CGL通信

中央宝石研究所

〒110-0005 東京都台東区上野 5-15-14 ミヤギビル 203-3836-1627 http://www.cgl.co.jp

- ◆ルビーの原産地鑑別:産地情報と 鑑別に役立つ内部特徴について
- ◆宝石器材のご案内

No.57 - October 30, 2020

ルビーの原産地鑑別:

産地情報と鑑別に役立つ内部特徴について

リサーチ室 北脇 裕士

はじめに

ルビーは歴史的にもっとも好まれてきたカラー・ストーンの一つです。現在でもルビーとサファイアを合わせたコランダム宝石は、世界のカラー・ストーンの全売り上げの1/3を占めると言われています。CGLでもコランダム宝石は毎年の年間鑑別総数の30%を超えています。ミャンマー産の非加熱ルビーは世界的なオークションにおいても常に高額で落札されるなど、ルビーには古来高級宝石のイメージがあります(写真-1)。いっぽう、昨今のテレビショッピングやネット通販などでは比較的安価なルビーのジュエリーやアクセサリーも販売されています。これは、この20~30年くらいで新たな鉱山が数多く発見されたことと、色や透明度を向上させる加熱や含浸などの処理技術が大幅に向上し



写真-1:ミャンマー産非加熱ルビー 5ct (写真提供;㈱アンジャリジュエルス)

たことによります。そのため伝統的な産地の高品質なルビーだけでなく、さまざまな産地の中~低品質のものまでもが宝石として利用できるようになりました。2000年代に入ると、ある映画をきっかけに宝飾ダイヤモンド産業では倫理的社会的責任が強く問われるようになり、キンバリー・プロセス(産地証明制度)が始まりました。その影響は次第にカラー・ストーンにも波及するようになり、宝石の原産地表示や原産地鑑別に関する意識が高まっています。また、過去には米国によるミャンマー産ルビーとヒスイの輸入禁止という、宝石にはそぐわない政治的影響をこうむったという現実もあります。

このようにルビーの原産地はブランドとして宝石の価値に影響するだけでなく、消費者の知的好奇心や欲求を満たす不可欠な情報の一つとなっています。本稿ではルビーの商業的な産地の情報と鑑別に役立つ内部特徴を紹介したいと思います。

ルビーとは

ルビーは微量のクロム(Cr)を含有しています。この元素はコランダム(化学式: Al_2O_3)の主元素であるアルミニウム(Al)とは地球化学的に相反する性質を有しています。というのは、アルミニウムは地球の表層部あるいは大陸地殻と呼ばれる陸地を形成する地域に多く存在するのですが、クロムは地球のやや深部あるいは海洋地殻と呼ばれる海底を形成する地域に分布する傾向にあります。簡単に言うと一緒に存在し難い元素が偶然出会ってルビーの結晶ができているのです。さらに言えば、クロムは存在度の極めて低い(地球上に少ない)元素で、しかも宝石のきれいな色の原因になりますから、ルビーは美しく希少性の高い宝石になるわけです。

ルビーの地質学的な起源は、1)アルカリ玄武岩関連、2)広域変成岩(苦鉄質岩〜超苦鉄質岩)、3)大理石(結晶質石灰岩)に大別できます。アルカリ玄武岩を母岩とする産地はタイ、カンボジアなどで鉄(Fe)などの不純物元素を多く含むことからやや暗味のある色調となります。大理石を母岩とするミャンマー、アフガニスタンやベトナム産のものは不純物元素も少なく、鮮やかな色調のものが多く見られます。広域変成岩に分類される苦鉄質〜超苦鉄質岩を母岩



写真-2:産地によるルビーの色合い (左からマダガスカル、タンザニア(ウィンザ)、モザンビーク)

とする産地はケニア、タンザニア、マダガスカルおよびモザンビークなどで、概して前二者の中間的な鉄の 含有量で蛍光性がやや弱めとなります。

このようにルビーはそれぞれの産地によって若干の色合いの違いが見られます。しかし、ほとんどのルビーは市場で好まれる色にするために加熱が施されており、見た目だけで産地を言い当てるのは困難です。特に似たような地質環境で成長したルビーはなおさらです。ただ、なんとなくその産地らしい色合いというものがあり、並べてみると判ることがあります(写真-2)。

ルビーの原産地

宝石質ルビーの商業的な原産地は数多く知られており、全世界に広く分布しています。これらのルビーの原産地を全地球史的な地質学的イベントに重ね合わせると、ルビーがいつの時代に形成したのかがわかり易くなります(図-1)。

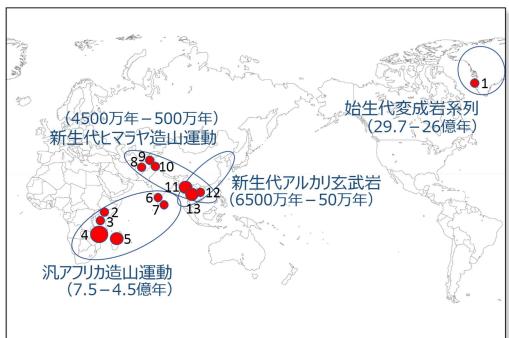


図-1:世界の主要なルビー産地 (地質イベント区分による) 1. グリーンランド、2. ケニア、 3. タンザニア、4. モザンビーク、 5. マダガスカル、6. インド、 7. スリランカ、8. アフガニスタン、 9. タジキスタン、10. カシミール、 11. ミャンマー、12. ベトナム、 13. タイ/カンボジア

最も古い時代のルビーはグリーンランドに見られます。ここでは生命が誕生する以前の 29.7 ~ 26 億年前の始生代と呼ばれる地質時代の変成岩類から採掘されています。グリーンランドのルビー形成は非常に古いのですが、発見されたのは新しく 1960 年代に入ってからです。商業的に生産されるようになったのは 2015 年の夏頃からといわれており、今後に期待される産地といえます。

2番目のグループは 7.5 億年から 4.5 億年前の汎アフリカ造山運動に関連しています。原生代末~古生代初めにかけてのこの時代はアフリカ大陸一帯で広範囲の造山運動が発生していました。特に西ゴンドワナ大陸と東ゴンドワナ大陸の衝突はルビーをはじめとする多くの宝石鉱物の発生に関連しています。ケニア、タンザニア、モザンビーク等のアフリカ諸国やマダガスカル、インドおよびスリランカのルビーはこの時代に形成しています。

3番目のグループは 4500 万年~ 500 万年前の新生代ヒマラヤ造山運動に関連しています。インド大陸がユーラシアプレートに衝突してヒマラヤ山脈が形成された造山運動です。この時代に形成した大理石を起源とするルビーが、ミャンマーをはじめアフガニスタン、タジキスタンおよびベトナム等に見られます。

4番目のグループは 6500 万年~ 50 万年前に噴出した新生代玄武岩類を起源とするものです。特に 300万年~ 50万年前の鮮新世~第四紀に噴出したアルカリ玄武岩マグマは比較的深部 (マントル最上部) で発生するため、地殻下部で生成したルビーを途中で捕獲して地表まで運搬する役目を果たしました。ダイヤモンドを運搬したキンバーライトと同様です。このようなアルカリ玄武岩起源のルビーにはタイ産やカンボジア産等があります。



写真-3:ルビーの産地鑑別レポート(CGL)

原産地鑑別の限界

宝飾業界においては、宝石鑑別書に記載される原産地についての結論は、検査を行うそれぞれの検査機関によって導き出された独自の意見として理解されています。このopinion(意見)という考え方は、CIBJOのオフィシャル・ジェムストーン・ブック(ルールブック)にも明記されています。日本国内においては一般的な宝石鑑別書とは別に検査機関の任意において分析報告書として原産地の記載を行っています(写真-3)。

原産地鑑別には個々の宝石が産出した地理的地域(産出国)を限定するために、その宝石がどのような地質環境、さらには地球テクトニクスから由来したかを判定する必要があります。そのためには、あらゆる地質学的な産状を含む商業的に意味のある原産地の標本の収集が何よりも重要となります。そして、これらの標本の詳細な内部特徴の観察、標準的な宝石学的特性の取得はもちろんのこと、紫外一可視分光分析、赤外分光(FTIR)分析、顕微ラマン分光分析、

蛍光 X 線分析さらには LA-ICP-MS 等による微量元素の分析によるデータベースの構築が必要となります。

そのうえで、鉱物の結晶成長や岩石の成因、地球テクトニクスなど に関する知識と豊富な鑑別経験をも併せ持つ技術者によって判定が 行われなければなりません。

検査機関は検査を依頼された宝石の採掘の瞬間を直接目撃することは実質的に不可能です。そのため原産地鑑別の結論は、その宝石の出所を証明するものではなく、検査された宝石の最も可能性の高いとされる地理的地域を記述することとなります。同様な地質環境から産出する異なった地域の宝石(たとえばミャンマー産、ベトナム産、アフガニスタンおよびタジキスタン産の大理石起源のルビーなど)は原産地鑑別が困難もしくは不可能なことがあります。また、情報のない段階での新産地の記述にはタイムラグが生じる可能性があります。

【ミャンマー】

ミャンマーには高品質のルビーを産出する世界的にもっとも重要な Mogok(モゴック)鉱山があります。歴史的なロイヤル・ジュエリーにセットされているルビーのほとんどはこのモゴックで採掘されたものです。また、世界的に著名なオークションにおいて 1ct あたり \$50,000 以上の価格が付けられた 150 個以上のルビーのうちモ



図-2:ミャンマーのルビー鉱床

ゴック産でなかったものは 12 個に過ぎなかったという報告もあります。その他にも Mong Hsu (モンスー)、Nanyaseik (ナムヤー) などの著名なルビー鉱山があります(図-2)。これらはすべて白色のドロマイトもしくはカルサイトの結晶粒から成る大理石(結晶質石灰岩)を母岩としています(写真-4)。大理石はタイ産などの玄武岩起源とは異なり、色調に暗みを与える不純物が少ないため、ミャンマー産のルビーは、しばしば "ピジョン・ブラッド" と呼ばれるような鳩血色の濃くて鮮やかな色調になります。



写真-4:大理石を母岩としたルビー原石 (モゴック/ミャンマー)



写真-5:モゴック市街を一望(湖は英国統治時代の採掘跡)



写真-6:手作業で選鉱するカナセと呼ばれる現地女性 (モゴック/ミャンマー)



写真-7:大理石の一次鉱床から重機を使用しての採掘 (モゴック/ミャンマー)

モゴック鉱山では6世紀の頃からルビーが採掘されてきたと言われています。ビルマの史録に、1597年にモゴックの鉱床がシャン族からビルマ国王の手に渡ったとされています。19世紀に入って英国がこの地

を支配すると、宝石の採掘と売買に関しても監視するようになりました。1887年に英国主導のビルマ・ルビー・マインズ社(BRM)が設立され、機械化された採掘が行われました。BRMが採掘していた跡地は大雨などで排水溝が破壊されてその後大きな湖となり、今も往時の繁栄を垣間見ることができます(写真-5)。1930年代に英国人が撤退すると、現地人の手による採掘が再開されました。採掘方法は彼らに馴染の深い昔ながらの手法に戻り、経験に基づく作業が行われていました。1963年にはビルマ政府によって事業は完全に国営化され、外国人による採掘や販売はすべて禁止され、実質上鉱山への立ち入りが不可能になりました。1990年代になると、これらの規



写真-8:外国人バイヤーで賑わう宝石マーケット (モゴック/ミャンマー)

制は緩やかになり、政府と個人企業に因る合弁事業が許可されるようになり、昔ながらの手法に加え(写 真-6)、近代的な採掘が行われるようになりました(写 真-7)。さらに最近の数年間のうちにミャンマーの 宝石取引は革新的な変化を遂げました。宝石の個人売買と合法的な輸出入が可能となり、多くの外国人に よって活発な商取引がなされるようになっています(写 真-8)。

ミャンマー東部、タイとの国境を持つシャン州にモンスー鉱山があります。1990 年代の前半にモンスー産ルビーに対する加熱技術が向上し、市場性が一気に高まりました。この新しい技術はこれまでとは異なり、硼砂などのフラックスを添加して高温で加熱するものでした。これによって暗い小豆色をしていた結晶原石が鮮やかな赤色に変化し、良質の宝石品質ルビーが大量に供給されることになりました。このため、安価に天然のルビーが市場に供される結果となり、比較的製造にコストのかかるフラックス合成ルビーのメーカーが宝石市場から撤退したという話が伝えられているほどです。

モンスー産のルビーは正規には政府が管理したエンポリアム(入札会)を経て海外に輸出されます。しかし、一部のものはタイとの国境付近にある Mae Sai (メイサイ) を経由してバンコクやチャンタブリに密輸されていたようです。

ナムヤー(あるいはナヤン)はミャンマー北部のカチン州にある北部最大の町で、ヒスイの鉱山として有名なパカンの近傍にルビー鉱山があります。現地ではかなり以前からルビーの存在が知られていましたが、正式な鉱山として鉱山省に認められたのは 2000 年代に入ってからです。ナムヤーはルビーと共にレッド・スピネルの産出地として宝石ディーラーの間では良く知られています。ルビーもレッド・スピネルもモゴック産のものよりも明度の高い赤色〜ピンク色を呈しています。ナムヤー鉱山は歴史が浅く、採掘方法も単純で採掘量も世界の需要を満たせるレベルには達していません。日本国内でも見かける頻度はまだまだ低く、これからが期待される産地です。そして、現時点ではナムヤー鉱山産のルビーのほとんどは加熱されていないようです。

◆ミャンマー産ルビーの特徴

ミャンマー産ルビーは、しばしば "ピジョン・ブラッド" と表現される美しい色調を示します。もちろん、ミャンマー産であればすべてが高品質であるわけではありませんが、冒頭で紹介したように世界的な人気を博しています。歴史的にも評価されているミャンマー・ルビーはすべてモゴック産のものです。他の鉱山のものは比較的新しく、ルビーの知名度としてはモゴック鉱山産には及びません。

モゴック鉱山産のルビーは細く短いシルク・インクルージョンが特徴です(写真-9)。これらは密集してクラウド状になることもあります。丸みを帯びたカルサイトやアパタイトの透明結晶を内包することが多く、木の切り株を思わせることからスタッビィ結晶インクルージョンと称されます(写真-10)。時にスフェーンやネフェリンの無色透明結晶も含まれています。また、ガム・シロップを溶かし込んだ時のようなモヤモヤとした成長構造を示すことがあり、糖蜜状組織と呼ばれています(写真-11)。

モンスー鉱山産のルビー原石は、そのほとんどがバンコクやチャンタブリで加熱されています。原石は全体的に小豆色をしており、結晶の中心部に濃い青色の成長分域を持つのが特徴で、通常は加熱によってこれを除去して鮮やかな赤色にしています。したがって、ファセット・カットされた非加熱のモンスー鉱山産ルビーには、たいていこの青色色帯が認められます(写真-12)。しかし、加熱温度が低い場合は処理後も青色色帯が残存することがあるため、注意が必要です。また、毛羽立ったような立体的に配列する微小インクルージョン(写真-13)やコメット(彗星)状インクルージョン(写真-14)もこの地のルビーの特徴のひとつです。

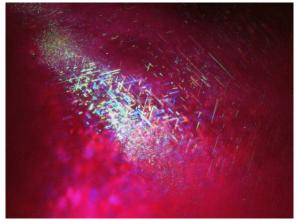


写真-9:細く短いシルク・インクルージョン (モゴック/ミャンマー)



写真-10: 丸みを帯びた透明結晶インクルージョン (モゴック/ミャンマー)



写真-11:糖蜜状組織(モゴック/ミャンマー)



写真-12:青色色帯 (モンスー/ミャンマー)



写真-13: 微小インクルージョン (モンスー/ミャンマー)

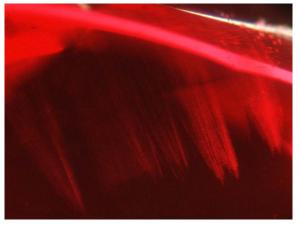


写真-14:コメット (彗星) 状インクルージョン (モンスー/ミャンマー)

【タイ/カンボジア】

タイおよびカンボジアは昔からミャンマーに次ぐルビー、サファイアの重要な産地です。

1850年の鉱床発見以来、19世紀後半から世界のルビーやサファイアの宝石需要を支え続け、1980年代には最盛期を迎えます。しかし、1990年代以降、ミャンマーのモンスー鉱山から大量のルビーが産出したため、商業的に太刀打ちできなくなり、タイ産ルビーの輸出量は激減しました。現在タイは、宝石産地であると同時に世界的な宝石と宝飾品の加工と流通の中心になっています。特にバンコクやチャンタブリでは常にコランダムの新しい加熱技術が発達し、世界中の宝石関係者の注目の的となっています。

タイのチャンタブリから南東へおよそ $50 \sim 70 \, \mathrm{km}$ に Bo Rai(ボーライ)と Nong Bon(ノンボン)のルビー鉱区があります。この地区一帯には玄武岩が広く分布しており、タイでは最大規模のルビー鉱山です。そして道路事情もよく利便性の高い地域として知られています。この 2 地区はブルドーザーなどの重機が利用さ

れるなど機械化が進んでいます。タイ産のルビーは他国の産地と同様にサファイアよりは小粒です。しかし、10ct 以上の良質の結晶も採掘されており、1985 年にはこの地区で最大の 150ct の結晶が見つかっています。近年では産出量が激減しているようです。

タイとの国境に程近いカンボジアのパイリン地区にルビーの鉱区が広がります。この地区も玄武岩を母岩としています。この玄武岩溶岩は4つの丘陵を形成しており、それぞれに鉱区が分かれています。今でも機械を使って採掘している鉱区もありますが(写真-15)、多くは農民などが農閑期に河床で小規模に採掘しています(写真-16)。カンボジアで産出するルビーもたいていはタイ産としてチャンタブリやバンコクで加熱され、市場に出て行きます(写真-17)。



写真-15: 高圧水を使用したルビーの採掘 (パイリン/カンボジア)



写真-16:河床での地元民による選鉱 (パイリン/カンボジア)



写真-17:パイリン鉱山(カンボジア)産ルビーの原石

◆タイ/カンボジア産ルビーの特徴

タイ産およびカンボジア産のルビーは一連の第四紀アルカリ玄武岩を母岩としており、特徴が酷似しています。ここではタイ/カンボジア産ルビーとして一緒に扱います。この地のルビーは鉄分を多く含有するために、ミャンマー産ルビーと比較するとやや暗みを感じます。たいていはこの暗味を除去して明るくするために酸化雰囲気で加熱されます。しかし、透明度が高く、しばしばルーペクリーン(ルーペで内包物が見られない)のものに出くわします。結晶原石の形態に関連すると思われますが、カットされた石の厚みが薄くペタンとした形状のものが多いような気がします。また、紫外線蛍光が比較的弱いのもタイ/カンボジア産ルビーの特徴です。

タイ/カンボジア産のルビーにはミャンマー産のようなシルク・インクルージョンは見られません。このことはすでに 1940 年の宝石学の文献にスイスのグベリン博士によって記載されています。タイ/カンボジア産ルビーには、しばしば結晶とその周りを取り巻く液体インクルージョンが見られます(写真-18)。また、他の産地と比較して双晶面が多く、それらが交差した場所にはチューブ状のインクルージョンが発生し、産地特徴の一つとなっています(写真-19)。タイ/カンボジア産ルビーの特徴に平面状に分布した液膜イン

クルージョンがあります。これらは球状のネガティブ・クリスタルを取り囲んだ幾何学的な形態の液膜(写真-20)と中心部にネガティブ・クリスタルをもたない六角板状の液膜(写真-21)があります。いずれも方向性があり、暗視野照明では見えにくいのですが、強いファイバー光などが適切に当たると一斉に視界に浮かび上がります。



写真-18:結晶・液膜インクルージョン(タイ/カンボジア)

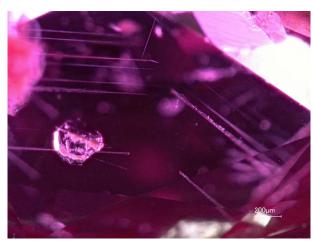


写真-19:チューブ・インクルージョン (タイ/カンボジア)



写真-20:幾何学的な形態の液膜インクルージョン (タイ/カンボジア)



写真-21: 六角板状インクルージョン (タイ/カンボジア)

【スリランカ】

スリランカは紀元前の頃からさまざまな宝石を産出した記録があります。その種類、量および品質からも世界に誇れる内容で、まさに宝石の島といえます。地質学的には新しい変動帯の日本とは異なり、最も古い先カンブリア期(6億年~10数億年前)の変成岩帯が広がります。スリランカの国土面積は日本の6分の1くらいですが、宝石産地は国土のおよそ4分の1の広範囲に及びます。ルビーの母岩は古い変成岩と考えられていますが、実際に採掘されているのはすべて二次的に再堆積した漂砂鉱床からです(写真-22)。スリランカ産のルビーは、ミャンマー産の"ピジョン・ブラッド"



写真-22:宝石採掘小屋(ラトナプラ/スリランカ)

に比べると明度が高く、ピンク気味のものが多いようです(写真-23)。ルビーの加熱処理が最初に行われたのはスリランカで、2000年前にさかのぼるといわれています。ルビーに含まれる青味を除去するために



写真-23:採掘された宝石の中に含まれるルビー (ラトナプラ/スリランカ)

伝統的に吹管 (blow pipe) が用いられていました (写真-24)。

◆スリランカ産ルビーの特徴

スリランカ産ルビーの内部特徴としては、第1に シルク・インクルージョンが挙げられます。ミャン マー産のルビーに見られる微細な針のクラウド状 の集合に対して、細長く平面上にそれぞれが 120°で3 方向に交差している様子が観察できます。液体インク ルージョンはしばしば指紋様(フィンガー・プリント) を呈します。また、小さな虫が飛んでいるような結晶インクルージョンも頻度高く見られます(写真-25)。これらはジルコンの結晶で、周囲に見られるテンション・クラックが後光(ヘイロー)のように見えることからジルコン・ヘイローと呼ばれています。



写真-24:スリランカの伝統的な加熱法(blow pipe)

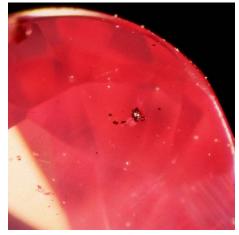


写真-25:ジルコン・ヘイロウ・インクルージョン (スリランカ)

【ベトナム】

ベトナムでは 1987 年にハノイから北東へ 150km の Luc Yen (ルクエン) でルビーの鉱床が発見されました。また、1990 年にはハノイから南西へ 300 km の Qui Chaw (クイチョウ) でも上質のルビーが発見され、日本のテレビでも放映されるなど話題となりました。しかし、発見当初は本当にベトナムからルビーが産出するのかと世界の宝飾業界は懐疑的な目を向けていました。その発端となったのは、ベトナム産ルビーの原石ロット中に加熱されたベルヌイ法合成ルビーが大量に混入されたことによります。当時ベトナムへ買い付けに行った業者が日本国内に持ち帰ったロットのうち何割かは合成であったという事実がそれを物語っています。1996 年に Luc Yen で新たな鉱山が発見されました。先に発見されていた場所は断層沿いを流れる Chay 川の東側でしたが、新鉱山は西側の地区でした。旧鉱山では大理石からルビーやピンク・サファイアなどを産出しましたが(写真-26)、新鉱山では片麻岩などの変成岩中から半透明~不透明のサファイア類(スタールビーを含む)を産出しました。日本の宝石市場ではベトナム産スター・ルビーとして、この新鉱山のパープル系のやや半透明のものが良く知られています(写真-27)。



写真-26:ルクエン鉱山(ベトナム)産ルビーの原石



写真-27:スター・ルビー (ルクエン/ベトナム)

◆ベトナム産ルビーの特徴

ベトナム産ルビーは、大理石起源のためミャンマー産と外観も内部特徴も良く似ています (写真-28)。平面上にそれぞれが 120°で3 方向に交差するシルク・インクルージョンが見られますが、頻度は低めです。ミャンマー産と同様の丸みを帯びた透明結晶 (写真-29) や糖蜜状の組織も観察されます (写真-30)。 黎明期の宝石学の教科書には糖蜜状組織はミャンマー産の診断特徴とされていますが、ベトナム産にも見られるので注意が必要です。 ベトナム産にはクラウド状に密集した微小イン



写真-28:ルクエン鉱山(ベトナム)産ルビーのカット石

クルージョンが頻度高く観察されます。また、不規則な形態の青色色帯も頻繁に見られます(写真-31)。 ベトナム産にはブラインド状双晶面や絣(かすり)様の微小インクルージョンが見られることがあります(写真-32)。

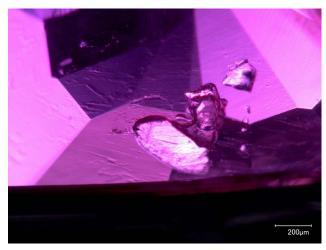


写真-29: 丸みを帯びた透明結晶インクルージョン (ルクエン/ベトナム)

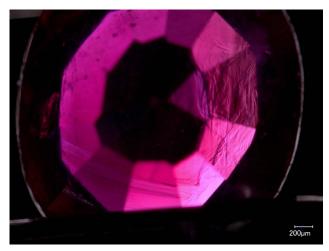


写真-30:糖蜜状組織(ルクエン/ベトナム)



写真-31: 青色色帯と微小インクルージョン (ルクエン/ベトナム)

200µm

写真-32:絣(かすり)様の微小インクルージョン (ルクエン/ベトナム)

【カシミール】

カシミール地方はインド、パキスタンそして中国との国境付近に広がる山岳地域です。かつてジャンムー・カシミール藩王国があった地域で、標高 8000 m級のカラコルム山脈がそびえます。この地域はインドとパキスタンの両国が領有を主張し、宗教的理由から長年対立が続いています。カシミールはブルー・サファイアが世界的に有名ですが、ルビーの鉱山もあります(図-3)。

1979 年、カシミールの AZAD 地域 Nangimali(ナンギマリ)山峰(海抜およそ 4350m)で、大理石の巨礫から小粒のルビー原石が発見されましたが、山岳地のために生産性が悪く、継続的な採掘は行われませんでした。その後、AZAD KASHMIR MINERAL &INDUSTRIAL DEVELOPMENT CORPORATION (AKMDC) による調査が継続され、2000 年代以降、品質のよい大粒結晶が採掘され、年 $1 \sim 2$ 回の国内向けのオークションが行われるようになっています。

2006 年頃に AZAD 地区北西部の Batakundi (バタクンディ) から赤紫色のサファイアが発見され、2010 年頃から日本国内にも流通するようになりました。その色合いを花の色に喩えて Fuchsia (フーシャあるいはフクシア) サファイアとしてプロモートされています (写真-33)。これらのうち赤味の強いものは商業的にインダス・カシミール・ルビーとも呼ばれています。



図-3:カシミール地方のルビー&サファイア鉱床



写真-33:バタクンディ(カシミール)産サファイアとルビー

◆カシミール産ルビーの特徴

ナンギマリ産のルビーの特徴のひとつはブラインド状双晶面です。これらは、1方向だけのものもありますが、2方向がほぼ90°に交差したものも見られます(写真-34)。双晶面は他の産地のルビーにも珍しいものではありませんが、過去に比較的流通量の多かったミャンマーのモンスー産にはほとんど見られないた

め、両者の識別の手がかりにはなると思われます。ナンギマリ産ルビーの固体インクルージョンとしては自形のルチル、白色半透明のカルサイト等が見られます。液体インクルージョンは普遍的な内包物です。時にタイ産ルビーにも見られる平面的に分布する幾何学的な液膜インクルージョンが見られます。

バタクンディ産のルビーは紫色の色帯が特徴的です(写真-35)。しばしば黒色のグラファイトと思われる粒状結晶や金属光沢を示す結晶インクルージョン(おそらくピロータイト)が見られます(写真-36)。



写真-34:ブラインド状双晶面 (ナンギマリ/カシミール)

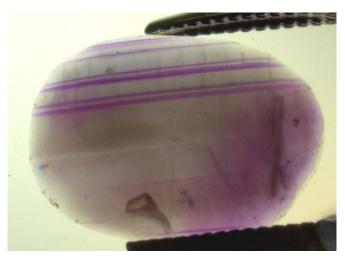


写真-35:紫色の色帯 (バタクンディ/カシミール)

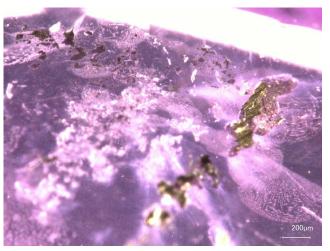


写真-36:金属インクルージョン (バタクンディ/カシミール)

【マダガスカル】

マダガスカルはアフリカ大陸の東に位置する島国です。近年はスリランカに匹敵もしくはそれを上回る宝石の島として注目されています。マダガスカルは元祖宝石の島であるスリランカに比べて9倍の面積があり、まだまだ未開発の場所も多いため、その宝石埋蔵のポテンシャルは計り知れません。ルビーおよびサファイアの鉱山もこの 20 年で数多く知られるようになりました(図-4)。

マダガスカルでは 2000 年の 9 月、島の中央部の東海岸に 位置する Vatomandry (バトゥマンドリ) から良質のルビーが 産出され注目を浴びました。しかし、サイズが小さく採掘も 1 年ほどでほとんど終わってしまいました。

2000 年の 11 月にはバトゥマンドリから西北におよそ 300 k mの場所にある Andilamena (アンディラムナ) に重要なルビー鉱床の発見がありました。2001 年には良質のものが見つかり、2004 年にはさらに重要な発見がなされています。

2012 年の春にはバトゥマンドリとアンディラムナの中間付



図-4:マダガスカルのルビー&サファイア鉱床

近に位置する Didy (ディディ) からも良質のルビーが発見されました。2015 年以降もアンディラムナの近郊で新たな鉱山が発見されるなど、マダガスカルは常に注目をされる産地となっています。かつてはミャンマー産

ルビーのロットに混ぜられてミャンマー産として販売されていることもありましたが、近年、マダガスカル産のルビーは、宝石マーケットにおいて一定の認知を得た感があります。

◆マダガスカル産ルビーの特徴

マダガスカル産のルビーは、どの鉱区も広域変成岩起源で短いシルク・インクルージョン(写真-37)が見られます。ミャンマー産の密集したクラウド状シルクと細長いスリランカ産シルクの中間の特徴を持っています。たいていの場合、ざらめ状のジルコン結晶のクラスターが見られ(写真-38)、マダガスカル産のランド・マークになります。しばしば双晶面も見られます。



写真-37:シルク・インクルージョン(マダガスカル)

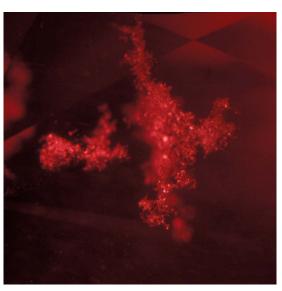


写真-38:ジルコン・クラスター・インクルージョン (マダガスカル)

【ケニア】

汎アフリカ造山運動の中心地でもあったケニア〜タンザニアにかけての地域には著名なルビーの鉱山が数多くあります(図-5)。

ケニアでもっとも著名なルビー鉱山は、タンザニアとの国境に近い Mangari (マンガリ)地区にあります。1973年にアメリカの鉱物学者の John Saul 氏が発見し、世界的には John Saul (ジョンソール)鉱山として知られています。機械化された採掘が行われていますが、ほとんどはカボション・カットにされるクオリティです。超塩基性岩に伴って産出しますが、例外的に鉄分の含有量が少なく、赤色蛍光も強いためミャンマー産ルビーと間違えられるような高品質のものもあります。

2005 年にナイロビの北部に位置する Baringo (バリンゴ) から玄武岩起源のルビーが発見されています。

また、隣国ウガンダに近い北西部の Pokot (ポコット) からは大理石起源のルビーが発見されています。このようにケニア

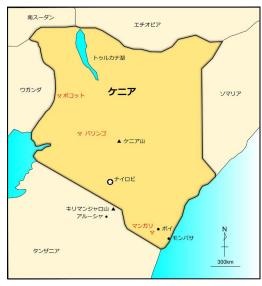


図-5:ケニアのルビー鉱床

では1カ国からさまざまな地質起源のルビーの産出があり、鉱山ごとの特徴を捉えておく必要があります。

◆ケニア産ルビーの特徴

マンガリ地区のルビーはほとんどがカボション・カットにされていますが、透明度の高いものはファセット・カットされています(写真-39)。ブラインド状双晶面が良く発達しており、交差した針状インクルージョンが見られます。液体インクルージョンは、フラックス合成ルビーのフェザーのようなものがあり、強烈な赤色 蛍光と合わせて合成ルビーと見まがう程です。

【タンザニア】

タンザニアは 20 世紀以降、アフリカ大陸における さまざまな宝石の新たな産地として注目を集めていま す。良質のルビーが複数の鉱山から産出しています (図-6)。

Longido (ロンギド) は、1900 年代の初めにルビーが見つかった歴史ある鉱山です。産出は散発的でしたが、1980 年代後半からシステマティックに採掘されるようになりました。多くはニア・ジェム品質ですが、母岩である緑色のゾイサイトとのコントラストが美しいため、ルビー・イン・ゾイサイトとして彫刻などに利用されています。

1950 年代から Umba (ウンバ) 地区ではルビーやサファイアが採掘されています。1989 年にタイと現地の企業が合弁し、世界各地への輸出が強化されました。日本国内で宝石学のバイブルとして親しまれている文献やテキストに東アフリカ産として紹介されているのは主にこの地のものです。

Morogoro (モロゴロ) は、1980 年代後半から採掘が開始されています。この地のルビーはミャンマー産と同様に大理石及び大理石関連の母岩中に生成しており、"ビルマ・タイプ"と呼ばれる高品質のルビーが産出することで知られています(写真-40)。

Tunduru (トゥンドゥル) は、1990 年代の半ばに 農夫によって河床からさまざまな宝石が発見され、そ の後東アフリカ地域の重要な宝石鉱床へと発展しま す。ルビー、ピンク・サファイアの他にカラーチェンジ・ タイプを含む各色のサファイアを産出しています。

Songea (ソンゲア) は各色のサファイアを産出することで知られています。2001 年9月頃から日本市場にオレンジレッド~レディッシュオレンジのルビーと呼ぶには少し馴染みのない色のコランダムが輸入されてきました。これらは後にソンゲア産のコランダムがBe 拡散加熱処理されたものとわかりました。

2008 年春、バーゼルフェアに出品された Winza (ウィンザ)産のルビーが注目を集めました。多くのものが非加熱で色調が良く、大粒のものも多かったため高値で取引されていました。日本国内でも同年の4月くらいから見られるようになりました。しかし、数年後にはたちまち掘りつくされ、採掘していた鉱夫たちのほとんどはモザンビークに移動しています。

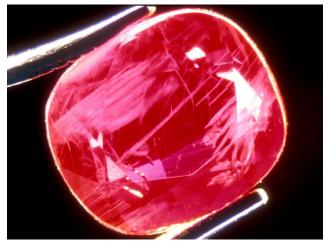


写真-39:ファセット・カットされた透明度の高いマンガリ鉱山(ケニア)産ルビー



図-6:タンザニアのルビー鉱床



写真-40: "ビルマ・タイプ"のモロゴロ鉱山 (タンザニア)産ルビーの原石

◆タンザニア産ルビーの特徴

モロゴロ産のルビーは大理石起源であり、ミャンマー産ルビーと良く似ています。120°で3方向に交差

するシルク・インクルージョンやカルサイトなどの丸みを帯びた透明結晶が見られます(写真-41)。ミャンマー産のロットに混ぜられると視覚的に分別するのは難しくなります。

ウィンザ産のルビーには、湾曲した針インクルージョン(写真-42)、整列したネガティブ・クリスタル、 青色色帯などが見られます。特に湾曲した針状インクルージョンは、ウィンザ産ルビーの診断特徴となります。

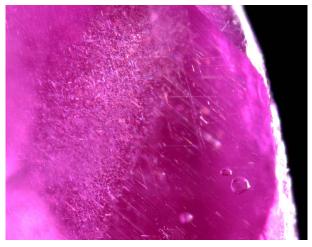


写真-41:シルク・インクルージョンと丸みを帯びた透明結晶インクルージョン(モロゴロ/タンザニア)



写真-42: 湾曲した針状インクルージョン (ウィンザ/タンザニア)

【モザンビーク】

モザンビークは、さまざまな品質、色味、サイズのルビーを産出しますが、これまでになく高品質のルビーを大量に市場にもたらしたことで、現在最も注目されている産地です。モザンビークベルトと呼ばれる造山帯に位置し、角閃岩と呼ばれる変成岩中にルビーを産出します。モザンビークで最初に宝石品質のルビーが発見されたのは、Niassa(ニアッサ)州の M' sawise 村周辺で、2008 年の 10 月頃でした。この地では一次鉱床から低品質~中程度の品質のものを多く産出しており、バンコクを経由して 2009 年の3月頃より日本の市場に輸入されてきました。

2009年の5月頃、北東部のMontepuez(モンテプエズ)において世界最大級となるルビー鉱山が発見されました。



写真-43: 非加熱モザンビーク産ルビー2ct (写真提供;(株)アンジャリジュエルス)

当初は違法採掘者による無計画な採掘を主体としていましたが、2011 年6月には海外資本による合弁企業MRM(モンテプエズルビーマイニング社)が設立され、探査から採掘、選別など近代的な手法が取り入れられて産出量が大幅に増加しました。モンテプエズにはいくつかの鉱区があります。Maninge Nice(マニンゲナイス)と呼ばれる鉱区だけが一次鉱床で、直接母岩(角閃岩)から採掘されていますが、Mugloto(ムグロト)など他の鉱区はすべて二次鉱床から採掘されています。マニンゲナイス鉱区のルビーは鉄分が少なく、色は鮮やかなものが多いといわれています。いっぽうで、クラリティの悪いものが多く、そういったものにはボラックスを用いた加熱や鉛ガラスの含浸処理が行われています。ムグロト地区のものは、やや鉄分が多いために褐色味やオレンジ味があります。これらは明るい色調にするために多くのものは1500℃程度のフラックスを用いない加熱が行われています。

2015 年頃、スリランカにおいてモザンビーク産ルビーの低温加熱が行われているということが話題になりました。これはわずかに残る青味を除去するために、スリランカで古くから行われている吹管(blow pipe)を用いた 800 \mathbb{C} ~ 1000 \mathbb{C} 程度の加熱です。

モザンビーク産のルビーにはさまざまな品質のものがあり、多くのものが加熱されています。しかし、中には非加熱で美しいものもあり、世界の非加熱ルビーの需要を満たしています(写真-43)。

◆モザンビーク産ルビーの特徴

モザンビーク産ルビーの内部特徴としては、針状と板状の混在した固体インクルージョンが挙げられます。これらは暗視野照明では見え難いこともありますが、適切にファイバー光を用いるとキラキラと存在感を現します(写真-44)。角閃岩を母岩としていますので、さまざまな形態の角閃石を含みます。灰緑色のもの(写真-45) や透明で細長いものが見られ(写真-46)、これらの存在でミャンマー産との区別が容易となります。モザンビーク産ルビーには針状インクルージョンを伴った双晶面も普通に見られます(写真-47)。また、多くは二次鉱床から産出するためにフラクチャーに酸化鉄による汚染が見られます(写真-48)。

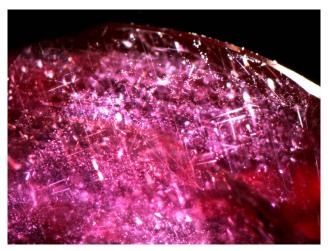


写真-44:ファイバー光で閃く針状と板状インクルージョン (モザンビーク)

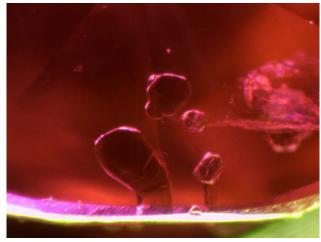


写真-45:灰緑色の角閃石インクルージョン (モザンビーク)

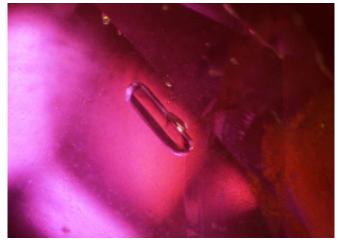


写真-46:長柱状の角閃石インクルージョン (モザンビーク)



写真-47:ブラインド状双晶面(モザンビーク)

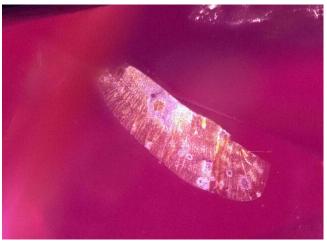


写真-48:酸化鉄の付着した液膜インクルージョン (モザンビーク)

国内で流通するルビーの変遷

日本の国内に宝石鑑別機関が設立し始めたのは 1960 年 代~ 70 年 代にかけてです。その頃、国内ではルビーの原産地情報が鑑別書に記載されることはほとんどありませんでした。元素分析や分光分析を用いて、検査結果報告書や分析報告書として産地記載を行う鑑別機関が出てきたのは 1990 年以降です。

1960年代~1980年代くらいまでは、積極的に産地鑑別は行っていなくとも、色、紫外線蛍光、内部特徴などで鑑別技術者にはある程度の出所を推定することができました。ベテランの技術者に聞いた話では、紫外線によるルビーの赤色蛍光が強いとミャンマー(当時はビルマ)、弱いとタイ、ものすごく強いとベルヌイ合成という認識だったとのことです。ルビーの産地自体が少なく、容易に識別ができたようです。実際に鑑別に持込まれていたのはタイ産が一番多く、次いでミャンマー産、スリランカ産だったようです。それ以外には東アフリカのケニア産やタンザニア産がごく少量流通していたようです。1975年の宝石学会誌には、ケニア産のルビーが国内で始めて鑑別に持込まれたことが報告されています。

1980年代末~1990年代の前半にベトナム産のルビーが登場し、話題となりました。当初、「ベトナムからルビーは産出しない」と主張される高名な宝石学者がおられたため、日本の宝飾市場ではこの産地の存在についてやや懐疑的でした。ところが、1991年に日本の業者さんが始めてベトナムのルビー鉱区に出向き、実際に産出を確かめてサンプルを持ち帰り、鑑別機関による研究報告がそれを裏付けました。ちょうどこの頃、ベルヌイ法合成ルビーが天然石と同様に加熱され、加熱による液体様のフェザー・インクルージョンを内包したものが大量に出回り、日常の鑑別を煩雑なものとしました。

1990年代の中頃からミャンマーのモンスー産のルビーが大量に輸入されるようになり、2000年代の中頃までのほぼ 10年間はマーケットの中心となりました。宝石品質のルビーが大量供給されることは良いのですが、いっぽうで、いくつかの問題もはらんでいました。一つは、充填物の問題です。モンスー産ルビーのほとんどは、フラックスを添加して加熱されたもので、キャビティやフラクチャーへ浸透したガラス物質が固化して残留してしまいます。二つめは低温加熱の問題です。ミャンマー産ルビーの特徴の項目で述べたように、モンスー産のルビーには青色色帯を有するものが多く、高温で加熱するとこれらは除去されます。しかし、低温では残存することもあり、海外のある鑑別機関が行っていた青色色帯の有無による非加熱の鑑別が後日問題となりました。

2000 年以降、マダガスカル産のルビーが流通を始めました。当時、モンスー産のルビーが全盛期でしたので、ルビーのロット鑑別では赤色蛍光の強いモンスー産ルビーに混じって蛍光の弱いマダガスカル産が 1~2 割程度混ざっているという印象でした。2004 年頃から出現した鉛ガラスを含浸したルビーは、当初マダガスカル産の品質の低いものを対象としていました。

2008 年の春頃より、タンザニアのウィンザ産のルビーを見かけるようになりました。この鉱山のルビーは非加熱で美しいものが多く、主にヨーロッパで人気が高かったようです。残念ながら採掘は短期間で終わったようで、数年で鑑別のルーティンからは姿を消してしまいました。

2009 年になると、モザンビーク産のルビーが登場しました。大型資本によって、これまでの産地には例が無いほどの量が産出されており、非加熱で高品質のものから鉛ガラスが含浸された安価なものまで幅広い価格帯のものを継続して供給しています。モザンビークは、2020 年の現在でもルビーの原産地として最も重要な役割りを担っていると言えます。◆

新製品

メトラー・トレド カラット天びん JE503C

内蔵分銅によるワンタッチキャリブレーションで

いつでも校正可能、正確な計量ができます



JE503C◆

定 価 ¥128,800(税別) 販売価格 ¥113,000 (税別)

モデル	最小表示	ひょう量	寸 法	計量皿サイズ (mm)	インター フェイス	調整方法
JE 503C	0.001ct (0.1mg)	505ct (101g)	210×344×279 mm	φ 90mm	RS232	内部分銅
JE 1103C	0.001ct (0.1mg)	1100ct (220g)	210×344×279 mm	φ 90mm	RS232	内部分銅

ジュエリープライスプリンター J・DiPO (ジェイ・ディボ)

現在お使いの値札に簡単に印字できます。 速乾性インクなので、すぐに触っても大丈夫!! (ジュエリー用フォーマット入ってます)

本体販売価格

¥198,000(稅別)







値札印刷コスト 1 枚あたり約 20 銭



リースも取り扱い しております

【 ご注文・問い合わせ先 】

2紗でシュ!

中央宝石研究所

洗浄器ソニクリア UC -500

- ◆超音波の力で微細な汚れもスッキリ洗える
- ◆衝撃波で汚れを落とす!



¥5,000 (税別)

販売価格 ¥4,000 (稅別)

雷 源:AC100V 50/60Hz共用

•定格運転時間:5分

タンク容量:約500ml 電源コード長さ: 100cm

·消費電力:35W ・超音波周波数: 4 3 kHz

・商品サイズ:約W 200×D132×H127 mm

·商品重量:約740g

器材部: 〒110-0005 東京都台東区上野 5-15-15 中田ビル 5 階

TEL:03-3839-1451(代) FAX:03-3839-1455