

誕生石の鉱物科学

— 10月 トルマリン —

奥山康子¹⁾

今回は、10月の第2順位の誕生石「トルマリン tourmaline」をご紹介します。トルマリンは日本語で電気石と呼ばれる鉱物の英名で、語源はスリランカという言葉であるシンハリ語の「turмали」とされます。ここでは宝石名としてトルマリン、鉱物名として電気石を使うことにしていきます。

10月の第1順位の誕生石であるオパールが含水シリカという単純な化学組成であったのに対して、電気石の化学組成は極めて多様で、正確にはいくつかの鉱物を包含する鉱物グループに当たります。電気石グループの鉱物の一般式は、 $AX_3Y_6B_3Si_6(O,OH)_{30}(OH,F)$ と表されます(A, X, Yは金属元素)。特徴的なのは、珪酸塩鉱物であるにもかかわらず、ホウ酸基 BO_3 が結晶構造の一部をなすことです。こうした化学特性を持つ鉱物を、特に「ホウ珪酸塩鉱物」と呼びます。鉱物の中にはホウ酸基だけが重合して構造をつくる「ホウ酸塩鉱物」という分類群があります。その結晶化学的性質は、マイナス・イオン基とプラス電荷を持つ金属イオンのシンプルな結合を基本とする炭酸塩鉱物などよりも、むしろ珪酸塩鉱物に近いとされます(森本ほか, 1975)。ホウ酸基が結晶構造の一部をなすホウ珪酸塩鉱物は、ホウ酸塩と珪酸塩の橋渡し役のような鉱物であり、電気石はその代表でもあります。

電気石グループの鉱物では、一般式のAを占める元素は長らくNaであると理解されてきましたが、1970年代のマダガスカル産宝石用トルマリンの研究から、Aの半分以上をCaが占める場合があることがわかってきて、化学組成の見直しが進みました。この結果、電気石グループに属する鉱物種数は、近年目立って増えてしまいました。それでも宝石トルマリンとしては、先の一般式でAがNa, XがLiとAl, そしてYがAlである「リチア電気石 elbaite」が圧倒的です。XがMgである苦土電気石にもまれに美しい褐色の物があり、宝石利用されますが、その他の電気石ともども例外的存在です。

リチア電気石は発色を担う遷移元素を含まず、本来は無



第1図 さまざまな色のトルマリンのカットストーン。パキスタン産。画面横幅約10 cm。

色です。リチア電気石の屈折率は極端に高くないのでカットストーンもくっきりした輪郭にならず、また光を七色に分光する分散能も高くないためダイヤモンドのようなファイアは望めません。残念ながら無色のリチア電気石は、宝石としての魅力を備えていません。しかし無色であるという事は、微量の遷移元素が存在すればいかようにも発色する可能性を持つわけで、事実、宝石となるリチア電気石は、第1図のように赤系・緑系・藍色系と実に多様です。まさに、語源であるシンハリ語「turмали」の意味「多様な色」とおりではないでしょうか。

赤・緑・藍色のトルマリンは、それぞれの色にちなむラテン語からルベライト、ベルデライト、インディコライトという宝石名を持ちます。第1図の中央より左側がルベライト、中央からやや右はベルデライト、そして右端の4個ほどがインディコライトにあたります(※電子版でご覧ください)。ルベライトの語源はまた、ルビーの語源と同じでもあります。1個の結晶で微量元素組成が異なるために部分ごとに色が異なることは珍しくなく、たとえば柱状の結晶の一端が緑、もう一端が紅色のものは、タイピン用に細長くカットされ、びっくりするような値段で店頭に並んだりします。また、結晶の中心が赤、周りが緑色という場合は、

1) 産総研 地圏資源環境研究部門

キーワード：宝石、誕生石、鉱物科学、トルマリン、電気石、リチア電気石、ベグマタイト、焦電性



第2図 緑色のリチア電気石。曹長石（手前と右側の透明感のある部分）および鱗雲母（後方の六角板状結晶）と共存。パキスタン産。画面横幅約5 cm。



第3図 群生する鉄電気石の結晶。パキスタン産。画面横幅約10 cm。

輪切りにした平板を「ウォーターメロン（西瓜!）」と称し、ペンダント用などに愛用されています。色の上での別格が、微量の銅を含むリチア電気石「パライバ・トルマリン」で、スカイ・ブルー、水色、緑色を帯びた青色などネオン・カラーと称される鮮やかな色が、他のどの宝石にも見ない特色となっています。現在ほぼ絶産し、宝石としてはトルマリン離れした目の飛び出るような高値がつかます。

リチア電気石もよく見る黒い鉄電気石（※化学組成は上記一般式でA, X, YがそれぞれNa, Fe²⁺, Al）も、主に花崗岩体にもなうペグマタイトに産出します（第2, 3図）。この2つの図中の結晶のように、長く伸びた柱状結晶であることが普通です。三方晶系で、柱状結晶の断面は多くは角の取れた三角形からアンバランスな六角形となります。鉱物に関するWEBサイトの中には、電気石の結晶図を3次元的に眺めることが出来るものがあります（たとえば次のサイト <http://mindat.org/min-4003.html> 2014/09/04 確認）。第2図・第3図の画像と比較するのも面白いでしょう。

リチア電気石を産するペグマタイトはLiを濃集して特にリチウム・ペグマタイトと呼ばれ、他にも鱗雲母（lepidolite）などLi鉱物を大量に産します。鱗雲母はLi資源とされることがありますが、リチア電気石の資源化はどうか。化学式から想像できるようにあまりLiが多くなさそうだけではなく、電気石一般の性質として耐酸性が強く、化学的に分解することが難しいからです。ちなみに産総研のある茨城県の北部には、全国的に有名なりチウム・ペグマタイトである「妙見山」があります。薄いピンクや緑色のリチア電気石は妙見山ペグマタイトの華で、地質標本館にも展示されています。が、残念ながら不透明で、宝石質とはとても呼べません。

ところで、トルマリンの和名はなぜ電気石なのでしょう？ 結晶の両端を導線でつなぐと豆電球が点灯する…なんてことではありません！ 鉱物学名はその著しい焦電性、つまり高い温度に加熱すると結晶の両端が正・負に帯電することにちなみます。鉱物の中でも電気石は特にその性質が著しく、上手にやると1cm角くらいの紙片をくっつけて持ち上げることが出来るほど帯電します。この性質は、電気石の分子自体が両端で濃集する電荷が異なる（※電気的分極）ことを、マクロ・レベルで表すものです。結晶の物理的特性としては、結晶に圧力を加えることで電荷を帯びる圧電性が良く知られています。電気石のような焦電性を持つ物質は常に圧電性を持ちますが、逆は必ずしもそうではなく、つまり焦電性結晶の方がより限定的な存在なのです。電気石を熱する焦電性の実験は簡単ではありませんが、注意しなければならないのは150～200℃程度の高温に加熱しないと十分に帯電しないことと、電気石結晶は脆く加熱によって破損しやすい点です。なけなしのきれいなリチア電気石を熱して焦電性を確かめようとしたら、途中ではじけ飛んでしまい、おまけにカケラに当たってやけどしちゃったということがないよう、ご注意ください。

足掛け3年にわたって連載してきた「誕生石の鉱物科学」も、これにてしめくりとさせていただきます。長らくのご愛読、ありがとうございました。

文 献

森本信男・砂川一郎・都城秋穂（1975）鉱物学。岩波書店、東京、640p.

OKUYAMA Yasuko (2014) Mineralogical science of birthstones — October: Tourmaline —.

（受付：2014年9月4日）