

## 晴天時における森林域を流れる小河川の水質変動

東北工業大学大学院 学生会員 ○水野 俊  
 東北工業大学 正会員 中山 正与

### 1. はじめに

生活水準が上がり、下水道設備が進展すると共に、点源（生活排水、事業場排水）からの汚濁負荷量が減少傾向にあるものの、面源（市街地系、農地系、自然系等）からの負荷量の削減は進んでいない。そこで、面源汚濁源の1つである森林域に的を絞り、東北大学植物園内を流れる小河川において、森林域からの汚濁負荷量の流出特性を把握することを目的とし、これまで晴天時に採水を行い継続的な水質調査を行ってきた。

2011年には、晴天時の流下に伴う水質変動の実態を把握するため、小河川内に5ヶ所の採水地点を設け、調査を行った。水質変動の原因を把握するために、土壌の酸化還元の状態、土壌中の有機物の量を測定し解析した。また、重回帰分析による水質項目間関係を解析した。

### 2. 調査概要および分析項目

#### (1) 調査概要

宮城県仙台市青葉区内にある東北大学植物園を図1に示し、また、調査した小河川の概要を表1にまとめた。下流側から上流側にかけてA～Eの5点を定め採水を行った。この5点について、晴天時における2011年の6月から12月に掛けて約月1回の頻度で採水し分析を行った。小河川の水質分析とは別に、土壌の成分分析とORP(酸化還元電位)の測定も同時に行った。ORPの測定位置はそれぞれ河川水を採水した位置よりもやや上流とした。

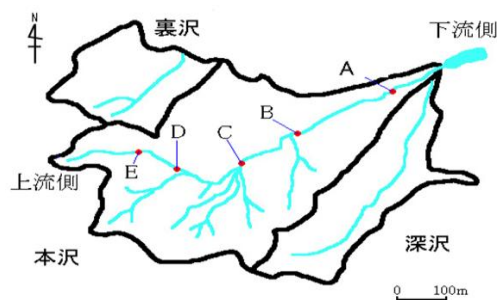


図1. 東北大学植物園

表1. 調査地点の概要

測定地点	A-B	B-C		C-D		D-E	合計
距離(m)	136	32	69.6	67.7	100	46.7	68.9
流速(cm/s)	3.3	18.4	6.1	4.3	7.9	8.5	6.6
流下時間(h)	1.14	0.05	0.32	0.44	0.35	0.15	0.29
区間距離(m)	136	169.3		146.7		68.9	520.9
区間流下時間(h)	1.14	0.80		0.50		0.29	2.74

#### (2) 分析項目

水質については、水素イオン濃度指数(pH)、電気伝導度(EC)、化学的酸素要求量(COD)、塩化物イオン濃度(Cl<sup>-</sup>)、総窒素(T-N)、アンモニア性窒素(NH<sub>4</sub>-N)、亜硝酸性窒素(NO<sub>2</sub>-N)、硝酸性窒素(NO<sub>3</sub>-N)、総リン(T-P)、TOC、流量、水温である。また、土壌については強熱減量とORP(酸化還元電位)を測定した。

#### (3) 強熱減量およびORP(酸化還元電位)

図1に支流が記されているが晴天時は流れておらず、晴天時に流れる河川水はほとんどが地下水であり土壌の影響を受けると考えられる。本年は流下に伴う水質変動が土壌の状況とどのような関連性を示すのかを把握するため土壌の強熱減量、ORPの調査を行った。川岸にプラスチック製の細い筒を差し込み10cmごとに30cmの深さまで土壌を採取した。ORP電位は川岸の地表面より、深さ25cm、40cm、60cmで測定し、60cmをNo.1、40cmをNo.2、25cmをNo.3とした。上流部(D,E)では小石が多く存在し土壌の採取用器具、ORP電極の挿入が浅い層でしかできず深い土壌の採取は出来なかった。

#### (4) 重回帰分析

重回帰分析は、標準偏回帰係数が大きい説明変数ほど、その変化によって目的変数の値が大きく変化する。今回は水温、pH、Cl<sup>-</sup>、NO<sub>3</sub>-N、T-N、T-P、流量の7項目を説明変数とし、CODを目的変数として重回帰分析によってそれぞれの項目がどのような影響を与えているのかを解析した。

キーワード：水質変動、晴天時、酸化還元、重回帰分析

連絡先：仙台市太白区八木山香澄町35-1 東北工業大学 工学部 都市マネジメント学科 TEL:022-305-3537

3. 結果と考察

(1)河川の流下に伴う変動

図2に水質の変動を示した。流量、CODは流下に伴い増加傾向にある。また、NO<sub>3</sub>-Nは流下に伴い減少傾向にある。

(2) 強熱減量から見たCODの流下による濃度変化の原因

図3に強熱減量の結果を示した。深さ毎の傾向としては深さ0~10cmでは下流側ほど大きな値となった。深さ10~20cmではC地点、D地点で値が大きくなり山なりの傾向を示した。深さ20~30cmではD地点での採取は出来なかったが、残の4地点では下流側で増加する傾向が見られた。

土壌の表面近くでは下流ほど有機物の量が多くなる事が分かった。このことからCODが流下により増加する原因は、土壌に含まれる有機物量が下流側で大きく、その有機物が地下水へ、地下水が河川へと流れ出て河川水中のCOD濃度に影響を与えたと考えられる。

(3) 土壌のORPとNO<sub>3</sub>-Nの関係

図4にOPRの結果を示した。上流部のE地点で酸化状態を示し、D地点は測定日によって酸化状態あるいは、還元状態を示した。C地点、B地点、A地点では還元状態を示した。下流部であるA、B、C地点では、ほとんどの値が-100~-200mVと還元状態を示した。

これらのことから上流部では硝化作用が起きNO<sub>3</sub>-Nが生成されたために上流部でのNO<sub>3</sub>-Nの濃度の値が高くなると考えられる。また、下流部では還元状態にあり、NO<sub>3</sub>-N濃度の小さい地下水が流入するため、NO<sub>3</sub>-Nの濃度が低下すると考えられる。

(4)重回帰分析による水質項目間の関係

表2に目的変数をCODとした重回帰分析の結果を示した。その結果、水温、T-Pの値が大きくなるとCODの濃度が高くなり、逆にNO<sub>3</sub>-N、流量の値が大きくなるとCODの濃度が低くなる事が分かった。

4. おわりに

- ① COD濃度は流下により値が増加し、NO<sub>3</sub>-Nは流下により値が減少した。
- ② COD濃度が流下により増加するのは、土壌の有機物量が下流側に多く含まれ、有機物を多く含む地下水が河川へと流れ出ていた為と推測できる。
- ③ NO<sub>3</sub>-N濃度が流下に伴い減少するのは、上流部の土壌が酸化状態にあり硝化作用によりNO<sub>3</sub>-Nが生成され、下流部では還元状態にあり、NO<sub>3</sub>-Nの流入が小さい為と推測される。

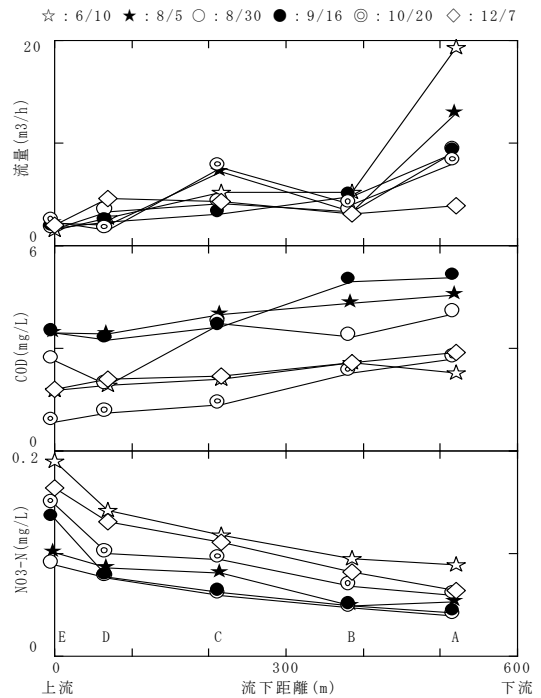


図2. 流下による水質変化(2011年)

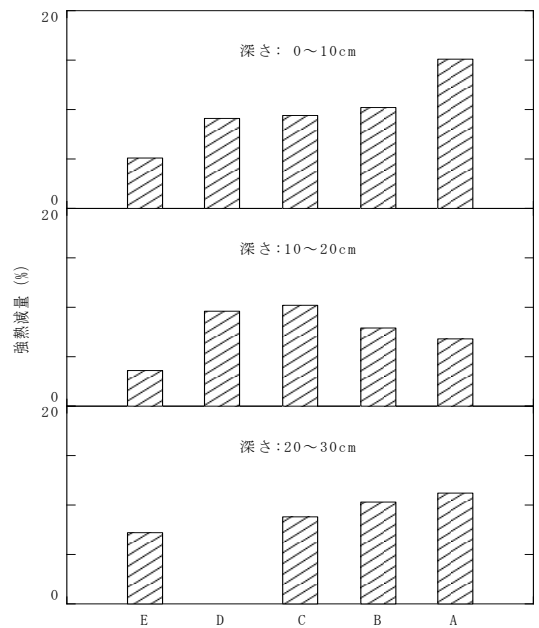


図3. 強熱減量

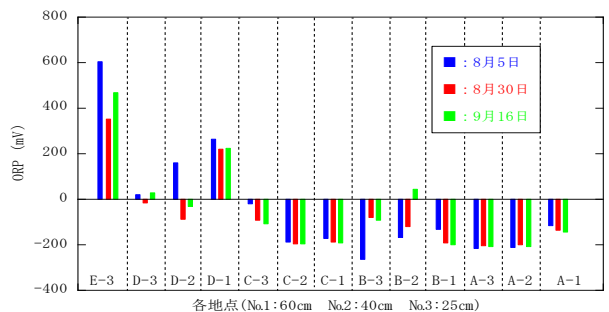


図4. ORPの変化

表2. CODの重回帰分析結果

説明変数	COD	
	偏回帰係数	標準偏回帰係数
水温	0.126	0.502
pH	0.291	0.051
Cl-	-0.006	-0.009
NO <sub>3</sub> -N	-12.255	-0.423
T-N	0.165	0.031
T-P	63.812	0.249
流量	-0.010	-0.035