

ダム貯水池底質中における金属類の分布特性

独立行政法人 土木研究所 正会員 ○中菌孝裕 津森ジュン 鈴木穰
岐阜大学工学部 正会員 李富生

1. はじめに

閉鎖性水域においては、底質からの栄養塩類の溶出が問題となっており、流入水からもたらされる堆積物の他に、水中におけるプランクトン等の死骸（デトリタス）の蓄積で底質が形成されている¹⁾。金属類の多量の蓄積は、還元的条件下では底泥表面と水界面から鉄やマンガンが 2 価のイオンとして上層に溶出・拡散し赤水や黒水の原因となる可能性もある。このため、底質中における金属類の存在実態と挙動に関するデータの蓄積が望まれている。今回、三春ダムに設けられている牛縊前貯水池において金属類の底質調査を行い、その分布特性について検討を行った。

2. 調査の方法

2.1 調査対象水域および期間

国土交通省東北地方整備局三春ダム（福島県郡山郡）の牛縊前貯水池を対象に実施した。この貯水池は三春ダムへの汚濁物質の流入負荷の削減を目的として設けられ、その集水範囲は牛縊川の 5.1km² である。調査は平成 16 年 1 月から平成 16 年 10 月の期間に 2 ヶ月毎（1, 3, 5, 7, 10 月）に実施した。

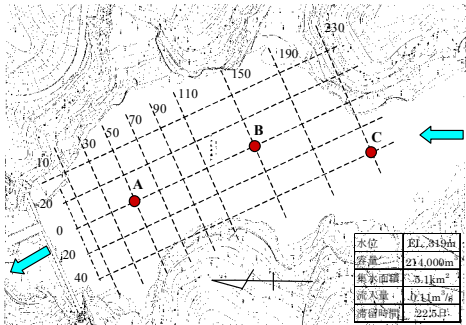


図1 調査地点（牛縊前貯水池）

2.2 試料採取と試料調整

底質の採取は図 1 に示す調査地点（A, B, C）において実施した。採泥は船上より KB 型柱状採泥器（離合社製）を用い、アクリル製円筒型カラム（φ4cm×H50cm）にて行った。採取した試料は、窒素雰囲気下で底泥層を 2cm 毎に分割した後に、ポリスチレン製遠心殿管（IWAKI 製）に分取し、遠心分離（3000rpm で 10 分）により間隙水との分離を行った。遠沈管に沈殿した底泥は、凍結乾燥を行い、メノー乳鉢を用いてパウダー状に粉碎した。今回、その内の表層：0～2cm、中層：14～16cm および下層：28～30cm を供試試料とした。

2.3 金属類と有機炭素の測定

金属類の測定項目は Fe, Mn, Cr, Ni, Zn, Cu, Pb とした。但し、Fe の測定は ICP/AES（PERKIN ELMER 社製：OPTIMA 3000）によって行い、それ以外の項目は ICP/MS（サーモエレクトロン社製：X-SERIES）にて行った。有機炭素の分析は、CHN コーダー（THERMO FINNIGAN 社製：FLASH EA1112 型）にて行った。

3. 調査結果

3.1 底質中の各地点における金属類濃度

底質中の各地点における金属類濃度を表 1 に示す。地点間における金属類濃度は C 地点に比べ下流側の A 地点と B 地点が高い傾向を示した。各元素の濃度は、土壌の組成で示されている自然に含有する量の平均範囲内であり²⁾、その範囲を越える金属類の分布は確認されなかった。調査地点における底質の主組成は、それぞれシルト（C 地点）と粘土（A

表1 底質中の金属類濃度（mg/g dry）

地点	A			B			C		
	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均
Fe	36.7	61.5	52.4	45.6	57.4	51.7	28.1	53.5	46.0
Mn	0.93	1.99	1.52	0.90	1.71	1.39	0.46	1.83	1.22
Cr	0.015	0.023	0.020	0.018	0.022	0.020	0.013	0.020	0.017
Ni	0.014	0.017	0.016	0.012	0.021	0.016	0.006	0.016	0.013
Zn	0.08	0.13	0.11	0.10	0.13	0.12	0.06	0.13	0.11
Cu	0.017	0.027	0.023	0.019	0.027	0.023	0.012	0.023	0.020
Pb	0.014	0.021	0.019	0.013	0.019	0.017	0.011	0.015	0.014

キーワード：貯水池，底質，金属類，有機炭素

〒305-8516 茨城県つくば市南原 1 番地 6 独立行政法人土木研究所 TEL：029-879-6777 FAX：029-879-6748

と B 地点）であり、粒径が小さくなるに従い金属類が増加する傾向が見られ、土砂の流入と新生堆積物が大きく関与していると示唆された。

3.2 底質中の金属類と有機炭素との関係

表層、中層、下層における有機炭素（Org.C）の含有量の平均値を図 2 に示した。表層は 2.44%，中層は 2.10% および下層は 1.80% と新生の堆積物層が高い結果を示した。次に表層、中層、下層における各金属類と有機炭素（Org.C）の含有量の関係について、単相関により解析³⁾を行った。その結果を表 2～4 に示した。

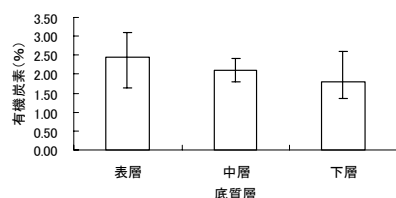


図 2 底質層における有機炭素の含有量（平均値）

表 3 中層底泥における金属類と有機炭素の相関係数

	Fe	Mn	Cr	Ni	Zn	Cu	Pb	Org.C
Fe	1.000							
Mn	0.629	1.000						
Cr	<u>0.750</u>	0.574	1.000					
Ni	0.151	-0.085	0.584	1.000				
Zn	0.151	-0.196	-0.247	-0.081	1.000			
Cu	0.683	0.556	<u>0.950</u>	0.435	-0.375	1.000		
Pb	0.598	0.734	0.880	0.429	-0.549	<u>0.887</u>	1.000	
Org.C	0.587	0.615	0.640	0.200	-0.092	0.552	0.618	1.000

表 2 表層底泥における金属類と有機炭素の相関係数

	Fe	Mn	Cr	Ni	Zn	Cu	Pb	Org.C
Fe	1.000							
Mn	0.361	1.000						
Cr	<u>0.790</u>	0.502	1.000					
Ni	<u>0.718</u>	0.319	0.665	1.000				
Zn	0.133	0.002	0.148	0.324	1.000			
Cu	<u>0.732</u>	0.516	<u>0.935</u>	<u>0.706</u>	0.140	1.000		
Pb	0.881	0.438	0.868	0.777	0.073	<u>0.904</u>	1.000	
Org.C	0.539	-0.173	0.459	<u>0.718</u>	0.664	0.495	0.513	1.000

表 4 下層底泥における金属類と有機炭素の相関係数

	Fe	Mn	Cr	Ni	Zn	Cu	Pb	Org.C
Fe	1.000							
Mn	<u>0.866</u>	1.000						
Cr	<u>0.724</u>	0.575	1.000					
Ni	<u>0.771</u>	0.555	<u>0.735</u>	1.000				
Zn	<u>0.878</u>	<u>0.830</u>	0.643	0.608	1.000			
Cu	<u>0.888</u>	<u>0.800</u>	<u>0.927</u>	<u>0.780</u>	<u>0.808</u>	1.000		
Pb	0.537	0.674	0.754	0.464	0.421	<u>0.755</u>	1.000	
Org.C	-0.461	-0.207	-0.284	-0.736	-0.343	-0.398	0.059	1.000

表層においては、Fe と Cr, Ni, Cu および Pb、Cr と Cu および Pb、Ni と Cu および Pb、Cu と Pb においてそれぞれ強い相関が示された。有機炭素（Org.C）との関係については、Fe, Ni, Zn および Pb の元素で相関が示された。中層においては、Fe と Cr、Mn と Pb、Cr と Cu および Pb、Cu と Pb においてそれぞれ強い相関が示された。有機炭素との関係については、Fe, Mn, Cr, Cu および Pb の元素で相関が示された。一方、下層においては、Fe と Mn, Cr, Ni, Zn および Cu、Mn と Zn および Cu、Cr と Ni, Cu および Pb、Ni と Cu、Zn と Cu、Cu と Pb においてそれぞれ強い相関が示されたが、有機炭素とは Pb を除く元素で負の相関が示された。

表層と下層においては Fe と他の金属類とに非常に強い相関が示された。Fe の水和酸化物と酸化物は、水中の金属類の沈積者として役割を果たしていたと推察された。但し、中層における他金属類との相関が低いことより、堆積物層を構成する粘土粒子や有機物と密接な関係があることが示唆された。有機炭素との相関は表層と中層で認められ、これは比較的新生の堆積物では有機物質がイオン交換や錯体形成などを通じて、金属類を固定する役割⁴⁾を果たしていたためと考えられる。

4. 結 論

底質中の金属類濃度は C 地点に比べ、下流側の A 地点と B 地点の方が高い傾向を示した。また、表層と下層においては、Fe と他の金属類とに非常に強い相関が示された。有機炭素との関係は、表層と中層において正の相関が示された。今回、本貯水池における底質中の金属類の分布特性について、把握することができたが、周辺河川からの流入、季節、天候、人為的要因などとの関係については、更なる検討が必要である。

<参考文献>

- 1) 細見正明 (1993) : 底質からの窒素およびリンの溶出とその制御, 水環境学会誌, Vol.16, No.2, p23-27
- 2) 岩田進午, 喜田大三 (1997) : 土の環境図, フジ・テクノシステム, p1041-1051
- 3) Ihenyena, A.E. (2003): A Study of Vertical Distribution of Heavy Metals and Organic Content in Recent Sediment Cores from the Eastern Niger Delta, Nigeria. Environmental Sciences, 10:303-311.
- 4) 寒川喜三郎, 日色和夫 (1996) : 最新の底質分析と化学動態, 技報堂出版, p135-165