

休廃止鉱山周辺における重金属イオンの挙動について

八戸工専 正員 阿部正平 工藤貴正
学生員 〇工藤宏 横倉和則

1 緒言

わが国における鉱業は古来より広範囲に亘る地域に営まれてきたが、特に明治以降著しい発展を示したことは周知の通りである。このことは、一方で足尾銅山による渡良瀬川の鉱毒問題に端的に示されるように、深刻な公害問題を惹起したとも言える。しかしながら、この他の多数の鉱山あるいはその周辺地域における過去から現在に至るまでの種々な実態は一般的には必ずしも十分に明らかにされているとは言えない状況であった。そこで最近に至り、厚生省では、特にカドミウムを重要視する立場から、「鉱山製錬所周辺地域カドミウム環境汚染調査」所謂「緊急総点検」を実施したのは誠に時宜に適った措置と言えよう。このように、カドミウムによる環境汚染が懸念される地域に関しては、直ちにその実態を把握することが、極めて肝要となる所以である。

そこで、筆者らは青森県下の下北半島西部に位置する安部城休廃止鉱山におけるカドミウムの挙動に関し、その実態を調査した。安部城鉱山は下北郡川内町の北方に在り、川内川の支流安部城川の下流域を占有している。同鉱山は現在では休廃止の状態であるが沿革を辿れば明治42年に採鉱に着手し、大正元年に至って銅製錬を開始し、大正5年にその極に達し、型銅で毎月60万斤の多くを生産した。²⁾しかしながら、大正12年には銅製錬を中止し、更に大正14年には廃山となっている。その後、昭和20年代には硫化鉄鉱を採掘する目的で再開されたが、現在では操業は行われていない。以上に述べた鉱業生産は例え、異様な朽ち果依跡多数のヒバ(松葉)に見られる如く、周辺の自然環境に対する破壊の爪痕の強烈さを物語っているようでもある。しかしながら安部城休廃止鉱山周辺における重金属イオンの実態に関し系統的に調査した資料は皆無に等しい状況である。

そこで、青森県における重金属イオンの分布に関する総合調査の才段階として、安部城につき特にカドミウムに絞って系統的に水、土、廃石(ズリとも言われる)および米などにおけるその実態を把握し、更に廃石の除去工法の一つにつき、実験的に検討を加え、その結果として若干の知見が得られたので発表するものである。

2 調査方法

調査のために選択した対象物は図-1に詳細に亘り一括して示した。調査範囲位置関係および分析試料等も図-1にその概略を示した。

2-1 現場調査

安部城へは昭和47年5月以降12月時迄まで5回に亘って現場に赴き、現場では各坑の位置の確認などの地図の作成をはじめとして、廃石の山の測量および採取、安部城川の流量測定および表-2に示す分析試料の採取などを行った。地図は現地に居住する人々の協力を得て作成し、廃石の測量は簡略なトランバース測量であり、廃石に関しては、3つの廃石の山から等量ずつ合計約200kgと、また鉱滓も必要量を十分に採取した。河川の流量は既設の全幅堰を使って求めた。河川水は水深が50cm程度と浅いため、極力表面から2割位の水深から採水した。また露天掘跡の溜水は大部分は表面水である。尚、現場での

採水に当っては保存中の吸着・沈殿などの影響を防ぐ目的で直ちに硝酸を添加しPH2以下とした。水田土壤に関しては、表層土および水稻の根の深さの土を採取した。米は現地産のものを入手した。

2.2 室内作業

室内では採取した各種試料の分析を行うと共に、廃石中のカドミウムイオンの水中への溶出の状況、更には廃石をコンクリートの細骨材として用いた場合などにつき検討した。まず0.1g分析に供した現地産の米は、籾からの玄米を当てたが、対照としての米は白米であり、鉍・萍単独の場合も含め分析した。つぎに、廃石の中のカドミウムが水にどの程度溶出するかを知る為に、廃石を水に漬け、攪拌しつつ10時間後の水溶液を分析した。更には、廃石に存在するカドミウムイオンを除去する目的で廃石の配合比を変化させ、コンクリートの細骨材として用い、その場合の強度も調べあるいは、供試体を水中に漬け、カドミウムイオンの溶出の経時変化なども検討した。

2.3 分析方法

今回の調査対象物のカドミウムイオンは微量であることが予想されたので、その分析法はすべて原子吸光法に基づいて行ない、必要に応じ濃縮、APDC-MIBK抽出 および硝酸・過塩素酸分解法等の前処理を行なった。使用機器は日立208形原子吸光分光光度計であり、カドミウムホログラフランプ、放電電流 8mA、測定波長 228.8Å、アセチレン3.5ℓ/分 および空気14ℓ/分の条件で測定した。尚、計測に際しては状況に応じスケル拡大あるいは逆にバーナードを30°回転させスケル縮小なども行なった。分析は大部分厚生省環境衛生局公害部標準法に従ったが一部において長谷川および保田氏の方法に従った³⁾。なお、水の前処理、土壌の前処理、米の前処理及び試験操作等の詳細については、紙幅の都合上割愛した。

3. 結果および考察

調査結果は全て図-1の中に収めた通りである。この結果に基づいて考察を加えればつぎの様である。

3-1 水関係

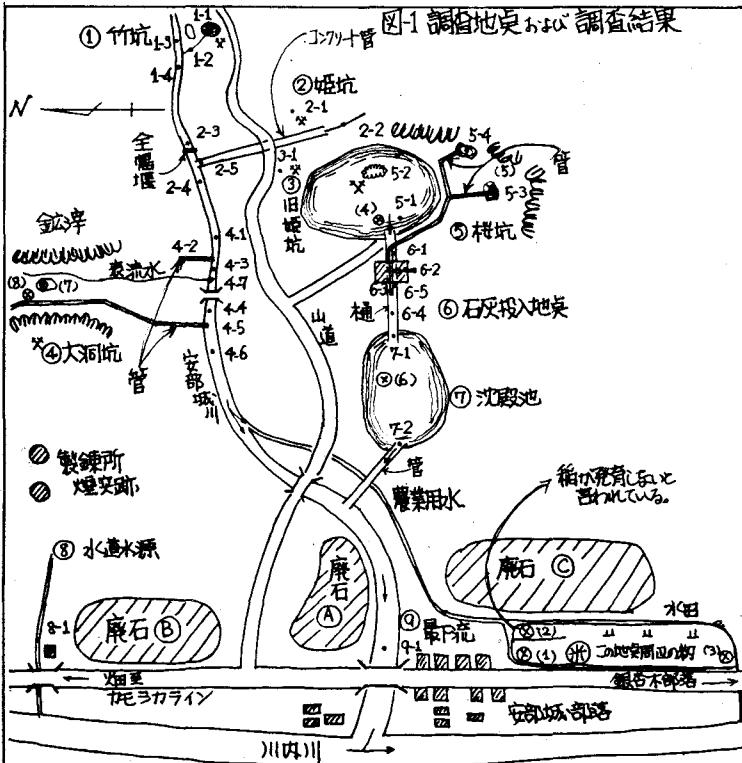
(1) 溜水、排水、沢水、管内水および表流水について

これらの水は河川水を中心に考えれば、いわば抗排水に相当するものと考えることができよう。そこで、金属鉱山等保安規則に基づく抗排水排出基準はカドミウムについては0.1ppmであるので、一応これを適用させればこれらのすべての水は大幅に基準以下となる。すなわち、最大の濃度のものでも(4-7)表流水の0.0161ppmであって、これですらこの排水基準値の約1/6にしかならない。一方、文献的にもこれらに関連する水のカドミウムイオン濃度の測定値が仲々見出せないで現在のところ詳細には比較検討できないのは残念である。しかしながら後述する現地産の米中カドミウム濃度は厚生省による環境汚染調査結果⁴⁾の値に比較しても決して小さい値ではないことを考えればこれらの溜水等が農業用水に至ることから、今後更に慎重に検討する必要があると指摘できよう。

(2) 中畑および沈殿におお効果について

橋杭に挿入のみ石炭による中畑装置および沈殿池が設置されているので、その効果について若干説明すれば、流入水は(5-3)、(5-4)および(6-1)で流出水が(7-2)に相当する。すなわち、PHは6.1に調整され、その結果としてカドミウムイオンは約30%除去され、0.00535ppmとなるが、この値は周囲のものに比較すると低い部類に属することが解る。その限りでは効果としてPHに関しては良好であると言えるがカドミウムイオンの値については、先の指摘の通り、今後の慎重な検討が必要であろう。

図1 調査地図および調査結果



水関係			
地号	内容	PH	Ca (mg/L)
1-1	漏水	2.6	0.0010
1-2	排水	3.5	0.0040
1-3	河川水	6.5	0.0003
1-4	"	—	0.0003
2-1	漏水	2.8	—
2-2	排水	7.2	不検出
2-3	河川水	6.0	0.0003
2-4	"	—	不検出
2-5	管水	—	"
3-1	排水	6.1	0.0017
4-1	河川水	6.1	不検出
4-2	排水	6.2	"
4-3	河川水	6.4	"
4-4	"	6.4	"
4-5	管内水	3.6	0.0009
4-6	河川水	5.6	不検出
4-7	漏水	2.5	0.0161
5-1	漏水	—	0.0087
5-2	"	—	0.0090
5-3	表流水	—	0.0070
5-4	"	—	—
6-1	漏水	3.1	0.0079
6-2	排水	12.7	—
6-3	管内水	6.2	0.0018
6-4	漏水	—	0.0072
6-5	"	7.1	0.0116
7-1	排水	7.1	0.0066
7-2	"	6.1	0.00535
8-1	水田水	6.0	不検出
9-1	河川水	6.4	"

土関係		
地号	内容	Ca (mg/L)
(1)	表層土	0.150
	根の部分の土	0.225
(2)	表層土	0.550
	根の部分の土	0.250
(3)	表層土	0.425
	根の部分の土	0.875
(4)	表層土	0.425
(5)	"	0.425
(6)	"	0.425
(7)	"	0.425
(8)	金砂	1.160

米関係		
産地	Ca (mg/L)	
	1	2
安部城	0.31	0.25
八戸市	不検出	不検出
田面水	不検出	不検出
新海黒	不検出	不検出
上越市	不検出	不検出

麻石関係 注)見掛比重 1.962			
地号	堆積容量(m³)	堆積重量(t)	溶出 Ca (mg/L)
A	18,499	36,300	0.0073
B	97,076	190,500	0.0080
C	146,283	287,000	0.0080
計	261,858	523,800	—

鹿石の除去工法に関する実験結果						
項目	自己溶出率 (%)	0	30	50	70	100
20日間溶出 Ca (mg)		不検出	不検出	不検出	不検出	不検出
圧縮強度 (kg/cm ²)		245.6	244.4	216.8	214.0	136.0

(3) 河川水および水道水源について

河川水のカドミウムは 0.0003ppm あるいは不検出となっている。また、水道水源でも不検出である。水質汚濁に悩む環境基準あるいは飲料水基準はカドミウムが 0.01ppm 定められており、この観点からはこの調査の限りは問題はないようにも思える。

3-2 土関係

(1) 水田土壌について

表層土に関してはカドミウムが 0.150-0.250ppm、根の部分の土は 0.225-0.550ppm だった。一方、神通川本流水系の水田土壌中のカドミウムは 218-401ppm 平均 2.87ppm で、その他の水系のもでは 0.74-0.76ppm、平均 0.75ppm である。⁵⁾更に、厚生省の資料によっても平均 0.55ppm 以下のものは 42 地点中 6 地点であった。従って安部城の水田土壌のカドミウムはむしろ極めて小さいものとも考えられる。しかしながら安部城のみは限定して更に考察を加えればつぎのことが指摘できよう。根の部分の土のカドミウムが表層土のものより大であるが、これは深さ方向に関し、綿密に調査検討するとの必要性を意味していると言えよう。井水および水田において表層土および根の部分の双方でカドミウム濃度は高いが、これは、農業用水の他に昔の銅製錬からの煤煙の降下による蓄積とも

考えられ、この奥からも深さ方向共に、平面的にもあらゆる方向の土壌を採取し比較検討すべきであろう。

(2) 沈殿物および鉱滓について

沈殿物のカドミウムイオン濃度は0.425と0.875ppmであるが、これらは沈殿物の上にある水との比較であれば、約60~100倍も高い値となっている。一方鉱滓のそれは1.160ppmであるが(4-7)の表流水では0.0161ppmと極めて高けれどもやはり、約70倍の高い値を示している。以上のことから安部城一体には膨大な鉱滓の山があることを考え合わせれば雨天時には極めて高い濃度のカドミウムイオンが大量に流出する可能性も伺われよう。

3-3 米について

安部城の米中カドミウムイオンは0.25および0.31ppmであった。この米は水田のものが過半を占めている。一方、汚染米を除外した場合のわが国の米中カドミウムイオンは平均値で0.066ppmであり、これと比較すれば、約4~5倍以上に相当することになる。他方では厚生省の環境汚染精密調査実施判断限度は0.4ppmとされており、これと比べれば幾分か小さいとも言えよう。しかしながら一般的には更に広範囲に及び米を分析すべきであろうし、他の農作物に関しても資料を蓄積することが肝要であろう。

3-4 廃石の除去工法について

廃石は合計奥に52万もの膨大な量が山となって堆積している。この廃石を水につけ浸す場合の水溶液中には0.0073ppmと、0.0080ppmのカドミウムイオンが溶出した。この値は水質汚濁に係わる環境基準(0.01ppm以下)を若干下回っていることになり、雨天時の場合等想定すれば深刻な場合もあり得る。その上に奥に52万という量を考慮した場合、当然のことながら大事に至らぬうちに除去すべきものと思ふ。そこで廃石の除去工法の一つとして、細骨枝にて廃石を用い、その結果として、そのエクリットを20日間水中に漬けた場合、カドミウムイオンは不検出であった。更に圧縮強度の上からは細骨枝に占める割合が70%までは28日圧縮強度は200%以上で不収めて良好であった。尚20日以上の浸漬に関しても実験を続行中である。従って、廃石の除去を行なう場合にはエクリットの細骨枝への活用は一つの有効な方法となる可能性が充分考えられる。

4 総括および結論

安部城休廃止鉱山周辺におけるカドミウムイオンの挙動に関し実験調査を中心として若干の考察を加えたが、今回の調査の範囲内ではつぎのような結論が得られた。

- (1) 溜水、排水、決水、管内水および表流水のカドミウムイオンは最大で0.0161ppm程度であり、其中知および沈殿によってPHは可成りよく調整され、同時にカドミウムは30%程除去されていたようである。
- (2) 水田土壌のカドミウムイオンは0.150~0.550ppmであった。今後は深さ、平面方向にも多数奥の資料を蓄積すべきであろう。
- (3) 米に関してはカドミウムイオン0.25あるいは0.31ppmであった。広範囲の米の分析並びに他の農作物の比較も必要であろう。
- (4) 沈殿物および鉱滓は0.425~0.875~1.160ppmであり、廃石は52万も存在しかつ雨天時に相当の濃度のカドミウムイオンが溶出することも懸念される。そこで廃石をエクリットの細骨枝にて活用することは除去法として一つの有効な方法と考えられる。
- (5) 今後この利水の観測等は極めて多角的に資料を蓄積することが非常に重要であろう。

参考文献

- (1) 厚生省環境衛生局公署部“鉱山・製錬所周辺域カドミウム環境汚染調査(緊急総点検)等の結果と措置について”昭和46年6月9日。
- (2) 笹天雪羊“下北半島史”下北郷土会、下北新報編“川内町誌”昭和11年
- (3) 保田和雄、長谷川敬彦“原子吸光分析”講談社
- (4) 日本公衆衛生協会“イタイイタイ病の原因に関する研究”昭和33年3月27日 環境科学(毎日新聞社)から