

オーストラリアのプレカンブリアンと 鉱物資源の分布

高 島 清

オーストラリアは日本とは全く異なった地球創世期をしのばせるような古い時代の岩石が基盤として広く露出している。日本から香港—ダーウィンを經由する飛行機はダーウィンを飛びたつと4時間たらずでシドニーにつく。その際ダーウィンから南下するジェット機は何時間もの間赤褐色の広大な大陸の上空を飛行することになる。そもそもオーストラリアは大洋州として地理学上は世界最小の大陸ではあるがオーストラリアはこの大陸を一国で支配している国家として知られている。地理学上には南半球の中にありまた高い山脈のない平坦な大陸としても有名でその平均標高は約305m 最高峰のコスシスコ山(Kosciusko)—スノー山(Snowy)でも標高2,200mにすぎず氷河のない大陸としても知られている。そしてこのスノー山が大陸での唯一のスキー場として知られ冬期の観光地となっている。地形からみるとスノー山の分布するビクトリア州ニューサウスウェールズ州の境界付近を含めて東海岸地域はほぼ南北方向に走る山岳地帯がある。総称して大分水嶺そしてオーストラリアの東海岸の気候を多少支配する重要な役割をはたしている。

ただしこの山岳地帯はタスマン地向斜以後の地殻変動火成活動などにより形成されたもので今からのべようとするプレカンブリアン時代の地層よりそうとう若いものである。プレカンブリアン時代の岩石はふつうオーストラリアでは生物の発生していない“Ancient”と早期生命の存在が認められる“Early life”と分けている。前者は太古代であり後者が原生代である。B.M.R. (Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics) の600万分の1地質説明書によると太古代の岩石は長い地質時代の間の熱・圧力(変成作用による)により放射性物質による年代決定が困難であるが原生代の岩石は放射性物質による年代決定(K-Ar法による)によりアデレード紀(Adelaidean 5.7~14億年)カーペンタリア紀(Carpentarian 14~18億年)前期原生代(Lower Proterozoic)またはヌラギニア紀(Nullaginean 18~24億年)とされ太古代の岩石はこれより古く24億~30億年と考えられている。

現在までにプレカンブリアン時代の岩石は金属鉱山開発に伴って地域的に明らかにされてはいるが厚い風化帯などで地質調査も楽ではなく大まかな分布が知られているだけであった。そしてこれらの分布は西オーストラリア州南オーストラリア州北部直轄領およびクィーンズランド州ニューサウスウェールズ州の一部に知られていた。

その最も古い太古代の岩石が多く分布している地域として西オーストラリア州が知られている。B. M. R. や州地質調査所大学などの研究を基礎として1968年D. A. BROWN K. S. W. CAMPBELL K. A. W. CROOKらにより地史の研究をまとめているがこの中で最も古い岩石系は西オーストラリアの南西部に広く広がっている“イルガーン”(Yilgarn)系であるとしている。

イルガーン系は従来プレカンブリアン楕状地の主要構成岩体として考えられておりその主体となる岩石は花崗片麻岩花崗岩およびこれらの中に侵入した塩基性火成岩類に起因すると考えられる変成岩(通称グリーンストーン“Green Stone”)である。

1958年のWILSONの研究ではこれらの太古代の岩石帯中にはチャーノカイト質グラニュライト(紫蘇輝石花崗岩質白粒岩)が各所にみられるとしているがまた



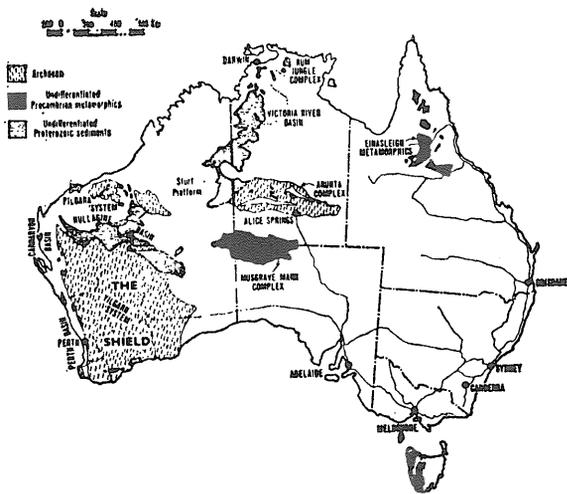
写真①
Esperance西方Phillips河流域の太古代の変成岩中に胚胎する金・銅・硫化物鉱床の露頭旧坑



第1図 オーストラリア大陸の主要金属鉱物(金・銅・鉛・亜鉛・鉄・ニッケル・ウラン)の分布と地質との関係を示したものである。金の生産については統計的概数からその大小を示したが他の鉱物については分布のみにとどめてある。現在これらの古い金山地帯はニッケル・銅などの鉱床帯として注目されている。この図には、東海岸地区の古生代の地質も含めてある。G:金 C:銅 L:鉛・亜鉛 H:鉄 N:ニッケル U:ウラン

1963年の SOFOULIS の調査によると カルグーリー付近に貫入する花崗岩体中には 太古代よりも若いものがあるということも報告されており 一つのイルガーン系岩石中에서도 種々の構成分子により複雑な関係を示していることが知られている。

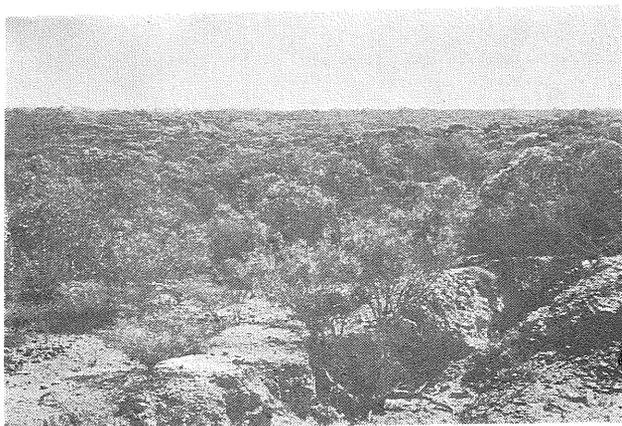
カルグーリー付近では 珩岩 チャート 変成度の高い粘土質片岩が “グリーンストーン” と互層状に分布しており これらを含めたグリーンストーン帯は ほぼ南北系の細長い分帯あるいは広がりをもって 花崗片麻岩などのような酸性岩体 あるいはその変成岩体中に分布している。これらのグリーンストーンは カルグー



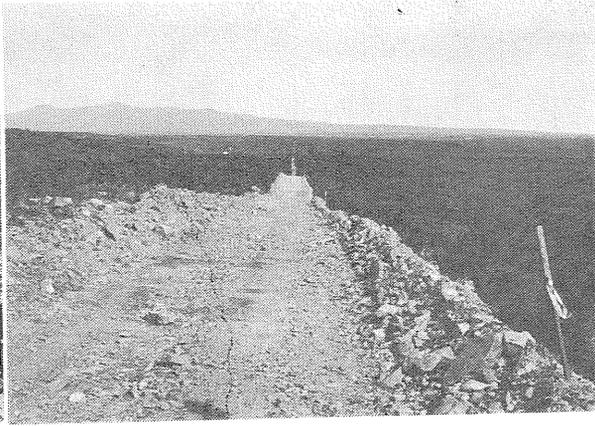
第2図 太古代(時代未詳を含む)の岩石の分布。現在 ウラン・鉄・ニッケルが新しく発見されつつあるのは これらの地域である。

リー付近の金山開発の際の重要な探鉱指針ともなっている。また最近では グリーンストーンとして一括されている超塩基性岩体中にニッケル 銅などの硫化鉱物が発見され カンバルダ鉱山のように開発生産に発展するにおよんで このイルガーン系の岩石の研究が注目されつつある。

次に興味のもたれるのは ピルバラ (“Pilbara”) 系の地層で この種類の岩石は 西オーストラリア北部ピルバラ地域が代表的分布地域となっている。ピルバラ系の岩石は イルガーン系の岩石によく似ているが 1962年 NOLDART WYATT さらに1964年 RYAN の研究などにより大分類が行なわれている。それは古期のものから 1)花崗岩質果層群 (Granitic Complex) 2)ワラウォーナ統 (Warrawoona Series) 3)モスキートクリーク統 (Mosquito Creek Series) であり それぞれの特長は



写真② Phillips 河流域太古代岩石中の旧坑とブッシュ



写真③ Phillips 河流域の太古代岩石中の鉱床探査とそのためつけられた道路

その他粘土質岩 砂岩を伴う

3) モスキート統 (最も若い岩体とされている)

主要構成岩石類

ジャスピライト

礫岩

角礫岩

粘土質岩

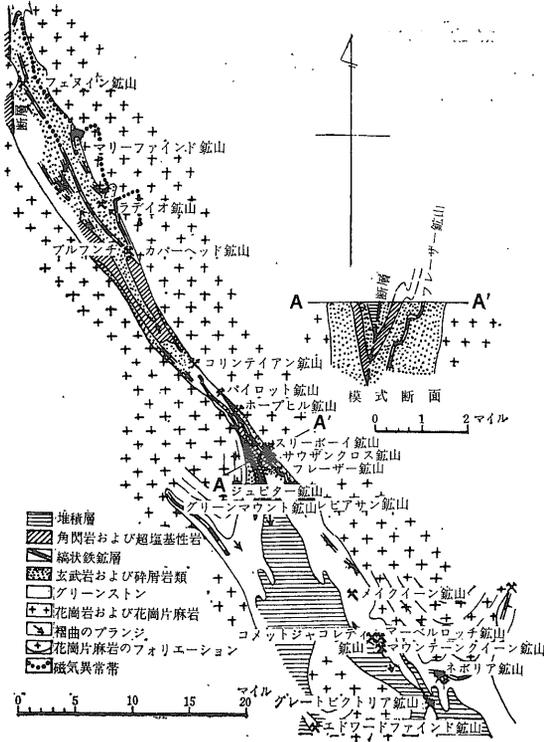
砂岩

変成度はワラウオーナ統より低い

RYAN のピルバラ地域の調査では 2) 3)のグループは一括してロボルーン層群として地質図を作成しているが その説明では 構成岩石は主として酸性～塩基性火山岩類で 下位に向かって変成度が高くなっているとしている。この層群の上位にはジャスピライト 頁岩 砂岩の累層が発達しているが 東部においては石英質岩石 硬砂岩 頁岩が優勢となる地域的な堆積相の変化がみられ その層厚は12,000mにもおよんでいる。

太古代の3番目の代表的分布地域として有名なのは北部直轄領アリススプリング (Alice Spring) すなわちオーストラリア中央部に分布するアルンタ累層群 (Arunta Complex) がそれである(第7図参照)。最近B.M.R.の地質部のグループ研究としてこの中央オーストラリアのアマデウス (Amadeus) 盆地の研究が続けられているが この地域の古期基盤岩類は広範囲にかつ中～高変成度の片麻岩 片岩 珪岩 角閃石 大理石 花崗岩などよりなるとしており その時代はK-Ar法でHURLEYなどにより この中の花崗岩試料から18～14億年を推定している。またこの堆積盆地の南側の花崗岩は 12億年と推定されているが これらの花崗岩はいずれも変成岩相より若いと考えられていることから 前期原生代あるいは太古代の基盤とも考えられている。

1955年 JOKLIK は ハート山脈 (Harts Range) のアルンタ累層群の岩石学的 層位学的研究にはじまり B.



第3図 西オーストラリア州 サウザンクロス付近のイルガーン金鉱床地帯の 地質と鉱床との関係図(H.C. WILLAMSON 等による)

次のようである。

1) 花崗岩質累層群 (最も古期岩類としている)

主要構成岩石類

片麻岩

ペグマタイト

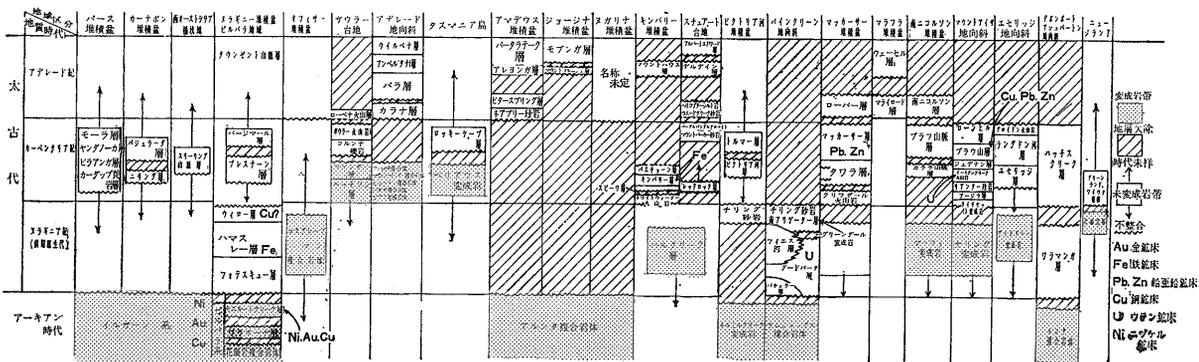
花崗岩——2回以上の貫入期をもつ

2) ワラウオーナ統

主要構成岩石類

グリーンストーン

ジャスピライト (随伴して分布)



第4図 西オーストラリア 中央オーストラリア タスマニア 南オーストラリア ピクトリア クイーンズランドおよび最後にニューギランドが含まれている。右らんのインデックスに示すように変成岩相 堆積相 (非変成相) とに大別し 斜線の部分は堆積相を欠くと考えられる部分である。なお Au Fe Pb Zn Cu U Ni など主要金属鉱物の賦存を示す記号は 参考として筆者が加えたもの (元 B.M.R. 職員 P. DUNN 等により作成された プレカンブリア時代対比表である)



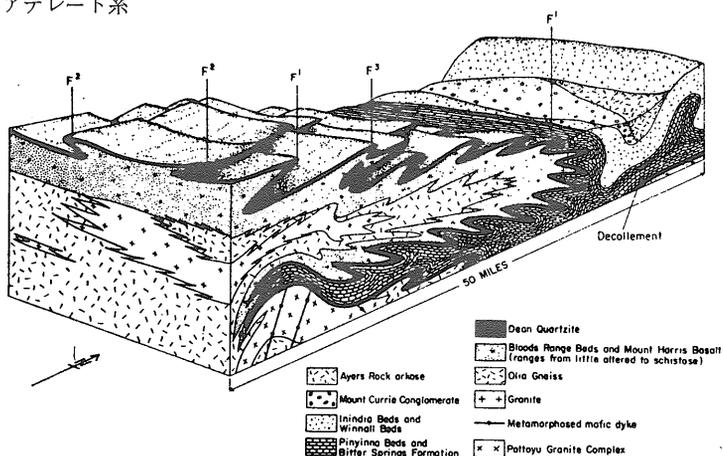
写真④ カルグーリー付近の太古代岩石中に胚胎するニッケル鉱床の開発は Western Mining Corporation 社の Kankalda 鉱山で行なわれている。この付近には古い金鉱山跡も多い(地質ニュース No. 188 参照)

M. R. グループ研究として 7 図のような興味深い関係図を作成している。ただこの地域の岩石分布の方向性はイルガン系と異なり ほぼ東西系を示しておりかつ 侵入火成岩体からの変成岩が多いことも興味もたれる。また 鉱物資源の分布もピルバラ系 (Pilbara) やイルガン系とも若干異なり現在までの調査不十分な面もあるかもしれないが 金属鉱物賦存量の少ないことも特長である。しかし いっぽう同様な岩体からなるマントル型片麻岩ドームが 1965年 RHODES などにより 現在ウラン鉱山が稼行されているラムジャングル(Rum Jungle)鉱山地域に分布することから 金属鉱物にしても元素の異なるものが特長的に賦存する可能性も強いと考えられる(元素の偏在)。このマントル型片麻岩ドームは通称ラムジャングル累層群とよばれ 片岩 グラニュライト(白粒岩) ミグマタイト グリーンストーンなどにより構成されている。このほか 同様の岩石類により構成されているビクトリア(Victoria)盆地の(ハーミットクリーク)変成岩なども太古代の岩層と推定されている。

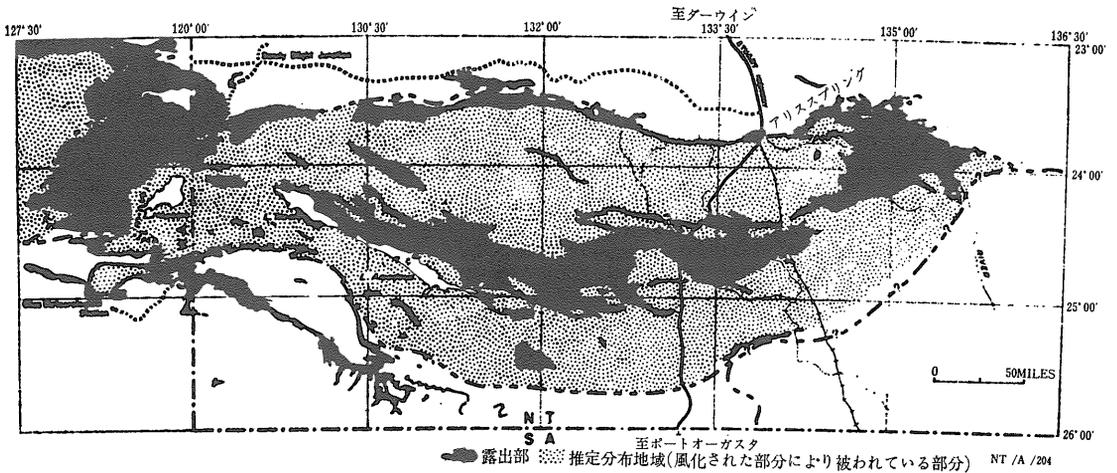
太古代の岩石中に知られている火成活動は 進入あるいは遡出の形態で幅広く この太古代からアデレード系までその地殻運動に伴い分布している。太古代のピルバラ系の中では 少なくとも 2 回の褶曲期と花崗岩侵入期が知られており これらは最終の変形や変成作用の前に太古代の岩層に影響を与えている。そしてこれらの活動は 23~30億年の間に行なわれたと推定されているが 一部の地質学者の間ではまだこれより古いかもしれないといわれている。最近までの詳細な野外調査 放射性物質による年代決定によっても まだ太古代の地史を明らかにすることはむずかしく したがって原生

代の最古期層群 “ヌラギニアン” (Nullaginian) よりも古い時代の岩層が存在することは十分に了解できることで これらを一括して太古界としている。

原生代の地質は 一般にヌラギニアン系 カーベンタリア (Carpentarian) 系およびアデレード (Adelaidian) 系に分類されている。ヌラギニアン系は 1950年代の DAVID BROWNE らの研究では アデレード地向斜中のプレカンブリアン時代の地層として すでに考察されていたが Walpole はプレカンブリアン時代の岩層でも最も古期のもので 西オーストラリアのヌラギニア盆地の岩層に対比し かつ 現在オーストラリアの主要鉄鉱床として有名な ハマスレー (Hamersley) 山脈に広く分布するハマスレー層群の含まれるマウントブルース累層群 (Mt. Bruce Super-Group) に対比している。これらの累層群は すでに述べたピルバラ系の岩層上に不整合的關係をもっている。このマウントブルース累層群は 下位よりフォテスキュー (Fortescue) ハマスレー (Hamersley) ウィロー (Wyloo) の 3 層群に区分されている。それぞれの代表的特長を次に示す。



第5図 Dr. FORMAN によるアマデウス堆積盆地南西部の模式地質構造



第6図 B.M.R. Dr. FORMAN 等による調査により確認されている中央オーストラリア アマデウス堆積盆地の原生代の分布図。この堆積盆地の南西部の模式地質構造は5図のごとくである。

・フォーテスキュー層群

層厚：4,200m

特長：塩基性枕状溶岩とその火山砕屑岩類が優勢 これらの下部には 石英質砂岩 アルコーズ砂岩を伴い上部では頁岩 ジャスピライトが多くなる。HUNTY (1963) によれば “Collenia” をもつポリミクティック (地向斜地域の特長の岩石 花崗岩礫を主とする) 礫岩や豆粒状石灰岩がみられると報告している。

・ハマスレー層群

層厚：2,400m以上

特長：非常に安定した環境のもとで沈積が行なわれ かつ化学的成因をもつ堆積が多いとされている。この地層の上位には 粗粒玄武岩や石英安山岩を伴うことが多いが 岩層全体としては おもにジャスピライト チャート ドロマイト 頁岩の互層からなる。とくに3枚のジャスピライト鉄鉱層が特長的で オーストラリアの主要鉄鉱地帯となっている。さらにしま状 層状構造が明瞭に認められ 鉄鉱層準に “クロシドライト (Crocidolite)” がみられることも

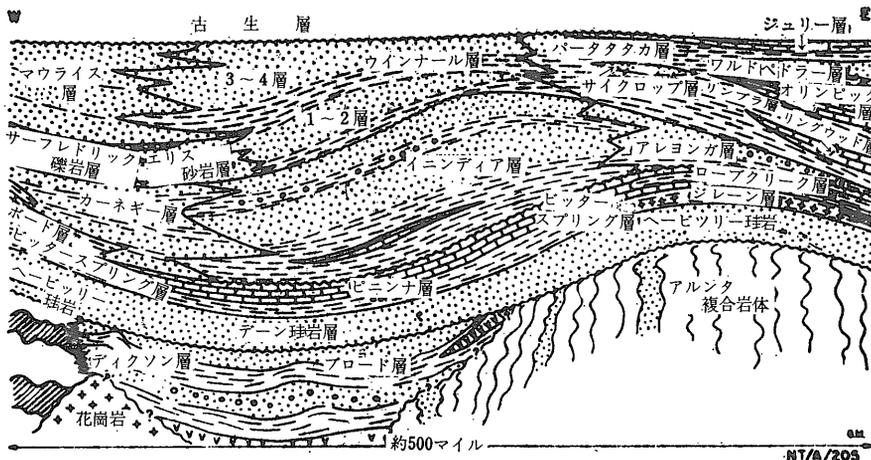
ある。

・ウィロー層群

層厚：3,250m以上

特長：頁岩から礫岩までその構成物質の粒度変化による岩相変化が著しい。石英質破砕物が優勢である。北部では ハマスレー層群から運ばれて来たと推定される ジャスピライトの破砕物を伴う礫岩が分布する。本層群中には1回の玄武岩溶岩と さらに Collenia newlandia をもつドロマイト層が認められている。

オーストラリア大陸には このヌラギニアン系に対比される岩層が北部地方にも数カ所にわたって分布している。その1つがダーウィン市の南部地域ピンククリーク地向斜に堆積したものである。WALFALE らの研究によると “アギコンディ (Agicondi)” 系とよばれるこの地域に特長的な岩層は ヌラギニアン系の岩相の変化したものとされ 時代として17億年以前に形成されたも



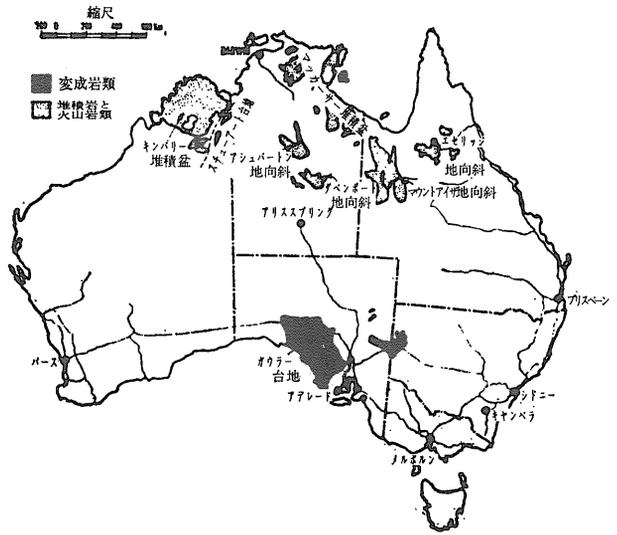
第7図 6図に示された中央オーストラリアの原生代地層の層序関係を示す図。(Dr. FORMAN による)

のと推測されている。このアギコンディ系の主要堆積層は古期より次のようになっている。

- パチェラー (Batchelor) 層群 (層厚1,500m以上)
- グードパラ (Goodpala) 層群 (層厚約300m)
堆積方向……周辺層
- フィニスリバー (Finniss River) 層群 (層厚1,500~2,500m)

全体として砂岩 アルコーズ砂岩 泥質岩 礫岩およびドロマイト質破砕物を主とする堆積物より構成されている。鉱床学的に興味をもたれるラムジャングル (Rum Jungle) ウラン鉱床はグードパラ層群の中に伴われている。グードパラ層群は3つの単位の岩相に分類されるがその要素は周辺相と地溝堆積相およびその中間帯である。周辺相は東方に向かって発達しており波痕や偽層の明瞭なアルコーズ砂岩 石英質砂岩 シルト岩およびところによっては礫岩を伴い さらに珪質ドロマイトのレンズをはさむこともある。これらの岩相からその堆積環境は浅い海岸的要素が多いとされている。西方に向かっての堆積方向には漸移帯が分布している。特長的な地溝堆積相はチャート 泥岩 ドロマイトなどにより構成されている。この地溝堆積相は前述のアギコンディ系のフィニスリバー層群との関係はちょうど舌をさしこんだような関係をもっていることが推定されておりこれらの堆積物質は西方から運ばれて来ていると考えられている。

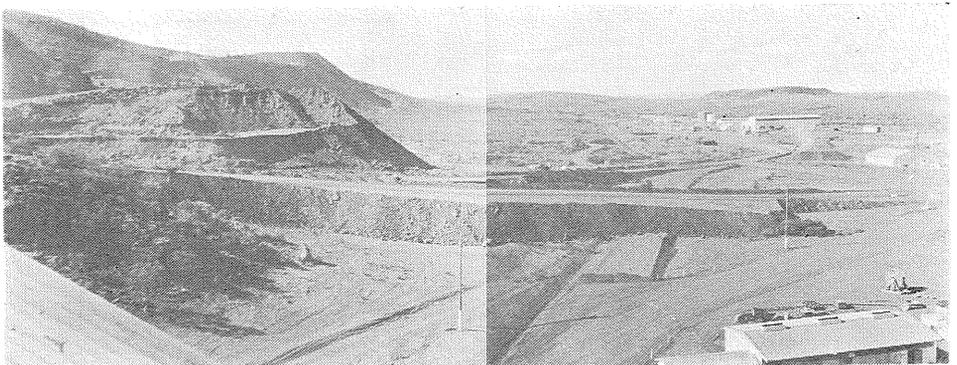
上記パインクリーク地溝の東部ではサウスアリゲーター (South Alligator) 層群が約600mの厚さで堆積していると知られている。この層群はわずかに砂岩のはさみをもつシルト岩より構成されこれらの堆積物質は東方から運ばれて来ているとされている。また南西部にはハルクリーク地溝が存在している。このハルクリーク層群の堆積相は塩基性火山岩 石英質礫岩 硬砂岩 頁岩および若干の石灰岩 ドロマイトよりなっ



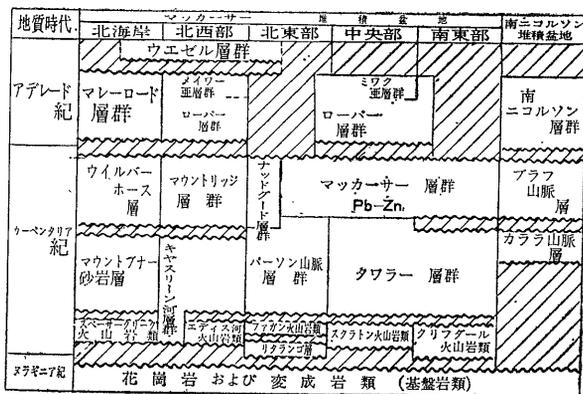
第8図 カーペンタリア層群の分布
オーストラリア原生代中期(14-18億年)の堆積層でこの層中にはFe Pb Znなど堆積型金属鉱床の賦存が顕著である。現在稼行中の世界的大鉱山であるマウントアイザ鉱山 ブロークンヒル鉱山(変成帯中)および未稼行のマッカーサーリバー鉱床などはこの中に含まれている。

ている。この層群中には変成作用が認められ緑色片岩相として特長的であるがしかし地域的にはグラニュライト相に達した程度の弱い変成度のものも存在している。さらに花崗岩 斑岩 超塩基性岩石の貫入も知られておりハルクリーク地溝の東南部では頁岩 赤鉄鉱化されている岩石 硬砂岩などが部分的な変成作用を受けて分布するがこれらの中にも花崗岩の貫入が認められている。

次に大陸中央部テナントクリーク (Tennant Creek) 地域ではワラマンガ地溝が知られている。これもパインクリーク地溝の堆積相と同様にヌラギニアン系に対比され岩石類は900m以上の厚さをもつ硬砂岩 頁岩 泥質岩より構成されている。堆積層は変形 変成



写真⑤
Mt. Newman 鉱山の現場(左はし採掘現場)



第9図 マッカーサー 南ニコルソンバズンの層序表
(P. R. DUNN, H. G. ROBERTS 等による)
マウントアイザ鉱床 マッカーサーリバー鉱床などはマッカーサーバズンのカーペンタリア期後半の堆積期に火山性砕屑岩を伴う堆積岩中に広範囲に広がって分布している。

作用をうけており 構成されている岩相から中程度の深海で蓄積された物質によるものと考えられるが 砂岩層は大陸棚部分の堆積とされている。またこれらの堆積岩層は カーペンタリア (Carpentaria) 層群により不整合的におおわれている。

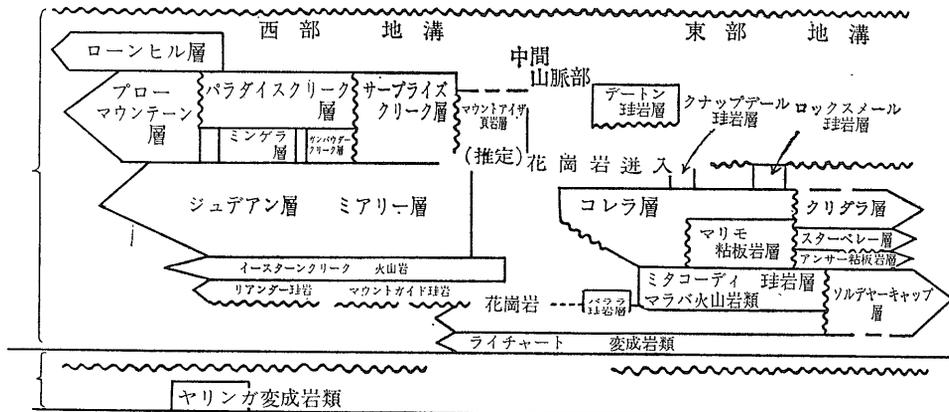
カーペンタリア層群は 原生代の中期に相当する堆積グループで オーストラリア北部の鉱物資源賦存の重要な母体となり 当地では最もよく知られている。オーストラリア北部に最も多く分布し これらはヌラギニア系の岩石を基盤とする マウントアイザ地向斜や マッカーサー サウスニコルソンなどの堆積盆に堆積したものである。最近のナバレック (Narbarlek) やレンジャー I (Ranger I) ウラン鉱床の発見で脚光をあびている。アーネムランド (Arnhemland) から キーンズ

ランド (Queensland) にわたって発達するマッカーサー層群の堆積相は 厚さ 8,000m 以上に達すると考えられており その堆積相は浅海性と推定されている。

堆積相の下位は火山起源のものが多く 基盤近くの酸性～中性火山砕屑物の堆積層は 厚さ 1,200m にも達するといわれている。またこの地区の北西部には キャスリーン河層群の発達知られているが この岩石相はアルコーズ砂岩 珪質砂岩 ドロマイトなどを主とするが その一部の低位に相当する部分はエディ河 (Edith River) 火山岩類として特長的な 中～塩基性火山岩類が多く挟在している。上記の堆積岩中には波痕 偽層など海岸 浅海性の特長を示す岩相がみとめられている。

北東部でも同様に 珪質砂岩 アルコーズ砂岩の優勢なパーソンズ山脈 (Parsons Range) 層群の発達がみられる。この層群の上位にはシルト岩 ドロマイトなどが優勢で これらの全体の層厚は 6,000m に達している。この堆積岩層も 上位層部 150m 程度の厚さの部分には波痕や交差偽層などのみられる石英質砂岩が多い。現在 B.H.P. により金属マンガン鉱山が操業されているグートアイランド (Groote Eylandt) 島付近では この層の厚さは非常にうすくなり かつ交差偽層を伴う石灰質砂岩あるいは地域的に火山砕屑物を伴う礫岩など アーネムランド北東岸にみられる同様な砂岩 縞状シルト岩頁岩などから特長的な浅海性堆積層のブロックとして注目されている。

マウントアイザ鉱山がその鉱業権をもっているマッカーサー河に沿う 鉛・亜鉛鉱床 (堆積型鉱床と考えられている) の分布する地域には 特長的なマッカーサー層



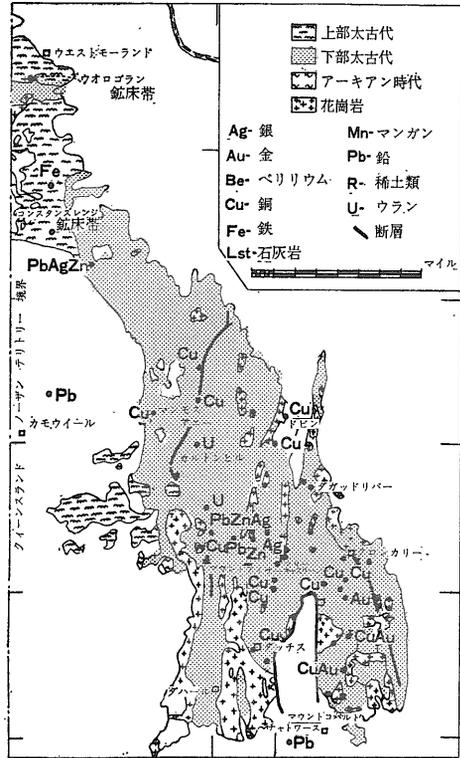
第10図
マウントサイザ地向斜の層序関係を模式化したものでマウントアイザ頁岩層を主とするシルト岩 頁岩などよりなる厚い堆積岩層中に Pb Zn の鉱床ならびに銅鉱床が分布している。

~~~~~ 不整合      ~~~~~ 地域的不整合      ----- 非整合  
□ 地層の位置に若干疑問がのこされているもの      } 同時代の地層単位間の不安定な境界を示す。

群の堆積が行なわれている。そのマッカーサー層群の周辺部は堆積環境の変化により上昇しかつ浸蝕作用が顕著であり南部ではタワラ (Tawalla) 層群の上位に不整合的のっている。しかし一般的にはマッカーサー層群はパーソンズレンジ (Persons Range) 層群やタワラ層群中に整合的にのっている。

マッカーサー層群の堆積の特長として炭酸塩を含む泥岩 (Carbonate mud) から形成されたと考えられるドロマイト層が発達しこの中には藻バイオストローム (biostrome) を散点的に伴っている。また地域的には陸源岩屑の発達も知られ塩基性火山岩の噴出も考えられる。盆地の東方軸部では2つの方向の北方にのびるヒンジラインがみられバルテン (Balten) 地溝とよばれている。この盆地の浅瀬ではリーフ型ドロマイトが発達しておりとくに西側のヒンジラインに多く西方に向かって砂岩泥岩石英質シルト岩藻バイオストロームが多くなっている。地域的に岩塩の結晶がこの堆積層中に胚胎していることもある。

浅瀬の西80kmがこの盆地の海岸線と推定されている。したがって東方に向かっては厚い層のシルト岩炭酸塩に富む岩石チャート砂岩あるいはこれらの碎屑物などが優勢となっている。

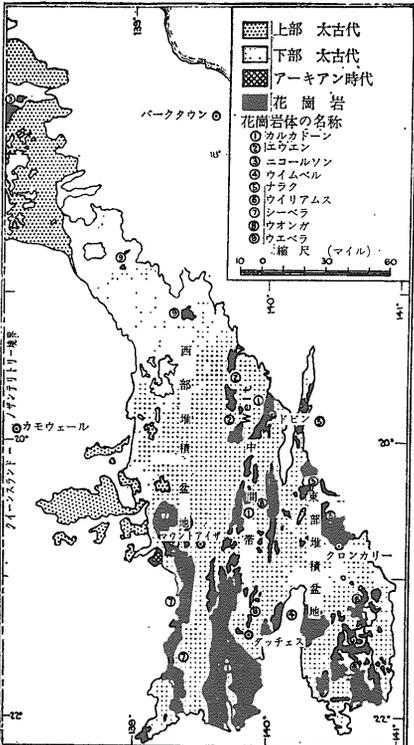


第11図 Mt. Isa 鉱床の胚胎する金属鉱床帯中の鉱床分布を示す図(BROOK による)

Main Lower Proterozoic Units

| Unit                      | Main Lithology                                                                       | Thickness (ft) |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Lawn Hill Formation       | Sandstone, shale, volcanics.                                                         | 2,000-5,000?   |
| Mount Isa Shale           | Silty and dolomitic shale.                                                           | 10,000+        |
| Mingera Beds              | Conglomerate, sandstone, shale.                                                      | 5,000?         |
| Ploughed Mountain Beds    | Sandstone, dolomite, siltstone.                                                      | 10,000-15,000  |
| Surprise Creek Beds       | Sandstone, dolomite, siltstone, conglomerate.                                        | 20,000?        |
| Paradise Creek Formation  | Dolomite, siltstone, sandstone.                                                      | 10,000-15,000? |
| Gunpowder Creek Formation | Siltstone, shale, sandstone.                                                         | 2,000?         |
| Deighton Quartzite        | Quartzite; some conglomerate.                                                        | 7,000          |
| Judenan Beds              | Sandstone, siltstone, some volcanics.                                                | 6,000+?        |
| Myalby Beds               | Sandstone, some conglomerate and volcanics.                                          | 20,000+        |
| Corella Formation         | Thin-bedded calc-silicate and other metamorphic rocks.                               | 10,000?        |
| Marimo Slate              | Sandy slate, quartz greywacke, calc-silicate rocks, volcanics.                       | 8,000+?        |
| Kuridala Formation        | Quartzite, schist, black slate.                                                      | 8,000          |
| Staveley Formation        | Calc-silicate rocks, siltstone, shale.                                               | 2,000-8,000+   |
| Answer Slate              | Slate, siltstone, chert, schist.                                                     | 2,000?         |
| Eastern Creek Volcanics   | Interbedded metabasalt and metasediments.                                            | 20,000?        |
| Mitakoodi Quartzite       | Quartzite; some metabasalt.                                                          | 4,000?         |
| Marraba Volcanics         | Basic metavolcanics and metasediments.                                               | 10,000+?       |
| Soldiers Cap Formation    | Mica schists (some high grade), metabasalt, slate, quartzite.                        | 25,000+        |
| Ballara Quartzite         | Quartzite, some conglomerate.                                                        | 2,000+         |
| Mount Guide Quartzite     | Feldspathic quartzite, conglomerate, some metabasalt.                                | 4,000-8,000+   |
| Leander Quartzite         | Quartzite, some metabasalt.                                                          | 5,000+         |
| Argylla Formation         | Metarhyolite, metadacite, interbedded in places with metasediments and metamorphics. | 10,000?        |
| Leichhardt Metamorphics   | Acid metalavas, some metabasalt; amphibolite and metamorphics.                       | ?              |

第13図 Mt. Isa 鉱床付近の主要下部原生代の地質の堆積区分 (CARTER による)



第12図 Mt. Isa 鉱床の胚胎する地向斜中の古期岩石の分布 (CARTER による)

●印は金属硫化鉱物の胚胎する地層 (金属鉱化作用)

○印はウラン鉱物の胚胎する地層 (ウラン鉱化作用)

|          |                         |                                |                                                        |
|----------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------|
|          | キンバリー堆積盆地               | ルボック堆積盆地                       | スチュアート台地                                               |
| アデレード期   | マウントホース層群               | ルイザタウン層群<br>クニアノイ層群<br>グリドエン層群 | アルバートエドワード層群<br>ドウエルディン層群<br>ヘリコプターシルト岩層<br>ウッドクリーク砂岩層 |
|          | バステイオン層群                | ゴロンボ砂岩層                        | バンブルバンタドロマイト層<br>マウントパーカー砂岩層                           |
|          | キンバリー層群 Fe <sup>+</sup> |                                |                                                        |
| カーペンタリア期 | スパーワ層群                  |                                | レッドロック層                                                |
|          | ホワイトウォーター火山岩類           |                                |                                                        |

第14図 カーペンタリア紀のキンバリー層群の位置を示す層序区分  
同層群中には鉄鉱層が賦存している。

盆地の南部では石英質砂岩 チャート チャート礫岩などが優勢で 鱈状岩 鱈状炭酸塩が北 北西部に分布し かつ 堆積盆の火山類も北西部に多く分布している。マッカーサー層群の層厚は最大4,200m 南西で3,300m 内外であるが 東方に向かっては極端にうすくなり 300m程度になっている。カーペンタリア期の後期にはマッカーサー層群 ブラフ (Bruff) 層群などより特長づけられるが その後のプレカンブリアン時代の最後期にあたるアデレード期との間には不整合関係を示すところが多い。マッカーサー盆地の南東部には マウントアイザ鉱床で有名なマウントアイザ地向斜の厚い堆積層が知られている。この地向斜における層序関係は 第10図に示すとおりであるが この中の堆積層区分をマッカーサー堆積盆のもと 次に対比してみる。

|             |                                            |
|-------------|--------------------------------------------|
| マッカーサー堆積盆   | マウントアイザ地向斜                                 |
| 前期 タワラ層群    | { レアング珪岩<br>イースターククリーク<br>火山岩類<br>ジュンデナン層群 |
| 後期 マッカーサー層群 | { プロードマウンテン<br>層群<br>ローンヒル層群               |

上記のようになり その岩石構成区分からみても類似しているといわれている。

1961年 カーターにより作成された層序関係からみると カーペンタリア紀の最も古い地層は レイハート (Leichhardt) 変成岩類で この変成岩相は角閃岩類に

とむ変成岩とされている。

原岩は酸性火山活動を伴う堆積岩層と流紋岩 石英安山岩とされている。これらの酸性火山活動は 上位のアーギラ (Argylla) 層 (約3,000mの層厚) にまで引き続いて行なわれており またこれらの溶岩はイースタン (Eastern) 地溝帯のソルディアークャップ (Solidiens Cap) 層の砂岩 頁岩層中にも舌状に入りこんでいる。この溶岩は上記堆積岩類の角閃岩相の中では緑色片岩相となっている。

RICHARDS (1963) による17億7,500万年と年代決定された Ewen 花崗岩類の貫入は 次期の火山活動前のアーギラ層の末期に行なわれている。西方のレアンダー マウントガイド バララなどの珪岩層は 石英質砂の供給しやすいた酸性火山活動の多い地域に発達し その厚さは 2,400m に達する部分もある。

次にメディアンリッジ (Median ridge) は塩基性火山活動の中心となり 東西二つの地溝帯は 玄武岩流の互層をなす厚い堆積岩層 (イースターククリーク火山岩類 約3,000m) (マラバ (Marraba) 火山岩類 6,000m) を構成している。この玄武岩はイースタン地溝帯のソルディアークャップ層中にも舌状に入りこんで来ている。このイースタン地溝帯では 火山活動の後期に約1200mの石英質砂岩ミタコーディ (Mitakoodi 珪岩) が部分的に玄武岩流の互層をみながら マリモ (Marimo) 粘板岩層 アンサー (Answer) 粘板岩層などの泥質頁岩まで続き この時期で火山活動は終了している。

ミタコーディ珪岩の堆積期のあとで イースタン地溝帯では地殻変動が行なわれ 二つの小さな地背斜が形成されたが ウェスターン地溝帯の方では ほとんど地殻変動がみられていない。イースタン地溝帯の地殻変動後 ウラン鉱床 (マリーキャサリン鉱山などの) 胚胎するうすい頁岩をはさむ綿状ドロマイト 砂岩 礫岩層 (コレラ corella 累層) が発達している。現在この岩層は 広範囲のカルシウム-珪酸塩岩石類と片岩類により構成されている。そして岩相は南方に向かってドロマイトが部分的に随伴する泥岩および石英質砂岩 すなわち 現在では珪岩 片岩 粘板岩などを主要構成成分とする岩相に変化している。

コレラ累層の基盤付近に多い角礫岩は ソルディアークャップ累層との間の地殻変動によるものと考えられ 両者の関係は場所により整合 非整合 あるいは傾斜不整合など変化が多い。このコレラ累層とその上位に伴われる珪岩層に対比されるウェスターン地溝の岩層はジュンデナン (Judenan) 層群とミアリー (Myally) 層群であ

る。ミアリー層群は中央リッジに近くかつウェスターン地溝帯の北部によく発達し少量の泥岩頁岩を伴う石英質砂岩層よりなりその厚さは6,000mにも達する。そして同層群の下位は礫岩アルコーズ砂岩が発達しまた上部には流紋岩玄武岩が分布している。カーペンタリア期の2回目の花崗岩体の侵入はコレラ累層の後地溝ジュデナン層群などの形成後岩層の変形作用に伴われて起こっている。イースターン地溝帯はその後地表にあらわれ風化作用により石英質砂岩礫岩の源を生成すると共に現在ディトン(Deighton)珪岩とよばれている西方からイースターン地溝に広がっている2,100mにおよぶ厚さの堆積層(珪岩)を形成している。

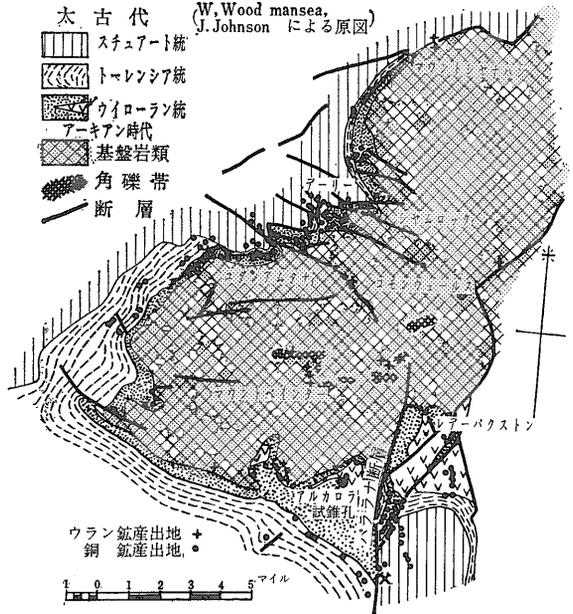
しかし いっぽうウェスターン地溝の中央リッジに近い部分では引きついでうすい縞状頁岩ドロマイトなどを伴う岩石で岩相変化の著しいサプライズクリーク(Surprise Creek)やプロードマウンテン(Ploughed Mountain)などの堆積層が発達し特定の場所にはAlgal Biohermsがよく発達している。

最後にこの地方の堆積層はローンヒル累層であり整合的にプロードマウンテン層ののっており岩層としても上部に向かってシルト岩頁岩がとみ下部に向かって流紋岩を伴う石英質砂岩などからなっている。

これらの岩層は一部ではアデレード紀あるいはカンブリア紀の可能性もあるといわれている。

このほか北部クィーンズランドにおける層厚9,000mにおよぶエセリッジ(Etheridge)地向斜やキンバレー盆地アシュバートン(Ashburton)地向斜ダベンポート地向斜アデレード市北方のガウラープラットホーム(Gawler Platform)などにおけるカーペンタリア期の堆積層が知られている。

エセリッジ地向斜は深海性堆積相と考えられ頁岩チャート石灰質石英シルト岩などより構成されている。しかし基盤近くの露出や地向斜の北東部においては浅海性堆積相もみられる。堆積相の末期クロイドン(Croydon)火山岩類はマウントアイザ地向斜のローンヒル累層にだいたい類似し流紋岩の噴出が認められる。そしてこの期において褶曲作用と花崗岩超塩基性岩の貫入が東部周縁に沿ってみられるのが特長である。キンバレー層群におけるカーペンタリア期の堆積層は多くの不整合部が知られている。ざんたい的に変動帯の動きにしたがって層厚に著しい変化がみとめられている。下部層ホワイトウォーター(White Water)火山岩類はハルスクリーク層群やランブー(Lamboos)累層

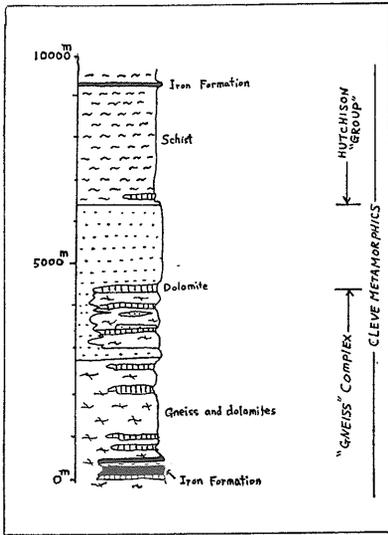


第15図 Mt. Painter 複合岩体の周辺に分布するCu<sub>2</sub>Uの鉱床

群の上に不整合的に約2,000mの酸性火山岩類および凝灰岩類よりなっている。この上位に不整合的に浅海性堆積層と推定される約5,700mの地層が堆積している。

この堆積層はアデレード紀のハートドレライトの貫入岩床により貫入されている。最も下位の岩層区分は最大2,300mの層厚をもつスパーワ(Speewah)層群で石英質砂岩アルコーズ砂岩少量の酸性火山岩類を伴うシルト岩頁岩などより構成されている。この上位に層厚約3,300m(最大)のキンバレー層群がのっている。下位に向かって塩基性火山岩類また上位に向かって赤色緑色頁岩やストロマトリチックドロマイトが多くなる石英質砂岩層よりなっている。このキンバレー層群は盆地の南西部ヤンピーサウンド(Yampi Sound)地区では600mに及ぶ赤鉄鉱珪岩層および含鉄層が分布し鉄鉱として採掘されている。さらにこの上位にバスティオン(Bastion)層群やルボークサブベーズン(Lubboksubbasin)の堆積層が分布している。

このほかダベンポート地向斜の堆積物はハッチスクリーク層群として知られワラマンガ層群の上位ののっており主として石英質砂岩よりなるが下位に向かって粘土質となりかつ下部層には斑晶質流紋岩安山岩玄武岩の溶岩流などが伴われている。そして砂岩中にはまた交差偽層や波痕が豊富に認められている。



第16図  
アデレード西方ガウラップラットホームの変成岩類中に賦存する鉄鉱層関係図(THOMSON 1968 原図より)  
ワイアラ製鉄所の鉄鉱石はこの鉄層から供給されている。

この層群はまた剪断帯や火成活動部位を除けばほとんど変成作用がみられず 層ぜんたいの厚さは 7,500mにも達するといわれている。火成活動として斑柘岩グラノファイアー 石英斑岩 花崗岩などが分布する。テナントクリーク付近のアシュバートン地向斜にもハッチスクリーク層群と類似の堆積層が分布している。そしてその厚さは 3,300m 以上にもなると考えられ 砂岩 礫岩を主とするこの層中に若干の玄武岩や石英斑岩の貫入が認められている。

カーペンタリア期の変成岩類として有名なのは 南オーストラリアやニューサウスウェールズ州の州境に分布する。その一つはブロークンヒル地域のウィルヤマ(Willyama)累層群で Ag—Pb—Zn 大型の鉱体がこの中に胚胎している。1964年のBHINSの研究では この累層群は高度の変成作用をうけ 片岩 角閃岩 片麻岩 縞状鉄鉱層などが特長的である。地質 鉱床および地質構造的にもよく研究が進められており 変成作用の時期も一回ではなく また放射性物質による年代決定の幅も広いとされている。ブロークンヒルの北西約 250kmのマウントペインター累層群も上記と類似し 珪岩 片岩 片麻岩 カリ長石花崗岩などよりなり 下部古生代の花崗閃緑岩の貫入が知られており 若干の銅ウラン鉱床が胚胎している。

アデレード地向斜の西側 ガウラップラットホームもカーペンタリア期 あるいはこれより古いと考えられる変成岩類の分布が知られている。最大層厚は10,000m 下位のフリンダー層群は 9,000m の層厚で 片麻岩 ミグマタイト 若干の珪岩 ドロマイトおよび少量の火成岩系の角閃岩類より構成され 上位のハッチソン層群

| 地質時代   | 岩石区分                        | 整合~不整合               |     |
|--------|-----------------------------|----------------------|-----|
| 古生代    | カンブリア紀<br>パラルナおよびテリブル山層群    | カンマントウ層群<br>地地的      |     |
| アデレード紀 | マリノアン統<br>Marinoan Series   | 水河堆積層<br>アンベラナ層群     | 地地的 |
|        | スチュアート統<br>Sturtian Series  | ユドナムタナ層群             |     |
|        | トーレンシア統<br>Torresian Series | アラガート砂岩<br>コブレ珪岩層    | 僅少  |
|        | ウィローラン統<br>Willouran Series | ケルナ山片岩<br>キパーラ-フイーロ  | 大型  |
|        | カーペンタリア紀                    | 結晶片岩類(マウントペインター複合岩体) |     |

第17図 アデレード期の層序区分(アデレード地向斜における)

は 6,000m の層厚で 雲母片岩が優勢な岩層とされている。なお この中には 層状角閃岩 赤鉄鉱質珪岩 ドロマイトを伴い ワイアラの西方の鉄鉱床はこの中に胚胎する。

原生代の後期の堆積層として オーストラリアの地質家の間で長い間知られているものが アデレード地向斜のカンブリア紀の下位に整合的(?)に存在する厚い堆積層で 1966年トムソンらによって原生代の最後期 アデレード系とされている。

地質時代の Radiometric age (K-Ar 法による) は 正確ではないがこの堆積層群の基盤近くの変成されたウールタナ(Wooltana)火山岩類からの試料では 8億5千万年とされ マウントペインターやオーラリー地域の試料からの数値は16億年を上限としている。

現在までの 研究では アデレード系の層厚は 15,000m以上にも達する厚いものと考えられているがタービダイト(Turbidite)がなく 火山活動も限定されている。1958年 GLAESSNER や PARKIN によりウィローラン(Willouran) トーレンシアン(Torresian) スチュアーティアン(Sturtian) マリノアン(Marinoan)の4統に区分されたが 1964年 THOMSON により第17図のような層序区分を提唱されている。

ウィローラン統は シルト岩 粘板岩 ドロマイト 石英 砂岩などの 3,600m 以上の層厚をもつ岩層により構成され 不整合的に結晶片岩類の上ののっている。フローム湖の西ウールタナでは ウールタナ火山岩類と考えられる若干の安山岩 流紋岩類を伴うところの変成

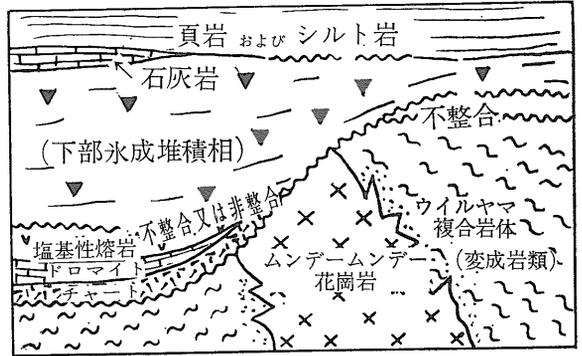
作用を受けた粗面岩類の分布が特長的で カラアナ(Callanna)層と呼ばれている(層厚約600m)。この層中には少量の千枚岩 大理石が基盤の珪岩の上ののって来ている。このような岩石の分布は 地向斜の北西部 ブロークンヒルの東 ポートオーガスタ (Port Augusta)の南西などにも知られている。そのほかアデレードの南東には数千mの厚さの千枚岩 珪岩 ドロマイトなどが分布するが これは通称リパーウォークフィールド (River Wakefield) 層群と呼ばれ ウィローラン統の中に包含されている。

トーレンシア統は 普通にはウィローラン統の上位に整合ののって来ているが しかし一部では不整合関係を示すところもある。最も普通なもののはバラ(Burra)層群で 下位の砂岩 礫岩層(一般には石英質で 1,950m以上の層厚をもつ)の上にドロマイト 石灰岩 苦灰岩などを伴う粘土質炭酸塩にとむ岩相がのって来ている。とくに バラ地方ではこの地層の下位には石灰岩層が優勢であるといわれている。コプレー (Copley)の西では 珪岩とアルコーズ砂岩の互層中にマグネサイトが発見・開発されており その成因については FORBES(1960-61)は Paralic Sedimentation の地域における大陸内部のアルカリ性の水と海水との反応により生成されたと論じている。

いっぽう カレラ層群に似たバラ層群は 地向斜の西あるいは北西に向かい厚くなっている。アデレードから数kmのレイクリークには 最大の3,000~4,200mにおよぶ堆積層が分布している。

北東および東 南の地域では バラ層群はうすく上位のアンベラタナ (Unberatana) 層群がオーバーラップしている。また バラ層群は 西方に向かっては急激にうすくなり この地域ではマリノーン(Marinon)統の堆積層がオーバーラップしてきている。アンベラタナ層群の下位は 部分的に氷河環境を示す glacial pavement 漂礫岩などの存在が知られている。そしてこの堆積期の下位ユドナムタナ (Yudnamutana) 亜層群も氷河期の最初の堆積層として知られている。

これらの氷河期の堆積層は 青色~灰色 シルト質頁岩や少量のアルコーズ砂岩を伴う。さらにこれらの上位には 地域的に開発されたことのある鉄鉱床を含む泥質砂岩層がのっている。アデレード地方では これら氷河期の堆積層の上部にあたる地層に含まれる石灰岩層が開発されている。スチュアート統の厚さは アデレードの北 北東で6,000m以上に及ぶが マウントフィットン (Mt. Fitton) 付近の漂礫岩の厚さは2,100mである。このスチュアート統の地層はアデレード地向斜の



第18図 Broken Hill 北部のアデレード期の地層関係図 (Thomsonによる)

中では最も広く分布がみられ その外縁はフリンダース山脈の北西にまで及んでいる。

上記の漂礫岩層中には玄武岩質溶岩流がみられており またオーラリー地方では たぶん早期古生代と考えられる侵入花崗岩の分布も知られている。マリノーン統は氷河期後の堆積層で 紫色~緑色頁岩および粘板岩により特長づけられている。本堆積層の層厚は フリンダース山脈の北方において4,500m以上にも達している。

アデレード地向斜の北西 オフィサー盆地中のアデレード紀系の堆積層はあまりよく知られていないが マラリンガ (Maralinga) 近くでは 約300mの層厚のチョコレート色 緑色の頁岩が Ludbrook Coat などによって発見され 本層がマリノーン統に対比されるものと考えられている。

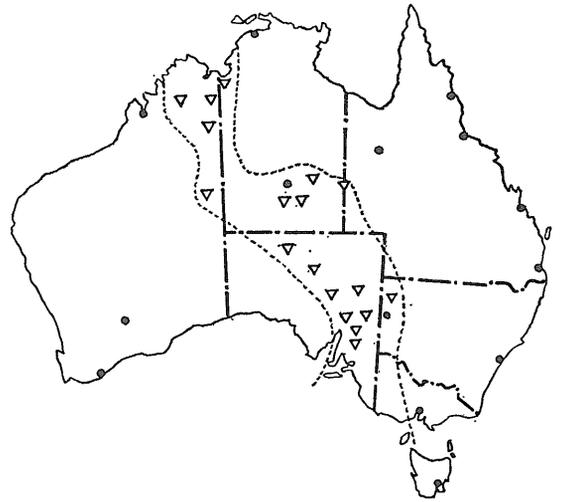
ノーザンテリトリイの南部 アマデウス盆地は 花崗岩 片麻岩 片岩などよりなるアルンタ マスグレーブマン 累層群により北と南がかこまれている。一般にこの盆地の基盤は片麻岩 片岩 花崗岩などよりなり アデレード紀の岩石は この上位に不整合的にのっている。最も下位層は珪岩の発達著しく 地域的には変成作用を受け さらに低度~中間的な変成度の変成された火山岩類を伴っている部分も多い。アデレード紀の岩層の厚さは 南部付近の3,600m (最大) から 2,000m (北部縁部) までにおよんでいる。最下位層の珪岩層の上位に来るビッターズプリング (Bitter Spring) 層やピンニヤ (Pinyinna) 層は約750mの厚さで 石灰石 ドロマイト チャート 頁岩 岩塩 (地表部) 場所により石膏が含まれることのある岩層により構成されている。

次にこの上位のアレヨンガ (Areyongo) ボード (Board) インディア (Inindia) 層などの厚さは2,100mにとみ 炭酸塩にとむ岩石が優勢である。この層中に

は 場所により漂礫岩のような氷河堆積物を含むこともある。西部のカーネギー層は 赤色～褐色 交差偽層をもつ砂岩 シルト岩などが発達し ボード層と指交している。ボード層やイニンディア層は 石灰岩 ドロマイト シルト岩などの発達する堆積層である。これらの地層の上位層は パータタタ (Pertatata) 層 (1,200 m) ウィナル (Winnall) 層 (2,400m) およびサーフレデリック (Sir Frederik) 礫岩—エリス (Ellis) 礫岩—マウリス (Maurice) 層などがある。このほか アルンタ累層群の中に存在するナグリア (Naglia) 盆地 その北側に分布するジョージナ (Georgina) 盆地にも花崗岩や太古界の変成岩類を基盤とするアデレード紀の堆積岩層が分布している。これらの堆積層の一部は アデレード紀の氷河期の堆積物と考えられるものが認められている。アデレード紀の地層はまたすでにのべたキンバレー盆地 マッカーサー盆地などにもカーペンタリア紀の堆積層の上位に不整合的にのっている。

プレカンブリアン界の岩石中の変成岩類は 上述のように一つの盆地あるいは地向斜の中で 層位学的にプレカンブリアン界と明瞭に推察できるもののほかに 若干の問題が残されているために 通称プレカンブリアン界の変成岩類として推定されているもの 2 3 が存在する。その代表的なものとして 次のようなものがあげられている。

- Musgrave-Mann Complex (N. T.)
- Peake Metamorphics (S. A.)
- Barossa and Houghton (S. A.)
- Einasleigh Metamorphics (Q)
- West Tasmania の Metamorphic rocks (T)



第19図 氷河の分布を予測することの可能な漂礫土の分布を示す参考図

プレカンブリアン時代の堆積環境や当時の気候条件などがほぼ推定されている。早期原生代 (Early-Proterozoic) すなわちヌラギニア (Nullaginian) 系には相当厚い地層の硬砂岩が広く分布しているが 次期のカーペンタリア系に入ると このような岩相は一変して少なくなり泥質岩あるいは石灰岩 ドロマイトなどの随伴が多くまた火山活動としての 酸性～塩基性などの火山溶岩の分布も顕著である。とくに地殻の変動 基盤の上昇沈降による堆積盆地の変化なども特長的になり 北部直轄領 (ノーザンテリトリー) やクィーンズランドなどの地区においては これらの地層中に数多くの金属鉱床が発見されていることも 地殻変動 火成活動の顕著であったことを示す一例とも考えられる。

以上のカーペンタリア系までの地層は Stromatolitic reefs などを含む炭酸塩の沈積などから考えて だいたいの熱帯性気候下にあったことが推察できるが 次に興味のある問題としてあげられているのは アデレード系の スチュアート統 マリノン統の漂礫岩層である。その広がりには アデレードから中央オーストラリアを包含して キンバレー地方にものびているところから 従来地質学者の間でいろいろ論議的にされていたが 最近までの研究から 古生代後半 洪積期の氷河期に対比されるような大型の氷河期として タスマニアからオーストラリア中央部を含めてキンバレー地方にも氷河の発達があったものとして考えられている。

地殻運動と火成活動については 第20図のように Brownらにより いちおうまとめられている。これらによると 太古代のビルバラ系中により 少なくとも2回



写真⑥ 太古代の岩石中に胚胎するニッケル鉱床探査のためブルドーザーでトレンチされた現場 (Scetia 付近)

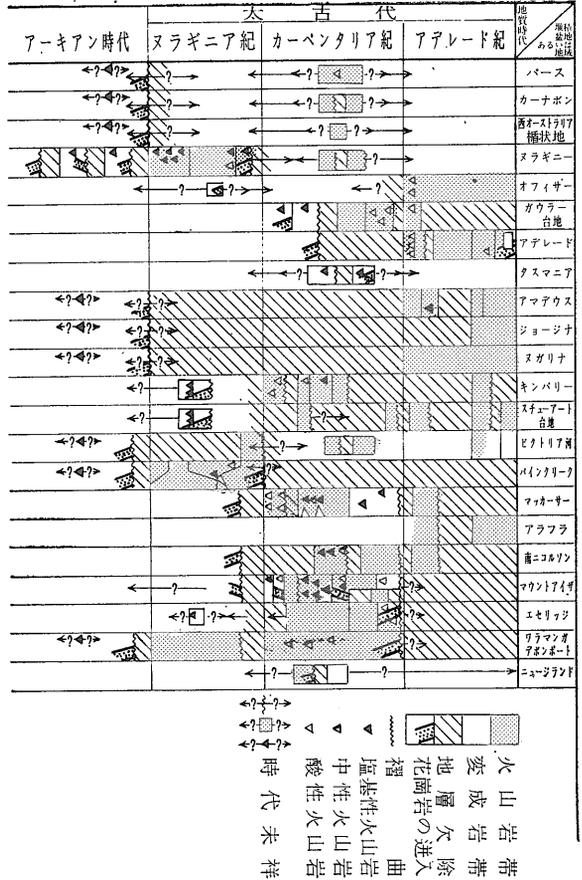
以上の褶曲作用や花崗岩の侵入期が存在することがわかっている。そしてこれらの時期は 1965年 LEGGOらによる研究から23~30億年の間に行なわれたものと推定されている。また 太古代における他の火山活動も 上述のヌラギニア盆地中にみられる塩基性火山活動 ざらにパインクリーク地向斜中の酸性火山活動などの存在が知られている。

これについて古期原生代 すなわちヌラギニアン系 (約18億年前と考えられている)の地層は ノーザンテリトリーやクィーンズランド州地域の中で変成作用を広い範囲にうけているが これらの中にも花崗岩の貫入がみられている。パインクリーク地向斜やヌラギニア盆地中にも 同様に花崗岩の貫入が知られているが ぜんたいとして これらの地層堆積期の後半に行なわれている。

火山活動の一般的な特長として マウントアイザ地向斜からキンパレー盆地に至る間は とくに酸性火山岩の活動が優勢であったが 後半の前期には 一時的に塩基性火山活動期を伴い 最終期の酸性火山活動期にもどっている。カーペンタリア紀の地層中における火山活動は幅広い変化がみられるが とくに後半における地殻変動を伴うものが著しい。

マウントアイザ地向斜中のカーペンタリア系の堆積期の間には 2回以上の花崗岩侵入期が推定されている。地域的な変成作用はカーペンタリア紀の中では大陸の東半部に限定されているように考えられる。マウントアイザ地向斜中のレイチハート (Leichhardt) 変成岩類 南オーストラリアのウィルヤマ マウントペインター累層群さらにガウラープラットホーム中の変成岩などがこれに相当する。カーペンタリア紀のまた大きな地殻変動は北部地方ではアデレード紀の堆積が行なわれる前に発生している。このような“epi Carpenarian Orogeny”はエセリッジ (Etheridge) 地向斜の中のような花崗岩の貫入をひきだしている。

アデレード紀は アデレード地向斜 スチュアート シェルフ オフィサー アマデウス盆地の中の酸性~塩基性火山活動を限界としてはじまっている。そして火山活動は終了している。オーストラリアにおいては このアデレード紀には このような火山活動はほとんど知られていない。また この時代は 最も安定した静かな堆積期でもあり プレカンブリアン時代の化石として有名な Stromatolite の代表的 floral はこの中に発見されている。ただ一部 北オーストラリアの粗粒玄武岩の板状貫入岩体や McDougall Leggo により 1965年に時代測定を行なったキング島の花崗岩貫入はこ



第20図 オーストラリアの堆積環境と地殻変動 火成活動を示す図 上記中 火成活動の顕著なカーペンタリア紀の岩層中に大型金属鉱床が発見されている。

の時代のものと推定されている。アデレード紀には この時代における最大の地殻変動と考えられるアマデウス盆地を除いては ほとんど地殻変動は認められていない。現在 これらの地層中にみられる地殻変動や火成活動などは すべてアデレード紀後のものと考えられている。

(筆者は鉱床部)

参考文献

- \* Geology of Australian Ore deposit 1965
- \* The Geological Evolution of Australia and New Zealand 1968
- \* Geology of Amadeous Basin Central Australia 1970