

誕生石の鉱物科学

— 1月 ガーネット —

奥山康子¹⁾

1月の誕生石は、ガーネットです（第1図）。ガーネットの和名はざくろ石。割り開いたざくろの実のように（第2図）赤いつぶつぶした透明感のある結晶が、多くの人のイメージするガーネットではないでしょうか。1月は冬の盛り。無彩色の風景が広がる季節です。そんな季節にポツンとともった灯りのような赤い宝石を想うと、心の中にほっとした温かみが広がります。

ガーネットはある種の花崗岩や各種の変成岩に、広く産出します。とくに変成岩では、2大勢力である変成堆積岩にも苦鉄質変成岩にも分け隔てなく出てきます。地殻内の岩石だけではなく、マントル直送のマグマが運んできたマントル捕獲岩、特にキンバレー岩にともなうかんらん岩捕獲岩にもたくさん産出します。宝石利用されるガーネットは、こういった起源をもちます。

ガーネットの化学組成は、Xを2価の、Yを3価の陽イオンとして一般式 $X_3Y_2Si_3O_{12}$ で記述されます。古典的な赤い宝石になるものでは、XはFe・Mg・Mn、YはAlで決まりと言って差し支えありません。XがCaであるガーネットにも美しい赤色のバラエティー「ヘッソナイト」がありますが、赤と言っても色調が相当に異なります。宝石「ガーネット」を鉱物学的に表現すれば、Fe端成分のアルマンディン ($Fe_3Al_2Si_3O_{12}$)、Mg端成分のパイロップ ($Mg_3Al_2Si_3O_{12}$)、そしてMn端成分のスペッサルティン ($Mn_3Al_2Si_3O_{12}$) の固溶体、すなわち $(Fe,Mg,Mn)_3Al_2Si_3O_{12}$

ということになります。この固溶体を、英名を適度にミックスしてパイラルスパイトと呼ぶこともあります。

地球科学の世界のFe-Mg-Mnガーネットは、岩石の形成時の温度や圧力などの条件を復元する際に、大変役に立つ鉱物です。変成条件を求める地質温度・圧力計には、よく知られる黒雲母とのFe-Mg分配を用いた地質温度計（中村，1996）をはじめ、ガーネットを利用するものが多数あります。鉱物の熱力学パラメータが充実して、現在は特定の地質温度・圧力計によらずとも、多成分系鉱物間平衡を計算することで岩石の形成条件を求めることができるようになりましたが、それでも対象とする岩石にガーネットが入っていると安心感（？）が違います。ガーネットは非常によく研究されていて、熱力学的特性についてもあいまいさが少ないからです。

変成岩では、岩石が地中でたどった履歴を追跡する際にも、ガーネットが大活躍します。ガーネットは変成岩の中でしばしば大型の結晶（斑状変晶）になり（第3図）、その内部にいろいろな鉱物を包み込んでいます（包有鉱物）。包有鉱物は大きなガーネットを取り巻く岩石基質の鉱物であることが多いのですが、時にはガーネットの成長途上では共にあったがその後不安定になって、最終的に岩石から消失してしまった鉱物が包み込まれて残っていることもあります。第4図は、黒雲母片麻岩に含まれる大型のガーネット結晶の内部組織です。中央にあるのが十字石という鉱物で、ガー



第1図 古典的な赤いガーネットをあしらったペンダント・トップ。左右2cm。



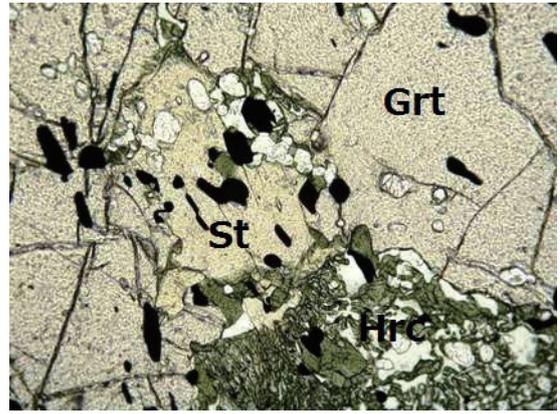
第2図 ざくろの実（部分）。画面横幅約8cm。

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，ガーネット，ざくろ，変成岩，アルマンディン，赤



第3図 黒雲母片岩中のガーネット。米国アラスカ州産。画面横幅約5cm。アルマンディン成分に富むFe-Mg-Mnガーネット。



第4図 珪線石-ガーネット-黒雲母片麻岩のガーネット(Grt)に包み込まれた十字石(St)。画面下方の暗色虫食い状鉱物は、鉄スピネル(Hrc)。福島県古殿町産。画面横幅が約3mm。

ネットに取り込まれています。この鉱物は、現在の片麻岩には包有鉱物としてしか残っていません。変成岩の温度が上がることで分解してしまった、ガーネットの原料であったと考えられています。こういった包有鉱物を丹念に調べることで、変成岩の鉱物組み合わせの履歴、すなわち温度・圧力条件の時間的変化を知ることができるのです。

このようにガーネットは変成岩研究者の友であり、力強い味方です。ガーネットは変成作用の圧力が高いほどできやすい傾向があり、私が研究してきた花崗岩の周りの接触変成岩や低圧高温型の広域変成岩にはあまり広く出現してくれません。研究者としては、最も変成温度の高い部分に出る(心情的には、出ていただいた)なげなしのガーネットに、ずいぶんと助けてもらいました。

ガーネットは、変成岩をはじめとする岩石に広く出現するので、宝石鉱物でありながら野外で出会う可能性が比較的高いと言うこともできます。宝石として使えないまでも、ポツンと赤く、カットストーンのように整った自形をなすことが多いガーネットは、見つけた時にそれだけで何となく嬉しくなってしまいます。

宝石となるFe-Mg-Mnガーネットの特徴的な赤色は、主にFe端成分アルマンディンによります。裏返せば、他2種類の端成分ガーネットは赤ではないということです。端成分組成のパイロープは高压実験で合成できますが、それには色がありません。パイロープは典型元素のみから成るので、あまたの鉱物発色機構の出番はありません。一方Mn端成分に近いガーネットは、赤ではなく明るいオレンジ色になることが知られています(第5図)。2価のマンガン・イオンといえば、バラ輝石 $MnSiO_3$ や炭酸塩鉱物である菱マンガン鉱 $MnCO_3$ のピンク色が思い浮かぶかもしれませんが、鉱物の構造次第ではオレンジ色を発する場合があるので。スペッサルティンと並ぶ例としては、日本人が発見した鉱物である南部石 $(Li,Na)Mn_4^{2+}Si_5O_{14}(OH)$



第5図 水晶結晶面上に点在して産するスペッサルティン(オレンジ色)。中国産。画面横幅約4cm。

をあげることができます(画像の例：<http://www.mindat.org/min-2835.html> 2013/12/02 確認)。

鉱物としてのガーネット全体では、一般式 $X_3Y_2Si_3O_{12}$ のXとYに入る元素がもっと多様になるだけではなく、Siまでが別の成分で部分的に置き換えられることもあります。端成分としては、全部で20種以上が知られ、結構多様です。宝石利用される物も少なくなく、普通は遷移元素を含むため色石となるのですが、ではどういった色を呈するのかと言われると…ピュアな青色を除き文字通り色々様々なのです。本が1冊書けるくらいです！(奥山, 2007)。

文献

- 中村大輔(1996) ザクロ石-黒雲母温度計について—三波川変成岩と大文字接触変成岩への適用とその評価—。岩鉱, 91, 165-176。
- 奥山康子(2007) 青いガーネットの秘密。誠文堂新光社, 東京, 235p。

OKUYAMA Yasuko (2014) Mineralogical science of birthstones — January: Garnet —.

(受付:2013年12月2日)