

河川中途貯水域の出現が当該水域の物質動態に与える影響

宮下 奈緒子¹⁾・堀 智孝²⁾・杉山 雅人²⁾

1) 京都大学 総合人間学部 2) 京都大学院 人間・環境学研究科

1. はじめに

近年、「シリカ欠損仮説」、すなわち、「海域の富栄養化とシリカ(溶存Si、DSi)の供給減少が、海洋生態系の基盤を珪藻類から非珪藻類へとシフトさせる」という説が重要視されている(Ittekkot *et al.* 2000)。このDSiの供給減少に大きく寄与するのが、ダム湖のような停滞水域である。その水域で発生する珪藻類が、DSiを取り込んで沈積するため、水圏からSiが除去されるのである。

本研究では、新たに設けられたダム湖において時間的・空間的に密な観測を行い、ダム湖のSi貯留効果について検討した。同時に、「ダムの設置」という自然環境に対し大きな影響を与える人間活動を通して、当該水域の化学動態がいかに変化してゆくのかを、長期的に評価した。

2. 研究対象水域

研究対象とした水域は、岡山県の吉井川水系に新設された苫田ダムのダム湖、奥津湖(岡山県苫田郡鏡野町、図1)である。苫田ダムは、総貯水容量8,410万m³、集水面積217.4 km²、貯水池面積3.3 km²の重力式コンクリートダムである。

苫田ダムは2004年3月に完成した。同年5月から開始された試験湛水を経て、2005年4月から運用されている。

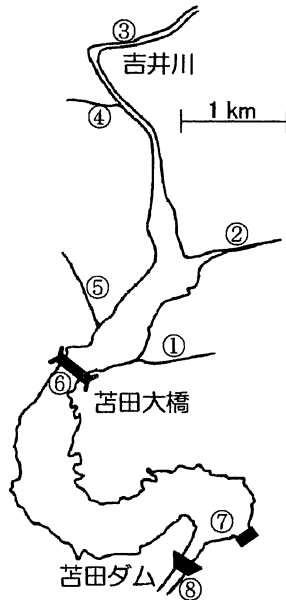


図1 奥津湖概観

3. 方法

[1]流入河川水質季節変動、[2]湖内物質動態、[3]流出河川水質長期変動に着目し、調査した。

[1]では、最大の流入河川である吉井川に加え、流入水量が比較的多いと見られる4本の流入小河川、計5本(図1、①~⑤)について、採水・分析を行った。[2]では、湖中央の地点⑥(水深19 m)において、鉛直分布を観測した。さらに、放流直前の水を代表する試料として、ダムから約300 m上流の地点⑦表層についても観測を行った。[1]および[2]の観測時期は、2006年5月、7月、8月、12月、2007年1月である。[3]では、苫田ダム直下の地点⑧を定点とし、2002年5月から2007年1月まで、毎月2回のペースで採水した(全93回)。観測項目は、以下のとおりである。

現地測定項目:水温、pH、電気伝導度、DO

溶存態化学種:Ba、Ca、Cl、Fe、K、Mg、Mn、Na、NO₃、PO₄、Si、SO₄、Sr、V

懸濁態化学種:Al、Fe、Mn、P、Si、クロロフィル

4. 結果と考察

[3]の結果、DSiの減少はほとんど見られなかった。そのわずかな減少傾向も、生物学的な機構によるとは断定できなかった。つまり、奥津湖では、珪藻によるSi貯留効果は顕著でなかったのである。

図2は、珪藻が繁茂するとされる冬季の観測結果を、流下方向に沿って示したものである(珪藻が要求する栄養元素の比を考慮し、PO₄濃度には16を乗じている)。明らかに、DSi濃度に対するPO₄濃度が低い。水の流れが停滞する奥津湖中央では、クロロフィル濃度が高く、植物プランクトンの繁殖が見て取れる。ところが、DSiの減少はごくわずかである。これは、

(i) 相対的に低いPO₄濃度によって、それ以上のプランクトンの繁殖(=DSi消費)が制限されており、

(ii) そもそも流入するSi量が多いので、たとえ湖に貯留効果があったとしても、貯留量は相対的に小さく目立たない

からである。しかし逆に言うと、Pの供給次第では珪藻が大増殖し、DSiが消費される可能性がある。今後は、Si以外の栄養塩についても、動態を監視する必要があるだろう。

【参考文献】

Ittekkot, V., Humborg, C., and Schafer, P. (2000): Hydrological Alterations and Marine Biogeochemistry: A Silicate Issue? *BioScience*, Vol. 50, No. 9, pp. 776-782.

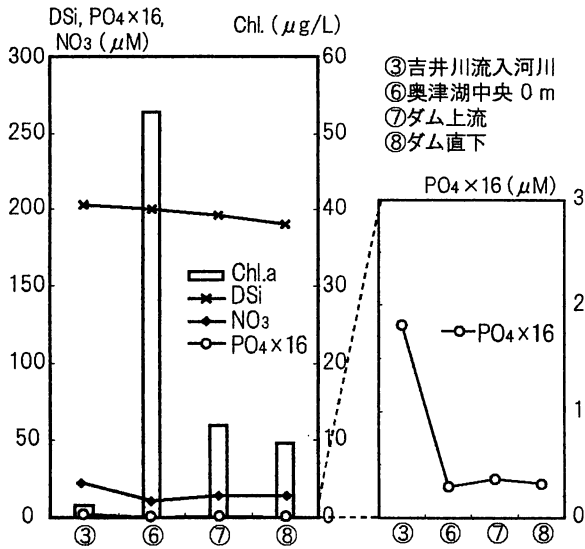


図2 Chl.a, DSi, PO4, NO3 流下方向分布 (2006年12月12日)

一方、ダムを設置は、微量元素の動態に多大な影響を及ぼすことが明らかになった。最も影響が大きかったのはMnであった。

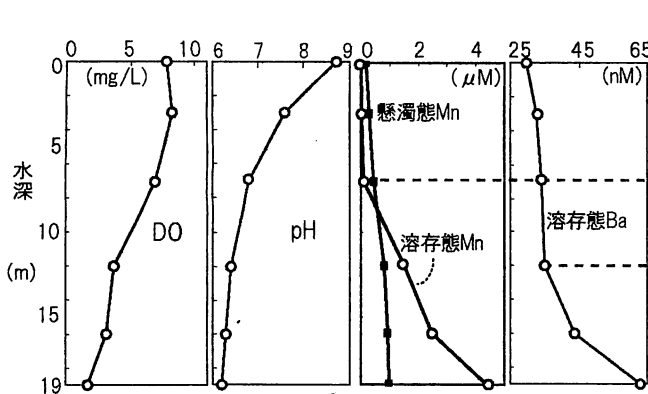
夏季の湖水停滞期に、奥津湖では、水深に伴ってDOが減少するものの、堆積物直上で完全に涸渇するわけではない(図3)。しかしながら、Mn濃度は底層において極端に高くなっており、Mn溶出が認められる。冬季には、この高濃度の底層水が湖内を循環するため、湖全体に影響が及ぶ。そのため、ダム放流水のMn濃度は、冬季にピークを描くように高くなっている。

Mnの挙動に伴って、アルカリ土類金属元素の動態も変化していた。これらは、Mn酸化物に吸着して湖内を沈降し、その一部が水相から除去されていると見られる。特に、Mn酸化物への吸着が強いBaの変化は顕著であった(図3)。

FeもMnと同様、底層における還元反応によって溶出する元素である。ところが、水相に供給されたFeは、Mnのように容易には再懸濁化せず、溶存態のまま表層にまで拡散している。酸化還元電位からすれば、FeはMnよりも速やかに酸化され懸濁化するはずだが、これに反する事象である。そのため、湖内の溶存態Fe濃度は、年間を通して全水深で流入水よりも高く、かつ、鉛直方向の濃度勾配が急であるという現象がおきている。

以上の結果から、水環境の変化に対する微量元素の反応性は極めて高いと言える。その反応性の高さゆえ、微量元素が奇妙な挙動を見せるとき、水域がなんらかの化学環境の変化を経験したことを知る手がかりとなるだろう。本研究は、熱力学的な解釈のみでは説明できないMnやFeの動態を明らかにしたが、その詳細についてはさらなる研究・検討が必要である。微量元素は、複雑な物質循環機構を読み解く鍵を与えてくれる可能性を秘めた、重要な研究対象であると言えよう。

こうした化学的な変化に加え、物理的な貯留効果も観測された。流出水中の懸濁態AlおよびSiはダム設置を境に減少しており、濃度変動も緩衝されていた。これは、下流に対する土砂の供給が滞っていることを意味しており、ダムは砂浜減少といった形で遠く河口域の海岸線にまで影響を及ぼすとの指摘を裏付ける結果となった。



夏季の奥津湖では、水深に伴ってDOが減少するものの、底層(水深19 m)でもまだ1.68 mg/L残されている。一方、pHは水深0 mで8.7、19 mで6.2と、非常に急な勾配を見せている。この事実は、Mnの極端な溶出と何らかの関連があると思われる興味深いところであるが、詳細はまだ不明である。

図3 2006年8月9日の奥津湖中央鉛直分布およびMnとBaの鉛直方向輸送機構

