

北海道恵庭・千歳両鉱山附近地質調査報告

猪木幸男* 秦光男*

Résumé

On the Geology Associated with Gold-Quartz Veins near the Eniwa and Chitose Mine, Hokkaido

by

Sachio Igi & Mitsuo Hata

The gold-quartz veins, epithermal fissure-filling deposit, near the Eniwa and Chitose mines, Hokkaido, occur in the propylitized andesitic lavas or other effusive ejectas and in the black hard mudstone of the Miocene sediments, the basal bed rocks in this area. Those veins have generally identical trends, as shown in Table 4, striking N 80°W~N 80°E and dipping 80°N or S in the northern, and N 60°E~N 50°W and 80°S~70°N in the southern area, owing to the effect of the tectonical movements and to the characters of their country rocks.

1. 緒言

北海道札幌市の西部から南方支笏湖西部にかけて、中新世ないし鮮新世のいわゆる古期噴出岩類が広く分布しその地帯には、北方の手稲鉱山から豊羽鉱山・光竜鉱山・恵庭鉱山・千歳鉱山等の重要な金属鉱山があり、一大鉱床地帯を形成している。このうち支笏湖北部および西部に恵庭鉱山註1)および千歳鉱山があつて金・銀を稼行の対象としており、この附近には数多くの含金(銀)石英脈の発達をみる。

筆者はこの石英脈とその附近の比較的複雑な地質との関係を明らかにする目的をもつて、主として野外調査のみを行つたが、その結果をこゝに報告する。

この調査研究に当り、千歳鉱山鉱業所長佐藤邦郎氏・調査係長重松喜一氏註2)等にいろいろの便宜をうけた。こゝに深謝するものである。

2. 位置および地形

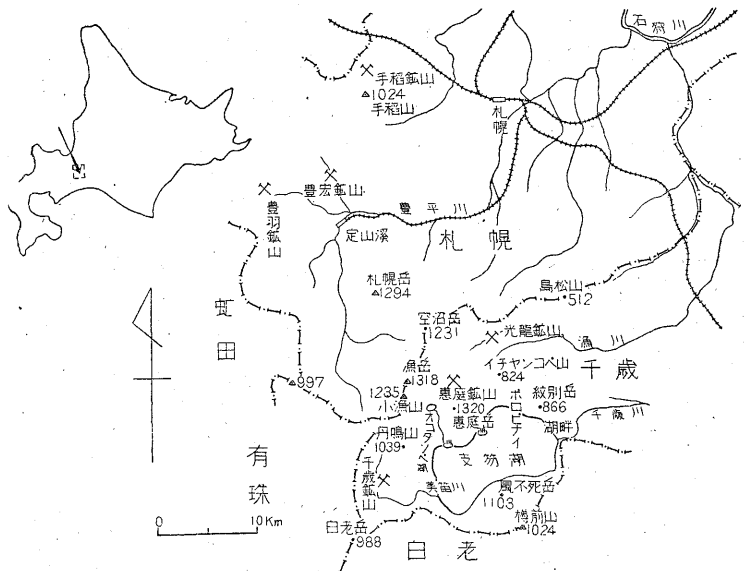
当地域は札幌市の南南西 30~40

*北海道支所

註1) この北方 3 km の地點に光龍鉱山がある。特にこの鉱山については文献 1) を参照

註2) この報告には氏の談話(特に鉱床について)が引用されていることもある。

km 附近にあつて、支笏湖の北部に恵庭鉱山があり、西部に千歳鉱山がある。両鉱山の周囲は山岳地帯で交通は至極不便である。札幌市からは支笏湖畔(支笏湖の東部)まで一応直通のバスの便があり、また国鉄千歳線千歳駅および苫小牧駅からも同じく同湖畔まではバスを利用して



第1圖 位置圖

きる。その湖畔から千歳鉱山までは同鉱山行の定期舟艇があり、美笛川口の鉱山事務所(これまで約 13 km—1 時間位)を経て、さらに美笛川に沿う鉱山専用軌道(約 7 km)によつて同鉱山の中央事務所にいたる。恵庭鉱山は

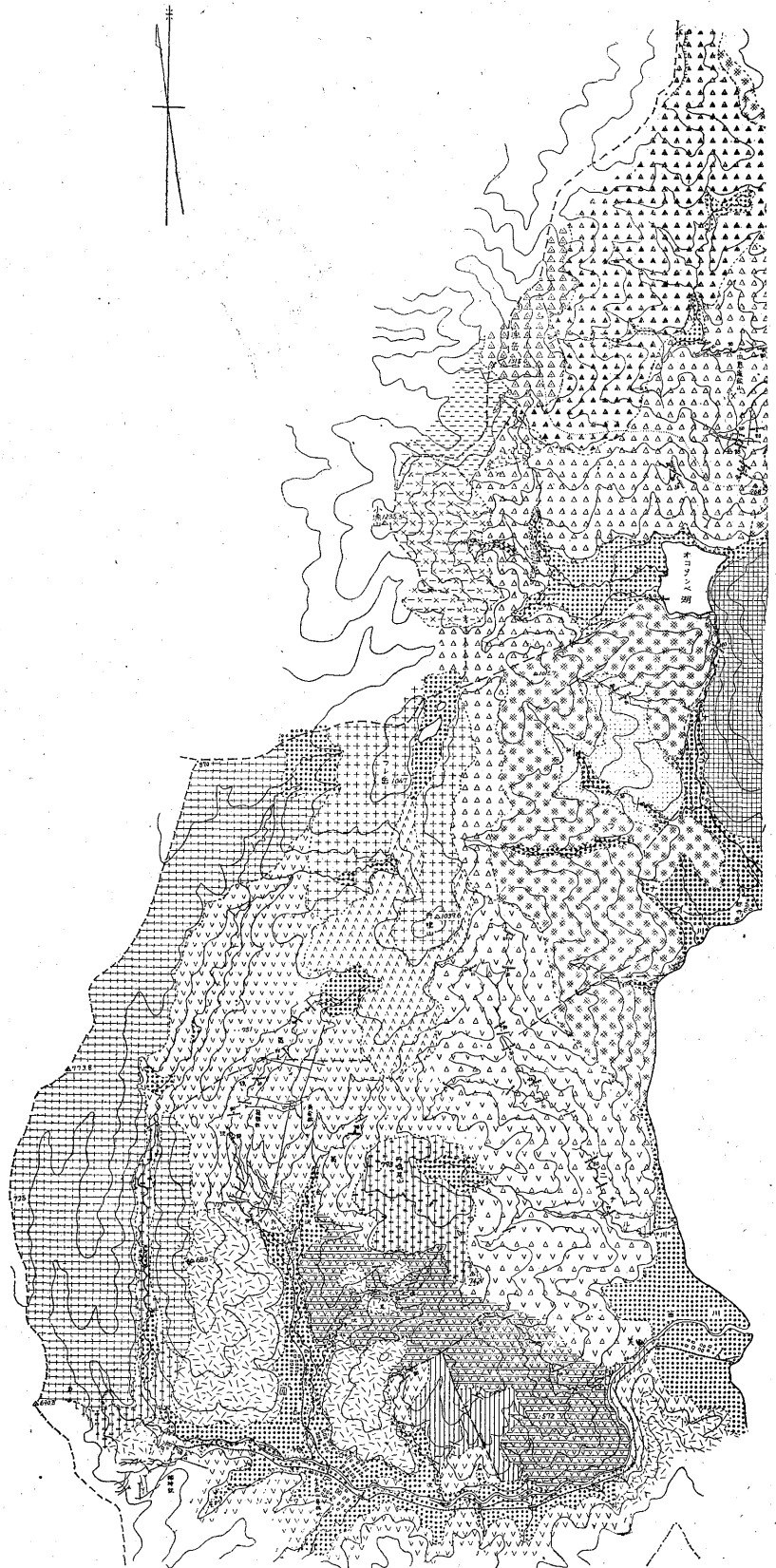
目下休山状態にあるので、適当な渡し舟によりボロピナイに達し、それより恵庭岳東麓の旧鉦山専用道路を経て北方約6kmの間、徒歩により鉦山跡にいたる。いずれも鉦山の現場附近を除いては人跡稀で、道路はまったくない。

本地域の西部には北から南へ空沼岳・漁岳・小漁岳・丹鳴岳を経て南西方の白老岳にいたる急峻な山嶽が連なり、分水嶺を形成し、支笏湖を挟んで北方に恵庭岳、南方に風不死岳・樽前山がそびえている。恵庭鉦山・千歳鉦山はそれらの山岳に囲まれ海拔約500~600mの地点にある。

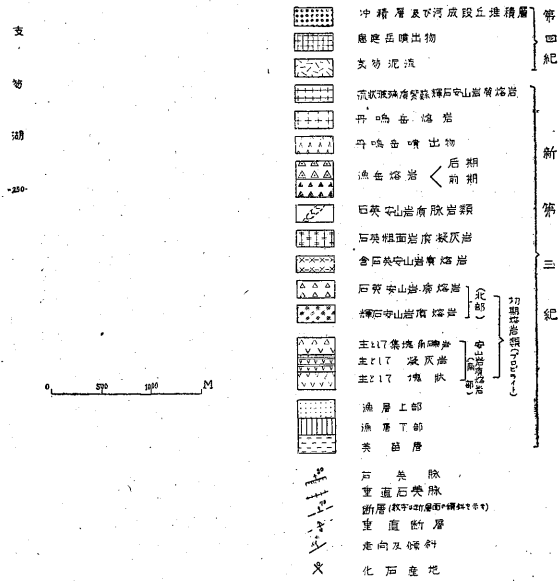
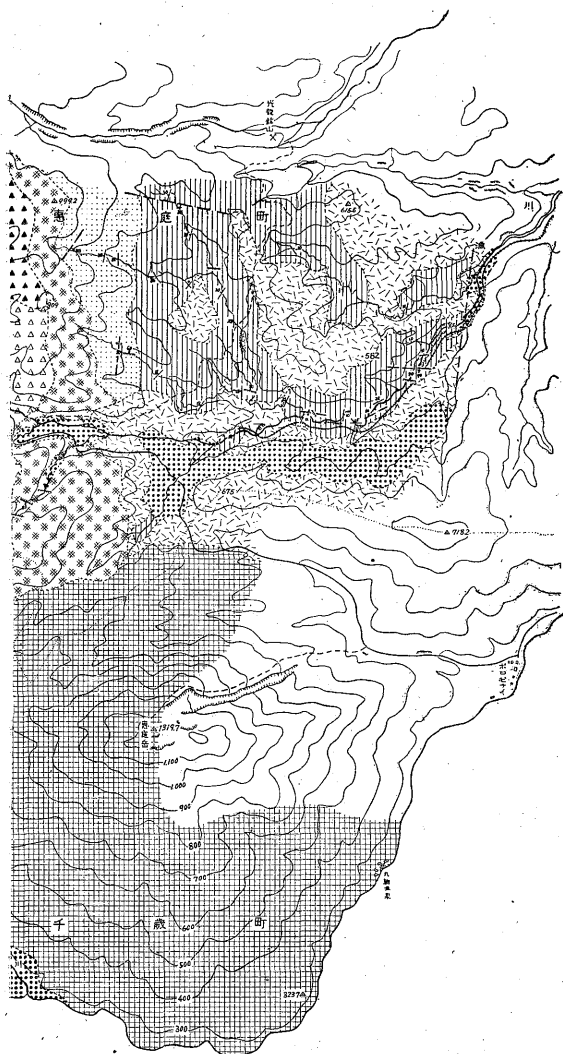
漁岳に源を發する漁川は、恵庭鉦山附近を東流し、附近の支沢をあつめ千歳川に合流するが、この附近では各所に断崖絶壁を形成しつつ山地を開析深刻しほど壯年期の地貌を呈している。陥没湖盆註3)といわれる支笏湖は、恵庭岳の噴出に伴なつて生じた堰止湖のオコタンベ湖(海拔572m)より流れるオコタンベ川および美笛川と丹鳴川よりの水をたたえ、これは「湖畔」附近で千歳川となり東流し石狩川に合する。美笛川および丹鳴川はいずれも丹鳴岳を分水嶺として西流あるいは東流するが、美笛川は千歳鉦山附近で東方へ迂回し、隨所に平坳地をつくつている。これら河川の水量はいずれも豊富である。

一般に千歳鉦山附近は恵庭鉦山附近に比してそれほど急峻な地形を示さないが、その東側では局所的に急崖地形の

註3) 2) は引用文献の番號を示す。以下同じ。



第2圖 a 恵庭・千歳鉦山



ところもある。

3. 一般地質

本地域の地質は第2図に示した通りである。中新世の堆積物と考えられる泥岩・砂岩・凝灰質砂岩および角礫凝灰岩等がこの附近の噴出岩類の基盤をなし、恵庭鉱山東部より北部に広く標式的分布を示しており、これらを一括して漁層とする。その一部はオコタンベ附近および美笛川下流にみられ、美笛川附近ではその下位に帯緑色安山岩質凝灰岩が存在しこれを美笛層註4)とする。

これらを直接蔽う噴出岩類はプロピライト化した初期の安山岩質噴出岩類である。これは南北において、その原岩の性質を異にし、南部のものは集塊岩様あるいは角礫凝灰岩質のものを主とする噴出岩類で、北部では南部のものを蔽う形で輝石安山岩質および石英安山岩質熔岩がみられる。恵庭鉱山および千歳鉱山はこれらのなかに胚胎する含金石英脈を彥行の対象としている。

これらの噴出岩類を蔽い、石英粗面岩質凝灰岩が南部千歳鉱山附近にみられ、含金石英輝石安山岩質熔岩は小漁岳を形成しており、石英安山岩質あるいは石英斑岩質の岩脈が漁川流域およびオコタンベ湖西部において、第三紀層または前記の噴出岩類を貫ぬいている。これらはいずれもプロピライト質噴出岩類とは同時あるいは直後の産物と考えられ、同様の変質作用を蒙っている場合が多い。

その火山活動以後、漁岳および丹鳴岳を形成する熔岩の流出があり、本地域の北方の空沼岳、東方の紋別岳、南方の白老岳等と期を同じくするものである。これらはいずれも安山岩質であり、ほとんどプロピライト化していない。丹鳴岳形成の際には、その前にやゝ石英粒に富む凝灰岩の抛射があつたようである。

美笛川中流の西方には、さらに後の流動状玻璃質紫蘇輝石安山岩質熔岩流がみられる。

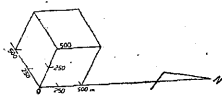
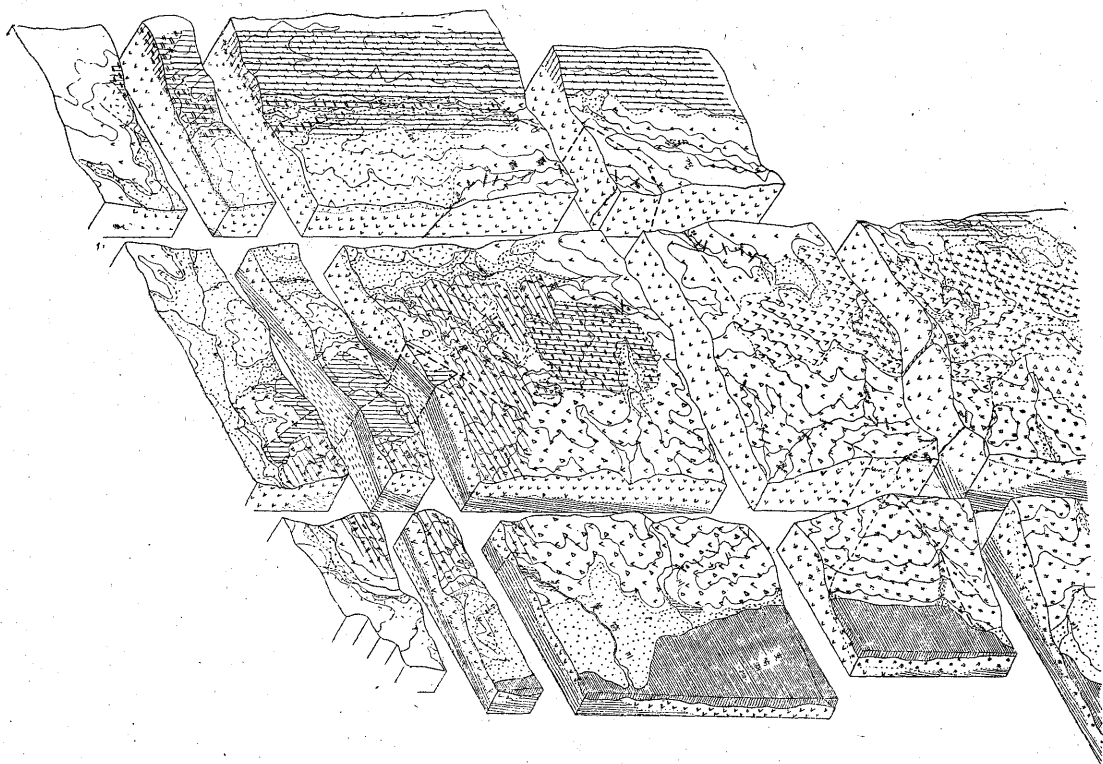
以上は大体第三紀末期までのものであるが、洪積期に入ると、本地域でも相当な分布をみる支笏泥流が広く第三紀層および噴出岩類を蔽っている。これは支笏湖盆陥没期の一大火山活動に伴う噴出物²⁾と考えられている。

支笏湖盆陥没後の支笏火山最終期の噴出物の一つである恵庭岳は、支笏湖北部に円錐形の急峻な山相を呈する塊状火山で、種々の安山岩質熔岩よりなっている。これは支笏湖を挟んで南部に屹立する風不死岳および樽前山とその噴出期を同じくする³⁾。

4. 基底地質について

本地域で種々の噴出岩類の基盤をなすものは、前述の

註4) これは実際の露頭では認め得なかつたが、千歳鉱山で行つたボーリングの結果によるものである。そして断層によつて漁岳西部にみられる凝灰岩層はこの一部であらうと考えている。



- 第4紀層 河成段丘及び氾濫原地積物
- 患庭山噴出物
- 支物泥灰
- 流動性玻璃質新蘇輝石安山岩質熔岩
- 丹島色熔岩
- 丹島島嶼噴出物
- 魚島后期熔岩
- 魚島前期熔岩
- 石英安山岩脈岩類

第2圖 b 患庭・千歳

ごとく患庭鉦山東部から広く北部へ分布し、またオコタンペ附近および美笛川下流に局部的に露出する新第三紀層であり、それ以前の地層はまったくみられない。

ここに漁層と仮称したものの中で、北方において、黒色あるいは暗灰色の硬質泥岩および同質泥岩と中粒の灰色砂岩との互層を主とするものを下部硬質泥岩層としその上部の灰色の粗粒または中粒の砂岩・凝灰質砂岩および角礫凝灰岩あるいはやゝ緑色を帯びた凝灰岩よりなるものを上部凝灰質砂岩層とする。それらの標式的露出は患庭鉦山東部より北部光竜鉦山への地域に連続してみられる。オコタンペ附近には上部層、美笛川下流には下

部層がそれぞれ局部的に認められる。

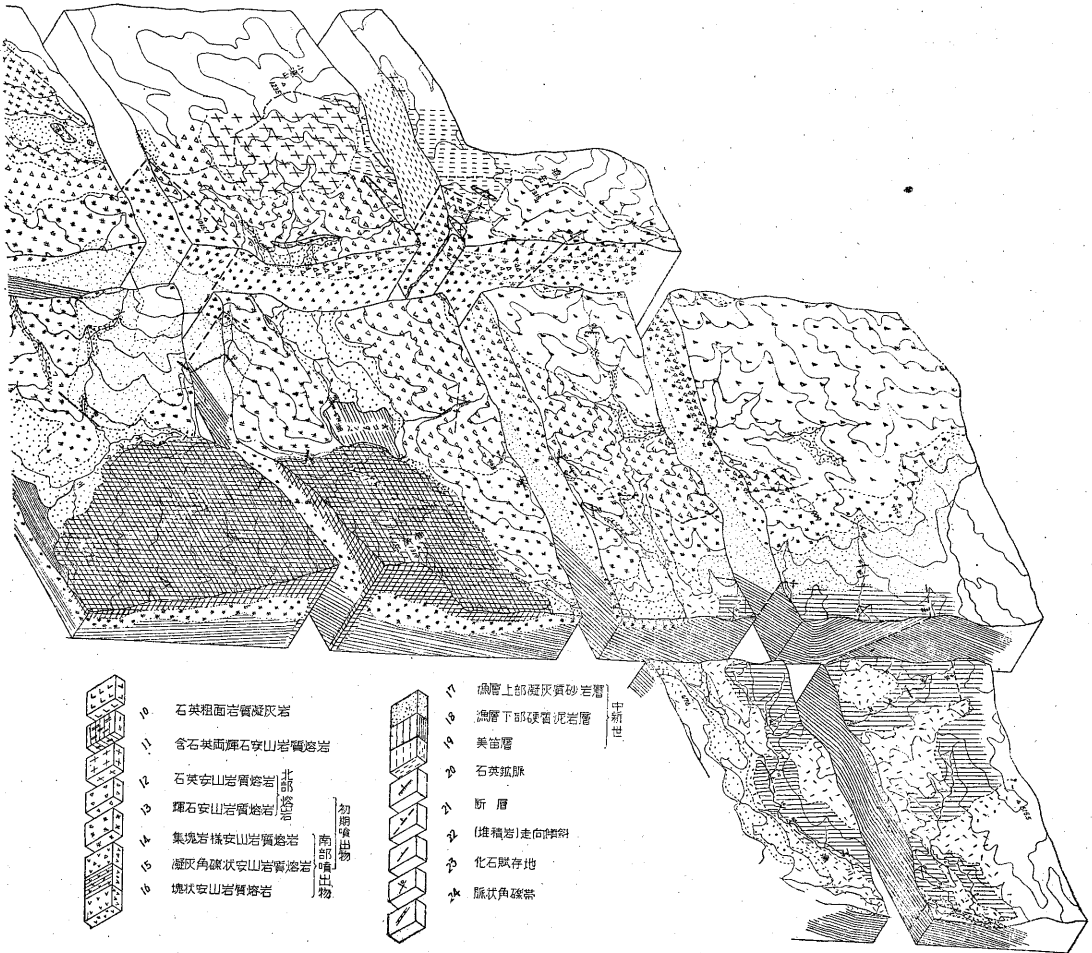
下部硬質泥岩層は漁川の兩岸で断崖絶壁を形成する附近では、小規模な地殻変動(註5)によつて僅かに褶曲し、向斜あるいは背斜構造を示しており、数多くの小断層により寸断されているが、一般に緩傾斜で大略その上下関係を明らかにすることができる。その下部の砂岩と泥岩の互層する附近には *Sagarites chitanii* MAKIYAMA の化石を含み、石炭の薄層を挟むところがある。その上部には暗灰色ないし黒色の泥岩が連続し、局部的に凝灰質

註5) この地變は初期の噴出岩類の噴出に伴なうものであろう(南方のものとき北方のものとは不明である)。

砂質泥岩との約 0.1 m 位の互層がみられるが、本層は褶曲少なく、走向 N 20°W~N 20°E、傾斜 40°W の単斜状をなす。さらにその上部の黒灰色泥岩中に、僅か 1 露頭のみであるが、化石の密集するところがあり、動物化石および植物化石を同時に保存している。それらの化石は次の通りである(註6)。

色の凝灰質角礫岩となり、プロピライト化した初期噴出岩類に近づくに従って、著しく発達する。この層は一般に粗鬆な岩質を示し、化石類はまったく見出せない。

美笛層としたものは千歳鉱山附近美笛川支流五線の沢にみられる暗灰色泥岩層、および凝灰質砂岩層註7)の下位にある安山岩質緑色凝灰岩を主とするものである。こ



附近立體地質圖

Echinosoma sp.

Tellina sp.

Lucina sp.

Rotalia sp. (Foraminifera)

Fagus sp. (ブナ属)

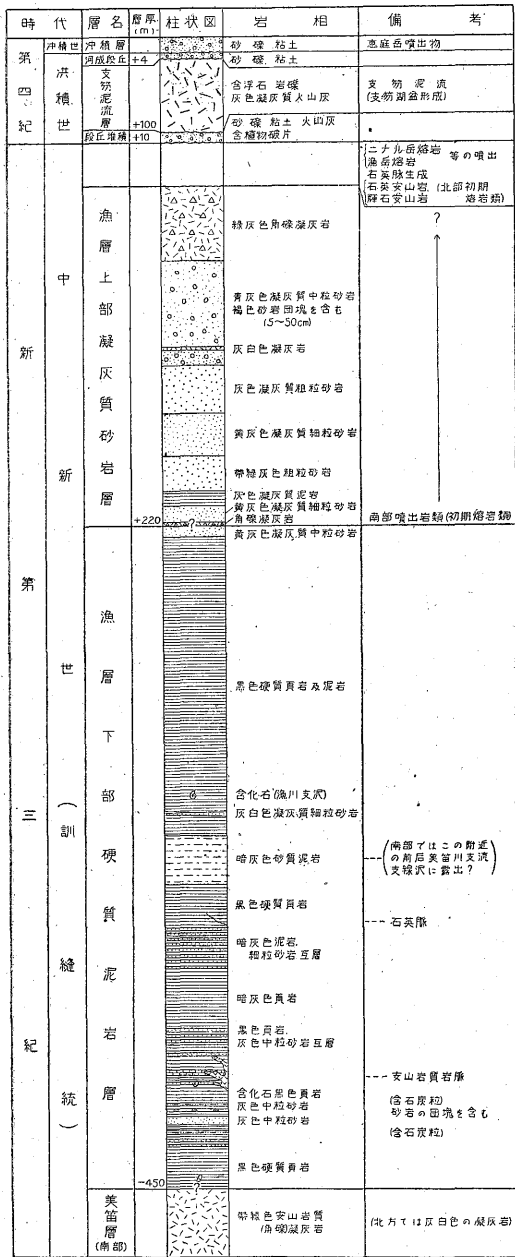
上部凝灰質砂岩層は、前記の泥岩層より整合的に酸化し、一般に単傾斜を維持し、大体 N 20~50°E、40°NW の走向・傾斜をもっている。下部から灰白色の粗粒砂岩、同色の凝灰質砂岩が大部分を占め、上部で帯緑灰褐

れに前註に記したようにボーリングによつて確められたもので、両者の関係およびそれ自身の性質も明らかでないが、一応漁層の下位にくるものとした。この地層の一部と思われるものが漁層の南西部に断層を隔てて露出している。それは明礬石化あるいは珪化等の変質作用を蒙つて灰白色の外観を呈する凝灰岩である。

上述の各基盤層の層序および岩質等を、この附近の地

註6) この鑑定は對馬坤六によつた。

註7) これは礫層下部硬質泥岩層の一部で、明らかな層理が見られるが一定しておらず南部噴出岩類の周縁部では角礫化作用を受けており、凝灰質の角礫を含んでいる。これは明らかに堆積直後の火山活動の直接これに與へた動的影響を思わせるものである。



第3図 模式地質柱状図

質層序とともにまとめて示せば第3図のようである。
 こゝに魚層下部硬質砂岩層は、その化石および岩質より、北海道南部において中新世上部の八雲統⁸⁾とされているもの、すなわち定山溪附近の板割沢層⁹⁾に酷似するが、採集化石や、石灰を含む附近の岩質により訓縫統の一部と考えた方が妥当であると思われる。また上部凝灰質砂岩層も岩質からは下部鮮新世の黒松内統、すなわち定山溪附近の簾舞層に相当するものと考えられるが、下

部層より整合的に連続することからやはり訓縫統の上部に属するものとしておく、従つて美富層と魚層との詳細な関係は不明であるが、美富層は訓縫統またはそれ以前のものである。

本地域にみられるこのような地層の時代決定には、論議の余地があるが、一応上記に従えば初期噴出岩類はすべて訓縫期あるいはそれ以後の火山活動によるものであり、南部のものは附近に魚層の上部層を欠いており、下部の泥岩には前脚註に示したような現象が見られるから魚層下部の上位の時期に火山活動のあつたことを思わせるものがあり、初期噴出岩類の活動期には2つの時期が考えられる。

5. 噴出岩類および脈岩について

本地域に広く分布する噴出岩・脈岩等は、その噴出や貫入の時期に従つて次のように分けられる。

- (1) プロピライト質初期噴出岩類 (5.1)
 - a) 南部噴出岩類 (集塊岩様角礫凝灰岩質安山岩質熔岩類) (5.1.1)
 - b) 北部噴出岩類 (5.1.2)
 - ① 輝石安山岩質熔岩
 - ② 石英安山岩質熔岩
- (2) 含石英一兩輝石安山岩質熔岩 (5.2)
- (3) 石英粗面岩質凝灰岩 (5.3)
- (4) 石英安山岩質 (あるいは石英斑岩質) 脈岩類 (5.4)
- (5) 漁岳熔岩 (5.5)
 - a) 前期熔岩 (兩輝石安山岩質) (5.5.7)
 - b) 後期熔岩 (紫蘇輝石安山岩質) (5.5.2)
- (6) 丹鳴岳熔岩 (兩輝石安山岩質熔岩) (5.6)
- (7) 流動状玻璃質紫蘇輝石安山岩質熔岩 (5.7)
- (8) 支笏泥流 (石山凝灰岩または白老泥流) (5.8)
- (9) 恵庭岳噴出物 (5.9)

これらはいずれも支笏泥流および恵庭岳噴出物を除いて、主として支笏湖盆陥没前のものである。次にこれらの産状および性質について述べるが、恵庭岳噴出物^{註8)}については省略する。

5.1 プロピライト質初期噴出岩類

これは本地域の北から南へ一見一様に分布するプロピライト質の灰緑色の噴出岩類で、恵庭山附近からオコタンベ附近に分布するものと、南部の千歳山附近に発達するものとは、その産状および性質を異にしていることはすでに述べた。しかしこれらは一様に同様な変質作用を蒙り、またこゝで問題になる含金石英脈をいずれも胚胎していることから一括したものである。

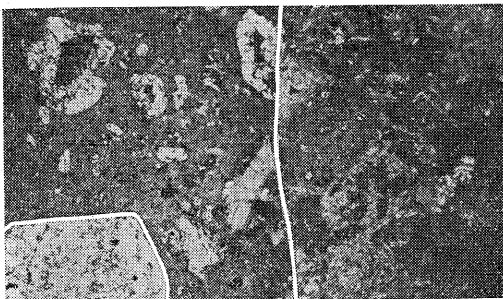
註8) これは文献 2) および 5) 参照のこと。

5.1.1 南部噴出岩類

これは全般的にみれば集塊岩様角礫凝灰岩質安山岩質熔岩というような複雑な外観を呈するが、ニナル川附近では集塊岩様角礫状熔岩が多く(その産状および鏡下の状態を図版I(a)(b)に示す)。五線沢または一の沢附近



図版 I 集塊岩様變質安山岩質熔岩
a ニナル川流域における産状
肉眼的に角礫部もマトリックス部も同質の安山岩の組織を示している



b 同上の角礫部とマトリックス部のコンタクトの顕微鏡寫真
(11 = コル, X18)
左=角礫部
右=マトリックスの部分。ヤマト變質度高く凝灰質である。

から、鳴尾沢 上流にかけては角礫凝灰岩質であり、舞鶴沢および黄金沢附近より北部には比較的塊状のものが多く、福神鉱床附近ではこれらの混交した状態のものである。しかしこれらの間の境界は明らかでない。これらのなかにはわずかに変質し局部的に新鮮な感じを与え

註9) あるいは脈岩様を呈する。

る普通の塊状安山岩質熔岩^{註9)}もあり、純然たる緑灰色凝灰岩あるいは角礫凝灰岩または緑色凝灰質砂岩も存在し、これらが混交しているが、いずれにしても非常に複雑な火山噴出物の一部と考えられる。

こゝにみられる安山岩質熔岩類の原岩はほぼ同一の性質を示すのが常で、それは後述の北部噴出岩類中の輝石安山岩質熔岩に相似の性質を示すが、局部的に石英の斑晶の認められることもある。外観は灰緑色ないし帯褐暗緑色を呈し、比較的硬質である。しかし風化または粘土化作用によつて、帯緑灰褐色のきわめて粗鬆な凝灰質にみえる場合もあるが、前述のいわゆる凝灰岩質のものとは異なる。この場合は多かれ少なかれなんらかの変質作用を蒙り、硫化鉄鈦の鈦染をみる。この斑晶は斜長石および普通輝石を主とし、時には斜方輝石もみられるが、一般には変質し、方解石・緑泥石に化し、特に輝石類の変質が著しい。石基は玻璃質に富む場合もあるが普通玻璃基流品質あるいは毛氈構造で、斜長石・普通輝石・磁鉄鈦よりなる。しかし一般に変質し、緑泥石・方解石・絹雲母時には曹長石および氷長石の形成をみるが、緑簾石化はほとんどみられない。硫化鉄の鈦染もみられ、磁鉄鈦もこれに交代されており、緑泥石様物質あるいは粘土化作用による非晶質物質で汚染されているところもある。また石英脈が発達し、硫化鈦の鈦染する鈦床地帯では、脱玻璃作用およびそれに伴う珪化作用が著しく、カオリン化も普通である。

千歳鉱山は、この中の含金石英脈を稼行しており、恵庭鉱山より種類の多い随伴鈦物の存在が認められている。

5.1.2 北部噴出岩類

輝石安山岩質熔岩—これは主として北部の比較的東部に分布し、前述の漁層上部の凝灰質砂岩層の凝灰質砂岩または角礫凝灰岩等と接し、これらを蔽つている。一般に帯緑暗灰色の堅硬な岩石であるが、風化したところでは帯緑灰褐色を呈し、著しく変質したものは暗緑色ないし灰緑色で、粘土化作用のすすんだところでは帯白褐色または緑色となり粗鬆である。節理・裂隙が発達し、時に玉葱状構造を呈する。斑晶では斜長石および磁鉄鈦の結晶のうち僅かに変質作用を免かれているものがあるほかは、輝石類はほとんど変質し、僅かに結晶形のみを留めているにすぎない。石基はほとんど斑晶と同一鈦物よりなつていようであるが、所によつては石英のみられることもある。僅かに脱玻璃作用のみを蒙つたものだけが、玻璃基流品質の構造を止めている。

緑簾石の形成は比較的少なく、オコタンベ附近のフレイ川下流の著しく粒状化作用^{註10)}の進んだものうち

註10) この附近は、石英脈の発達も特に著しいというわけではなく、鈦床の形成のみみられない。

にみられるにすぎない。曹長石化もきわめて少ない。このような変質作用は石英脈の発達する附近のみとは限らず、割合に広く認められる。

石英安山岩質熔岩—これは前記のものと同じく主として恵庭鉱山附近からオコタンベ湖南部に分布し、オコタンベ湖西側において輝石安山岩質熔岩の後に噴出し、これを蔽つたものようである。その外観も非常に類似の性質を示し、識別し難いが、石英の明瞭な斑晶がみられるところもあり、この熔岩中に同質の角礫状あるいは集塊岩状構造を示す地域が前者に比して多くみられ、両者は区別できるようである。

鏡下においては、比較的新鮮な外観を呈する岩石でさえも、斜長石・磁鉄鉱および丸珠を帯びた石英の斑晶の一部を除いてはほとんど変質し、輝石類も大部分その結晶形のみをとどめているにすぎず、石基も玻璃基流晶質であることを察知しうる程度で、ほとんど前記の輝石安山岩質のものと同様の性質を示し、蒙つた変質作用によつてもほとんど同様な鉱物類の形成をみるものである。

5.2 含石英両輝石安山岩質熔岩

オコタンベ湖西部にみられ、小漁岳を形成するものようである(註11)。これと前記の噴出岩類との境界は明らかでないが、その変質作用の弱さ、あるいはほとんど石英脈のみられないこと、および漁岳南部においてこの熔岩流が美笛層の一部の凝灰岩層を蔽うような産状から、それらより後の噴出物と考える。外観は帯緑暗灰褐色で節理に富み、堅硬なものと、風化作用により粗鬆となつたものがある。局部的に節理に沿う風化作用の影響で球状をなし、集塊岩様の組織を示す。斑晶は斜長石・輝石類および磁鉄鉱で、斜方輝石はほとんど緑泥石および方解石に変化しているが、普通輝石および斜長石はかなり新鮮な結晶を残している。石基は斜長石・輝石類・石英・磁鉄鉱であるが、前2者は方解石化・緑泥石化している場合が多い。一般に玻璃基流晶質あるいは毛氈状構造を示し、硫化鉄鉱の鉱染のはなはだしいものもある。石英は融蝕され、気泡包囊の形をとる。

5.3 石英粗面岩質凝灰岩

美笛川中流、千歳鉱山福神鉱附近より北方および鳴尾岳附近に分布し、初期の南部噴出岩類を蔽うものである。その噴出期は北部の初期熔岩類の末期の頃と考えられる。一般に帯緑黄褐色で粗鬆、美笛川に露出するものは石英の結晶粒が多く、プロピライト質の岩礫、稀に花崗岩質・泥岩質あるいは凝灰質砂岩等他種の岩礫を含むことが多い。その含有鉱物粒または玻璃質部は変質して方解石・緑泥石あるいは緑泥石様物質に化し、硫化鉄の

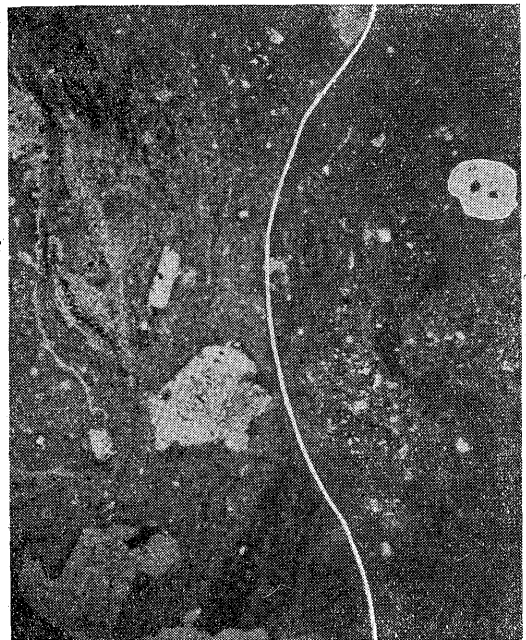
鉱染もみられ、酸化鉄により汚染されている。鳴尾岳附近のものは同質であるがやゝ安山岩質で、石英脈の貫入も著しい。局部的に美笛川流域では、この上部に水平に近い偽層を呈する凝灰質砂岩層が薄く(約10m位)みられ、これを挟んで流動状玻璃質紫蘇輝石安山岩に蔽われている。

5.4 石英安山岩質(あるいは石英斑岩質)脈岩類

この附近に認められる脈岩類は上記の初期噴出岩類および漁層下部の黒色泥岩層を貫ぬくもので、それ自身も変質作用を蒙るかあるいは硫化鉄が鉱染しており、いずれもほぼ同質である。

恵庭鉱山東方において泥岩層を貫ぬいて、肉眼的に帯緑暗灰色の幅2m(一)位の岩脈をなしているものは、母岩の周縁に著しい角礫化作用を与えている。これは有色鉱物をほとんど欠き、斜長石の斑晶は大部分粘土化し融蝕された石英および石基を形成する玻璃質の部分のみが残されている石英安山岩質のものである。鏡下において、これらの境界には流動構造を示し、単なる角礫化帯と見過すような奇態な様相を呈している(図版II)。

漁川上流およびオコタンベ湖西部にみられる岩脈は、いずれも前述の北部熔岩中の石英安山岩質熔岩を貫ぬき暗緑・灰褐色の緻密堅硬な石英斑岩質を示す石英安山岩の岩脈であるが、これもまつたく有色鉱物を欠いている。斑晶は石英と斜長石(An 57~62)のみからなつており、



図版 II 漁川における泥岩と脈岩とのコンタクトの部分の顕微鏡寫真(11=ニール、×18)
左=流動構造を示す石英安山岩質脈岩
右=角礫状を呈する泥岩

註11) これと同質の熔岩は光籠鉱山北方で空沼岳熔岩の一部と考えられるものなかにみられる。前出文獻1)

石基も同様で、磁鉄鈦少なく、緑泥石化作用および黄鉄鉱の鈦染がみられ、一般に塊間構造を示す。このなかの斜長石はカオリン化あるいは曹長石化しているものもある。

これらの岩脈は産状において含金石英脈と無関係である。

5.5 漁岳熔岩

これは漁岳を形成し、西部において前記の初期噴出岩類を直接蔽っているものである。この岩質および産状から一応前期と後期の熔岩に分けたが、その境界は明らかでない。

5.5.1 前期熔岩

両輝石安山岩質熔岩で、外観帯褐暗灰黒色、緻密堅硬の新鮮なものであるが、僅かに緑泥石化あるいは硫化鈦の鈦染をみるところもあり、局部的に幅 1.0 cm 前後の薄い方解石脈が、僅かにより細い石英脈を伴なつてみられるところもある。斑晶は斜長石・紫蘇輝石・普通輝石および磁鉄鈦よりなり、石基は明らかに玻璃基流晶質を示して、斜長石および輝石類よりなる。この岩石も集塊岩様あるいは角礫状の組織を留めたものもあり、これは熔岩流出後の局部的地変を物語るものである。

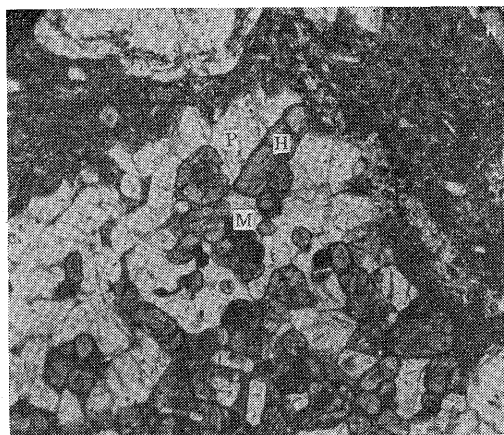
5.5.2 後期熔岩

前期のものに比して紫蘇輝石を非常に多く含有するもので、紫蘇輝石安山岩質とする。これと前期熔岩とは漁川上流で断層で接するところもあるが、実際には前期のものを蔽つたものであるが、両者をあわせた熔岩の中心部を形成するものであるかは詳かでない。外観は前期熔岩とは同様の性質を示すが、一般に変質少なく石英脈および方解石脈はほとんどみられない。斑晶は主として斜長石・紫蘇輝石よりなり、普通輝石および磁鉄鈦は僅かである。図版 III に示すように、斑晶の斜長石は聚斑晶 (glomeroporphyritic) をなす場合が多く、そのなかに半自形または他形の紫蘇輝石^{註12)}が Poikilitic 状に入り込んで、それらが1つの斑晶を呈するような構造を示すものが認められる。これはノーライト質の同源包襲物 (Cognate-inclusion) であろうが、それらの斜長石および紫蘇輝石の性質が他の斑晶のそれとまったく同じで他の斑晶の場合と同様、石基との境界になんらの変化もないことから、これは単なる包襲物とのみ考えられず、ノーライト質岩漿とこの安山岩質岩漿との間の密接な関係のあることを思わせるものである。

5.6 丹鳴岳熔岩

丹鳴岳を形成する熔岩の露出はきわめて僅かで、その頂上に断崖を形成し、一部フレナイ川の上流および美笛川の最上流部にみられるにすぎず、その他の地域では、

註12) 時には普通輝石が加わる。



図版 III 漁岳熔岩(後期)中の聚斑晶状構造を示す顕微鏡写真(1ニコール, ×55)

P=Plagioclase
H=Hypersthene
M=Magnetite

その噴出前の石英粗面岩質凝灰岩あるいは他の抛出物の上部附近に転石として見出されるのみである。

これは漁岳後期熔岩と同じく比較的紫蘇輝石に富む両輝石安山岩であり、外観も鏡下の性質も同じで、斜長石および輝石類の聚斑晶構造を示すところもある。しかし美笛川上流に露出するものは、やゝ玻璃質に富み、これは漁岳前期熔岩に酷似する。そのような性質から漁岳熔岩とは噴出期を同じくするものであろうと考える。

5.7 流動状玻璃質紫蘇輝石安山岩質熔岩

これは千歳鉱山の北西部の美笛川を挟む丘陵台地にのみみられるもので、帯褐灰黒色の堅硬な熔岩で、北部ではやゝ灰緑色を呈し、粗鬆な部分がある。柱状節理とともに板状節理が著しく発達し、肉眼的にも流動構造の発達がみられる。鏡下では斑状構造は呈するが、著しく玻璃質で、風化作用により酸化鉄あるいは他の非晶質物に富み汚濁している。斑晶は斜長石・紫蘇輝石を主とし、普通輝石・磁鉄鈦もみられる。斜長石以外の結晶は比較的小さくその $1/2 \sim 1/3$ 位のものが少なくない。石基は前述のごとく玻璃質に富み、やゝ隠微晶質で流動構造が明らかである(図版 IV)。長石あるいは石英質の珪酸鈦物よりなる球顆構造を示し、輝石類の存在は少ない。またいわゆる熱水性の変質作用はほとんど蒙らず、風化および粘土化による汚染物質が多い。

以上の熔岩類は、いずれも新第三紀の中新世から末期にかけてのいわゆる古期噴出岩類と思われるものであるが、最後の流動状玻璃質紫蘇輝石安山岩質熔岩はその産状、性質ともに他のものと著しく相異なるものであり、第三紀最終期のものか第四紀初期のものであるか明らかでない。しかしこれら熔岩類の主要組成鈦物(斜長石・

第 1 表

噴出岩および 原岩名称		原岩の斑晶およびその性質				量 比	石基の構造 および鉱物	変質作用により 生じた鉱物	備 考	
		①斜 長石 An %	②斜方 輝石 2V	③ 単斜輝石 2V	④ CZ その他の鉱物					
初期 噴 出 岩 類	南 輝石 安山岩	70 (±)	ほと んど なし	(+)66	43 (±)	Magnetite (少)	①>③>④	やゝglassyな Hyalopilitic~Pilotaxitic 構造析木状 Plagioclase および輝石 Magnetite (Quartz) を含むことあり	Chlorite (albite) Calcite (adularia) Sericite (pyrite) Quartz Sulphide etc.	Basic
	北 輝石 安山岩	?	ほと んど 変質	(+)60 (± ?)	45 (± ?)	Magnetite (少)	①>③>②>④	構造同上 余り glassy でない 鉱物同上	Chlorite Sericite Calcite (pyrite)-Epidote Sulphide etc.	(Acidic Taff)
	部 石 英 安山岩	64 (±)	変質	変質	変質	Quartz Magnetite	①>②+③>④	Hyalopilitic 構造 Plagioclase, Pyroxene Magnetite, Quartz	Chlorite (pyrite)-Calcite Sulphide Sericite	
	含石英輝石安山岩	70 (一)	ほと んど 変質	56(±)	55 (±)	Magnetite	①>③>②>④	Hyalopilitic および Pilotaxitic 構造, Plagioclase, Pyroxens, Quartz Magnetite.	Chlorite Calcite (pyrite)-Sulphide	
	脈岩類 (特に石英安山岩)	57~ 62	—	—	—	Quartz Magnetite	4>①	非常に glassy なものと intersertal な構造を示すものがある plagioclase, Quartz, Magnetite.	Chlorite (pyrite) Calcite Sulphide albite	(Acidic)
	漁岳熔岩前期	73~ 80	(-)58	(+)58 58~68	34~ 38	Magnetite	①>③>②>④	Hyalopilitic 構造 Plagioclase, 両輝石よりなる, これに Magnetite	Chlorite	
	漁岳熔岩後期 (および丹鳴岳熔岩)	63~ 72	(-)56~70	(+)52	50	Magnetite	①>②>③>④	Hyalopilitic 構造 Plagioclase, 両輝石	ほとんどない	Basic
	流動状玻璃質紫蘇輝石安山岩	60~ 63	(-)61	(+)45 (±)	35 (±)	Magnetite	①>②>④	非常に glassy で Fludalistic を示し, Spheroidal 構造著し, Magma, (Pyroxen) Magnetite	ほとんどない	(やゝ Acidic)

註) 斑晶の量比は変質してもその結晶形で判定できるものは > で示した

輝石類)には共通するものがあり、地域を同じくして火山活動を惹起した岩漿の間になんらかの関連性あるを思いこれらの顕微鏡的性質を一括して比較対比すれば第1表のごとくである。

この表から、期を同じくするもののなかで、比較的後のものほどやゝ酸性を帯びる傾向があり、これにそれぞれの間隙にみられる凝灰岩類の性質をも加味すると、こゝでも幾つかの塩基性から酸性への輪廻が火山活動に伴なつて繰返されたようである。

5.8 支笏泥流

支笏湖盆を中心にきわめて広い分布を示し、北部では

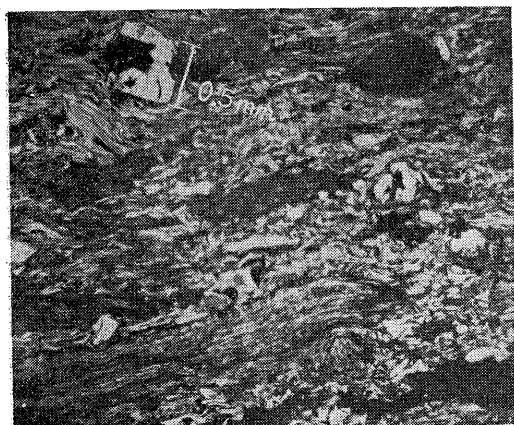
石山凝灰岩、南部では白老泥流とも称せられている。この地域ではオコタンベ附近を挟んで南北に分布するが、オコタンベ附近ではかなりの区域が無露出地帯で、それが浸蝕によつて削割されたものか、南と北でその中心を異にするものが不明であるが、洪積期の比較的初期の支笏湖盆の陥没を伴う支笏火山の一大噴出物と考えられている凝灰岩質泥流の一部である(図版V)。

外観は灰白色ないし淡褐色を呈しところによつて暗灰色を呈する粗鬆な未凝固なものが多い。このなかには安山岩類・プロピライト類等この地域でみられる限り註13)

註13) 蒸発岩噴出物を除く。



図版 IV 流動構造を示す玻璃質紫輝石
安山岩の顕微鏡写真(11 = コル, ×18)
H=Hypersthene
P=Plasioclase
M=Magnetite
こゝでは球状構造はみられない



図版 V 千歳阿釧山附近の泥流(泥礫岩)の顕微鏡写真
(11 = コル, ×18, ほとんどガラス質物質よりなる)

の前述の各種火山岩塊を含み、時に花崗岩質のもの、または泥岩・砂岩等の角礫もみられるが、その大きさは熔岩類に比して小さく、径 2~3 cm 位のものが多い。そして多くの条線状の絹糸光沢を有する軟弱な白色浮石礫を普遍的に含んでいるのが特徴である。これらのいろいろの岩礫は凝灰質の火山灰で充填されている。

この泥流は新第三紀層および前述の噴出岩を広く蔽っているが、露出して基盤層と直接するところは少なく、多くは断層あるいは不整合の形でみられ、不整合の場合はそれらの間に砂・礫・粘土または他の火山灰層などが挟まれている。第3図の柱状図にも示した通り、その下部および上部が、洪積層の河成段丘堆積物であることは露出で明らかで、この泥流の噴出期は洪積期の比較的初期または中期と考えて間違いないであろう。

6. 鉱床について

この調査研究は主として地表調査を基とした資料により地質と鉱床との関係を明らかにしようとしたものであるから、鉱床自体の個々の問題については別掲の報文^{註14)}を参照願いたい。こゝでは野外にみられた鉱床を中心にその概略を簡単に述べる。

この地域の鉱床は、前記の初期噴出岩および新第三紀層中に胚胎する浅熱水性裂隙充填含金銀石英脈で、金および銀を稼行の対象としており、それに附随する硫化鉱にはほとんど稼行に堪えるものはない。この石英脈の分布状態は第4図に示す通りで、そのおもな鉱山は恵庭鉱山および千歳鉱山であり、北部に光竜鉱山^{註15)}がある。

恵庭鉱山(胆振国千歳郡恵庭町)は漁川上流附近にあり昭和5年皆川愛次郎の経営以後、日本鉱業を経て現在油谷鉱業の手に移っているが、第2次世界大戦中に閉鎖し目下その再開準備中の模様である。

鉱床の母岩は主としてプロピライト質の北部初期噴出岩類であるが、その東部では漁層下部硬質泥岩中の石英脈をも採掘した形跡がある。その分布状態は第4図に示した通りであり、漁岳前期熔岩中に見られる石英脈・方解石脈の細脈については、その含金量はまったく不明である。

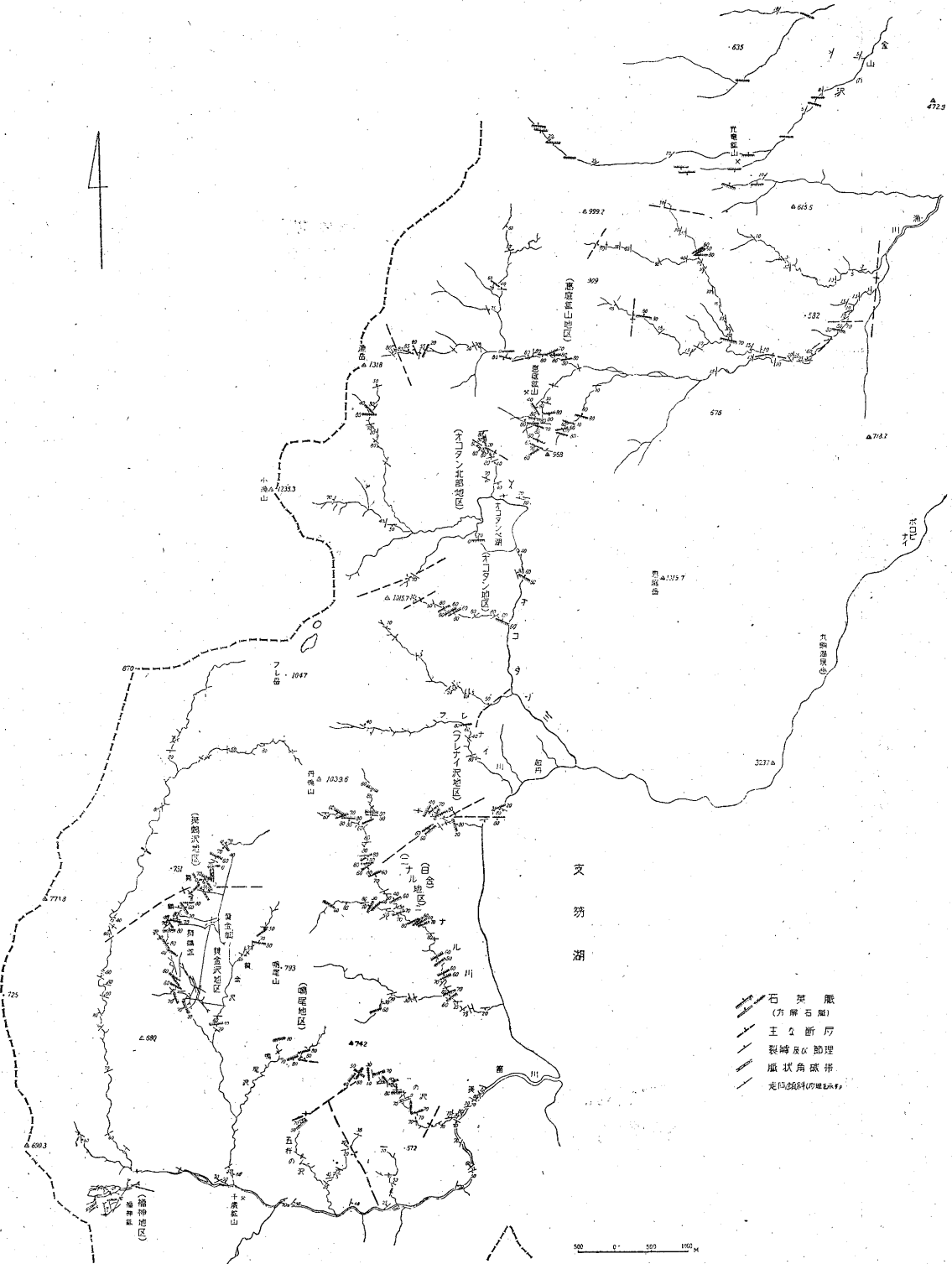
この鉱山附近の石英脈は幅1cm前後のものから40~60cmにおよび、さらに脈幅の大きなものは、これらの集合したものとみられる場合が多い。これらには著しく分岐脈が発達し、富鉱部では不規則に曲折し、不定形の空隙がみられ、福富忠男教授^{註16)}はこれを「迷路」状構造と称している。この大小区々の脈は、野外でも一般に走向 E-W から N 70°W、傾斜は垂直あるいは N または S ~ 80° 前後、あるいは N 30~80°W、70~80°NW の一定した方向性が認められる。このうち前者の傾向は初生的主脈に多く、後者は後次的附随脈または分岐脈に多い。

この含金石英脈には、方解石脈が伴うこともあるが、それぞれ単独に発達する場合が多く、その場合には方解石脈は一般に細脈である。石英脈の母岩に接するところでは、石英は普通粒状で、続いて縞状あるいは輪状となることもあり、鉱脈の中央部に晶洞が発達し、結晶も大きくなり、櫛状構造を呈し、方解石はこれを充填して存在することもある。鉱脈が母岩の周縁部において角礫状を呈することがあるが、これは裂隙生成に伴う小さな亀裂を鉱液が充填し、母岩の一部を交代したものと考

註14) 恵庭鉱山の坑内調査の結果については 高島彰・高島清の報告(未刊)、千歳鉱山については高島清(未刊)および藤本明則(文獻 6))、總括的には 福富忠男(文獻 7))

註15) 齋藤正雄: 文獻 1)

註16) 文獻 7) (その図版もある)



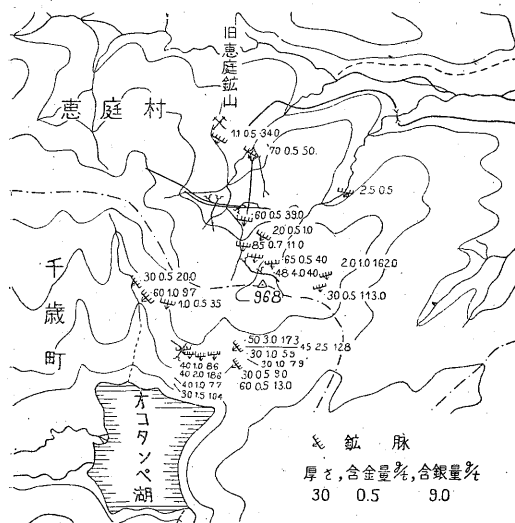
第4圖 恵庭・千歳兩鉱山附近の含金石英脈の分布圖

られる。

野外にみられる鉱脈に黒色の部分の伴なわれることがあるが、これは酸化したマンガン鉱で、反射顕微鏡下に黄鉄鉱と方鉛鉱の微晶がみられるのみである。坑内では別に輝銀鉱の存在が明らかにされている。

母岩は鉱脈附近で特に著しい変質作用を蒙つた跡を示すことが少なく、明瞭な境界を有し、前述の一般的な変質のみがみられる場合が多い。この母岩のなかで、鉱脈と直接することなくその延長方向とまったく平行した裂罅が、同一母岩の角礫によつて充填された脈状角礫帯をみることがあるが、これは脈の貫入前に生じた裂罅に沿う小規模な断層角礫化作用によるものであろう。このようなことと、他の裂罅あるいは節理なども鉱脈に平行なもののあることは、母岩自身の構造と鉱脈との密接な関係をおぼわす。

記録によれば、当鉱山の主脈の総延長は 650 m、その鉱脈には東方に 100 m、西方に 100 m の富鉱体があつて、前者は金 17~18 g、銀 150~160 g、後者は 8~9 g および 45~50 g の平均品位をもつていた。



第5図 恵庭鉱山附近高品位含金脈分布圖

参考のために、こゝに恵庭鉱山附近の露頭で、0.5 g/t 以上の金を含有する鉱脈の分布状態を品位図^{註17)}を引用して示せば、第5図の通りである。

千歳鉱山(胆振国千歳郡千歳町宇美笛)は本地域の南部の大半を占める鉱区^{註18)}をもち、美笛川に沿う附近が現在おもに採掘されている。昭和10年中島門吉の採掘に始まり、昭和13年千歳鉱山株式会社の手に移つて以来、活潑な操業が続けられ、第2次世界大戦中の金鉱業整備

註17) 日本鉱業採掘中に作成されたもの。

註18) 胆振国探登第54号、第100号

に際し保坑鉱山に指定された^{註19)}。終戦後再開し今日に至つている。

本鉱山はおもに前述の南部初期噴出岩類中の鉱脈を稼行しており、鉱脈の分布は第4図に示した通りである。その鉱床区は次のように分けられている。すなわち、福神沢地区・黄金沢地区・舞鶴沢地区・鳴尾沢地区(現在休止状態)で、露頭地区には白金地区(ニナルシュトマイ川上流)・フレナイ沢地区・オコタン地区がある。露頭地区は交通きわめて不便であるので、その稼行は今後の問題である。

含金石英脈は各所に平行脈の発達をみ、幅 0.01 m から 2.3 m にもおよぶものもあるが、広いものは恵庭鉱山附近と同様のいろいろの鉱脈の集合と見做しうる場合が多く、膨縮もはなはだしく、平均すれば 0.5~1.0 m 位のものゝ通例稼行対象となる。こゝの鉱脈には縞状構造や多く千歳型^{註20)}とも称せられ、それに伴う富鉱体には「銀黒」も発達するが、これは福神鉱床に著しい。

この石英脈の方向性は、当鉱山附近の南部と北部では趣を異にしており、各地域の坑内に認められた性質は第2表のようである^{註21)}。

第2表 (藤本氏*による)

鉱脈名	走向・傾斜	幅員(m)	延長(M)	鉱床区
舞鶴本鍾	N80W 80SW	1.5	1,000	舞鶴沢
鶴王 "	N30W 85SW	0.5	500	"
黄金沢 "	N70E 80SE	1.2	600	黄金沢
福神 "	N45E 70NW	1.0	450	福神沢
大黒本 "	N85E 85NW	1.2	700	"
弁天本 "	N85E 85NW	0.4	300	"
鳴尾 "	N55E 80NW	1.5	400	鳴尾沢

* これには同鉱業所重松氏の資料も入つている筈である

露頭にみられる鉱脈も、ほと坑内で認められたものと同様な方向性が各地域ごとに認められる。その一般的傾向を恵庭鉱山附近のものに加えて示せば第3表のごとくである。

このような差異は後述するごとく、母岩の性質^{註22)}・構造および当時の造構運動にも関係するものである。

この石英脈に伴ない、この鉱山では種々の鉱物がみられる。閃亜鉛鉱・黄銅鉱・方鉛鉱・輝銀鉱・濃紅銀鉱・ポリバサイト・淡紅銀鉱・脆安鉱等で、これらが富鉱体附近で「銀黒」を形成するところもあり、自然金もそれに伴ない時に肉眼的にも見出される。脈石としては石英

註19) それまでの出鉱量55万トン、うち金:5.3t 銀:29t

註20) 前述文獻 7)

註21) 藤本明則: 文獻 6) より引用

註22) 母岩の性質および變質については前第5項に詳しく記載してある。

第 3 表

鉱脈賦存地区	走向傾斜 (平均)	幅員 (平均)	母 岩
福神地区	(N80E 80N)	(1.0)	南部噴出岩類中の混成相を主とする
黄金沢地区	N80E(垂直)	0.5 (一)	南部噴出岩類中の塊状熔岩相を主とする
舞鶴沢地区	N30~50W 70S~70N	0.5~ 1.0	同上
鳴尾沢地区	N80E 85S	1.0 (一)	南部噴出岩類中の角礫凝灰岩相を主とする
丹鳴沢地区 (白金)	N60E 80S	1.0 (±)	南部噴出岩類中の集塊岩様角礫状熔岩を主とする
フレナイ "	N50E 80N	0.8~ 1.0	北部噴出岩類中の輝石安山岩質熔岩
起丹 "	N60E 80N	0.5	同上および凝灰質砂岩を主とする
起丹北部	N40W 70S	0.5	北部噴出岩類中の石英安山岩質熔岩を主とする
恵庭鉱山地区	N80W~80E 80N	1.0	同上および第三紀層

〔註〕 これは一般傾向を示すものである。詳しくは第4図および第5図参照のこと。
幅員は 0.1m 以下の細脈を除く

を主とし、乳白色不透明のもの、半透明あるいは透明のもの、紫水晶等もみられ、水長石・方解石が伴われる。著しい「銀黒」の発達は福神鉱床においてのみで、この「銀黒帯」の近くで、石英の生成順序すなわち初期の母岩を交代したのから末期の晶洞をうめるものにいたる晶出の過程が示されている。

なお、この鉱山の鉱区内で、オコタンベ川支流に、石英安山岩質熔岩を母岩として黄鉄鉱・黄銅鉱等が著しく鉱染・交代して鉱床を形成する地域があるが、その稼行価値については今後の検討を要する。

参考のために、当鉱山の最近3カ年の稼行実績状況を第4表に示す。

第 4 表

	23 年	24 年	25 年
粗 鉱 量 (ton)	541	1,527	1,810
精 鉱 量 (ton)	325	1,018	1,734
金 品 位 (g/t)	150.8	129	142
銀 品 位 (g/t)	1,427	1,159	1,080
水平坑道 (m)	140	192	658
掘 上 (m)			64
処 分 状 況	精鉱は日立製錬所へ	日立及び尾去沢製錬所	尾去沢製錬所

千歳鉱山最近3カ年の生産実績表(札幌通産局鉱業課調)

7. 地史および地質構造と鉱床との関係(総括)

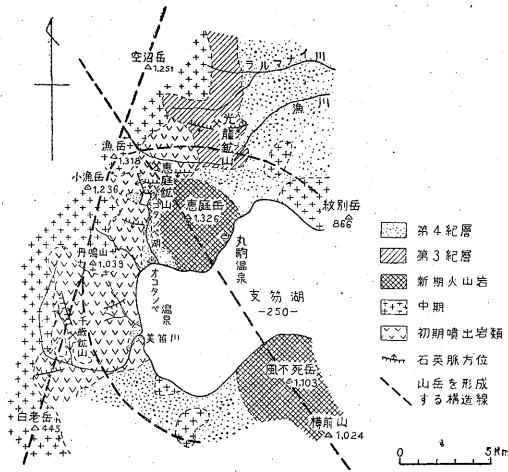
本地域では北海道南部地域で基盤としてみられるいわゆる「古生層」を欠き、中新世以前の堆積物も火成岩類もまったくみられない。前述のごとく南部の最下部層すなわち美笛層を訓練統の比較的下部のものとして、以上述べてきたことを総合すれば、次のような地史および地質構造の変遷が考えられる。

すなわち、1) まず火山活動^{註23)}に伴う火成碎屑物の堆積が南部を中心に行われ(美笛層)、2) 続いて北部は比較的深海となり漁層下部の泥岩類の堆積が行われ、南部では地盤は比較的隆起し、その窪みに泥岩を堆積した。3) この頃南部では隆起に引きつづいて火山活動が起り、漁層の下部層の泥岩にはその周縁部において凝灰質角礫を混え、広く火山噴出物に蔽われた。この時の噴火活動は断続的に数回行われ、角礫状あるいは集塊岩状を呈する熔岩が流出した(南部噴出岩類)。4) この火山活動はいわば局部的なもので、北部は依然海底にあつて漁層上部の堆積が行われていた。5) 漁層上部の堆積の後期に北部では火山活動があり、北部噴出岩類の流出をみた。すなわち後訓練期の火山活動である。6) 引続き地変が起り、堆積稜岩類・噴出岩類に亀裂を生ぜしめ、断層あるいは角礫化帯も生じた。7) さらにほぼ同時期に比較的酸性の凝灰岩あるいは熔岩の噴出および脈岩類の貫入が行われ、8) それらの先駆的の火成活動に引続き熱水溶液が上昇し、母岩にそれぞれ変質作用を与え(母岩のプロピライト化等)、その後を追って金銀あるいは他の金属鉱物を含む石英脈が母岩の裂罅・亀裂あるいは節理を充填した。この時未だ母岩類^{註21)}は浅海中にあり9) この後直ちに地盤の隆起を伴つて漁岳・丹鳴岳を形成する火山活動が起つた。これはほぼ第三紀末期の一大地変の一部と考えられ、その期の火山形成はこの地域附近でもかなり広範囲に認められる。10) 洪積期に入ると支笏カルデラ湖を形成し、支笏泥流を流した一大活動があり、11) 沖積期には恵庭岳・不死岳・樽前山等の火山活動が起り、この附近はほとんど噴出物によつて蔽われるようになったのである。

本地域を大局的に眺めれば、それほど大きな断層運動等を伴う造構運動は認められないが、次の3つの代表的な構造的弱線がみられる。すなわち第7図に示した。(1)空沼岳・漁岳・丹鳴岳を経て、白老岳にいたる第三紀末の熔岩類を噴出した北北東~南南西の直線的弱線、(2)陥没によつて支笏湖をつくつた同湖盆を取巻く同心

註23) この活動がどのようなものであつたかこの地域では不明

註24) 廣域にわたる安山岩のプロピライト化は熱水溶液のをでなく、外的條件として海水の影響をも併せ考えるべきであると筆者(猪木)は考へている。

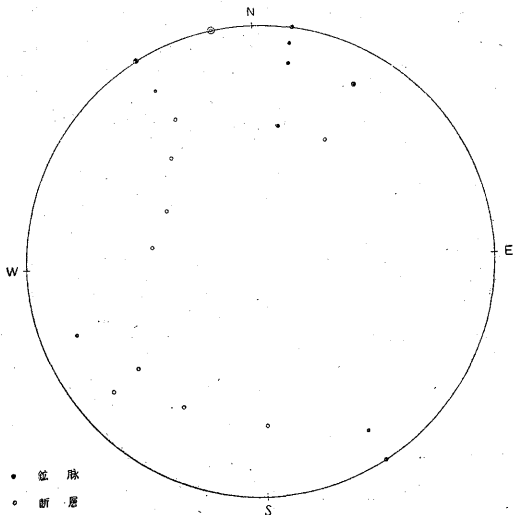


第6圖 恵庭・千歳両鉱山附近の地質構造線を示す圖

円的弱線, (3)新期の火山群恵庭岳一風不死岳一樽前山を結ぶ線²⁵⁾とほぼそれに直角な丸駒温泉とオコタンペ温泉を結ぶ線である。

これらの構造線は、石英脈の生成には直接関係はないようであり、鉱脈生成當時には潜在的なものであつたが当時の地変によつて生じ、鉱脈の通路となつた裂罅・亀裂あるいは小規模な断層などの構造が生ずるに當つて、側面的な影響を多分に与えたであろう。

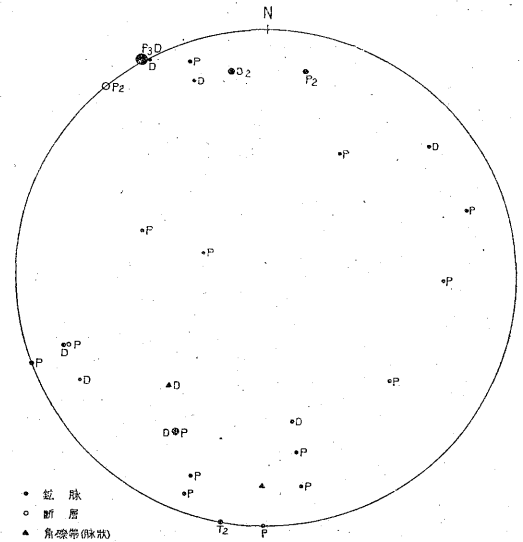
実際にみる石英脈の方向に関してはすでに第2表、第3表にその一般的傾向を示し、第4図におもな断層・脈状角礫帯・裂罅あるいは節理等の大体的関係を示している。これによると地域によつて異なるなにかが外的運動に支配されたような傾向を示すが、その差異は前にも述



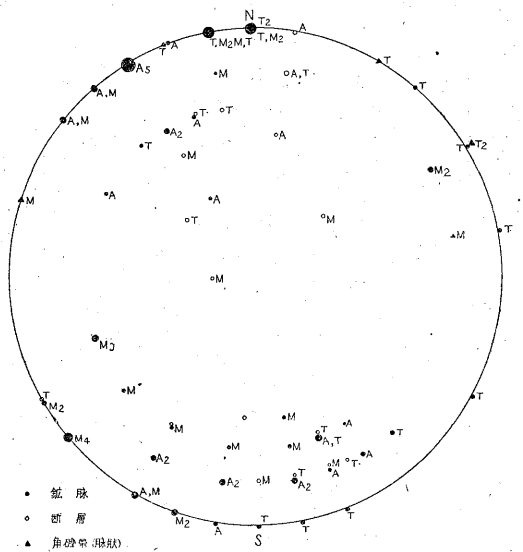
a 第三紀層中の方向性

第7圖 母岩別鉱脈方向ステレオ投影圖

註27) これは文献2)にも記載されている。



b 北部熔岩類を母岩とするもの



c 南部熔岩類を母岩とするもの

註 極端な相違を示すものは地域を別とする場合が多い。断層、角礫帯(脈状)等の資料は鉱脈分布圖以外の資料が加えられている。

べたように、母岩の種類すなわち噴出期あるいは分布状態の異なる南北の噴出物の性質に影響されていると思われる点が多い^{註26)}。これらの関係を母岩の種類によつて分けて、ステレオ投影によつて示せば第7図のごとくである。

註26) 少し意味は異なるが、同一岩體の中で岩相の差によつてその中の主要節理の方向を異にするという例が深成岩中に認められている(同一岩相では同一方向を保つ)。

この図から、各地域の同性質の母岩内の鉍脈の方向はある程度一致し、母岩の性質は鉍脈の走向・傾斜を支配しているようである。しかもこれは小規模な構造線にも影響されているが、前述の3大構造線とどのように結びつくかは、地域の造構運動をさらに検討することを必要とする。

以上述べてきたことをこゝに総括すれば、要するにこの地域の含金石英脈は訓縫統(中新世)の一部と考えられる地層を基盤とし、その末期あるいはそれ以後の火山活動による噴出岩類の流出後の地変に伴なつて、それらを母岩として生成された。この鉍脈は北から南へかけて一様に分布し、その方向性は地域によつて異なるが、一定の傾向を保つており、それは鉍脈生成前の地変による構造線の形成および母岩の種類に影響されている。そしてそれらはさらに大きく支笏湖周辺にみられる大構造線に潜在的に支配されたものであると考える^{註27)}。

8. 結 言

現在重要な金鉍脈とその附近の地質との関係についての調査研究の結果をこゝにのべた。鉍床の母岩および鉍脈生成前後の火山活動とそれに伴なう造構運動は、鉍脈の方向性を支配している。その地域に潜在する大きな構造的地質環境も影響を与えたであろうと考える。

この恵庭鉍山と千歳鉍山との間の地域が比較的狭小であり、かつまたきわめて交通不便なため充分な調査をな

註27) むしろこれは鉍床生成以後のものであるから具體的には判らない。

し得なかつたし、かつまた構造的問題の究明あるいは基盤層の地質時代の決定等についても、多くの不満な点を残したことはなほ遺憾であつた。

(昭和26年8~9月調査)

おもなる引用文献 (引用順)

- 1) 斎藤正雄：北海道光電鉍山金鉍床調査報告，地質調査月報，Vol. 3, No. 4~5, 1952
- 2) 鈴木醇，石川俊夫：樽前火山，火山 I, 1933
鈴木醇，石川俊夫：樽前山および支笏湖，北海道地質見学案内書，I. 北大理地，1943
- 3) 長尾巧，佐久保雄：北海道南部の新生代層と最近の地史，地質，Vol. 40~41, No. 480, 483, 485, 488, 1933~1934
- 4) 阿部顯，西田彰一：石狩国簗舞定山溪附近の地質調査報文，北大理地修論，1934.
金田政一：石狩国定山溪豊羽鉍山附近の地質及鉍床，北大理地卒論，1934
渡辺武男：豊羽鉍山及び定山溪，北海道地質見学案内書，第5編，北大理地，1943
- 5) 高安昌明：恵庭岳附近の地質，北大理地修論，1947
- 6) 藤本明則：北海道胆振国千歳鉍山附近の地質並に鉍床，北大卒論，1950
北海道胆振国千歳鉍山の地質並に鉍床，北地質要報，No. 20, 1952 (未刊)
- 7) 福富忠雄：北海道の金鉍床，北海道地下資源資料，No. 3, 1950