

鉍滓から流出した六価クロム濃度の追跡調査結果

石川 靖

要 約

2000年から2003年にかけて融雪期と降雨後における六価クロム (Cr⁶⁺) の流出挙動を明らかにする目的で、北海道栗山町内において、クロム鉍滓大規模埋立地由来の浸出水4地点とCr⁶⁺流入後の3河川で調査を行った。その結果、融雪期の浸出水中のCr⁶⁺濃度は過去の平均値と比較してやや高い傾向を示したが、降雨後については降雨量と関係も含め一定の傾向は認められなかった。また、過去の報告値と比較するため主要16地点を対象として行った2003年の経過調査では、2地点で過去の5年(1995~1999年)変動幅を超過したが、ほとんどの地点ではそのような傾向はなかったことから、概ねの埋立地では環境変化の兆候はないと判断した。

Key word: 六価クロム (Cr⁶⁺)、降雨時、融雪時、長期変動

1 はじめに

北海道栗山町においては、過去にクロム工場から発生したクロム鉍滓が工場敷地、町内外各所に埋立てられた。これらの埋立地由来の浸出水により、付近住民の居住地域や公共用水域が汚染されるなどの環境問題が懸念された。工場が操業停止したのち、1971年から1999年までの29年間、浸出水や周辺の下水、河川水中のクロム濃度について5月から11月の間に年2回の頻度で晴天時に調査が行われた¹⁾。この結果、調査初期に比して近年はほとんどの地点で六価クロム (Cr⁶⁺) 濃度が低下したことや不検出 (0.02mg/L未満) になっていたことを報告した^{1), 2)}。

河川へ流入する栄養塩や懸濁物質の負荷は、融雪時期や降雨時に高いことが多数報告^{3), 4)}されているものの、クロムに関する当町での調査研究事例はほとんどない⁵⁾。

筆者は、融雪時期と降雨後にクロム鉍滓からもたらされるCr⁶⁺の流出挙動を明らかにする目的で同町内の埋立地由来の浸出水4地点と流入後の3河川で2000年から2003年までCr⁶⁺濃度の調査を行った。また、2003年には2000年以降

調査を行っていない地点や1999年までの結果と比較する目的で、過去の主な地点を対象としてCr⁶⁺濃度の経過調査も行った。

2 調査概要

調査地点と方法、分析法等は既報^{1), 2)}に準じて行った。

融雪時期 (以下融雪期調査) と降雨後 (以下降雨後調査) のCr⁶⁺濃度調査は、2000年から2003年まで、年に各1回ずつ行った。調査を行う気象条件として、融雪期調査は4

表2 経過調査地点

河川名	調査地点名	地点番号
雨煙別川	雨煙別橋	3
支流・その他	↓←	ごみ捨場の沢
"	↓←	角田幹線
"	↓←	古川埋立地、下水
"	↓←	中央橋50m上流、下水
雨煙別川	中央橋	5
支流・その他	↓←	万年橋上流、下水
"	↓←	万年橋下流、下水
"	↓←	山本埋立地、下水
"	↓←	公園橋上流、下水
雨煙別川	公園橋一左	9
雨煙別川	雨煙別川末流	13
富士川支流	↓←	新下水
	↓←	鉄道構内排水
富士川	富士川末流	30
夕張川	栗丘頭首工	28

* ←: 支流から本流への流入、
↓: 上流から下流への流れをそれぞれ示している

表1 融雪期・降雨後調査地点

河川名	地点名	地点番号	備考
雨煙別川支流	山本埋立地、下水	21	浸出水
雨煙別川	公園橋一左	9	—
錦川支流	錦川上流・下水	25	浸出水
錦川	末流	24	—
富士川末流	新下水	32	浸出水
富士川支流	工場排水	34	浸出水
富士川	末流	30	—

月中に晴天が3日程度続いた時、降雨時調査は8月から10月において3日間の先行降雨の雨量が10mm以上に達した時点を目処とした。これらの試料採取は、現地に近い空知支庁環境保全係が担当し、試料が当センターに到着後、直ちに分析を行った。調査は表1に示した7地点で行った。表1の浸出水(備考欄)は、1999年までの調査でCr⁶⁺濃度が1mg/L以上¹⁾を示したものであり、河川は浸出水が流入した後の地点とした。

また、1999年までに行った調査地点^{1), 2)}を対象にCr⁶⁺濃度の調査(以下経過調査)を2003年8月に行った。調査地点名と番号を表2に示す。表1、2に示した各調査地点の位置関係を現したものを図1に示す。

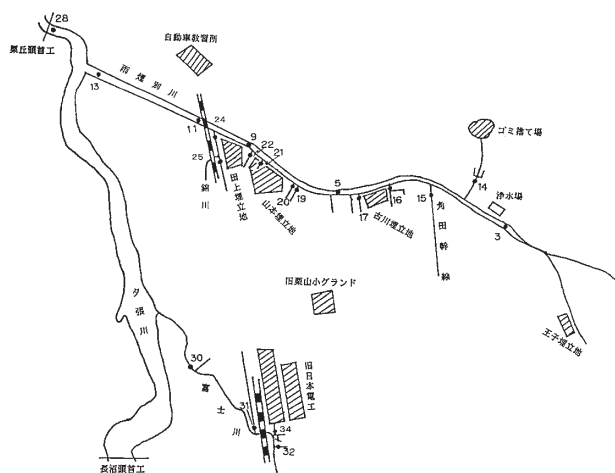


図1 調査地点と鉾津大規模埋立地(白黒ラインはJR線)

3 結果

3.1 融雪期調査

表3に調査結果に加えて比較のため過去5年間(1995~1999年)の平均濃度(以下5年平均)を示す。2002年は5月下旬に調査を行ったために融雪期とは言い難いことから検討の対象としなかった。地点24と25は調査機関の変更に伴い、測定値がないため1991~1995年のデータを使用した。地点9は灌漑水の流入の影響を受ける地点なので灌漑期(5~8月)と非灌漑期(5~8月以外、括弧内の濃度)に分けて示した。

浸出水の地点21、32及び34の3年平均のCr⁶⁺濃度は、5年平均より高かったものの、ここ数年の変動幅内^{1), 2)}にとどまっていた。このうち地点21と32の浸出水は、埋立地下方に位置するパイプから排出されており、原水は地下水と考えられている。これらの地域では地下水が1.4~3.7m、鉾津が0.3~4.7m程度の深さにあることが確認⁵⁾されている。鉾山排水では、融雪に伴う地下水面の上昇により水質が悪化することが報告⁶⁾されている。地下水位データは本

調査で得られていないが、この濃度上昇は融雪水による地下水面の上昇によって鉾津と地下水の接触面積(または時間)の増加現象が生じ、その結果としてCr⁶⁺濃度が高くなったものと思われる。

一方、地点25は鉾津封じ込めに使用されたアスファルトマット亀裂からの漏水である。この水は家庭排水が地下を經由して鉾津に接触後に地表面に出現したもの⁷⁾とされている。この地点で融雪期の濃度が低いのは、融雪水の排水経路への流入によって希釈されたためと考えられる。地点32は、工場埋立地に近接した地点である。汚染源の鉾津との位置関係が明らかにされていないことから変動原因は明らかに出来なかった。

河川についてみると、地点9の平均濃度は非灌漑期の濃度より低く、融雪水流入はCr⁶⁺濃度に関しては希釈作用としての寄与の方が大きいことが認められた。一方で1994年以降の灌漑期の濃度は、地点21の濃度低下の影響²⁾もありNDと報告されている。雨煙別川の水量増加は、4月(融雪期)と灌漑期を比較すると後者の期間の方が大きいと考えられる。地点30は常に未検出を示す場所であることからこのような影響の有無は不明である。地点24も低い傾向が示されたものの地点25に比して平均値では低下していない¹⁾。

表3 2000~2003年の融雪期におけるCr⁶⁺濃度(単位:mg/L)

地点\年.月.日	00.04.26	01.04.19	03.04.16	3年平均	5年平均
21	12.2	11.0	9.75	11.0	9.57
9	0.03	0.02	0.02	0.02	0.08(ND)
25	0.03	3.40	2.03	1.82	6.04
24	2.44	2.41	0.73	1.86	2.68
32	1.63	1.71	1.45	1.60	1.00
34	—	9.24	4.46	6.85	3.43
30	ND	0.03	ND	ND(参考0.01)	ND

検出限界値:0.02mg/L、ND:検出限界値未満、括弧内:灌漑期間、太字:浸出水

3.2 降雨後調査

栗山周辺に位置するアメダスの観測地点の長沼、栗沢、夕張いずれも調査日の3日間先行降雨は2002年を除くと10mm以上観測されており、調査当日も日量1~18mm程度の降雨があった。2000年は3日間の先行降雨31~74mm、当日17~18mm、2003年は前日に30mm程度の降雨があった。2002年は条件に合致していなかったことからデータの検討は行わなかった。結果は3.1と同様に比較のために5年平均濃度も表4に示す。5年平均濃度は調査の日時がすべて非灌漑期であったため同時期に相当する月日の値によった。

濃度と累積や最大降雨量等について比較検討したものの一定の傾向は認められなかった。

表4 2000～2003年の降雨時におけるCr⁶⁺濃度(単位:mg/L)

地点年.月.日	00.08.28	01.10.03	03.09.26	3年平均	5年平均
21	4.86	8.20	11.3	8.13	10.2
9	0.02	0.02	ND	ND	0.08
25	ND	0.04	0.48	0.17	6.75
24	2.53	0.94	0.05	1.17	3.84
32	0.40	1.36	1.42	1.06	1.10
34	—	7.52	1.81	4.66	3.86
30	ND	ND	ND	ND	ND

検出限界値:0.02mg/L、ND:検出限界値未満、太字:浸出水

3.3 経過調査

表5に結果を示す。当日の天候は快晴であったが、町内の夕張川、雨煙別川、富士川はいずれも白濁しており、透視度は5cm以下であった。また、過去の調査と比較して、概ね調査地点の環境変化はほとんどなかったものの、雨煙別川の河川改修が上流方向に進み当年度は公園橋の架け替え作業が行われていた。仮設橋設置に伴い地点22の位置や排水口構造が変化していた。

3河川に設定した地点3、5、9、13、28、30、古川埋立地を起源とした地点16と17、小規模埋立地に係る地点14、15、31では、いずれも1999年と同様にCr⁶⁺は検出されなかった。

表5 経過調査におけるCr⁶⁺濃度(単位:mg/L)

調査地点	地点番号	03.8.25	5年平均	5年変動幅
万年橋下流、下水	20	1.19	ND(参考:0.01)	ND～0.04
山本埋立地、下水	21	7.86	9.57	2.78～17.8
公園橋上流、下水	22	0.78	0.27	ND～0.92
新下水	32	2.30	1.00	ND～2.08

他地点はND(0.02mg/L未満)につき省略した。

山本埋立地を起源とした地点21は7.86mg/Lであったが、この値は5年平均より低い。

万年橋を挟むように位置している側溝のうち、地点19では不検出であったものの、地点20の濃度は1.19mg/Lと5年平均と比して高かった。今回測定を行っていないが、全クロム(T-Cr)の5年変動幅は0.07～0.36mg/Lであり、その最大値より高い。この地点の浸出水中のCrは、一般家庭¹⁾に埋め立てられた鉱滓由来である。

地点22の濃度は、0.78mg/Lと高い濃度を示したが変動幅内に収まっている。これまでの調査ではコンクリート製U字管であったが、今回はヒューム管となっていた。工場跡地付近に位置する地点32は、2.3mg/Lとやや高い濃度を示した。当地点の過去T-Crは、ND～2.18mg/Lであり、今回はその最大値を上回っていた。この地点については、パイプの後背地に鉱滓埋立地がない場所であり、この原因については不明である。地点20と32は、この値が一時的なものか、環境変化に伴う影響を反映したものかは、今後の継

続的な調査で明らかにする必要があると思われる。

4 まとめ

融雪期の浸出水中のCr⁶⁺濃度の変化を過去の結果と比較したところ、一部の地点で平均値と比較してこれまでより高い濃度を示した。また、この時期の河川水量の増大は灌漑期同様に、河川中のCr⁶⁺濃度への希釈効果はあるものの、表3の地点9の傾向では灌漑期に最もその効果が大きいことが示唆された。

降雨時の調査を行ったものの、調査年度毎の濃度と降雨量との間に一定の傾向は認められなかった。過去の調査⁵⁾では、地点9、24、34の浸出水量は、当日のみの降雨では影響を受けなかったことが報告されている。今後このような調査を行う場合には連続的な観測と共に地下水の水位変動も同時に把握し表流水と地下水の関係を考慮した解析が求められる。

経過調査では、1999年と比較²⁾して濃度変化は認められなかったが、一部の地点では5年変動幅の濃度を上回ったものもあった。概ね埋立地の環境は変化していないと判断されるが、今後もさらなる検討のためのデータ蓄積が必要である。

本調査では、浸出水量に影響する地下水位の変動や流量を十分に把握していなかったことや、降雨時の濃度を経時的に追跡していないため、詳細な検討が出来なかった。今後、このような点も含めた調査が必要である。また、これまでに埋立処理に伴うCr⁶⁺流出の濃度変化に関してはデータの蓄積がされてきたが、河川に放出された後のCr⁶⁺の環境中の挙動に関する調査は実施されていない。Cr⁶⁺の還元には、有機態炭素が関与していること^{8),9)}が報告されている。今後、河川中の溶存有機態炭素(DOC)等の関係を解明し、さらなる環境保全の一助とすることが望まれる。

謝辞

採水に関しましては、空知支庁地域政策部環境生活課環境保全係の方にご協力いただきました。

引用文献

- 1) 北海道栗山町におけるクロム汚染対策調査報告書(2000年)北海道環境科学研究センター編。
- 2) 石川靖、斉藤修、沼辺明博(2004)汚染対策後の公共用水域等における六価クロム濃度の長期変動評価、水環境学会誌、Vol. 27、423-429。
- 3) 国松ら、(1989)河川汚濁のモデル解析、技報堂出版。
- 4) 水文・水資源学会編集出版委員会編(1998)積雪寒冷地

- の水文・水資源. 信山社サイテック社.
- 5) 栗山町公共下水道計画クロム対策検討会議のまとめ (1982)栗山町公共下水道クロム対策検討会議編. 1-47.
 - 6) H10年度 精進川鉍山鉍害対策調査報告書(1999)北海道立地下資源調査所編.
 - 7) 栗山町クロム汚染対策効果確認調査報告書 昭和61年度(1986)北海道立工業試験場
 - 8) Nakayasu, K.,Fukushima, M., Sasaki, K., Tanaka,S. and Nakamura,H.(1999)Comparative studies of the reduction behavior of chromium(VI) by humic substances and their precursors, Environ. Toxicol. Chem., 18, 1085-1090.
 - 9) 荒川裕史, 岩崎正行, 渡辺紀元(2003) 粉砕及び木酢液におけるポリフェノール類の存在と6価クロム還元への寄与, 水環境学会誌, 26, 203-207.

The follow up survey of the hexavalent chromium in the sewage of the ore dregs

Yasushi ISHIKAWA

Abstract

In the snow melting and the rainfall time from 2000 to 2003, the concentration of the hexavalent chromium (Cr^{6+}) in river and drainage water was researched in the Kuriyama town, Hokkaido, Japan where the reclamations of chrome slug. The result indicated that that the concentration of Cr^{6+} in the leachate of the 3 points at the reclaimed land in snow melting season was higher than those of the survey result in a the past. There was no correlation between chromium concentration and amount of rainfall. In 2003, we investigated 16 investigation points (the river research is 7 point, the drainage is 9 point) as the sampling points 1999 to the purpose of grasp the environmental change in Cr^{6+} land full. Since the Cr^{6+} concentration in the leachate were seldom difference in 1999 and 4times average values, we were concluded that the chrome slug reclamations have stabilized in environment.