

鳥取県湖山池の枝川河口部近傍における底質の形態別リンに関する研究

鳥取大学大学院工学研究科 学生会員 ○片岡 怜二
 鳥取大学大学院工学研究科 正会員 増田貴則、細井由彦、赤尾聡史
 鳥取大学大学院工学研究科 非会員 島野直宏

1. はじめに

鳥取県鳥取市の北西部に位置する湖山池では、富栄養化の原因物質であるリンの環境基準がまだ達成されていない。これは、ノンポイント汚染源から水路、河川を通して湖沼に流入する懸濁態物質による汚濁負荷も原因の1つとして考えられる。そこで、本研究では湖山池流入河川の1つである枝川の河口部近傍を対象とし、底質に含まれる懸濁態のリンを生物の利用されやすさにより形態別に分類し測定を行うことで、懸濁態リンの動態について考察した。本報では既存研究により測定された湖山池流入河川の1つである長柄川、枝川の流域土壌と長柄川沖合底質の各形態別リン測定結果と比較して論じることで、流域土壌、枝川底質、長柄川沖合底質の形態別リンの含有量変動の特徴について報告する。

2. 研究方法

図1に本研究の研究フロー、図2に本研究の底質採取を行った地点および既存研究の採取地点を示す。本研究では図2中に示すSt.1~St.4の4地点にて底質採取を行った。その後底質を持ち帰り、含水率、強熱減量の測定を行った。続いて、形態別リンを測定する前に底質試料のフ

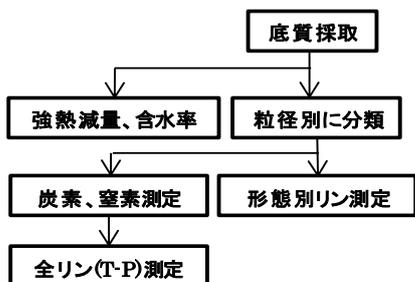


図1 研究フロー

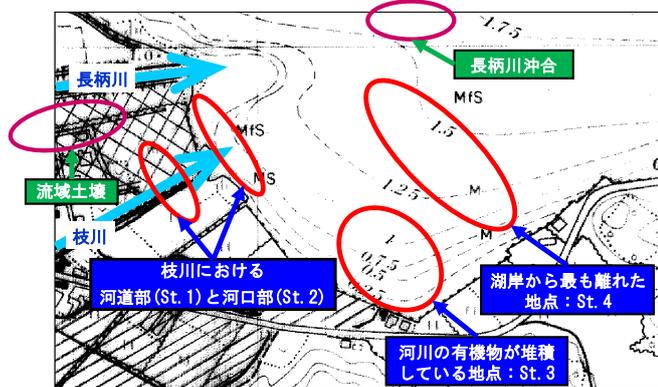


図2 サンプルング地点

ルイ分けを行った。これは、底質中に含まれる形態別リン含有量を粒径ごとに把握する、また各サイトの粒度組成から、土粒子の流出特性を把握するためである。測定方法は、底質試料を105°Cに設定したドライオープンで2時間乾燥させフルイ分けにより粒径別に分類した。粒径区分については710μm以上、355~710μm、212~355μm、106~212μm、75~106μm、45~75μm、20~45μm、20μm以下の8区分とした。粒径別に分類した試料は、各粒径ごとに炭素、窒素、形態別リン測定を行った。炭素、窒素についてはCNコーダー(JM1000CN)を用いて測定し、形態別リンについては図3に示す連続抽出法を用いて測定した。全リン測定については炭素、窒素測定後の試料を硝酸硫酸法にて分解し、モリブデン青法により測定を行った。

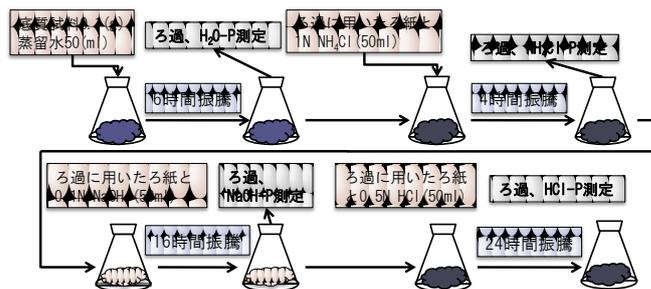


図3 連続抽出法

3. 研究結果

3.1 含水率、強熱減量測定結果

図4にSt.1~St.4、および図2中の長柄川沖合の含水率、強熱減量の結果を示す。含水率はSt.1と比較してSt.2が小さく、St.2からSt.4に向かうにつれ値が増加している。続いてSt.4と長柄川沖合を比較すると、St.4が大きい値を示した。強熱減量に関しては、St.1からSt.4にかけて値が増加し、St.4と長柄川沖合を比較すると、長柄川沖合がおよそ2倍大きな値を示している。これらの結果より枝川底質よ

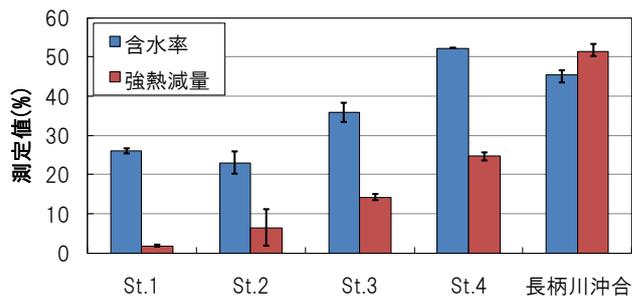


図4 含水率、強熱減量測定結果

り沖合底質が水分量、有機物量ともに多く含まれていることと、St.4 と長柄川沖合底質を比べた場合、水分量に大きな違いは見られないが、有機物量は沖合底質が多いことが分かった。

3.2 粒度分布測定結果

図5に流域土壤、枝川底質、長柄川沖合底質の粒度組成の結果を示す。流域土壤では20 μm 以下の粒径を除き、割合が均等になった。St.1～St.4では、355 μm 以上の粒径はSt.1からSt.4に行くにつれ割合が減少傾向にあり、106 μm 以下の粒径は増加にある。St.4と長柄川沖合では粒径212～355 μm 、106～212 μm は長柄川沖合の割合が大きい、106 μm 以下の粒径は長柄川沖合の割合がSt.4の約半分となっている。よって、これらの傾向より流域土壤で流出した355 μm 以上の大きい土粒子は河川底に堆積し、106 μm 以下の土粒子は河川底にはあまり堆積せず、枝川沖合で多く堆積する傾向があることが分かった。さらに、長柄川沖合とSt.4では粒度組成が大きく異なることが分かった。

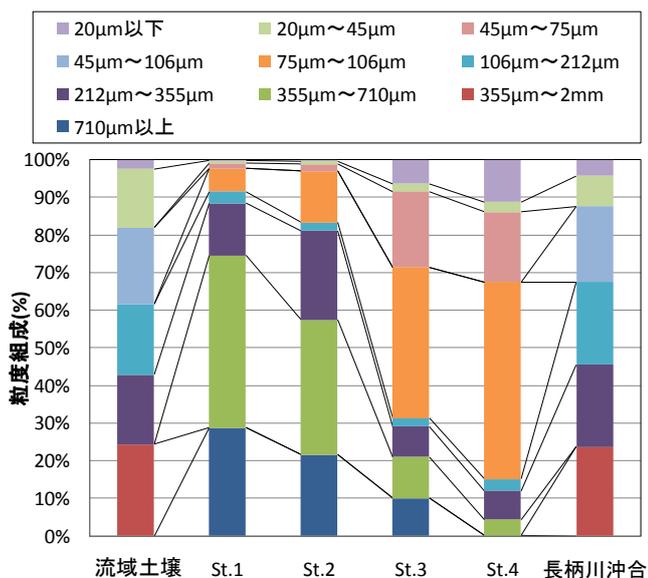


図5 粒度組成結果

3.3 炭素、窒素、全リン測定結果

図6に流域土壤、枝川底質、長柄川沖合底質の炭素、窒素、全リン含有量測定結果を示す。炭素含有量に関しては、長柄川流域土壤では20 μm 以下の粒径で含有量は他の粒径より多いものの、他の粒径は20(mg/g)と近似した値を示している。しかしSt.1、St.2をみると106 μm 以下の粒径の含有量が途端に増加する結果となった。続いてSt.4をみると355 μm 以上の粒径の含有量の値がSt.1、St.2に比べて極端に大きな結果となった。St.4と長柄川沖合の値をみると、双方とも212 μm 以下の粒径では粒径が小さく

なるにつれ含有量が増加する傾向が見られた。窒素含有量はどのサイト、どの粒径においても含有量分布は炭素含有量分布と類似した傾向となった。含有量に関しては炭素の1/10以下を示した。全リンに関しては、長柄川流域土壤では粒径が小さくなるにつれ含有量が増加する傾向が見られた。St.1、St.2では106 μm 以上の粒径では流域土壤の値と比べ含有量が多いが、106 μm 以下の粒径では逆に少ない結果となった。St.4ではSt.1、St.2に比べ106 μm 以上の粒径の含有量は増加し、106 μm 以下の粒径では減少する傾向となったが、20 μm 以下の粒径ではSt.2の値に比べ増加している。St.4と長柄川沖合の値では粒径別含有量の分布が大きく異なる結果となった。

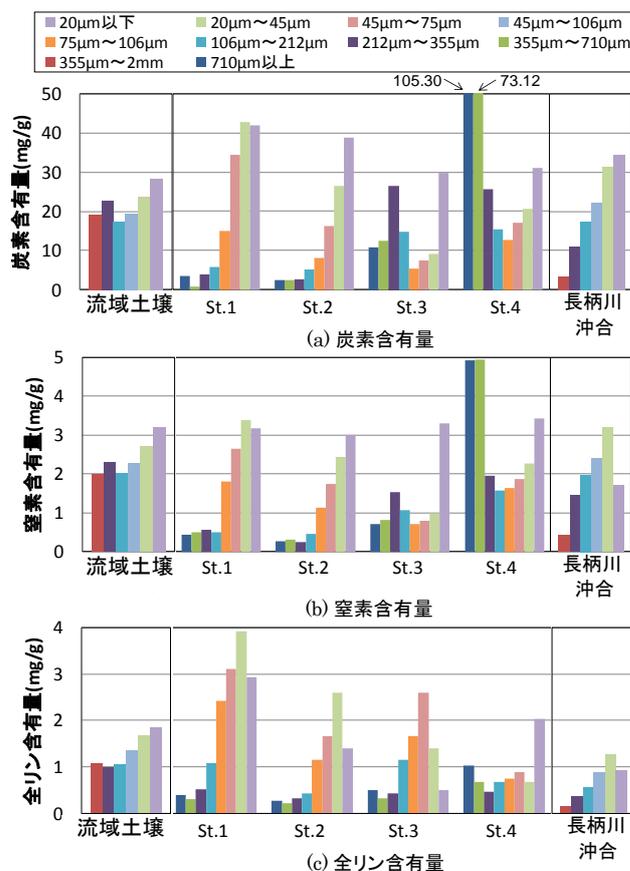


図6 炭素、窒素、全リン含有量

3.4 形態別リン測定結果

図7に流域土壤、枝川底質、長柄川沖合底質の各形態別リン含有量測定結果を示す。形態別リンはH₂O-P、NH₄Cl-P、NaOH-P、HCl-Pの4種類を測定し、H₂O-P、NH₄Cl-P、NaOH-P、Org-P(有機態リン)を生物利用可能リン(BAP)とした。Org-P(有機態リン)は全リンから各形態別リンの合計を差し引くことで算出した。H₂O-Pに関しては、どの粒径においても流域土壤よりSt.1、St.2で含有量が少ない結果となった。St.1、St.2では小粒径ほど含有量が増加

する傾向が見られたが、St.3、St.4 ではこの傾向は見られなかった。NH₄Cl-P に関しては流域土壌より St.1 で 106 μm 以上および 45 μm 以下の粒径で含有量が少ない結果となった。流域土壌では小粒径ほど含有量が大きくなる傾向が見られたが、St.1～St.4 ではこの傾向は見られなかった。NaOH-P に関しては、流域土壌より St.1 で 106 μm 以上の粒径では含有量が少なく、106 μm 以下の粒径では含有量が多い結果となった。さらに、710 μm 以上を除く粒径で St.1、St.2 より St.4 で含有量が少ない結果となった。

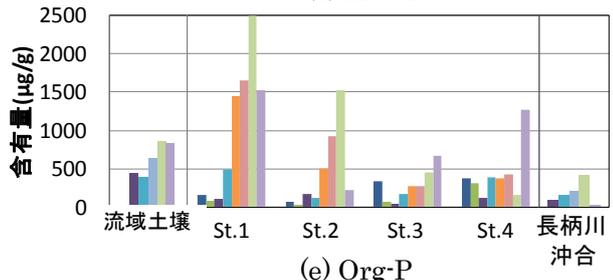
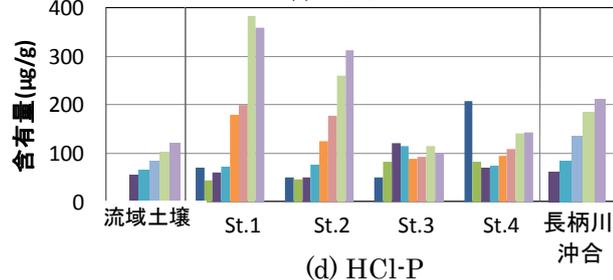
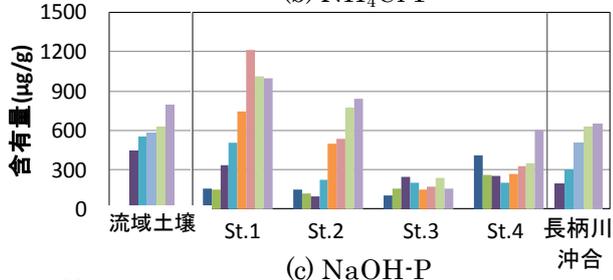
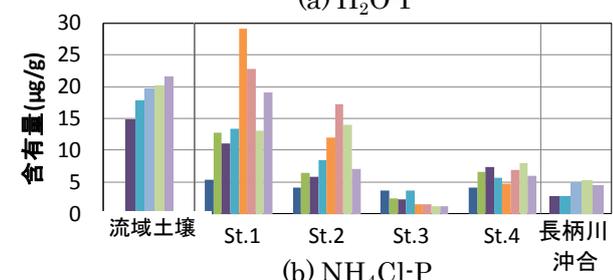
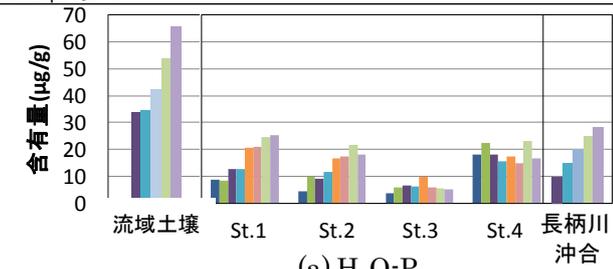
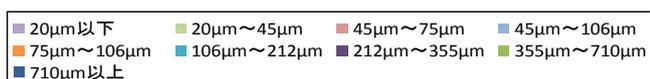


図7 各形態別リン含有量

HCl-P に関しては 212～355 μm、106～212 μm の粒径で含有量が近似した値となった。さらに、106 μm 以下の粒径では流域土壌より St.1、St.2 で含有量が多く、St.1、St.2 より St.4 で含有量が少ない結果となった。Org-P(有機態リン)に関しては、流域土壌より St.1 で 212～355 μm の粒径では含有量が少なく、残りの粒径では含有量が多い結果となった。長柄川沖合はNH₄Cl-Pを除く形態で粒径が小さくなるほど含有量が増加する傾向が見られたが、St.4 ではどの形態においてもこの傾向が見られなかった。これは長柄川沖合より、St.4 で河川による影響が少ないことが考えられる。

4 まとめ

図8に枝川流出水の粒度分布、図9に枝川流出水の粒度分布を考慮した流域土壌から St.1 まであるいは St.4 までの各形態別リン変化量を示す。H₂O-Pは図7より 20 μm 以下の粒径で流域土壌より St.1 で含有量が少ない結果となっているが、これは図8で 20 μm 以下の粒度組成が約 50%を占めている、そして図9の H₂O-P 含有量変化が最も大きいことが湖山池の短期的汚濁負荷に大きく影響していると考えられる。NaOH-Pは図9の結果より 45 μm 以下の粒径で H₂O-Pと同様水中への溶出が考えられる。しかも含有量変化が H₂O-P より大きいため水中への汚濁負荷が大きいことが考えられる。Org-P(有機態リン)は 20 μm～45 μm の粒径で流域土壌から St.4 で変化量が大きく、長期的汚濁負荷に大きく影響していると考えられる。以上のことより、流出水による湖山池へのリンによる汚濁負荷を抑制するためには、小粒径の土粒子を多く含む流域土壌が河川へ流出するのを抑制する対策が求められる。

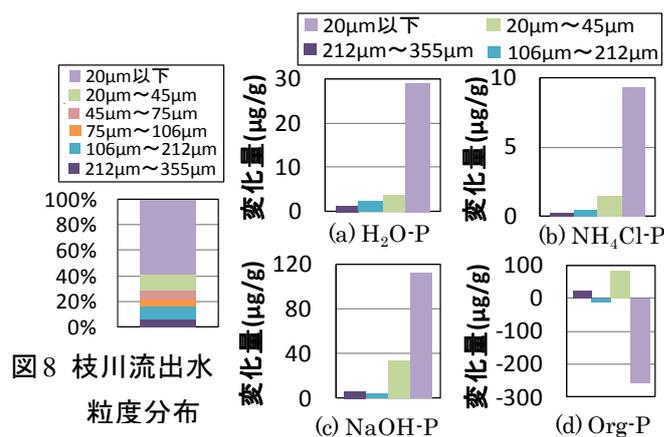


図8 枝川流出水
粒度分布

図9 流出水粒度分布を考慮した流域土壌から St.1、St.4 の各形態別リン変化量
(粒径 106 μm 以上:流域土壌-St.1)
(粒径 106 μm 以下:流域土壌-St.4) で算出