

II - 90

酸性河川長瀬川のりん除去機構に関する一考察

日本大学大学院 学生員 ○黒沢 幸二

日本大学工学部 正 員 中村 玄正

日本大学工学部 正 員 松本 順一郎

1. はじめに 猪苗代湖は、面積108.0km²、総貯水量386万m³の酸栄養湖である。一般的に霞ヶ浦、琵琶湖などの湖沼、酸性湖である屈斜路湖、洞爺湖では富栄養化が進行している。しかし、猪苗代湖では栄養塩類である窒素はある程度存在しているが、りんは極めて少ない。このため藻類による内部生産は低く、富栄養化は進行していない。本研究では猪苗代湖に流入する長瀬川を調査対象とし、長瀬川での流下に伴うりん除去機構を検討したものである。

2. 調査地点の概要 長瀬川は裏磐梯湖沼群より流れているため、上流地点でのpHは7付近の中性河川であるが、強酸性の温泉水及び旧硫黄鉱山の坑内水などが流入する酸川と合流した地点でのpHは4～5と低下し、猪苗代湖に流入する。また、酸川では鉱山排水の影響によりFe、Alなどの金属イオンを多く含むと推測される。この金属イオンはりんと反応し、フロックとなって流れの緩やかな河床または猪苗代湖内に沈積されているものと考えられる。酸川上流でのりん酸イオン濃度は、0.06～0.17mg/Lと高い傾向を示している。これは人為的汚濁が認められない酸川支川の硫黄川では、りん酸イオン濃度は0.12mg/Lであることより、自然汚濁に起因するものと考えられる。流下するに従いりん酸イオン濃度は低下し、長瀬川合流直後では、0.036～0.462mg/Lの範囲であり、長瀬川下流においては0.007～0.029mg/Lの範囲になり上流と比較して1/10程度となっている。これらを負荷量に換算すると酸川上流では15.0～33.0kg/day、長瀬川合流直後では21.5～219.0kg/dayの範囲であり、長瀬川下流では、60.2～63.9kg/dayであった。今後は家庭排水、畜産排水、水田等のりんの汚濁発生負荷量を考慮した上でりんの除去能力を検討することが必要である。本実験では、図-1に示す酸川上流地点(S1)と長瀬川合流地点後(S2)で河川水と河床砂を採取し、K₂HPO₄を基質として河川水と河床砂との混合液にH₂SO₄及びNaOHを加え、pHを3～7に調整し曝気の有無を比較検討した。

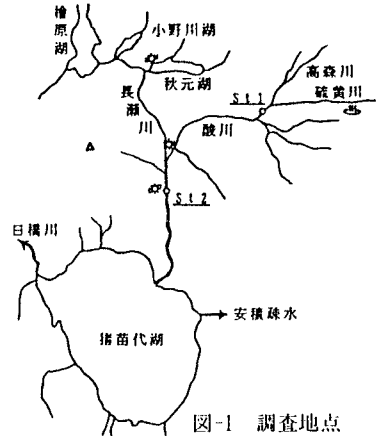


図-1 調査地点

3. 実験方法 酸川上流地点(S1)では金属イオンを多く含む。長瀬川合流地点後(S2)では、河床砂は赤色、流れの緩やかな河床上において石と石との間にフロックを確認した。このことを考慮し、酸川、長瀬川表流水と流れの緩やかな河床より砂を採取し実験室に持ち帰り、河川水500mL、河床砂30gを1Lビーカーに入れ、りん酸イオン濃度が5mg/LとなるようにK₂HPO₄を濃縮基質として添加した。次にH₂SO₄及びNaOHによりpHをpH=3、4、5、6、7、無調整とし、河床砂の有無、曝気の有無を比較検討し、りん酸イオン濃度の時間的変化を追った。この時の曝気は平均2.5L/minであり砂の表面上にフロックが存在していたので、検水は上澄液を採取した。りん酸イオンは上水試験法に準じて測定した。

4. 実験結果及び考察 猪苗代湖及び裏磐梯湖沼群における水質の経年変化を図2と図3に示す。T-Nは、猪苗代湖と裏磐梯湖沼群では、何れも0.2～0.3mg/Lの範囲にある。一般に富栄養化の指標としてのT-N濃度は、0.15mg/L以上とされている。一方、T-Pでは、裏磐梯湖沼群が0.006～0.008mg/Lであるのに対し、猪苗代湖では0.004mg/Lと低い値が示されている。富栄養化の指標としてのT-P濃度は、0.02mg/Lとされていることから、猪苗代湖ではT-Pが

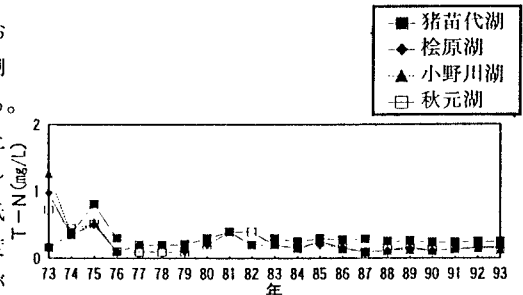


図-2 各湖の湖心におけるT-Nの経年変化

制限要因となって富栄養化が抑制されているものと考えられた。また、猪苗代湖では、流入T-P濃度が0.029mg/L(負荷量0.91g/s)であるのに対して、流出T-P濃度が0.004mg/L(負荷量0.19g/s)と1/7程度に低下するのも特徴といえる。さらに、pHが5程度と低いことと、水温が低いことも要因であろう。

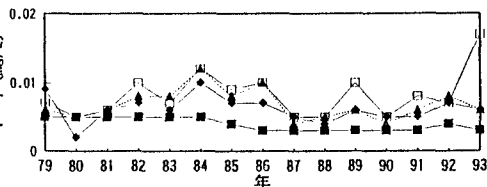


図-3 各湖の湖心におけるT-Pの経年変化

図-4に酸川上流(河川水+河床砂)、曝気した状態でのりん酸イオン濃度の経時変化を示す。全体的にpH値に関係なくりん酸イオン濃度は1hrで急激に低下し、その後緩やかに低下している。このことから、りん酸イオン濃度は、化学的な現象より除去されているものと考えられる。pH=3、無調整は、同様に急激に低下し1hrで2mg/Lになり、24hrでは0.2mg/L前後を示した。pH=4以上では、砂の表面に沈殿物が見られた。酸川下流ではpHの変動により河床砂が赤色となっていることから、現場と同様の現象が室内実験で確認された。したがって、pH値が4以上では、Feイオンは安定した水酸化物となっていることが推測されることから、りん酸イオンはあまり除去されないものと考えられる。図-5に酸川上流(河川水+河床砂)、曝気のない状態でのりん酸イオン濃度の経時変化を示す。pH=3、無調整では、4mg/Lまで低下し、その後は一定となっている。pH=4以上では、

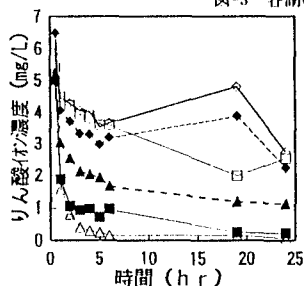


図-4 酸川上流(河川水+河床砂)、曝気した状態でのりん酸イオン濃度の経時変化

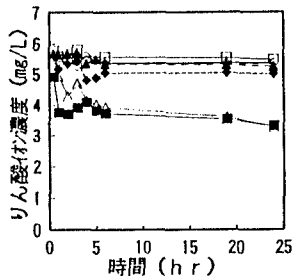


図-5 酸川上流(河川水+河床砂)、曝気なし状態でのりん酸イオン濃度の経時変化

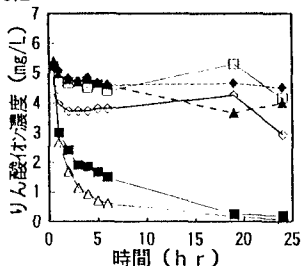


図-6 酸川上流(河川水)、曝気した状態でのりん酸イオン濃度の経時変化

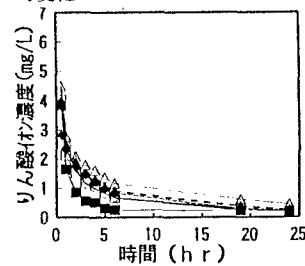


図-7 酸川下流(河川水+河床水)、曝気した状態でのりん酸イオン濃度の経時変化

初期基質濃度(5mg/L)からほとんど低下しなかった。このことから河床砂は、pHの変動だけではりん酸イオンの除去にあまり影響しないが、曝気をすることにより影響があるものと考えられる。図-6に酸川上流(河川水)、曝気した状態でのりん酸イオン濃度の経時変化を示す。図-4と同様な傾向が示された。このことからpHが3、無調整ときは、河床砂が無くても5mg/L前後のりん酸イオンを除去することがわかった。図-7に酸川下流(河川水+河床砂)、曝気した状態でのりん酸イオン濃度の経時変化を示す。図-7より、りん酸イオン濃度はpHの調整に関係なく除去されたことがわかる。図-8に蒸留水+河床砂、曝気有無の状態でのりん酸イオン濃度の経時変化を示す。蒸留水を用いたため、水中には金属イオンは含まれていないので、河床砂は曝気をするだけで5mg/L前後のりん酸イオンを除去することがわかった。

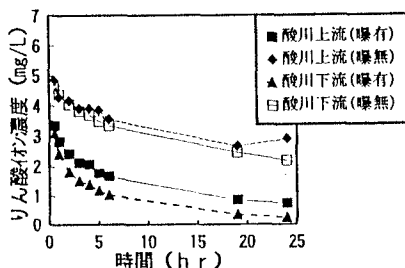
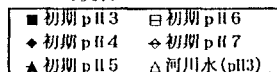


図-8 蒸留水+河床砂、曝気有無でのりん酸イオン濃度による経時変化

おわりに 本実験では、酸川の上流地点、下流地点の砂の粒径及び酸川河川水等の性状が多少異なることが考えられるが、全体的に曝気を行うことにより、りん酸イオン濃度が低下する傾向にあった。今後りん酸の除去能力を検討するために、酸川河川水中に含まれる鉄、7Mnなどの金属イオンの存在量を定量し、河床表面に沈殿する7Mnの組成成分を明らかにする必要があるものと考えられる。