

誕生石の鉱物科学

— 8月 ペリドット —

奥山 康子¹⁾

カットと照り付ける太陽！ 湿気も手伝って、日本の夏は独特の過酷さで毎年めぐってきます。それでも、街中の街路樹、公園の木立、森や林などの木陰は、日差しの下とは別世界のように憩いを与えてくれます。

照り付ける太陽を透かす葉の緑のような宝石— 8月の誕生石「ペリドット」(第1図)は、まさしくそのような石です。涼やかな緑色は、強烈な日差しに焼け付く心をいやすかのようです。

地球科学になじみのある人なら、ペリドットとはかんらん石の宝石名であるのをご存知でしょう。そういえば、かんらん石の英名はオリヴィン olivine ですが、かんらん石が主要構成鉱物である岩石「かんらん岩」の英名は、ペリドタイト peridotite です。

かんらん石は固体地球にとって主役級の鉱物です。私たちが普通に見るかんらん石は、マグネシウムに富むケイ酸塩鉱物です。隕石の組成データなどを基にした地球全体の推定化学組成では、かんらん石の主成分元素であるマグネシウム、ケイ素そして酸素は、それぞれ第4位、第3位そして第1位にランキングされます(第1表)。これら元素は、地表付近に分布する岩石の化学組成に基づく上部地殻平均組成(日本列島上部地殻平均組成, Togashi *et al.*, 2000, にて代表)では、酸素が第1位、ケイ素が第2位とあまり変わらないのに対し、マグネシウムはアルミニウムとカルシウムおよびアルカリ元素に抜かれ、第8位と大幅に後退しています。順位変動は、地殻の岩石では長石に代表されるアルミノケイ酸塩鉱物が重要になることによると、直感的に分かります。

地球全体の平均組成でマグネシウムが16%に達するほど多量になるのは、地殻の下にあり「岩石圏」の大部分を占めるマントルが、かんらん岩組成であることによります。マントルの古典的ながら代表的な地球化学モデル「パイロライト」(Ringwood, 1970)は、マグネシウムに富むかんらん石と輝石から主に構成される岩石として理解されます。地球化学モデルのかんらん岩でも実際のかんらん岩で



第1図 オーバル・ブリリアントカットのペリドット。アメリカ、アリゾナ州産。1粒2.2カラット平均。

第1表 地球の化学的モデル組成¹⁾

	日本列島表層部 ²⁾	上部マントル ³⁾	全地球 ⁴⁾
O	48.04	43.9	32.44
Si	31.55	20.9	17.22
Ti	0.37	0.1	0.07
Al	7.75	2.3	1.51
Cr	(84)	0.3	0.43
Fe	3.77	6.7	28.18
Mg	1.52	22.9	15.86
Ca	2.79	2.5	1.61
Na	2.02	0.1	0.25
K	2.05		0.02
Ni	(38)		1.61
Mn	0.09		0.26
Co	(15)		0.09
S			0.70
P	0.05		0.12

- 1) 原著が酸化物 wt%表示の場合、原子 wt%に換算。ただし()内は原著にて ppm 表示。
- 2) Togashi *et al.* (2000) による日本列島上部地殻平均組成。
- 3) Ringwood (1970)。
- 4) Allegre *et al.* (1995)。少数以下第2位までの wt%表示に統一。

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、ペリドット、かんらん石、地球化学モデル



第2図 高純度のマグネシウムかんらん石。
ミャンマー, Mogok 産。画面横幅約 5 cm.



第3図 玄武岩中のマントルかんらん岩捕獲岩。
中国河北省張家口産。

も、かんらん石は純粋なマグネシウムかんらん石 Mg_2SiO_4 ではなく、必ず少量の鉄かんらん石成分 Fe_2SiO_4 を含んでいます。緑色のかんらん石では、鉄は主成分元素なのです。純粋なマグネシウムかんらん石は、典型元素のみで構成されているため発色の要素がなく、無色です(第2図)。このようなかんらん石は、石灰岩の一種(ケイ質苦灰岩)が高温で変成作用を受けて生成することがあります。マグネシウムかんらん石や鉄かんらん石ではありません。かんらん石は2価金属イオンRについて、 R_2SiO_4 あるいは ${}^1R{}^2RSiO_4$ (1R , 2R は異なる2価金属イオン)という一般式であらわされる鉱物のグループであり、多くの仲間が知られています(第2表)。

第2表 かんらん石族の鉱物。

マグネシウムかんらん石系列	
マグネシウムかんらん石	Mg_2SiO_4
鉄かんらん石	Fe_2SiO_4
ニッケルかんらん石	$(Ni,Mg)_2SiO_4$
モンチチェリかんらん石系列	
モンチチェリかんらん石	$CaMgSiO_4$
灰鉄かんらん石	$CaFeSiO_4$
灰マンガンかんらん石	$CaMnSiO_4$
鉱物学的な共通点 斜方晶系, 空間群 $Pbnm$ 単位格子あたりの分子数 $Z=4$	

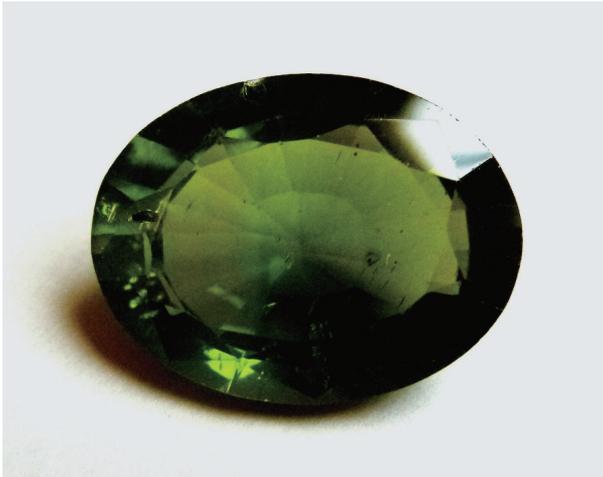
* Strunz and Nickel (2001)より抜粋
鉱物名は、加藤(2005)による

新鮮なマントルかんらん岩は、マントル直送のキンバレー岩やアルカリ玄武岩マグマなどが上昇中に取り込んだ捕獲岩として、地表で手に取ることができます(第3図)。宝石用ペリドットの代表的な産地の1つ、アメリカのペリドット・メサでは、マントル捕獲岩中の大粒のかんらん石結晶を採掘しています。この産地のペリドットは、約8%の鉄かんらん石成分を含んでいます。ペリドット・メサを始めとする宝石用のかんらん石は、明るい黄緑色が特徴です。夏の木の葉というより、若葉の色に近いかもしれません。この発色が、鉄かんらん石成分として含まれる少量の鉄、すなわち2価鉄イオンによるとされているわけです。

宝石は数多くあるといっても、主成分元素によって魅力ある色が生み出される例、すなわち「白色」の宝石は、実はあまり多くありません。ルビー、サファイア、エメラルドといった代表的な色石は、それぞれ微量のクロム、2価鉄とチタン、そしてクロムおよびヴァナジウムが発色させています。私が大学在学中に、当時の先端的トピックスであったマントル岩石学を専門としておられたA先生は、常々、「大概の宝石は微量成分に金を払っている」とおっしゃっておられました。かんらん石の宝石としての魅力が、主成分元素(ここでは鉄)によることが誇らしかったのでしょうか。

もっともケイ酸塩鉱物での2価鉄イオンの発色は、くすんだ緑色になりがちです。たとえば、地質標本館展示のヘデン輝石 $CaFeSi_2O_6$ の標本をご覧いただければ、お分かりいただけるでしょう。

ペリドットの色に関して、私にはほろ苦い失敗があります。



第4図 オーバル・ブリリアントカットのかんらん石.
3.7g. パキスタン産.

今、日本はちょっとした鉱物ブームであり、各地で開かれるフェアは多くのディーラーとお客でにぎわっています。これらフェアでも人気なのは、残念ながら鉱物学的な標本ではなく、「ルース（裸石）」といわれる宝石カット・ストーンです。なにしろ指輪やペンダントの1/5から1/20程度の価格なので、こたえられません。

ある年のフェアで、私はちょっとした買い物をしました。長径が2 cmもあろうかというペリドットの裸石。なんとたった千円でした（第4図）。これはめっけものと、得意になって持ち帰ったものです。

宝石ペリドットには、「イブニング・エメラルド」という異名があります。19世紀末あたりの夜会の室内照明の下で鮮やかかつ重厚な存在感をもって輝く緑の宝石—そして本物のエメラルドより安価に手に入る大粒の宝石として、魅力的だったようです。今日買ったこのカット・ストーンこそまさにイブニング・エメラルドと、夕暮れの自宅で見とれていたのですが…

なにか違う、ちょっと違う、なんでえ？

はっと気付きました、これは典型的ペリドットより暗い緑色で、しかも茶色味を帯びているのではないかと。これは、ペリドットの色と言うより、英名 *olivine* の語源となったオリーブの実の色に近いんじゃない？

心配になって、後日ちょっとした分析を試してみたところ

…ああ、やっぱり！結果は、相当量の鉄が含まれていることを示していました。鉄かんらん石成分として20%近くになるでしょうか。これは、ソレイイトをはじめとする「よくある玄武岩」中のかんらん石として、珍しくない組成といえます。宝石としては、お値段相当の価値しかないでしょう。きっと私は、岩石屋としてなじみ深い濃色のこの「オリヴィン」に惹かれたのだと、寂しく納得することにしました。

ペリドット独特の明るい緑色の発色には、多くのペリドットで鉄より1桁少なく含まれるニッケルも寄与している可能性があります。天然ではニッケルを主成分とするニッケルかんらん石も知られていますが（第2表）、仮にペリドットの発色にニッケルの寄与の方が重要ならば、こちら「微量成分に金を払っている」組になってしまうでしょう。さて、実際はどうなのでしょう？ この話の続きは来年の8月といたしましょう。

文 献

- Allegre, C. J., Poirier, J.-P., Humler, E. and Hofmann, A. W. (1995) The chemical composition of the Earth. *Earth Planet. Sci. Letters*, **134**, 515–526.
- 加藤 昭 (2005) 鉱物種一覧. 小室宝飾, 東京, 319p.
- Ringwood, A. E. (1970) Phase transformation and constitution of the mantle. *Phys. Earth Planet. Interiors*, **3**, 109–155.
- Strunz, H. and Nckel, E. H. (2001) *Strunz mineralogical tables, 9th ed.* E. Scheizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 870p.
- Togashi, S., Imai, N., Okuyama-Kusunose, Y., Tanaka, T., Okai, T., Koma, T. and Murata, Y. (2000) Young upper crustal chemical composition of the orogenic Japan Arc. *Geochem. Geophys. Geosys.*, **1**, 2000GC0083 (電子ジャーナル).

OKUYAMA Yasuko (2012) Mineralogical science of birthstones — August Peridot —.

(受付: 2012年6月25日)