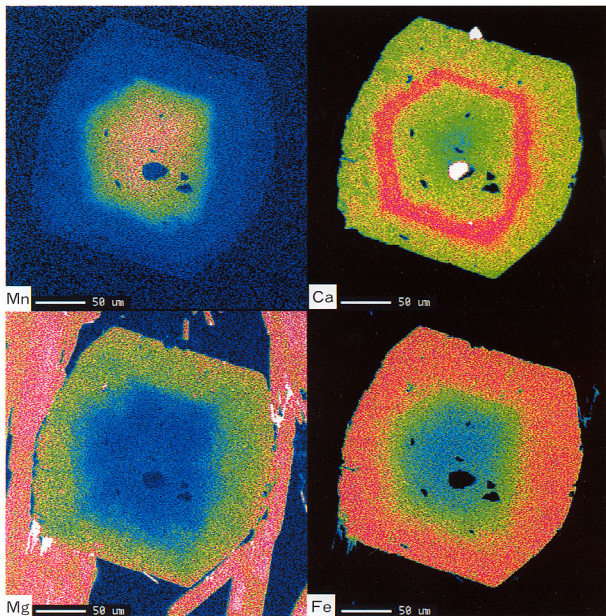


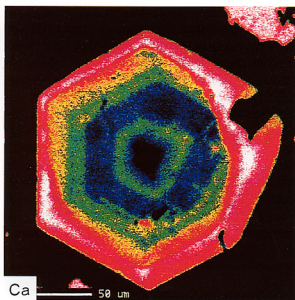
## 二次元組成マップで姿を現したざくろ石百面相

電子線マイクロプローブアナライザー(EPMA)を用いた化学組成の面分析技術の開発・改良により、比較的単純な組成累帯構造をもつと考えられていたざくろ石が、実は様々な内部組織をもっていることが明らかとなり、大きな関心が寄せられ同時にその意味が問われている。以下では、主に変成岩中のざくろ石の組成マップのいくつかを紹介する。

<名古屋大学 大学院理学研究科 榎並正樹・小津 博, 島根大学 総合理工学部 高須 晃>

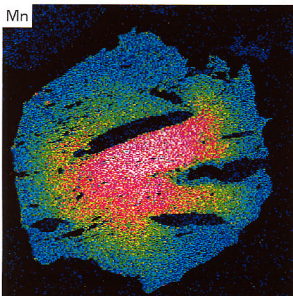
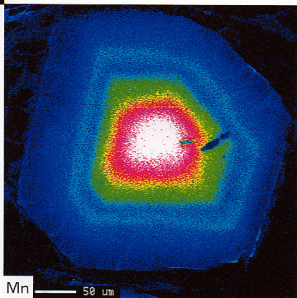


1. 三波川帯で一般的であるとされていた累帯構造(四国三波川帯汗見川産泥質片岩)。暖色系の部分ほど、それぞれの元素の濃度が高いことを示す。結晶の中心部から周辺部に向かってMnは減少するのに対しFeとMgは増加しており(一般にMg/Fe値も増加)、それは温度上昇の過程を表していると考えられている。Caは成長の途中で極大値を示す。その原因は確定的ではないが、おそらく昇温変成作用の途中で次第に圧力勾配(dP/dT)が小さくなっていったことの記録であろう。内部の等濃度面と外形とが一致していないことは、成長の途中で成長しやすい面が変化したことを示す。Caの累帯構造がMn等に比べて明瞭なのは、拡散速度がより小さく、高温期に累帯構造が改変されにくかったためかもしれない。スケールバーは50μm(ME)。



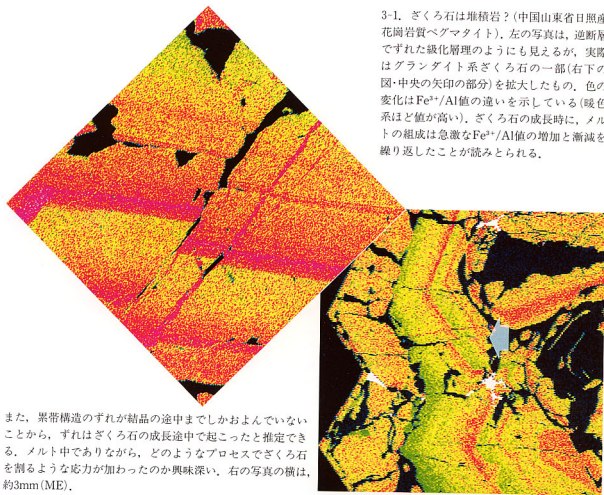
2-1. 融食構造をもつざくろ石(四国三波川帯別子産泥質片岩)。瀬場谷変はんれい岩体の周囲から採集された試料。このざくろ石は核部とマントル部に区分できる。核部のざくろ石は三波川変成作用の昇温期に形成された。その後、温度・圧力の低下などの物理的条件の変化により、いったん一部が融食した後に、再びマントル部の成長がおこったことを示している。マントル部のざくろ石の成長は、高温のエクロジヤイト岩体として三波川変成岩中に固体貫入してきた瀬場谷変はんれい岩体による接触変成作用によるものと考えられている<sup>2)</sup>。核部とマントル部のざくろ石の成長の時期には時間的なギャップがあり、核部とマントル部の境界にはあたかも地層の不整合のような組織が認められる。写真1の例とは異なり、Ca量が2回以上の極大を示しているが、その意味はわかっていない。スケールバーは50μm(AT)。

2-2. Mnの振動累帯構造(汗見川 泥質片岩)。Mn量が2回の極大を示すざくろ石<sup>3)</sup>。ざくろ石は、他の主要造岩鉱物に比べて大きなMnの分配係数をもっているため、この複雑な累帯構造は変成温度・圧力条件の変化では説明しにくい。ざくろ石の成長速度やMnの過飽和度の変化を記録しているのかもしれない。スケールバーは、50μm(HO)。

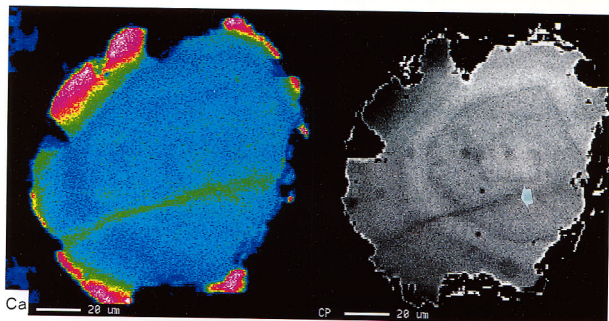


2-3. 成長が阻害されたざくろ石(別子 塩基性片岩)。ざくろ石斑状変晶は、大小様々な鉱物を包有物として含む。このざくろ石は、粗粒の緑れん石を包有している。Mnの累帯構造は包有物周辺で乱れており、ざくろ石の成長が緑れん石の配列によって阻害されたと推定できる。包有物が斑状変晶の成長に大きな影響を与えることを示す一例。粒径は約2mm(ME)。

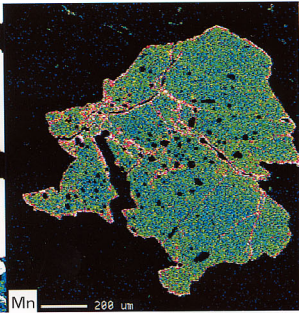
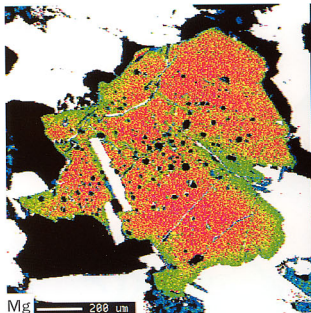
3-1. ざくろ石は堆積岩？(中国山東省日照産花崗岩質ペグマタイト). 左の写真は、逆断層でずれた級化層理のようにも見えるが、実際はグラウンダイト系ざくろ石の一部(右下の図・中央の矢印の部分)を拡大したもの。色の変化は $Fe^{3+}/Al$ 値の違いを示している(暖色系ほど値が高い)。ざくろ石の成長時に、メルトの組成は急激な $Fe^{3+}/Al$ 値の増加と漸減を繰り返したことが読みとられる。



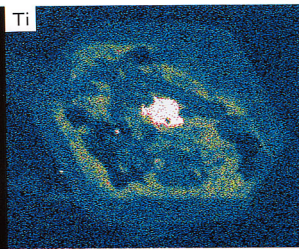
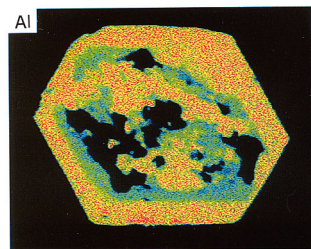
また、累帯構造のずれが結晶の途中までしかおよんでいないことから、ずれはざくろ石の成長途中で起こったと推定できる。メルト中でありながら、どのようなプロセスでざくろ石を割るような応力が加わったのか興味深い。右の写真の横は、約3mm (ME)。



3-2. 割れ目が治癒したざくろ石(中国山東省海陽所産花崗岩質片麻岩)。反射電子線像(右側)を見ると、ざくろ石の成長時の累帯構造が、矢印で示した暗色線を境に少し右横ずれを起こしていることがわかる。また、Caマップ(左側)は、成長の途中でいったんできた割れ目が後に補修されたことを示している。その補修の時期は、Ca量の比較から、結晶が成長を終える少し前(黄緑色部分が成長した時期)だったと推定できる。スケールバーは20 $\mu$ m (ME)。



4-1. ざくろ石の再平衡(中国山東省萊陽北方産泥質片麻岩)。ざくろ石は、それと接する鉱物との間で元素の再分配をおこして、局部的に組成を変えることが、古くから知られている。2枚の写真は、その典型例を示す。左側：中央のざくろ石のうち、黒雲母(白色)に接する部分や割れ目にそった部分では、Mgが局部的に減少している(黄緑色の部分)。一方、石英や斜長石(黒色)に接する部分にはそのような変化が認められない。右側：ざくろ石の周囲や割れ目にそった幅5~10μmの領域にMnの濃集が認められる。ざくろ石は、主に黒雲母によって置換されており、黒雲母に入り得なかったMnがざくろ石側に濃集したものと考えられる。スケールバーは200μm(ME)。



4-2. ざくろ石のマッピングと元素置換(四国三波川帯眉山産石英片岩)。2枚の写真は、Al(左)とTi(右)が互いに補完関係にあることを示している。この関係は、Tiが主に、 $^{[6]}Ti^{[6]}(Fe^{2+}, Mg) \cdot 2Al_{-i}$ の置換でざくろ石中に入っていることを暗示する。粒径は約120μm(ME)。

[参考文献]

- 1) Banno, S., Sakai, C. and Higashino, T. (1986) : Pressure-temperature trajectory of the Sanbagawa metamorphism deduced from garnet zoning. *Lithos*, 19, 51-63.
- 2) Takasu, A. (1986) : Resorption-overgrowth of garnet from the Sanbagawa pelitic schists in the contact aureole of the Sebadani metagabbro mass, Shikoku, Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 92, 781-792.
- 3) 徐 勇・坂野昇平・平島崇男・大槻正行 (1994) : 三波川帯塩基性片岩中のざくろ石に関する新発見. *岩鉱*, 89, 423-432.