

流域土壌への物質吸着特性と河川水質に与える影響 ～京都府野田川を対象として～

立命館大学大学院理工学研究科 学生会員 ○佐藤 浩一 正会員 佐藤 圭輔  
 京都大学流域圏総合環境質研究センター 正会員 清水 芳久

1. 背景・目的

近年、河川や閉鎖性水域の水質汚濁管理においてポイントソースの対策が行われてきたが、ノンポイントソース(森林や水田等)の対策は必ずしも進んでおらず、その重要性が認識されてきている。ノンポイントソースからの負荷を考える上では、それを構成する土壌に着目することが有効である。流域の土壌は、栄養塩類を吸着した状態で流出し、降雨等の溶存態成分とともに河川に流れ込み、最終的には下流の閉鎖性水域に到達する。本研究はこの流出現象に着目し、①河川水中栄養塩類の形態の流程変化、②土壌粒径と物質吸着性の関係および③流域土壌が河川水に与える影響の3点を解明することを目的とした。対象河川は阿蘇海に流入する野田川(日本三景の1つ、天橋立地域として知られている)とした。野田川は本川流路延長 15.9km、流域面積約 100 km<sup>2</sup>の京都府の二級河川である。

2. 方法

2.1 調査地点

野田川の調査地点として、上流、中流および下流の3地点を設定した。採水は自動採水器(6712型、ISCO社製)を用いて表1に示す期間・

表 1. 現地調査日程

	上流	中流	下流
河口からの距離(km)	12	11	2
調査期間	10/19~10/22	10/5~10/7	10/11~10/17
採水間隔	6時間毎に1L	6時間毎に1L	6時間毎に1L

方法(いずれも晴天時)で実施された。また、野田川流域内の水田4地点、森林5地点を対象とし、各地点につき周辺5箇所の土壌を等量混合したものを試料として採取した。各地点における集水域の土地利用割合は表2のようになっており、上流と中流は主に森林、下流は水田と市街地からの影響が大きくなる地点として選定した。

表 2. 土地利用割合(%)の一覧

	上流	中流	下流
水田	12.3	9.4	15.5
農地	0.3	0.4	0.8
森林	80.8	86.1	75.7
荒地	3.9	2.0	0.9
その他	0.6	0.3	1.3
市街地	2.1	1.8	5.9

※国土数値情報(L03\_09M)を利用

2.2 試料の操作と分析方法

採取した河川水は分析フロー(図1)に従って前処理を行い、河川水質試験方法(案、1997年版)を用いてSS、TOC、DOC、OC(有機炭素含有率)、TN、DTN、TPおよびDTPを測定した。一方、土壌は前処理として乾燥機で充分乾燥させた後、粒径分布を測定すると共に、河川水中SSの粒径分布と比較できるように0~37、37~106、106~250および250~500μmの4つの粒径区分に分画した。

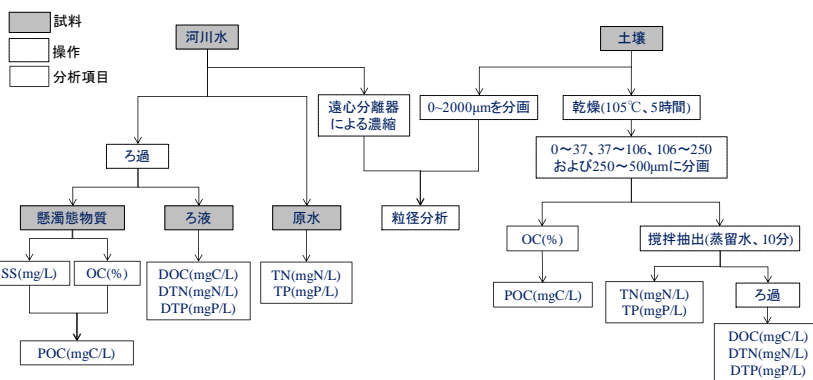


図 1. 河川水、土壌の分析フロー

分画された土壌 250mg を蒸留水 500mL にて攪拌抽出をした後、図1のフローに従って各測定項目を分析した。なお、攪拌抽出を行った理由は、土壌中に含まれている栄養塩類の存在形態を粒状態と溶存態に区分し、土壌中栄養塩類の河川水への流出を模擬するためである。

3. 結果と考察

3.1 河川水中の存在形態

各地点における河川水中SSとTNの存在形態の割合を図2に示す。なお、図中右に付記された数値は全形態の合計値(観測期間平均値)を表している。この結果から、SSおよびTNは下流に近づく

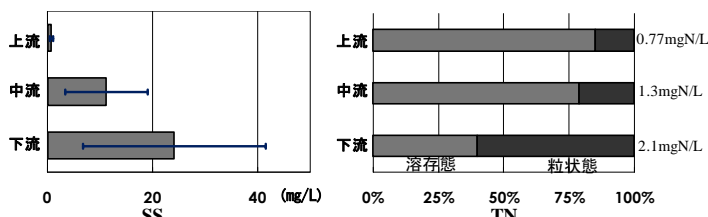


図 2. 河川水中 SS と TN 存在形態

キーワード 流域土壌、河川水、栄養塩類、存在形態、ノンポイントソース

連絡先 〒525-8577 滋賀県草津市野路東1丁目1-1 イーストウイング3階環境工学第一研究室 TEL077-561-2777

程濃度が上昇していることが明らかとなり、この傾向は TOC、TP でも同様であった。この理由として、特に TOC、TN では粒状態成分の上昇が大きく寄与していることが分かった。一方で TP については、粒子への吸着性が強いいためいずれの地点においても粒状態成分が 8 割以上を占める結果となった。

### 3.2 土壌中の存在形態と溶出特性

流域土壌中窒素の吸着量と溶出量を粒径範囲ごとに測定した(図 3)。まず、粒径が小さくなると吸着量が大きくなる傾向を読み取ることができる。このことは、吸着量が土壌粒子の比表面積に依存しているためと考えられる。次に、溶出量は概して吸着量に比例していることが分かる。TOC、TP でもこれらと同様の傾向が見られた。

土壌中の窒素含有量(吸着量+溶出量)で比較すると、森林土壌のほうが水田土壌よりも大きい結果となった。TOC もこれと同様の傾向であったが、TP については水田土壌の方が大きくなった。森林土壌では自然環境における一般的な CNP 比を概ね成り立たせているが、水田土壌では施肥とその残留性によって影響を受けていることが示唆された。

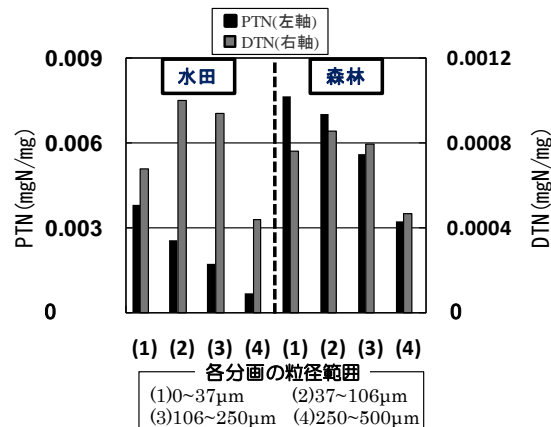


図 3. 土壌中物質存在形態

### 3.3 河川水中 SS と流域土壌への物質吸着性

図 4 に各地点における河川水中 SS と溶出操作後の土壌中の PTN をそれぞれ示す。なお、図中の棒に付記された数値は、河川水中 SS については粒径の D50 を、土壌については粒径範囲を表す。流域土壌においては、河川水中 SS の D50 を含む画分として 106~250μm の結果を用いている。中流の PTN は水田土壌や森林土壌のそれらの値と近い結果となったことから、流域土壌の影響が大きい(すなわちノンポイントソースの影響が優先)と推察された。一方で下流における PTN は流域土壌のそれよりも大きくなった。この理由として表 1 で示したように下流に近づくとも市街地(民家)が多くなることや、天橋立地域における下水道普及率が 43%程度<sup>2)</sup>と低いため、流域土壌からの影響に加えて生活排水の影響を受けたことが考えられる。また、上流における PTN が大きくなったのは、サンプリング場所の近隣に民家の尿尿等が排出される排水管などのポイントソースが存在したためである。河川にエントリーできる場所が限られており、今回は上流の傾向を示す結果が得られなかったため、今後は調査地点の再設定が必要である。これらの結果から、流域土壌の物質濃度は河川水質のバックグラウンド値(下限値)に相当すること、および場所によってポイントソースの影響が上乘せされることが明らかとなった。今後はポイントソースの調査も含めたより総合的な分析を行うとともに、出水時も含めて本考察の定量的な検証が必要であると考えている。

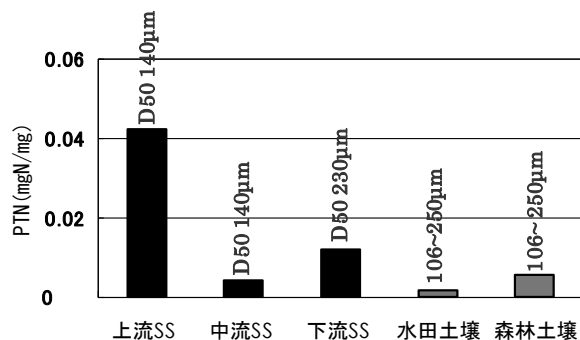


図 4. 河川水中 SS と流域土壌における PTN

## 4. まとめ

- 1) 今回の晴天時調査では、河川水中の SS は下流に近づくにつれて増加し、そのため TOC と TN についても下流ほど粒状態の占める割合が増加した。一方で TP は全地点において粒状態が 8 割以上を占める結果となった。
- 2) 窒素、リンおよび有機物の吸着量と溶出量は土壌粒子の比表面積に依存する傾向が見られた。TOC と TN は森林土壌、TP は水田土壌の方が含有量が大きく、施肥や残留性の影響を受けていることが示唆された。
- 3) 河川水中 SS と流域土壌との比較結果から河川水質(特に粒状態)のバックグラウンド値は、流域土壌中の物質特性に依存することが明らかになった。また、ポイントソースの影響はそれに上乘せされることが示唆された。

## 参考文献

- 1) 太平篤宏：起源と構成に着目した河川水中有機物負荷量の推定, 名古屋大学修士学位論文, pp.14-28, 2009
- 2) 堀江陽介：統合的湖沼流域管理に向けた水環境評価システムの提案, 京都大学博士學位論文, pp14-31, 2009