

## 奥日光 湯川に沿う水質変化に関する基礎的研究

宇都宮大学 学生員 小松崎敦志  
 宇都宮大学 正会員 池田裕一  
 河相工学研究庵 F 員 須賀如川

### 1. 研究の背景と目的

奥日光にある中禅寺湖、湯の湖の周辺には、温泉が存在する。特に湯の湖周辺は、有名な温泉町となっており、温泉水の流入も多いことが考えられる。また、湯の湖と中禅寺湖を結ぶ湯川には、戦場が原内で鉄分を多く含んだ赤い川が流入する場所も見られる。このような場所に位置する奥日光の水質は、一般的な河川や湖沼とは違った水質構造を持つと考えられ、奥日光の水質構造を検討することは、非常に興味深いテーマである。したがって、研究の目的としては、湯川の流下変化の把握、水質変化モデルの検討とする。

### 2. 観測地点及び調査方法

現地調査は、2000年11月6日～9日、13日～15日にかけて、湯川の5地点に関して行った。昼間は2時間ごと、夜は4～6時間ごとに24時間、各地点それぞれ9～10回の測定を行った。調査地点は図-1に示すように中禅寺湖流入部(菖蒲ヶ浜)、戦場が原南端、戦場が原中央(青木橋)、戦場が原北端(小田代橋)、湯の湖流出部である。調査項目は観測時の気温、水温、流速、溶存酸素(DO)、水素イオン濃度(pH)、電気伝導度(EC)について実施した。また同時に、分析するための採水も行った。

水質分析に関しては、調査により採水した水を後日、吸光度試験によって分析した。分析項目はアンモニア性窒素(NH<sub>4</sub>-N)、硝酸性窒素(NO<sub>3</sub>-N)、亜硝酸性窒素(NO<sub>2</sub>-N)、全窒素(T-N)、全鉄、硫化物について行った。

### 3. 現地調査の結果及び考察

図-2に流量の流下変化の図を示す。これを見ると、流量は湯の湖から流下に伴い減少し、戦場が原中央の点で最小になる。それから流下するにしたがい増加を続けていき、中禅寺湖で湯の湖と同じ流量に戻っているのがわかる。この理由としては、戦場が原が湿原であるため、周りに水が浸透するためと思われる。

図-3に硫化物と鉄の流下変化の図を示す。硫化物に関しては流下に伴い減少していく様が見取れる。しかし値は総じて低い値で推移している。この理由として、硫化物イオンは溶存酸素が十分存在する場所ではすぐに酸化し硫酸イオンになってしまうという特徴が挙げられる<sup>1)</sup>。

また、全鉄に関しては、湯の湖から戦場が原中央まで一定もしくは高くなっていく傾向が見られた。それに対し戦場が原中央以降は流下するにつれ減少している。この理由としては、戦場が原北端と中央の地点の間での鉄分を多く含んだ赤い川が存在したことから、

キーワード：奥日光，中禅寺湖，湯の湖，湯川，水質

連絡先 〒321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2 電話番号 028-689-6214 F A X 028-689-6230



図-1 観測地点

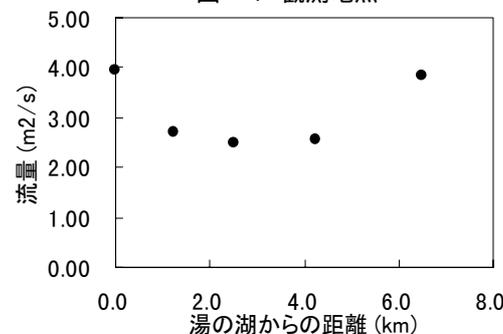


図-2 流量の流下変化

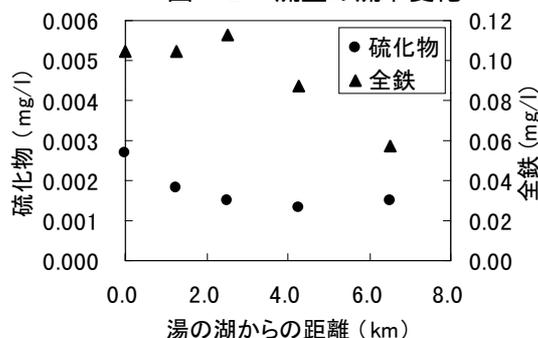


図-3 硫化物、全鉄の流下変化

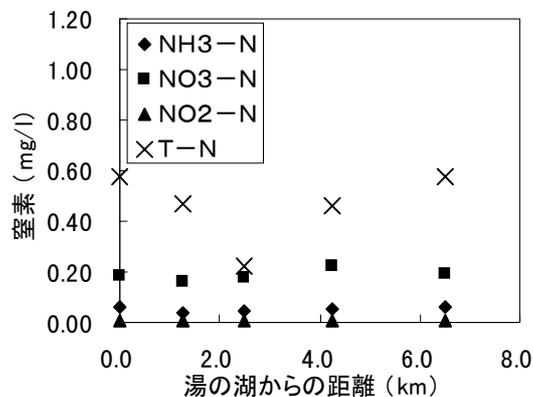


図-4 各窒素の流下変化

その川の流入と、周辺土壌からの鉄分の流出が影響していると考えられる。

図 - 4 に各窒素の流下変化の図を示す。窒素類に関しては全窒素が湯の湖と菖蒲ヶ浜で高い値を示した。全窒素は汚染の状態を判断する指標として用いられるものである。したがって湯の湖、菖蒲ヶ浜では汚染負荷が高い可能性がある。

#### 4. 水質モデルの検討

現地調査の結果を用い、流下変化のモデルを検討する。モデル検討にはボックスモデルを用いた。湯川を現地調査を行った地点により戦場ヶ原より上流、戦場ヶ原内の北と南、戦場ヶ原より下流という4区間に分け、それぞれの区間の中で、水質影響要因を考慮し、水質変化モデルを検討した。考慮する水質影響要因として図 - 5 のように考えた<sup>2)</sup>。それぞれの物質に対し収支式を立て、最小二乗法を用い、この式を満たす最適な未知数を求めた。

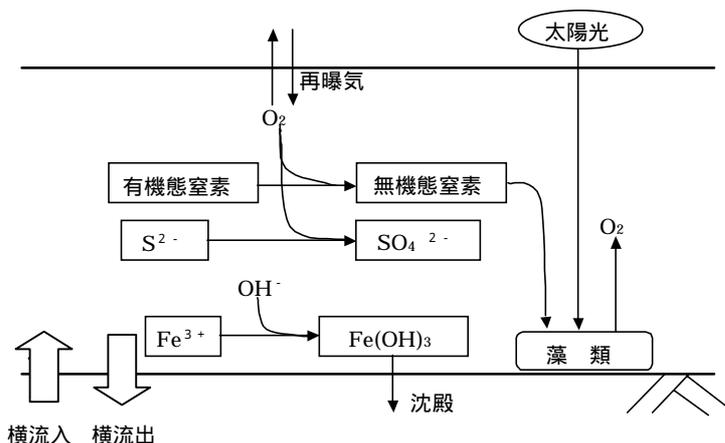


図 - 5 水質モデル概念図

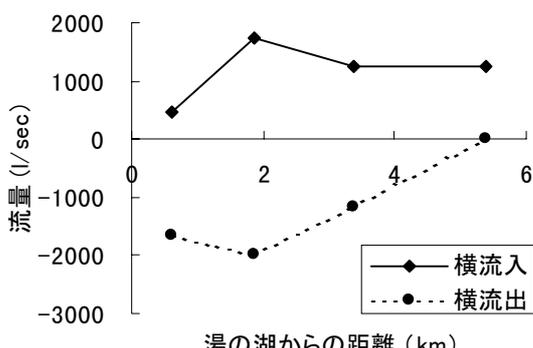


図 - 6 水の収支

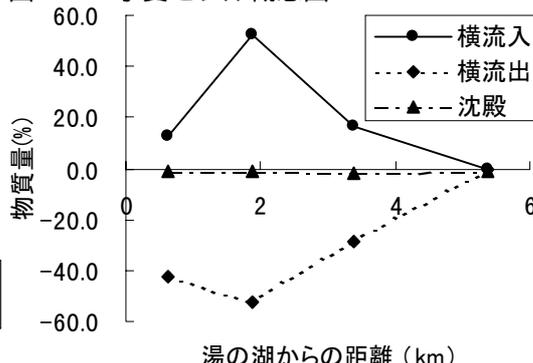


図 - 7 鉄の収支

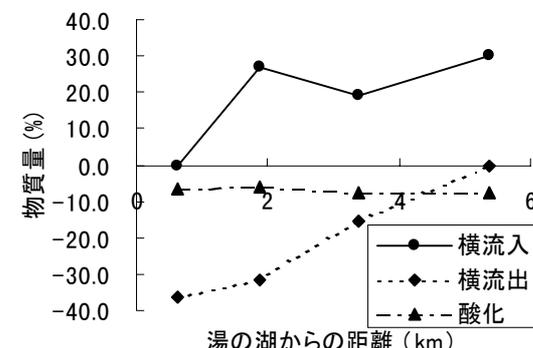


図 - 8 硫化物の収支

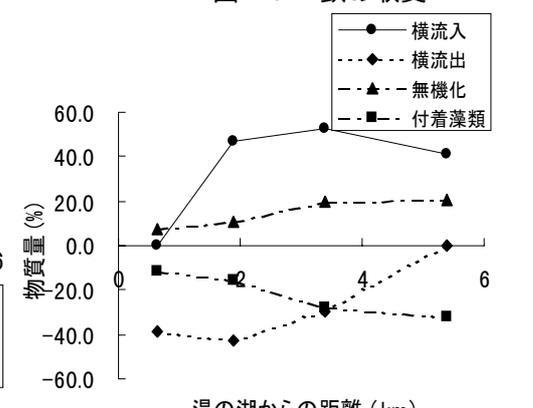


図 - 9 無機態窒素の収支

図 - 6 ~ 9 に4区間にわたる水、鉄、硫化物、無機態窒素の収支を示す。河道に供給される量を正、失われていく量を負の値としている。図 - 7 ~ 9 で示している物質量は、最上流部から流入する量を 100 とした割合である<sup>3)</sup>。ここで、特に戦場ヶ原北側の区間に着目する。鉄の収支では、水中の鉄が水酸化鉄となり沈殿する量は、途中流入出する量に比べ、ほとんど無視できることがわかる。また、この区間では、流下に伴い流量は減少しているため水の横流入量より横流出量のほうが多いが、高濃度の鉄が流入している区間であるため、鉄の横流入、流出量は、ほぼ同じ量となっている。硫化物に関しては、横流入、流出の影響も大きい、酸化の作用も小さくないことが確認できる。無機態窒素の収支については、横からの流入、流出の影響はもちろん大きい、有機態窒素の無機化や付着藻類の光合成などの化学的・生物学的要素の影響も区間によっては大きいことが分かる。

(参考文献)

- 1) 国土交通省：国土交通省 水文水質データベース， <http://wdb-kk.river.or.jp/zenkoku/menu.htm> (2001年4月現在)。
- 2) 岩佐義朗編：湖沼工学，山海堂，pp339~347，1990。
- 3) 戸田，池田：平水時の礫床河川の物質循環シミュレーションモデルの構築，土木学会第54回年次学術講演会，pp468~469，1999。