

鉱物の着色原因などについて

菊池 誠 敬

(新潟県立佐渡高等学校)

I はじめに

このたび、故菊池勘左エ門先生追悼記念として論文集が発刊されると聞き、故菊池先生を偲びながら、ペンを取った。故菊池先生には、博物館の館長時代に大変御世話になった。先生のあのものやさしいまなざし、学者的なそぶりが今でも目に浮んでくる。そして先生の研究熱心さには常に敬慕の念を抱いていた。顔色が良くて健康だった先生も、病気には勝てず御逝去されたことは、誠に残念の至りである。

先生は生物学に詳しくかったので、沢根層から堀り出した化石の貝が分らないとよく教えてもらった。先生はいつでもいやがらずに、にこにこして親切に教えてくれた。毎年夏休み中に博物館や両津市などで生物や岩石などの同定会があったが、先生は進んで同定会に参加されて熱心に参加者に教えていた。その元気な姿が今でも忘れられない。また、先生は生物だけでなく、地学の方にも造詣が深くあり、博物館内にロック・ガーデンや地質標本室などを造ったのも先生の御努力の賜物である。

紙面の都合もあるので石英系の鉱物を主にして、たとえば、紫水晶はなぜ紫色なのかというようなこと、すなわち、鉱物の成分と着色原因などを主にして、故菊池先生の偉大さを偲びながらたどってみたい。

II 着色原因などについて

石英系の鉱物は次のように大別される。

- | | | |
|-----|---|------------------------|
| 水晶族 | { | 色水晶……無色・紫・紅・煙・黒・茶・黄・緑 |
| | | 変種……虎目石・猫目石・鷹目石 |
| | | 内容物……針入・草入・泡入 |
| | | 変形……松茸・冠・曲がり・平板・ねじれ・夫婦 |
| 玉髓族 | { | 玉髓……白・紅・緑 |
| | | めのう |
| | | 碧玉……赤・黄・褐・青 |

1. 水晶族

水晶もいろいろな色のももあるが、着色の原因は、化学成分や放射性鉱物の影響などによる。紅色の色素を入れてこねると、紅色のダンゴができるのと同じようなものであろうか。

(i) 普通水晶

普通水晶は、無色～白色であるが無色透明なものは割合に少なく、実際には白色半透明位のものが多い。岩石中の石英は不定形であるが、水晶は六角柱状の規則正しい形をしたものである。水晶の成分は、石英と同じように無水珪酸 (SiO_2) である。無水珪酸は無色～白色の酸化物であるが、単体の珪素 (Si) は黒色で一見鉛のような感じのする元素である。地殻中では珪素 (Si) は単体としては存在しないで、酸化物 SiO_2 として存在するから石英は無色～白色である。しかし、花こう岩中の石英は白色というよりは、ネズミ色をしている。これは花こう岩中に含まれている微粒の放射性鉱物から絶え間なく出ている放射線のためにネズミ色に見えるのだといわれている。佐渡では各地に透明度は悪いが普通水晶が産出する。

(ii) 紫水晶

紫色の原因は、微量のマンガン (Mn) を含むためだといわれていた。単体のマンガンはクロムと同じように銀白色の金属であるが、酸化物になるといろいろな色のものになる。鉱物に含まれるものは単体のマンガンではなく、紫色系の酸化物のために紫色に見えるのだと考えられていた。しかし、最近のスペクトル分析の結果などでは、Mn の外に Fe・Al・Ca・Mg・Cr・Ti・Cu なども含まれていることが分り、着色原因は Mn よりも Fe に疑いがかかっている。

すなわち、酸化鉄 (Fe_2O_3) が微量含まれていて、 SiO_2 の結晶格子の所々に散在し、紫以外の光は吸収し、紫の光を反射するので紫色に見えるのだといわれている。紫水晶は佐渡にも産出し、良質なものはアメンスト

(amethyst) といひ相当高価で売買されている。

(イ) 煙水晶・黒水晶

着色の原因は、主に有機物 (C や CH_4 など) を含むためだといわれていた。しかし、放射性鉱物から隔った所の石英は乳白色だが、放射性鉱物に接近するにしたがって同じ石英の色が黒変するということが分った。また白色の石英に放射線である γ 線などを放射したり、放射性元素である ^{60}Co のそばに石英を約24時間接近して置くと、不透明となり黒変するということが分った。以上の事実から、煙水晶や黒水晶の着色の原因は、放射性鉱物の影響によるというような考え方になってきた。

(ロ) 茶水晶

茶色の原因は、不純物の含有のためではなく、煙水晶や黒水晶の場合と同じように、放射性鉱物の影響だといわれている。

(ハ) 黄水晶

黄色の原因は、粘土 (直径 1/256 mm, 約 4μ 以下) より細かいコロイド状 (直径 0.1μ 以下) の酸化鉄 (Fe_2O_3) が石英中に分散して微量含まれているためだといわれている。 Fe_2O_3 がコロイド状に含まれているから、普通の顕微鏡では、その状態は観察できない。水に溶ける物はチンダル現象などで確認できる。

精密な分析の結果では、 Fe_2O_3 の含有量は非常に僅かだ、濃色なものでは0.03%位、淡色なものでは0.008%位だといわれている。

黄水晶は日本には産出しないが、紫水晶や煙水晶を加熱すると黄水晶に変化するので人工変色のものが出まわっているといわれる。また宝石の黄玉 (トパーズ) の代用品として使われてもいる。

(ニ) 緑水晶

緑色の原因は、緑色の変成鉱物である緑泥石や緑れん石の結晶が含まれているためだといわれている。緑泥石や緑れん石の結晶が針状で結晶が大きいと、ちょうど草が入っているように見える水晶があり、これを「草入り水晶」といっている。

水晶の中に入っている内容物の様子によっては、薄入り水晶・綿入り水晶・星入り水晶・金入り水晶・露入り水晶・山入り水晶などいろいろなものもある。

(イ) 山入り水晶

中に山が入っているように見える水晶である。これは、晶出の中休みがあって酸化鉄 (Fe_2O_3) などを成分とする他の鉱物が結晶し、山型に集まってできたものと考えられている。

(ロ) 綿入り水晶

白い綿が入ったように見える水晶である。綿のようなものは、角閃石族で蛇紋岩 (佐渡では温石石ともいう) 中に産出する鉱物の石綿^{じやく}というものであるといわれる。石綿という鉱物は、白色でせんい状をしている。

(ハ) 露入り水晶

露が入ったように見える水晶で、露のようにキラッと光ることがある。露のようなものは、白色で鱗状^{うろこ}に集まっている白雲母という鉱物だといわれている。

(ニ) 星入り水晶

露入り水晶と同じように白雲母が入っているのだが、その白雲母の結晶が微細で星のように丸く集まっているためだといわれている。

(ホ) 金入り水晶

金が入っているような感じがする水晶だが、金が入っているのではなく、黄金色をしている黄鉄鉱 (FeS_2) という鉱物が入っているためだといわれている。

(ヘ) 紅石英

水晶のように六角柱状の規則的な形をしていないので純粋な水晶とはいえない。紅石英はバラ石英またはローズ・コーツともいい、見るとモヤモヤと曇った淡い紅色をしている。紅色の原因は、金紅石 (TiO_2) のきわめて小さい結晶を含んだためだといわれている。金紅石という鉱物は赤〜青位の色で、川や海岸の砂鉄中に10%位も含まれている。佐渡の安養寺などの鉄滓の分析 (1964) では TiO_2 が0.24~0.61% 含まれていた。砂鉄中にはもっと多いと思われる。

(ト) 青石英

青石英は、紅石英と同じように微細な金紅石を含んでいるといわれる。ただし、紅石英の場合より結晶が粗いといわれる。粗い金紅石の結晶は、青色をしているからである。青石英は日本では産出しない。

2. 玉髓^{ぎよくずい}族

玉髓は石英系の鉱物で成分は石英と同じように SiO_2 である。めのうとよく似ているが、めのうと違う主な点は、

- (a) 玉髓は比較的均一質で、塊全体の色は同じ。すなわち、めのうのように縞が無い。
- (b) 玉髓の形は、乳房状・ブドウ状などいろいろである。
- (c) めのうは不均一質で、縞状または雲状の色の違った部分がある。
- (d) めのうは塊状で、縞めのう (onyx) 的なもの

が多い。

玉髄も水晶のようにいろいろなものがある。

(イ) 白玉髄

不純物を含まないので SiO₂ の色だけで白い。

(ロ) 紅玉髄

紅色の玉髄で、同じ紅色でも濃淡いろいろある。紅色の原因は、黄水晶などと同じように酸化鉄 (Fe₂O₃) を含むため、その酸化鉄の含有量によって濃淡いろいろのものができるといわれる。

(ハ) 緑玉髄

緑色の原因は、淡緑色の粉末である酸化ニッケル (NiO) を含むためだといわれている。同じ酸化ニッケルでも NiO₂ や Ni₂O₃ になると黒色になる。ニッケルの鉱物には珪ニッケル鉱などのように緑色を帯びているものがある。

(ニ) 濃緑玉髄

濃緑色の原因は、緑泥石の一種で Fe を含む鉄緑泥石が含まれているためだといわれている。一寸宝石のヒスイの色に似ているので、ヒスイのにせ物として店頭に出ていることがある。

(ホ) 緑石英

緑色の石英で、緑色の原因は、角閃石の一種で緑色の陽起石という鉱物を含むためだといわれている。宝石のエメラルドの色に似ているので、エメラルドの母などと呼ばれることがある。エメラルドは、酸化クロム (Cr₂O₃) を含むために緑色だといわれている。

以上のように玉髄もなかなか多彩であるが、佐渡の畑野町猿八方面に産出するものは赤・黄・青位のもので、赤玉・黄玉・青玉などと言っている。

めのうは、前記のように玉髄と違って色の縞が発達している。

(イ) 苔めのう

苔が入っているように見えるめのうで、緑色のものが多いが、黒色や赤色の場合もある。黒色の原因は、黒色の粉末である二酸化マンガン (MnO₂) のため、緑色の原因は緑水晶などのように緑泥石のため、赤色の原因は赤鉄鉱 (Fe₂O₃) や褐鉄鉱 (Fe₂O₃・nH₂O) のような鉄鉱物が含まれているからだといわれている。

(ロ) 紅縞めのう

紅色をした紅玉髄が入って縞状になったものである。

(ハ) 五色めのう

観賞石 (観賞石を水石という人もある) として有名

なめのうで、佐渡では外海府の岩谷口方面に良質なものが産出する。佐渡の赤玉石と並んで日本でも有名な鉱物である。五色めのうを産出する岩谷口方面は、第三紀中新世前期に相当する真更川層で、淡緑色の石英安山岩質の火砕岩中に脈状又は塊状になって存在している。この五色めのうは、白・赤・緑・黄・青の五色からなっている。五色の主な原因は

白…純粋な無水珪酸 (SiO₂) のため

赤…酸化鉄 (Fe₂O₃ など赤鉄鉱) のため

緑…緑泥石などのため

黄…褐色位のものもあるが水酸化鉄 (Fe₂O₃・nH₂O 褐鉄鉱) のため

青…青石英の場合は粗い結晶の金紅石 (TiO₂) のためだといわれているが、この場合は私もよく分らない。

五色めのうは色が美しいので「錦紅石」とも言っている。前記の金紅石とは全く違うものである。佐渡の猿八方面でもめのうは産出するが、岩谷口産程のものでなく、せいぜい三色位までである。玉髄もめのうも割合に多孔質なので、最近では、好きな色の人工着色ができるという。

^{へきぎよく} 碧玉も石英系の鉱物で成分は無水珪酸 (SiO₂) である。玉髄やめのうに似ているが、違う主な点は

(a) 透明度が悪く、断口によく貝殻状があらわれる。

(d) 形は不規則で、塊状のものが多い。

(e) めのうより不純物を多く含む (約20%)

いろいろな色のものがあるが、普通緑色のものが多い。日本では、松江市近くの玉造温泉が碧玉の産地として有名である。碧玉の着色原因は、酸化鉄 (Fe₂O₃) や水酸化鉄 (Fe₂O₃・nH₂O) を含むからですべて鉄イオンのせいだといわれる。

(イ) 赤玉と赤玉石

赤玉と赤玉石は、ともに鉄分を含んでいるので赤く、赤碧玉の一種で鉄石英ともいう。赤玉石は観賞石として日本でも有名である。赤玉は、佐渡の各地の火山岩 (流紋岩や石英安山岩) 中に脈状になって産出する。赤玉石にくらべてもろい。鉄分の含まれ方は、私の分析の結果では、次の通りであった。

	Fe 分	重量分
(a) 褐鉄鉱 (西三川産)	0.05	25
(b) 褐鉄鉱 (西三川産)	0.04	20
(c) 赤鉄鉱 (相川産)	0.05	25
(d) 赤玉 (青野峠産)	0.01	5

試料はいずれも 0.2g

赤玉石については分析したことがないので分らない。赤玉石は赤玉と違って次の三点が秀れている。

- (a) 硬く（硬度 7）ひびわれがない
- (b) 光沢があり、色が美しい（とくに朱色が好まれる）
- (c) 稀少価値がある（赤玉方面にのみ産出）

赤玉石は、岩谷口の五色めのうの産出時代とほぼ同じ第三紀中新世前期に相当する豊岡層（大佐渡では真更川層）時代に噴出した淡緑色の石英安山岩質火砕岩中に脈状またはレンズ状となって産出する。

(d) 青 玉

青碧玉ともいい、着色の原因は、主として水酸化鉄 ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) が含まれるため、褐色位のものもあるが、加熱すると赤碧玉に変色するといわれる。畑野町猿八方面に産出する。

(e) 縞 碧 玉

めのうと同じように、不純物のために濃淡の縞模様がある碧玉でジャスポニックス (jasponyx) ともいわれている。

III あとがき

鉱物にはいろいろな色を示すものがある。大別すれば、その鉱物本来の色（自色）と、そうでない色（他色）とがある。たとえば、無色～白色は水晶の自色であるが、紫・黒などは、水晶の他色である。

また鉱物の色調にも変化が多く、単に赤といってもい

ろいろの色調のものがある。たとえば、同じ灰色でも方鉛鉱などの場合は、色は、“鉛灰”といっているべくその色調に最も近い表わし方を使っている。鉱物の色や色調はまことに複雑で、形の変化なども考え合わせると、同じ水晶でも、おびただしい種類にのぼるものと思われる。世界の水晶を数千種も集めたマニアがいるという話を聞いたことがある。

鉱物の着色の原因は、いろいろあると思うが、大きく分けると

- (a) 不純物の含有のしかたによって
- (b) 粒の大きさの違いなどによって
- (c) 放射性鉱物から出る放射線などの影響などによって
- (d) 結晶構造などによって、光の吸収・反射の違いが出てくる
- (e) その他

のようになると思われる。鉱物によって原因はいろいろ違うが、結晶構造の違いや放射性鉱物の影響などが注目されている。しかし、鉱物の分析も容易でないから着色原因の追求には、なかなか困難な面がある。

IV 参 考 文 献

- 1) 木下亀城・小川留太郎. 1967: 岩石・鉱物. 保育社.
- 2) 益富寿之助. 1974: 鉱物. 保育社.
- 3) 佐渡博物館. 1977: 佐渡博物館研究報告, 第七集, 佐渡島の地質.