

タイの鉱物資源 - (6) タイの宝石…2大産地を訪ねて

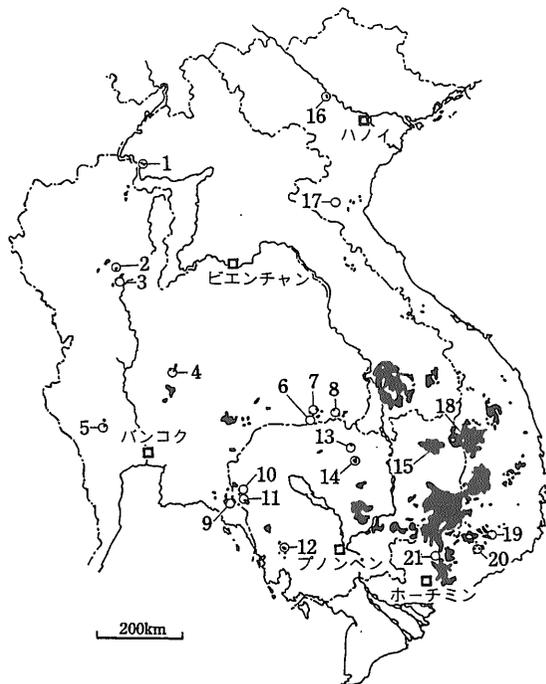
須藤 定久¹⁾・平野 英雄²⁾

1. はじめに

カンボジアを中心とするインドシナ地域には、第三紀末から第四紀にかけて噴出した玄武岩類が広く点在分布している。この玄武岩の一部にはルビーやサファイヤなどの宝石が包有物として含まれており、玄武岩の風化に伴いその周囲に漂砂鉱床が作られ、世界有数の産地となっている。

タイにもこの玄武岩が分布しており、宝石鉱床が伴われている。1991年にタイ東部ポ・ライ地区で、また1992年にはタイの西部ポ・プロイ地区で、それぞれルビーやサファイアの生産現場を見学する機会を得た。本報ではタイの宝石の産状と鉱業の現状について紹介する。

タイ東部の宝石については本誌no.177に沢田(1969)が紹介している。それから約25年後の状況を、再び本誌で紹介するわけである。



2. インドシナの玄武岩と宝石鉱床

新第三紀から第四紀にかけて、インドシナではベトナムの南部からカンボジア東部を中心に広い範囲で玄武岩の活動がおこった(第1図)。

玄武岩の活動は、中新世(12~6Ma: Maは「百万年前」の意味)と鮮新世末~第四紀(3~0.5Ma)に2つの活動ピークを有しており、その成因は南シナ海やタイ湾の裂開に関連したものと説明されることが多い。

前者の活動では、多量のソレアイト質玄武岩が噴出して、溶岩台地を形成した。この玄武岩はその後、強い風化作用を受けてラテライト化し、ボーキサイト鉱床を形成していることは既に紹介した(神

第1図 インドシナの玄武岩と宝石産地 (Barr and Macdonald, 1981; Tritrangan, 1992)。宝石産地は、[ラオス]1. ファイサイ(玄武岩の年代測定値は1.69, 1.74Ma, 以下同じ), [タイ]2. スラン(0.6, 0.76), 3. デンチャイ(5.69, 10.3), 4. ウィチャンブリ(11.9, 9.7, 7.5), 5. ポ・プロイ(3.14, 3.0), 6. フェディン(0.92), 7. クンハン(3.28), 8. ラムソン, 9. カンチャナブリートラット(8.5, 2.7, 0.44), [カンボジア]10. パイリン, 11. サンロット, 12. チャムノップ, 13. パムテメイ, 14. プノンチョン, 15. ボケオ, [ベトナム]16. ラクイエン, 17. クイチャウ, 18. ヴェンホー(2.1), 19. デイリン(3.4, 12.3), 20. ファンシエツ, 21. ギアキエウ(2.62)。

1) 地質調査所 資源エネルギー地質部
2) 地質調査所 研究調査官

キーワード: タイ, 宝石, ルビー, サファイア, 玄武岩

谷・須藤, 1976).

一方後者の活動では、断裂帯に沿って、アルカリ玄武岩が比較的小規模に噴出した。この玄武岩に包有されるルビーやサファイアが、玄武岩の風化・削剥により洗い出され、風化残留型や漂砂型(現在の河床や海岸の砂礫層中)、堆積型(段丘堆積物・湖底堆積物・古い堆積層中)の宝石鉱床を各地にもたらすこととなった。

3. タイの玄武岩と宝石鉱床

タイ国から産出する宝石用原石のほとんどはルビーとサファイアであるが、他にジルコン、トパーズ、トーマリン、ガーネット、ローズクォーツなども産する。また、タイ南西部のプーケット島の周辺では、漂砂スズの採掘中にダイヤモンドが偶然採取されるが、量的にごくわずかで商業的採掘の対象となっていない(Vichit, 1992)。ここでは、ルビーとサファイアについて紹介する。

コランダム：ルビーとサファイアは、鉱物学的にはともにコランダム(corundum)である。コランダムは化学組成が Al_2O_3 、六方晶系、比重4で、モースの硬度は9、ダイヤモンドに次ぐ硬さを持っている。

コランダムは、シリカに乏しい火成岩の造岩鉱物として、アルミナに富む高度変成岩、超塩基性岩、結晶質炭酸塩岩などの岩石中に脈状～鉱染鉱床として、高温の熱水変質帯中の脈状鉱床として、またこれら鉱床に由来する砂鉱床として産出する。日本では広島県の勝光山地区のろう石鉱床中に脈～レンズ状に、径0.5mm程の青色の結晶として産出するものが有名であるが、宝石になるような高品質

のものは産出しない。

コランダムはダイヤモンドに次ぐ硬さを持つため、古くから研磨材として利用されてきた。現在でも、砥石や研磨材として、日本国内で年間10万t以上が消費されるが、そのほとんどが合成コランダムである。

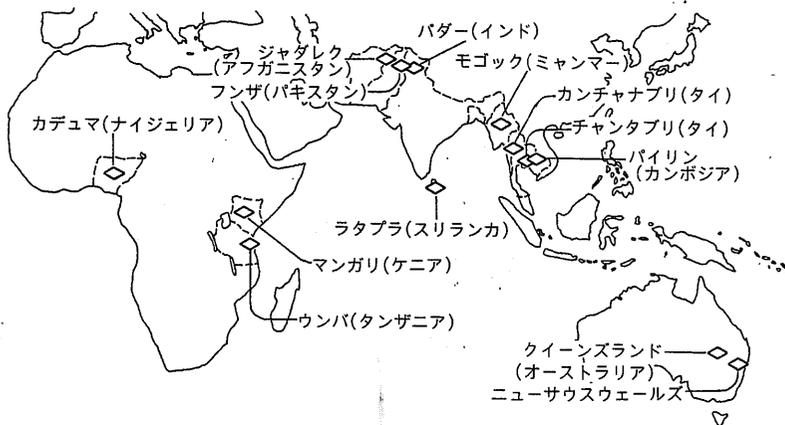
ルビーとサファイア：コランダムの中で美しい赤色のものがルビーとして、美しい青色のものがサファイアとして珍重される。ルビーの美しい赤色は微量に含まれるクロム(Cr)が発色するためであり、一方、サファイアの美しい青色は微量に含まれる鉄(Fe)やチタン(Ti)が発色するためといわれている。

それ以外の色のコランダムもその色に応じて、グリーンサファイア、イエローサファイア、ブラックサファイアなどと呼び、無色のものはホワイトサファイアと呼ばれる。

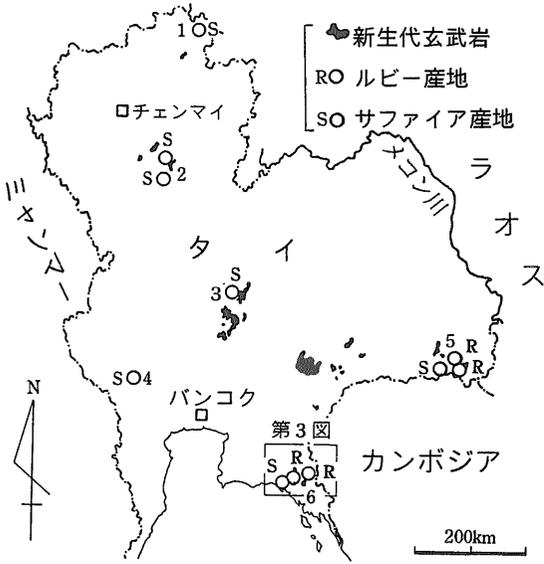
スター・ルビーやスター・サファイアと呼ばれる星のように輝く宝石がある。これは規則的に配列したこまかな針状ルチルを含んだコランダムをそのC軸方向が張り出すように切断・研磨したもので、「スター」の輝きはコランダムと包有された針状ルチルの屈折率(それぞれ1.77と2.8)の違いで生じる反射光によるものである。

第2図に、世界の代表的な宝石用コランダム(ルビーとサファイア)の産地を示した。タイを含みカンボジアからアフガニスタンにかけてアジア地域に主要な宝石産地が分布していることがわかる。

強アルカリ玄武岩：第3図にタイの新第三紀以降の玄武岩の分布と宝石用コランダムの産地を示した。玄武岩類は、タイ中北部と東北部の広範囲



第2図
世界の宝石用コランダムの主な産地(おもにHughes, 1990による)。このほかアメリカ合衆国モンタナ州のヨゴガルチもサファイアの産地として著名である。



第3図 タイの玄武岩と宝石用コランダム鉱床 (Jungyusuk and Khositantont, 1992; Vichit, 1992). 鉱床産地名は1. チャンコン, 2. デンチャイ, 3. ウィチャンブリー, 4. ポ・プロイ, 5. フーデイン, 6. チャンタブリートラット.

に点在する。しかし、バンコクよりも南西の半島部には産出が知られていない。

これらの玄武岩類は、Barrらの一連の研究 (Barr and Macdonald, 1978, 1981など) により、噴出年代と化学組成が明らかにされた。それらによればタイの玄武岩類の噴出年代は、一般に6～0.5Maと若く、10Maを越える古いものは、タイ中部ラム・ナライ (Lam Narai, 11Ma, アルカリ岩) の1例のみである。これら「玄武岩類」の化学組成は、SiO₂ 42～55 wt%の広い範囲にわたるが、いずれもシリカーアルカリ図上で、アルカリ岩のフィールドにプロットされる。そして、これらの火山岩をノルムネフェリンを5%以上含む強アルカリ岩グループ (Barrらは、バサニトイド玄武岩系列と名づけた) とそれ以外のアルカリ岩に分けると、コランダムは強アルカリ岩のグループに伴われることが判明、相前後して、各地の強アルカリ岩の中からコランダムが発見された。

現在では、第3図に示されたタイ各地の宝石用コランダム鉱床に近接して強アルカリ質玄武岩の存在を確認することができる。

コランダムは、地下深所で強アルカリ玄武岩質マグマから晶出した斑晶であると考えられている。な

お、強アルカリ岩の多くは、かんらん岩 (スピネルペリドタイト) や輝岩を包有物として含んでいる。

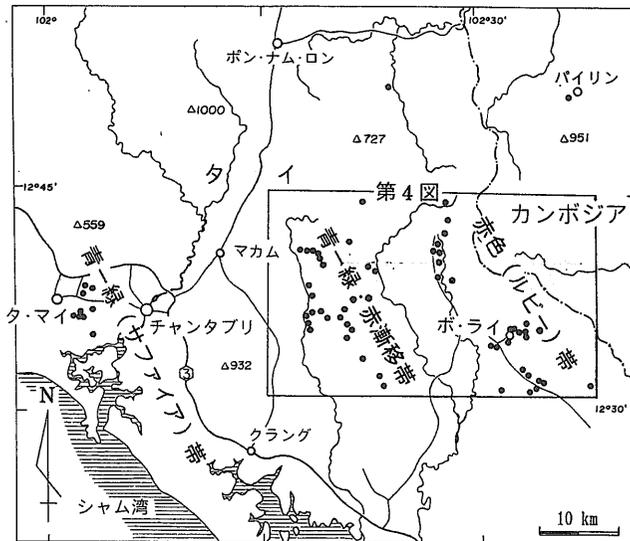
タイの宝石鉱床: タイの宝石用コランダム鉱床は、バンコク南東方のチャンタブリ県 (Chanthaburi) タマイ市～トラット県 (Trat) ポ・ライ町にかけて、バンコク西方のカンチャナブリ県 (Kanchanaburi) ポ・プロイ町周辺、タイ東部コラート高原のシサケット県 (Sisaket) からスリン県 (Surin) にかけて、などに発達し、盛んに採掘され、世界的な産地となっている。このうち、チャンタブリ～トラット地区から産するルビーは、世界の高品質ルビーの約70%に達すると見積もる人もいる (Vichit, 1992による Keller, 1982の引用)。タイ政府の鉱物統計によると、タイの宝石用コランダムの生産量は、1990～94年の5年間で、約3.6tにおよぶ。チャンタブリ県・トラット県とカンチャナブリ県の生産比率は5:95で、カンチャナブリ県の生産 (ほぼ全量がサファイア) が圧倒的に多い。タイ北部と東部コラート高原の生産量の正確な数字はないが、タイ全体の宝石用コランダム生産量の約5～10%程度と見積もられている (Vichit, 1992)。

4. タイ国東部の宝石鉱業

バンコクの南東220kmにあるチャンタブリは、バンコク南東側のカンボジアに接する地域の商業、政治の中心地である。バンコクからは、国道43, 344, 3号線を経由して、車で5時間ほどで達することができる。大きな池のある公園を取り囲むように緑豊かな街並みが広がっている (写真1)。この街



写真1 チャンタブリの街。中央に大きな池のある公園が配置された緑の多い美しい街である。



第4図
タイ南東部の宝石鉱床 (Vichit, 1992を簡略化). チャンタブリ県タマイトラット県ボ・ライ地区の宝石鉱床(●)の分布と産出するコランダムの色による帯状配列をしめした.

は宝石の集散地でもある。街のあちこちに、小さな宝石研磨工場があり、裸電球の下で、グラインダーの前に座りルビーの研磨にいそむ職人さんの姿を見ることができる。

1991年の秋、バンコクから南東側に分布する花崗岩の調査の最終地点がここチャンタブリであった。バンコクへ帰る前に、このあたりの代表的な鉱産物である宝石の産地を訪ねてみることにした。

(1) チャンタブリ周辺の宝石鉱床

チャンタブリ周辺の宝石鉱床の分布を第4図に示した。チャンタブリ県タ・マイから南東に隣接するトラッド県へまたがって分布するのでチャンタブリトラッド宝石鉱床地帯 (Keller, 1982) と呼ばれる。ほとんどの鉱床はチャンタブリから東側、カンボジアとの国境までの東西30km、南北20kmの地域に分布し、チャンタブリの西側には隣接するタ・マイ(Tha Mai) 周辺に数鉱床が知られるのみである。

この地域の鉱床から産出するコランダムの色に、地域的な帯状配列が見られる。西側では青緑および黄色のサファイアが産出し、チャンタブリの東側では青緑のサファイアと赤色のルビーが、さらに東のカンボジア国境では赤色のルビーのみが産出するという。西側ほど不純物として鉄やチタンが多く、東側ほどクロムが多いということになる。いったいなぜなのか？ 地下深所でなにかおこったのかはまだ定かではない。

(2) タマイ地区の鉱床

タマイ市の東側にはベーサナイト(強アルカリ質のカラン石玄武岩) からなる比高50m程の小山がある。その形成年代は $0.44 \pm 0.11\text{Ma}$ と報告されており、非常に新しい火山活動の産物である。

道路から山道に分け入ると斜面で宝石を採掘するおばさんに出会った。この付近では近所の農民が農閑期の副業としてこの山で宝石を採掘するのだという。従って、機械など使わずすべて手作業という原始的な方法での宝石採取である。

玄武岩の山の麓に小さな穴を掘り、スコールを利用して雨水をためる。そして付近の土壌化した玄武岩を掘り、ざるにいれて水で洗うと、玄武岩中にノジュールとして含まれる鉱物(ほとんどがカンラン

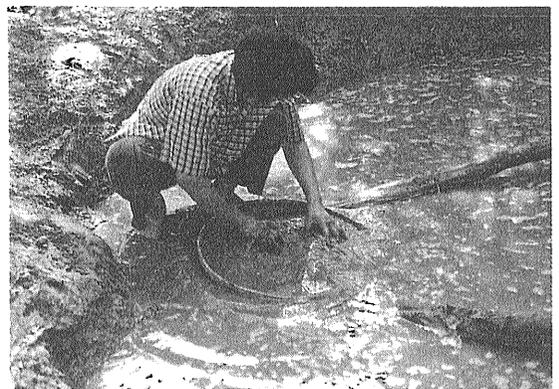


写真2 タ・マイ市郊外で宝石を掘るおばさん。風化した玄武岩を水で洗い宝石を含むノジュールを取り出す。

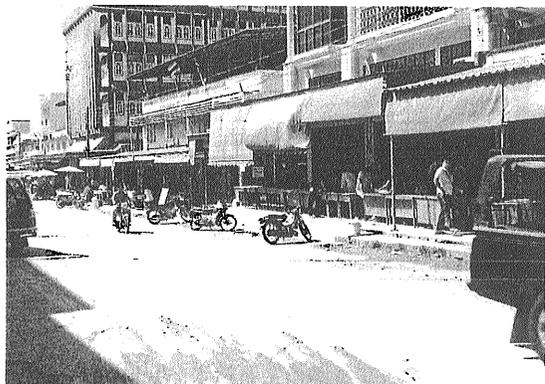


写真3 ポ・ライの街。宝石商が軒を連ねる。夕刻には近郊から、あるいは隣のカンボジアから宝石をもった人々が集まり、宝石の取引で賑わう。

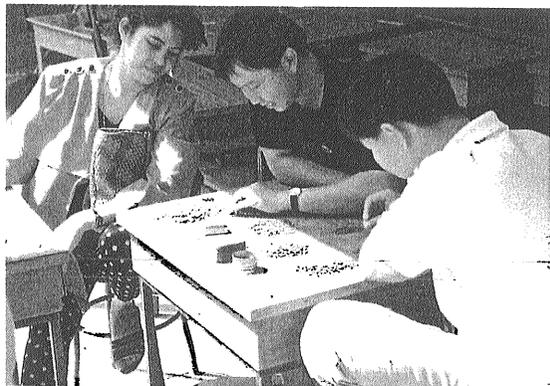


写真4 ポ・ライの街。宝石商の軒先では、バイヤーが買い集めたルビーを、サイズや品質ごとに選別している。

石と黒いスピネル)が残るので、その中から、サファイア、ルビー、ジルコン等の宝石類を選び出すのである(写真2)。

この時期、夕刻には山の麓のバス停に宝石のバイヤーがやってくる。採取した宝石はここに持ち込み現金化するという。あまり割りは良くないが、小遣い稼ぎとしてはまずまずといったところらしい。

(3) 宝石の街ポ・ライ

国境の街ポ・ライへ：チャンタブリの町から国道3号線を南東へ35km、白砂の海岸やマングローブの脇をすすむ。そこから北東へ地方道を約30km、草地の中にバナナ畑が点在する緩やかにうねった丘陵地帯の中を進むとポ・ライ(Bo Rai)の町へ着く。

ポとは、「井戸」とか「くぼ地」の意味で、井戸の底から宝石が見つかったことから発展した街だという。街は一見すると西部劇に出て来そうな街並みである。店の多くは日除けテントを広げ、真昼の

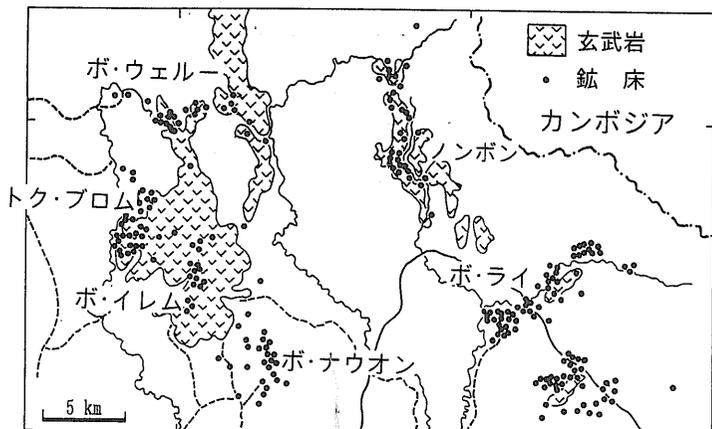
暑さの中でひっそりと静まり返っている(写真3)。

しかしさすが宝石の街、目抜き通りには宝石商が軒を連ね、店頭でルビーの選別に余念のないバイヤーの姿もある(写真4)。夕刻には市がたち、近郊から、あるいは隣のカンボジアから宝石をもった人々が続々と集まり、宝石の取引で賑わうという。

カンボジアの内戦時にはここに持ち込まれるルビーの代金が内戦の大きな資金源になっていてとして問題になったこともあった。

家族鉱業：街の周辺にはあちこちに採掘場があるというので訪ねてみた。

町の付近には、基盤岩である中生代三畳紀の堆積岩が広く分布している。これを覆って玄武岩熔岩が所々に分布し、その周囲に新第三紀後期～第四紀の堆積岩類が分布している。玄武岩が風化し、その中に含まれていた宝石類は、周囲の若い堆積層中に堆積鉱床を形成している(第5図)。



第5図
ポ・ライ地区の玄武岩と宝石鉱床(Vichit, 1992を簡略化)。ポ・ライ周辺の玄武岩と鉱床の分布状況を示した。

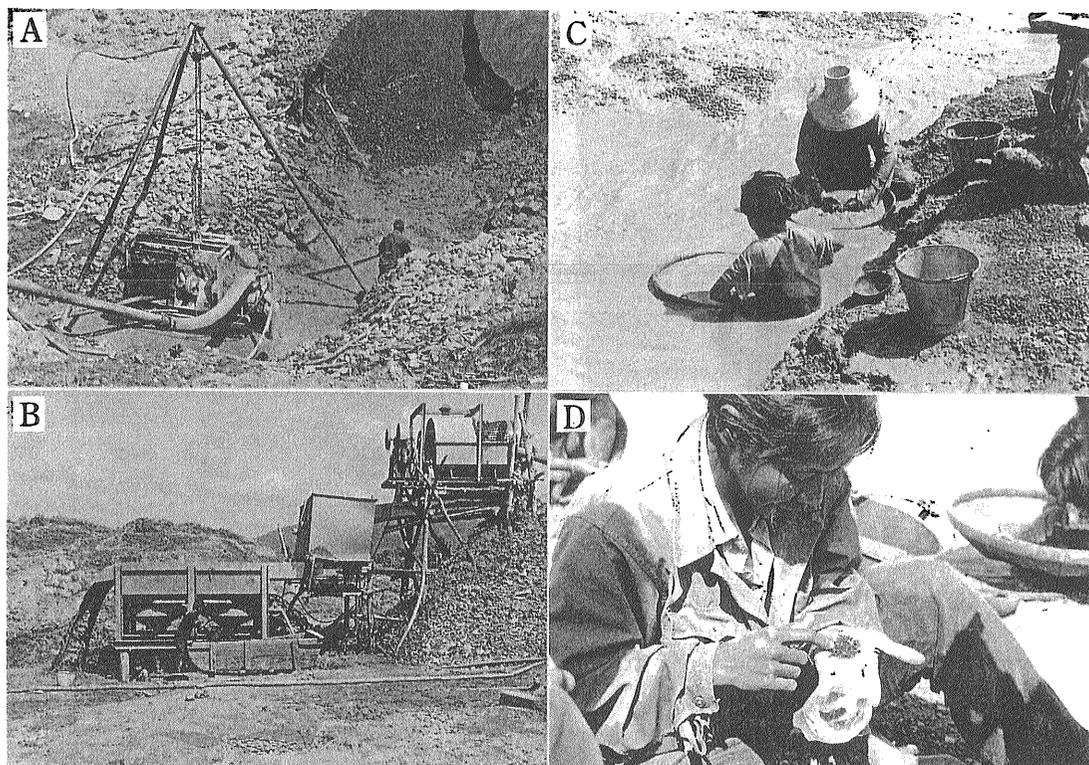


写真5 ポ・ライ郊外での宝石の採掘。A. 地表下約5mの砂礫層に放水し、砂礫層を崩し、砂礫を泥水とともにポンプ・アップする。B. 振動ブレイから宝石を含む砂礫が泥水とともに吐き出される。C. 砂礫の中からルビーを拾い出す女性達。子供達も一生懸命である。D. 拾い出されたルビーの原石。これだけ集めるのに2~3時間かかるという。

ポ・ライ周辺ではルビーは地表から約5m程下にある第四紀の砂礫層中に多く含まれている。このため鉱区を得た採掘業者はまず地表から礫層まで掘り下げる。次に近くの小川から水を引き、ポンプで砂礫層に放水し、砂礫層を崩し、砂礫を泥水とともにポンプ・アップする(写真5A)。泥水と砂礫は振動ブレイにかけられ、粘土や大きな礫が除かれ、径1~10mm程の砂礫の中から、比較的比重の大きなものが集められ、それが時々泥水とともに吐き出される(写真5B)。この砂礫の中から女性達の手で宝石が選り出される(写真5C, 5D)。

この地域のルビーの採掘はこんなスタイルが一般的なようだ。1チームは5~6人、1~2家族で構成される、まさに家族鉱業である。たぶん、沢田(1969)が訪問した1966年のときも同じ様な採掘・取引風景であったと思われる。当時と異なっている点を挙げれば、生産量が政府により一応把握されるようになったことであろう。

5. タイ西部の宝石

生産量が把握されているタイのもう一つの宝石の産地はポ・プロイ(Bo Phloi)地区である。この地区はバンコクの北西方のカンチャナブリ県にあり、サファイアの産地として世界的に著名である。そこから産するサファイアは、ミャンマーやセイロン産をしのぎ、カシミールサファイアとともに、最も良い色調を持つとされる(Hughes, 1990)。

ここを訪れる機会を得たのは1992年の秋のことであった。1年前に訪れたポ・ライはルビーの産地であった。しかし、ポ・プロイ地区ではルビーは産出しないという。本当だろうか？疑問を持ちつつ、この町を訪れた。

戦場にかける橋：バンコクから西へ約100kmでカンチャナ・ブリ市(Kanchana Buri)へ着く。この街は、クワイ川の谷口に開けた街で、街の西には有名な戦場にかける橋「クワイ川鉄橋」等の史跡があり、いつ

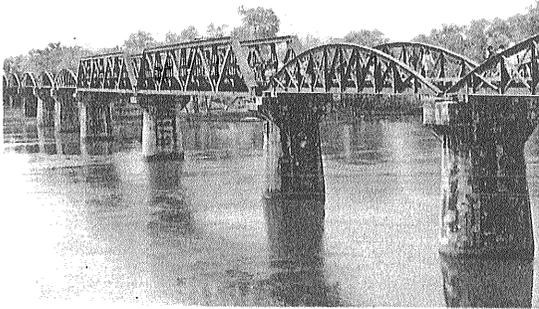


写真6 カンチャナ・ブリ西郊外のクワイ川鉄橋。列車の本数が少ないので、観光客は自由に歩いて渡ることができる。

も観光客でにぎわっており、日本からの観光客も多い(写真6)。

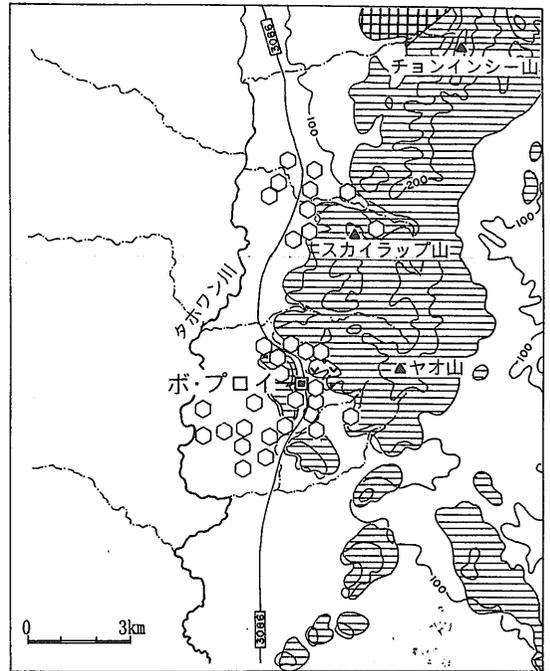
この付近では良質のドロマイトや石灰石を産出し、ドロマイトは近年日本へも多量に輸出されるようになってきている。

宝石の街ボ・プロイへ:ボ・プロイの街はカンチャナブリから北へ約25km、北から南へ流れ下るタホワン川の緩い谷の中にある。

このあたりはバンコク平原の西端部にあたり、西側の山地の麓でもある。年間降水量は1,200mm前後と少なく乾燥した草原地帯となっており、サトウキビ畑が点在している。

付近の地質は先カンブリア系や古生層からなるが、これらは丘陵として点在するのみで、平野部には第四紀の堆積層が広く分布している。宝石をもたらした玄武岩(ネフェリン-ハवाईイト、3.1Maに活動)は街の北東側の丘陵地の一面に古生層を貫いて径1kmほどの分布を示すのみである。かつて広く分布したであろう玄武岩はすっかり侵食され、現在は火道部のみが残存しているのであろう(第6図)。

鉱床は街の周辺の第四紀層中にある。この地は古くからサファイアの産地として知られていたが、採掘は手掘によるごく小規模なものであった。しかし、近年ボーリング等による組織的な探査が行われ、地表から約13m程の深度にある厚さ5m程の青灰色の含砂礫粘土層が高品位の鉱床であることが確認された。その分布域はボ・プロイの街を中心に南北10km、東西7km程にわたることが判明した



第6図 カンチャナ・ブリ県ボ・プロイ地区の玄武岩と宝石鉱床 (Vichit P.,1992を簡略化)。1. 先カンブリア系、2. 古生層、3. 玄武岩、4. 第四紀堆積層、5. 宝石の鉱床(鉱区)。地質はDMR発行25万分の1地質図「スファンプリ」による。



写真7 宝石の街ボ・プロイ。街の規模は小さいが、なぜか300km離れたボ・ライの町とよく似た雰囲気がある。

(第6図)。

このため1987年各企業は多くの鉱区を設定し近代的な設備を設けて、本格的な生産に乗り出したことから、タイを代表するサファイア産地にのし上がった。

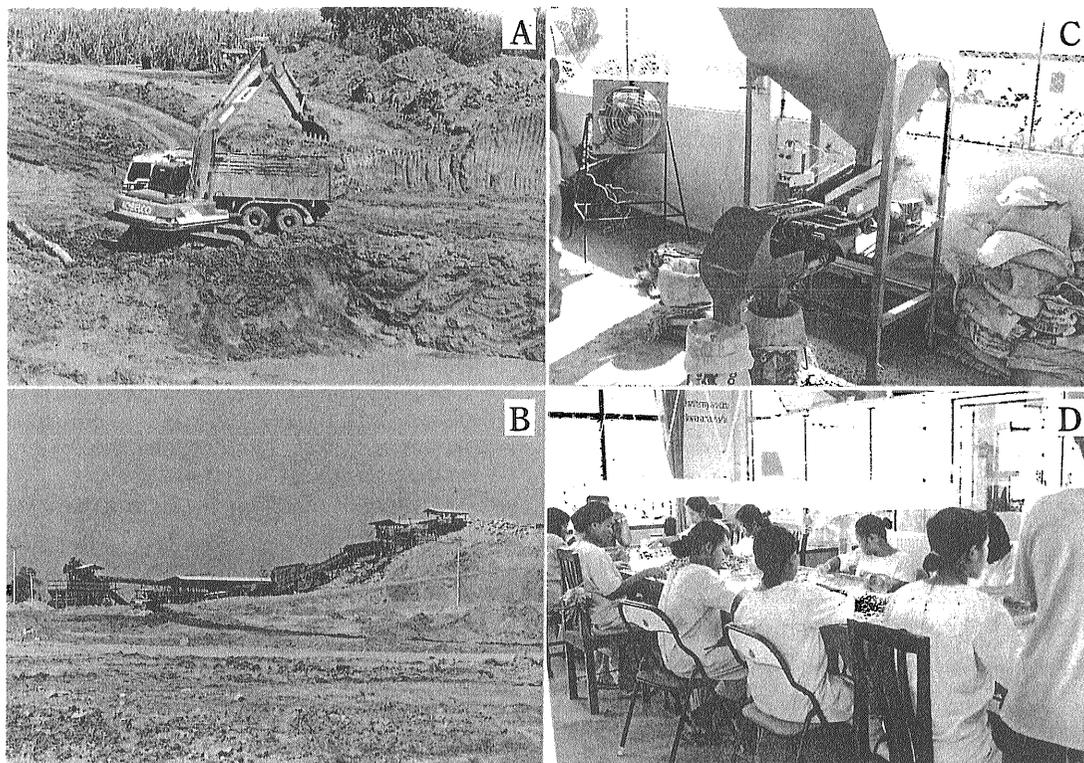


写真8 ポ・プロイでの宝石の採掘・選鉱・選別。A. 重機を使って含砂礫粘土層が採掘され、トラックで選鉱場へ運ばれる。B. ずり山の斜面に設けられた選鉱設備。C. 磁力を使って、磁鉄鉱を選り分ける。D. 若い女性達が明るい蛍光灯のしたで砂礫中から宝石を選り分ける。

近代宝石鉱業：乾燥した草原(荒野)の中の小さな街ポ・プロイ、表通りに沿って数軒の宝石屋、小さなホテル、機械や道具類を扱う店、自動車の修理工場、日用品を扱う雑貨屋さん等、軒の低い建物が並んだ小さな街だ(写真7)。

宝石屋さんでたずねると、この街の周囲でたくさんの鉱山が採掘中だというので、さっそく鉱山を訪れ、採掘から宝飾用原石の選り分けまでを見学させてもらった。

「採掘」：従来はポンプによる汲み上げ採掘が主流であったが、現在では5台のバックホーなどの重機で直接採掘し、「高品位」の層準の部分をダンプ・トラックで選鉱プラントへ運ぶ(写真8A)。青サファイア1kg(品質を問わない)を得るのに3,000tの砂礫を運ぶという。いいかえれば、品位0.33ppmのサファイアを求めて、大規模な「土木工事」が行われているのである。

「選鉱」：ズリ山の斜面を利用して設けられたプラント(写真8B)で水洗、篩い分けされ、径2～50mm程度の礫だけが選別されて出てくる。この砂礫は選別

室に運ばれ、宝石類が選別される。

「選別」：宝石類の大部分は、黒色のマグネタイトやスピネル、イルメナイトであり、これらに混じって少量のサファイアが含まれている。このため、選別はまず磁力選鉱機(写真8C)にかけられ、マグネタイトが分離される。その残りから、若い女性達によってコランダムが選別される(写真8D)。さらに、サイズや品質による区分がなされ、宝石用の原石として出荷されてゆく。多量に産出する黒色のマグネタイトやスピネルはネクタイピンやブローチなどのおみやげ用宝飾品に加工するために出荷される。

この地区はルビーを産しないのだろうかとの疑問を解くため、原石を中心に売っている宝石店に入った。小さなビニール袋に詰められたごく小粒のコランダムが、展示棚の下段の片隅に置かれていた。「クズ同様の小粒だが、一応宝石なので値は安くない」という。ポ・プロイ産コランダムの色調を調べるのに最適のサンプルと判断し、2,500円程で購入した。帰国後調べたところ、約1,300粒入ってお

り、その半量を調べた。結果は662粒中、青色140粒(21.1%)、緑色154粒(23.3%)、灰～黄色342粒(51.7%)、赤色26粒(3.9%)であった。サファイアが圧倒的に多く、青色のものが21%を占め、赤色のルビーは約4%にすぎなかった。従って、集められたコランダムの中から高品質の美しいルビーが出てくる確率は非常に低い。この地区からはルビーはほとんど産出しないのであろう。

6. おわりに

ルビーやサファイアの世界的産地であるタイにおけるこれらの採掘現場の近況を紹介した。各地にはそれぞれの採掘法や選別方法が根づいているようだ。

それぞれの方法で得られたサファイアやルビーは加工業者の手に渡り、一部は加熱処理によってその色に磨きがかけられ、カット・研磨により輝きを増して、金やプラチナと組み合わせられ、指輪やブローチ、ペンダント等へと形を変える。そして世界中へ出荷されてゆくわけである。もちろん日本にも輸出されている。タイを訪れる旅行者によって、宝石の専門店、大規模な宝石の加工・販売場、空港の免税店など、タイ国内各地で多くの宝石が買われてゆく。

美しい宝石も、もともとは砂礫層中の小さな礫に過ぎない。その小さな礫が美しい宝石になるまでにたどってきた様々な過程、採掘・選別・加工・・・を考えながら眺めると、宝石の美しさもひと味違ったものになるかもしれません。

[訂正とお詫び]

1997年5月号(no.513)に掲載の「サラ・ブリ地区のろう石鉱床」の64頁、左下から8行目に「タイの電子産業の伸びを・・・」とありますが、これは「タイの陶磁器産業の伸びを・・・」の間違いです。訂正してお詫びします。また、間違いを指摘して下さいました読者の方にお礼申し上げます。

参 考 文 献

- Barr S.M., Macdonald, A.A. (1978) : Geochemistry and petrogenesis of late Cenozoic alkaline basalts of Thailand. *Geol.Soc.Malaysia Bull.*, vol. 10, p.25-52.
- Barr S.M. and Macdonald A.S. (1981) : Geochemistry and geochronology of late Cenozoic basalts of Southeast Asia. *Geol.Soc.Amer.Bull.*, Part II, vol.92, p.1069-1142.
- DMR(1976) : 1:250,000地質図「Changwat Suphan Buri」, DMR(タイ鉱物資源局), Bangkok.
- DMR(1995) : Mineral Statistics of Thailand 1990-1994.
- Hughes R.W. (1990) : Corundum. Butterworths Gem Books, London.
- Jungyusuk N. and Khositantont S. (1992) : Volcanic rocks and associated mineralization in Thailand. National Conference on "Geologic Resources of Thailand: Potential for Future Development", DMR, Thailand, p.522-538. Bangkok.
- 神谷雅晴・須藤定久(1996) : インドシナの鉱物資源(4) ベトナム南部の工業原料鉱物資源. 地質ニュース, no.505, 39-45.
- Keller P.C. (1982) : The Chanthaburi-Trat gem field, Thailand. *Gems & Geology Jour.* vol.18 (4), p.186-196.
- 沢田秀穂(1969)タイの宝石. 地質ニュース, no.177, 42-47.
- Toan T.X. (1988) : Kaolin deposits, in *Geology and Mineral Resources of Vietnam*, vol. 1, Mineral Development Company, Hanoi, p.153-162.
- Trirangan A. (1992) : Southern Khorat Plateau - Possibility of New Gem Deposits. National Conference on "Geologic Resources of Thailand: Potential for future development", DMR, Thailand, p.393-406, Bangkok.
- Vichit P. (1992) : Gemstones in Thailand. National Conference on "Geologic resources of Thailand: Potential for future development (2)", DMR, Thailand, p.124-150, Bangkok.
- Xinh L.T., Que T. and Hung T.K. (1988) : Bauxite deposits, in *Geology and Mineral Resources of Vietnam*, vol.1, p.128-143. Mineral Development Company, Hanoi.

SUDO Sadahisa and HIRANO Hideo (1997) : Mineral Resources of Thailand - 6 : Trip to two gemstone producing centers in Thailand.

<受付：1997年5月6日>