

B-11 小河内貯水池に流入する丹波川流域土壌の 形態別マンガン含有量

○細谷 奨^{1*}・山崎 公子²・稲員とよの²・小泉 明²
横山 勝英²・田村 聡志³・高橋 和彦³・兼安 智也³

¹学生会員 首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 (〒192-0397東京都八王子市南大沢1-1)

²正会員 首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 (〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1)

³東京都水道局 (〒163-8001 東京都新宿区西新宿2-8-1)

* E-mail: hosoya-susumu@ed.tmu.ac.jp

1. はじめに

大型の水道水源貯水池で発生する問題として、窒素・リンの流入による富栄養化、水温躍層の形成によって貧酸素状態となった底層におけるマンガン(以下Mn)などの金属類の溶出が挙げられる。富栄養化が進行するとアオコが発生し、それに伴うかび臭が下流の浄水場へ影響を与えることがある。一方、底質からMnなどの金属類が溶出し、放流されると、下流に位置する浄水場において、着色や金属臭を発生させ、浄水処理に問題を生じることがある。アオコの発生は、水面で発生し、臭いや見た目から確認することが出来るが、Mnなどの金属類がイオン状態となって水中に溶出して、色が無色であるだけでなく、ダムの底層で発生しているため、その状況を確認することは容易ではない。小河内貯水池でも、夏季に水温躍層が形成され、Mnが底泥から溶出し、全層循環となる冬季の数日間において放流水中のMnが高濃度となることがある。

Mnは貯水池内の底泥から溶出し、底泥は、流域の土壌が流入し、沈降堆積したものであることから、本研究では、流域の土壌のMn含有量に着目し、土壌の全Mn含有量および土壌から溶出し易いと考えられる水溶性、置換性、易還元性Mn含有量などを測定することで¹⁾、流域土壌のMn含有量を把握する。

2. 調査概要

小河内貯水池は、東京都奥多摩町に位置し、東京都水道局が管理する水道専用ダムであり、東京都民の水源と

して使用されている。また、湖沼にかかわる環境基準の湖沼AA型に指定された高度な水質管理の求められる貯水池である。貯水池の諸元は、堤高149m、堤頂長353m、敷幅131.1m、満水面積4.25km²、最大水深142.5m、貯水池堤体部付近の有効水深101.5m、有効貯水容量1億8540万m³の非越流型直線重力式コンクリートダムであり、1957年に完成した²⁾。貯水池の流域面積は262.9km²で、その内、約21.6km²を水道水源林として東京都水道局が管理している。本研究では、流入河川の中でも最も広大な流域面積をもつ丹波川を対象とする。流域面積は、127.29km²と貯水池流域全体の約半分を占める。丹波川の流域には、集落、養魚場、観光施設が点在している。

分析に用いる試料は、流域土壌(表層土)をスコップを用いて、深さ10cm程度まで採取し、ポリエチレン袋に入れて実験室に持ち帰った。土壌の採取は降雨により土砂が流出しやすい河川に近い地点で行うこととし、採取した6地点を図-1に示す。また、試料を採取する際に、土壌のpH、電気伝導度、温度を測定した。土壌のpHはpHメーターを直接土壌に挿し込むことで測定した。採取した土壌は2mmのふるいに通過させ³⁾、風乾した後、含水率と強熱減量を測定した。2mmのふるいを通過した風乾試料は、レーザー回折式粒度分析装置により、試料の粒度を測定した。また、過去の研究により堤体前の底泥には、75μm以下であるシルト質が多く含まれていることから⁴⁾、風乾試料は75μmのふるいにもかけ、通過試料のMn含有量も測定した。全Mn含有量については、底質調査方法に記載されている湿式分解法⁵⁾、形態別のMn含有量については土壌環境分析法³⁾により、液相にMnを抽出し、ICP発光分光分析装置を用いて測定した。Mnの測定フローについて図-2に記載する。

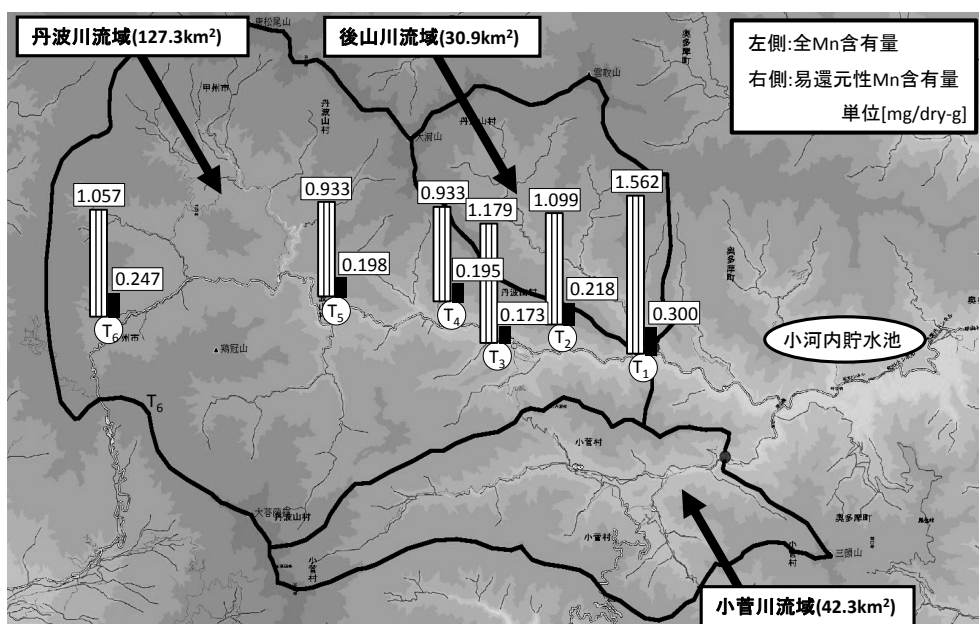


図-1 試料採取地点 (75 μ m 通過試料)

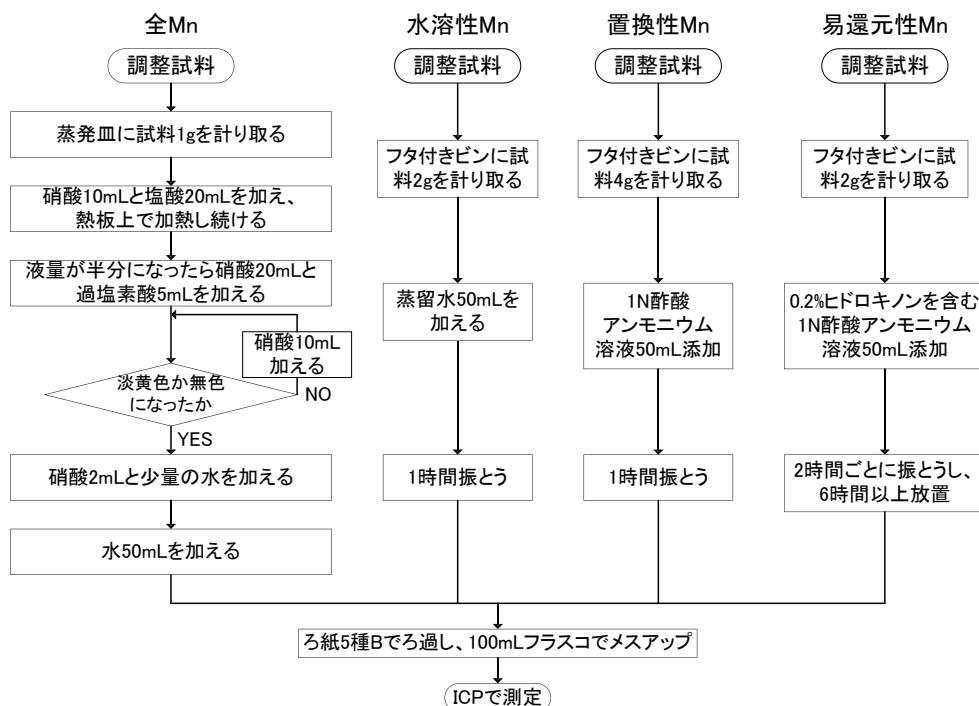


図-2 マンガン(Mn)の測定フロー

3. 実験結果

図-1の採取地点に、75 μ m通過試料の全Mnおよび易還元性Mn含有量の測定結果を示す。現地の測定や実験に

より測定したpH、含水率、強熱減量の結果を表-1に示す。pHの結果より、今回試料を測定した全ての地点において、酸性の土壌であることが示された。酸性土壌の場合、Mnイオンとして土壌に存在するMnは植物に吸収されや

すい特徴がある¹⁾。

全Mn含有量の測定結果を図-3に示す。測定結果から全ての地点において、全Mn含有量は2mmふるい通過試料よりも75 μ mふるい通過試料の方が高いことが読み取れる。よって、既往の研究⁶⁾と同様にMnはシルト粒径以下の微細な濁質と挙動をとまにすることが示された。堤体前の底泥には、シルト質が多く含まれていることから、堤体前の底泥に多く含まれるMnが溶出することが、放流水のMn濃度に影響を与えていると推察される。また、今回試料を採取した6地点の75 μ mふるい通過試料における全Mn含有量の値は、0.933~1.562[mg/dry-g]であり、日本の上部地殻のMn平均含有量は0.85[mg/dry-g]と比較すると⁷⁾、比較的丹波川流域の土壤に含まれるMnの量が多いことが分かる。

全Mnが多く含まれることが示された75 μ mふるい通過試料について、形態別Mn含有量の測定結果から、全Mn含有量に対する比率を算定し、表-2に示す。水溶性および置換性Mn含有量の比率が極めて小さいことにより、この形態としてのMnは、ほとんど含まれていないことが示された。これは、水溶性および置換性Mnが植物に吸収されたこと、あるいは降雨とともに流出したことが原因と考えられる。特に、今回試料を採取した地点では、土壤が酸性であり、Mnが植物に吸収されやすい環境下であったと考えられる。一方、底泥から溶出し、貯水池内のMn濃度に影響を与えていると考えられる易還元性Mn含有量の比率は2割程度であった。水溶性のMn²⁺が土壤成分とは、強く結合しないと推定されるのに対し、易還元性Mnは比較的結合しやすいと考えられるためである^{1),7)}。

4. おわりに

本論文では、東京都水道局が保有する小河内貯水池を対象とし、流入河川の中で最も流域面積の大きな丹波川流域の土壤における全Mn含有量および形態別Mn含有量の把握を試みた。丹波川の流域土壤には、比較的全Mn含有量の値が大きいこと、易還元性Mn含有量の全Mn含有量に対する比率が2割程度であることが示された。流域の土壤が貯水池に流入することを抑制するための流域の整備を行うことで、土壤に含まれる易還元性のMnなどが貯水池に流入することも同時に抑制することが出来ると考えられる。そして、土壤とともにMnが貯水内に流入するのを抑制することが貯水池の水質保全につながるものと考えている。

今後は、測定結果を用いて、土壤のMn含有量を推定する式の構築を行い、流域整備の一助とする予定である。

表-1 pH, 含水率, 強熱減量の測定結果

地点番号	pH		含水率(%)		強熱減量(%)	
	測定値	平均値	測定値	平均値	測定値	平均値
T ₁	5.4	5.3	13.701	10.940	18.954	13.048
T ₂	5.0		6.018		11.143	
T ₃	5.8		18.059		15.226	
T ₄	5.1	標準偏差	7.778	標準偏差	11.737	標準偏差
T ₅	5.6	0.3	7.100	4.3	9.784	3.1
T ₆	5.2		12.984		11.444	

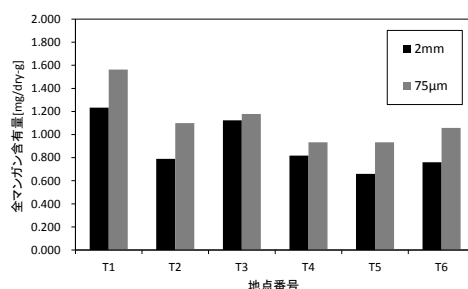


図-3 全Mn含有量

表-2 形態別Mn含有量の比率(75 μ m通過試料)

地点番号	水溶性マンガ/全マンガ		置換性マンガ/全マンガ		易還元性マンガ/全マンガ	
	各地点の割合	平均値	各地点の割合	平均値	各地点の割合	平均値
T ₁	0.002	0.005	0.035	0.026	0.192	0.199
T ₂	0.005		0.029		0.199	
T ₃	0.001		0.014		0.147	
T ₄	0.010	標準偏差	0.036	標準偏差	0.209	標準偏差
T ₅	0.004	0.003	0.028	0.009	0.212	0.027
T ₆	0.008		0.015		0.233	

参考文献

- 1) 石橋融子, 松尾宏, 馬場義輝, 今任稔彦, 平田健正: 茶畑土壤中のマンガンの形態, 福岡県保健環境研究所年報, 第34号, pp.73-79, 2007.
- 2) 山崎公子, 菊池彩子, 小泉明, 横山勝英, 関丙大, 田村聡志, 池田麻衣子: 小河内貯水池における降雨時流入濁質に関する流出時間の推定, 土木学会論文集G(環境), Vol.67, No.6(環境システム研究論文集 第39巻), pp.II_385-II_393, 2011.
- 3) 土壤環境分析法編集委員会: 土壤環境分析法, 博友社, pp.13-33, 1997.
- 4) 山崎公子, 村山道彦, 小泉明, 横山勝英, 青木秀幸, 岩本智江: 小河内貯水池における大雨時流入濁質による高濁度化現象の要因分析, 土木学会論文集G(環境), Vol.68, No.7, pp.III_259-III_268, 2012.
- 5) 環境省: 底質調査方法, pp.115, 2012.
- 6) 山崎公子, 小泉明, 横山勝英, 村山道彦, 青木秀幸, 岩本智江: 貯水池底質表層部のマンガ含有量と粒度の関連分析, 第63回全国水道研究発表会, pp.128-129, 2012.
- 7) 財団法人 化学物質評価機構: CERI有害性評価書 マンガン及びその化合物, pp.11-12, 2007.