

550.85(084)(521.41) [1:50,000] (083)

## 5 萬分の 1 地質図幅説明書

# 須 坂

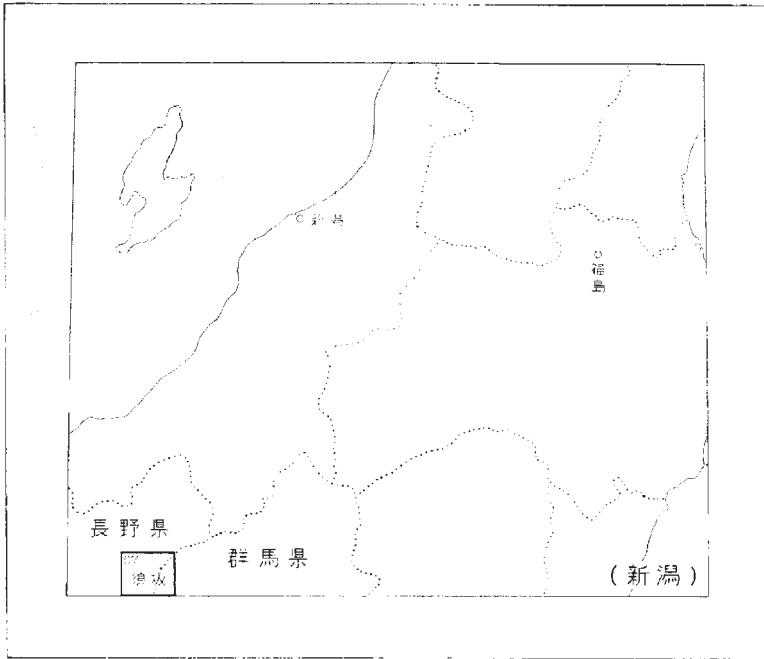
(新潟一第 97 号)

通商産業技官 太 田 良 平  
通商産業技官 片 田 正 人

地質調査所

昭和 30 年

# 位置図



( )は 1 : 500,000 図幅名

# 目 次

I. 地 形	1
I. 1 概 説	1
I. 2 火山地域	1
I. 3 基盤地域	3
II. 地 質	4
II. 1 概 説	4
II. 2 新第三紀堆積岩類	5
II. 3 新第三紀火山岩類	7
II. 3. 1 保科玄武岩類	8
II. 3. 2 須坂安山岩類	9
II. 3. 3 豊栄安山岩類	11
II. 4 酸性深成岩類	12
II. 5 岩 脈	14
II. 6 新第三紀～更新世火山岩類および火山碎屑岩	14
II. 7 松代奇妙火山	17
II. 8 御飯火山	18
II. 8. 1 火山の構造	18
II. 8. 2 岩石の記載	18
II. 9 四阿火山	22
II. 9. 1 火山の構造	22
II. 9. 2 岩石の記載	23
II. 10 草津白根火山	32
II. 11 岩石の2次的変質	33
II. 12 更新統	34
II. 12. 1 菅平湖底堆積層	34
II. 12. 2 上ノ貝粘土層	34
II. 12. 3 ローム層	35
II. 12. 4 扇状地堆積層	35
II. 13 現世統	35

II. 13. 1 濕地堆積層	35
II. 13. 2 沖積層	36
III. 応用地質	36
III. 1 概 説	36
III. 2 小串鉱山(硫黄)	36
III. 3 米子硫黄鉱山	43
III. 4 米子蠟石鉱山	49
III. 5 高井鉱山(鉄鉱)	50
III. 6 須坂鉱山(銅鉱)	50
III. 7 北信鉱山(硫黄)	51
III. 8 上信鉱山(ハロイサイト)	52
III. 9 温泉および鉱泉	52
文 献	53
Abstract	1

## 須 坂

(新潟—第97号)

この図幅は火山岩区域を太田，基盤岩区域を片田がそれぞれ分担して作製した。なお鉱床の項のうち，小串鉱山・米子硫黄鉱山および上信鉱山については鉱床部岡野武雄技官が記述した。また米子蠟石鉱山の項は地質部砂川一郎技官の調査報告に拠るところが多く，化石の鑑定は信州大学田中邦雄氏によった。また，菅平湖底堆積層については信州大学小林国夫助教授の未発表資料を参考にすることができた。

### I. 地 形

#### I.1 概 説

この図幅地域の東半部中央をほぼ南北に走る稜線は上信国境であって，この地方の分水嶺をなし，これより東方は群馬県吾妻郡に属し，これより西方は長野県で，その大部分は上高井郡であるが，小県・埴科・上水内の諸郡にもまたがっており，長野市街は図幅地域西縁から5km距たっている。地域の東縁に沿って南流する万座川は吾妻川に合し，さらに利根川となり，長野県側の諸河川はいずれも千曲川に入り，さらに信濃川となる。なおこの地域内の諸河川の流水は多少の差はあるが酸性を帯び，水産・農作および電源開発等に影響を与えている。

この地域内は，地形上からも地質上からも火山地域と，これらの火山の基盤地域とに大別することができる。

#### I.2 火 山 地 域

第四紀火山岩は主として上信国境一帯を占めて分布し，高く峻しい山脈を構成し，

また一部は地域南西部に分布している。

#### <sup>あづまや</sup> 四阿火山

この火山は截頭円錐形の成層火山で、山頂に円形に近い爆裂カルデラがあり、火山地形がかなり良く保存されている。カルデラは径3～3.7kmで著しい高低のない環壁をもち、その最高点は四阿山頂で海拔2,333mである。カルデラの中央より南東に偏して中央火口丘である池の平頂丘があり、また四阿山頂南方および東方の山稜には、屏風岩および切込の岩等の岩脈がみられる。外輪山山体は西方では基盤岩に遮られ、また北方では<sup>おめし</sup>御飯火山山体にはばまれて、山体の発達には著しくないが、東方および南方においては熔岩は自由に延びて裾野がよく発達している。特に南方においては緩傾斜を示す数段の熔岩台地が階段状に重なっているのが認められる。東方では上ノ貝部落附近およびその南方において熔岩流末端の急崖地形がみられる。

この火山は原地形完成後の爆裂活動が著しく、地質図に示したように山体の頂部に近く多くの馬蹄形の急崖地形が認められ、急崖の下流部では侵蝕作用が著しく進み、深い放射谷が刻まれている。米子奇妙山と根子岳とを連ねたカルデラ環壁は、米子不動堂附近で起った爆裂によって破壊せられ、最下部の米子熔岩および基盤の米子凝灰角礫岩等を露出し、附近には不動滝(高さ50m)・権現滝(高さ38m)等の滝がかゝってカルデラ内の水を集め、米子川として排出している。

この米子川の流路となっている北西方向の谷は、後述するように、四阿火山の噴起当時すでに存在していたと推定される断層谷である。

#### <sup>おめし</sup> 御飯火山

この火山は現在では侵蝕作用によって著しく原形を失っているが、截頭円錐形の成層火山で、山頂には長径約3km、短径約2kmの楕円形のカルデラがあり、カルデラの内壁は急崖をなし、外側、特に黒湯山南方、土鍋山附近およびカルデラ北西方には緩傾斜の熔岩台地地形がよく保存されていて、環壁の最高点は御飯岳山頂で海拔2,160mを示し、カルデラ内には南方環壁に接して中央火口丘である小丸山頂丘がある。

5万分の1地形図「須坂」において、上信国境附近の地形は実際と相違するところがかなりあり、特に毛無峠附近では著しく、航空写真および現地における観察によれば、毛無峠—毛無山(2,028m高地)—御飯岳山頂—老の倉山頂(御飯岳山頂より北西

方約 1.1km の 2,000m 高地)―老の倉山頂より南西方約 0.6km の 1,900m 高地―これから川を隔てて対岸の 1,900m 高地―毛無峠を結ぶ楕円形のカルデラ地形が明らかに認められ、カルデラ内の地形も実際とは相違し、かなり平坦である。

なお土鍋山附近・小串鉱山附近および御飯岳北方には顕著な爆裂火口地形がみられ、また土鍋山西方の五味池も爆裂火口である。

この火山から北西方に走る谷(鍾沢)は著しい直線状を示し、この谷の両側における基盤岩の相違により断層谷と考えられ、おそらく御飯火山噴起以後に生じたものである。

### I. 3 基盤地域

上に述べた第四紀火山の基盤である新第三系の分布する地域は、一般に晩壮年期の地形を示し、火山地域の地形とは明瞭に区別しうる。基盤岩類は東部山地では海拔 1,500m, あるいはそれ以上の山頂を形成し、山腹は急角度で松川・米子川のような峽谷が刻まれているが、西方の平地に近づくにしたがって地形はやゝ緩やかになっていく。ことに豊栄村におけるように、堆積岩を山腹にのせている部分はかなり緩やかな地形を示し、思わぬ高所に耕地が発達しているのが見られる。

扇状地堆積層は見事な扇状地を作って、沖積層とともに善光寺平の一部を形成している。扇状地は傾斜角度の差から明瞭に 2 段に区別され、特に河川の上流部では上段扇状地の一部が刻み込まれて、はっきりした段丘となっている。また図幅北部の松川両岸では、川底より 200m ぐらい高所に段丘状平坦面あるいは緩傾斜面が存在する。

菅平高原は四阿火山の熔岩が大松山に迫り、その上面に湖底堆積層およびローム層が堆積して、ここに緩斜面をつくったもので、海拔は 1,250 ~ 1,300m を示し、広さは 10 数 km<sup>2</sup> に及び、避暑地およびスキー場として著名である。

千曲川は相当広大な河原をもち、沖積層を乱流している。支流の百々川・保科川の下流部は扇状地堆積層中に伏没し、保科川では少量の地表水が天井川を作っている。また米子川は扇状地の上部を刻んで絶壁伏の深さ 20 ~ 30m の谷を作り、交通を妨害している所がある。

## II 地 質

### II 1 概 説

この図幅地域は、地質学的に火山区域と火山の基盤区域とに大別することができる。基盤岩はさらに新第三紀に属する岩石と、その上に不整合に載る新第三紀～更新世の岩石とに分類しうる。

新第三紀に属する堆積岩類・火山岩類および酸性深成岩類は従来漠然と広い意味で "グリーン タフ" 地域の岩石、または "御坂型" の岩石と総称されていたものに属している。

このうちの堆積岩類は小規模に図幅内各所に分布しているけれども、堆積後の変

中 新 世	小 川 層
	青 木 層
	別 所 層
	内 村 層
	守 屋 層

漆正雄：“地層学”  
巻末の対比表(1951,  
池辺展生編)による

成・擾乱をうけて化石が少なく、また露出の範囲もせまいために、その正確な地質時代および層序を決定することは困難であり、化石・岩相・分布範囲または火成活動の状態から考えて、別所層・内村層または小川層に属する可能性が考えられるのみである。したがってこれらの地層を地質時代によって強いて分類せず、図幅では一括して示していた。なお別所層・内村層・小川層の時代区分は左のとおりである(最近では別の分類も試みられている)。

火山岩類は堆積岩類の堆積と同一時期の火成活動によるものであるが、おのおのの活動時期が不明であるので堆積岩類とは切りはなし、さらに岩相の差によって1つの玄武岩類と2つの安山岩類とに分類した。これら3者の正確な出現順序は露出不充分のため明らかになし得なかったが、その接触部附近では2つの安山岩類は玄武岩類の上位にあり、また地域北東部の七味温泉附近の安山岩が、しばしば塩基性岩(玄武岩?)の径2～3cmの捕獲岩を持っている事実から考えれば、玄武岩類は3者のうちで最も古い火山岩類と推定される。しかしこれらの火山岩類の一部は貫入岩体としての性質をも持っているので、この推定は必ずしも当たらないかもしれない。酸性深成岩類は以上の堆積岩類および火山岩類のいずれよりも後期に貫入している。

また図幅地域内には熱水変質作用(いわゆる温泉作用)の甚だしい区域があり、そこ



では原岩の種類を判定することがきわめて困難である。なお凝灰角礫岩は分布上火山岩類に伴なうことが多いので(米子川上流では例外である), 堆積岩類から除外してある。

上記の諸岩石の上に種々の火山岩が載っており, 主として図幅東半部の上信国境に沿って分布しているが, 図幅南西部の保基谷岳<sup>ほきや</sup>附近から地域西縁にかけても小規模ながらみだされ, また図幅地域中央から北部にかけても小規模に点在している。上信国境から東方においては, 上述した新第三紀に属する基盤岩類は, 御飯岳と黒湯山との間の沢にわずかに露出しているのを除けば, 全く露われていない。これら諸火山岩は例外なく両輝石安山岩に属し, まれに石英または橄欖石を伴っている。地質時代については確証のないものが多いが, そのなかで火山形態を著しく失い, あるいは起原の明瞭でない不動堂熔岩・保基谷熔岩・高井熔岩および老の倉熔岩等を新第三紀～更新世とし, 火山形態の保持されている松代奇妙火山・御飯火山・四阿火山および草津白根火山の諸火山を第四紀のものとした。松代奇妙火山については主体が図幅外にあり, また他の3火山と直接には接していないので, 他の3火山との時代的關係は不明であるが, 3火山については御飯火山・四阿火山および草津白根火山の順序で新しくなる。御飯火山および四阿火山の山体は, 上信国境以西では基盤岩に遮られ発達が著しくないが, 東方へは自由に展開している。東隣の草津図幅地域内においても, 草津白根火山の山体は南東方によく発達しているが, 北西方は直ぐ基盤岩が現われているため著しくない。以上の諸事実から考えると, 草津白根火山と四阿火山とを結ぶ方向に構造線の存在が想像され, 構造線の南東側は北西側に比べて著しく低下していて, おそらくこの構造線上に両火山が噴起したのであろう。

## II. 2 新第三紀堆積岩類 (t)

この図幅地域内の新第三紀堆積岩類は, 前述のように詳細な地質時代・層序等に不明な点が多いが, 以下に観察した事項を列挙する。

一般的にみて地層は緩傾斜で40°を越えることは少ないが, 火成岩貫入の影響で走向・傾斜とも一定していない場合も多い。産状は火山岩類に挟まれている以外に, 深成岩等に貫ぬかれて捕獲岩状またはルーフペンダント状に存在するものも少なく

い。したがって転石としては存在するが、すでに剥脱されたらしく露出が発見されない場合や、図幅上に現わしえないような小露出が多数見られる。また火成岩ことに深成岩に接するところでは変質をうけ、緑簾石類・緑泥石または絹雲母等が生じ優白色になっている。

**保科玄武岩類に見られる地層** 保科玄武岩類中(主として玄武岩中)には、地質図に示した以外にも堆積岩がきわめて小規模に数多く挟まれている。大部分凝灰岩質で、淡緑～乳白色を呈し堅硬である。

**須坂市臥竜山に分布する地層** 須坂市南方の臥竜山には、花崗斑岩～石英斑岩に貫ぬかれて黒色頁岩層が分布している。風化すると茶褐色になり、層理にほぼ直交して2～3cmの幅で節理が発達し、また層理方向に多数の割目を生じている。また時に径数mm位の火山灰様物質を斑点状に含んでいることがある。この頁岩層からは次のような化石がみいだされる。

<i>Sagarites chitanii</i> MAKIYAMA	(夥)
<i>Palliolium (Delectopecten) peckhami</i> GABB	(稀)
<i>Schizaster</i> sp.	(普通)
魚鱗	(普通)

*Schizaster* sp. を含む点では小川層に類似しているが、他の化石類および岩相は別所層のそれに類似している。

**須坂市東方に分布する地層** 須坂市東方地区には主としてルーフペンダントまたは捕獲岩様の産状を呈して堆積岩が分布している。臥竜山のものとは異なり、黒色頁岩と細粒砂岩とからなり、黒色頁岩は臥竜山のものと同様の外観を呈する。細粒砂岩は黒灰色で、黒色頁岩と厚さ数cm～数10cmの互層をなしている。火成岩貫入による擾乱・変成を受けており、稀に *Cyclamina japonica* ASANO (?) がみいだされる。

**梯子山附近に分布する地層**(須坂安山岩類を挟む) 図幅のほぼ中央の梯子山から米子蠟石鉞山附近にかけて露出するものは、南西部では黒色頁岩および細粒砂岩の互層であるが、北東方米子川沿いの露出では緑色の細粒凝灰岩・粗粒凝灰岩・凝灰角礫岩(主として火山礫凝灰岩)および薄層の黒色頁岩からなる地層である。この地層中には須坂安山岩類が処々に挟まれているが、森林のため露出が悪く、また安山岩類は小岩

体のため図幅上ではその一部を示してあるにすぎない。

**松川沿岸に分布する地層** 図幅北東隅の松川の川底の露出は、安山岩に挟まれた黒色頁岩・凝灰岩および細粒砂岩の互層である。また図幅に示していないけれども、松川沿岸の須坂安山岩類中の凝灰角礫岩として一括した区域には、淡緑色の凝灰岩の小露出が多い。

**須坂安山岩類中のその他の地層** 上述した以外のものとして、奈良山周辺に頁岩または凝灰岩の薄層が存在する。なお地質図に示してある以外の場所でも転石としてしばしばみだされる。

**豊栄村に分布する地層** 図幅南西隅の豊栄村のものは安山岩類と互層しており、ほとんど黒色頁岩からなる。岩相は臥竜山のものに類似している。また同村南東隅の谷に露出するものには、径2～5mmの球形の暗灰色の斑点(風化面では白色のこともある)が生じていることがある。この図幅地域内では、岩石が変質されているために化石が発見され難いが、西隣の長野図幅地域では下記の化石が発見されている。

*Cyclamina japonica* ASANO (稀)

*Sagarites chitanii* MAKIYAMA (夥)

二枚貝 (稀)

魚鱗 (普通)

本層は正確なことはわからないが、岩相・化石および分布区域から別所層に属するものと推定される。

## II. 3 新第三紀火山岩類

この図幅地域内の新第三紀火成岩のうち、酸性深成岩類を除いたすべての岩石を火山岩類として一括し、これを保科玄武岩類・須坂安山岩類および豊栄安山岩類の3つに大別した。これらの地質時代および相互の関係には不明の点が多い。岩相および出現形態は複雑で、図幅上で一括してあっても、一方では熔岩流であり、他方では貫入岩体となっている。

また地質図の凡例に“変質云々”と名付けたものは、主としてウラル石化作用、あるいはいわゆるプロピライト化作用等を受けているものである。

### II. 3. 1 保科玄武岩類

保科<sup>ほしな</sup>玄武岩類に総括した岩石群は玄武岩・凝灰角礫岩・輝緑岩および斑礫岩または閃緑岩の4者に分けることができる。しかし図幅上での区分は大体の量的な分布傾向にもとづいたもので、おのおのの境界はもちろん明確なものではない。なお妙徳山北方山麓では、酸性深成岩類中に捕獲岩状をなして変成された小露出が多く、その全部を図幅上には示しえなかった。

#### 玄武岩 (Hb)

この玄武岩は地域西部に分布し、暗緑色緻密な岩石で多くは無斑晶であるが、場合によっては斜長石および角閃石の斑晶が散在している場合もあり、また稀には肉眼でもオフィティック組織が認められる場合がある。比較的均質な部分もあるが、後に述べる凝灰角礫岩等を伴ない、全体としては熔岩流と考えられ、かなり不均質である。

鏡下で観察するとオフィティックまたは間粒状組織を有し、斜長石・角閃石・鉄鉱、まれに普通輝石・ガラスおよびこれらより生じた2次的鉱物からなる。斜長石は曹灰長石～亜灰長石に属し、角閃石は普通角閃石または陽起石で、多くは新鮮で繊維状または針状を呈する。この岩石中には、稀な場合以外にほとんど輝石の結晶を見ることがない。これはおそらく最初生じた輝石は、ウラル石化作用・熱変成作用等で角閃石に変化したものであろう。

また西方の凝灰角礫岩の分布する附近では、しばしば緑泥石・緑簾石類・石英・方解石および沸石等の杏仁が発達し、またそのほか、ところによっては角閃石からなる直線状の脈や、長石質の白色の不規則な網状細脈をみることもある。

#### 凝灰角礫岩 (Ht)

これは主として地域西縁近くに分布し、凝灰角礫岩・集塊岩および枕状溶岩からなる。凝灰角礫岩は径3～15cm位のやや優白色の角礫を含む本質凝灰角礫岩で、しばしば基質および礫いずれもがガラス質のものが見られる。枕状溶岩は平均径40～50cmのいわゆるPillowの集合であり、綿内村大柳附近にその典型的な露出が見られる。Pillowの間に埋めるものは、主として方解石および沸石等の2次的鉱物である。この溶岩が凝灰岩質のものに移化する場合には、集塊岩となっている。

なお、すでに述べたように、保科玄武岩類には変質のため輝石はほとんど含まれな

いが、凝灰角礫岩中には普通輝石がやや含まれる傾向がある。

#### 輝緑岩 (Hd)

保科玄武岩類の比較的東部には、やや粗粒で、輝緑岩(または細粒斑斨岩あるいは塩基性の細粒閃緑岩)と称すべき岩石が分布している。野外における観察では、この岩石は熔岩流のように見え、全体としておそらく貫入岩体として貫入したものであろう。灰色～灰黒色を呈し、肉眼でオフィティック組織を判別しうる。構成鉱物は玄武岩と同様であるが、組織はより斑斨岩様で、斜長石は短柱状で累帯構造を示し、角閃石は繊維状(ウラル石)であって塵埃状の包有物が多い。

#### 斑斨岩または閃緑岩 (Hg)

この岩石は小規模に露出し、優白色～暗灰色、中粒の岩石である。場合によってはやや細粒で、白色の基質中に角閃石の集合からなる黒点が散在していることもある。産状として輝緑岩より漸移するようと思われる箇所もあり、また場合によって両岩は明瞭な境界で接しており、この場合はおそらく本岩が輝緑岩を貫ぬいているものと推定される。そして本岩は見掛上、後述の酸性深成岩に関連すると考えられないこともないが、本地域内では全部(転石を除く)保科玄武岩類中に分布するので、この1員とした。

鏡下で観察すると粗粒の輝緑岩に類似し、斑斨岩ないし閃緑岩に属する。主として斜長石と普通角閃石からなり、副成分として石英・鉄鉱および2次の鉱物がみられる。斜長石は汚濁しており、累帯構造がよく発達し、中核部は亜灰長石、外縁部は中性長石からなることが多い。角閃石は繊維状結晶が平行に集合して(ウラル石)包有物が多く、普通輝石の残晶を含む場合もある。

なお北部の松川沿岸の五色温泉南方の谷には、外観がこの斑斨岩に類似した岩石の転石がみられる。

### II. 3. 2 須坂安山岩類

須坂安山岩類は、基盤地域の北半に広く分布する種々の岩相の岩石を包含するもので、図幅上では大約の量的な分布傾向によって、玢岩類・安山岩類および凝灰角礫岩に分けた。しかしこの境界は一般にははっきりしたものではない。これらのうち、玢岩類には須坂市付近で見られるように、堆積岩中に岩脈および岩床として貫入した所

があり、また均質な部分が多く、この大部分は貫入岩体であると考えられる。しかし安山岩類や凝灰角礫岩（安山岩を伴う）は地表に流出または堆積したものである。

本岩類は多くの場合に2次的変質を相当受け、奈良山山麓・松川沿岸等ではいわゆるプロピライトに変化している。

### 玢岩類 (Sp)

玢岩類の標式的露出は、須坂市附近および米子硫黄鉱山への途上（米子川沿岸）にみられるもので、緑色の石基中に長さ3～5mmの短柱状白色の斜長石を斑状に有し、有色鉱物は肉眼では顕著でない。

鏡下では斑晶として斜長石以外にやや小型の普通角閃石あるいは輝石、稀に円味を帯びた石英が見られる。斜長石は中性長石～曹灰長石でやや累帯構造が発達し、時によって中心部からソーシユライト化作用をうけ、緑簾石類・方解石および緑泥石等に変わっている。角閃石は緑色普通角閃石で、輝緑岩類のように輝石から変化したと思われる繊維状のもの（ウラル石）もあり、これらの角閃石はさらに方解石や緑泥石に変化している場合もある。輝石を含む場合、その大部分は普通輝石で紫蘇輝石は少量であり、かつ大部分が緑泥石化している。また部分的に角閃石に変化しているのがみられる場合がある。

石基は一般にオフィティックに近い組織を示し、斜長石・角閃石または輝石および少量の石英・鉄鉱等からなる。

上に述べた2次的変質のうち、肉眼では緑簾石類の生成がことに顕著であり、斜長石斑晶が黄色に変じたり、また奈良山南西方の谷では最大径10cm以上の団塊状または脈状の緑簾石類の集合がみられる（ただし安山岩類または凝灰角礫岩中）。そのほか緑泥石・方解石・石英・蛋白石または沸石等からなる杏仁がみられる時がある。

須坂市東方の明覚山東部には斑晶が少量で、黒色を呈する安山岩が分布する。斑晶は斜長石と繊維状普通角閃石からなり、石基はガラス基流晶質で比較的新鮮である。この岩石の分布区域は森林中で露出が悪く、角閃玢岩といかなる関係にあるかは不明であるが、岩脈の疑いがある。

### 安山岩類 (Sa)

安山岩類は主として奈良山および北部の松川沿岸地域、および凝灰角礫岩の分布する地域にみられる。この安山岩類は2次的変質のため断定は困難であるが、前述の玢

岩と同一時代の火成活動による産物と思われる。

一般に暗緑色を呈し、肉限では玢岩類に較べ斜長石斑晶がめだたず、輝石あるいは角閃石が比較的顕著である。野外において更新世の火山岩に類似している場合があるけれども、一般にこの安山岩類の方がより緑色で、多孔質の部分を含まず、節理が発達せず、また2次的変質を受けていることが多い。ただし熱水変質作用を受けていない場合には、鏡下では変質の甚だしいことにより両者の区別は容易である。

鏡下においては、斑晶として斜長石・鉄鈹(微斑晶)および石英(稀)以外に輝石を含むものと、角閃石を含むものがあることは、玢岩類の場合と同様である。輝石は普通輝石および少量の紫蘇輝石で、普通輝石は部分的に角閃石に変化していることがあり、紫蘇輝石は多くの場合緑泥石に変化している。石基はガラス基流晶質のことが多いが、大部分が2次的変質によって、脱ガラス化され、または甚だしく汚濁している。

#### 凝灰角礫岩 (St)

凝灰角礫岩は安山岩類とともに松川沿岸・須坂市東方および奈良山南西方等に分布する。そしてこれらのほかに、地質図上には示していない多くの小露出がみられる。

この岩石は本質凝灰角礫岩・火山礫凝灰岩および凝灰岩の集合したもので、部分的には自破碎熔岩と思われるものも見られる。角礫は最大径 50cm 程度で、粒度・変質

の差により色は様々である。火山礫凝灰岩では、優白色の質に黒色で不規則な形の斑点を有するものが多く、時により流理状の構造を有する。凝灰岩は多く粗粒である。これらの岩石の露出する山腹は、しばしば崖となって切り立っている。

### II. 3. 3 豊栄安山岩類

豊栄安山岩類は図幅地域の南西隅に見られ、さらに地域外の南西方へも連続して分布している。西隣の長野図幅地域内では安山岩類が頁岩中に層状に挟まれているけれども、本地域では頁岩の方が少なく、むしろ安山岩類中に頁岩層が挟まれている。全体としての様相は須坂安山岩類に類似し、岩相として玢岩質・安山岩質の部分および凝灰角礫岩を含んでいる。玢岩質の部分には頁岩層を岩脈状に切っているところもみられるけれども、安山岩質の部分(おそらく熔岩)や凝灰角礫岩の部分は頁岩と整合関係にあると考えられる。

なお玢岩質と安山岩質との区別は石基の粒度によったもので、その境界および分布

範囲を明確にすることは困難である。

#### 輝石安山岩または玢岩 (Ta)

この岩石は緑色～淡緑色を呈し、肉眼で輝石と斜長石との斑晶が認められる。須坂安山岩類と比較すると本岩の方が斜長石がめだたず、変質の程度が弱い。

鏡下で観察すると、斑晶は斜長石・普通輝石および鉄鈹（微斑晶）からなり、保基谷岳南方では普通角閃石や石英を含むものがある。なお新鮮な紫蘇輝石はみいだしえなかったが、完全に緑泥石化した紫蘇輝石と思われる鈹物が存在する。斜長石はほぼ中性長石と曹灰長石との中間位の成分で、わずかに累帯構造が発達する。多くの場合軽微なソーシュライト化作用をうけているけれども、比較的新鮮な場合もみられる。普通輝石は短柱状で新鮮なものが存在するが、時により部分的に緑泥石・方解石または角閃石に変化している。普通角閃石は大部分ウラル石に属するものと思われる。

石基は安山岩ではガラス基流晶質またはそれに近い組織であり、玢岩ではやや粒状である。構成鈹物は斜長石・輝石・鉄鈹およびそれらから変化した2次的鈹物等である。

#### 凝灰角礫岩 (Tt)

図幅地域南西隅の比較的低地に凝灰角礫岩が分布している。角礫は前記の玢岩ないし安山岩と同質のものと思われ、多くは径数 cm 以内である。

## II. 4 酸性深成岩類

酸性深成岩類の大部分は石英閃緑岩であって、大体均質であるけれども、菅平南西方に分布するものは比較的細粒である。また全般的に既存岩石と接する附近では、周辺相として花崗斑岩および半花崗岩がみられる。例えば須坂鈹山附近や須坂市南方の臥竜山に分布する岩脈あるいは岩床状の酸性岩は、細粒の半深成岩であるけれども、おそらく石英閃緑岩に関連するものとして周辺相に一括した。この石英閃緑岩が、既述した安山岩類や玄武岩類に属する岩石に移化するところはみられず、脈状をなしてしばしばこれらを含んでいる。

#### 石英閃緑岩 (Qd)

標式的な石英閃緑岩は米子山—妙徳山—堀切山にかけて露出している。白色、中



粒、完晶質で塩基性黒色部を捕獲岩状に含み、時に2次的に生成された緑簾石類による淡緑色の部分や、緑泥石・鉄鉱等による青色ないし黒色を帯びた部分が発達している。

鏡下で観察すると、2次的鉱物をのぞいて斜長石・角閃石、少量の石英およびカリ長石からなり、場所によっては石英およびカリ長石の量が比較的多い時もある。斜長石は灰曹長石～中性長石に属し2次的に緑泥石・カオリンまたは緑簾石類が生成されて汚濁していることが多い。角閃石は淡緑色の普通角閃石でウラル石に類似する繊維状結晶もみられる。普通輝石がみられる場合があり、その多くは角閃石中に残晶として包有されている。またしばしば微文象組織が発達している。

菅平南西方の大松山附近に露出する深成岩はわずかに細粒で、北部のものとは外観が幾分異なっているところがあるが、鉱物成分は同様である。この岩石中に含まれる塩基性黒色部は北部のものより細粒で、鏡下において粗粒玄武岩様の組織をわずかに認めることができ、角閃石(多くは2次的緑泥石)の、長さ1cmに達する長柱状結晶が見られる。この黒色部の分布状態は不均一で、大松山・保基谷岳南方等のある部分では、岩石のほとんど大部がこの黒色部分からなり、優白色の部分がこれを脈状に貫ぬいた形となっている。

なお北部の五色温泉南方山中にみられるものは、肉眼で淡赤紫色を呈し、有色鉱物はほとんど緑泥石に変わっている。

#### 花崗斑岩および半花崗岩 (Gp)

石英閃緑岩体の周縁相として半深成岩質、斑状の花崗斑岩および有色鉱物の少ない細粒の半花崗岩質の部分がみられる。前者は一般に広く発達し、後者は主として米子川沿岸にみられる。しかしこれら両者は連続的に移化し、また石英閃緑岩体との境界も明瞭でないことが多い。

花崗斑岩(または石英斑岩)は灰色または帯緑灰色を呈する斑状の岩石である。鏡下で観察すると、斑晶は石英・斜長石と少量の緑泥石化した角閃石(?)とからなり、石基は石英・長石および緑泥石の粒状集合である。この種の岩石のうち、須坂市臥竜山の黒色頁岩中に岩床状に貫入しているものは、細粒で、ところによっては流紋岩質であり、また外観が須坂安山岩類に類似する場合もある。この花崗斑岩は妙徳山北方等では粗粒で巨晶花崗岩質となり、石英または長石の結晶が最大径1cm程度に発達

している。なお須坂市南方の須坂鉱山附近の石英斑岩中には、2 次的の薄桃色のゾイサイトが含まれている。

米子川沿岸の半花崗岩は巨晶花崗岩質の花崗斑岩から漸移しており、細粒の白色～灰白色の岩石で、有色鉱物（緑泥石等）が不規則に斑点状をなして集合していることがある。構成鉱物は花崗斑岩と同様であるけれども、角閃石 (?) は少量でかつ大部分緑泥石に変化している。また微文象組織がよく発達している。

## II. 5 岩 脈 (D)

図幅地域内に見られる諸岩脈はその進入時期が不明確であり、また必ずしも同時期のものではないが、便宜上ここで一括して述べる。

妙徳山南方の石英閃緑岩中には輝石安山岩岩脈が存在する。露出は小範囲で幅および走向等は不明である。暗灰色緻密で、鏡下で観察すると斑晶は斜長石および普通輝石からなり、石基はガラス基流晶質である。全体としていままで述べた火山岩類よりも新鮮である。

また須坂市臥竜山に玢岩質の岩脈と考えられる露出がある。緑灰色、均質、堅硬で玉ねぎ状の風化面を示す。鏡下の観察によれば、斑晶は斜長石、石基は斜長石ならびに少量の石英・鉄鉱および角閃石からなる。このほか斑晶にも石基にも、2 次的に生成された緑泥石および方解石がみられる。

なお須坂市東方の明覚山附近にも、岩脈の疑いのある黒色安山岩があり、これについては玢岩類の項で述べた。

## II. 6 新第三紀—更新世火山岩類および火山砕屑岩

米子鉱山附近に分布する不動堂熔岩、図幅地域南西部に見られる保基谷熔岩、地域北東部に分布する高井熔岩およびその上に載る老ノ倉熔岩等は、確証はないが火山形態が著しく失われているので、新第三紀—更新世火山岩類として取扱った。また不動堂溶岩の上に載る米子凝灰角礫岩は化石を産しないが、岩相等から本項中に入れた。これは従来千曲層<sup>1)</sup>（更新世下部）に対比されるものといわれている。

### 不動堂熔岩 (F)

これは米子硫黄鉱山北西方の米子不動堂から下流の米子川に沿ってよく露出しており、角閃玢岩の上に載り、米子凝灰角礫岩によって覆われている。全体として暗灰緑色を示し、塊状、堅硬でしばしば方形節理を示す。この熔岩は不均質で、平面的には円状で、厚さ 20cm 以下、長さ 1m 以下の紡錘形断面を示す暗灰緑色の部分を、これよりやや淡色で凝灰質の基質中に無数にかつほとんど水平に含んでいる。

この暗灰緑色部を鏡下に検すると斑状組織を呈し、斑晶は斜長石および普通輝石からなり、微斑晶として磁鉄鉱を伴っており、紫蘇輝石は認められないが、よく似た結晶外形を示す 2 次約鉱物があるので、紫蘇輝石はすべて変質されたのであろう。石基はガラス質で顕著な流状構造を示す。基質部は斑晶は上記のものと同様だが、石基は結晶質で、かつ甚だしく緑泥石その他の鉱物に変質している。

### 米子凝灰角礫岩 (YT)

本層は米子不動堂附近の川底および不動滝下部等に露出している。本層は厚さ 60～70m を有し、不動堂熔岩と米子熔岩とに挟まれてほとんど水平に堆積している。まれには青色を帯びた薄い泥質または砂質の層を挟んでいるけれども、大部分は凝灰角礫岩質または凝灰岩質であり、灰色または褐色を呈してかなり堅硬である。角礫はすべて黒色・灰色または赤褐色の安山岩であり、大きいものでは直径 1m 以上の板状のものも見られる。

### 保基谷熔岩 (両輝石安山岩) (HK)

図幅地域南西部の上高井・埴科・小島の 3 郡境に聳えている保基谷岳は、新第三紀火山岩類・酸性深成岩類および堆積岩等を貫いて噴出した火山であるが、著しく侵蝕作用を受けて火山の原地形は甚だしく失われており、熔岩は山稜に数カ所に分かれてみいだされる。

この熔岩は鉄黒色、堅緻な石基中に、長さ 1mm 内外の橄欖石の円味を帯びた斑晶が点々と見られるのが特徴であり、また長さ 0.5～2mm の斜長石斑晶が比較的密に散在していて、時にはやや大形で長さ 1～3mm、まれに 5mm に達するものがある。輝石斑晶は肉眼ではほとんどめだたない。

鏡下では斑晶は斜長石・紫蘇輝石および普通輝石からなる。斜長石は曹灰長石に属し、柱状で清純であり、包有物をほとんど有せず、累帯構造も一般に著しくない。紫

蘇輝石は淡緑色ないし淡褐緑色で多色性がみられ、また歪を受けたものが認められる。紫蘇輝石と普通輝石とが平行連晶をなすものがある。普通輝石は淡緑色を呈し、通常(100)双晶を示し、しばしば聚片双晶をなし、両輝石はいずれも包有物に乏しい。

石基はガラス基流晶質で、柵木状または短冊状の斜長石、柱状または粒状の単斜・斜方両輝石、粒状の磁鉄鉱および淡褐色のガラスからなる。

#### 高井熔岩 (石英含有両輝石安山岩) (TK)

この熔岩は小串鉱山附近およびその南方一帯、御飯岳西方から黒湯山附近を経て図幅地域東縁まで分布し、さらに東隣の草津図幅地域内に連続し、かなり広い分布を占めている。この熔岩の起原は明瞭でない。黒湯山山頂から万座峠を経て、草津図幅地内の山田峠・渋峠および横手山を連ね笠岳附近に至る山嶺は、ほぼ馬蹄形を示し、内壁は急で外方は緩傾斜をなし、この凹地内の水は集められ松川となって流出している。この特異な地形は甚だしく開析されてはいるが、あるいはカルデラ地形を示すものかも知れず、この内部には硫黄鉱床があり、また鉱化帯が広く発達している。すなわち黒湯山山頂の東方にある爆裂火口のなかに賦存する硫黄鉱床はかつて稼行され、また図幅地域外ではあるが、横手山南西麓にも爆裂火口があり、そのなかに賦存する硫黄鉱床は現に稼行中である。高井熔岩はこの推定カルデラの周辺に分布し、新第三紀火山岩および酸性深成岩の上に直接載り、カルデラ環壁から遠ざかるにしたがい次第に低くなっている。例えばこの図幅内でいえば万座峠—黒湯山—老ノ倉山にかけて1,800～2,000mの山稜を連ねているが、南方ほど次第に低くなっているの、あるいはこの推定カルデラの噴出物とも考えられるが確証はない。この岩石は松川沿岸・小串鉱山附近および万座川沿岸等で著しい変質作用を受けており、変質の甚だしい部分では基盤岩との境界が不明であるが、本岩の上に載る諸熔岩との境界は常に明瞭である。比較的新鮮な標本でも鏡下では常に緑泥石化がみられる。この岩石は全般が真黒色を呈し堅硬、緻密で、個々の斑晶は肉眼では顕著でなく、その長さは2mm以下である。

鏡下では斑晶は斜長石・紫蘇輝石および普通輝石からなり、まれに石英を伴う。斜長石は曹灰長石に属し、柱状または卓状を示し、破片状のものもみいだされる。一般に清純であり、包有物に乏しいが、まれにガラスや塵埃状物質を含む。累帯構造は通常著しくない。紫蘇輝石は長柱状で淡緑色ないし淡褐緑色を示し、多色性がみら

れ、しばしば割れ目に沿って緑泥石化している。なお普通輝石と平行連晶をなすものがまれではない。普通輝石は柱状で淡緑色を示し、やや緑泥石化したものもみだされ、(100) 双晶をなすものがある。両輝石はともに包有物に乏しい。石英は清透で著しく融蝕を受けている。なお四角形または不規則形の磁鉄鉱の微斑晶が散在している。

石基はガラス基流晶質で淡褐色ガラスに富み、柵木状の斜長石、柱状または粒状の単斜・斜方両輝石および磁鉄鉱等がそのなかに見られる。なおしばしば石英を充填部とする斑点が散在することがある。

#### 老ノ倉熔岩 (両輝石安山岩) (OK)

この熔岩は主として老ノ倉山附近に分布しており、高井熔岩の上に乗っている。この起原は明らかではないが、高井熔岩と同じく前記の推定カルデラの噴出物と考えられ、岩質も高井熔岩にやや似ている。この岩石は斑状組織を示し、灰黒色、緻密な石基中に長さ 1.2mm 以下の斜長石斑晶が疎らに散在していて、輝石斑晶は肉眼では明らかでない。

鏡下では斑晶は斜長石・紫蘇輝石および普通輝石からなる。斜長石は柱状で破片状のものも多く、一般にやや汚濁し累帯構造は著しくない。紫蘇輝石および普通輝石は破片状のものが多く包有物は少ない。

石基は毛氈状組織を示し、構成鉱物はきわめて微細であり、斜長石・輝石 (単斜・斜方の区別不能) および磁鉄鉱等からなる。

## II. 7 松代奇妙火山 (MK)

松代奇妙火山は西隣の長野図幅地域内に主体があり、この図幅地域ではその熔岩の一部が狭い範囲にみだされるに過ぎない。図幅地域内に分布しているこの熔岩は両輝石安山岩で、新第三紀火山岩類および酸性深成岩類の上に載り、肉眼では深黒色、緻密で、斑状組織は顕著でなく、長さ 2mm 以下の斜長石および輝石の斑晶が散点している。

鏡下では斑晶は斜長石・紫蘇輝石および普通輝石からなる。斜長石は曹灰長石に属し、柱状まれに卓状を示し、清純のものは少なく蜂巢状にガラスを包有し、あるいは輝石・磁鉄鉱等の結晶を含むものが多い。累帯構造は一般に著しくなく結晶の外縁部

にみられる。紫蘇輝石は長柱状を呈し、淡緑色ないし淡褐緑色で多色性がみられ、まれにガラス・磁鉄鉱等を包有している。普通輝石は柱状ではっきりした結晶外形を示し、淡緑色でしばしば(100)双晶を示し、まれに累帯構造をなす。大形結晶は斜長石・磁鉄鉱およびガラス等を包有している。まれに紫蘇輝石と普通輝石とが平行連晶をなすものがある。

石基は毛氈状組織を示し、柵木状の斜長石、柱状または粒状の単斜・斜方両輝石および粒状の磁鉄鉱からなる。

## II. 8 御飯火山

### II. 8. 1 火山の構造

御飯火山は著しく侵蝕されているが、新第三紀の火山岩類・酸性深成岩類・高井熔岩および老ノ倉溶岩等を基盤とする截頭円錐形の成層火山で、山頂には長径約 3km、短径約 2km の楕円形のカルデラがあり、南方環壁に接して中央火口丘である小丸山円頂丘がある。外輪山熔岩は次記の諸熔岩に分けることができ、さらに細分も可能であるが、岩石の外観および鏡下の性質に大差ないものは一括してある。

基盤はかなり起伏が大きく、初期の熔岩は主として南東方に、一部は奈良山南部に流出したが、外輪山熔岩中最上位にある御飯熔岩は相当厚く、御飯岳附近では東方のみならず黒湯山の南斜面にまでおよんでおり、土鍋山附近では地形図に示されているように、ほぼ平坦な熔岩台地地形が残っていて、またカルデラ北西方では、基盤の低い部分に熔岩が流入して熔岩台地地形を作っている。

なお奈良山南方および西方山麓に、4 個の小規模の火山岩体がみいだされ、それらの岩石の外観および鏡下の性質は豊丘熔岩に酷似し、柱状節理が著しい。おそらく噴出当時低凹地に流入した豊丘熔岩の一部が、削剥をまぬがれたものと考えられる。

### II. 8. 2 岩石の記載

御飯火山外輪山の各種熔岩を概観すると、いずれも斑状組織が明らかで両輝石安山岩であるが、しばしば石英または橄欖石を伴っており、1 枚の薄片中に両者が共存

することもある。中央火口丘の小丸山熔岩も両輝石安山岩で石英および黒雲母を伴っている。いずれの場合でも、鏡下では石英は著しく融蝕されており、橄欖石は斜方輝石および磁鉄鉱からなる反応縁を有し、黒雲母はオパサイト縁を有する。斜長石・紫蘇輝石および普通輝石の斑晶には破片状のものや歪を受けたものも認められ、これら鉱物が磁鉄鉱とともに聚斑状集合をなすこともまれではない。

石基は毛氈状組織またはガラス基流晶質で、石基輝石はいずれも単斜・斜方両輝石からなる。

#### **豊丘熔岩 (両輝石安山岩) (TY)**

この熔岩は奈良山南東方に分布し、御飯熔岩によって覆われている。この岩石は全般的に暗灰青色を呈し、長さ 0.8mm 以下の微細な斜長石斑晶が比較的密に散在しており、有色鉱物は肉眼では著しくない。

鏡下では斑晶は斜長石・紫蘇輝石および普通輝石からなり、斜長石に比し両輝石は少量である。斜長石は柱状、おおむね清純で、累帯構造は一般に著しくない。紫蘇輝石は長柱状で淡緑色ないし淡褐色を示し、多色性が著しく、普通輝石は柱状で淡緑色を示し、両輝石はともに包有物に乏しい。

石基は毛氈状組織で柵木状の斜長石、長柱状または粒状の単斜・斜方両輝石および磁鉄鉱等からなる。

#### **破風熔岩 (橄欖石含有両輝石安山岩) (HF)**

毛無峠西方の破風岳附近に分布している。破風岳は爆裂作用のため山体が削られ、破風屋根のような形を呈しているのでこの名があり、山頂は御飯熔岩である。この岩石は斑状組織を示し、黒色緻密の石基中に長さ 1.5mm 以下の斜長石および輝石斑晶が散在している。

鏡下では斑晶は斜長石・紫蘇輝石および普通輝石からなり、橄欖石を伴う。斜長石は曹灰長石ないし亜灰長石に属し、柱状でまれに破片状のものもみいだされ、一般に清純であって累帯構造は著しくない。紫蘇輝石は長柱状で円味を帯び、著しい多色性を有し、淡緑色ないし淡紅色を示す。普通輝石は短柱状ではっきりした結晶外形を有し、淡緑色で通常 (100) 双晶を示す。橄欖石はきわめてまれにみいだされ、無色で外縁は斜方輝石により包まれている。なお磁鉄鉱の微斑晶が散在している。

石基はガラス基流晶質で淡褐色ガラスに富み、そのなかに柵木状の斜長石、柱状ま

たは粒状の単斜・斜方両輝石および磁鉄鉱等が見られる。

#### 下部明神熔岩 (両輝石安山岩) (LM)

この熔岩は御飯岳南東方に広く分布し、暗灰青色、緻密な石基中に長さ 1.2mm 以下の斜長石斑晶および輝石斑晶が散在している。

鏡下では斑晶は斜長石・紫蘇輝石および普通輝石からなる。斜長石は曹灰長石に属し、柱状または卓状で破片状のものも含まれ、また著しく円くなっているものもある。おおむね清純であるが、しばしば磁鉄鉱および普通輝石に富み、結晶の中心から外方へ著しい波状累帯構造を呈する。紫蘇輝石は柱状であるが、破片状のものもあり、淡緑色ないし淡褐緑色を示し多色性がみられる。普通輝石は柱状まれに破片状を示し、淡緑色で (100) 双晶をなし、また反覆双晶をなすこともある。両輝石はしばしば歪を受けている。また紫蘇輝石と普通輝石との平行連晶や、斜長石・紫蘇輝石・普通輝石および磁鉄鉱からなる聚斑状集合が稀にみいだされる。

石基は毛氈状組織を示し、柵木状の斜長石、柱状または粒状の単斜・斜方両輝石および磁鉄鉱等からなる。また石英を充填部とする部分が斑状に点在している。

#### 上部明神熔岩 (両輝石安山岩) (UM)

この熔岩は下部明神熔岩の上位にあり、淡青色の石基中に長さ 1.3mm 以下の斜長石および輝石斑晶が、比較的密に散在している。

鏡下に検すると斑晶は斜長石・紫蘇輝石および普通輝石からなる。斜長石は曹灰長石に属し、一般に清純で柱状または卓状を示し、累帯構造が著しい。紫蘇輝石は長柱状で淡緑色ないし淡褐緑色で、多色性が著しい。普通輝石は淡緑色で多色性に乏しく、柱状で (100) 双晶を示す。両輝石は包有物に乏しく、しばしば歪を受けたものが見られる。

石基は毛氈状組織で、柵木状の斜長石、柱状または粒状の単斜・斜方両輝石、および磁鉄鉱等からなる。

#### 毛無熔岩 (石英含有両輝石安山岩) (KN)

毛無山 (毛無峠北東の 2,028m 高地) 附近に分布し、黒色緻密の石基中に、長さ 1mm 以下の斜長石斑晶が比較的密に散在しており、有色鉱物斑晶は肉眼ではめだたない。

鏡下では斑晶は斜長石・紫蘇輝石および普通輝石からなり、石英を伴う。斜長石は曹灰長石に属し、柱状で稀に破片状のものもあり、清純なものが多いが、しばしば



著しくガラスを包有し、また結晶の内核から外方へ波状累帯構造を有する。紫蘇輝石は柱状で、淡緑色ないし淡褐色を示し、多色性が強い。普通輝石は柱状で淡緑色である。両輝石は包有物に乏しく、また歪を受けたものが相当多い。石英は清透で著しく融蝕されている。なお磁鉄鉱の微斑晶が点在し、また斜長石・紫蘇輝石・普通輝石および磁鉄鉱等からなる聚斑状集合が認められる。

石基は毛氈状で柝木状の斜長石、長柱状の単斜・斜方両輝石および磁鉄鉱等からなる。石英を充填部とする部分が斑点状に見られる。

なお文献(1)には本岩について斑晶ビジョン輝石の記載がある。2×3mmに達する大きな結晶で累帯構造が著しく、光軸角は21～51°に変化し、微弱な多色性が認められるという。

#### 御飯熔岩(石英橄欖石含有両輝石安山岩)(OM)

この熔岩は御飯火山の諸熔岩中最上位にあつて、カルデラを中心として四方に流出し、地形図で明らかのように熔岩台地地形が諸処に残っている。この熔岩は分布区域は広いが、いずれも外観はもちろん鏡下の性質においても著しい相違がみられないので、一括して御飯熔岩と呼ぶ。一般に板状節理が著しく、斑状組織を示し、暗灰青色の石基中に長さ1.5mm以下の斜長石斑晶、および長さ1.2mm以下の輝石斑晶が散在している。

鏡下では斑晶は斜長石・紫蘇輝石および普通輝石からなり、まれに石英または橄欖石を伴う。斜長石はおおむね曹灰長石に属し、柱状まれに卓状を示し、一般に清純であるが、累帯構造が顕著で、著しい波状累帯構造を有する。紫蘇輝石は長柱状で多色性が強く、淡緑色ないし淡褐色を示す。普通輝石は柱状でやや円味を帯び、淡緑色で、(100)双晶を示し、反覆双晶をなすものも見られる。両輝石はともに包有物に乏しく、また歪を受けたものがみられる。また時には斜長石・紫蘇輝石・普通輝石および磁鉄鉱からなる聚斑状集合がみられる。石英は清透で著しい融蝕を受けており、橄欖石は斜方輝石により包圍され、一部または全部がイディングス石化している。

石基は毛氈状組織を示し、細長い柝木状の斜長石、柱状または粒状の単斜・斜方両輝石および磁鉄鉱からなる。なおしばしば石英を充填部とする部分が斑点状に存在する。

#### 小丸山熔岩(石英黒雲母含有両輝石安山岩)(OC)

この熔岩は毛無峠に続き、熔岩円頂丘をなして聳え、岩石は斑状組織を示し、暗灰青色の石基中に長さ 1.5mm 以下の斜長石および輝石斑晶が散在している。

鏡下では斑晶は斜長石・紫蘇輝石および普通輝石からなり、石英および雲黒母を伴っている。斜長石は曹灰長石に属し、柱状で破片状のものもみだされ、清純のものは少なく、一般に汚濁しあるいは輝石・磁鉄鉱・ガラス等を多く包有し、また通常著しい波状累帯構造を示す。紫蘇輝石は長柱状で淡緑色ないし淡褐緑色を示し、多色性がみられ、普通輝石は柱状で淡緑色を示し、(100) 双晶が普通に見られる。両輝石はともに包有物に乏しい。石英は破片状でやや円味を帯び、清透である。黒雲母は黄色ないし濃褐色を示し、多色性がすこぶる著しく、劈開が発達し、周縁は常にオパサイト化している。なお磁鉄鉱の微斑晶が点在している。

石基は毛氈状組織で柵木状の斜長石、柱状または粒状の単斜・斜方両輝石および磁鉄鉱等からなる。

## II. 9 四 阿 火 山

### II. 9. 1 火山の構造

この火山は新第三紀堆積岩類・同火山岩類・酸性深成岩類・高井熔岩・不動堂熔岩および米子凝灰角礫岩を基盤とする截頭円錐形の成層火山で、山頂にはほぼ円形のカルデラがあり、カルデラ内には南東に偏して池の平中央火口丘がある。また四阿山頂に近く南方および東方山稜には、屏風岩（南方山稜上の岩脈）および切込的岩（東方山稜上にある岩脈）の 2 岩脈がある。外輪山熔岩は次に述べる諸熔岩に分類することができ、さらに細分も可能であるが、外観および鏡下の性質において、大差ないものはつとめて一括することにした。外輪山熔岩のうち、浦倉熔岩はカルデラ内に流入し、米子熔岩の上に直接載っており、また硫黄鉱床の近くでも鉱化作用を全く受けていないように観察されるので、かなり新しいものである。

米子川下流の山ノ神から上組にかけて、3 個の小規模の火山岩体が見られ、それらを構成する岩石の外観および鏡下の性質は根子熔岩に酷似しており、中央の岩体は鳴岩と称せられ、河岸に臨み柱状節理が著しく、他の 2 岩体は顕著な露出はなく、おおむね転石としてみだされるが、おそらく噴出当時低凹地に流入した根子熔岩の一部

が、削割をまぬがれたものであろうと思われる。さらに下流に分布する簗堂熔岩も同様の成因であろう。

四阿火山の噴起当時には、基盤は起伏に富んでいて、前記の低凹地は断層谷としてすでに存在していたものと考えられる。この断層は米子奇妙熔岩の下部から、山ノ神・上組および簗堂山を経て、須坂市街におよぶものと推察され、その存在は前記諸火山岩体の分布、奇妙熔岩の分布、山ノ神附近および須坂市街南方臥竜山附近における断層両側の岩石の相違、等によって想像しうる。

## II. 9. 2 岩石の記載

この火山の諸熔岩の外観は一律でなく、明らかに斑状組織を呈するもの、全体が黒色緻密で斑晶が明瞭でないもの、および暗灰青色の石基中に微細な斜長石が、比較的密にあるいは疎に散在するものなどがあるが、外輪山の諸熔岩はもちろん、中央火口丘熔岩および岩脈もいずれも両輝石安山岩に属し、しばしば石英または橄欖石を伴っている。鏡下では石英は常に甚だしく融蝕され、橄欖石は常に斜方輝石および磁鉄鉱によって包圍されている。斜長石はおおむね曹灰長石であるが、結晶の中核では垂灰長石のこともあり、しばしば塵状包有物に著しく富んでいる。紫蘇輝石および普通輝石には歪を受けたものや、両者が平行連晶をなすものなどがあり、斜長石・紫蘇輝石・普通輝石および磁鉄鉱が聚斑状集合をなすものも稀ではない。石基は毛氈状組織ないしガラス基流晶質で、石基輝石は、微小のため単斜・斜方を判別し難いものを除けば、ほとんど両輝石からなり、単斜輝石のみからなるものは小池山熔岩のみである。また石基中にあるいは岩石の孔隙中に、方珪石が生成しているのをみいだすことがある。

### 米子熔岩 (両輝石安山岩) (YN)

この熔岩は四阿火山の最初の熔岩で、この熔岩によって本火山山体の大部分が形成された。熔岩流と火山砕屑岩との互層からなり、主としてカルデラ内にみられるが、爆裂その他によって侵蝕作用が進んだ所では、放射谷の底に露出している。米子不動堂附近では板状、柱状節理の著しい熔岩が断崖をなして連なり、厚さは70～150mあり、米子凝灰角礫岩の上に直接載っている。この岩石の外観は高井熔岩に酷似しており、全体が鉄黒色、堅緻で、長さ0.5～1.5mmの斜長石斑晶が比較的密に散在し

ており、輝石斑晶はほとんどめだたない。

鏡下では斑晶は斜長石・紫蘇輝石および普通輝石からなる。斜長石は曹灰長石ないし亜灰長石に属し、柱状ではっきりした結晶外形を示し、清純で包有物はほとんど見られないが、まれに塵状包有物が1～3層の累層をなし、あるいは結晶全体を占めている。また結晶の内核から外方へ著しい波動累帯構造がみられる。紫蘇輝石は長柱状で淡緑色ないし淡褐緑色を示し、多色性が著しく、しばしば周縁ないし割目に沿って緑泥石化している。普通輝石は柱状で淡緑色を呈し、通常(100)双晶を示す。両輝石はともに包有物は少ない。なお磁鉄鉱の微斑晶が散点しており、また斜長石・紫蘇輝石・普通輝石および磁鉄鉱等からなる聚斑状集合がみられる。

石基は毛氈状組織で柝木状の斜長石、柱状または粒状の単斜・斜方両輝石、および粒状の磁鉄鉱等からなる。

#### 小池山熔岩 (両輝石安山岩) (KI)

図幅南東隅にみいだされ、溶岩台地地形および溶岩流末端の急崖地形を呈している。この岩石は灰青色の石基中に長さ1.5mm以下の斜長石、および長さ1.2mm以下の輝石が比較的密に散在している。

鏡下では斑晶は斜長石・紫蘇輝石および普通輝石からなり、斜長石に比し両輝石は少量である。斜長石は曹灰長石に属するが、亜灰長石に近く、柱状でやや汚濁し、磁鉄鉱・ガラス・輝石等の包有物に富み、累帯構造は著しくなく、外縁部にのみみられる。紫蘇輝石は長柱状で通常単斜輝石の微粒からなる反応縁で包まれており、淡緑色ないし淡褐緑色を呈し多色性がみられる。普通輝石は柱状で淡緑色を示し、両輝石はともに包有物に乏しい。また四角形または多角形の磁鉄鉱の微斑晶が散在している。

石基は毛氈状組織で鉱物はやゝ大きく、柝木状の斜長石、短柱状または粒状の単斜輝石、および粒状の磁鉄鉱等からなる。

#### 上ノ貝熔岩 (両輝石安山岩) (KK)

この熔岩は東方に流れ、上ノ貝部落附近において溶岩台地地形および溶岩流末端の急崖地形がよく保存されている。台地上は大体において平坦であり、凹地は湿原をなしている。この岩石は斑状組織を呈し、石基部に比較して斑晶が著しく多く、暗灰色の石基中に長さ1.8mmの斜長石斑晶、および長さ1.2mm以下の輝石斑晶が密に散在している。

鏡下では斑晶は斜長石・紫蘇輝石および普通輝石からなる。斜長石は曹灰長石に属し、柱状であるが破片状のものもみられる。おおむね清純であるが、しばしばガラス・磁鉄鉱および輝石等を多く包有することがあり、結晶の中核から外方へ甚だしい波動累帯構造がみられる。紫蘇輝石は長柱状を示し、淡緑色ないし淡緑褐色で、多色性がみられる。普通輝石は柱状であるが、やや円味を帯びたものがあり、淡緑色で(100)双晶が普通にみられる。両輝石とも包有物に乏しい。なお多角形または不規則形の磁鉄鉱の微斑晶が点在している。

石基はガラス基流晶質で淡褐色ガラスに富み、そのなかに柘木状または短冊状の斜長石、柱状、粒状または針状の単斜・斜方両輝石、および粒状の磁鉄鉱等が散在している。

#### 大谷熔岩 (両輝石安山岩) (OT)

大谷不動附近の爆裂火口の周囲に最もよく露出し、熔岩流と火山砕屑岩との互層からなり、熔岩は板伏節理がよく発達している、ここでは上下2段の滝がかかっている。この岩石は斑状組織を有し、暗緑色、堅緻な石基中に長さ0.5～1mmの斜長石および輝石斑晶が、比較的密に散在している。

鏡下では斑晶は斜長石・紫蘇輝石および普通輝石からなる。斜長石は曹灰長石ないし亜灰長石に属し、柱状または長柱状でおおむね清純であるが、磁鉄鉱・輝石まれには蜂巢状にガラスを包有し、累帯構造は一般に著しくない。紫蘇輝石は長柱状で劈開・割目がよく発達し、多色性が著しく、淡緑色ないし淡褐色を示す。普通輝石は柱状で、通常融蝕されて円味を帯び、淡緑色で弱い多色性がみられ、(100)双晶を示すものが多い。両輝石は包有物に乏しく、また歪を受け、波動消光を示すものが多い。

石基は毛氈状組織で細長い柘木状の斜長石、細長い柱状または針伏の輝石(単斜・斜方の区別不明)、および微細な磁鉄鉱等からなる。

#### 仁田沢熔岩 (石英含有両輝石安山岩) (NT)

この熔岩は山体東方仁田沢附近に分布し、顕著な斑状組織を示し、暗灰青色の石基中に、長さ2mm以下で大小種々の斜長石斑晶、および長さ1.2mm以下の輝石斑晶が、比較的密に散在している。

鏡下に検すると斑晶は斜長石・紫蘇輝石及び普通輝石からなり、少量の石英を伴う。斜長石は曹灰長石に属し、柱状まれに卓状を示し、破片状のものもみだされ

る。一般に清純で包有物に乏しく、累帯構造が著しい。紫蘇輝石は長柱状でまれに破片状であり、淡緑色ないし淡褐緑色で多色性がみられる。普通輝石は柱状まれに破片状で淡緑色を示し、(100)双晶をなし、反覆双晶もしばしば見られる。両輝石はともに包有物に乏しい。斜長石および両輝石には、しばしば歪を受けたものが見られる。石英はまれにみいだされ、著しく融蝕を受け円くなっている。四角または多角形の磁鉄鉱の微斑晶が散在している。

石基は微晶質であるが、石英を充填部とするほぼ球状の斑点が散在している。

#### 米子奇妙熔岩 (石英含有両輝石安山岩) (YK)

この熔岩は米子川に沿い断崖を連ねてよく露出しており、この分布は基盤岩中の低凹地に流入した形を示している。暗灰青色の石基中に長さ 1.8mm 以下の斜長石斑晶および長さ 1.2mm 以下の輝石斑晶が顕著に散在している。

鏡下では斑晶は斜長石・紫蘇輝石および普通輝石からなり、稀に石英を伴う。斜長石はおおむね曹灰長石に属し、柱状または卓状を示し、清純であるが、磁鉄鉱・輝石・ガラス等を包有し、また塵状包有物が累帯をなすことがある。結晶の中核から外方へ著しい波動累帯構造がみられる。紫蘇輝石は長柱状を示し、淡緑色ないし淡紅色を呈し、多色性が著しい。普通輝石は柱状を示し、淡緑色で弱い多色性がみられる。両輝石は包有物に乏しい。石英は清透で不定形を示し、石基部が結晶内に深く彎入している。

石基は毛氈状組織で柵木状の斜長石、柱状または粒状の単斜・斜方両輝石、および磁鉄鉱等からなる。石英を充填部とする斑状の部分が点在している。

#### 養堂熔岩 (石英含有両輝石安山岩) (MD)

須坂市南東方の仁礼村下組附近に分布し、石英閃緑岩の上に直接載り、山嶺上に径 1m 余の直立した柱状節理をもつ断崖を連ねている。この岩石は他の熔岩とは著しく外観を異にし、肉眼では長さ 3mm 以下の有色鉱物の暗緑色斑晶が、灰黄色、粗鬆な基質中に散在しており、しばしば石英粒を含み、また脆弱で崩れ易い。この岩石中には大豆大ないし小豆大、稀に拳大におよぶ安山岩角礫が点々として含まれ、その岩質は米子奇妙熔岩に酷似している。この岩石はその岩相および分布から考え、おそらく四阿火山より熱雲のような状態で噴出し、当時の谷間を奔下したものの一部が、侵蝕から取り残されたものであろうと推察される。

鏡下では斑晶は斜長石・紫蘇輝石および普通輝石からなり、微斑晶として石英および磁鉄鉱を伴う。斜長石は亜灰長石ないし曹灰長石に属し、柱状または卓状で破片状のものも認められ、おおむね清純である。紫蘇輝石は長柱状で多色性が著しく、結晶内に磁鉄鉱の微粒を著しく多量に包有するものがまれにみいだされるが、これは橄欖石から変わったものであろう。普通輝石は柱状である。石英は自形、またはやゝ融蝕され清透である。

石基は斑晶の成分に比較し著しく酸性であり、微晶質で石基中に鱗珪石が多量に生成している。また斜長石・両輝石および磁鉄鉱等からなる聚斑状集合がみいだされ、輝石を交代して黒雲母が生成しているのが認められる。

#### 六方石熔岩 (両輝石安山岩) (RP)

この熔岩の分布は流出当時梯子山の東部につき当り、これを避けて流下した形を示している。須坂市・菅平間の道路に沿い好露出があり、ここでは径10～20cmの五角～六角柱状の節理が顕著に発達しているのでこの名がある。しかしこの上方部では板状節理を示し、著しい流状構造を呈している。この岩石は斑状組織を示し、光沢のある鉄黒色、堅緻、ガラス質の石基中に長さ0.5～1.2mm内外のすこぶる微細な斜長石斑晶が比較的まばらに散在していて、有色鉱物斑晶はほとんどめだたない。

鏡下では斑晶は斜長石・紫蘇輝石および普通輝石からなり、石基に比し斑晶は少量である。斜長石は曹灰長石に属し、柱状でおおむね清純であるが、しばしば淡褐色のガラスを多量に包有するものがあり、また累帯構造が著しい。紫蘇輝石は長柱状で淡緑色ないし淡褐色を示し、多色性が著しい。普通輝石は柱状で淡緑色を呈し、(100)双晶を示すものが多く、まれに貫入双晶をなす。両輝石はいずれもはっきりした結晶外形を示し、包有物は少ない。なお四角形または多角形の磁鉄鉱の微斑晶が散在している。

石基はガラス基流晶質で淡褐色ガラスに富み、そのなかに細長い柵木状または短冊状の斜長石、長柱状または針状の単斜・斜方両輝石、および微粒の磁鉄鉱が散在している。

#### 赤川熔岩 (橄欖石含有両輝石安山岩) (AK)

この熔岩は赤川山(浦倉山北東方の1,662m高地)附近に分布し、赤川(赤川山北麓の川)対岸にもみいだされ、下部は火山碎屑岩と互層している。この岩石は斑状組織

を呈し、暗灰色の石基中に長さ 0.8mm 以下の微細な斜長石斑晶が、比較的密にかつ顕著に散在しており、有色鉱物斑晶は肉眼では著しくない。

鏡下では斑晶は斜長石・紫蘇輝石および普通輝石からなり、少量の橄欖石を伴う。斜長石は曹灰長石に属し、柱状または破片状を示し、清純のものもあるが、塵状包有物に富むものも少なくなく、結晶全体にあるいは 1～3 層の累帯をなし、また輝石・磁鉄鉱・ガラス等を多く包有するものがあり、累帯構造が著しい。紫蘇輝石は長柱状を呈するが破片状のものもあり、多色性が強く淡緑色ないし淡紅色を示す。歪を受け波状消光を示すものや、累帯構造をなすものも見られる。また普通輝石と平行連晶をなすものが少なくない。普通輝石は柱状または破片状を呈し、淡緑色で弱い多色性が見られ、まれに累帯構造をなすものがあり、また (100) 双晶を示す。両輝石はともに包有物に乏しい。橄欖石は無色で不規則な割目が発達し、結晶の外縁は斜方輝石と微粒の磁鉄鉱とからなる反応縁で包まれている。

石基は毛氈状組織で鉱物は小さく、斜長石、輝石(単斜・斜方の区別不能)および磁鉄鉱等からなる。

#### 上砥草熔岩 (両輝石安山岩) (KT)

この岩石は上砥草山附近および浦倉山北方に分布し、一般に粗鬆で風化作用に対して脆弱である。斑状組織を示し、暗緑色の石基中に、長さ 1～3mm 内外の比較的大形の斜長石斑晶が顕著に散在していて、また 0.5～1mm の輝石斑晶が点々と見られる。

鏡下では斑晶は斜長石・紫蘇輝石および普通輝石からなる。斜長石はおおむね曹灰長石に属し、柱状または卓状を示しおおむね清純であって、累帯構造は著しくなく外縁に近い部分にのみ示され、また割目に沿ってガラス化している。紫蘇輝石は淡緑色ないし淡褐緑色で多色性がみられ、普通輝石は柱状または短柱状でやや円味を帯び、淡緑色を示し (100) 双晶がみられる。両輝石はともに包有物に乏しい。なお多角形または不規則形の磁鉄鉱が散在している。

石基は毛氈状で構成鉱物は小さく、柘木状の斜長石、柱状または粒状の単斜・斜方両輝石および磁鉄鉱等からなり、これらの間を填めて方珪石が点々とみだされる。

#### 根子熔岩 (両輝石安山岩) (NK)

この熔岩は四阿熔岩に覆われ根子岳附近に分布しており、また米子川下流にも 3 個



の小岩体がみいだされる。通常厚さ 2～3cm の板状節理がよく発達していて、節理面に平行に割れ易い。斑状組織を示し、暗灰色、緻密な石基中に長さ 0.5～1.5mm の微細な斜長石斑晶が、比較的密にあるいは点々と散在しており、有色鉱物斑晶は長さ 0.5～2mm でほとんどめだたない。

鏡下では斑晶は斜長石・紫蘇輝石および普通輝石からなる。斜長石は曹灰長石ないし亜灰長石に属し、おおむね柱状で累帯構造は著しくなく、主として外縁部に認められる。紫蘇輝石は柱状で淡緑色ないし淡褐色を示し、多色性が著しく、普通輝石は柱状で淡緑色を呈し(100)双晶を示す。両輝石はともに包有物に乏しく、歪を受けたものがみいだされる。

石基は毛氈状で柵木状の斜長石、柱状の単斜・斜方両輝石、および粒状の磁鉄鉱等からなる。

#### 茨木熔岩 (橄欖石含有両輝石安山岩) (IB)

この熔岩は山体南東部の茨木山からの岩山にかけて分布しており、さらに細分は可能であるが、外観および鏡下の性質がほぼ同様なので一括した。暗灰色石基中に長さ 1～1.5mm の斜長石斑晶および輝石斑晶が、顕著にかつ比較的密に散在している。

鏡下に検すると斑晶は斜長石・紫蘇輝石および普通輝石からなり、稀に橄欖石を伴なう。斜長石は曹灰長石ないし亜灰長石に属し、柱状で多くのガラスを包有し、また結晶の中核から外方へ著しい波動累帯構造を示す。紫蘇輝石は長柱状で淡緑色ないし淡褐緑色を示し、多色性がみられ、普通輝石は柱状で淡緑色であり、両輝石はともに包有物に乏しい。橄欖石は無色でまれにみいだされ、外縁は斜方輝石および磁鉄鉱からなる反応縁で包まれ、割目に沿ってイデイングス石化している。また磁鉄鉱の微斑晶が点在し、斜長石・紫蘇輝石・普通輝石および磁鉄鉱からなる聚斑状集合がみられる。

石基は毛氈状組織で、鉱物は微細であり、斜長石、単斜・斜方両輝石および磁鉄鉱等からなる。

#### 神川熔岩 (両輝石安山岩) (KM)

この熔岩は山体南西方に分布し、さらに唐沢滝附近に及び、唐沢滝では高さ約 10m の崖をなしてよく露出し、板状節理が著しい。この岩石は斑状組織を示し、黒色の石基中に長さ 1mm 以下の斜長石斑晶が比較的密に散在しており、輝石斑晶は長さ 1mm

以下で点々とみいだされる。

鏡下では斑晶は斜長石・紫蘇輝石および普通輝石からなり、斜長石に比し輝石は少量である。斜長石は曹灰長石に属し、柱状または長柱状でおおむね清純であるが、稀にガラス・磁鉄鉱および輝石等を包有し、累帯構造が著しい。紫蘇輝石は柱状を呈し、淡緑色ないし淡褐緑色で多色性がみられ、普通輝石は柱状でやや円味を帯び、淡緑色でしばしば(100)双晶が見られる。両輝石はともに包有物に乏しい。また四角形または不規則形の磁鉄鉱が散点している。

石基はガラス基流晶質で淡褐色ガラスを含み、柵木状の斜長石、柱状または針状の単斜・斜方両輝石および磁鉄鉱等からなる。

#### 四阿熔岩 (両輝石安山岩) (AZ)

この熔岩は外輪山熔岩中最上位にあり、板状節理がよく発達し、斜長石の配列によって顕著に流状構造を示すことがある。この岩石は斑状組織を有し、暗灰色、緻密な石基中に長さ1～2.5mmの斜長石斑晶がやや密に散在していて、輝石斑晶は肉眼ではほとんどめだたない。

鏡下では斑晶は斜長石・紫蘇輝石・普通輝石からなる。斜長石は曹灰長石ないし亜灰長石に属し、柱状であるが破片状のものも少なくなく、おおむね清純であるが、しばしば蜂巢状にガラスを含み、また著しい波動累帯構造がみられる。紫蘇輝石は柱状であるが、円味を帯びたものや破片状のものもみいだされ、淡緑色ないし淡褐色で多色性が強い。普通輝石も著しく円味を帯び、あるいは破片状をなし、淡緑色で弱い多色性がみられる。両輝石はともに包有物に乏しい。また四角ないし多角形の磁鉄鉱の微斑晶が散在している。

石基の組織は毛氈状またはガラス基流晶質で、鉱物は微細である。毛氈状の場合には斜長石・輝石(単斜・斜方の区別不能)および磁鉄鉱等からなり、孔隙中には方珪石が生成している。ガラス基流晶質の場合には褐色ガラスに富み、そのなかに斜長石・輝石および磁鉄鉱等が流状構造を示している。

#### 浦倉熔岩 (両輝石安山岩) (UK)

この熔岩はカルデラ環壁東部の浦倉山附近に分布して四阿熔岩の上位にあり、一部はカルデラ内に流入して米子熔岩の上に直接載っているが、現在では侵蝕作用のため分断せられ、浦倉山頂には連続していない。岩石は黝緑色緻密な石基中に、長さ1～

3mm の斜長石および輝石斑晶が顕著に散在しており、時には板状節理が発達している。

鏡下では斑晶は斜長石・紫蘇輝石および普通輝石からなる。斜長石は曹灰長石に属し、柱状まれに卓状を示し、時には融蝕され円味を帯びている。通常結晶の中核から外周へ著しい波動累帯構造を示し、おおむね清純で包有物に乏しい。紫蘇輝石は柱状で淡緑色ないし淡褐緑色を示し、多色性が著しく、普通輝石と平行連晶をなすものがある。普通輝石は短柱状を示し、淡緑色で弱い多色性がみられ、(100) 双晶をなすものが多い。両輝石はともに包有物に乏しい。

石基は毛氈状組織を示し、柵木状の斜長石、柱状または粒状の単斜・斜方両輝石、および粒状の磁鉄鉱等からなる。なお石英を充填部とする部分が斑点状に存在する。

#### 岩脈 (橄欖石含有両輝石安山岩) (AD)

山頂に近く屏風岩および切込的岩の 2 岩脈があり、両者はカルデラの中心に対しほぼ放射状の方向に延びている。屏風岩は四阿山頂の南方にあり、N30° E の方向にほとんど直立して数 100m の間を土壘状に走り、厚さは 2～3m、高さは一定しないが最高 10 数 m あり、冷却面に垂直に柱状節理がよく発達して偉観を呈し、文部省の天然記念物に指定されている。切込的岩はほぼ東西に延び、長さ 50m、高さ 5m、幅 2～3m あり、岩石の外観・節理および鏡下の性質等は屏風岩に酷似している。いずれも火山砕屑岩中に貫入しており、差別侵蝕によって地表に聳立したものである。

これらの岩石は孔隙に富み、暗灰青色の石基中に長さ 1.8mm 以下の斜長石、および長さ 1mm 以下の輝石の斑晶が比較的密に散在している。

鏡下では斑晶は斜長石・紫蘇輝石および普通輝石からなり、橄欖石を伴なう。斜長石は曹灰長石ないし垂灰長石に属し、柱状でおおむね清純である。一般に累帯構造は著しくないが、稀に結晶の中核から顕著な波動累帯構造を示すことがある。紫蘇輝石は柱状でやや円味を帯び、多色性が著しく淡緑色ないし淡褐色を示す。普通輝石はやや円味を帯び淡緑色である。橄欖石は無色で、周縁は紫蘇輝石によって包囲されており、橄欖石の一部はイディンクス石化している。また磁鉄鉱の微斑晶が散在している。

石基は毛氈状組織で柵木状の斜長石、柱状の単斜・斜方両輝石および粒状の磁鉄鉱等からなる。なお石基中および孔隙中に方珪石が生成している。

### 池ノ平熔岩 (両輝石安山岩) (AC)

この熔岩はカルデラの南東部に偏して聳える中央火口丘を構成し、やや粗鬆な岩石で暗灰青色の石基中に、長さ 2mm 以下の斜長石および輝石斑晶が散在している。

鏡下では斑晶は斜長石・紫蘇輝石および普通輝石からなる。斜長石は曹灰ないし亜灰長石に属し、おおむね清純であるが割目に沿い蜂巢状にガラス化している。また塵状包有物に富み累帯構造が著しく、結晶の中核から外方へ波動累帯構造をなす。紫蘇輝石は長柱状で、時にはやや円味を帯び、淡緑色ないし淡褐緑色を示し多色性がみられる。普通輝石は柱状で、時にはやや円味を帯び、淡緑色で (100) 双晶を示し、しばしば反覆双晶をなす。両輝石はともに包有物に乏しい。また磁鉄鉱の微斑晶が散在していて、斜長石・紫蘇輝石・普通輝石および磁鉄鉱等からなる聚斑状集合がしばしば見られる。

石基は毛氈状組織を示し、柵木状の細長い斜長石、柱状または粒状の単斜・斜方両輝石および粒状の磁鉄鉱等からなる。なお上記諸鉱物の間を填めて方珪石が点在している。

## II. 10 草津白根火山 (KS)

草津白根火山は東隣の草津図幅内に主峯を有する活火山で、近年における活動によって著名である。この図幅地域内では、本火山初期の噴出物である厚い凝灰角礫岩の一部が地域東縁に見られ、御飯・四阿両火山噴出物の上位にある。

この凝灰角礫岩は、拳大 (稀に人頭大) 以下の各種安山岩角礫が暗灰色の火山灰で凝結されたもので、万座川流域でよく認められるように、厚さ 3～数 m の熔岩流をしばしば挟んでいる。熔岩は両輝石安山岩で斑状組織を示し、暗灰色の石基中に、長さ 1.5mm 以下の斜長石および長さ 1mm 以下の輝石斑晶が顕著に散在している。

鏡下では斑晶は斜長石・紫蘇輝石および普通輝石からなる。斜長石は曹灰長石ないし亜灰長石に属し、柱状であるが、著しく融蝕を受けて円味を帯びたものもあり、しばしば磁鉄鉱・輝石等を包有していて、通常結晶の中核から外方へ著しい波動累帯構造を有する。紫蘇輝石は柱状であるが、著しく円味を帯びたものも多く、淡緑色ないし淡褐緑色を示し多色性がみられ、割目に沿って緑泥石化している。普通輝石は柱状

で淡緑色を示し、(100) 双晶を有する。両輝石はともに包有物に乏しく、稀に歪を有するものがある。

石基は毛氈状組織で柵木状の斜長石、柱状または粒状の単斜・斜方両輝石および磁鉄鉱等からなる。

## II. 11 岩石の 2 次的変質

この地域の岩石は様々の 2 次的変質を受けている場合がきわめて多く、その一部についてはすでに各項で記述した。すなわち酸性深成岩による熱変成作用、あるいは広く 2 次的鉱物の生成としてウラル石化作用・緑泥石化作用・ソーシュライト化作用・緑簾石化作用および高陵土化作用等が相伴なってみられる。これら以外になお一般的な現象として、微弱な黄鉄鉱染および珪化作用等も広くみられる。

しかし野外において最も目立つ変質現象は、図幅上に熱水変質地区として示した部分にみられる。この最も顕著な場所は大体更新世火山の山稜線に近く、しかもこれに大略平行に分布している。その他須坂鉱山等の鉱体の母岩、更新世火山岩地域にある硫黄鉱山附近、および噴気地帯等においても、これと似たような現象が認められる。そして上に挙げた緑簾石化作用・珪化作用あるいは緑泥石化作用等は、これらの変質区域の周囲に顕著にみられる。これら変質作用の生成時期・種類等は、必ずしも同じではないと思われるが、個々の場合についてそれらを区別することができなかったので、一括して図示した。

この変質の著しい処では、白色粘土鉱物・蛋白石・沸石・方解石等の生成、珪化作用・鉱化作用または赤鉄鉱の滲出・沈澱等が複雑に伴なって行われている。その結果、原岩の組織等を全く失い漂白された脆弱な岩石、堅硬な石英質の岩石、あるいは多孔質粗鬆な岩石等が生じ、時によっては黄褐色を呈して、臭気を発している。また附近の流水の酸度は高くなっている処が多く、菅平西北方の窓岩附近または須坂鉱山附近等では、pH 3 に達するという。その他仁礼村山ノ神附近、上記窓岩附近および米子鉱山附近では、砂礫が赤鉄鉱で膠結されてあたかも礫岩のような外観を呈することがある。

このような箇所は一般にきわめて軟弱な地盤であるために、山腹は白～黄褐色の山

肌をみせて崩壊している。

また硫黄鉱山附近の母岩の変質も著しいが、これについては鉱床の項で記述する。

## II. 12 更新統

### II. 12. 1 菅平湖底堆積層<sup>註1)</sup> (ld)

菅平南方の大洞<sup>ぼら</sup>附近には湖底堆積層の露出がみられ、菅平附近に広く発達するローム層の下位には、この湖底堆積層が分布しているものと考えられる。湖底堆積層の一部と考えられる泥炭または泥の水平層が、菅平の湿地堆積層の下位にも局部的にみられる(図幅上には示していない)が、標式的な露出は大洞部落の川の東岸の、河床より80mの高さの崖でよくみられる。ここでは最下部に黄色の粘土層が、その上にはチョコレート色粘土・砂および火山灰等がみられる。中部には径30cm以下の安山岩礫層が発達し、上部にはスコリアを含む粗粒砂があり、そのなかに礫あるいは珪藻土が薄層をなして挟まれている。またその対岸(西岸)の河床上4mの段丘の下部には、泥炭および泥の互層と、その上部にチョコレート色の砂層がみられる。

これによって、大洞附近の河床上100mに近い平坦面およびそれ以下の平坦面の一部は、沼沢中に堆積した地層によって構成されていることがわかる。

### II. 12. 2 上ノ貝粘土層 (cl)

図幅南東隅の孺恋村上ノ貝部落附近は、比較的平坦な平原をなし黒色土壌が広く覆い、その下位に粘土および砂礫層が厚く分布している。本層は上ノ貝部落の直ぐ南方を流れる川の崖や、同部落東方の干俣・大笹間を通ずる道路(図幅外)に沿って露出し、特に大笹部落附近の吾妻川沿岸には、高さ数10mの断崖をなしてよく露われている。ここでは河面から約10mの高さまでは、拳大(稀に人頭大)以下の多数の安山岩円礫および砂からなる砂礫層と粘土層との互層であって、砂礫層は1枚の厚さが2m以下で、礫はよく水磨されており、しばしばこのなかに中粒または細粒の砂がレンズ状に挟まれており、またやや炭化した木の根がまれにみいだされる。砂礫および

註1) 信州大学小林国夫の未発表資料を参考にした。

粘土の互層は、上位になるにしたがい前者は次第に少なくなり、厚さ 30m の粘土の厚層に移化する。粘土は灰青～灰褐色を示し、緻密で整然とした層理を有し、ほとんど水平である。この上位に比較的判然とした境界を示して厚さ約 10m の砂礫層が載り、さらにその上位には、厚さ 2～3m の赤褐色、粘土質のローム層および黒色の腐植土層がみられ、腐植土層は厚い所では少なくとも 2m の厚さをもっている。

本層の成因はこの図幅内のみの調査では明らかにすることができないが、おそらく新しい火山の噴起に伴ない河川がせきとめられ、一時的に湖水を生じた際の堆積物と推察される。

### II. 12. 3 ローム層 (I)

本層は四阿火山東麓および菅平附近の緩傾斜の区域に厚く堆積し、赤褐色で粘土質のロームからなり、浮石あるいは腐植土に覆われている。

### II. 12. 4 扇状地堆積層 (fl, fu)

扇状地堆積層は主として図幅北西部にみられ、山間部に発達する上部と、平坦部の下部とに区別されることはすでに地形の項で述べた。下部層は傾斜が非常に緩やかで、その上には人家・田畑が広く発達している。上部層は主として礫層であり、また岩層が多く比較的傾斜が急で、多くは畑地として開墾されているが、一部は原野のまゝ残されている。なおこの上部層は部分的に現世の崖錐(図幅では示してない)に移化している。

## II. 13 現世統

### II. 13. 1 湿地堆積層 (sw)

菅平中央部のローム層の上位に湿地堆積物がみられる。沼沢を形成し、草木が繁茂している。上ノ貝北西方にも同様の湿地堆積層がある。

## II. 13. 2 沖積層 (a)

信濃川の上流である千曲川により形成された砂・礫および粘土の堆積層であり、善光寺平の主要部を占めて分布している。

なお図幅南東隅の嬭恋村上ノ貝部落附近およびその南方一帯において、赤褐色、粘土質のローム層の上に浮石および火山灰の堆積層が処々でみられる。この層は薄く、分布が不規則なので図幅には記載していない。この層は全体が灰黄色を呈し、厚さは1.0～1.5mあり、浮石は胡桃大ないし小豆大で火山灰と互層をなし、あるいは浮石のみ堆積しており、この上位に黒色の腐植土が載っている。また菅平高原北方の開墾事務所附近においても、道路際で浮石層がみられる箇所がある。これらの浮石および火山灰の由来は不明である。

## III. 應用地質

### III. 1 概説

筆者らの調査当時、稼行中の鉱山には小串鉱山・米子鉱山および北信鉱山の3硫黄鉱山と、米子蠟石鉱山・高井鉱山(褐鉄鉱)および須坂鉱山(銅鉱)の計6鉱山があり、他に休山中の上信鉱山(ハロイサイト鉱)があった。

### III. 2 小串鉱山(硫黄)(岡野武雄記)

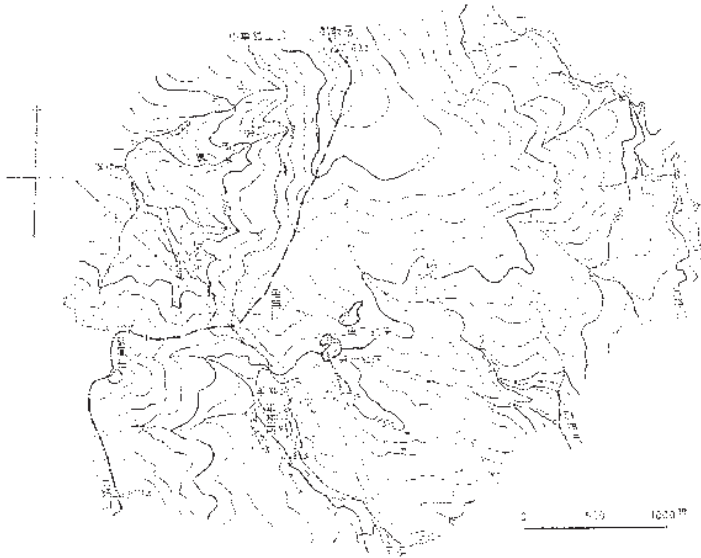
#### 位置および交通

小串鉱山は長野県境に近い群馬県吾妻郡嬭恋村干俣にある。ここは万座川の上流で毛無山・破風岳・土鍋山に囲まれ、南東へ開いた半円形地内にある。

当鉱山への交通は、長野県須坂市から万座温泉行きのバスで小串鉱山口に至り、ここから御飯岳の西斜面沿いに南下すること約4kmで鉱山事務所に達する。

冬季は万座行きのバスが不通となるため、須坂市から山田温泉行きのバスで高井村牧で下車、ここから鍾沢川浴いに遡行(約15km)して鉱山に至る径路がとられてい





第1図 小串 鉱山 附近 地形 図

る。なお群馬県側からは、信越線軽井沢駅から草軽電鉄で上州三原駅に至り、ここから万座川沿いに遡ること約 17km で鉱山に至る径路がある。

鉱山から産出する精製硫黄・資材および生活必需品等は、牧と鉱山との間に架設されている索道 (10.7km) によって輸送されている。

### 沿革

小串硫黄鉱床の発見は明治以前のことでいわれる。明治以後は鹿島組および東洋硫黄株式会社が経営したが、昭和 4 年以後は北海道硫黄株式会社が経営し、今日に至っている。根石坑 (長野県上高井郡高井村) はかつて高井鉱山と称し、大正 5 年大日本硫黄株式会社により採掘・製錬が開始された。その後経営者が変わって次第に規模が大きくなり、大正 12 年には硫黄原鉱 9, 676t, 硫黄生産高 2, 526t に達したが、以後鉱況振わず、北海道硫黄株式会社に併合され、現在は探鉱を行っているに過ぎない。

本鉱山は硫黄産額では、松尾鉱山に次いで全国第 2 位を占める重要鉱山である。次に第 2 次大戦後の硫黄生産量を表示する。

年 度	硫黄精鉱量 (t)	品位(%)	精製硫黄量 (t)
昭和 20	19,468	33	3,291
21	25,524	33	5,176
22	25,020	41	5,810
23	22,961	33	6,389
24	36,561	33	7,181
25	49,448	35.8	11,620
26	62,739	36	13,091

### 現 況 (昭和 27 年 7 月)

採鉱法は充填式残柱後退払法で、水平坑道数 16 地並、上下坑道間隔 7～10 m、残柱中心間隔 11 m、残柱 7×7 m である。主要運搬坑道は 40 m 坑で、各切羽で採掘された鉱石はこの 40 m 坑に集められ、ディーゼル機関車で坑外に搬出され、簡単な選鉱を経て製錬場に送られる。

製錬法は普通の焼取法で、窯数 23 基 (1 基 14 枚) が活動し、燃料は石炭を使用している。

従業員は職員 29 名、鉱員 530 名である。

### 地 質

鉱山附近の地質は基盤をなしている新第三紀火山岩類、ならびにこれに侵入した酸性深成岩類・須坂安山岩類と、この上に繰り返し噴出した新期火山の熔岩および火山碎屑岩類から構成されている。基盤岩類は鉱山附近ではみられないが、毛無峠から北西流する鍾沢川に沿って露出している。

新期噴出の熔岩および火山碎屑岩類のうち、最下位の高井熔岩は毛無峠附近を通り、北西—南東方向に露出し、これより後期の御飯火山溶岩および火山碎屑岩類は、この区域によってその両側に分布が隔てられ、南西側では下位より破風溶岩・土鍋(御飯)熔岩、北東側では下部明神熔岩・上部明神熔岩・毛無熔岩・御飯熔岩に分類される。なおこのほかに長野県側に高井溶岩を貫ぬいて噴出した小丸山熔岩がある。

**高井熔岩** これは硫黄鉱床生成に関係があると推定される著しい変質作用を受けており、白色多孔質の蛋白石となる珪化作用・粘土化作用・硫化鉄鉱化作用および緑泥石化作用を受け、新鮮なものは両沢・裏両沢附近に認められるに過ぎない。またこの

熔岩には顕著な火山碎屑岩類は介在していない。

**破風熔岩** 破風岳の頂上よりやや低位に露出し、高井熔岩を覆っており、破風岳直下では厚さ約 180 m と推定されるが、南方の土鍋山附近においては次第に上位の熔岩に覆われる。鉱床に関係ある変質作用は受けていない。

**土鍋熔岩** (御飯熔岩) 土鍋熔岩は土鍋山および破風岳の頂上を構成し、破風岳附近では破風熔岩を覆い、土鍋山附近では直接高井熔岩を覆っている。

**下部明神熔岩** 鉱山事務所の東側に絶壁をなして露出する熔岩で、高井熔岩を直接に覆っている。この熔岩は万座川の支流である明神沢附近にも広く分布している。鉱床に関係ある変質作用は受けていない。

**上部明神熔岩** 下部明神熔岩を覆っている。

**毛無熔岩** 高井熔岩・上下部明神熔岩を覆っている。

**御飯熔岩** 鉱山の北方に広く分布し、御飯岳を構成している熔岩である。この熔岩は南部では下部および上部明神熔岩を被覆し、西部では高井熔岩を直接に覆っている。

**小丸山熔岩** 本熔岩は毛無峠の北側に高井熔岩を貫ぬいて噴出し、前記のいずれの熔岩とも類似せず、かつ高井熔岩以外のいずれの岩石とも接していない。

以上本地域内に発達する各種の熔岩について記述したが、このうち硫黄鉱床と直接関係するのは高井熔岩のみである。すなわち現在知られている硫黄鉱床は、いずれも高井熔岩を母岩とし、かつ鉱化作用に関係があると思われる変質作用は高井熔岩のみに著しく、他の熔岩はほとんど変質作用を受けていない。

## 鉱 床

小串鉱山には本鉱床・根石沢鉱床・土鍋鉱床・毛無鉱床等の諸鉱床があり、これらのほかに未開発の 2, 3 の小鉱床の露頭が存在する。これらの鉱床のうち本鉱床のみが主要鉱床で、他の鉱床はいずれも規模が小さく、現在のところでは稼行価値に乏しい。

本鉱床は鉱山事務所の東にあり、第一・第二・上盤および盤下鉱床の 4 鉱体からなり、いずれも鉱染状交代鉱床である。これらの鉱床は高井熔岩の最上部に近い火山碎屑岩、およびその上下の安山岩熔岩中に発達し、第一・第二鉱床は層状、上盤・盤下鉱床は塊状をなしている。鉱床は 0(排水坑)・5・10・20・25・40(運搬坑道)・50・60・70・80・90・95・100・107 および 117 m 坑の各坑道により採掘され、鉱体の規

模・形状および上下盤との関係は、かなり詳しく知ることができる。

**賦存状態** 本鉱床胚胎部附近の高井熔岩は熔岩流と火山碎屑岩との互層からなり、これを細分し鉱床との関係を示せば次表のようになる。

岩 層	厚 さ	鉱 床
上部碎屑岩層		上盤鉱床
上盤熔岩	15~25 m	上盤鉱床低品位部
中部碎屑岩層	25~30 m	第一・第二鉱床
コンクリート盤	1~3 m	盤下鉱床低品位部
下盤熔岩		盤下鉱床

上部碎屑岩層は40m坑運搬坑道でみられる火山碎屑岩層で、径3~5cmの角礫を有し軟質である。第一鉱床の上盤鉱床、第二鉱床の上盤鉱床が胚胎している。上盤熔岩は著しく珪化・粘土化作用を受けているが、新鮮なものは40m坑切換坑道でみられる。この熔岩は膨縮が著しく、40m坑基準線附近で最も厚く50mを示すが、107m坑では薄い。中部碎屑岩層中に胚胎した第一・第二鉱床と、上部碎屑岩層中に胚胎した上盤鉱床とを結ぶ中間の部分は、上盤熔岩を母岩とし、低品位の鉱床となっている。中部碎屑岩層は厚さ25~30mで膨縮する。径3~5cmの安山岩角礫を含む火山碎屑岩からなり、第一・第二鉱床を胚胎している。第一鉱床附近では、この碎屑岩中に舌状熔岩と呼ばれる厚さ1~6mの安山岩熔岩がレンズ状に挟まれ、第一鉱床の東部を2分している。コンクリート盤は中部碎屑岩層の最下位に発達する径1~3cmの角礫を有するやや珪質の凝灰角礫岩で、淡灰青色または褐色を呈する。その厚さは1~3mで坑内随所においてみられ、第一・第二鉱床の下盤を劃している。このコンクリート盤を鍵層として追跡し、鉱床附近の地質構造を知ることができる。下盤熔岩は珪化・粘土化作用を受けていて、新鮮な部分は切換坑道の奥に見られるに過ぎない。この熔岩中には盤下鉱床が発達する。

**鉱床の規模** 本鉱床は充分に開発されているので、鉱体の形および規模は明瞭である。次頁に主要4鉱床の規模を表示する。

**鉱床の性質** 第一鉱床は次表に示すような層状鉱体で、火山碎屑岩を交代して生成され、鉱体内に母岩の角礫構造を残している。この鉱体は平均品位S30%で良好であるが、鉱体の下盤のコンクリート盤に近いところには、やや品位の低い部分もみら

	走 向	傾 斜	長 さ (走南に沿い)	幅 (傾斜に沿い)	真の厚さ
第一鉱床	N40°E	15° SE	160 m	300 m +	25~30m
第二鉱床	E-W } N-S } に変化	30° S または E (下盤) 15° S または E (上盤)	150 m	110 m +	17m
上盤鉱床	N40°E E-W	18° SE (第一鉱床) 25° S (第二鉱床)	30 m 25 m	100 m + 40 m +	10~15m 5~10m
盤下鉱床	N40°E	15° SE	90 m	50 m	10m

れる。鉱体の周辺部においては数mの間で急激に品位が低下し、粘土化あるいは珪化した母岩に移化する。また鉱体内にはN 20 ~ 80° E 方向の割目が多数みられるが、これらの大部分は鉱床生成後、あるいは鉱床開発後の地盤の歪によって生じたものと推察される。

第二鉱床は第一鉱床と同じ層位の火山砕屑岩中に胚胎され、同じくコンクリート盤を下盤としている。第二鉱床附近では母岩である火山砕屑岩の走向が著しく変化するため、90m水準では鉱体はS字状に屈曲している。90m坑においては、鉱体の東部は多孔質の蛋白石化帯に入り込み、特異な塊状鉱体に分離している。塊状鉱体の大きさは、径3mのものから20×50mのものまであり、いずれも火山砕屑岩の構造を残している。これは第二鉱床の東延長部がなんらかの作用(おそらく地下水による溶出作用ではないかと思われる)によって、硫黄および硫化鉄分が溶出し、溶出されずに残った部分が現在塊状として存在するものであろう。この塊状鉱床は品位がよく、平均S 40%を示す。

上盤鉱床は往時稼行され、大部分は採掘済みで、現在は僅かに第二鉱床の95~100m・107m坑地並、ならびに第一鉱床の50m坑地並でみられるに過ぎない。鉱体は上盤熔岩の一部とさらに上部の火山砕屑岩とを交代している。鉱石の品位は第二鉱床の上盤では平均S 45%、第一鉱床の上盤ではS 20%前後である。

盤下鉱床は第一鉱床の下方に発達する塊状の鉱床で、主として下盤熔岩を交代しているため不規則な扁平状を示している。鉱体内の品位は一定していないが、平均S 30%余りである。この鉱体の特徴は鉱体内に硫化鉄鉱の多いこと、および硫黄に富む部分と硫化鉄に富む部分とがリーゼンガング構造を示していることである。また「鷹ノ目」状の硫黄のみられるのもこの鉱体内である。

## 鉍石

鉍石は第一・第二・上盤および盤下鉍床の一部にみられる普通の鉍石と、盤下鉍床の大部分を占める硫化鉄鉍に富む鉍石とに大別される。

普通の鉍石は火山砕屑岩を交代して生成されたもので、外観は径2～4cmの硬質の黒色または灰色の安山岩角礫部と、これを埋めた粗鬆な黄白色の基質部とからなっている。角礫部は安山岩の組織を残し、斑晶の斜長石が蛋白石により交代され(鉍床内の一部には硫黄によって交代されているものもある)、その仮晶を残している部分があり、また石基部は黒色結晶質で光沢のある硫黄により交代されている。黄白色の基質部は凝灰質の部分で、これを交代して生成された硫黄・蛋白石・粘土、時には明礬石が散見される。

この鉍石は上鉍・中鉍および貧鉍に3大別され、その品位は次のようである。

上	鉍	S 38.76%	(分析数 88)
中	鉍	S 23.72%	(分析数 35)
貧	鉍	S 15.07%	(分析数 13)

鉍体内におけるこれらの3品位の鉍石の分布は、鉍体中心部に上鉍が多く、周辺部は貧鉍に富み、これは変質した母岩に急に移行するところが多い。

硫化鉄鉍に富む鉍石は盤下鉍床の大部分を占める鉍石である。盤下鉍床は安山岩中に生成された鉍床であるため、鉍石に特徴がある。その良質部は、黄色の硫黄部に黒色の硫化鉄鉍部のリーゼガング状の模様が入り、高品位のものにはS 46%に及ぶ部分がある。鉍石の大部分、黄白色部と黒色または単色部との混合した外観を呈し、黒色または単色部は細粒の硫化鉄鉍に富んだ部分である。この種鉍石の品位は平均S 29.37%である。また「鷹ノ目」状の鉍石もこの盤下鉍床にのみみられるが稀である。

**母岩の変質** 小串鉍山附近における鉍床に関係ある母岩の変質作用は高井熔岩に限られており、変質帯の分布は北西—南東の方向に延びている。この変質作用の著しいのは根石坑附近・毛無峠附近・鉍山事務所およびその南西部一帯であり、未変質の高井熔岩は両沢・裏両沢附近に見られる。変質作用の種類は蛋白石化作用・粘土化作用・硫化鉄鉍化作用・明礬石化作用等である。

蛋白石化作用は毛無峠を中心として広い範囲に亘り変質を及ぼし、地形的にやや高い位置にみられる。この作用を受けて高井熔岩は母岩の構造を残さず、白色多孔質の

岩石となっている。根石沢鉱床の附近では、このなかに径数 m の塊状の低品位硫黄鉱床が存在している。主要鉱床もこの蛋白石化帯のなかにあり、鉱体の周辺部もこの蛋白石化帯がとり囲んでいる。

粘土化作用は地形的には蛋白石化作用より低い位置に著しく、両沢および製錬場の南西にみられる。両沢附近においては粘土化作用は高井熔岩の割目と板状節理に沿って発達し、その著しいところではこのなかに「鷹ノ目」状の硫黄粒・硫化鉄鉱が散点する。主要鉱体の周辺部では、蛋白石化帯の外側に粘土化帯が発達しているのが見られる。

硫化鉄鉱化作用は著しくなく、粘土化帯中に点状にみられるほかは、盤下鉱床附近に発達するのみである。

### III.3 米子硫黄鉱山（岡野武雄記）

#### 位置および交通

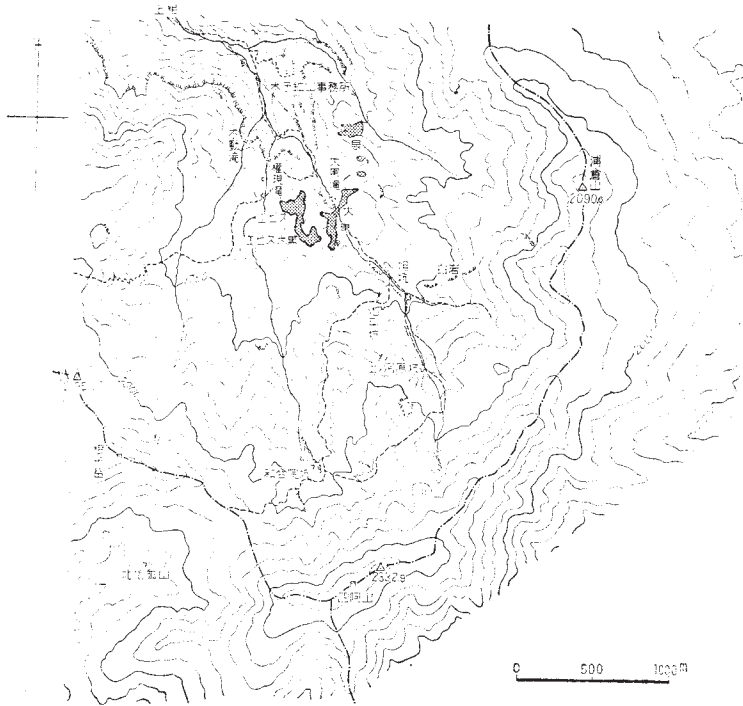
米子鉱山の硫黄鉱床は長野県上高井郡仁礼村米子にあり、浦倉山・四阿山および根子岳に囲まれたカルデラの中央部、米子川上流の大黒滝を中心とする一帯に存在する。鉱山事務所は通称御花畑と呼ばれる平坦地にある。

同鉱山に至る交通は、信越本線長野駅から長野電鉄で須坂市に至り、ここからバスにより仁礼村上組に至る。同所から徒歩で米子川沿いに登ること約 7.5km で、鉱山事務所に至る。

なお硫黄製品・資料および生活必需品等は、須坂市から索道で運搬される。

#### 沿革

米子鉱山地区の硫黄の開発は、古く寛永年間(1624～1643)のことといわれる。近江の治兵衛という人が初めて硫黄の採掘を請負って以来、幕末まで滝頭・大黒・沢湯・泉・和合院・恵美須および屋源田の7地区で稼行されたが、いずれも断続的かつ小規模であった。明治以後は大規模な製錬法で稼行され、法人組織の企業体で経営されたが、数代の経営者を経て昭和11年7月、中外鉱業株式会社(東京都千代田区丸ノ内、丸ビル内)の所有となった。その後19年6月まで稼行し、一時硫黄鉱山の企業整備のため帝国鉱業開発株式会社に譲渡されたが、昭和25年7月以来ふたたび中外鉱業により再稼行され今日に至っている。



第2図 米子硫黄鉱山付近の地形図

昭和9年以後の生産額は次表の通りである。

年 度	精製硫黄量 (t)	年 度	精製硫黄量 (t)
昭和 9	1,871	昭和 16	12,004
10	5,559	17	10,666
11	9,311	18	7,337
12	13,878	19*	1,345
13	14,376	25**	213
14	12,436	26	2,138
15	10,066	27	2,823

\* 1~6 月間

\*\* 10~12 月間



## 現況 (昭和28年8月現在)

採鉱法は残柱式空洞掘である。現在は大黒鉱床の周辺部を採掘するかたわら、恵比須大黒鉱床の残柱をはずし、泉坑の旧坑取明けによる残鉱処理を行っている。採鉱は地表からのボーリング、あるいは大切坑・中切坑における坑道採鉱を行っている。

採掘された鉱石は製錬場に送られ、焼取製錬により精製硫黄とされる。焼取窯は8基(釜数1基12枚)あり、このうち3基が活動しており、燃料としては石炭および薪が使用される。

従業員は職員25名、鉱員166名である。

## 地質

米子鉱山附近の地質は新第三系黒色頁岩と、これに貫入した玢岩等の基盤岩類、および新期噴出にかかる熔岩・火山砕屑岩類から構成されている。

基盤岩類のうち、黒色頁岩層は大谷不動尊附近に露出し、米子鉱山附近の極く近傍では見られない。玢岩は米子川沿いの米子蠟石鉱山附近に露出し、緑色を呈し、一部流状構造を示す。本岩は黒色頁岩層中に岩床状に進入したものである。

新期噴出の熔岩・火山砕屑岩類は次の諸熔岩に分類することができ、これらはいずれも両輝石安山岩である。

**不動堂熔岩および米子凝灰角礫岩** これは基盤岩の直上に噴出し、厚さは200～250mである。不動滝・権現滝の直下では岩石の割目から少量の湯花が滲出している。

**米子熔岩** 熔岩流と火山砕屑岩との互層で、カルデラ内に広範囲に露出しており、米子硫黄鉱床の母岩をなし、広範囲に亘り著しい変質作用を受けていて原岩不明の点が多い。この熔岩の最下部の熔岩流は厚さ70～150mあり、これに不動・権現および大黒等の滝がかかっており、特徴的であるので、この部分を特に不動滝熔岩と呼ぶことにする。不動滝熔岩の上位は火山砕屑岩を主とし、その間に5～10mの熔岩を挟んで互層状であるが、米子溶岩全体の上限部は砕屑岩類より熔岩流に富むものと推定される。不動滝熔岩を含めて各熔岩流はいずれも同一岩相を呈し、黒色緻密で硬く、時に板状節理が発達し、特に不動滝熔岩に著しい。変質の弱いところは緑泥石化作用を受け、著しいところは脱色し、さらに蛋白石化作用、粘土化作用を受けて白色の脆い岩石となっている。米子熔岩は不動滝熔岩を含めて、厚さ800m以上と推定される。

**四阿熔岩** これは米子熔岩の上に噴出した熔岩で、四阿山頂・根子岳山頂を構成す

る。この四阿熔岩および次に述べる浦倉熔岩・池ノ平熔岩はいずれも灰色～暗灰色で、前記の米子熔岩が黒緑色を呈することに比べて著しく色調に差があり、一見して識別しうる。

**浦倉熔岩** これは米子熔岩を覆って噴出した熔岩で、浦倉山頂を構成する。その一部はカルデラ内に流入し、大黒滝の東方に侵蝕に抗して残っているのが見られる。また白岩の南東部で、浦倉熔岩が変質した米子熔岩に直接に接している部分が観察される。この地点での両熔岩の境界面は  $N60^{\circ}W$ ,  $50^{\circ}N$  を示している。

**池ノ平熔岩** これはカルデラの中央やや南よりに米子熔岩を貫ぬき、中央火口丘として噴出した熔岩である。

上記諸熔岩中、鉱床生成に関係ある変質作用を蒙っているのは米子熔岩のみで、またその下位の基盤岩も多少とも変質しているにもかかわらず、四阿・浦倉および池ノ平各熔岩は変質していない事実は注意に値する。しかしこれら諸熔岩と米子熔岩との接触点が、直接見られるのは1カ所に過ぎないので、これら諸熔岩の最下部(おそらく極く薄い部分であろう)が、すべて変質していないと断定するのは多少危険である。

## 鉱床

**賦存状態** 米子鉱山の主要鉱床は大黒滝をほぼ中心とし、その東西600m、南北1,000mの範囲内に分布し、不動滝熔岩の最上部(権現沢に面する西斜面では、この最上部に厚さ1m以下の火山碎屑岩のレンズ状薄層を挟んでいる)附近のほぼ同一層準に賦存し、恵比須・大黒・恵比須大黒および泉等の諸鉱床が開発されたが、現在は大黒鉱床の半ばを除いては、いずれも鉱柱・側壁の一部を残して採掘しつくされ、採掘跡は崩落しているので入坑できない。大黒鉱床は不動滝熔岩の最上部を交代して生成されていることは、大黒坑内において認められ、恵比須鉱床も精密調査および鉱山側の資料を総合すると、上記の火山碎屑岩のレンズ状薄層を含めて不動滝熔岩を交代し、その最上部附近に生成されていることがほぼ確実である。また恵比須大黒鉱床についても同様のことが推定される。これら主要鉱床の10～20m上方は不動滝熔岩の上限で、その上に火山碎屑岩層が堆積しているが、このなかには主要な鉱床は知られていない。このことは小串鉱山の主要鉱体が、熔岩中よりもむしろ火山碎屑岩中に優勢なことに比べて、著しい相違といえることができる。

以上の主要鉱床のほかカルデラ内には数個の小鉱体が知られている。すなわち旭

坑（主要鉱床上標高差 150m）・池ノ平坑（同上，200m）・上ノ河原坑（同上 300m）および和合院坑（同上，350m）の諸鉱床である。これらの小鉱床は米子熔岩およびこのなかの火山碎屑岩層中に、主として火山碎屑岩を母岩として主成しているものであるが、いずれも小塊状またはその集合で、稼行価値に乏しい。

鉱床の規模 主要鉱床は平面的には凹凸に富む長楕円形をとり、断面的には上下に多少突出部を持ち、あるいは低品位の夾みを有する層状の鉱体である。旭坑の鉱体は球状に近い塊状を呈している。これら各鉱床の規模を表示すれば次の如くである。

	南北長	東西長	平面積	厚さ
恵比須鉱床	250 m	30~50 m	9,400 m <sup>2</sup>	不詳
同 西 鉱 床	40 m	80 m	3,700 m <sup>2</sup>	
恵比須大黒鉱床	120 m	140 m	10,200 m <sup>2</sup>	
大黒鉱床(北鉱床)	200 m	30~60 m	6,700 m <sup>2</sup>	
同 (南鉱床)	220 m	40~50 m	11,500 m <sup>2</sup>	
泉 鉱 床	80 m ?	100 m ?		5~10 m
旭 鉱 床	径 1~10 m の塊状体数個			

**鉱床の性質** 大黒鉱床の採掘跡より推定される鉱体内の状況は次のようなものである。

鉱体の主要部は緻密質，蛋白石化，あるいは多孔質，蛋白石化した安山岩中に、鉱染状に遊離硫黄が交代したもので、鉱体内の品位分布は小串鉱山と異なって不規則である。鉱体主要部の残柱側壁より採取した試料分析によると、硫黄品位は 15 ~ 40% の範囲に散り、平均 24.84% (分析数 20) の値を示す。恵比須・恵比須大黒および泉鉱床も大黒鉱床と同様である。

鉱体主要部の外縁部中には「鷹ノ目」の大塊（径 3 ~ 200cm）が多く発達する。「鷹ノ目」には黄色のものと黄褐色のものと 2 種あるが、分布に規則性は認められない。小串鉱山に比べて、米子鉱山に「鷹ノ目」の多い現象は、おそらく母岩の相違によるものであろう。鉱体主要部の外側は緻密質蛋白石あるいは多孔質蛋白石となり、さらに外方は粘土化した安山岩（安山岩の組織を残している）に移り変わる。

鉱体内に見られる割目は大黒坑内で観察されるところでは N 50 ~ 80° E, 垂直のものが多い。この割目には「鷹ノ目」状の遊離硫黄によって脈状に充填されているも

の、あるいは割目に接して硫化鉄鉱が濃集して黒色を呈する部分等が見られる。この割目は硫黄鉱床生成前から存在したものと推定される。このことは、硫黄鉱床胚胎水準より下方の未変質安山岩中に開坑した大通洞坑内に、 $N80^{\circ} E \sim E-W \sim N80^{\circ} W$  方向の無数の割目が発達し、この割目に沿って安山岩が粘土化されており、遊離硫黄が散見されることから推察される。

**鉱石** 大黒鉱床の鉱石は緻密質あるいは多孔質蛋白石中に、遊離硫黄が斑状に入っているもので、一部には斑状の硫黄粒が連続して、紐状の「鷹ノ目」となっているものもある。比較的品位の高い部分は細粒硫化鉄鉱が入り、黄色の地に単色の雲状模様を現わしている。

鉱体周辺の低品位部は、緻密質蛋白石中に点状に硫化鉄鉱の細粒、および遊離硫黄の細粒の入っている鉱石となる。

泉鉱床の鉱石は坑道取明けによって得られた一部のものについてみると、黄色部と単色部の縞状構造を呈するもの、また黄黒色を呈するもの等があり、いずれも緻密質で大黒鉱床の鉱石とは著しく異なる。

「鷹ノ目」には肉眼的に黄色のものと黄褐色のものがある。

**母岩の変質** 硫黄鉱床に伴う変質作用は広範囲に及んでいる。カルデラ内においては、四阿・浦倉・池ノ平熔岩を除いた他の熔岩・火山砕屑岩、さらに基盤岩石も多かれ少なかれ変質作用を受けている。その特に著しい地区を平面的に見れば主要鉱床附近、旭坑～白岩附近さらに和合院に至る権現沢沿いの地域である。またこれを立体的にみれば、基盤岩は変質を受けることが少なく、わずかに岩石内の割目に沿って粘土化・黄鉄鉱化が見られるに過ぎない。不動滝熔岩の下半部はほとんど変質を受けることはなく、上半部は粘土化作用・多孔質蛋白石化作用を受けている。特に主要鉱床附近では変質作用が著しい。不動滝熔岩の上位にある米子熔岩中の熔岩流・火山砕屑岩類互層の部分では、岩石はほとんど変質して蛋白石・粘土と化している。さらに上位に当たる和合院附近では、米子熔岩中の割目や板状節理に沿って、局部的に著しい変質作用が見られる。この状態は四阿・浦倉・池ノ平熔岩に接する部分まで続く。

変質作用の種類としては蛋白石化作用・粘土化作用・明礬石化作用および硫化鉄鉱化作用がある。

蛋白石化作用は主として主要鉱床および白岩附近において見られるもので、緻密質

のもの多孔隙のものがある。緻密質のものは鉱体内で見られ、多孔隙のものは鉱体外に見られる。多孔隙のものは白色で蛋白石のほか少量の明礬石、また時に「鷹ノ目」状の遊離硫黄が見られる。

粘土化作用は主として鉱体の外辺部に見られる。安山岩中においては割目に沿って脈状に生成され、あるいはやや広い範囲に亘り安山岩の組織を残したまま粘土化している。一般に不純分のため種々の色調を呈するが、主としてカオリン鉱物から構成されているようである。

明礬石化作用においては明礬石は少なく、肉眼的に認められるものはほとんどない。旭坑附近ではやや多量に存在するようである。

硫化鉄鉱化作用は鉱体内およびその周辺部に見られ、黒色の細粒が鉱染状に存在する。一部大黒坑内においては団塊状をなして産するものもある。

### III. 4 米子 蠟石 鉱山

米子蠟石鉱山は米子硫黄鉱山から約 3km 北西に当り、米子川の右岸で河床から約 30m 上方の山腹にある。交通はやや不便であるけれども、すぐ傍を通る米子硫黄鉱山の索道を用いて、須坂市との間を鉱石および資材等の運搬をしている。

硫黄鉱山と同じく中外鉱業株式会社の経営で、昭和 22 年より新たに採掘を始め、調査当時 15 名以上の労務者が従事していた。産額は月産蠟石(赤)200t、ダイアス 100t である。最初は露天掘であったが現在 4 本の坑道があり、総延長約 250m に達している。

鉱床は玢岩と堆積岩との接触部附近の玢岩中に脈状、一部塊状をなして存在する。脈の方向は約 N-S であり、下部では 2 鉱体に分岐している。鉱床は大体において、中心部より外側に向って次の累帯配列が認められる。

ダイアス—赤蠟石—青蠟石—母岩

ダイアスは粗鬆、多孔隙、灰色でダイアスポアを主とし、葉蠟石・カオリン・コランダム・ズニ石およびペーナイト等を少量含んでいて、主として赤蠟石中に脈状、塊状に存在するが、下部では青蠟石中にもレンズ状に含まれている。赤蠟石は淡紅色で脂感があり、葉蠟石を主成分として一部にカオリン・ダイアスポアおよびイルメナイ

トを含んでいる。

青蠟石は葉蠟石を主とする岩石で上部ではカオリンを含み、下部では時にダイアスを伴うことがある。これは原岩の組織を残しており、採掘の対象にはなっていない。その他鉱体中には陽起石・緑簾石類・電気石および黄鉄鉱のみられることもある。母岩の変質としては緑簾石類・葉蠟石および黄鉄鉱の生成が認められる。

これと同様な鉱床の露頭は、この附近および仁礼村南東方山中にもみいだされているけれども、採掘されていない。

### III. 5 高井 鉱 山 (鉄 鉱)

上高井郡高井村にある褐鉄鉱山で、鉱床は毛無峠の北西方約 2.8km の鍾沢の左岸台地にある。昭和 18 年土屋某が開発し、22 年現鉱業権者佐々木秀夫に移り、現在に至っている。従業員 30 名を有し露天掘で稼行し、27 年度の平均月産は 600t である。鉱床は第 1・第 2・第 3 の各鉱床と新鉱床との 4 鉱体からなるが、前 2 者は採掘済みであり、第 3 鉱床は残鉱整理中で、新鉱床のみが稼行されている。

### III. 6 須 坂 鉱 山 (銅 鉱)

須坂鉱山は須坂市南方約 3km の高甫村下八町にある。最寄駅は長野電鉄井上駅で、交通は至便であり、事務所および坑口はともに平地(川沿い)に存在し、地理的にはきわめて好条件に恵まれている。

この鉱山の詳細な沿革は不明であるが、発見は古く旧幕時代から断続して稼行されていた。昭和初年から綿内鉱山として幾多の消長を経て現在に及び、調査当時は三協鉄山株式会社の経営で、労務者 60 名をようしていたが、昭和 28 年 11 月から昭和鉱業株式会社が経営している。

産出するものは銅・鉛・亜鉛鉱であるが、現在稼行の対象となっているものは銅鉱のみである。現鉱量は月産約 400t で、そのうち銅精鉱は 45t 程度である。鉱石は手選を経て附近の長野電鉄綿内駅に送られている。坑道は本坑・下一坑および下二坑の 3 本があり、大体同一垂直面内に重なっていて、山腹を南に向かって錘押している。河原と同一水準の本坑と下二坑の比高差は約 40m であり、長さはいずれも 300 ～

400m に達している。

鉱床附近の地質は主として輝緑岩または玄武岩からなる。そして処々に凝灰質頁岩を挟み、また花崗閃緑岩に関連すると思われる石英斑岩質の岩脈がみられる。

現在採掘している鉱体は 2, 3 の小さな支脈を持つ 1 枚の鉱脈であって、鉱山事務所の対岸に始まり、大略 N 20° E の走向をもって南方に延び、傾斜は全体としてほとんど垂直で、厚さは一般に 80cm 以内である。

鉱石鉱物は黄銅鉱・黄鉄鉱・閃亜鉛鉱および方鉛鉱等であり、脈石として石英および緑簾石類等がみられる。部分的に黄銅鉱が集中して高品位になっているところもある。

母岩は一般に珪化作用と黄鉄鉱の鉱染作用とが著しく、鉱体に接したところではしばしば幅数 10cm の粘土化帯があり、ときには石英・緑簾石脈がみられる。

そのほかこれに類似した鉱脈（廃坑）は新第三紀火山岩類および石英閃緑岩中にしばしば見られる。例えば妙徳山の北または西麓や、南方の豊栄村の山中等である。

### III. 7 北 信 鉱 山（硫黄）（岡野武雄記）

北信鉱山は長野県小県郡長村菅平字十ノ原にあり、神川の支流に当る大明神沢の上流にあって、四阿山と根子岳との中間の鞍部（大隙間）から南方へ 120m 下った谷底にある。交通路は 2 通りあり、その 1 つは信越本線上田駅から丸子電鉄により真田に至

り、ここからバスで菅平に至り、さらに徒歩 6km で山元に達する。他の 1 つは須坂市からバスで菅平に至る経路である。

本鉱山の開発は昭和 13 年頃といわれる。その後昭和 16 年に一時操業された。昭和 26 年に至り試掘権は永六産業株式会社および高野喜助の所有になり、探鉱を進めていたが、昭和 27 年鉱害問題で休山した。

本鉱山附近の地質の概略は次の通りである。根子岳と四阿山とを結ぶ鞍部と、これから南西方に続く谷底部およびその北方の米子硫黄鉱山附近には米子熔岩があり、その上に根子岳・四阿山を構成する四阿熔岩がある。米子熔岩は基盤岩の上を覆うもので、数層の熔岩流と凝灰角礫岩との累層からなり、溶岩流は黒色緻密の両輝石安山岩で、凝灰角礫岩は同質の碎屑片を持っている。四阿熔岩は米子熔岩を被覆し、黒灰

色、多孔質の両輝石安山岩で、凝灰角礫岩を伴っている。

北信鉱山の鉱床は米子熔岩の一部（不動滝熔岩の上位にある岩石中）に胚胎するもので、主として火山碎屑岩を鉱染交代して生成され、一部では熔岩流部をも僅かに鉱染交代したものである。本鉱山附近は地形からみて、おそらく根子岳・四阿山を結ぶ線の一部を外輪とする旧爆裂火口の底部に相当するものと思われる。本鉱床の母岩をなす米子熔岩は硫黄作用を受けて著しく変質し、粘土化している部分が多い。

鉱床は第1号坑・中切坑・第2号坑・第3号坑等により開発されているが、第2号坑の坑内が最も広く、鉱床の性状が明らかである。鉱床の形はほぼ層状で、遊離硫黄品位10%前後で、延長85m、幅45m、厚さ5mと推定される。

鉱石品位は一般に低く、良品位部は30%近い値を示すが、その量は甚だ少なく、平均すれば10%前後と思われる。また鉱体内には硫化鉄鉱を伴う部分があり、この部分の結合硫黄は平均5%前後である。

露頭は鉱床の上方にあり、硫化鉄鉱に富み、遊離硫黄を伴うものである。このほか大隙間の鞍部と四阿山との中間の南西斜面にある大断崖の一部に、硫黄の附着する露頭があり、硫黄品位は20%を越えるが開発は困難である。

### III. 8 上 信 鉱 山<sup>2)</sup> (ハロイサイト)

群馬県吾妻郡嬭恋村仁田沢にあり、山元までトラックを通ずる。太平洋戦争中アルミナ原料の鉱山として重要視され、上信鉱業株式会社が経営に当り、各種施設を完成したが、増産に至らず終戦となり以後休山している。鉱床の母岩は仁田沢熔岩で、熔岩流と凝灰岩との互層からなり、鉱床は主として凝灰岩を交代したハロイサイトの浅熱水性塊状鉱床であって、上鉱は白色・茶褐色または雑色を呈し、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  36%、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  2%以下、SK 30である。

### III. 9 温 泉 お よ び 鉱 泉

この図幅内には次の温泉および鉱泉がみられる。

**五色温泉**は地域北東部の山田村松川右岸にあって、旅館が1軒あり、温泉は河底中



各所に湧出し、五色の名が示すように天候等の外的条件によって多少色を変ずる。硫化水素臭があり、泉温 62℃、微アルカリ性で含硫化水素泉に属する。

**七味温泉**は五色温泉の上流約 1km の左岸にあり、旅館 1 軒で須坂市から五色温泉を経て当温泉までバスが通っている。特異の臭味を有し、微アルカリ性で含硫化水素泉に属する。泉温は最高 70℃位である。

**仙仁鉱泉**は仁礼村仙仁にあり、1 軒の旅館がある。湯量は豊富で泉温は 36℃ある。

**保科鉱泉**は保科村尻<sup>しつかげ</sup>にあり、旅館が 1 軒あって、泉温は 26℃である。

そのほかに、井上村の温湯<sup>ヌル</sup>および仁礼村の湯ヶ原鉱泉等があるが、現在営業されていない。

## 文 献

- 1) 八木貞助：上高井郡地質誌，1941.
- 2) 大島敬義：群馬県吾妻郡上信鉱山，窯業原料，Ser. 1，1947.
- 3) 中島謙三：20 万分の 1 長野幅および地質説明書，1887.
- 4) 清水実隆：信州米子の瀑布，地質学雑誌，Vol. 1，1894.
- 5) 大日方順三：信濃国米子鉱山報文，地質要報，1916.
- 6) 大日方順三：米子鉱山調査報告，地質調査所報告，Vol. 55，1916.
- 7) 大森房吉：日本噴火誌，震災予防調査会報告，Vol. 86，1918.
- 8) 八木貞助：信州における洪積層の分布とその時代，地質学雑誌，Vol. 35，1928.
- 9) 本間不二男：信濃中部地質誌，1931.
- 10) 田中館秀三：日本のカルデラ，岩波講座，1933.
- 11) 八木貞助：長野県史蹟名勝記念物調査報告，Ser. 16，1935.
- 12) 八木貞助：上信火山帯に就いて，日本学術協会報告，Vol. 13，1937.
- 13) 森田技手：群馬県小串鉱山の山崩れ，氣象要覧，Vol. 459，1937.
- 14) 山口敏雄：火山活動によって生じた硫黄鉱床の型式および其等の母岩の変質に就いて，地質学雑誌，Vol. 44，1937.
- 15) 加藤武夫・山口敏雄：米子小串型硫黄鉱床，日本地質地理学輯報，Vol. 17，1940.
- 16) 早瀬喜太郎：沼尻小串硫黄鉱床に就いて，日本鉱業会誌，Vol. 64，1948.
- 17) 太田苗司：米子鉱山地方の地質および鉱床，中外鉱業株式会社社内報告，1949.

- 18) 村山いくま： 長野県菅平地方における第三紀深成岩類の进入関係について，  
地学団体研究会誌，Vol. 3， 1949.
- 19) 三浦雅雄・太田苗司： 米子蠟石鉾山の地質および鉾床，地質学雑誌，Vol.  
62， 1950.
- 20) 長野県地学会： 長野県の地学，I. II. III， 1951-54.

EXPLANATORY TEXT  
OF THE  
GEOLOGICAL MAP OF JAPAN

Scale 1 : 50,000

---

SUZAKA

Niigata, No.97

By

RYOHEI OTA & MASATO KATADA

(Written in 1954)

---

(Abstract)

GEOLOGY

The area of this sheet map can be divided from topographical and geological points of view into two parts which are made up of Pleistocene volcanic rocks and their bed rocks, respectively. The part of Pleistocene volcanic rocks builds up a high mountain range which forms a watershed running nearly from south to north along the boundary between Nagano and Gumma Prefectures.

**Miocene**

The bed rocks of Miocene age consist of sedimentary rocks, volcanic rocks and acidic plutonic rocks. The sedimentary rocks and the volcanic rocks are of nearly same time, but the plutonic rocks are of slightly later time. **The sedimentary rocks** (tuff-breccia excluded) are exposed scatteringly in many small areas. They are conformably interbedded with andesites and basalt of the same geological age. In some other places they occur as xenolithic forms or roofpendants which are penetrated by hypa-

byssal or plutonic rocks of Miocene age. The sediments are so much metamorphosed and disturbed in many places that fossils are hardly found out. The sedimentary rocks at Toyosaka-mura, near the southwest corner of the area, and those at Garyū-san, south of Suzaka City, consist of black shale containing some fossils. The rocks exposed in other places, however, are the alternations of black shale and fine-grained sandstone, intercalated, in some places, with greenish tuff.

The volcanic rocks occur as both of intrusive bodies and lava flows.

They are classified into the Hoshina basalts, the Suzaka andesite: and the Toyosaka andesites.

**The Hoshina basalts** include basalt, tuff-breccia, diabase and gabbro or diorite, of which mutual boundaries are indistinct practically. Basalt occurs as lava flows. It looks dark green and slightly porphyritic, and shows ophitic or intergranular texture, consisting of plagioclase, secondary amphibole (uralite), iron minerals and rarely augite. Tuff-breccia (agglomerate included) is accompanied with pillow lava. Diabase occurs mostly as intrusive bodies, and shows micro-gabbroic appearance. The chief mineral components are the same as those of the basalt. Gabbro or diorite is probably gradually changed from diabase. It usually contains plagioclase, secondary amphibole, a little quartz, relicts of monoclinic pyroxene and iron minerals.

**The Suzaka andesites** include amphibole or pyroxene porphyrite, amphibole or pyroxene andesite and tuff-breccia. Porphyrite occurs as intrusive bodies, while andesite and tuff-breccia indicate effusive features. These rocks have partly suffered propylitization. They consist essentially of plagioclase, amphiboles or pyroxenes, iron minerals and, rarely, rounded quartz. Amphiboles are primary or secondary hornblende, and pyroxenes are augite and rarely hypersthene. Tuff-breccia includes lapilli-tuff and tuff, beside tuff-breccia.

**The Toyosaka andesites**, similar to the Suzaka andesites, have three facies, that is, intrusive porphyrite, effusive andesite and tuff-breccia. They consist of plagioclase, augite, altered hypersthene, a little quartz and, occasionally, secondary amphibole.

The acidic plutonic rocks belong to the so-called "plutonic rocks of the Misaka type". Most of the rocks are medium-grained hornblende-quartz diorite, though the rocks exposed in the southern part of the area are finer grained. This quartz diorite gradually turns porphyritic, aplitic or pegmatitic at the border where it contacts with pre-existing rocks.

Many kinds of secondary alterations, such as impregnation of pyrite, kaolinization, silicification, uralitization, chloritization, epidotization and saussuritization are widespread.

The parts where the rocks have been bleached white by intense kaolinization are indicated in the geological map.

#### **Neogene-Pleistocene**

Among the volcanic rocks in the area, lavas which show heavily dissected volcanic topography, or indistinct their origin, are classified into Neogene-Pleistocene volcanic rocks. They are Fudōdō lava (hypersthene-augite andesite), Hokiya lava (hypersthene-augite andesite), Takai lava (quartz-bearing hypersthene-augite andesite) and Oinokura lava (quartz-bearing hypersthene-augite andesite).

#### **Pleistocene Volcanic Rocks**

Matsushiro-kimyo, Omeshi, Azumaya and Kusatsu-shirane volcanoes are Pleistocene in age.

The main body of Matsushiro-kimyo volcano is situated in the west adjoining to this area and its lava found in this area is hypersthene-augite andesite.

Omeshi volcano, Azumaya volcano and Kusatsu-shirane volcano occurred successively in this order. The developments of these volcanoes are extensive on the side of Gumma Prefecture, while they are not remarkable on the side of Nagano Prefecture,

according to the higher relief of the base rocks.

**Omeshi volcano**, though it is considerably dissected at present, is a conical shaped strato-volcano with a small central cone, Komaru-yama, within a caldera on the summit. Explosion craters are conspicuous at the neighbourhood of Komaru-yama. All somma lavas are hypersthene-augite andesite. It shows distinct porphyritic texture and often carries corroded quartzs, and olivines which are surrounded with reaction rim composed of rhombic pyroxene and magnetite. The central cone lava is hypersthene-augite andesite containing corroded quartzs and opacitized biotites. In these lavas, the shapes of the phenocrysts of plagioclase, hypersthene and augite are often fragmental and often strained. The texture of groundmass is pilotaxitic or hyalopilitic.

The original form of Azumaya volcano showing a caldera and explosion craters is comparatively well preserved. This is a conical shaped strato-volcano having a central cone, Ikenodaira, within the caldera. Near the summit, two dykes are exposed. The surface of the base rocks which are exposed only on the side of Nagano Prefecture were undulated at the time of the formation of this volcano. Small bodies of the volcanic rocks observed at the lower reaches of the Yonago river are parts of the lava of this volcano, which flowed down along the valley and was left from dissection. Somma lava is composed of various lavas as shown in the geological sheet map. Among them, Urakura lava flowed out after the formation of caldera and directly covered Yonago lava within the caldera.

Though rocks of this volcano are not similar to each other in appearance, central cone lava and dykes, not to mention somma lavas, are hypersthene-augite andesite often carrying corroded quartzs and olivines which are surrounded with reaction rim composed of rhombic pyroxene and magnetite. Strained phenocrysts of plagioclase or pyroxene, and parallel-growth of hypersthene and augite are often found. The texture of groundmass is pilo-

taxitic or hyalopilitic. Chrystobalite is present in groundmass or druses. Groundmass pyroxenes are both of rhombic and monoclinic pyroxenes in all rocks with a exception of Koike-yama lava, of which groundmass pyroxene is monoclinic pyroxene only.

Kusatsu-shirane volcano, of which main body is situated in the east neighbouring sheet map area, is famous for recent volcanic activities. Thick tuff-breccia, intercalated with many lava flows of 3-5 m in their individual thickness, is the layer in the begining of this volcano.

#### Quaternary Sediments

Sugadaira lake deposits are the alternations of clay (yellow or chocolate in colour), sand, gravel, tuff, diatomaceous earth, and peat.

Kaminokai clay beds are composed of a thick bed of clay accompanied with sand and gravel layers in the lower horizon.

Loam is reddish brown and is a weathering product of volcanic ash.

Fan deposits are divided into two parts, lower and upper, from topographical point of view.

Swampy deposits are found in Sugadaira basin and the eastern foot of Mt. Azumaya. Alluvium is developed along rivers.

## ECONOMIC GEOLOGY

### Sulphur

The ore deposits of Ogushi mine, one of the largest sulphur mines in Japan, are impregnation replacement deposits. The ore bodies are embraced mainly in pyroclastics alternated with lava flows of the Takai lava, and are localized chiefly at the outside and partly within the caldera wall of the Omeshi volcano.

Yonago sulphur mine located in Azumaya caldera was worked in large scale previously. Its ore deposits are impregnation replacement deposits embraced in the Yonago lava.

The sulphur deposits of Hokushin mine situated in an explo-

sion crater near the outer wall of the caldera of Azumaya volcano are impregnation ore deposits of small scale.

### **Iron**

A bog iron bed is worked at Takai mine in small scale.

### **Copper**

The ore deposit of Suzaka mine is a vein with a few branches embraced in diabase or basalt and is composed of chalcopyrite, pyrite, zincblende, galena, quartz, and epidote.

### **Refractory Materials**

The ore deposit of Yonago pyrophyllite mine is embraced in propylite near the contact with sedimentary rock, and is mostly of dyke form and partly massive form. The ore body, when it is idealized, shows the following zonal arrangement of ores, from the center outwards diaspore ore - red pyrophyllite ore - blue pyrophyllite ore - mother rock. Diaspore ore and red pyrophyllite ore are worked now. There is a halloysite ore deposit, which has not been worked since 1945, at the eastern foot of Azumaya volcano.

### **Mineral Spring**

In this sheetmap area, there are Goshiki hot spring and Hichimi hot spring, both being hydrogen sulphide type. Several other cold springs are also used for mineral bath in this area.



---

昭和30年8月15日印刷

昭和30年8月20日発行

著作権所有 工業技術院  
地質調査所

印刷者 向喜久雄

印刷所 一ツ橋印刷株式会社

---