

広域変成帯からコーサイト発見 —1983年ペンローズ国際討論会から—

中島 隆 (技術部)
Takashi NAKAJIMA

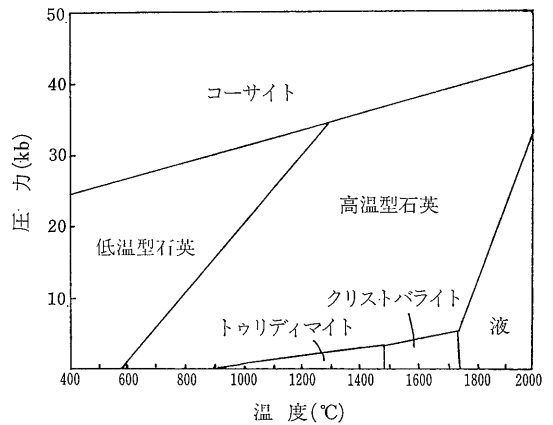
“高圧型変成岩とそれに関連するエクロジヤイト”をテーマとするペンローズ国際討論会(アメリカ合衆国地質学会主催)が1983年9月5日~9日 合衆国ワシントン州ペリンガム市の西ワシントン大学で開かれた。世界各国から集まった研究者たちの講演はいずれも最新の研究成果に基づく内容の濃いものであったが その中で会場の出席者たちにひときわ大きな衝撃を与えたのは アルプスの高度変成岩及びノルウェーのエクロジヤイトからコーサイトが発見されたというトピックスであった。

コーサイト(coesite)は最も代表的な造岩鉱物である石英の高圧型多形鉱物である。この鉱物が初めて確認されたのはCOES(1953)による高圧合成実験であった。第1図はその後のBOYD & ENGLAND(1960)らの実験によって求められたシリカ鉱物の温度圧力についての安定領域を示している。コーサイトが石英よりも安定に存在するためには400°Cのときでも約25 kbという高い圧力を必要とし 600°Cでは 27.5kb 800°Cでは 30kbと高温になるほどさらに高い圧力が必要になる。30kbという圧力は地下約90kmの深い所で受ける荷重圧に相当するため この鉱物は通常地殻を構成する岩石には存在しないと考えられた。

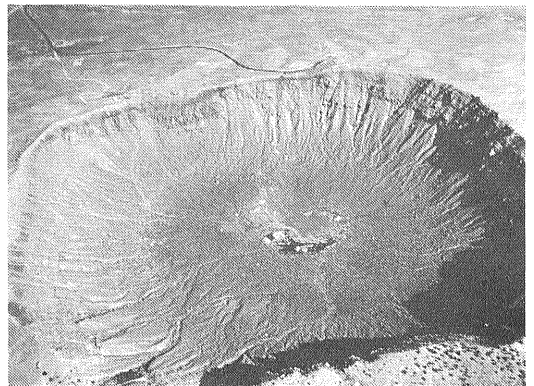
コーサイトが初めて天然から発見されたのは 合成実験で確認されてから7年後であった。場所はアメリカ合衆国アリゾナ州にある大隕石孔(第2図)からで このコーサイトはもともとその場所にあったシリカ鉱物が隕石の衝突の際に瞬間的に生じた高い圧力によって転移してできたものと考えられた(CHAO et al. 1960)。新しい鉱物は通常最初に天然で発見され その試料について室内研究を行ないその形成条件や環境を推定した上で合成実験によりその条件を人工的に再現して同種の鉱物を反応生成させ その形成条件を確認するという例が多いが 極端な高圧鉱物ではこのように順番が逆になることもある。

その後1970年代になって コーサイトはダイヤモンドを含むキンバライト中のゼノリスからも発見され(SOBOLEV et al. 1976; SMYTH & HATTON 1977) シリカ成分に富む化学組成があれば上部マントルの条件下で安定に存在する鉱物であることが示された。それ以後天然のコーサイトの報告はいくつかなされているが いずれもこ

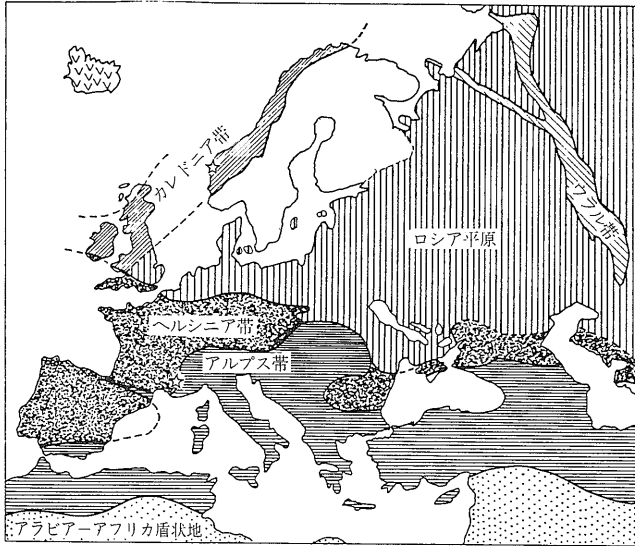
の2通りの産状のどちらかであった。 今回の変成岩からの発見はこの鉱物にとって3番目の産状ということになるが それ以上に変成帯の形成あるいは変成作用のテクトニックな場というきわめて大きな問題に一石を投じる結果となった。



第1図 シリカ鉱物の安定関係。これらの他に0°Cで100 kb以上の高圧のところスティショバイトが安定領域をもっている。この鉱物ものに隕石孔から発見された。



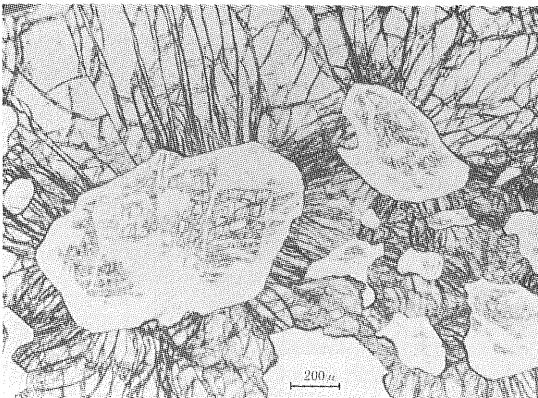
第2図 アリゾナの大隕石孔。直径が1.2km 崖の比高は150m以上ある。



第3図 ヨーロッパの大構造。空白部はフェノスカンディア（バルト盾状地）及びウクライナの先カンブリア紀岩類。☆印は今回コーサイトの発見された地点。

アルプスのコーサイト

アルプス変成帯のコーサイトは 観光地で有名なニースの北方100km フランス-イタリア国境付近に広く露出する Dora Maira 岩体中の珪質岩から フランス・エコルノルマル・シュプリエルの C. CHOPIN 博士によって発見された。Dora Maira 岩体は アルプス変成帯中最も高変成度部といわれる Sesia-Lanzo 帯の南方延長上



第4図 CHOPIN 博士によってアルプスから報告されたコーサイト。中央の包有物のうち中心部のやや屈折率の高い部分がコーサイトの残晶。周縁部と割れ目にそった部分は石英。母相のざくろ石には放射状の割れ目ができている。

にあり Monte Rosa, Gran Paradiso の両岩体を含む Schistes lustrés ナップの東縁部に位置する。Dora Maira 岩体は火山性の堆積岩を主体とする古生代の基盤岩とそれを被覆する中生層から成り その全体がアルプスの高压型変成作用を受けている。コーサイトはこの古生代基盤岩中の酸性片麻岩にはさまれた珪質岩から発見された。

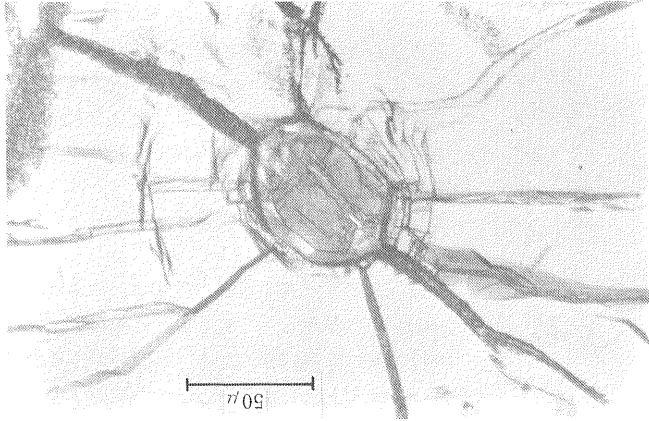
コーサイトはざくろ石の巨晶中に含まれる包有物として存在し 一部は石英に転移している。転移の際の体積膨張のため 周囲のざくろ石にはコーサイト包有物を中心とする放射状の割れ目ができている (第4図)。ざくろ石は Mg 端成分であるパイロップ分子を90~97%含む。

一般にざくろ石の固溶体組成の中で Mg 端成分の量は形成圧力が高いものほど多い傾向があるが この岩石に含まれるざくろ石は これまでに天然で観察されたざくろ石としてはとびぬけて Mg に富む組成である。これはこの岩石が Fe に乏しく Mg に富む全岩組成をもっている

ことの反映であるが ざくろ石の固溶体領域が Mg 端成分近くまでひろがっているような 非常な高压下で形成されたことが予想できる。この岩石の形成温度は含まれる鉱物の種類と組成からみて 少なくとも 600°C より高いことは間違いなく 従って圧力は少なくとも 27kb 以上であることが推定される。これは地下約 90km の深い所での圧力に相当する。

この岩石はざくろ石 シリカ鉱物 (包有物以外は現在はずべて石英) のほかに藍晶石 微量の滑石および二次生成鉱物と思われる白雲母から成り Ca, Na に乏しく Mg/(Mg+Fe) 比が著しく大きくかつシリカ成分に富むという きわめて特徴的な全岩組成をもつ。この組成は Gran Paradiso や Monte Rosa 岩体で類似の層準において確認されている滑石白雲母片岩 (CHOPIN 1981) のそれに対比され 大陸地殻に由来するものと思われる。この含コーサイト珪質岩を含むユニットは 上位の中生層が堆積する際の基盤の大陸地殻であったと考えられるので アルプス変成作用の時 大陸地殻の少なくとも一部が上部マントルの深さまで引きずりこまれたことになる。これは 大陸地殻は軽いためプレート取れん境界に運ばれても下へもぐることができず passive margin 側に付加されるというこれまでの常識に疑問を投げかけるものである。

今回のペンローズ討論会では このコーサイトのほかにもアルプス変成帯に関する最近のめざましい研究成果



第5図 SMITH 博士によって報告されたノルウェーのコーサイト。産状はアルプスのものときわめてよく似ているがこちらはオンファス輝石の包有物として発見された。

が続々と発表され 会場の注目を集めた。特にこれまで日本やアメリカの高圧型変成帯ではあまり岩石学的に手がかりの得られなかった泥質変成岩についても研究がすすみ(例えば CHOPIN 1981; CHOPIN & SCHREYER 1983) 変成鉱物の組成共生関係の解析と合成実験を通して この変成帯がこれまで考えられていたよりもずっと高压の条件に達していたことが明らかにされた。

ノルウェーのコーサイト

ノルウェーのカレドニア帯にはエクロジヤイトが出現することが古くから知られていた。その産状は片麻岩地帯において ミグマタイト・片麻岩・アノーソサイト・超塩基性岩に伴う 小規模な岩体あるいはゼノリス状の包有物として存在するものである。エクロジヤイトとこれら母岩の成因的關係についてはさまざまな議論がなされてきており(例えば LAPPIN & SMITH, 1978; BRYNHI et al., 1977; KROGH, 1977; MEDARIS, 1980 など) 論争はまだ続いている。こうしたエクロジヤイトの中から最近 フランス国立科学博物館の D. C. SMITH 博士によって コーサイトが発見された。SMITH 博士はかつてノルウェーの地質調査所に勤務しておられ それ以来ずっと おもにノルウェー南西部 Bergen の百数十 km 北にあたる Selje 地方のエクロジヤイトについて研究して来られた。今回コーサイトが見つかった岩石もこの地方で採取されたドロマイトを含むエクロジヤイトで コーサイトはオンファス輝石中の包有物として存在している。アルプスのものと同様にコーサイトは周縁部に割れ目にそった部分で石英に転移しており 周囲のオン

ファス輝石には放射状の割れ目が生じている(第5図)。SMITH 博士はこの岩石の形成条件を 28kb 780~850°C 程度と推定している。

アルプスのコーサイトについての解説は最近発表されたばかりの CHOPIN 博士の論文(CHOPIN 1984) からその多くをとった。ノルウェーのコーサイトは現在論文準備中であり産状・共生鉱物等の詳しい記載はまだ発表されていないため 本稿は SMITH 博士のペンローズ討論会での講演とその後筆者に寄せられた私信によった。顕微鏡写真の掲載及び概略の発表を快く承諾して下さった両博士に感謝する。

文 献

- BOYD, F. R., & ENGLAND, J. L. (1960) The quartz-coesite transition. *Jour. Geophys. Res.* 65, 749-756.
- BRYNHI, I., KROGH, E. & GRIFFIN, W. L. (1977) Crustal derivation of Norwegian eclogites: a review. *Neues Jahrbuch Mineral. Abhand.* 130, 49-68.
- CHAO, E. T. C., SHOEMAKER, E. M. and MADSEN, (1960) First natural occurrence of coesite. *Science* 132, 220-222.
- CHOPIN, C. (1981) Talc-phengite: a widespread assemblage in high-grade pelitic blueschists of the Western Alps. *Jour. Petrol.* 22, 628-650.
- CHOPIN, C. (1984) Coesite and pure pyrope in high-grade blueschists of the Western Alps: a first record and some consequences. *Contr. Mineral. Petrol.* 86, 107-118.
- CHOPIN, C. and SCHREYER, W. (1983) Magnesioiccarpholite and magnesiochloritoid: two index minerals of pelitic blueschists and their preliminary phase relations in the model system MgO-Al₂O₃-SiO₂-H₂O. *Amer. Jour. Sci. Orville vol.* 72-96.
- COES, L. (1953) A new dense crystalline silica. *Science* 118, 131-152.
- KROGH, E. J. (1977) Evidence of Precambrian continent-continent collision in Western Norway. *Nature* 267, 17-19.
- LAPPIN, M. A. & SMITH, D. C. (1978) Mantle-equilibrated eclogite pods from the Basal Gneisses of the Selje district, Western Norway. *Jour. Petrol.* 19, 530-584.
- MEDARIS, L. G. (1980) Convergent metamorphism of eclogite and garnet-bearing ultramafic rocks at Lien, West Norway. *Nature* 283, 470-472.
- SMYTH, J. R. and HATTON, C. J. (1977) A coesite-sanidine grosspyrite from the Roberts Victor Kimberlite. *Earth Plan. Sci. Letters* 34, 284-290.
- SOBOLEV, N. V. et al (1976) Coesite garnet and omphacite inclusions in Yakut diamonds—first finding of coesite paragenesis. *Doklady Nauk SSSR* 230, 1442-1444. (in Russian) *Abst. in Mineral. Abst.* 78-818.