

オーストラリア最大の金山 キドストン (Kidston) の地質と鉱化作用

富 樫 幸 雄 (鉱床部)

Yukio TOGASHI

1. はじめに

今 オーストラリアは大変な金ブームに湧いている。いうまでもなく この国は世界でも最も鉱物資源の豊富な国の1つで 従来から日本とは比べものにならないくらい活発な鉱業活動が行われてきている。鉄鉱石や石炭をはじめ 鉱産物は国の経済を支える最も重要な輸出産品である。従って 鉱山会社の社会的ステータスはきわめて高く BHP や WMC のような大手 鉱山会社はいわゆる優良企業であり 学生の就職先としては最も人気があるという。

ところが ここ数年来の 世界的な一次産品の需要と価格の低迷のため オーストラリアは貿易赤字と累積債務の大幅拡大に苦しめられ 結果として 本国通貨の大

幅下落を招いてしまった。例えば 豪ドルの対米ドルレート比は 1982年当時1.15程度だったが 1986年半ばには0.60程度になってしまった。これに対応した対日本円レートの下落も約 260 円 (1982年頃) から 107 円 (1987年10月1日) へときわめて大きいものである。このことは しかし 国際商品である金の価格がオーストラリア国内では急騰したことを意味している。そして他の鉱種の生産が低迷しているのに対し 金だけは1982年から85年までの3年間に生産量が2倍以上になったのである (第1表)。その結果 オーストラリアの金生産量は自由世界第5位を占めるに至っている (第2表)。

この金ブームの背景としては 上に述べた豪ドルレートの急落以外にもいくつか原因がある。

その1つは 金の採掘によって得られた利益には税金

第1表 オーストラリアの主要鉱産物生産実績 (1982-85年)

| 年 鉱種 | 単位 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985*1 | 生産伸び率 (1985/1982×100) |
|--|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------------------|
| ボーキサイト | 千t | 23,625 | 24,372 | 32,182 | 32,400 | 137 |
| 石炭 (褐炭を除く) | 千t | 119,068 | 120,482 | 139,094 | 157,200 | 132 |
| 褐炭 | 千t | 37,821 | 34,191 | 35,108 | 36,000 | 95 |
| 銅*2 | t | 245,322 | 261,476 | 236,040 | 258,000 | 105 |
| 金*2 | kg | 26,961 | 30,591 | 39,101 | 57,000 | 211 |
| イルメナイト精鉱 | 千t | 1,149 | 893 | 1,144 | 1,250 | 109 |
| 鉄 鉱 石 | 千t | 87,694 | 71,037 | 88,847 | 100,000 | 114 |
| 鉛*2 | t | 455,338 | 480,626 | 440,676 | 491,000 | 108 |
| マンガン 鉱 石 | 千t | 1,123 | 1,370 | 1,829 | 1,989 | 177 |
| ニ ッ ケ ル*2 | t | 87,552 | 76,625 | 76,889 | 85,000 | 97 |
| 原 油 | 千m ³ | 20,652 | 24,083 | 27,775 | 31,590 | 153 |
| 天 然 ガ ス | 百万m ³ | 11,594 | 11,914 | 12,600 | 13,464 | 116 |
| ル チ ル 精 鉱 | t | 220,697 | 163,374 | 181,481 | 205,000 | 93 |
| 銀*2 | kg | 906,863 | 1,032,895 | 970,590 | 1,055,000 | 116 |
| 錫*2 | t | 12,126 | 9,275 | 7,699 | 7,000 | 58 |
| タングステン*2 | t | 2,618 | 2,015 | 1,772 | 1,912 | 73 |
| ウ ラ ン (U ₃ O ₈) | t | 5,215 | 3,786 | 5,177 | 3,834 | 74 |
| 亜 鉛*2 | t | 664,800 | 699,032 | 658,664 | 734,000 | 110 |
| ジ ル コ ン 精 鉱 | t | 462,476 | 382,005 | 454,534 | 440,000 | 95 |

*1 1985年数値については一部見込みを含む。

*2 銅 金 鉛 ニッケル 銀 錫 タングステン 亜鉛については金属純分量

(出典: Australian Mineral Industry Annual Review 1985, Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics.)



第1図 このたび日本でも売り出された オーストラリア連邦政府発行のナゲット金貨(1オンス)の表(左)と裏(右)。裏に描かれているのは 1869年にメルボルン郊外で木の根元から発見された ナゲット「ウェルカム・ストレンジャー」(重量71kg 純度98.6%)。



第2図 キドストーン鉱山の位置。

が一切かからない というオーストラリア独特の税制である。もちろん 他の鉱種は課税対象となっており連邦政府は財政難の折から なんとか金にも課税したいのだが 生産者側の強い抵抗にあってまだ実現していない。

第3の理由は 金精錬技術の革新である。従来の技術に替り カーボン・イン・パルプ法(CIP法)と呼ばれる低コストの金回収法が開発されたため 従来かえりみられなかった低品位の鉱石(旧鉱山の廃滓も含め)からも経済的に金が回収出来るようになった。

さて 以上のような状況の中でオーストラリアの金生産は急速に伸び リッチな日本への金貨の売り込みも激しくなる一方である(第1図)。そして 最近のオーストラリア鉱業界最大の話題はクィーンズランド州キドストーン Kidston 金山の操業開始であった。オーストラリアの金産地といえばカルグーリー Kalgoorlie(西オーストラリア州)が最大 かつ 最も有名であったが このキドストーン鉱山は1985年2月の操業開始以来 単一鉱山としてはオーストラリア最大の金生産実績をあげるに至っている。

キドストーン鉱床の地質と鉱化作用については これまで公表されたものがほとんどなく 名前の割には実態が良く知られていなかった。また 同鉱山がきわめて交通の便の悪い奥地にあることもあり 訪れた日本人も皆無であった。筆者はこのたび 日本人としては初めて同鉱山を見学する機会を与えられ 操業の実際を見聞するとともに 若干の技術資料を入手することが出来たので それらをもとに簡単な紹介を試みたい。

2. 位置・交通・気候

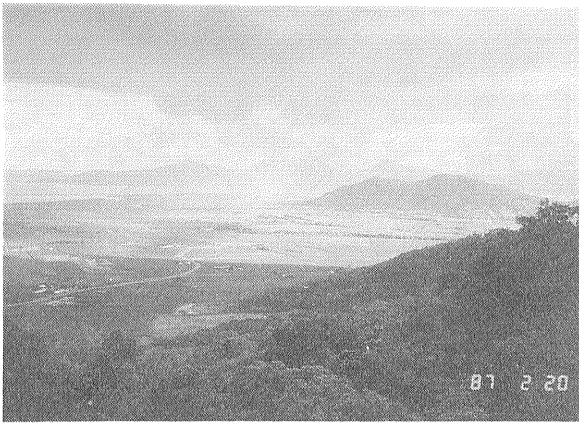
キドストーン鉱山は最近グレートバリアリーフなどで日本にもおなじみになったクィーンズランド州の北部にあ

第2表 世界の国別金生産量(1982-85年) (単位: トン)

| 国名 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 |
|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 南アフリカ | 664.3 | 679.7 | 683.3 | 673.3 |
| カナダ | 64.7 | 73.5 | 83.4 | 86.0 |
| アメリカ合衆国 | 45.0 | 60.9 | 68.5 | 79.0 |
| ブラジル | 34.8 | 58.7 | 55.1 | 63.3 |
| オーストラリア | 27.0 | 30.6 | 39.1 | 57.0 |
| フィリピン | 31.0 | 33.3 | 34.1 | 38.5 |
| ペプアニューギニア | 17.8 | 18.4 | 18.7 | 33.2 |
| コロンビア | 15.9 | 17.7 | 21.2 | 26.4 |
| チリ | 18.9 | 19.0 | 18.0 | 18.2 |
| ジンバブエ | 13.4 | 14.1 | 14.5 | 14.7 |
| ガーナ | 13.0 | 11.8 | 11.6 | 12.0 |
| ドミニカ | 11.8 | 10.8 | 10.6 | 10.4 |
| その他 | 65.9 | 83.3 | 90.8 | 100.8 |
| 自由世界計 | 1,023.5 | 1,111.8 | 1,148.9 | 1,212.8 |
| ソ連 | 265.9 | 267.5 | | |
| 中国 | 56.0 | 59.1 | | |
| 全世界計(注) | 1,339.1 | 1,385.0 | | |

(出典: 自由世界分については Mining Annual Review, 1982~1986各年度版。ソ連 中国 全世界計については Minerals Yearbook, 1983)

(注) 自由世界分の出典と異なるため この値は自由世界計にソ連 中国分を加えたものより小さくなっている。



第3図 キドストーン鉱山の補給基地ケアンズの郊外にひろがるサトウキビ畑。ケアンズはクイーンズランド州北部の中心地で人口約6万人。南太平洋に面し、グレートバリアリーフにも近い観光都市で、日本人観光客も多い。

り(第2図) 最も近い主要都市からの距離としては、タウンズビル Townsville の西北西 280km、ケアンズ Cairns (第3図) の南西 260km に位置する。正確な位置は南緯 18°52'38" 東経 144°09'02" で、標高は 540m である。

交通の便はきわめて悪く、ほとんど未舗装の道路は通じているものの、例えばタウンズビルからジープで約12時間かかる。ただし、現地に詳しい人の案内がなければ道に迷う可能性が大きい。さらに雨期(12月～3月)には道路が水没する可能性があり、むしろ上述の両都市から小型機をチャーターするのが最も便利かつ安全な方法である。所要飛行時間はともに1時間以内



第4図 キドストーン鉱山全景。起伏の少ない亜熱帯の原野のまっ只中に2年前忽然とオーストラリア最大の金山が出現した。従業員はすべて300km 近く離れたケアンズに住み、ほぼ1週間交代で飛行機で往復している。

である。

気候条件は乾燥した亜熱帯気候で、温度範囲は年間を通じて5～33℃、年間降雨量は約700mmである。

3. 沿革と現況

キドストーン鉱山の一帯は、今世紀初頭にはオークス産金地帯 Oaks Goldfield と呼ばれ、1907～10年には約20,000オンス(約620kg)の砂金が採取された。砂金が採掘され尽くすと、1915～21年をピークとして、小丘に産する小規模な含金石英脈が採掘対象となり、アマルガム法により金が回収された。その後、採掘活動は衰退したが、1949年に完全に休止するまでの石英脈からの総産金量は42,100オンス(約1,310kg)(平均品位6.5g/t)であった。

1930年代以降は系統的な探査が行われ始め、広汎に鉱染状鉱化作用の存在する可能性が指摘されたが、1978～83年にはカナダ系の Placer Exploration 社により詳細な探鉱試験が行われた。その結果得られた推定鉱量は以下の通りである。

(1)ワイズヒル Wise's Hill 鉱体

4,025万トン (Au 1.86g/t Ag 2.13g/t)

(2)マックスノブ Macks Knob—ノースノブ North Knob 鉱体

415万トン (Au 1.12g/t Ag 3.06g/t)

合計 4,440万トン (Au 1.79g/t Ag 2.22g/t)

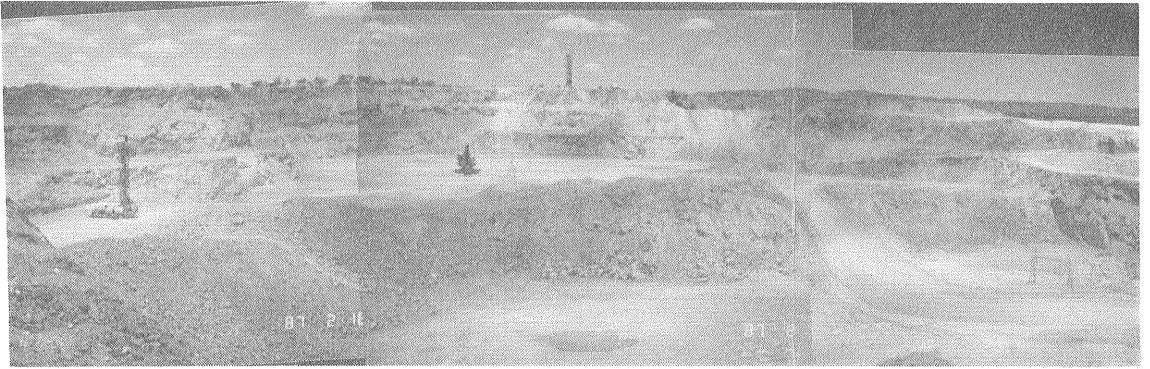
フィジリティ・スタディの後、企業化が決定され、ワイズヒル鉱体の露天採掘とCIP法による金回収により、最初の金地金が生産されたのは1985年2月のことであった。

その後、操業は順調に行われ、産金量は1985年は216,000オンス(約6,720kg)、1986年は239,000オンス(約7,430kg)と、単一鉱山ではオーストラリア最大の規模となったのである(第4図～第8図)。

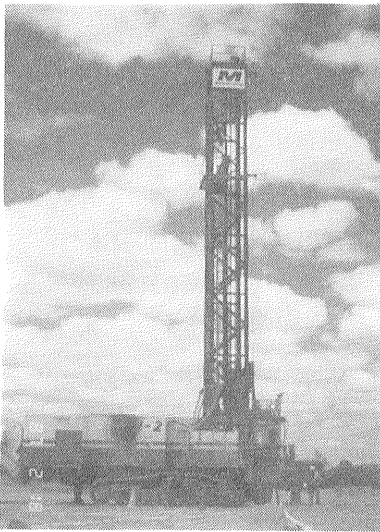
鉱山の会社名は Kidston Gold Mines Limited で、株式の70%はカナダ系の Placer Development Limited 社が保有している。

4. キドストーン鉱床の地質

オーストラリア大陸の太平洋側はタスマン地向斜と呼ばれ、先カンブリア系を基盤として、古生代に活発な造山運動が行われた地帯で



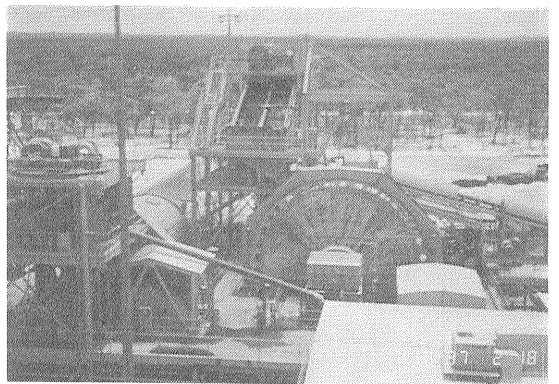
第5図 キドストーン鉱山ワイズヒル露天採掘場全景。現在 シャベル2台 トラック5台 ドリル2台が稼働している。



第6図 作業中の発破孔掘削ドリル。
(ワイズヒル露天採掘場)



第7図 ダンプトラック(92トン積み)への鉱石積み込み作業。
(ワイズヒル露天採掘場)

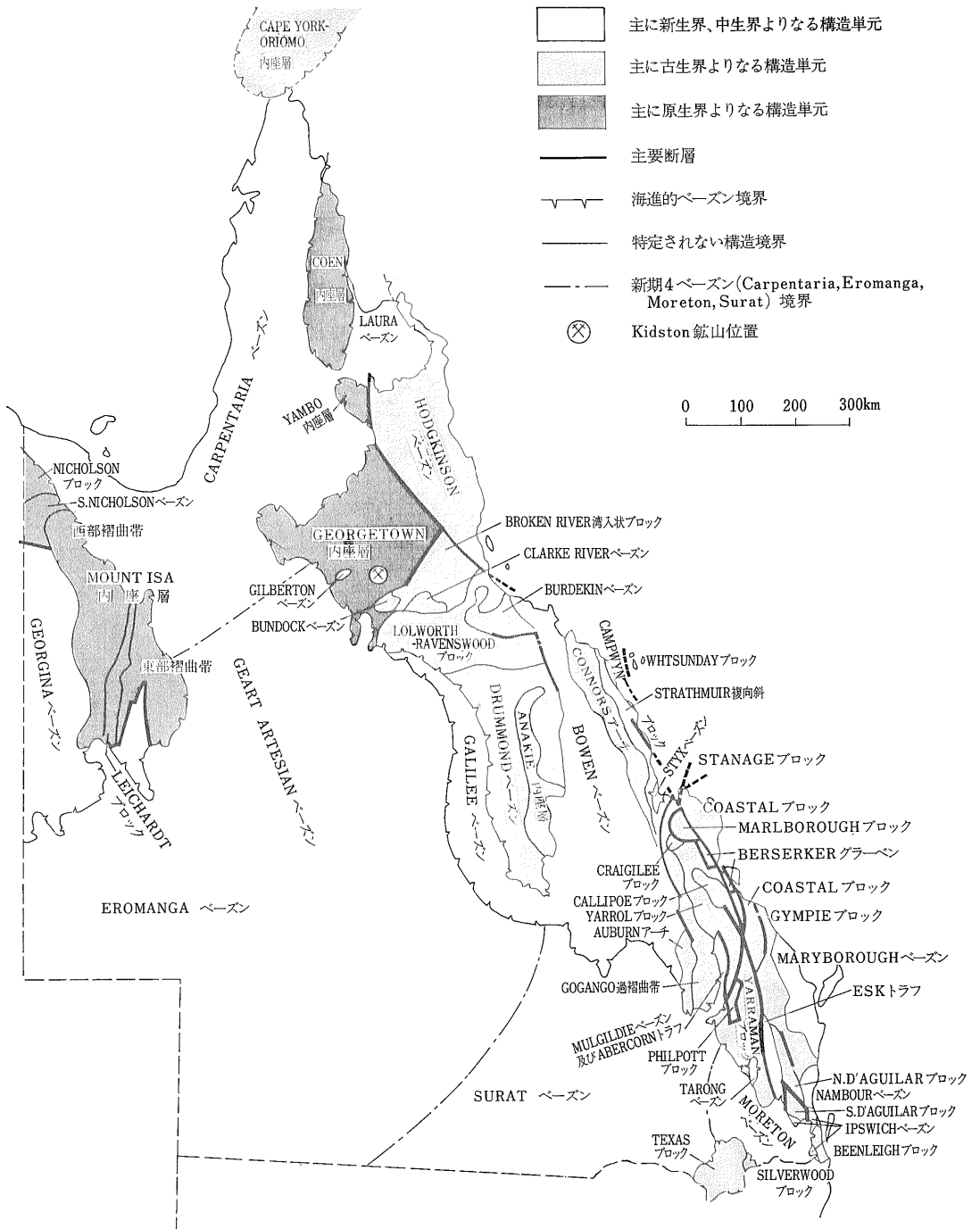


第8図 膨大な量の鉱石の粉碎を行うサグミル。(中央右手)

ある。キドストーン鉱床はタスマン地向斜の基盤の一部をなすジョージタウン Georgetown 内座層(注)内に位置する(第9図)。

ジョージタウン内座層は中期原生代(カーベンタリア期)の変成岩類と花崗岩類 および シルル紀~デボン紀の花崗岩類 二畳紀~石炭紀の花崗岩類・火山岩類などより構成される(第10図)。原生界の変成岩類と花崗岩類は何度にもわたる激しい褶曲作用をこうむっている。また 変成岩類は西から東へ 緑色片岩相から初期グラ

(注) 内座層 inlier とは 平面的にみて 周囲を新期岩層に不整合などでとり囲まれ 孤立して露出する古期岩体をいう。相互の境界が主として断層による場合は「ブロック」と呼ばれることが多い。



第9図 クイーンズランド州の地質構造区分。
(Geological Survey of Queensland, 1975)

ニュライト相へと変成度が増してゆく。

キドストン鉱床は これら原生界基盤岩類を貫く後期古生代の角礫岩パイプの周縁部に産する (第11図)。

原生代基盤岩類

鉱床地域での最古の岩石は中期原生代のエセリッジ Etheridge 層群の1メンバーであるアイナズレイ Einasleigh 変成岩類である。これは優白花崗岩 石英—長石—黒雲母片麻岩 角閃岩などよりなり 変成度は上部角閃岩相に達する。年代は10~14億年程度と推定されている。この変成岩類中に中~後期原生代のオークリバー Oak River 花崗岩類が貫入している。これは片麻状黒雲母花崗閃緑岩で 年代は 970 Ma である。

古生代貫入岩類

鉱床周辺には二疊紀~石炭紀のフェルサイトや斑岩の岩脈が多数見られる。これらはNないしNW方向に基盤岩類を切って分布し 幅は最大約10m 延長は数百mに及ぶ。この岩脈群は 鉱体の南西15~30kmにわたって分布するロチャバー Lochabar・バグストウ Bagstowe 両環状複合体の活動と一連のものと考えられている。この岩脈群と次に述べる角礫岩パイプとは相互に交叉し合っている。

角礫岩パイプ

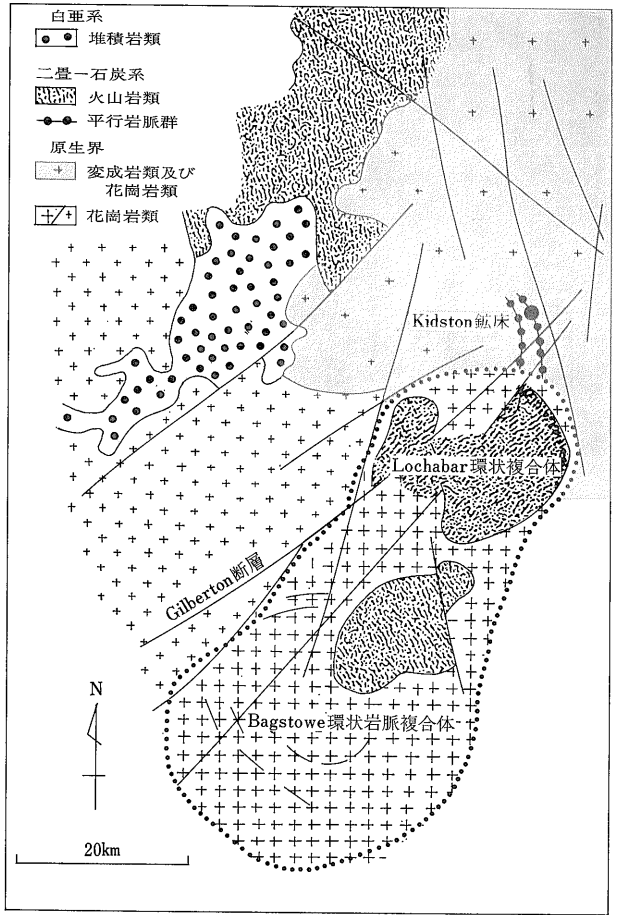
キドストン角礫岩パイプは従来発見されている一次的鉱化作用がすべてその内部または縁辺部に産することから この地域の鉱化作用と最も密接に関連した地質体である。

a. 形状

角礫岩パイプは 平面的にはNE方向に伸びた卵形を呈し その長径は1,300m 短径は 900mである。基盤岩との境界は一般にパイプ内側に急傾斜し 断面においてはろうと状である。

b. 角礫岩片の組成と分布

パイプ内の角礫岩片は丸いものから角ばったものまで様々で 大きさも0.1~50mと変化が激しいが 一般にパイプ周縁部ほど径は大きくなる。岩片の種類は母岩を反映しているが 量的に最も多いのは花崗閃緑岩で 次いで 変成岩類 斑岩 フェルサイトの順である。花崗閃緑岩と変成岩類の角礫岩片はパイプ形成時に磨耗し易かったと考えられ 丸形ないし板状を呈し かつマトリックス部にはこれらの岩石の岩粉が多量に見られ



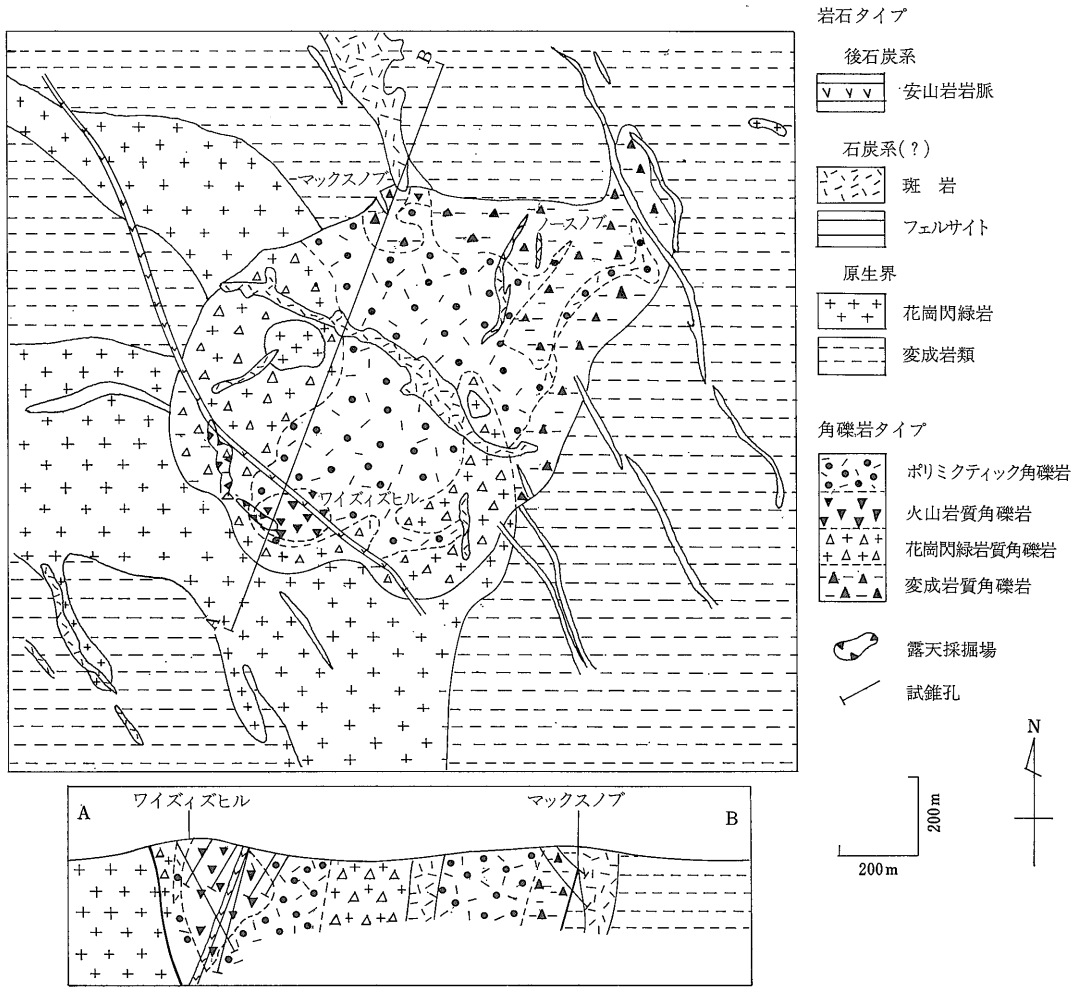
第10図 キドストン鉱床付近地質概略図。
(Wilson ほか, 1986)

る。一方 フェルサイトと斑岩の角礫は磨耗せず角ばっており 密集した部分では角礫間に空隙が形成されている。

角礫岩パイプ内では各岩種毎の角礫岩片は種々の割合で混合しているが 最も卓越した岩種をもとに相互に漸移する次の4つの角礫岩タイプの領域に分けられている(第11図)。

- (1)花崗閃緑岩質角礫岩 (第12図, 第13図)
- (2)変成岩質角礫岩
- (3)火山岩質角礫岩
(斑岩とフェルサイトの角礫を広範囲に含むもの)
- (4)ポリミクティック角礫岩
(特に卓越した岩種がなく 最も混合が進んだもの。ただし斑岩とフェルサイトの角礫は少ない。)

角礫岩パイプの周縁部には花崗閃緑岩質角礫岩と変成



第11図 キドストーン角礫岩パイプとその周辺の地質。
(Wilson はか, 1986)

岩質角礫岩が分布し 中央部にはポリミクティック角礫岩が分布する。火山岩質角礫岩の分布は局部に限られる。花崗閃緑岩質角礫岩と変成岩質角礫岩はパイプ母岩としての花崗閃緑岩と変成岩類の分布域に それぞれ近接して分布している。

主要な鉱化作用が分布するワイズヒル鉱体はパイプ様の火山岩質角礫岩体に伴っており この岩体は角礫岩パイプ全体における貫入の中心であったと推定される。

c. シート状石英脈

角礫岩パイプの境界に沿い その内側と外側の双方において パイプ内側に傾斜した環状のシート状石英脈群が認められる。これらの石英脈の傾斜はパイプ境界面よりは緩く 走向は境界面とほぼ平行である(第14図)。

脈は角礫岩片とマトリックスの双方を切り 脈形成時には角礫岩は固化していたことを示す。脈の多くは幅 5 cm 以下で 副次的に炭酸塩鉱物 硫化物 自然金などを含む。既述のように かつてはこの石英脈を対象に坑内採掘が行われた。

5. 鉱化作用

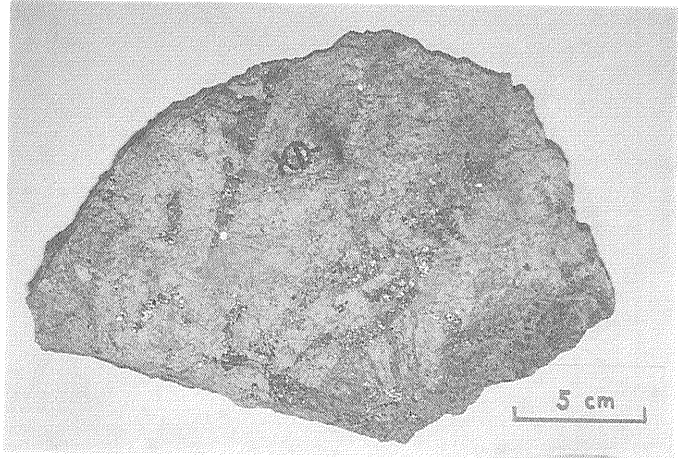
分布

キドストーンでの金鉱化作用の大半は角礫岩パイプ境界の内側に分布し ほぼ境界に沿って延びる半連続的なゾーンに伴われる(第14図)。鉱化作用はパイプ縁辺部のシート状石英脈にも伴われる。

ワイズヒル区域では鉱化作用の幅は 200m におよび 鉱石品位ゾーンは三日月状をなしている。他の地



第12図 角礫岩パイプの内部の花崗岩質角礫岩の外観。左上方に比較的大きい角礫(径 30cm程度)が見られる。全般に硫化物(主に黄鉄鉱)の鉱染が顕著である。(ワイズヒル鉱体)



第13図 キドストーン角礫岩パイプの中の花崗閃緑岩質角礫岩試料。全体として角礫の輪郭は不明瞭。黄鉄鉱を主とした硫化物の鉱染が見られる。(ワイズヒル鉱体産)

域では鉱化帯の幅は80m以下である。また 角礫岩パイプの直近の母岩中にも小規模な鉱化作用の認められることがある。

鉱化作用の分布は 角礫岩パイプの内側においても外側においても 岩石の種類により著しく影響を受けることはない。しかし 角礫岩の性状は経済的にはきわめて意味が大きい。即ち 角礫岩マトリックス部での全品位が比較的高いような部分では 角礫岩片の大きさは最大0.3m程度で 大半は0.1m以下である。マトリックス部が角礫岩全体に占める割合や そのマトリックスが岩粉で構成されるのか あるいは空隙充填物で構成されるのか といったことも 結局は角礫化の際の孔隙率を反映しており それは とりまなおさず鉱化溶液が通り易かったか否かを示しているのである。ただし 火山岩質角礫岩の場合は分布が限られており その産状からみて角礫岩パイプを形成した火成活動のセンター的な部分と考えられる。

ワイズヒル区域での鉱化帯は深部では傾斜が次第に緩やかになる。この傾向は石英脈についてもいえる。この鉱化帯の上盤側ではカットオフ品位境界はシャープであるが 下盤側では一般に不明瞭である。深部では 主鉱化帯と角礫岩パイプ境界の間には 低品位

で連続性に乏しいゾーンが存在する。ワイズヒル鉱体の北部と中央部では深部ほど品位は低くなるが 南部では逆に品位は深部で高くなる。鉱化帯の垂直範囲は少なくとも300mである。

石英脈中の金と角礫岩マトリックス中の金とが それぞれどの程度全体の金生産に寄与しているかは まだ定量化されていない。しかし 地質統計法による金の分布は等方的で 角礫岩マトリックス中に鉱染状に存在する金の意義の大きいことを示している。

鉱物組成

顕微鏡観察によれば 鉱石中の金の約90%は 黄鉄鉱と少量の閃亜鉛鉱 黄銅鉱 磁硫鉄鉱 方鉛鉱 輝水鉛鉱などに自然金として含まれ(第15図) 残りの金の大部分は黄鉄鉱または硫砒鉄鉱中に 潜顕微鏡的な形態で含まれている。

黄鉄鉱は量的に最も多い硫化鉱物で 平均4重量%含まれる。他の硫化鉱物の総量は0.25重量%程度である。銀の存在量は金と同程度であるが 銀鉱物はまだ発見されていない。金粒中には0.5~15重量%程度の銀が含まれその量は銀全量の25%以下である。残りの銀の出所は明らかでないが 恐らく方鉛鉱に含まれるものと考えられる。

鉱化帯に伴う微量元素は 正異常の順に As, Cd, Cr, Sb, Co などである。Fも若干の増加を示す。

鉱化作用の過程は、今のところ次のように考えられている。

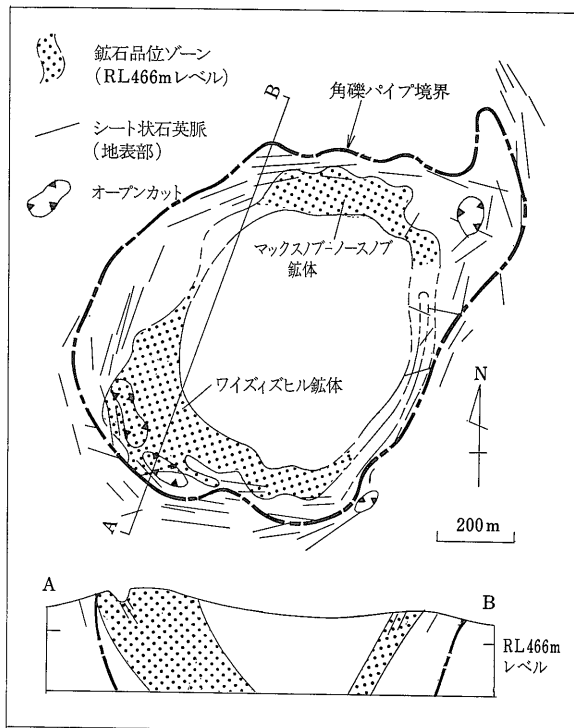
金は最初、角礫岩マトリックスの空隙を埋めて沈殿した。黄鉄鉱の一部もこの時、鉱染状に（細粒のもの）あるいは集合体として（粗粒のもの）角礫岩マトリックスに沈殿した。閃亜鉛鉱、方鉛鉱、硫砒鉄鉱、一部の黄鉄鉱などは、角礫岩が固化した後に形成した石英炭酸塩脈中に生成した。このとき、すでに沈殿していた金が再移動するとともに、新しく金が導入され、より多くの金が沈殿した。このように、金はいくつかの段階に分かれて沈殿したものと考えられている。

熱水変質作用

熱水変質は角礫岩パイプ内部では広汎に行われている。角礫化作用の際に生じた空隙は熱水鉱物によって充填され、小岩片や岩粉も完全に変質されている。粗粒の花崗閃緑岩岩片は、比較的密な斑岩やフェルサイトの岩片に比べ、一般に変質の程度が大きい（第16図）。

変質鉱物としてはセリサイトと炭酸塩鉱物（主に方解石）が主要なもので、ほかにカリ長石、石英、緑れん石、緑泥石、粘土鉱物などを伴う。局部的には細粒、針状の電気石が放射状集合体として産する。パイプの外側では、石英脈周辺以外では熱水変質は認められない。

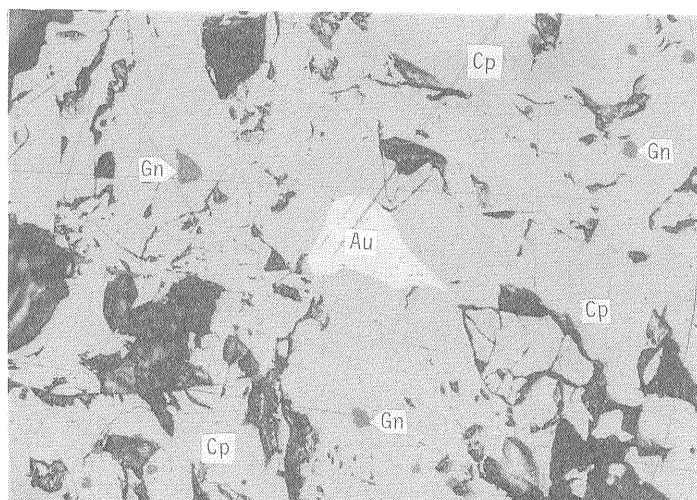
角礫岩パイプ内部では熱水変質の程度により強・中・弱の3つの変質帯が設定されている。強度変質帯はワイズヒル、マックスノブなど、フェルサイトや斑岩の角礫を多く含む部分に見られ、角礫マトリックスとともに、広範囲に石英とセリサイト、およびより少量の方解石、粘土鉱物、黄鉄鉱などに置換されている。中度変質帯は強度変質帯から漸移し、セリサイトと石英



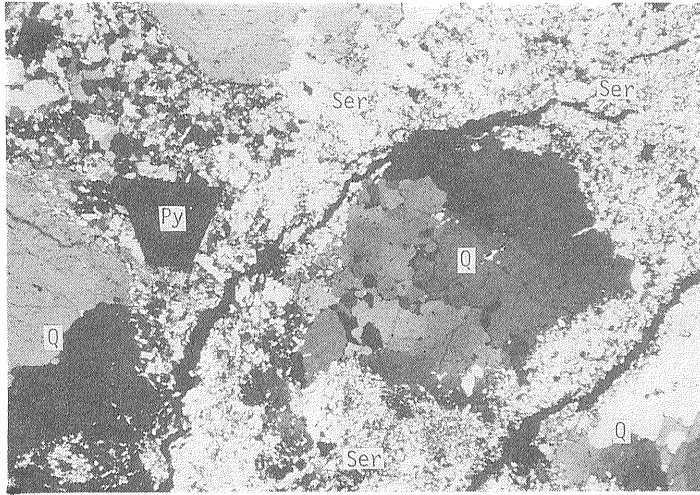
第14図 キドストーン角礫パイプにおける金鉱化帯とシート状石英脈の分布。（Wilson ほか, 1986）

を主とするが、角礫岩片の変質はそれほど進んでいない。ここでは方解石は見られるが粘土鉱物は認められない。弱変質帯では、セリサイトと石英がパッチ状に生成する程度で、方解石が最も多い。

緑泥石と緑れん石は一般に石英脈内に見られるが、マトリックスと角礫岩片にも若干見られる。



第15図 花崗閃緑岩質角礫岩中の黄銅鉱 (Cp) 中に見られる自然金粒 (Au)。大きさは 50μm×25μm 程度。時に黄銅鉱の離溶体を含む微細な方鉛鉱 (Gn) も散点する。試料全体としては黄鉄鉱の鉱染が顕著である。（倍率×410）



第16図 花崗閃緑岩質角礫岩の鏡下写真。
角礫岩パイプ形成時に磨砕された石英(Q)のまわりをセリサイト (Ser) が充填し黄鉄鉱 (Py) も散点する。
(倍率×50)

これまでに明らかにされている熱水変質鉱物の生成順序と共生関係を第3表に示す。

酸化変質

キドストンの鉱化帯は地表から深度ほぼ30mまで酸化をこうむっている。角礫岩パイプの多孔質な部分では地下水面付近で酸化作用による金の二次富化が行われたかも知れないが、ブランケット状の二次富化帯は存在しない。酸化作用の最も重要な効果は硫化物の結晶格子から金を解放し、冶金学的な回収効率を高めたことにある。

6. 角礫岩パイプの成因と熱水活動の経過

キドストンの角礫岩パイプの産状は、これまでに報告された世界の熱水性角礫岩パイプ（アリゾナの Copper Basin, チリの銅-電気石角礫岩パイプなど）と多くの類似点を有する。これらはすべて地表付近での花崗岩類の活動に関連するもので、キドストーンにおいてもこれまでの研究結果は、角礫岩パイプは花崗岩類の活動によりもたらされたことを示している。その証拠としては次のような事実があげられている：

- (1) 角礫岩パイプ内に同心円状および放射状の割れ目

第3表 熱水性鉱物の共生関係

| 場所および時期 鉱物名 | 角 礫 化 以 前 | | 角 礫 化 以 後 | | |
|----------------|----------------|------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|
| | 置 換 (石英網状脈) | 空隙充填 (電気石角礫岩) | 置 換 (粉碎された角礫岩マトリックス) | 空隙充填 (岩石片とマトリックスの空隙) | 空隙充填 (破碎された石英脈) |
| 石 英 | | | | | |
| 電 気 石 | | | | | |
| セ リ サ イ ト | | | | | |
| 水 長 石 | | | | | |
| 炭 酸 塩 鉱 物 | | | | | |
| 粘 土 鉱 物 | | | | | |
| 緑 レ ン 石 | | | | | |
| 緑 泥 石 | | | | | |
| 硫 化 鉱 物 | | | | | |
| 金 | | | | | |

(Wilson ほか, 1986)

パターンが見られる。

- (2) ワイズィズヒル区域でのセリサイトの Rb-Sr 年代は $321 \pm 15 \text{ Ma}$ (古期二疊紀~新期石炭紀) である。
- (3) キドストン角礫岩パイプの位置は ともに二疊紀に形成した2つの環状複合貫入岩体 (ロチャパー環状複合体とバグストウ環状岩脈複合体) の中心を結ぶ延長上にある。
- (4) キドストン地域に分布する平行酸性岩脈群は広域的には低重力異常域に一致する。

以上の事実から キドストン角礫岩パイプの下部には二疊~石炭紀のフィーダーバソリスが存在している可能性が考えられ この時期における環状複合岩体の発達の一環としてのマグマ活動 および後マグマ活動に関連して 角礫岩パイプが形成されたことを強く示唆している。バソリスの深度はあまり大きくなく 当時の地表から 1.5km 程度と推定され 結晶化しつつあったバソリスの頂部から揮発性成分が逃散して角礫岩パイプの形成が始まったと考えられている。

角礫岩パイプの形成から鉱化作用に至るプロセスを総括すると 早期のマグマ流体の強制的注入により 主要段階の角礫化作用や含電気石角礫岩が形成された。次に角礫化作用の結果生じた孔隙を通じて行われた後期の熱水流体の循環により 孔隙の充填 熱水変質作用 金鉱化作用などが行われ さらに 最後期には伸張的な応力の場となってシート状石英脈が形成され 若干の金の再移動が伴われたと考えられる。

7. おわりに

キドストン鉱床の現在の埋蔵量は 金量にして約80トンと第一級のものであるが 平均品位は約1.8g/t Au とかなり低い。冒頭に述べたような「追い風」がオーストラリアの金鉱業に吹いているとはいえ また 平坦地での露天採掘が行えるという好条件にも恵まれているとはいえ オーストラリアのような広大な大陸の奥地に位置する鉱山にとっては インフラ整備などを含めると 全体のコストは安くはないはずである。しかし 現実

に きわめて順調に操業が行われているのは 非常に合理的 かつ 詳細な採掘計画が実施されていることが大きく寄与しているようである。試錐岩芯や発破孔岩粉の分析結果を基に コンピュータによる地質統計処理を行うことにより 最も低コストのビットデザインを設定して採掘を進めていることが 現場でも強調されていた。

また 鉱床地質学的には キドストン鉱床のような角礫岩パイプの形成に伴う鉱染状の金鉱化作用は日本ではなじみがなく 興味深いものがあつた。他の鉱床タイプとの比較研究はほとんど手をつけられていないようであるが 特徴的に金に富むフィリピンのポーフィリー銅-銅-鉛-亜鉛鉱床や 最近発見が相次いでいるパプア・ニューギニアの火山性金鉱床などの広域的な関連も今後興味深いテーマになる。

最後に 円高などで鉱山業が不振の極にある日本を一步出ると ここに紹介した例のように オーストラリアでは (そして 恐らく他の多くの国々でも) きわめて活発に鉱業活動が展開されており 時には探鉱意欲の「熱気」すら感じられたことを付け加えて本文を終えたい。

謝 辞：キドストン鉱山への訪問は筆者が金属鉱業事業団に出向中に行われたものである。その機会を与えられた同事業団に謝意を表す。また 各種資料・情報の収集にあたっては 同事業団キャンベラ海外調査員本城 薫氏に多大のお世話をいただいた。同氏に厚く御礼申し上げる次第である。

参 考 文 献

- (1) Geological Survey of Queensland (1975): Queensland Geology, Scale 1 : 2, 500, 000. Department of Mines, Brisbane.
- (2) 金属鉱業事業団 (1985): 活況を呈する 豪州の金鉱業—豪州最大の金鉱山 Kidston 鉱山の生産始まる。海外鉱業情報 第15巻 第4号 (通巻第171号), p. 166-171.
- (3) Wilson, G. I., Lewis, R. W., Gallo, J. B. and Tulle-mans, F. J. (1986): The geology of the Kidston gold mine. Proc. 13th Congress of the Council of Mining and Metallurgical Institutions, organized by Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Singapore, 1986, p. 1-8.