走査型電顕によるセキエイの Combined 双晶の Brazil 双晶, Dauphiné 双晶への分解

The resolution of Combined twin of quartz into Brazil twin and Dauphiné twin by S. E. M.

高野 幸雄 (Yukio Takano)*

城石 登 (Noboru Shiroishi)*

西田 孝 (Takashi Nishida)**

1. はじめに

低温型セキエイは、構造として、 SiO_2 四面体が右手系と左手系のいずれかの3回らせん軸に従って配列しているため、属する空間群に $P3_121$ と $P3_221$ の2通りがある。そのため双晶関係に右水晶、左水晶の関係が加わり、複雑になっている^{1),3),4)}。この双晶関係を判別する方法として、外形、光学的方法、X線、食像などが用いられているが、光学的方法と食像による方法は、細部の観察に特に有力な判別方法である。しかし、光学的方法には判別できない双晶 (Dauphiné 双晶) があり、食像はある程度大きくないと光学顕微鏡では観察しにくいといううらみがあった。

西田・高野は、食像を走査型電子顕微鏡 (S. E. M.) で観察することにより、日本式双晶の接合面のくわしい研究を行なった⁵⁾。S. E. M. は、小さい食像の観察に適しているので、筆者等は、セキエイの共軸双晶の接合面を観察する目的で、なるべく小さなエッチ・ピットをつくり、S. E. M. で観察した。{0001} 面のエッチ・ピットでは、Brazil 双晶の判別ができず、m 面 {10 $\bar{1}$ 0} で観察した。m 面上での双晶関係の判別は、エッチ・ピットの形より、第2図に従えば容易につくのである。観察の結果より S. E. M. レベルでの Combined 双晶^{1),2),6)}についての考察を行った。

2. セキエイの共軸双晶

セキエイの双晶には、結晶主軸を共有する共軸双晶と、結晶主軸が互いに傾斜して接合する傾斜軸双晶がある。低温型セキエイの共軸双晶には、双晶軸 c 軸において

* 東京大学教養学部基礎科学科

** 千葉大学教養部自然史教室

第1図 $m \{10\bar{1}0\}$ 面における右水晶 (R) と左水晶 (L) のエッチ・ピット

第2図 $m \{10\bar{1}0\}$ 面上のエッチ・ピットによる Dauphiné 双晶 (D. T.), Brazil 双晶 (B. T.) および Combined 双晶 (C. T.) の判定

180° 回転の関係にある Dauphiné 双晶, 双晶面 $\{11\bar{2}0\}$ において, 右セキエイと左セキエイが鏡映の関係にある Brazil 双晶, さらに, c 軸における 180° 回転と $\{11\bar{2}0\}$ における鏡映の組み合わせの関係にある Combined 双晶が知られている。天然のセキエイには, Dauphiné 双晶, Brazil 双晶が広く存在することが知られているが,

10 μ 3 μ

第3図・第4図 Combined 双晶の走査型電子顕微鏡写真

Combined 双晶は、わずかの例しか知られていない。

3. エッチ・ピットの形

セキエイをフッ酸で腐食したときできる食像は、面によって形が異なる。また原則として、右セキエイと左セキエイで形が異なる。 $\{0001\}$ 面の食像は r 面よりなると思われる三角錐状である。偏光顕微鏡では判別できない Dauphiné 双晶が、 $\{0001\}$ 上の食像では 180° 回転の関係でとらえられて便利ではあるが、この食像は $\{11\bar{2}0\}$ の鏡映では同じ形になってしまうので、Brazil 双晶の判別には使えないのである。 m 面 $\{10\bar{1}0\}$ には、 r 面と m 面よりなると思われる第1図のようなエッチ・ピットができる。このエッチ・ピットの形では、 $(10\bar{1}0)$ と $(01\bar{1}0)$ の区別及び右セキエイと左セキエイの区別が可能であるので、これより双晶関係を判別することができる。第2図は、 m 面上のエッチ・ピットの形による双晶関係を図示したものである。B.T., D.T., C.T., はそれぞれ、Brazil 双晶, Dauphiné 双晶, Combined 双晶の関係をあらわしている。C.T. では構造の bond も断ち切られる。

4. 実 験・観 察

ブラジル産アメシストを $(10\bar{1}0)$ 面に平行に厚さ約 1 mm に切断し、カーボラシダム (#2000) で研磨の後、腐食液で処理した。腐食液の濃度・時間は、種々試みた結果、市販のフッ酸と、フッ化水素アンモニウム 50% 水溶液を、1:4 の割合で混合したものに、30~50 分浸すのが、本観察に適當であった。

切断・研磨の際 Dauphiné 双晶が入ると考えられるので、単結晶人工水晶を同条件で実験観察したが、本観察に支障をきたすような双晶は、腐食後に残ってはいなかつ

第5図・第6図 第3図と第4図の写真における接合面の解析

た。

観察は金蒸着の後、S. E. M. で行った。観察の結果、同一の試料内に、Brazil 双晶、Dauphiné 双晶の接合面は多数見られた。しかし、3点試料を調べたが、Combined 双晶の接合面は見られなかった。第3図、第4図は Combined 双晶の関係にある部分の電顕写真である。エッチ・ピットの形より判別して、第3図、第4図の双晶の接合面を図示したのが、第5図、第6図である。

5. 考 察

第3図（第5図）右上部領域と右下部領域は、Combined 双晶の関係にあるが、よく観察すると直接接してはおらず、左側の領域の一部が細長く間に入りこんでいる。この部分をもう少し低倍率で見るか、あるいは、もう少しエッチ・ピットが大きかったりした場合、右上部領域と右下部領域が接して見えると考えられる。即ち、もう少し分解能が悪いと、Combined 双晶の接合面として、とらえられるところである。第4図（第6図）中央部領域と右上部領域、左上部領域と下部領域は、いずれも Combined 双晶の関係にあるが、接合面はなく、Brazil 双晶と Dauphiné 双晶の接合面の交わったところで接するのみである。これらの観察と Combined 双晶が他の共軸双晶に比べて著しく少ないという事を考えあわせると、Combined 双晶の接合面は単独には存在せず、Brazil 双晶と Dauphiné 双晶の接合面が接近して平行に存在する時、Combined 双晶と見られるのだと考えられる。以上より Combined 双晶を独立の双晶とする考え方は、S. E. M. での観察によって Brazil 双晶と Dauphiné 双晶との組合せによって成立していることがわかった。S. E. M. の観察では直接 Combined 双晶の関係で接触している境界面（接合面）は現在までのところ発見されていない。

文 献

- 1) Frondel, C.: *The System of Mineralogy* vol. 3, p. 90, John Wiley & Sons, (1962)
- 2) Gault, A.: *Am. Miner.*, **34**, 142 (1949)
- 3) Kitamura, M., Hosoya S. & Sunagawa I.: *J. Crystal Growth*, **47**, 93 (1979)
- 4) 神津俣祐・大森啓一：岩鉱, **20**, 51 (1938)
- 5) 西田 孝・高野幸雄：鉱物, **13**, 26 (1976)
- 6) 城石 登・西田 孝・高野幸雄：日本鉱物学会年会講演要旨集 **15** (1979)

(1979年12月1日受理)