

## 抄 録

### プロピライト化岩石, その鉱物相, 成因と実際の意義について\*

デイ・エヌ・イ・ナコーフニイク

小 西 善 治 訳

著者はプロピライトの研究の歴史的発展をまず検討し, プロピライトに関する従来の見解を次のように要約している。

(1) 比較的最近認められたプロピライトの重要鉱物の1つである曹長石は, いまだ一般的な承認を得ていない。したがってプロピライトを岩石の曹長石化作用の産物に帰することは, 地質学者の間でも承認されていない。

(2) プロピライトは, 曹長石化作用を受けた一般的な岩石系中における特殊の群を構成するものである。その群中には, 第一にプロピライトと類似し, 広く分布している緑色岩石類——鉱石を伴ない——と緑色片岩類——広域変成作用に基づく——が属している。第2には, この岩石群には, 海底火山から溢流した熔岩の特有な自変成作用によって生成されたスピライト・角斑岩質岩石が属している。

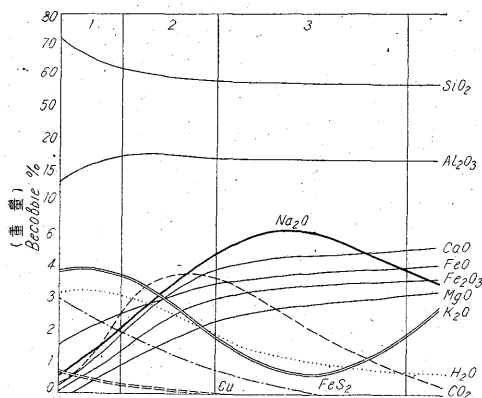
(3) 現在地質学者の間では次の点においては意見が一致しているようである。プロピライトは, 比較的地下浅処に存在する中性, 塩基性岩石, 主として火山岩の熱水変質産物であつて, しばしば鉱床の生成と関連性をもっている。しかしプロピライトの鉱物組成, 化学的変化, 鉱物型および岩石学的区別については, 意見の喰違がある。

著者によれば, プロピライトは, 主として中性, 塩基性火成岩の熱水変質産物であつて, 鉱脈の形成にあつてしばしば生成される。さらにプロピライトは, 曹長石・氷長石・角閃石〔ウラル石または陽起石〕・緑簾石・緑泥石・金紅石・炭酸塩鉱物・絹雲母・石英および黄鉄鉱で特徴付けられる鉱物型と, 成因的に関連性のある岩石系である。しかしプロピライトは, 明瞭には現われないが, 酸性岩石についても認められる。この場合, 変質帯では, 緑泥石・緑簾石・曹長石・絹雲母, 局部的には2次石英・黄鉄鉱が特徴的な鉱物である。著者は1954年に花崗閃緑岩脈を切る鉱脈のグラッペン化帯の外方にプロピライト化作用がみられる例をあげている。

次に著者はプロピライトと(金属)鉱物との関係を論じている。すなはちプロピライトの形成は, 主として Aw, Ag, Cu, Zn, Pb, 部分的には As, Sb, Hg, W, Mo を含む鉱物の生成と関連性がある。しかし Sn, Ni, Co, Pt と白金族の金属との関連性はしられていない。したがって金鉱床・金・銀・銅鉱床の特徴的な母岩の変質はプロピライトである〔特に初成鉱床の特徴となつている〕。著者が世界の金鉱床800について調査した結果によると, その鉱床の大部分は, 中性, 塩基性の火成岩および粘板岩中に賦存し, 母岩は常に著しいプロピライト化作用を伴ない, 時には, 塩基性岩石中ではリストウエン化岩石型の変質に移行し, 中性岩石または石英安山岩では, 高陵土化作用および明礬石化作用を伴う珪化作用に移行する。プロピライトについて注目すべきことは, 鉱体に伴うばかりか, 特に鉱脈に近接する場合には, プロピライト自体が鉑石に enrich されて鉱石となることである。金, 金・銀鉱床で母岩の変質がプロピライトの場合には, 石英・炭酸塩鉱物〔特に鉄白雲石・方解石・菱マンガン鉱〕および曹長石・氷長石と絹雲母を伴う石英・緑泥石が典型的な鍾石となる。しかし銅鉱床および多種金属を産出する鉱床で, プロピライトを伴う場合には, 鉄白雲石・菱マンガン鉱・2次長石は特徴的な鍾石とならない。

プロピライトに伴う含金鉱脈および金・銀鉱脈の典型的な鉑石は, 含金硫化物〔黄鉄鉱・磁硫鉄鉱・硫砒鉄鉱・黄銅鉱〕・自然金・閃亜鉛鉱・方鉛鉱・Ag, Au のテルル化物・少量の

\* 全ソ鉱物学会報告書



第1図 強烈なプロピライト化作用が中性岩石に働いて起つた物質の変質曲線

1. 強度変質帯すなわち石英・絹雲母相
2. 中位変質帯—緑泥石・絹雲母質相・緑泥石・炭酸塩鉱物質相・緑泥石質相
3. 低位変質帯—綠簾石・緑泥石質相・角閃石・綠簾石質相・Cuを伴なう

している場合には、稼行価値のある鉱床を伴なうことは稀である。

著者は多数の例を解析し、プロピライト化岩石系を共生鉱物による鉱物型(相)によつて次のように分類している。

(1) 角閃石—綠簾石相・曹長石+角閃石+綠簾石: 曹長石は外部相を構成し、その相は一定量および多量の曹長石を含む。角閃石・綠泥石は内部相を構成し、その相は1一定量および多量の石英・絹雲母・黄鉄鉱および一般の硫化物を含む。

(2) 綠簾石・綠泥石相・曹長石+綠簾石+綠泥石, あらゆる相の最も外部に現われ、常に紅柱石を伴なう。

(3) 綠泥石・炭酸塩相または綠泥石岩相: 曹長石+綠泥石+炭酸塩鉱物+黄鉄鉱, プロピライト中における炭酸塩鉱物は主として方解石・鉄白雲石・鉄菱苦土石・稀には菱鉄鉱・白雲石および菱マンガン鉱で代表される。

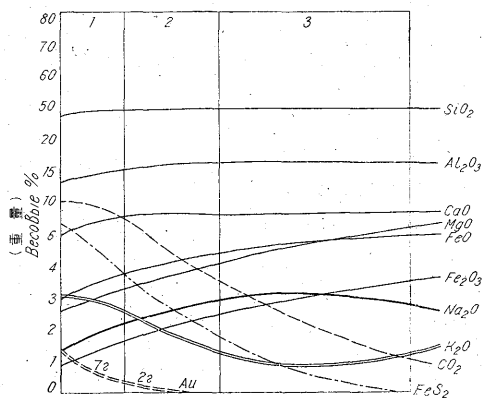
(4) 絹雲母・炭酸塩鉱物相(または綠泥石・絹雲母相) 石英+炭酸塩鉱物+絹雲母+黄鉄鉱+硫化物, この相では綠簾石族は特に綠簾石ばかりでなく、黝簾石および斜黝簾石で代表される。

(5) 石英・絹雲母相・石英+絹雲母+黄鉄鉱+硫化物, 主要鉱物相は外部相中に、内部相および中部相の鉱物・紅柱石・氷長石・石英・絹雲母・炭酸塩鉱物と混在する。内部相の鉱物には、上述の鉱物以外に、重晶石・磷灰石、ときには電気石に出会うことがある。内部相の特徴は外部相の主要鉱物である綠簾石および陽起石を欠くことである。プロピライトを全体としてみれば、葡萄石・沸石・凝灰岩質物質が常に存在するのが特徴である。

主要鉱物相は、安山岩質・閃緑岩質岩漿に典型的に現われるが、斑

灰重石・輝水鉛鋳・輝安鋳およびSb化合物である。金・銀鋳脈では硫砒鉄鋳・輝安鋳・テルル化物・蒼鉛鋳, 特にAgの硫酸塩鋳物を含む硫化物がしばしば多量に産出されることがある。

著者はプロピライトの強度が探鉱の指針となると述べている。すなわち稼行鋳体でプロピライトが強度に行われ、炭酸塩類・絹雲母・石英が典型的な鋳物と考えられる場合には、稼行価値のある鋳床を伴なう場合が多い。しかしプロピライト化による母岩の変質の程度が弱いかまたは、プロピライトの組成が単純でかつ全プロピライト鋳物が均一に分布



第2図 強烈なプロピライト化作用が基性岩石に働いて起つた物質の変質曲線

1. 強度変質帯—炭酸塩・絹雲母質相
2. 中位変質帯—綠泥石・炭酸塩鉱物質相
3. 低位変質帯—綠簾石質相

劔岩・玄武岩のような塩基性岩漿から誘導された岩石では複雑な容相を呈する。例えば、この種岩石では、含金硫化物に富む石英→炭酸塩→絹雲母型相および石英→炭酸塩鉱物相、すなわちリストウエナイト型相が生成され、しばしばクロム雲母を伴っている。この型の相以外に曹長石→絹雲母型および氷長石→絹雲母型が生成される。

著者は鉍床の発達する地域では次のような相の変移が常にみられると述べている。すなわち鉍脈の延長に沿って、緑泥石質相は角閃石→緑簾石および緑簾石・緑泥石質相・緑泥石-炭酸塩質相および緑泥石-絹雲母質相の外方に発達し、ついでその外方に緑泥石・石英・絹雲母相が炭酸塩・絹雲母相を交代して出現し、ついで純粹の石英相が石英・絹雲母相の外方に発達している。さらにプロピライトの各鉍物相の厚さは鉍体に近づくにしたがって小さくなる。したがってプロピライト化作用を受けた岩石の内部相の厚さはその外部層よりも常に薄い。

著者は、プロピライトの主要鉍物の生成順序が加水分解（アルカリ媒質の低下）による鉍物の活性度の減少、すなわち pH 値の減少に対応すると述べ、一般に認められている表を引用している。

	$\frac{\text{pH}}{8}$	
11—10	}	→ 緑泥石 → 炭酸塩
10—9		
9—8		
$\frac{\text{pH}}{7}$	↓	$\frac{\text{pH}}{7}$
	}	絹雲母
		石 英
		硫化物
		$\frac{\text{pH}}{7-6}$

（黄鉄鉍は局部的には初期階梯すなわち緑泥石の生成期に生成される。）

プロピライト鉍物の存在形態は仮像、すなわち初成鉍物を交代し、diasemination の型で出現する。しかしプロピライト鉍物が脈状形態をとることは稀である。仮像はきわめて明確な形態を示す外部相から不明確な塵状斑点に移行し、鉍体附近では粒状形態で集合している。

さらに著者は、初成鉍物の 2 次鉍物による交代には規則性が認められると述べている。例えば長石〔斜長石・中性長石・曹灰長石・亜灰長石〕は、普通黒色成分の鉍物を交代するような異なる組成鉍物、例えば陽起石・緑泥石・菱鉄鉍・黄鉄鉍・金紅石によつて交代されることは稀である。さらにこの種鉍物が曹長石によつて交代されることも稀である。たゞし交代の選択性はガス・溶液の循環通路となつた裂隙を充填した鉍脈および内部相では乱される。

プロピライト化岩石への変移は次の順序で始まる。黒色成分、すなわち olivine→pyroxene, hornblende→biotite→plagioclase→kali feldspar。著者は、中性岩石および塩基性岩石のプロピライト化作用に基づく化学組成の変化曲線を作成し、次のように説明している。SiO<sub>2</sub> と Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の含有量は、外帯から内帯へほとんど変化を示さないが、含ガス熱水溶液の循環通路にあたる鉍体自体では、本質的な変化を起す。Ca, Mg, Fe の含有量は造進性減少 (progressive decrease) をなす。この現象は中性岩石 (andesite dacite) および弱塩基性岩石では顕著に認められる。K と Na の含有量は相反対する傾向を示す。すなわち K の含有量は、最初減少し、ついで鉍体に接近すると増大してくる。Na は反対の傾向を示し、最初増大し、ついで減少を示す。この現象は中性岩石および弱塩基性岩石では顕著に認められる。

K の含有量の増加と平行的に、H<sub>2</sub>O(OH), CO<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>) と H<sub>2</sub>S(HS) の付加量が増大する傾向がある。CO<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>) と H<sub>2</sub>S(HS) は Ca, Mg, Fe に富む塩基性岩石中では著しく増加する傾向がある。さらに揮発性成分の含有量が増加すると、Cu および Au のような造鉍石元素の含有量が平行的に増大する傾向がある。

したがって著者は、プロピライト化作用を受けた岩石の構成元素を化学的性質と易動性とによつて次の 5 群に分類している。

1. 低度の易動性でかつ遊離の困難な元素, Si, Al, 造鉍石元素 Ti
2. 易動性元素, Ca, Mg, Fe, 共生造鉍石元素, Mn

- 3) きわめて易動性でかつ容易に遊離する antagonistic な元素 Na, K
- 4) きわめて易動性の造鉱石元素 (ore-element) Cu, Au
- 5) 揮発性成分または高度の易動性成分  $H_2O(OH)CO_2(CO_2)H_2S(HS)$  [コールジェンスキ-による]

プロピライト化岩石中に認められる成分の易動性は、成分のイオン半径の増大に対応している。

Si .....	0.39	Na .....	0.98
Al .....	0.57 /	K .....	1.33
Ti .....	0.64	Cu .....	0.96
Fe .....	0.67—0.83	Au .....	1.37
Mg .....	0.78	OH .....	1.53
Mn .....	0.91	SH .....	1.99
Ca .....	1.06	$CO_2-CO_3^2$ .....	0.82—2.57

プロピライト鉱物は、岩漿源の成分—前述 1, 2, 3 成分—の付加を伴わずに生成される。例えば、K に富む 内部相→絹雲母化岩石—および Na に富む 外部相—曹長石化岩石—がみられるのは、Na が内部帯から外部帯へ移動して再沈澱し、K が反対に外部帯から内部帯へ移動して再沈澱したことを示している。したがって K と Na の置換によって、イオンの帯状再分布が起ることが考えられる。

さらに緑泥石・緑簾石と炭酸塩鉱物および局部的にこの種鉱物類に富む対応相は、Ca, Mg, Fe の再沈澱か、隣接帯からこの種元素の移動かによって生成される。

プロピライト化作用が行われる際には、 $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$  および Fe 以外の重金属は、深処 (deep source) から導入されるようである。

著者は、強酸のアニオンがプロピライト化過程に重要な役割を演じていない点とプロピライト鉱物の共生関係からみて次のような結論を下している。プロピライトは、弱酸性溶液が岩石に作用し、その溶液がたちまち中和されるために形成される。すなわち、岩漿分結物の自由循環帯から離れた外部相の主要鉱物はアルカリ環境で、内部相の主要鉱物は中性または弱酸性環境で生成される。したがってプロピライト型は、fissure—鉱脈—の走向に沿って外帯から溶液のアルカリ度の減少、すなわち水素イオン濃度の上昇によって生成される。

一般的にみて、プロピライト化作用は、アルカリおよび中性環境で主として起り、塩基性岩石では、distwanite の生成、すなわち炭酸塩鉱物および絹雲母に富む 鉱物相で終る。しかし中性および花崗閃緑岩→石英安山岩では、石英・絹雲母相→2次石英系列の source となる→の生成で終る。この過程では、すでに酸性環境が発達し、 $H_2O$ , HCl HF が反応・生成に干渉してくる。

著者は、最後に Rose が名付けた beresit<sup>註)</sup> は、プロピライトの絹雲母、2次石英型および石英・絹雲母型と同一の絹雲母相に属するが、前者に近い型—石英・絹雲母型—であることを指摘している。しかし beresite は、あまり高くない温度、地下浅処に貫入した含硫水素弱酸性溶液の作用下でも生成される。

註) beresit は、G. Rose の Reise Nach. d. Ural I. p. 586 に初めて記載された岩石で、ベレゾーフスク(ウラル)産の脈状アプタイト質、白雲母質花崗岩をいう。この種岩石は、Iron pyrite に富み、主として石英・絹雲母からなる 含金鉱脈をしばしば伴なう。鉱物組成は、61% の石英、25% の曹長石、13% の白雲母、1% の apatite からなっている。