

## 秋田県北東部銅・鉛・亜鉛鉱床地域における地化学探鉱の基礎的研究\*

東野徳夫\*\* 加藤甲壬\*\* 藤貫 正\*\*

## まえがき

秋田県北東部銅・鉛・亜鉛鉱床地域の総合調査研究の一環として、筆者らは本地域内において地化学探鉱の基礎的研究を行なった。

研究項目は、1) 地質環境の差異による沢水中の化学成分の特質。2) 鉱化帯のみられる地域、旧坑・ズリなどの存在が確認される地域、および鉱床賦存が推定されない地域等を流れる沢水の水質。3) 鉱種別による鉱床地帯土壌中の重金属、および微量成分について。4) 小坂鉱山内ノ袋鉱床の試錐コア(岩石)中の重金属の含有量についてなどであるが、以下順を追って概要につき述べる。

## 1. 地質環境の差異による沢水中の化学成分の特質について

通常、沢水の水質はその地域の地質環境に支配され、とくに鉱床地域においては特定の成分、たとえば pH, Zn, SO<sub>4</sub>等に顕著な性質を示すことが考えられるので、筆者らは2つの異なる地質環境(鉱床胚胎地域と非胚胎地域)が存在すると思われる十二所〜茂内屋敷〜ニツ屋にかけての地域を選定し、その沢水の水質につき検討を試みた。

この地域は層序的に大別して2つの地層からなる。すなわち1つは鯉沢層であり、他はその上位に当る黒沢層である。

前者は流紋岩質凝灰岩・同質角礫凝灰岩などからなり、鉱床を胚胎する。母岩の変質は、緑泥石化、絹雲母化、および黄鉄鉱化作用が顕著である。これに反して、後者は、主として頁岩・凝灰岩からなり、母岩の変質は、モンモリロナイト化、緑泥石化および沸石化作用等で特徴づけられる。

今回地化学探鉱を行なうに際して取り扱った化学成分は、pH, Zn, SO<sub>4</sub>, Ca, Mg などである。

**pH** 黒沢層は、6〜7の範囲でほぼ中性であるが、鯉沢層は4〜7であり、一部に酸性のものがみられる。

**Zn** 黒沢層では、大部分が0 μg/lであるが、鯉沢では、数10 μg/lを示すものが多い。

SO<sub>4</sub> 黒沢層では、大部分が10 mg/l前後であるが、鯉沢層では、10〜30 mg/lの範囲を示すものが多い。

**Ca, Mg** 黒沢層では、CaとMgの当量比、すなわちMg/Caが0.7前後を示すが、鯉沢層では、2〜3を示すものが多い。

以上の結果から、pH, Zn, SO<sub>4</sub>等の成分は、鉱体、あるいは黄鉄鉱化作用などに由来すると考えられるので、鯉沢層が鉱床を胚胎する(黄鉄鉱化も含む)という特徴を示し、そのまま水質にも示されていると思われる。また黒沢層については、少なくともこの調査地域内では鉱床賦存の可能性は、きわめて薄いものと考えられる。

Ca, Mgについては、その当量比であるMg/Caの値が母岩の変質作用(とくに緑泥石化)に関連すると考えているが、この地域において鯉沢層を流れる沢水が、2〜3の値を示すことはFe—Mg系緑泥石化作用による影響があらわれているものと解釈される。

## 2. 鉱化帯のみられる地域、旧坑・ズリなどの存在が確認される地域、および鉱床賦存が推定されない地域等を流れる沢水の水質

鉱床が賦存する処女地域を流れる沢水がある場合には、そこに存在するであろう鉱体、あるいは鉱化作用に関連する黄鉄鉱化作用などの変質を受けた岩石等が、風化作用を受けて種々の元素が可溶性塩となって溶解する。したがって、沢水中の化学成分を追究することにより鉱床探査の有力な資料となるであろう。

しかるに本邦においては、上記のような処女地域は、きわめて少なく、多くは古くから探鉱が行なわれ、記載されない旧坑、ズリ等がいたる所に点在し、それらの要因により沢水の水質は人工的に汚染されるために、地化学探鉱上不都合の起こることが多い。

ここでは、本地域の水質を明らかにすることと、併せて鉱化帯、および非鉱化帯の沢水の水質についても考察を行なったのでその結果を報告する。

対象地域は、前項と同一地域であるが、この地域の鯉沢層には、宝倉、猿間等の鉱床が存在し、鉱山周辺には、ズリ、旧坑が認められる沢も存在する。

取り扱った成分は、pH, Zn, SO<sub>4</sub>, CaおよびMgで

\* 昭和38年4月10日所内月例研究発表会にて講演

\*\* 技術部

ある。

1) 非鉱化帯の沢水

この地帯は、前述の黒沢層を流れる沢水によりその性質を知ることができる。すなわち、pHは6~7、Znは2μg/l以下、SO<sub>4</sub>は10mg/l前後、CaとMgの間には常にCa>Mgの量的関係があり、Mg/Caの当量比は0.7前後のものが多い。

2) 鉱化帯の沢水

この地帯は、前述の鯉沢層を流れる沢水の性質をみれば、明らかに硫化鉱物の風化による成分の供給が考えられる。CaとMgの間には、Ca≤Mgの量的関係があり、Mg/Caは2~3である。鉱化帯の沢水については、静岡県奥山鉱山(銅鉱)において研究を実施したことがあるが、やはり同様の結果が得られている。

3) 近くに旧坑、ズリ等の存在する沢水

pHは、酸性で4前後のものが多い。Znは、数100μg/l程度の非常に高い値を示し、銅なども多い。(通常、沢水に銅が認められるのは、鉱体がすぐ側にあるか、あるいは、旧坑、ズリ等が存在する場合であるが、旧坑等が存在する場合には、数100μg/lと高い値を示す例が多い。)SO<sub>4</sub>もZnと同様に多く、大部分が30mg/l以上である。CaとMgの間には常にCa<Mgの量的関係があり、Mg/Caの当量比は2~4を示すのが特徴的である。

ここで問題となるのは、水質の分析データから鉱化帯、非鉱化帯、あるいは旧坑、ズリ等を伴う地帯などのうちのいずれに相当するかを判断する基準がみいだせるかどうかであるが、それについては、一応つぎに示す表(第1表)が目安となると思われる。しかし、考察に際しては、その周辺地域の地質状況ならびに既知の鉱床、鉱物組成等を総合的に検討して判断する必要がある。

第1表

成分	pH	Zn (μg/l)	SO <sub>4</sub> (mg/l)	CaとMg の量的関係	Mg/Ca 当量比
非鉱化帯	7前後	2以下	10前後	Ca>Mg	0.7前後
鉱化帯	4~6	数10	10~30	Ca≤Mg	2~3
旧坑、ズリ の存在	3~4	数100	30以上	Ca<Mg	2~4

1, 2項目の結果は、今後金属鉱床の広域調査研究の一環として、沢水による地化学探鉱の実施した場合、結果の解釈上有効な参考資料となるであろう。

3. 鉱種別による鉱床地帯の土壌中の重金属、および微量成分について

鉱床地帯の土壌中には、その鉱床に関係のある諸元素成分が供給されるので、非鉱床地帯と比較して諸元素成分の濃縮が行なわれていると考えられる。

土壌中の重金属、ならびに微量成分の問題は、地球化学の分野においては重要な問題であり、また地化学探鉱の面からは、元素の量的差異から鉱床の探査に利用することができる場合が多い。

このような観点から本研究においては、既調査の各研究資料を基礎として検討を加えた。すなわち、銅・鉛・亜鉛の含有量については、大地・花岡・宝倉(以上秋田県)、縄地・奥山(以上静岡県)、土倉(滋賀県)、大口(鹿児島県)の各鉱床。微量成分(分光分析による定性)については、大地・花岡・奥山・土倉・八総(福島県)の鉱床について検討を行なった。また、宝倉・大地・花岡の鉱床については、土壌による地化学探鉱も試みた。

第2表 鉱床上部土壌中の重金属の含有量

鉱種	鉱山	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)
金・銀	縄地 (本山地区)	<50~110 70(6)	50~170 70(6)	—※
	大口 (3号鍾)	<50~130 76(15)	—※	—※
キース ラガー	土倉 (本鍾)	<50~240 110(14)	<50~1900 430(15)	—※
	銅	<50~50 <50(5)	50~100 70(5)	<50~150 60(5)
黒鉱	奥山 (梅鍾)	<50~140 90(6)	50~2400 660(6)	—※
	大地A地区 (既知鉱床)	<50~160 70(18)	<50~270 130(18)	—
	B地区 (未知)	330~1000 660(6)	<50~120 40(6)	1050~3800 1760(6)
	花岡 (慶年)	<50~370 100(20)	—	<50~4100 590(20)

注) 含有量値の上段は最低値~最高値、下段は平均値、( )内は試料数  
 ※ 全試料が定量限界(50ppm)以下(X線蛍光分析器による)  
 — 1, 2の試料が定量限界以上であるが、平均値にすると20ppm以下

1) 鉱種別による銅・鉛・亜鉛の含有量

鉱種別によるZn, Cu, Pbの各元素の含有量(平均値、最低~最高値)は第2表に示す。

Znは、大部分が平均100ppm前後であるが、例外として、大地鉱山B地域(未知鉱床地帯)のように、地表下約1.5m位のところに閃亜鉛鉱・方鉛鉱・黄銅鉱などの硫化鉱物(大部分は閃亜鉛鉱・方鉛鉱)を含む粘土帯が存在している場合はそれらの分散により土壌中に多量のZnを供給している。

Cu は、浅熱水性の鉱脈、あるいはキースラガー型でも鉱床上部では平均 100前後～数100ppm という範囲の値を示す。

Pb は、黒鉱鉱床において特徴的で、平均 590ppm と高含有値を示すが、他の鉱床では低い値を示す。例外として、Zn で述べた大地鉱山B地域では前記の要因により Pb の高含有値が示されている。

#### 2) 微量成分について

鉱山別試料につき分光分析による定性分析を行なった結果、検出線の強さなども考慮に入れて特徴的な元素を挙げると(試料はいずれも鉱床上部の土壌)、

大地鉱山では、Ag, As, Bi, Ge, Pb; 花岡鉱山(慶年)では、Ag, As, Ba, Cu, Ge, Mo, Pb, Sb, Tl; 奥山鉱山(梅鍾)では、Ag, Bi, Cu, In; 土倉鉱山(本鍾)では、Ag, Co, Cr, Cu; 八総鉱山(赤倉第2露頭)では、Ag, Co, Cu, Zn などが特徴的であるが、一般的にみて鉱床上部の土壌中には例外なく、微量ながら Ag が検出される。また黒鉱鉱床は、他の鉱種に比較して多くの微量成分が検出されている。

#### 3) 土壌による地化学探鉱

宝倉鉱山では、Zn, Cu を指示元素としたが、いずれも鉱脈との関連性を知ることができた。

大地鉱山・花岡鉱山(慶年)では、Zn, Cu, Pb を指示元素としたが、大地鉱山A地域では、鉱脈との関連性を知ることができ、B地域では、前述の硫化鉱物に起因する異常帯(分散範囲)の範囲をおさえることができた。したがって、これらの場所にはそれらの関係を確認するためにも試錐を行なってみる必要がある。花岡鉱山では、Zn, Pb の含有値が鉱体の賦存を暗示する結果が得られた。

#### 4. 小坂鉱山内ノ岱鉱床の試錐コア中(岩石)の重金属の含有量について

内ノ岱鉱床は、鉱体上部が厚い第四紀火山灰層に覆われているので鉱床探査の方法としては、地質構造の研究、あるいは物理探鉱の結果などから試錐を行なうのが適切な方法であろう。しかし地化学探鉱の面から試錐の

コア中の重金属の含有量を検討するいわば化学的方法による検層も今後の地化学探鉱の一分野と考えて行くべきであろうと思われる。今回は、内ノ岱鉱床の試錐コアを会社の好意により譲り受け、岩石について、亜鉛・銅・鉛(鉱床の主成分)の含有量を試験し基礎的資料を得た。

試験の対象とした岩石は、鉱体上部の熔結凝灰岩・赤森流紋岩・赤森凝灰岩の3種類であるが、これらの中で重金属の高含有値を示すのは鉱体のすぐ上部にくる赤森凝灰岩である。

赤森凝灰岩は4本の試錐コアについて試験を行なったが、MR-243, MR-231, MR-239 の試料では、重金属の異常が鉱体との境界(約数m)と、熔結凝灰岩との境界付近に認められる(Zn, Cu, Pb 含有値は数100～数1,000ppm)。しかしながら赤森凝灰岩の中間部は、Zn が数100ppm, Cu, Pb は50ppm以下で量的に少ない。

上記の結果では、赤森凝灰岩が鉱体周辺で高含有値を示すのは、鉱体の存在によるものと考えてさしつかえないが、熔結凝灰岩の境界付近で高含有値を示すことは、現在のところ明らかでない。

熔結凝灰岩・赤森流紋岩はZn が100～300ppm位であるが、Pb, Cu は50ppm 以下である。

以上の結果より、鉱床地帯の岩石には重金属の供給が行なわれていることが明らかであり、またその供給源もそう遠くに離れているものではない。以上のように試錐に際して試錐コアを対象とした化学的検層を併行して行なうことは、探鉱上重要な意義をもつものと考えられる。

#### あとがき

ここに各項目につき概要を述べたが、1, 2の項目については、さらに検討を続けて行きたいと考えている。土壌、岩石中の鉱体成分の問題は、多くの鉱床を対象としてデータの蓄積をはかる必要があるが、当面は黒鉱・キースラガーに重点をおきたい。また土壌中の粘土鉱物と鉱床との関係も今後の問題として取り上げていく必要がある。(昭和31年, 35年, 36年調査)