

青森県の休廃止鉱山およびその周辺における重金屬類の挙動について

八戸工専 正員 阿部正平 学生員○工藤貴正
北海道庁 工藤 宏

1. 緒言

青森県内には多数の休廃止鉱山が存在し、環境汚染等の懸念がもたれるものも少なくない。筆者らは昨年、青森県下の下北半島西部の川内町の安部鉱山を休廃止鉱山を中心としてその周辺の地域に亘り、重金属類の挙動につき検討を加えてきた¹⁾。その結果、重金属類の挙動の機構、換言すれば安部鉱山を原点とする重金属類汚染の機構を把握し、これをほぼ全体像を素描できたと思われるのである。

2 調査方法

2-1 調査地点 調査のために選定した対象物は図-1に詳細に図り括弧で示した。調査範囲位置関係および分析資料等も図-1にその概略を示した。

2-2 現場作業および室内作業 詳細に則しては紙幅の都合上異変はが、¹⁾ 昨年度の概大通りであり、参照にていただければ幸いである。

2-3 分析方法 今回の調査対象物の重金属類は、微量であることが予想されたので原子吸光分光光度計を用いて測定した。水の分析法はJIS K 0102、土壌及び米の分析法は、農林省農林水産省行政会議編の「土壌及び作物体中の重金属の分析法」に従った。河川底質、腐植(スリ)あるいはカス(とけい)の分析は、王水分解法を用い、土壌の分析法に準じ行った。

3. 調査結果および考察

3-1 廃石について.

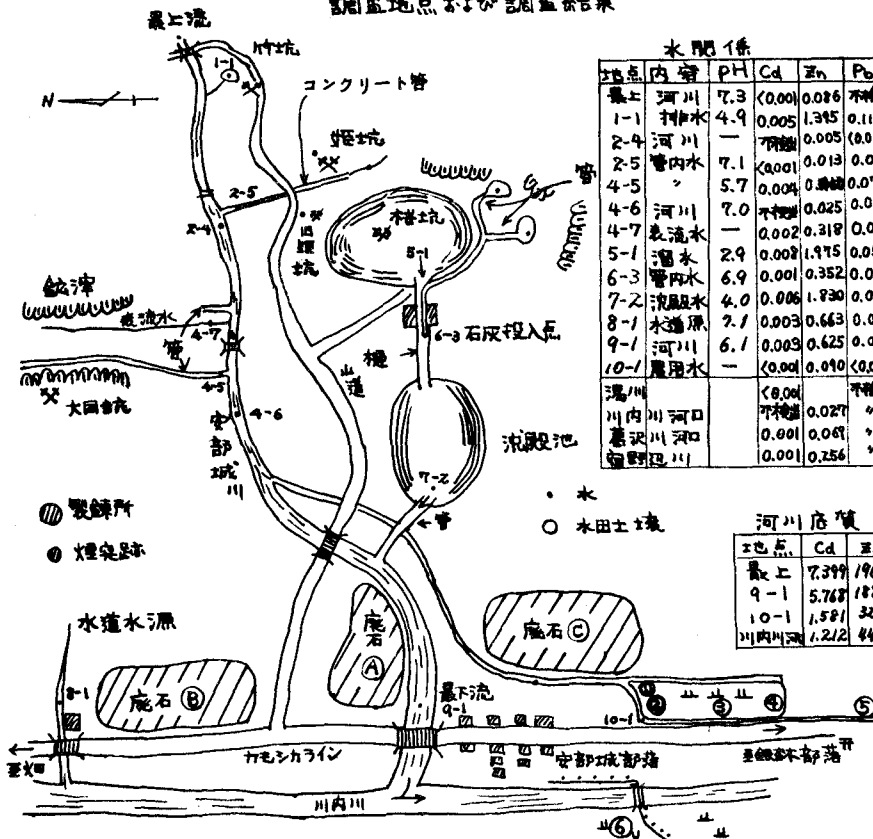
(1) 底石中の重金属類について。安部城川流域には底石が厚く52万もの膨大な量として山と成って堆積している。図-1からわかるように、この堆積状況は下流から川岸に或いは水田近くにおさまるほど高くなり積まれている。一方、底石は大小さまざまな粒径を持ち、最小粒径のものは88ミクロンであった。その他150ミクロン以下、或いは300ミクロン以下のものも存在している。そこで300ミクロン以下の底石に關し重金属類の濃度を示せば、夫々Cd 5.497~11.397 ppm, Cu 2770~4470 ppm, Zn 9637~36680 ppm, Pb 225~2735 ppm, となつた。以上の事實から、底石の微粒子は極めて高濃度の重金属類を含むものだから、非常に僅かな割合に之が運ばれて約2%程度の通風、或いは水流上より容易に浮動するものと思われる。底石の微粒子によるこのような移動性とは、底石全体と見れば、底石100gに水200mlの清水状態では0.008 ppmのCdが溶出し、すなわち、底石は絶えず溶出し移動を続け、他に対して重金属類等を供給し続けていることとなる。

(2) 廃石の除去手法について 廃石には前記のように非常に高い濃度の重金属類を含んでおり、さらに合計52万トンのような量が存在していることを考え合わせれば、当然のことながら、大事に上らぬうちに除去する必要があることは当然であろう。そこで筆者らは、昨年度、廃石の除去手法の一端として、細骨材として廃石を用いることを提案した¹⁾。そこにおいて圧縮強度の上からは、細骨材に占める割合が70%または、28日圧縮強度は200^{kgf}/cm²以上と極めて良好であり、廃石を細骨材としてコンクリートテストピースを充分に水に浸し、1年後にその重金属類の溶出の状況と分析したが、その結果はCd、Cu、Zn、Pb等の溶出は言わぬまでも低く、したがって、廃石は依然として、何らの除去上の対策の実施しない状況で放置されている。したがって安房郡内における廃石の除去と重金属類の挙動を検討することが極めて重要となつて来よう。

3-2 水關係

4) Cdについて 坑排水に相当する地点では $0.001 \sim 0.008 \text{ ppm}$ の範囲の中にあり、昨年度の筆者らの調査結果の不検出 $\sim 0.0161 \text{ ppm}$ と合わせても坑排水基準 0.1 ppm に適用すると大幅に基準以下であった。日本環境汚染協会が行ったカドミウム環境汚染調査方法の標準化に関する研究にとりあげられた、山形県南陽市吉野川流域の調査結果と比べると吉野川山においては、銅、亜鉛、硫酸鉛及び亜鉛を採鉱しておりその坑排水は最高 2.15 ppm 、平均 0.38 ppm 以下と、安部城鉱山の坑排水は大幅に低い。河川水中では不検出 $\sim 0.003 \text{ ppm}$ であり、厚生省特別研究報告による非汚染地区の河川水中は $0.001 \sim 0.002$ 以下であることから見

調査地点および調査結果



水関係

地点	内容	pH	Cd	Zn	Pb	Cu	SO ₄ ²⁻
最上	河川	7.3	0.000	0.036	不検出	0.003	<10
1-1	排水	4.9	0.005	1.345	0.111	0.042	31
2-4	河川	—	0.005	0.005	0.005	0.006	<10
2-5	管内水	7.1	0.001	0.013	0.01	0.004	<10
4-5	—	5.7	0.004	0.004	0.004	0.004	102
4-6	河川	7.0	不検出	0.025	0.01	0.007	<10
4-7	表流水	—	0.002	0.318	0.03	0.200	—
5-1	溜水	2.9	0.003	1.975	0.055	0.265	300
6-3	管内水	6.9	0.001	0.352	0.087	0.047	39
7-2	流下水	4.0	0.006	1.830	0.03	0.169	180
8-1	水道源	7.1	0.003	0.663	0.02	0.145	<10
9-1	河川	6.1	0.003	0.625	0.015	0.195	38
10-1	農用水	—	0.001	0.010	0.005	0.019	—
湯川	—	—	0.001	0.001	0.001	0.015	—
川内川河口	—	—	0.001	0.027	—	<0.005	—
基沢川河口	—	—	0.001	0.061	—	0.225	—
細野川	—	—	0.001	0.256	—	0.115	—

[ppm]

河川底質 (20cm以下を採取した)

地点	Cd	Zn	Pb	Cu
最上	7.399	1965	118.9	1506
9-1	5.768	1832	45.54	941
10-1	1.581	3214	77.58	400
川内川	1.212	4456	94.91	187

(乾土 ppm)

水田土壌分析結果

地点	全Cd	全Zn	全Pb	全Cu	可溶性Cd	可溶性Zn	可溶性Pb	可溶性Cu
①	2.018	581.4	213.6	340.0	0.428	96.91	7.85	143.5
②	—	—	—	—	0.562	28.77	19.41	337.8
③	1.458	174.2	150.7	232.3	0.457	21.58	5.83	90.6
④	—	—	—	—	0.373	37.82	26.21	100.8
⑤	20.946	229.5	77.47	103.3	0.400	24.91	13.54	40.6
⑥	—	—	—	—	0.130	—	2.03	1.7
如部南	3.445	144.3	40.8	10.79	0.543	—	4.80	5.7
基沢	0.278	47.3	16.7	94.57	0.044	—	1.50	60.1
細野川	1.620	235.3	40.6	43.28	0.298	126.3	1.49	3.7
—	1.024	178.4	152.1	179.4	0.482	76.4	44.48	132.2
—	0.972	283.3	172.1	283.2	0.643	53.2	42.06	133.6

(注) 可溶性: 0.1NHCl 抽出によるもの。

[乾土 ppm]

これは平均値に汚染物質の濃度。

(2) Cdについて 土壌中のCdは0.013~1.975 ppmの範囲にあり、野田川では最高1.975 ppm、平均2.85 ppmであった。また、安部城川では土壌中のCdは0.005~0.625 ppmの範囲にあり、野田川では最高1.975 ppm、平均1.95 ppmであった。これは、下水道水が土壌に浸透していることが原因と考えられる。下水道水のCd濃度は1.0 ppm以下であるが、土壌中のCd濃度は1.0 ppm以上である。これは、下水道水のCd濃度が1.0 ppm以下であるにもかかわらず、土壌中のCd濃度が1.0 ppm以上であることが原因と考えられる。これは、下水道水のCd濃度が1.0 ppm以下であるにもかかわらず、土壌中のCd濃度が1.0 ppm以上であることが原因と考えられる。

(3) Cuについて 安部城川では土壌中のCuは0.005~0.395 ppmの範囲にあり、野田川では最高0.395 ppm、平均0.395 ppmであった。これは、下水道水が土壌に浸透していることが原因と考えられる。下水道水のCu濃度は0.02 ppm以下であるが、土壌中のCu濃度は0.005~0.395 ppmの範囲にあり、野田川では最高0.395 ppm、平均0.395 ppmであった。これは、下水道水のCu濃度が0.02 ppm以下であるにもかかわらず、土壌中のCu濃度が0.005~0.395 ppmの範囲にあり、野田川では最高0.395 ppm、平均0.395 ppmであった。これは、下水道水のCu濃度が0.02 ppm以下であるにもかかわらず、土壌中のCu濃度が0.005~0.395 ppmの範囲にあり、野田川では最高0.395 ppm、平均0.395 ppmであった。

(4) Pbについて 安部城川では土壌中のPbは0.01~0.111 ppmの範囲にあり、野田川では最高0.111 ppm、平均0.111 ppmであった。これは、下水道水が土壌に浸透していることが原因と考えられる。下水道水のPb濃度は0.01 ppm以下であるが、土壌中のPb濃度は0.01~0.111 ppmの範囲にあり、野田川では最高0.111 ppm、平均0.111 ppmであった。これは、下水道水のPb濃度が0.01 ppm以下であるにもかかわらず、土壌中のPb濃度が0.01~0.111 ppmの範囲にあり、野田川では最高0.111 ppm、平均0.111 ppmであった。

3-3 甲和乙の α 波の波長と β 波の効果.

[illegible]

3-4 河川底質 120117

3-1 a) の底生中の重金屬類の分析結果は、川原等の重金屬類は水溶状と粒状との二種の形態で河床に存在し、後者は粒径が約0.7mm以上で移動距離が大きい。これは自然の障害物により、河川底部に天然沈着物の堆積となる。そこで河川底質に関する場合、200μm以下の微粒子を対象として分析することの意義に基づき、今回は、京都府川内川河口付近の河川底質のうち8mm以下を材料とした。この結果、Cd濃度は、川内川の最も低く、下流に行くに従って濃くなる傾向が見られた。その性質は約4ppmであった。Cuの場合、18から500ppmの範囲の中であり、Cdと同様に下流に行くに従って濃くなる傾向が見られた。Znに入ると、32から1965ppmであった。Pbは45.5から118.9ppmだった。結論、「緊急流域管理」への調査重点、有力なF値等を用いた環境評価の結果、河川底質については、平均4ppmを超えている35点中、5地点は川内川、5地点は河川底質は全国的に見ても高濃度の対象に属すると判断された。

3-5 水田土壤について

[illegible]

1) Cdについて 全土については安部城・銀杏木部落では、1.458～20.946ppmであった。同様に、川内町内の他の鉱山周辺の土でも調査したところ、火田部落で3.645ppm、菅野町地区で0.972～1.650ppmであった。このことは、厚生省第81期研究報告の非汚染地区0.5～1ppm以下、汚染地区1～60ppm程度に示すと、明らかに汚染されているといえる。水田土壌の全土中の平均値等は、普通土中のCdは可溶性Cdが指標とされているが、0.1NHCl可溶性Cdに換し、指標値は、一般土壌が平均値で0.33ppm、汚染土壌では平均値で1.01ppmあるとされている。銀杏木、畑野周辺の可溶性Cdは0.373～0.643ppmであった。汚染地の岩井地区の全土濃度は0.90ppmであり、0.1NHCl可溶性で0.60ppmであり、そのうち米中のCdは0.55ppmと高い値を示していることが、銀杏木、畑野、菅野町などの地域の水田土壌のCd汚染と対応して、米のCd汚染について十分に検討されている。また、安部城・銀杏木部落と川内川上には、明らかに用水渠の農作物の向かい側は、農地の土壌濃度は全土で0.542ppm、可溶性Cd 0.130ppmと非汚染とみなされ、対称的であった。この点、銀杏木部落等に、同じく、水田土壌汚染が、発生しているといえる。

② Cu_{tot} Cu_{tot}は銅全量を示す。0.1N塩酸抽出法でCu_{tot}が40-37.8 ppm、宿野川地区宿野川1川内(橋側)が32.2-133.5 ppmと昭和44年10月、国に5.7ppm以下、農用地土壌汚染防止法第4条の指定要件として工業に含められる銅の量が0.1N塩酸抽出法により判定し、125ppm以上含みこむ区域と判定する」と照し合せることとなり、銅は農用地土壌汚染防止法第4条に属する。又田部勢、安部城、銀林、川内川向側、宿野川地区1川内側はこの基準から考えれば汚染する。

①) ②) ③) ④) ⑤) ⑥) ⑦) ⑧) ⑨) ⑩) ⑪) ⑫) ⑬) ⑭) ⑮) ⑯) ⑰) ⑱) ⑲) ⑳) ㉑) ㉒) ㉓) ㉔) ㉕) ㉖) ㉗) ㉘) ㉙) ㉚) ㉛) ㉜) ㉝) ㉞) ㉟) ㊱) ㊲) ㊳) ㊴) ㊵) ㊶) ㊷) ㊸) ㊹) ㊺) ㊻) ㊼) ㊽) ㊾) ㊿) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 99

3-6 *k7u7.

宮城県の米中Cdは昨年米20.370ppm および0.209ppmの昨年の筆者が言及の47年の米の0.31ppm および0.25ppmであった。非汚染地区の米中Cdは平均値20.08ppmであり、非汚染地区では0.4μtppmの範囲にある⁽¹⁾。二つは銀杏木周辺の米は明らかに汚染されており、米は住民の主食となっている点で考慮され、早急に対応して対策立案と実行が必要である。

4. 総括および結論

(1)筆者らの本調査により、安部城鉱山における重金屬類の汚染機構のほぼ全容が明らかになった。

④今後の問題としては、文部省指導により、早急に適切な方法で癌石の除去を行わなければならない。

ひきつり、今後とも重金屬類の學が広域に亘つ多角的に資料を蓄積することが必要であらう。

謝 辭

本調査を行うに、桐口利雄氏（川内町会議員）の資料入手など、多大な御指導のもとに行なわれたものである。

尚、紙幅の都合上、引用文などは省略させてもらった。