

ダイヤモンドのおいたち

～中世以前の成因論から最近の成因論まで～

砂川 一郎

地球上に産する鉱物のうちでダイヤモンドほどながい間にわたって人間の心を魅了しつづけてきた鉱物はない。紀元前数世紀のころからインド人はこの鉱物を仏像の象眼としてはめこんだり他の硬い宝石の研磨につかっていた。ローマ時代のヨーロッパにはダイヤモンドがインドから輸入されており王侯貴族だけがもつことのできる貴重品としてとりあつかわれプリニウスの自然誌にもダイヤモンドにまつわるさまざまな話がかきこまれている。中世には魔除け厄除けとして騎士のかぶとや剣の先につけて使われたといわれている。

1866年の南アフリカでのダイヤモンド大鉱床発見以後はそれまで王侯貴族の専有物であったダイヤモンドが急速に大衆化してゆき欧米のご婦人方の大半がダイヤモンドの婚約指環を身につけることができるほどになってきた。この大衆化は日銀ダイヤモンドの放出を契機として日本でも最近おこりはじめているようである。

一方ダイヤモンドは地球上でもっとも硬いという特性によって広い工業分野でつかわれだしここ100年たらずの間にその使用量が年々急増してきた。そのもつ特異な性質によってダイヤモンドは近代精密工業にとって欠くことのできない地位を占めるに至ったのである。

ところでこのように長い歴史にわたって人間に親しまれてきたダイヤモンドがいったいどこでどのような条件の下でどのようにしてできたのだろうかという

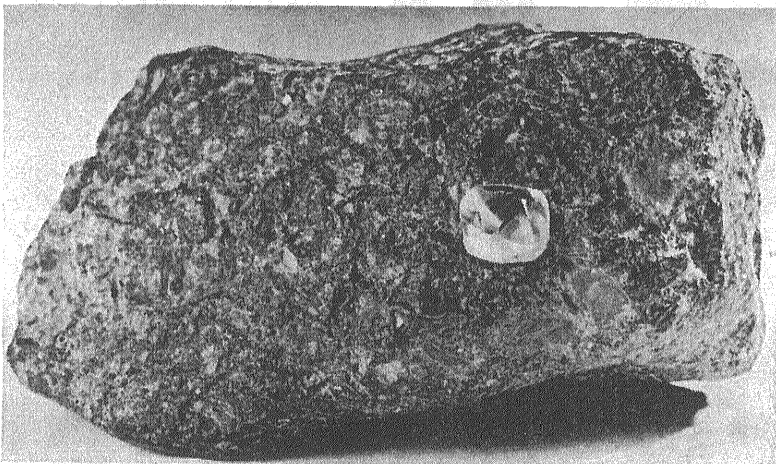
疑問は人々の胸に長い間巣くっていた。科学がはじまる以前からもダイヤモンドのおいたちについて人々はさまざまな想像をめぐらしていたのでありまた科学する心が生れてのちにも実にさまざまな成因論がだされてきたのである。

ダイヤモンドの結晶が美しいと感じる心のうらにはこの美しいものが一体どうしてできたのかと疑い気持ちが芽生えるのは人間として当然のことであろう。この疑問をとくためにダイヤモンド自身のもつ性質やその地球上での産出状態母岩の地質学的産状や岩石学的性質などについての詳しい研究がたくさんの研究者によって研究されてきたのである。またダイヤモンド合成の研究目的の一つには天然のダイヤモンドの成因を明らかにしようというねらいもふくまれていたろうし合成成功後もその成果をナゾをとくカギにつかおうとしてきたのである。

ダイヤモンドの成因をしろうとする科学的な研究は南アフリカでダイヤモンドの母岩であるキンバレー岩が発見されその産状や岩石学的性質についておこなわれた研究からはじめられた。地質学的・岩石学的な研究からである。そのうち鉱物学者や結晶学者が参加してダイヤモンドの結晶の丸味や8面体面上にみられるトライゴンと呼ばれる3角形の凹みの成因について議論がはじめられるようになり有名なフェルスマン(A. Fersman)やゴールドシュミット(V. Goldschmidt)のDer Diamant(1911)という著書が刊行されるに至った。

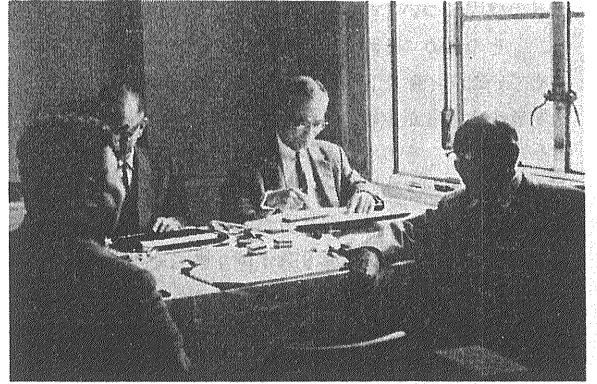
この論争は後述するようにいまだに絶えずにつづけられているのである。

一方ダイヤモンドの産状ダイヤモンド結晶中の不純物や異種鉱物の包有物結晶の形や表面構造などの研究を総括して2部にわたるダイヤモンド成因論Genesis of Diamondを発表したのはイギリスのウィリアムズA. F. Williamsで1932年のことであった。南アフリカやインドなどの世界のダイヤモンドの主産地が英国領であったためか



キンバレー岩中のダイヤモンドの結晶
(I. D. I. B. 提供)

由来ダイヤモンドの研究はイギリスがもっとも盛んで、ウイリアムズの本の出版される前にも 1928年にサットン(J.R. Sutton) がダイヤモンド Diamond という本をクルークス卿(Sir W. Crookes)が1909年に同じくダイヤモンドという標題の本を出版している。さらにその前にはマーヴェエ(J. Mawe)のダイヤモンド論 A. Treatise on Diamonds (1823) ジェフェリーズ(D. Jefferies)のダイヤモンド真珠論考 Treatise on Diamonds and Pearls (1751)がロンドンで出版されている。またウイリアムズ以後にもトランスキー(S. Tolansky)によるダイヤモンド表面の微細構造 Microstructures of Diamond Surfaces というダイヤモンドの結晶の表面構造のみに関する著作の出版がある。



日銀ダイヤの鑑定風景

トランスキーのこの本が出版されたころから ダイヤモンドのもつ物理的・化学的性質の研究に種々の新しい固体物理学的研究手段がつかわれるようになり それまで予期もされていなかったような新しい性質があきらかにされてきた。新しい性質や新しい知識がえられるにつれて ダイヤモ



ダイヤモンド合成に最初に成功したゼネラル・エレクトリック研究所の研究者のグループ うしろの写真は人工ダイヤモンドの結晶 右端のひとりで型のは複雑な双晶の写真 G.E.の研究者はこのような双晶を意のままに合成することができる (G.E. 研究所提供)



ダイヤモンドの色々な結晶(I. D. I. B. 提供)

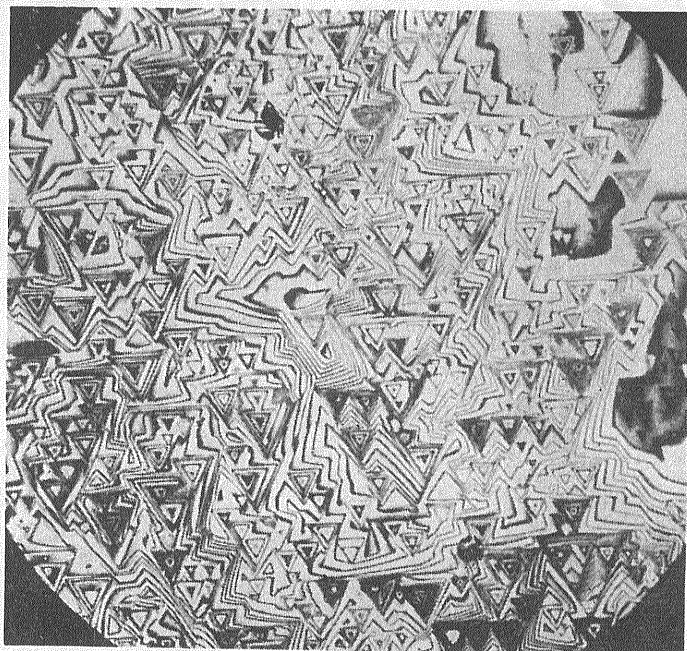
ンドの成因についての考え方も変化してゆかざるをえない。そのため それまで地質学者や鉱物学者が主役を占めていたダイヤモンド成因論研究の舞台でも 固体物理学者や化学者が主役の地位を占めるようになってきたようである。 そのもつともはなばなしのあらわれがトランスキーとフランク (F. C. Frank) の間で過去10年近くにわたってつづけられてきたトライゴンの成因に関する論争であり また昨年9月イギリスのオックスフォード大学で開催された 工業用ダイヤモンドに関する第2回国際会議において フランクの発表したダイヤモンドの壮大な新成因論である。

トランスキーはイギリスの小都市ニューキャッスル・アップオン・タインの大学の物理教室の出身である。最初はスペクトルの超微構造の研究をし これから原子物理学についての名著をあらわしているが その後光学に転向して干渉法についての研究をはじめ 多重光束干渉法 (multiple-beam interferometry) を開発した。これは 10\AA 程度の微小な高低差を正確に測定する方法で彼はこの研究によって1948年英国物理学会のボーイズ賞をうけ また王立協会員になった。トランスキーがダイヤモンドに関心をもちだしたのはこの研究以後のことでこの方法を応用する対照物としてダイヤモンドの結晶面の表面構造をえらんだわけである。彼の最初の関心はトライゴンの成因で フェルスマンやゴールドシュミットがトライゴンが溶解によってできたと考えていたのに対して トランスキーは成長説をとる。これがもとの

なってその後のトランスキーとフランクの間の激しい論争がはじめられたわけである。両者の論争はトライゴンに関してだけではなく その後ダイヤモンド結晶内部にみられる複雑な形の累帯構造の成因にまでおよび 毎年春おこなわれるダイヤモンド会議での名物にまでなってしまった。

フランクはもともとオックスフォード大学の化学教室の出身者であるが その後彼が中心課題として研究してきたのは結晶中の転位に関する理論で なかでも彼の名を不滅のものとしたのは有名な渦巻成長理論である。その彼がなぜダイヤモンドに関心を抱き 本格的にとりくむようになったのかの動機を 私は余り詳しくは知らない。英国という環境やダイヤモンド・シンジケートからの研究費の強力なバックアップがあったことも一つの理由であったろうし またトランスキーのだしたトライゴンについての成因論にがまんができなかったことも理由の一つであろう。しかし 研究心をかりたてた心の奥底にある動機は ダイヤモンドの成因についてわかっていないことが余りにも多いという未知なるものに対する強い抵抗感ではなからうかと 私は想像するのである。そう想像する理由が私にはある。

昨年フランクと会ったとき 話題の中心になったことの1つに紫水晶にみられる特殊な双晶の成長機構があった。彼は当時この問題に異常と思われるほどの関心をよせていた。彼のような大家がこれほどの関心をよせるに足る価値がなぜあるのか理解できないまま 私は卒直に彼にその理由を質してみた。その答はきわめて簡明直裁「なぜこのような双晶ができるか説明をつけることができないから」で



8面体の面の上にもみられるトライゴン(3角形のくぼみ)の干渉写真 (S. Tolansky 原図)



トランスキー 教授

ある。要するにナゾ解きの興味である。探偵的な興味といってもよいかもしれない。そういえばかつて彼はその論文の中に次のような1節を書いている。彼の渦巻成長理論が理論発表後1年たらずに実証されたときの感想として探偵小説を読んでいる途中で種あかしをされたような気がして興味が半減してしまったと書いているのである。ナゾを解くまでは彼の好奇心は異常に高まるがそれが解きあかされてしまうとおそらく彼はそっぽをむいてしまい次の不可思議なものをおいかけてゆくことであろう。

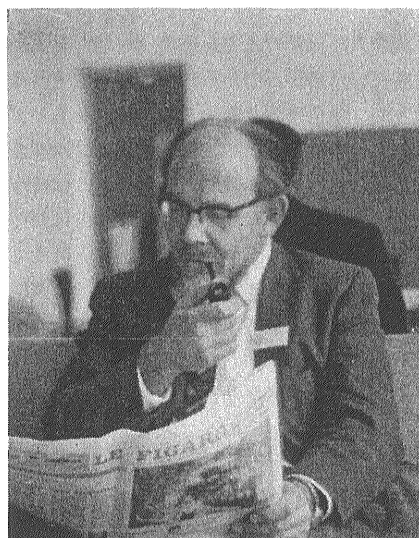
結晶成長の機構について長い間ナゾであったことがらの本質を名探偵フランク先生は渦巻成長理論によっていとも明快に解きあかしてくれた。その後20年近くたった現在でも彼の種明かしをのりこえる理論は生れていないのである。彼は過去20年間を予見し完全にリードしてきたのだといえよう。その名探偵がダイヤモンドの成因というナゾ解きに本格的にとりくんだのはそれが彼に抵抗感を感じさせるようなむずかしいナゾであるからであろう。

中谷宇吉郎は「雪は空からの手紙である」といって雪の結晶の形から空の上で起こっていることがらを知ろうとした。中谷流のこぼれを借りるとすれば「ダイヤモンドは地中からの手紙であり空でおこっている出来事よりもはるかに未知の部分の多い解読の困難な手紙である」ということができよう。名探偵フランク先生にとっても歯ごたえのある問題だといえよう。

ところでダイヤモンドの成因を考えるにあたって問題点は3つある。まず第1は地球上の漂砂鉱床やキンバレー岩パイプの中に産出するダイヤモンドがどのような物理化学的条件下で生成されそれが現在みられるような地表近くにまでもたらされたかということである。ついでそのような条件下でダイヤモンドの結晶がどのようなプロセスや機構で成長したりあるいは溶解作用をうけて現在みられるような結晶になったかということである。これには結晶の外形(晶相)の問題彎曲した面や丸味をもった結晶のできる原因フェルスマン以後から現在まで長い論争がつづけられているトライゴンの成因などもふくまれている。

上の2つの問題はいずれも地球上に産するダイヤモンドの成因に関連した問題である。これに対して第3の問題点は隕石中のダイヤモンドの成因に関係したことがらである。隕石中のダイヤモンドの成因論は隕石中にダイヤモンドが発見された1888年以後相反する成因論が交互にくりかえして優勢になってきた。最近までは隕石が地球に衝突する際瞬間的に発生する高温・高

圧で形成されたという意見が広い支持をえていたのである。ところがフランクが地球上のダイヤモンドの成因について新しい理論を発表したと同じ昨年の第2回工業用ダイヤモンド国際会議の席上でアメリカロサンゼルスのカリフォルニア大学のケネディ(G.C. Kennedy)は隕石中のダイヤモンドの成因について従来の考えとはまったく逆の成因論を発表したのである。期せずして2つの新しいダイヤモンド成因論が同じ国際会議の席上で発表されたわけでその意味でこの会議はたいへん収穫の大きかった会議であったといえよう。会議の雰囲気もそれにふさわしい興奮がただよっていたように思える。たとえばフランクの新成因論発表直後白髪瘦軀の一紳士が立ちあがって「フランクの成因論はまことに重大な問題をふくんでいるからぜひ席をあらためてゆっくり聞きなす時間をもとう」と提案しその夜オリエール・カレッジの一室で3時間余りにわたってフランクの話を聞きなす会合がもたれたのである。これなどまさにこの会議の高潮した雰囲気をつたえる好例であろう。晩さん会やカクテル・パーティの席上ではいつもフランク・ケネディをはじめとして結晶学者と平和主義者として有名なロンドン大学のロンスデー女史(Dam Kathleen Lonsdale)彼女と常に形影相ともなっているダイヤモンド研究者でイスラエル出身のミレージ(Miledge)女史火薬の爆発をつかっのショック・ウェーブ法ではじめてダイヤモンド合成に成功したアメリカ・スタンフォード大学のド・カロリ(De Caroli)ダイヤモンドの物性研究者として有名なイギリスのレディング大学のミッチェル同じくダイヤモンド結晶中の不純物としてのチツ素の研究で名をあげたエバンス(Evans)などが集まってダイヤモンドの成因につ



フランク教授

いて議論をわかせていたのである。ケネディの酔っぱらったようにはげしくしゃべりまくるべらめえ口調がたいてい話の渦の中心になっていた。パイプをくゆらし あごひげをいじりながら時々するどい反論をだすフランク その反論にいきりたつようにして ますますはげしい口調になるケネディ。口もとに皮肉そうな笑をうかべながらケネディの成因論の弱点をつく太い眉毛をもちイタリアかスペイン人のような顔つきをしているド・カロリ ロンスデールは瘦身の老哲人のように寡黙で時たま一言二言はさみこむのみであった。私はこのディスカッショングループの中に入って もっぱら聞き耳をたてるのに努めていた。こうして学問が進んでゆくのだなという実感をうけながら ワインとともにわきでる彼らのディスカッションをエンジョイしたものである。

ダイヤモンドの成因についてフランクとケネディによる新しい成因論が生れたのをチャンスとして 昔から今まで ダイヤモンドの成因についてどのような考えもたれてきたかを紹介しながら ダイヤモンドの成因論上の問題点をえがきだしてみようと思う。もっとも 成因論を紹介するためには ダイヤモンドの産状や母岩の地質学的 岩石学的性質 ダイヤモンド結晶の物理的・化学的性質などについての知識 人工ダイヤモンドの合成実験の結果などを知っておくことが前提になる。これらが いわば地中からの手紙の中での欠落している部分を解説するカギを与えてくれるわけである。したがって それらについての新しい知識の紹介も織りまぜながら 以下に話を進めてゆくことにしよう。まず 科学以前に人間が描いたダイヤモンドの成因についてのスペキュレーションから話をはじめることにする。

ギリシア時代の人々は水のことを結晶 crystal とよんでいた。結晶という言葉がつかわれた最初で それは冷たくて 固くて 無色透明なものという内容をもっていたのである。そのため その後に2番目にcrystalという言葉が与えられたのは無色透明な水晶 rock crystal に対してであり 人々はその言葉の通り 水晶とは岩の中で固まって永遠にとけることのない氷であると考えていたのである。したがって その後時代がたつて無色透明で固いダイヤモンドの結晶が人々の目に入るに及んで これを稲光りが地中で凍結してできたものと考えようになったのも ごく自然ななりゆきであったといえよう。

同じような考えは 決して昔の人間だけがいただいていたものではない。科学の発達した現在でも 似たような考えを発表している人間が現実に存在するのである。

フランスの化学者マリウス・ブラン Marius Blanc は氷河期に地表をおおっていた氷の中にとじこめられた炭酸ガスの泡に 稲光りがあたることによってダイヤモンドがつくられたと発表している。氷河期が終り 氷河がとけるときの水で運搬されたダイヤモンドがキンバレー岩のパイプや漂砂鉱床として堆積したのだという考えである。

同じような考え方をダイヤモンド合成に応用した最初の人間はシシリーの大学教授ラ・ローザで 彼は高压放電によって瞬間的に発生する高温・高压によってダイヤモンド合成に成功したと発表した。しかし この合成はその後のブリジマン (Bridgeman) の検討によると誤りであり できていたのはダイヤモンドではなくスピネルであったという。

ラ・ローザの実験とは方法は異なるが原理的には似ているダイヤモンドの合成実験は 日本のジャパックス社や資源技術試験所でおこなわれ 1時合成成功が新聞紙上に報道されたものである。この方法はクロシン・オイルの中で炭素電極間で高压放電をおこない それによって瞬間的に発生する高温・高压を利用してダイヤモンドを合成しようというものである。昔の人間がいだいた空想を現実に実らせようというわけである。

イギリスのジョン・マンデビル卿は1360年に発表したその著作の中で次のように書いている

“Diamonds grow in India, some as big as a bean, some like a hazel nut. They are male and female and from the falling dew they multiply and bring forth small children.”

ダイヤモンドには男と女があり 両方からしたりおちる露がより集ってちっちゃい子供が生れるとは まことに ほほえましくもロマンチックな成因論ではあるまいか。生命をもっているものの成長と無機物の成長とが一つにまとめられているわけである。

マンデビル卿は おそらく水溶液の中からの塩の結晶の成長をみて おもいをダイヤモンドの成因にまで馳せてしまったのであろう。しかし ダイヤモンドが水の溶液ではないにしろ 溶液相から晶出したもので 固体反応によったり 炭素の熔融体の結晶化によってできたものではないことは後述するとおりであり その意味ではマンデビル卿の成因論は必ずしも間違っていたわけではないのである。

稲光り凍結説や両性結合説のような空想を昔から今までにわたって 一つ一つ拾いあげてみたら それはそれ

なりに興味のあるテーマと思うが、おそらくきりのないことであろうから、残余は好事家にまかすことにして、そろそろ科学以後の成因論にうつることにしよう。

ダイヤモンドは紀元前 4、5 世紀ごろからインドで産出していた。その後、西暦 5 世紀ごろからボルネオで産出し、ついで 1725 年にブラジルでの発見があった。以後、南アフリカでキンバレー岩が発見されるまでの間に、北米、ウラル、オーストラリアなどの世界各地で小規模のダイヤモンドの発見があったが、いずれも川砂中や河岸段丘の砂礫層中の産出、ないしは古期礫岩層中か

らの産出であり、どこか他処にあったダイヤモンドをふくんだ母岩の風化、浸蝕、運搬、堆積作用によってつくられた漂砂礫床であった。そのため南アフリカのキンバレーやブルフォンティンなどでダイヤモンドがいわゆるイエロー・グラウンド中に発見されたとき、その採掘に従事していた人々のほとんどは、この黄色い土がどこか遠くから洪水によって運ばれてきて、その場所に堆積したものであらうと考えたものである。したがって黄色い土をほりおこして青黒い硬い岩盤に到達すると、その中にダイヤモンドがふくまれているものと考え、それ以上掘さくするのを中止してしまっていた。

やがてバーネー・バルナトなど数人の人々が試みにこの青黒い硬い岩石まで掘ってみて、その中にもダイヤモンドがふくまれていることをみだしたのである。これが世界最初のダイヤモンドの原岩の発見である。

この発見にともなわれて、採掘規模も個人採掘の段階から集団での協同作業に、さらには会社組織による近代採掘法へと変ってゆく。これとともにキンバレー岩の地質学的な産状や岩石学的な性質、さらにその中のダイヤモンドの産状などが、遂次あきらかにされていった。こうして、はじめての科学的なダイヤモンド成因論が生れてきたのである。キンバレー岩は、その後世界



↑ 海岸に堆積した漂砂礫床をおおっている砂礫層の除去作業 (I.D.I.B. 提供)



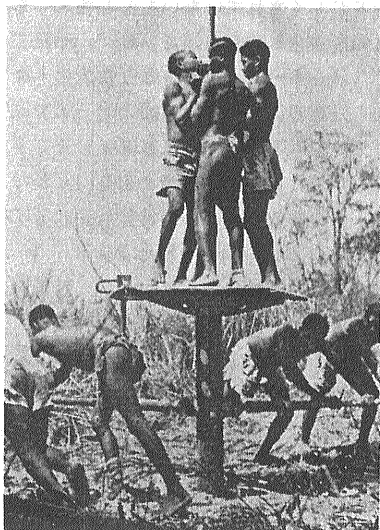
このように厚い砂の層を掘りおこした底にダイヤモンドをふくむ砂礫層が存在する (I.D.I.B. 提供)

の各地で発見され、ダイヤモンドはすべてこの種ないしこれと類縁の岩石中にふくまれていることがわかった。ことにシベリアのヤクーツク周辺で発見されたキンバレー岩についてはソ連の地質学者による詳しい研究があり、その成果は大部の単行本としてまとめられている。

キンバレー岩は後述するようにその岩石学的な特徴からみて、地下深部のマントル層の構成物に相当する超塩基性岩である。そのため一寸考えると地表近くに貫入

逆出して固結した火山岩ではなく、地下の深部で固結した深成岩であるような錯覚をいだきやすい。実際、私自身もダイヤモンドのことを調べだすようになる前にはそのように誤解していたものである。しかし、実際のキンバレー岩はこれとはまったく裏腹の産状を示している。それはまさに火山の火口で爆発をくりかえしながら固結したことを示すような産状を呈している。れっきとした火山岩なのである。

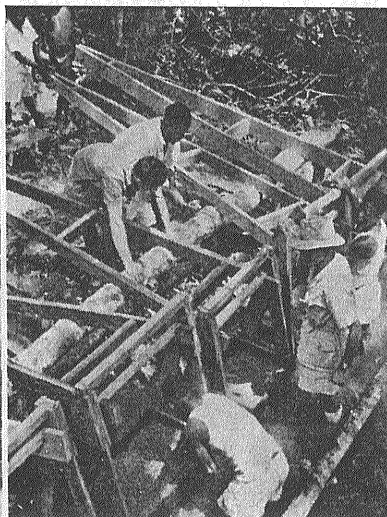
南アフリカ、タンガニイカ、あるいはシベリアのヤク



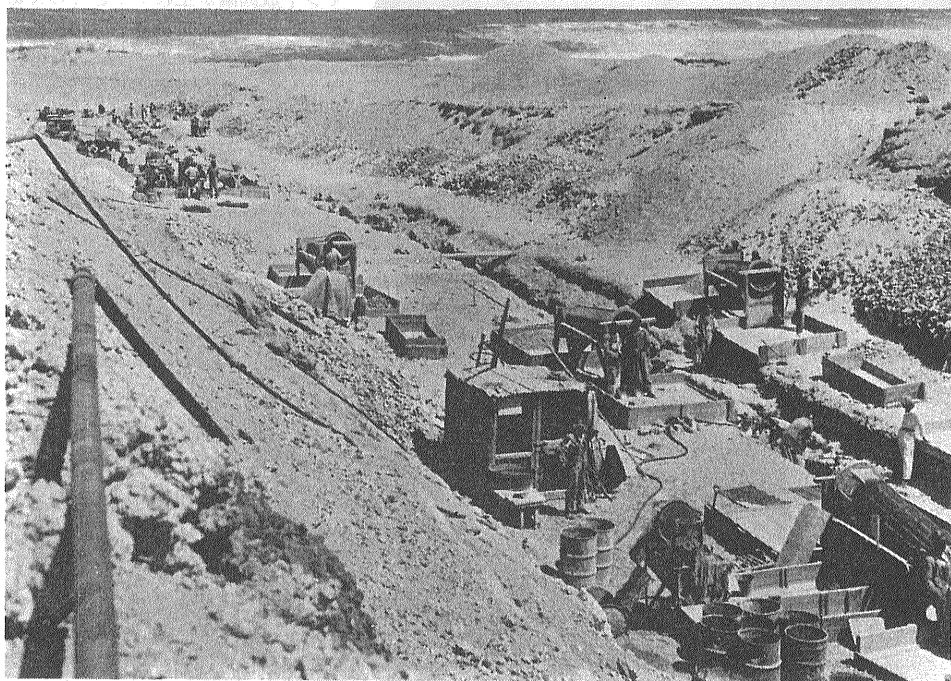
中央アフリカのダイヤモンド漂砂鉱床でのボーリング作業 (R. Webster; Gemsより)



漂砂鉱床でのダイヤモンドの手選 (R. Webster; Gemsより)



漂砂鉱床でのわんかけ作業 (R. Webster; Gemsより)



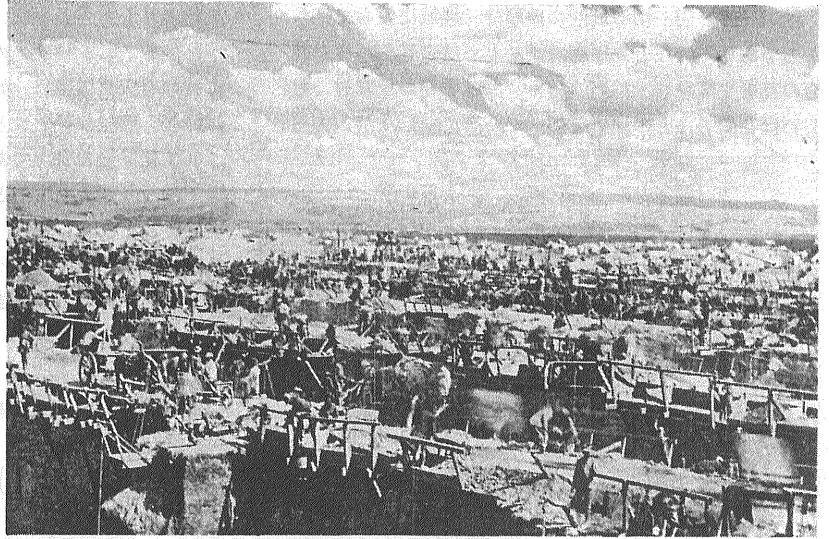
海岸の含ダイヤモンド砂礫層でのダイヤモンド採掘作業、南西アフリカ、オレンジムンド (I.D.I.B. 提供)

海沿いの砂礫層には、
ダイヤモンドの採掘が盛
行している。

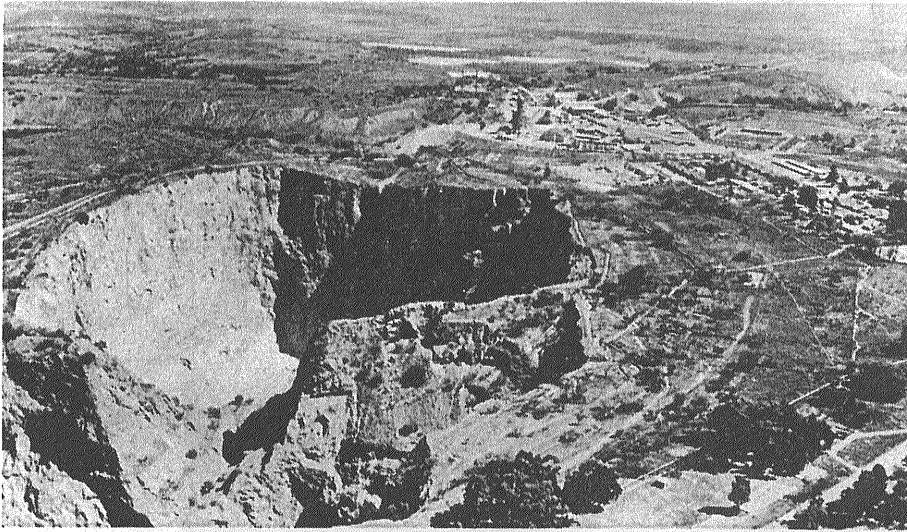
採掘作業は、
大規模な機械化
採掘設備で行
われる。

ーツク地方でのキンバレー岩は、共通して 周囲の地層を切って貫入固結したことを示す産状を呈している。

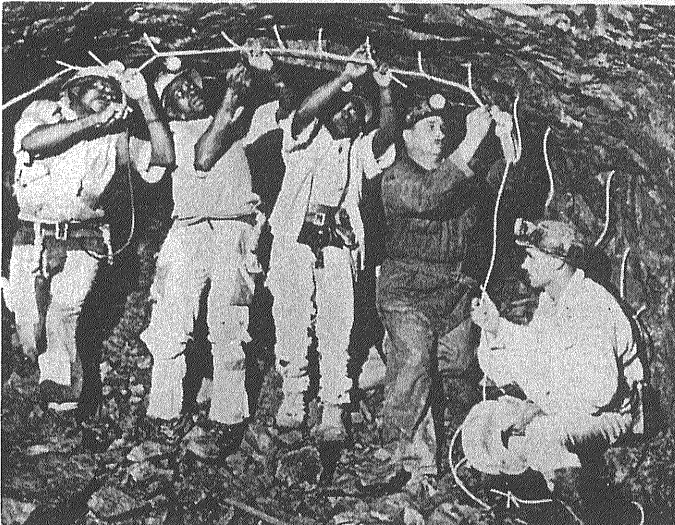
それは 周囲の地層を切ってパイプ状 人參状や岩脈状に存在するのである。シベリアでは数本のパイプが一線上に配列しているのがみとめられ また時に数本のパイプが地下で岩脈状に連結しているのがたしかめられている。パイプの大きさは大小さまざま 大きなものでは直径1 km に達するものもある。



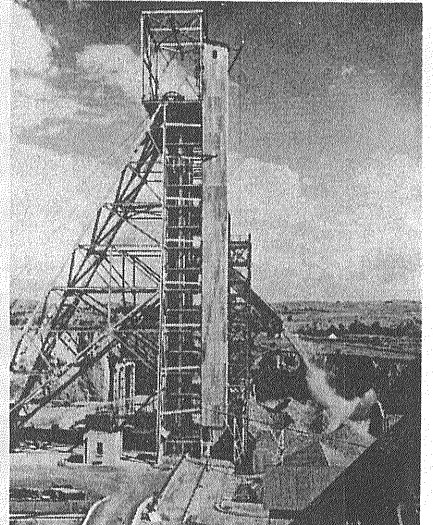
↑初期のキンバレー
— 鉱山



←
キンバレー岩パイプ状鉱床の近代的採掘
— プレミア鉱山の露天掘 うしろの建物は選鉱場
(処理能力1日16,000トン)
(I.D.I.B.提供)



プレミア鉱山での坑内作業 キンバレー岩を爆破するためのダイナマイト充填作業 (I.D.I.B. 提供)

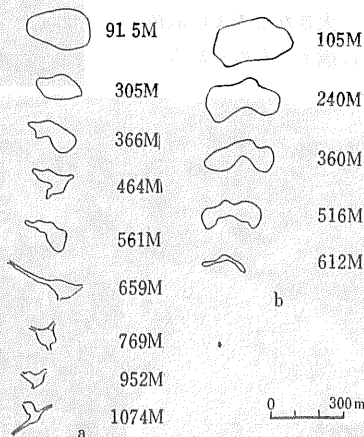
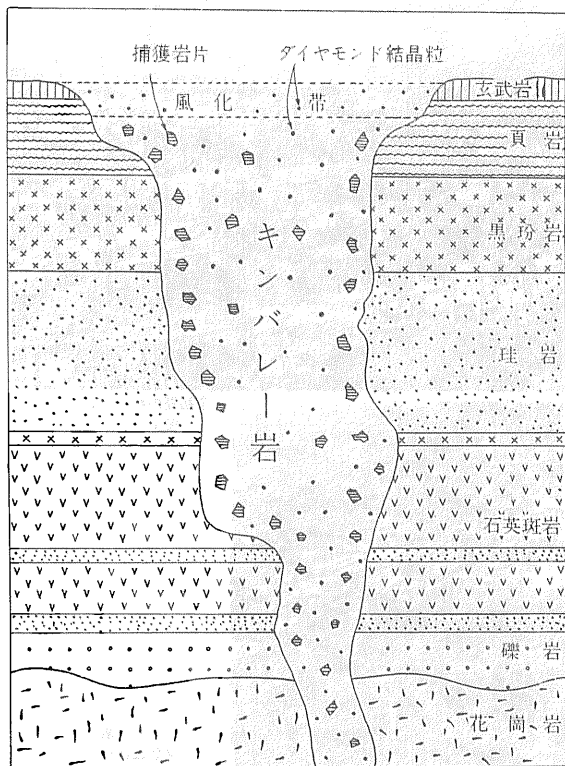


プレミア鉱山の 堅坑 (I.D.I.B. 提供)

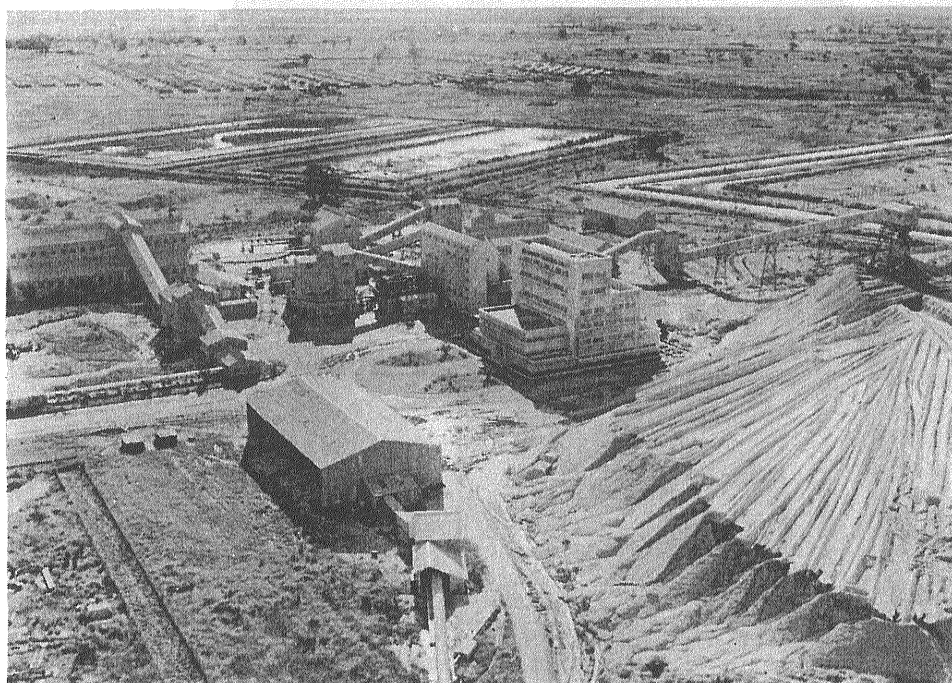
キンバレー岩が切る周囲の地層は 地域によってまちまちである。たとえば南アフリカでは三疊紀の頁岩砂岩の互層や輝緑岩 珪岩 先カンブリア紀の片麻岩 あるいは花崗岩などの地層を切っている。したがって三

疊紀よりもあとの上部白亜紀に噴出した岩石であることがわかる。シベリアのキンバレー岩は 下部カンブリア紀の石灰質堆積岩 始生代の結晶片岩 超塩基性岩 輝緑岩 粗粒玄武岩などの地層を貫いているから カンブリア紀以後の噴出であることは間違いない。現在一応下部三疊紀よりもあとでジュラ紀よりも前に噴出したものと考えられている。また最近の報告によると アフリカでは第三紀のキンバレー岩が発見されているという。とすると キンバレー岩の噴出はさまざまな時代に起こったできごとらしい。

余談であるが 地球物理学者が地磁気の移動から大陸



← 南アフリカ キンバレー岩の断面模式図



↑キンバレー岩パイプの形態 シベリア トリプカ鉱床の2つのキンバレー岩パイプ (B. C. Трофимов 1967より)

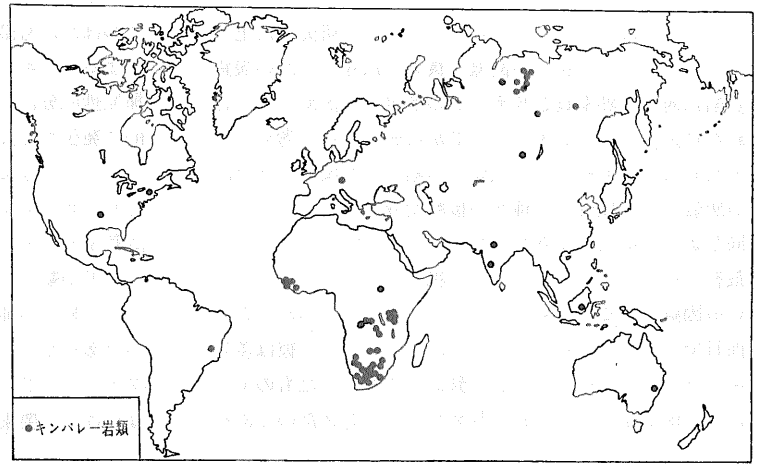
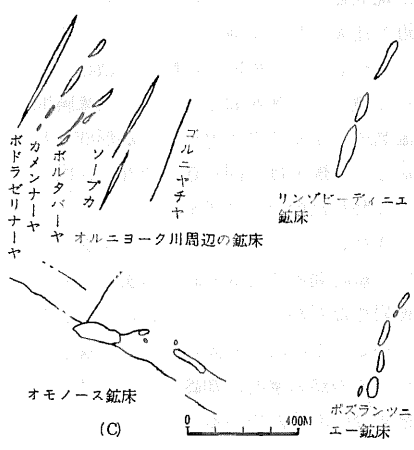
漂移説を支持し かつてアフリカ大陸と南アメリカ大陸が一体であったと主張している。その側面的な証拠として 両大陸が合体していた周辺にダイヤモンドの鉱山が分布していることをあげている。しかし これは果たして証拠の一つになりうるであろうか？ なぜなら ラジルのダイヤモンドは先カンブリア紀の礫岩層に胚胎するものであるとされているから その原岩の噴出は先カンブリア紀以前であったはずであり これに対して アフリカのキンバレー岩は はるか後の時代の噴出によるものであるから ダイヤモンドの産出を軽々しく大陸漂移説の証拠につかうことはできないように思えるのである。

キンバレー岩が火山岩であるもう一つの証拠は この岩石の中にふくまれている異種岩石の破片である。世界中どの産地のキンバレー岩も 異種岩石の破片を多量にふくんでいることが共通した特徴である。捕獲されている岩石片は大小さまざまで その多くは角ばっているが なかには磨耗されたように丸味をもっている破片もある。岩石の種類も多く キンバレー岩パイプの周辺に産出する岩石から さらに地下深部に存在すると考えられる岩石までふくんでいる。興味のある点は これらの捕獲岩片がほとんど生地そのまま著しい熱変質をこうむっていない点である。このことからキンバレー岩マグマの固化温度は おそらく7~800°C程度ないしそれ以下であったろうと考えられている。また キンバレー岩パイプの周辺に産出する岩石の破片を多量にふくんでいることは キンバレー岩のマグマが地下から通路周辺の岩石を粉碎しとりこみながら相当急速な勢いで噴出してきたか あるいは連連のレウトエフやカデンスキーがいうように噴出の最後の段階では地表にまで流れださず 地下の諸処で衛星状の鉱筒をつくり その中にふくまれていた揮発性成分の濃縮によってくりかえし

て爆発がおこり その結果この鉱筒をおおっている地層や周辺の地層を粉碎し 破片をとりこんだのであるという考えが生れてくる。この点についてはフランクの新しい考察があるから 後ほど再びたちもどることにしよう。いずれにしても これらの特徴はキンバレー岩が深成岩や変成岩ではなく 地表ないしは地表近くまで周囲の岩石の割目を通して貫入した上で固まった火山岩であるということを示している。

さて このような産状を示すキンバレー岩は発見の最初には玄武岩の一種として記載され その後にはエクロガイトの一種 あるいはかんらん岩や蛇紋岩の種類と考えられた。いずれにしても超塩基性岩であることには間違いない。それは主として蛇紋石と方解石とからなる石基と かんらん石 チタン鉄鉱 輝石 金雲母 パイロプざくろ石 磁鉄鉱 燐灰石など20種近くの鉱物の斑晶とからなっている。ダイヤモンドも斑晶としてキンバレー岩中にふくまれているのである。

キンバレー岩の化学分析の数例を14頁に示してみた。この表でみられるように SiO₂ が非常に低く 鉄やマグネシウムが高く K₂O/Na₂O の比が高くアルミナが低いことが特徴で また +H₂O や CaO CO₂ の含量が一般の岩石よりも相当に高いことが特徴である。これらの化学分析の結果からもみられるように キンバレー岩は超塩基性岩の種類に属し 地下深部のマントル上部の構成物と考えられている物質の組成に近いのである。したがって キンバレー岩のマグマはそのような深い層から なんらかの機構によって地表近くまで運びあげられてきたのであろうと考えるのが まず常識的な意見であろう。とすると 斑晶としてふくまれているダイヤモンドも そのような深層で晶出した上で地表近くまでキンバレー岩のマグマによって運びあげられてきたと考



キンバレー岩パイプあるいは岩脈の配列状態 (B. C. Трофимов 1967より)

世界のキンバレー岩産地 (B. C. Трофимов 1967より)

キンバレー岩の化学分析値

	玄武岩質キンバレー岩10ヶ所の平均値 (Nockolds, 1954)	雲母質キンバレー岩4ヶ所の平均値 (Nockolds, 1954)	シベリア、ミール鉱床のキンバレー岩の平均値 (B.C. Трофимов, 1967)	シベリア、ジエリ-鉱床のキンバレー岩の平均値 (Заварницкий, 1956)	南アプレミヤ鉱山のキンバレー岩 (B.C. Трофимов, 1967より)
SiO ₂	35.02	36.33	33.21	34.73	38.29
TiO ₂	1.22	1.89	1.46	1.62	2.00
Al ₂ O ₃	3.90	5.09	3.54	2.88	2.66
Cr ₂ O ₃	—	—	0.10	—	n.d.
Fe ₂ O ₃	5.15	7.43	3.40	6.10	5.77
FeO	4.14	3.40	2.76	3.13	2.93
MnO	0.06	0.10	0.09	—	n.d.
MgO	31.29	26.63	26.73	31.41	29.46
CaO	6.80	6.78	9.95	5.79	2.42
Na ₂ O	0.34	0.37	0.27	0.33	0.30
K ₂ O	1.05	2.43	0.36	1.17	1.03
H ₂ O+	7.43	7.25	—	—	—
H ₂ O-	—	—	4.10	—	3.13
P ₂ O ₅	0.87	0.66	0.49	1.06	1.44
NiO	—	—	—	—	—
CO ₂	2.73	1.64	—	2.58	0.20
S	—	—	0.87 * 16.83	* 9.20	* 10.19
Total	100.00	100.00	100.06	100.00	99.82

B.C.

このころ ダイヤモンド探鉱家にとって地質学者の評判は余り芳しくなかった。南アフリカのオレンジ川でダイヤモンド発見の報が伝わってすぐ ロンドンから数名の地質学者が情況調査に派遣された。彼らはロンドンに帰って南アフリカのダイヤモンドの将来性はないと報告した。しかし事実はこの報告とはまったく逆であったことはその後の歴史が示す通りである。同じようなことは アメリカのアーカンソーのダイヤモンドにもみられる。その地に産するキンバレー岩類似の岩石を調べた岩石学者が この岩体中にダイヤモンドは発見されないと報告した。その同じ岩体からその後土地の農夫がダイヤモンドを発見し この岩体では一時ダイヤモンドの採掘がおこなわれるようになった。その後ここはダイヤモンドの釣り堀りとなっている。すなわち入場料数ドルで開放して ダイヤモンド探しをおこなわせているのである。

ところで レヴィスの考え方は本質的には異なるがダイヤモンドが地表近くの低温低圧下で形成されたという考えは ごく最近の1959年にもモスクワ大学のペトロフによってだされている。彼は キンバレー岩パイプ中で 下部にゆくほどダイヤモンドの産出量が少なくなっていると主張し そこから ダイヤモンドがキンバレー岩マグマが固結する際の比較的低温で かなり圧力が低い条件下で かんらん石 チタン鉄鉱などと 方解石 頑火輝石 透輝石などの間の相互作用で形成されたという見解を発表している。下部にゆくにしたがってダイヤモンドの産出量が少なくなるのは 温度・圧力の高い条件下では炭酸塩鉱物が熱力学的に安定になり分解してダイヤモンドのものと炭素を提供しないからであると考えられるわけである。

ダイヤモンドが地表近くで形成されたという考えはこのほかにも最近ソ連圏の学者が発表している。それによると キンバレー岩マグマの固化に際して濃集した揮発性成分によって激しい爆発がおこり その結果瞬間的に発生する高温高圧によってダイヤモンドが形成されたというわけである。爆発は1回かぎりではなく何回もくりかえしておこなわれたので ダイヤモンドが大きく成長することができたというわけである。人工ダイヤモンドが数分という短時間で合成される事実や キンバレー岩中の捕獲岩片などからこういう考えがでてきたのであろう。しかし この考えも先の変成論も現在のダイヤモンドについての熱力学的な知識からいえば うなづけない要素を多分にふくんでいるようである。

(以下次号) (筆者は鉱石課長)

えるのが普通の常識だと思われる。しかし キンバレー岩の岩石学的性質や産状を調べた上で 最初の科学的なダイヤモンド成因論をだしたイギリスのレヴィスという岩石学者は これとはまったく異質の考え方をまず発表したのである。さらにまた ダイヤモンドが地下深部ではなく 地表近くで形成されたという考え方は レヴィスのような昔ではなく 1960年代の今日にも異なった形で発表されているのである。それらの考え方を次にたどってみることにしよう。

レヴィスは南アフリカのキンバレー岩を研究した上で キンバレー岩のマグマが高温で貫入した際 周囲の炭質頁岩に対して熱変質を与え その炭素分が高温にさらされた結果変質してダイヤモンドが形成されたと考えた。すなわちダイヤモンドは熱変質の結果 花崗岩マグマが石灰岩などに接触して種々の接触変成鉱物をつくるのと同じような機構でできたのだと考えたのである。この最初のダイヤモンド成因論は 現在でこそ誰も信用しない成因論であるが 当時のレヴィス自身はきわめて大真面目でこのような考えをいだいたのである。彼は多分キンバレー岩が地表近くまで到達して固結したものではなく 地下深くで熱変質を与えたのだと考えたのであろう。