィルと懸濁物質の分布や、懸濁物質の動態と藻類増殖の関連を、リンの形態とその動態から明らかにすることを目的とした。

2. 調査方法

2.1 調査対象水域

調査対象水域は北海道空知川中流域の滝里ダム湖およびダム湖に流入する空知川とその支流である。支流河川は3本あり、ダム湖直前に空知川に合流する。滝里ダムは1999年3月1日に試験湛水が開始したばかりの新しいダムである。

調査地点を(図-1)に示した。ダム湖内で3ヶ所と、空知川の他、支川の富良野川、ヌッカクシ富良野川、ベベルイ川である。1999年3月～2002年10月の期間、結氷期を除き月1回の割合で調査を行った。



(図-1) 調査地点

2.2 試料採取・分析項目

水試料はポリエチレン製バケツ、湖沼ではエクマンバージ採水器や自動採水器を用いて採水し、ポリエチレン容器に保存した。試料は0.45 μmメンブランフィルターでろ過処理し、試料をろ過水と未ろ過水に分けて分析まで冷凍保存した。試料水は一般無機成分、栄養塩類、有機炭素、Chl-aについて分析を行った。

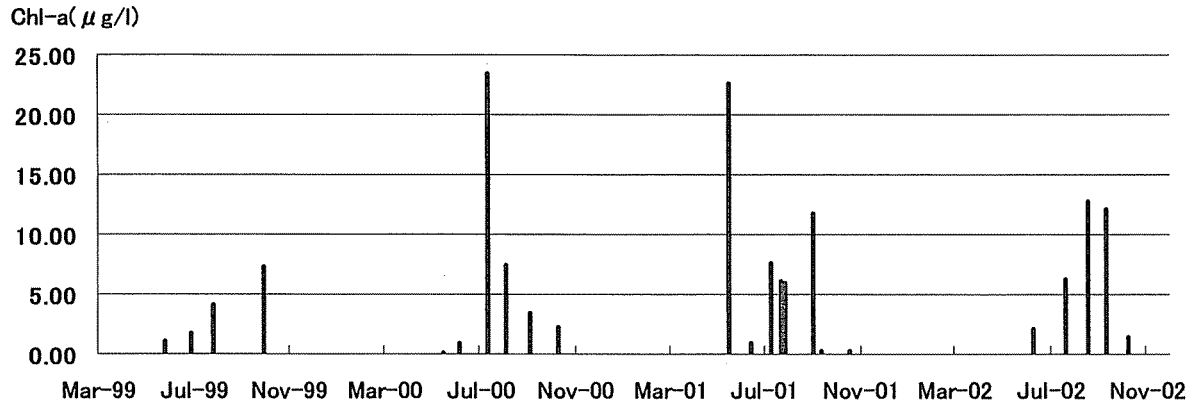
3. 結果と考察

3.1 滝里ダム湖水質

(表-1) 滝里ダム湖内平均水質

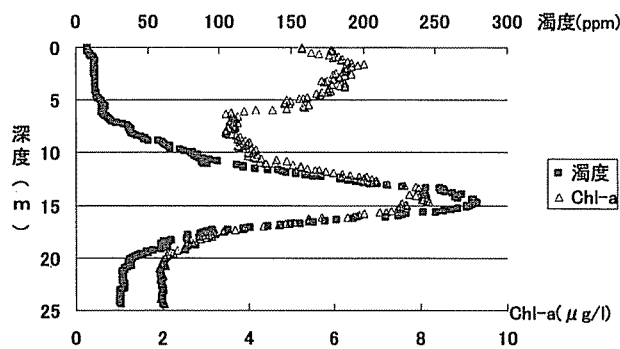
1999~2002 n=18

	EC μ S/cm	pH	SS mg/l	TN mg/l	DN mg/l	PN mg/l	TP mg/l	DP mg/l	PP mg/l	Chl-a μ g/l
ダム上流	108	7.1	25	1.17	1.00	0.17	0.071	0.005	0.065	2.7
湖心表層	115	7.1	20	1.25	1.05	0.19	0.057	0.003	0.054	3.4
湖心低層	108	6.9	35	1.32	1.12	0.20	0.086	0.007	0.079	0.9
ダムサイト表層	111	7.1	21	1.32	1.08	0.25	0.060	0.004	0.056	5.5
ダムサイト低層	111	6.9	40	1.34	1.18	0.16	0.095	0.008	0.087	0.4

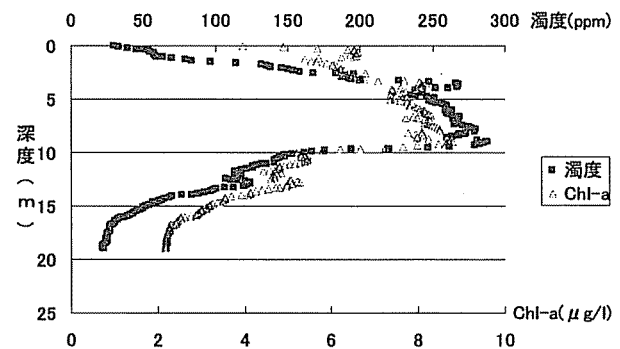


(図-2) ダムサイト表層 Chl-a 季節変

(表-1)に滝里ダム湖内平均水質を示した。滝里ダム湖の水質はすべての地点で、TP 0.06mg/l以上、TN 1.7mg/l以上と、多くの栄養塩を含んでいることがわかった。特にTN/TP比が20近くになることから藻類増殖の制限物質はリンであると考えられる¹⁾。(図-2)にダムサイト表層における Chl-a 季節変化を示した。Chl-a 濃度は湛水開始時より増加していた。特に、湛水開始時から2~3年後の夏季には Chl-a 濃度が 20 μg/l を上回っていた。



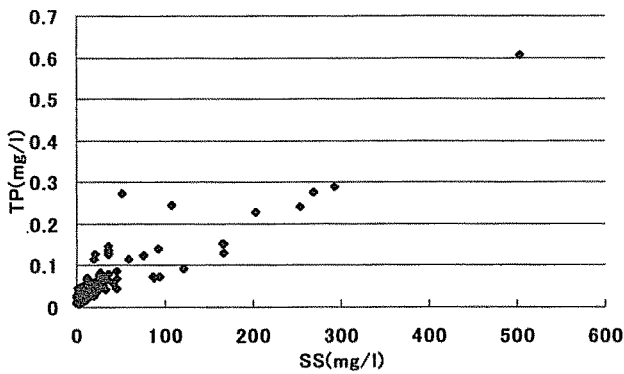
(図-3) 00年8月ダムサイト濁度・Chl-a



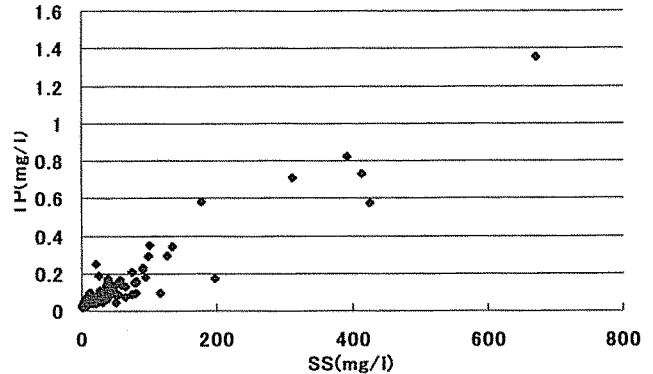
(図-4) 00年8月ダムサイト濁度・Chl-a

(図-3・4)にダムサイトで00年夏季クロロテック(アレック電子)を用いて測定した濁度、Chl-aの関係を示した。ダムサイトに流入するSSは降雨増水時に流入河川のSS濃度が増加し、密度流となってダム湖へ流入することが確認された。密度流は季節変化に伴い崩壊し、濁度が表層部へ回帰していた。それぞれ濁度の高い層で高濃度のChl-aが検出された。滝里ダム湖内のSSとTPの関係を(図-5)に示すようにSS濃度が増加するとTP濃度も増加する。橘²⁾らによってPPとAGP(Algal Growth Potential)は強い相関関係にあるということから、藻類の増殖にはPP(懸濁態リン)が利用されていることを指摘している。また、Williams³⁾はAAP(Algal Available Phosphorus)をアルカリ可溶性リンであり、試料がアルカリ性になると、懸濁態リンが溶出し、藻類に利用されると指摘している。流入河川のSSとTPの関係を(図-6)に示した。

河川においてもSS濃度が増加するとTP濃度も増加する。従って、河川からの高濃度のSSの流入は滝里ダムの富栄養化に大きく寄与しているといえる。



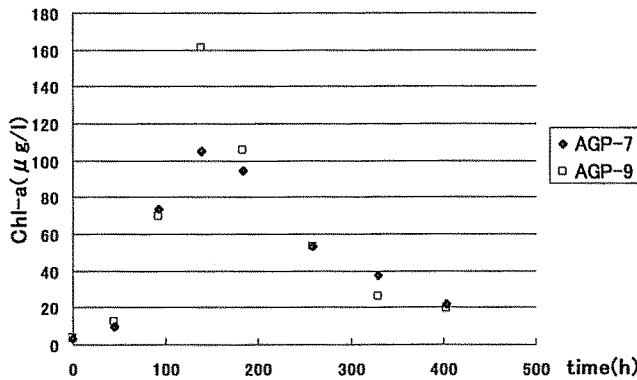
(図-5) 滝里ダム湖内SS・TPの関係



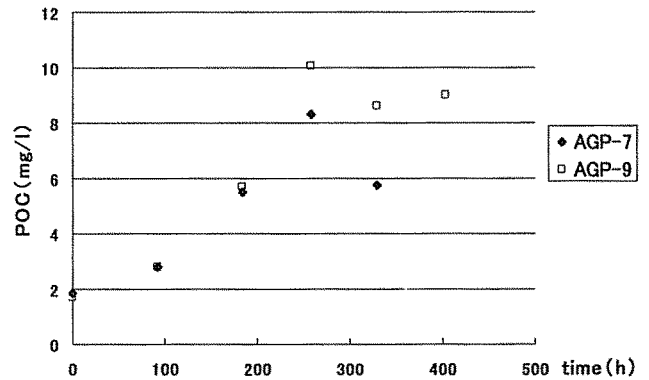
(図-6) 流入河川SS・TPの関係

3.2 AGP(Algal Growth Potential)試験

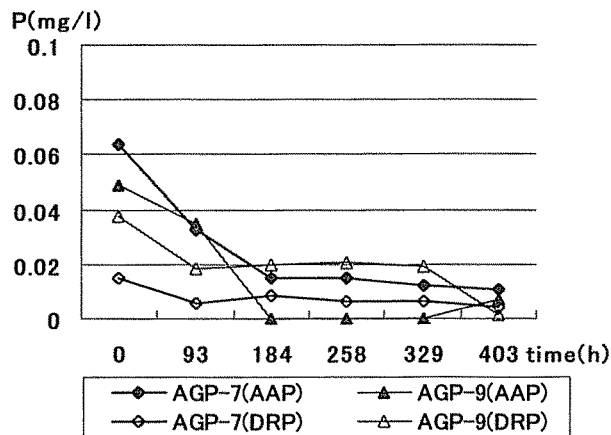
滝里ダム湖における、懸濁態リンの藻類増殖への影響をAGP試験で明らかにした。AGP試験は水環境指標⁴⁾と環境微生物実験法⁵⁾を参考に、ダムサイト表層の濾水に対して、滝里ダム湖に流入する河川より採取したSSを50mg/lとなるように加え、緑藻類の代表種として *Selenastrum capricornutum* を植種した。滝里ダム湖は平常時pH7付近であり夏季増殖時にpH8.2と高い値を示したことから、pH7前後(AGP-7)とpH9前後(AGP-9)の二種類で明条件を作り、藻類の増殖とリン濃度について比較した。また、同様の試料を用い、暗条件によるリンの溶出試験を行ないブランク試験とした。



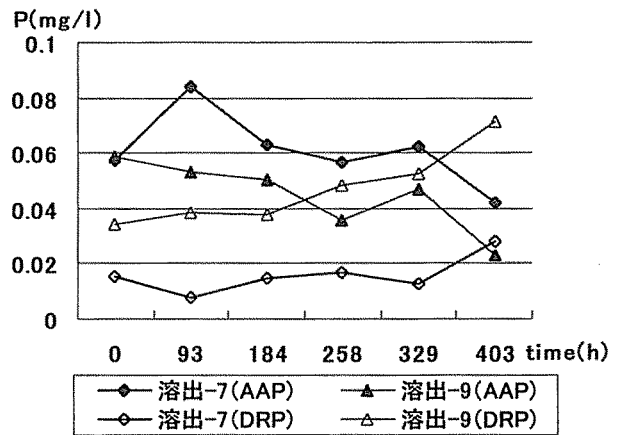
(図-7) AGP試験 Chl-a 時間変化



(図-8) AGP試験 POC 時間変化

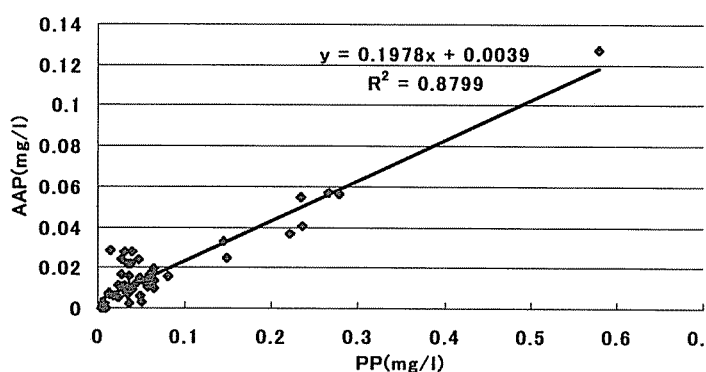


(図-9) AGP試験 AAP・DRP 時間変化

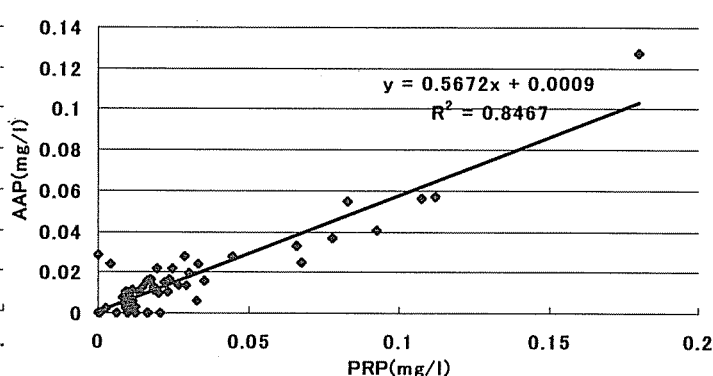


(図-10) 溶出試験 AAP・DRP 時間変化

(図-7)、(図-8)にAGP試験におけるChl-a、POCの時間変化を示した。Chl-a 濃度の最大値は139時間経過時にAGP-7で100 μg/l、AGP-9で160 μg/lと60 μg/lの差が見られた。POC濃度もChl-a濃度が高いときに多く増えているのが見られた。(図-9・10)にAGP試験中、暗条件での溶出試験のAAPとDRP濃度の変化を示した。AGP-9ではAAP、DRP共に迅速に減少していたが、特にChl-a増加時に多くリンが減少し藻類の増殖による摂取が見られた。溶出試験では藻類増殖がないため、溶存態リンは増加していた。AAPがゆるやかに減少し、DRPがほぼ同量増加していることから、AAPがDRPとして溶出していることが示されている。また、その溶出量は溶出-9が溶出-7より高く、藻類の増殖が行われていない状態でも、pHは大きなリン溶出のファクターになっていると示された。藻類の増殖が起きる際にCO₂が利用され、湖水水質はアルカリ性となる。従って、富栄養化した湖沼では懸濁態リンより溶存態リンへと変化しやすい状況を作り、藻類の増殖に利用されていることが考えられた。



(図-11) 滝里ダム湖 PP・AAP 相関



(図-12) 滝里ダム湖 PRP・AAP 相関

(図-11)に2001年滝里ダム湖試料のPPとAAPの相関を示した。相関係数が0.84と良い相関が得られた。また(図-12)にPRPとAAPの相関を示したところ、相関係数は0.89で相関が認められた。回帰係数から、PPの持つAAPとPRPの持つAAPはほぼ同量のため、湖水水質がアルカリ性になった時はPRPが溶出していると考えられた。また、滝里ダム湖ではPRPの約6割はAAPであると思われた。

3.3 結論

滝里ダム湖は湛水開始時から2~3年後にはChl-aが増加し、富栄養化していた。流入河川より流れ込むSS及びTPは密度流となりダムサイトまで到達し、季節変化とともに表層へ回帰していた。その際、SSが多い層で藻類の増殖が起きていた。AGP試験と溶出試験より、AAPが藻類の増殖に寄与することが明らかになった。AAPとPRPは高い相関が見られ、アルカリ性になると溶出するのはPRPであると考えられた。水質がアルカリ性になることでPRPがDRPへ変化し、さらに藻類増殖が起こるということが示唆された。中流部のダムでは富栄養化と藻類増殖は大きな水環境問題である。そのなかでも、流域環境を考えたSSの流出制御が大きな管理上の問題といえる。

4. 参考文献

- 1)アレキサンダー J・ホーン , チャールズ R・ゴールドマン (1999)陸水学 168-188
- 2)橋 治国 (1995) 富栄養化と水質解析 土木学会水理学編 A-2 1-16
- 3)J.D.H Williams , J.K.Syers , R.F.Harris , and .E.Armstrong (1971)Fractionaion of inorganic phosphate in Calcareous lake sediemnts SOIL SCI.SOC.AMER.PROC.,35 250-255
- 4)合田健 編著 水環境指標 思考社
- 5)須藤隆一 編 環境微生物実験法 講談社サイエンティフィック