兵庫県生野鉱山産カンフィールド鉱

Canfieldite from the Ikuno mine, Hyogo Prefecture

田 口 靖 郎 (Yasuro Taguchi)*

木 沢 庸 二 (Yoji Kizawa)*

1. は し が き

カンフィールド鉱 canfieldite Ag_3SnS_6 はアージロド鉱 argyrodite Ag_3GeS_6 との間の固溶体系列の端成分鉱物として、1894年以来知られている鉱物であるが、近年までは Colquechaca (Bolivia (原産地))・Himmelsfürst (Freiberg)・Renison Bell (Tasmania) などに産出が知られていただけで^{1,2)}、最近 カナダ及びソ連邦から含 Te あるいは含 Se カンフィールド鉱について二・三報じられてはいるものの³⁻⁵⁾、世界的に産出の稀な鉱物である。本邦では既に加藤昭によって兵庫県大身谷鉱山の鉱石から発見されているが**、その詳細な報告はまだ行われていない。著者らは昭和46年1月、金銀珪酸鉱として開発が企画された生野鉱山桜鍾の鉱石を検鏡中、カンフィールド鉱と推定される鉱物を認め、種々の検討を重ねた結果、それが全く異成分を含まないカンフィールド鉱であることを確かめ得た。ここにその同定および観察結果の概要を報告する。

2. 産 状

生野鉱床は主として角礫凝灰岩・石英安山岩質凝灰岩などの酸性火砕岩よりなる白亜紀末期の生野層群と、これを貫く各種岩脉中に胚胎するゼノサーマル型鉱脈鉱床で、銅・鉛・亜鉛・金・銀・錫・タングステン・蒼鉛などの鉱石を産する多金属鉱床として知られているが、桜鍾はこの生野鉱床圏の外隔地帯の青草地区にあり(第一図)、安山岩及び安山岩質凝灰岩中に胚胎する

* 三菱金属鉱業株式会社中央研究所

** Introduction to Japanese minerals; IMA-IAGOD Meeting '70, p. 7, 9, Geological Survey of Japan (1970)

第1図 生野鉱床概念図

鉛・亜鉛鉱脈である。良く知られている生野鉱床の鉱物の帯状配列によれば⁶⁾、多金属鉱床の外辺に配位する Pb-Ag 帯に属し、その地表近くでは Au-Ag-Quartz 帯に入っている。現在は採掘されていないが、既開発部の規模・品位等は次の通りである；走向 N30°W、傾斜 75°W、走向延長 400 m、傾斜延長 300 m、平均脈幅 0.9 m、平均品位 Cu 0.1%、Pb 3.4%、Zn 5.5%。

検鏡試料は桜鍾本坑 N6 号より 15 m 北の地点のもので、この付近の桜鍾は、センアエン鉱・ホウエン鉱を主とする比較的硫化鉱物に富む部分 (50 cm) が上盤に生じており、その下盤 (40 cm) 及び母岩 (安山岩, 30 cm) を挟んで更にその下盤側に、オウテツ鉱をまばらに鉱染する白色石英方解石脈 (30 cm) が生じている。この白色石英方解石脈は処により硫化鉱物帯を切っている場合があり、明らかにこれより 後期生成のものである。この地点の脈幅 (130 cm) 品位は Au 7.0 g/t, Ag 1,054 g/t, Cu 0.09%, Pb 2.15%, Zn 1.80% である。

硫化鉱物帯で肉眼的に認められるものはセンアエン鉱・ホウエン鉱・オウテツ鉱及び少量のオウドウ鉱で、これらは比較的粗粒で斑状ないし塊状・脈状をなして分布するほか、これと平行して構成鉱物を識別し得ないような微粒が集合して黒色の鉱条 (1~2 cm) を形成している。カンフィールド鉱は

主としてこの黒色鉍条中あるいはその近辺に生じている。

検鏡によって確かめられた桜鉍鉍石の構成鉍物は、上記の鉍物のほか、リュウヒテツ鉍・スズ石・オウシャク鉍・stannoidite・ノウコウギン鉍・ゼイギン鉍・エレクトラムで、何れも微量である。

リュウヒテツ鉍は粗粒硫化鉍物帯の脉石中に単独の細粒自形晶として、あるいはセンアエン鉍に包囲され融蝕された形で存在する。

スズ石は稀に粗粒硫化鉍物帯のオウドウ鉍粒子の一部に、微細な粒状乃至不規則他形（数 μ ~ 10 数 μ ）の粒子として、同じく微細なセンアエン鉍・オウシャク鉍・カンフィールド鉍と混在していることがあり、オウシャク鉍に交代されている。

オウシャク鉍は、上記のようにスズ石を包有し明らかにこれを交代して生じている場合もあるが、多くは黒色鉍条中に単独で、あるいはオウドウ鉍と伴って、細粒で密に散在している。時にはオウドウ鉍に伴い、あるいは単独で微脉状をなして粗粒のセンアエン鉍を貫いている場合がある。

Stannoidite は黒色鉍条中の数ヶ所や、この鉍条を切る白色石英方解石微脉周辺の灰色石英基質中に、最大 50 μ 以下の微粒子として、単独で、あるいはオウドウ鉍と単純な境界線で結合して存在するが、しばしばオウシャク鉍を内包すると共に、その境界ではオウシャク鉍とオウドウ鉍の graphic intergrowth を示している。このような鉍物共生、帯赤褐～褐色の多色性と暗橙赤～黄灰色の異方性が明らかに認められること、オウシャク鉍より僅かに琢磨硬度が低いことなど、加藤の原記載⁷⁾⁸⁾と光学的性質がよく一致し、さらに EPMA により主成分として Cu, Fe, Sn, S が、副成分として相当量の Zn と痕跡程度の Ag が検出されたことなどから、この鉍物は stannoidite と同定された。

ノウコウギン鉍は白色石英方解石脉中に、微量ではあるがかなり普遍的に見出され、桜鉍鉍石の銀鉍物の主体をなしている。鉍石の微細な割目に皮膜状をなして生じているのが肉眼的に認められる場合もあるが、鏡下では鉍染状オウテツ鉍周辺の脉石基質中に微粒の単独粒子として、また最も多くはオウテツ鉍粒子の一部を外側から被い、あるいはその割目を充すなどの形で存在する。粗粒硫化鉍物帯にも認められるが、この場合もこの帯を切る白色石英方解石微脉に伴っている。ノウコウギン鉍にはオウドウ鉍の薄い縁を伴うことがしばしばある。

ゼイギン鉱はノウコウギン鉱粒子の一部に伴うほか、上記白色石英方解石微脉中、ノウコウギン鉱の単粒子の存在するところから漸移して、単粒子として存在することもある。エレクトラムはノウコウギン鉱中に含まれ、あるいはその近辺に単粒子として存在することがあるが、ごく稀である。

カンフィールド鉱の晶出形態には次の3種がある。

(1) 前述のように、ごく稀に粗粒硫化鉱物帯中のオウドウ鉱に喰いこんだ形で、微細なスズ石・センアエン鉱・オウシャク鉱との混合体として存在するもの。この場合、この混合体の近くまで達している、硫化鉱物帯に直交する方向に生じた脉石中の微細な割目に、カンフィールド鉱の単独粒子が生じていることがある(第2図)。

(2) 黒色鉱条帯を貫く白色石英方解石微脉中及びその周辺の黒色帯や灰色石英基質中に、単独またはオウドウ鉱あるいは/及びホウエン鉱を伴ない、最大 300μ 通常 $50\sim 100\mu$ の不定形粒状、時には石英粒子間の intersertal crystal をなして存在するもの。石英方解石微脉近辺のものでは、

第2図 粗粒オウドウ鉱中にとりかこまれたカンフィールド鉱オウシャク鉱およびセンアエン鉱暗灰の集合オウテッ鉱。開放ニコール

第3図 図左から右上部にかけて存在する最晩期のセキエイホウカイ石脈にそって産する細粒オウドウ鉱中のカンフィールド鉱

この湾曲する微脉と同一方向に湾曲配列しているものがある(第3図)。この場合が最も多い。

(3) 鉱石中の微細な割目やその痕跡の断続したくぼみに生じているもの。多くは単独で生じているが、最大幅 40μ の断続する微脉の一部に、僅かにオウドウ鉱あるいはホウエン鉱を伴っている場合もあり、またこの微脉は粗粒のセンアエン鉱中に貫入している場合もある。この産状は必ずしも稀ではない。

3. 物理的性質

桜鍾鉱石中のカンフィールド鉱は、前述のように稀に最大 300μ 程度のものはあっても、殆んどはごく微粒なので、肉眼での観察は不可能であるが、割目を充した微脉状のものの切断面などでは、ホウエン鉱よりも鈍い鋼灰色を示す。

鏡下での反射色は帯褐淡灰色で、Uytenbogaardt & Burke¹⁰⁾ 記載の

“greyish white with a pinkish brown tint” とほぼ一致するが、アージロド鉱*と比較すると褐色調ははるかに淡い。ホウエン鉱よりははるかに暗く、微粒で混在する時はオウシャク鉱と誤認され易いが、オウシャク鉱 (brownish olive-grey) の olive 調はなく、特に油浸で観察した場合は帯紫灰色を呈して明瞭に区別できる。

琢磨硬度はキギン鉱よりもかなり高く、オウシャク鉱よりは低く、ノウコウギン鉱とはほぼ同等で、通常きれいな琢磨面が得られる。反射色調では一見キギン鉱とも見誤られ易いが、キギン鉱は柔かすぎて美しい琢磨面が得られない点で区別される。

反射多色性・異方性及び内部反射は何れも認められない。Ramdohr²⁾ はカンフィールド鉱について、isometric form であるにも拘らずたいいの研磨片では等方性でない (但し Colquechaca 産のものは、検鏡試料に限れば、異方性はない)、と述べている。なお最近発見された Belukhinsk 産含 $\text{Te} \cdot (\text{Bi} \cdot \text{Se})$ 種⁴⁾でも極めて弱い反射異方性が観察されているが、Revelstoke 産含 Te 種³⁾、Karamken 産含 Se 種⁵⁾及び Massiac 産の純粋なカンフィールド鉱¹²⁾は、何れも等方性と記載されている。桜鍾のカンフィールド鉱は油浸系においても異方性は全く認められない。

4. 腐蝕試験

共存鉱物の影響を避けるため、単独で微脉をなしているものを選び、Short の標準試薬に対するこの鉱物の反応を調べた結果は次の通りである。

HNO_3 (1: 1); 無反応乃至微かに褐変 (?)

KCN (20%); 急速に黒化

HgCl_2 (5%); 虹色にさびる

HCl (1: 1), FeCl_3 (20%), KOH (40%); 無反応

この結果は反応速度に多少の相違はあるものの、Stillwell および Edwards の Tasmania 産カンフィールド鉱¹¹⁾に対する腐蝕試験の結果や、Uytendogaardt¹⁰⁾、Ramdohr⁵⁾の示す結果とよく一致する。

* 試料は国立科学博物館加藤昭博士寄贈の Colquechaca 産のもの。EPMA の定性試験で Sn が殆んど検出されず、殆んど純粋な Ag_8GeS_6 と思われる。

5. 化 学 組 成

島津製 EMX-SM 型 X 線マイクロアナライザーを用いて、この鉱物の定性及び定量分析を行った。

定性分析の結果は $\text{Ag} \cdot \text{Sn} \cdot \text{S}$ 及び定量限界以下の微量の Cu と Fe が検出されただけである。

定性分析後、再研磨した同一個所を定量分析した。標準試料としては $\text{Ag} \cdot \text{Sn}$ はそれぞれ純金属を、 S はあらかじめ定量分析したセンアエン鉱を用いた。定量補正としては、各元素につき原子番号・吸収・蛍光の各補正を施した。得られた結果は第1表の通りで、カンフィールド鉱の理想式 Ag_8SnS_6 とかなりよく一致する。

前述のようにアージロド鉱—カンフィールド鉱系鉱物は稀産のものであるが、そのうちでもカンフィールド鉱は特に稀なようで、Palache et al.¹¹⁾ の示しているこの系の9分析例のうちでも、 $\text{Ag}_{8.15}(\text{Sn}_{0.69}\text{Ge}_{0.30}\text{Fe}_{0.04})_{1.03}\text{S}_{6.00}$ に相当する1例(第1表)が示されているだけである。しかもこの例のように、常に少量の Ge を伴ない、天然に純粋な端成分種の存在する確証がないとして、Hey (1962) はカンフィールド鉱の化学式に $\text{Ag}_8(\text{Sn Ge})\text{S}_6$ を用いている¹²⁾。まさしくカンフィールド鉱の端成分に該当するものは、筆者らの入手し得た文献に見る限りでは、Perichaud et al. (1966)¹²⁾ 報告の Massiac

第1表 Chemical analysis of canfieldite from the Ikuno mine

	Ikuno mine				Aullagas,* Bolivia	Ideal**
	Wt. %	Mol. prop.	Mol. rat.	Recalc.		
Ag	77.5	0.7184	7.95	72.70%	74.10%	73.49%
Sn	11.7	0.0986	1.09	10.98	6.94	10.14
Ge					1.82	
Fe					0.21	
S	17.4	0.5426	6.00	16.32	16.22	16.37
Total	106.6			100.00	99.29	100.00

* Palache et al.¹¹⁾

** Ag_8SnS_6

(France) 産のものが最初で(但し半定量), しかもその後の発見例はないようである。先述のように最近に至って $\text{Ag}_{7.20}\text{Sn}_{1.06}(\text{S}_{5.19}\text{Te}_{0.81})_{6.00}^{3)}$, $\text{Ag}_{7.89}(\text{Sn}_{0.96}\text{Bi}_{0.04})_{1.00}\text{Te}_{1.99}(\text{S}_{3.80}\text{Se}_{0.07})_{3.87}^{4)}$, $\text{Ag}_{7.9}\text{Sn}_{1.12}(\text{S}_{5.15}\text{Se}_{0.86})_{6.00}^{5)}$ で示されるような, Te あるいは Se を含むものが相次いで発見されているが, 桜鉦産の当鉱物には Ge は勿論, これらの元素は全く定性分析によって検出されていない。すなわち極めて稀な, 純粋のカンフィールド鉱の産出例といえる。

6. X 線粉末回折線

反射顕微鏡下で研磨片から針を用いて掘り取ったこの鉱物の粉末につき, X 線回折試験を行った。使用カメラは直径 114.6 mm のもので, 使用条件は $\text{CuK}\alpha$, Ni-filtered, 30 KV, 20 mA, 3.5 hr. exp. である。その結果を第 2 表に示す。

研磨片から試料を掘り取る際, カンフィールド鉱の回折線と重なり易いものが多いオウシヤク鉱やセンアエン鉱などの混入を避けるために, 脉石中に単独に存在するか, 僅かにホウエン鉱を伴うだけのものを選んだ。何れも微粒なので相当量の脉石の混入は避け得なかった。第 2 表は混在するセキエイの回折線(その他の鉱物の回折線はない)を除いたもので, カンフィールド鉱の回折線の多少のズレはこのセキエイを内部標準として補正した。

天然の端成分に近いカンフィールド鉱の X 線粉末回折値は未だ発表されていないようで, 前述の Massiac 産カンフィールド鉱についての報告でも X 線の吟味はされていない。第 2 表には合成 Ag_8SnS_6 (等軸晶系, $a_0=21.54 \text{ \AA}$) と, 比較的これに近似した回折線の得られている Karamken 産のものを併せ示した。生野鉱山産カンフィールド鉱の回折線のうち, 微弱な 2.631 と 1.707 の線には該当するものがなくその由来が疑問であるが, 主要回折線を含めたその他の回折線は合成 Ag_8SnS_6 のそれと読取り誤差の範囲内で良く一致しており, 回折線強度も妥当* である。従ってこの結果から, 生野桜鉦産のこの鉱物がカンフィールド鉱であることに疑いはない。

カンフィールド鉱の結晶系については, Palache et al.¹⁾ は等軸晶系,

* 試料が極めて微量なため合成 Ag_8SnS_6 の強度 20 以下は現われていない。1,989 及び 1,819 の線はセキエイの 1,980 (6) と 1,817 (17) の線と重複して強められている。

第2表 X-ray powder data for canfieldites and synthetic As_8SnS_8

Ikuno		Synthetic Ag_8SnS_6 ¹⁾			Karamken ²⁾	
d(Å)	I	d(Å)	I	h k l	d(Å)	I
		3.44	4	611	4.15	4
					3.33	8
3.23	S	3.23	55	622	3.23	3
3.09	VS	3.09	100	444	3.09	10
3.03	VW	3.04	20	543		
		2.991	8	640	2.98	4
2.844	M	2.840	25	730	2.82	6
2.739	S	2.741	45	732, 651	2.72	4
2.631	VW	2.652	6	811		
		2.621	6	820		
2.564	VW	2.560	20	822	2.57	5
2.501	M	2.501	30	831		
2.472	M	2.472	35	662	2.44	7
		2.364	12	910	2.31	2
		2.263	10	930	2.25	5
2.196	W	2.202	25	844	2.19	6
2.083	M	2.081	30	666	2.06	7
1.989	W	1.974	12		1.988	5
1.895	S	1.893	40		1.896	6
1.819	W	1.816	20		1.808	5
1.707	VW	1.635	12		1.714	1
					1.580	3

1) ASTM 16-390

2) Se-canfieldite $\text{Ag}_{7.9}\text{Sn}_{1.12}(\text{S}_{5.15}\text{Se}_{0.85})_{6.00}$ ⁵⁾

Ramdohr²⁾ は等軸，恐らくは 正方，Strunz¹³⁾ は斜方，Uytenbogaardt and Burke¹⁰⁾ は高温型が等軸で低温型が斜方と記載しているように，多少の混乱がある。*

* 最近発見された含 Te ないし Se 種や Massiac 産の純粋種のうち，Belukhinsk 産のもので結晶系について触れていないほかは，何れも等軸晶系として扱われている。しかしカナダ産含 Te 種の等軸晶系としての計算値と実測値との間にはかなり著しい差がある。³⁾

生野産試料について得られた X 線粉末廻折値は、前述のように合成 Ag_8SnS_6 のものとはほぼ一致するものの、これを等軸晶系として指数配当を行って計算廻折値を求め、実測廻折値と比較すると、その間に無視できない差が存在する。このことは、検討試料が等軸晶系より低対称のものであることを示している。一方 Hahn¹⁴⁾ によれば、合成 Ag_8SnS_6 および Ag_8GeS_6 は、いずれも等軸晶系、空間群 I_{23} または I_{213} の 1 格子恒数はそれぞれ $a_0 = 21.43\text{\AA}$, $a_0 = 21.19\text{\AA}$, 単位格子中の分子数は 32 である。

カンフィールド鉱—アージロド鉱系鉱物の非等方性は、多くの研究者によって指摘されているが、合成物との差の原因については、必ずしも充分に究明されてはいない。なお、Hiller¹⁵⁾ により Himmelsfürst (原産地) 産アージロド鉱について与えられた格子恒数 (斜方晶系; $a_0 = 14.96\text{\AA}$, $b_0 = 12.24\text{\AA}$, $c_0 = 6.82\text{\AA}$) は、原産地から発見されている斜方柱状の自形結晶から得られた軸率を参考にして、粉末廻折線の指数配当から得られたものである。

ここで注目すべき鉱物の一つに billingsleyite がある¹⁶⁾。この種は、組成および X 線粉末廻折値の上で、カンフィールド鉱—アージロド鉱系鉱物に近似しており (化学組成 $\text{Ag}_{7.75}(\text{Sb}_{0.88}\text{As}_{0.11})\text{S}_{5.60}$; 斜方 (擬等軸) 晶系, $a_0 = 14.82\text{\AA}$, $b_0 = 14.82\text{\AA}$, $c_0 = 10.48\text{\AA}$), 合成 Ag_7SbS_6 とも近似している。したがって、その理想組成式を $\text{Ag}_{8-x}\text{SbS}_6$ ($0 \leq x < 1$) とすることも可能である。アージロド鉱、とくに Sn に乏しいものについて公表された分析値を見ると、式を $\text{Ag}_{8-x}\text{GeS}_6$ と与えたとき、常に $0 < x < 1$ であり*、このように単位格子の大きいものでは、これが無視できないものになる可能性は充分にある。もしカンフィールド鉱についても同様なことが成立するとすれば、その理想組成式は $\text{Ag}_{8-x}\text{SnS}_6$ ($0 \leq x < 1$) で、晶系は擬等軸とするのが適当であろう。生野産試料の検討結果は、これらの推論結果と矛盾しないので、X 線粉末廻折値の指数配当による格子恒数の計算は行わなかった。

7. 成因上の考察

スズ石を内包し、あるいはこれと直接するカンフィールド鉱は認められない。またカンフィールド鉱がオウシャク鉱と共存する場合も稀で、粗粒のオ

* Dana's System of Mineralogy, 7th Ed. Vol. 1, p. 356 に示されているものの平均は $x = 0.12$ となる。

ウドウ鉱中にスズ石・オウシャク鉱・センアエン鉱との混合体の形で生じているものが殆んど唯一であるが、この場合もオウシャク鉱を置換交代して生じたと考えられる明白な形跡は見当らない。むしろこのオウドウ鉱の属する粗粒硫化鉱物帯に直交する割目にカンフィールド鉱が生じ、この混合体に近接している場合があることから考えて、粗粒センアエン鉱中に貫入しているカンフィールド鉱の場合と同様に、たまたまスズ石を交代して生じたオウシャク鉱やセンアエン鉱の混合体に、後から添加されたものとするのが妥当である。従って次の場合と時期的な相違はない。

先述のように、生野桜鍾のカンフィールド鉱の大部分は、単独粒子としてか、あるいは多少のオウドウ鉱乃至ホウエン鉱を伴う粒子として存在するが、これと脉石中の微細な割目を充して生じているものは、その産状、ともに少量のオウドウ鉱を伴うなど鉱物共生の類似性から考えて、ノウコウギン鉱を胚胎する後期生成の白色石英方解石脉に伴ない、鉱化作用の最後期に晶出したものである。

本坑桜鍾の主な構成鉱物の生成順序は、検鏡の結果からおおよそ次の如きものと考えられる；

スズ石・リュウヒテツ鉱→オウテツ鉱（共に微～少量）→センアエン鉱・ホウエン鉱・オウドウ鉱・オウテツ鉱（粗粒硫化鉱物帯）→オウドウ鉱・オウシャク鉱（黒色鉱条帯）→オウテツ鉱（多孔～微粒自形）・センアエン鉱（微粒少量）→カンフィールド鉱・ノウコウギン鉱

たゞしカンフィールド鉱はノウコウギン鉱と同一鉱塊中に共存してはいるが離れ離れの存在であって、共生してはいない。このことはこの両種の銀鉱物の晶出時期に多少の遅速があったか、その上昇経路を異にしたためと思われる。

カンフィールド鉱の成因について Edwards¹⁷⁾ は、炭酸塩脉石の存在下ではスズ石は含炭酸塩鉱液に溶解する傾向があり、オウシャク鉱あるいは更に複雑なエンチュウスズ鉱やカンフィールド鉱のような鉱物として再沈澱する、と述べている。桜鍾の場合も、その鉱物構成から同様な生成機構が考えられるが、Ag・Sn が元素として比較的普遍的な存在であるにも拘わらず、カンフィールド鉱の産出が世界的に稀な事実は、それ以外にも、鉱液の成分・酸度及び温度や S の蒸気圧など、極めて特殊な限定された生成時の条件を必要とすることを暗示しているように思われる。

8. ま と め

生野鉱床圏の外劃地帯に位置する桜鍾は センアエン鉱・ハウエン鉱を主体とする石英方解石脉で、ほかに スズ石・リュウヒテツ鉱・オウドウ鉱・オウシヤク鉱・stannoidite・カンフィールド鉱・ノウコウギン鉱などより構成されている。カンフィールド鉱は鉱化作用の最後期に生じたもので、その化学組成は $\text{Ag}_{7.95}\text{Sn}_{1.09}\text{S}_{6.00}$ と示され、他元素を殆んど含まず、これまで1報告例しかない端成分種である。光学的等方性で、そのX線粉末回折線は合成 Ag_8SnS_6 (等軸晶系, $a_0=21.54\text{\AA}$) の回折線とほぼ一致する。

謝辞; この研究の実施に当り、国立科学博物館加藤昭博士より、対比試料としてのアージロイド鉱の標本や露仏文献の寄贈に与ったほか、X線粉末廻折値の解釈をはじめ有益な御教示を数多く載いた。EPMAによる測定・補正は三菱金属中央研究所内田昭二・古野弘利の両氏に、X線回折試験は石橋俊司氏の手を煩わした。また試料の再採取など三菱金属生野鉱業所調査係田中威(当時)・佐々木勲両氏の御援助に負うところが多い。こゝに記して以上の方々に心からお礼を申し上げる。(昭和48年1月12日 受理)

文 献

- 1) Palache, C., H. Berman and C. Frondel: Dana's the system of mineralogy, 7th Ed. vol. 2, 356-358. John Wiley & Sons, New York (1946)
- 2) Ramdohr, P.: The ore minerals and their intergrowths, 476-477. Pergamon Press (1969)
- 3) Harris, D.C. & D.R. Owens: A tellurium-bearing canfieldite, from Revelstoke, B.C., Canad. mineral., 10, 895-898 (1970)
- 4) Ontoev, D.O., N.V. Troneva, A.I. Tsepin & L.N. Vialsov: Pervaia nakhodka telluristogo kanfildita, Doklody Akademii Nauk SSSR. 201, 693-696 (1971)
- 5) Nekrasova, A.H. & Iu. S. Borodaev: Pervaia nakhodka selenosoderzhashchego kanfildita, Dok. Akad. Nauk SSSR. 203, 907-910 (1972)
- 6) 丸山定男: 生野鉱山の带状配列と探査, 日鉱誌, 7, 673-677 (1959)
- 7) Kato, A.: Stannoidite, $\text{Cu}_5(\text{Fe}, \text{Zn})_2\text{SnS}_8$, a new stannite-like mineral from the Konjo mine, Okayama prefecture, Japan. Bull. Nat. Sci. Mus. Tokyo, 12, No. 1, 165-172 (1969)
- 8) Kato, A., Y. Fujiki: The occurrence of stannoidites from the xenothermal ore deposits of the Akenobe, Ikuno and Tada mines, Hyogo prefecture, and the Fukoku mine, Kyoto prefecture, Japan. Mineral. Jour., 5, 417-433 (1969)

- 9) Uytendogaardt, W.: Tables for microscopic identification of ore minerals. 58-59, Princeton University Press, New Jersey (1951)
- 10) Uytendogaardt, W. & E.A.J. Burke: Tables for microscopic identification of ore minerals. 256-257, second revised edition, Elsevier Publishing Company (1971)
- 11) Stillwell, F.L. & A.B. Edwards: Mineral composition of the tin ores of Renison Bell, Tasmania, Aus. I.M.M. Nos. 131-132, 173-186 (1943)
- 12) Perichaud, J., P. Picot & R. Pierrot: Sur l'existence d'une minéralisation stannéo-argentifère exceptionnelle dans la région de Massiac (Cantal), Bull. Sci. Franc. Minér. Crist., **89**, 488-495 (1966)
- 13) Strunz, H.: Mineralogische Tabellen, 5 auf., 111, Akademische Verlagsgesellschaft, Geest & Portig K-G. Leipzig (1970)
- 14) Hahn, H., H. Schulze und L. Sechser: Naturwiss., **53**, 451 (1965)
- 15) Hiller, J.-E.: Zbl. Miner., 138 (1940)
- 16) Frondel, C. and R.M. Honea: Billingsleyite, a new silver sulfosalt, Am. Mineral., **53**, 1791-1798 (1968)
- 19) Edwards, A.B.: Textures of the ore minerals and their significance, 123, Aus. I.M.M., Melbourne (1954)