

マンガンと栄養塩に着目した小河内貯水池流入河川の土壌特性

首都大学東京大学院 学生会員 〇小林 将之 正会員 山崎 公子
 フェロー会員 小泉 明 正会員 横山 勝英
 東京都水道局 高橋 和彦 兼安 智也

1. 目的

貯水池では春から秋に成層が形成され、酸素が供給されなくなった底層は貧酸素状態となり、底質中の鉄・マンガン等が還元および溶出することがある。マンガンは水道水中に多く含まれると、水道水を黒く着色させたり金属臭を発生させたりする。本研究で対象としている小河内貯水池の底質は流域の土砂が降雨などにより、貯水池に流入したものであることが過去の研究¹⁾から判明している。さらに、土壌と挙動を共にするリン・窒素といった栄養塩が貯水池へ流入することは、アオコの大量発生を招き、カビ臭を引き起こす恐れがある。本研究では、小河内貯水池に流入する河川の流域土壌に含まれるマンガンやリン・窒素の含有量を測定し、土壌特性を明らかにすることで、流域整備の優先度を検討する基礎資料を得ることを目的とする。

2. 対象地域・測定項目

小河内貯水池は東京都西多摩郡奥多摩町にあり、東京都水道局が管理する有効貯水量185,400千 m^3 の水道専用ダムである。主要流入河川は後山川、丹波川、小菅川の3河川であり、これらが小河内貯水池流域の75%を占めている。本研究では、小河内貯水池に流入する主要3河川の流域土壌を対象とし、土壌の採取および分析を行う。採取地点は図-1の通りである。

土壌の採取は降雨時に土壌が河川へ流出しやすい地点で行い、表層から深度10cmまで、約50cm四方の流域土壌を採取し、その際にpHを測定した。採取した土壌は風乾後2mmのふるいにかけ、ふるい通過土壌の強熱減量と可給態(無機態)窒素含有量および可給態(無機態)リン含有量を測定した。可給態物質は植物が吸収できる化合物で、藻類等の栄養源となる。また、マンガンは過去の研究¹⁾から、シルト・粘土と挙動を共にすることがわかっているため、粒度およびマンガン含有量については、2mmのふるいを通過した試料を更に75 μm のふるいにかけ、通過した試料をサンプルとして測定を行った。

3. 測定結果

後山川流域におけるマンガン含有量は、丹波川流域および小菅川流域におけるマンガン含有量より多い結果となった。これは、後山川流域に存在する旧マンガン鉱と同じ地質から土壌にマンガンが供給されているためと考えられる。後山川流域および丹波川流域における可給態窒素含有量は、下流側より上流側の方が多かった。後山川および丹波川の上流部

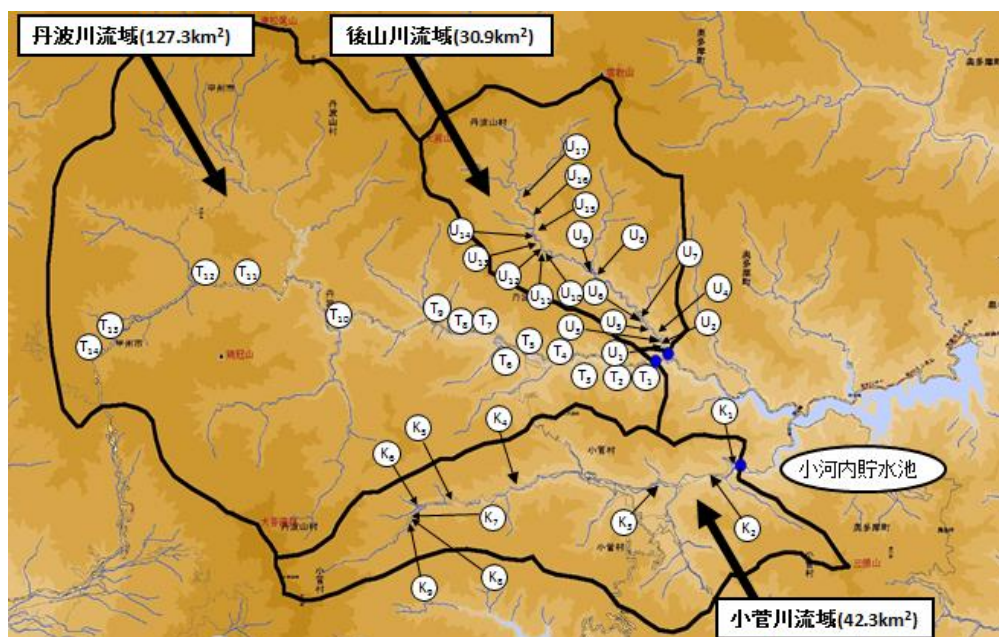


図-1 採取地点

キーワード 貯水池, 流域土壌, マンガン, 栄養塩, 重回帰分析

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京都市環境学部 TEL 042-677-1111 ex.4576

には、湿性土壌が広く分布しており²⁾、窒素は乾性土壌に比べて湿性土壌の方が多く含む傾向があるため、可給態窒素含有量も多くなったと考えられる。可給態リン含有量は測定結果が安定せず、分析操作を精査する必要があると考えられ、精度の良いデータが得られなかったため以降のデータ分析からは除いた。

4. 推定式の作成・考察

マンガン含有量、可給態窒素含有量の影響要因を把握するため、2成分を目的変数とした重回帰分析を行い、流域ごとに推定式を構築する。説明変数の候補はpH、強熱減量、粒度(粘土含有率、シルト含有率、平均粒径、90%通過粒径、10%通過粒径)とする。

まず、重回帰分析を行う前に多重共線性を避けるため、説明変数の候補を用いて相関分析を行い、内部相関を把握した。内部相関と物理的有意性を考慮し、変数増加法による重回帰分析を行った結果、表-1に示す、マンガン含有量および可給態窒素含有量を目的変数とする有意性の高い推定式を構築できた。

マンガン含有量は丹波川流域、小菅川流域を対象としたケースで有意水準を超え、どちらのモデルも説明変数として強熱減量が選択された。強熱減量は有機物の指標であり、対象流域にはマンガンを含む腐葉土が多く存在し、また、マンガンを含む岩石において、有機物が多いと風化が進行して土壌のマンガン含有量が多くなるため、マンガン含有量と強熱減量は正の相関関係になったと考えられる。なお、後山川流域を対象としたケースでは有意水準を超えなかったため全流域を対象としたケースで重回帰分析を行ったところ、有意水準を超え、強熱減量を説明変数に含むことがわかった。以上よりマンガン含有量は有機物による影響が強いと言える。

可給態窒素含有量は河川により影響要因が異なることがわかった。後山川流域では強熱減量と正の相関関係を持つため、有機物による影響が強いと考えられる。可給態窒素とは無機態窒素のことであり、無機態窒素は有機態窒素の分解により生成される。有機物が多いほど無機態窒素の生成量も多くなる可能性があるため、可給態窒素含有量は強熱減量と正の相関関係になったと考えられる。丹波川流域ではシルト含有率と正の相関関係を持つため、地質の影響が強いと考えられる。

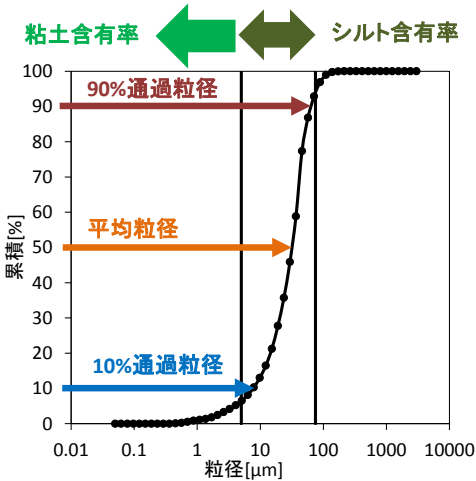


図-2 粒度分布図

表-1 モデルの推定結果(*は非線形) (斜体は 95%有意水準を超えるもの)

	目的変数	対象流域	n	モデルの係数				定数項	R ² 値	F ₉₅
				X ₁	X ₂	X ₃	X ₄			
(1)	マンガン含有量	丹波川	14	-0.017	0.037			1.814	0.622	0.532
(2)		小菅川	9		0.029			0.647	0.679	0.666
(3)		後山川	15			0.023		0.954	0.269	0.514
(4)	可給態窒素含有量	丹波川	8	*17.042				10 ^{-32.274}	0.752	0.701
(5)		後山川	15		0.392		-2.363	12.768	0.578	0.514

(n: サンプル数 X₁: シルト含有率[%] X₂: 強熱減量[%] X₃: 粘土含有率[%] X₄: pH)

5. おわりに

本研究では、小河内貯水池の主要3河川の流域土壌を採取し、マンガンと可給態窒素の影響要因を把握するため推定式を構築した。その結果、マンガンは有機物による影響が強いことがわかった。可給態窒素は河川により影響要因が異なり、後山川流域では有機物による影響が強いが、丹波川流域では地質による影響が強いと考えられる。共通要因として強熱減量が選択されているため、水源林の整備を行うことでマンガンおよび窒素の河川への流出を抑制できると考えられる。

今後の課題として、サンプル数を増やし、小菅川流域を対象とした可給態窒素含有量の推定式を構築すること、リンの測定方法を精査し、今回データ分析を行った2成分と同様のデータ分析を行うことが挙げられる。

【参考文献】

1) 村山道彦・山崎公子・小泉明・横山勝英・藤村和彦・庄司亮：小河内貯水池の水質特性総合評価方法に関する一考察，土木学会環境工学フォーラム講演集，第 50 巻，pp.248-250，2013。
2) 角田清美：多摩川源流域の陸水学的研究，公益財団法人とうきゅう環境財団一般研究 No.37，p28，1984