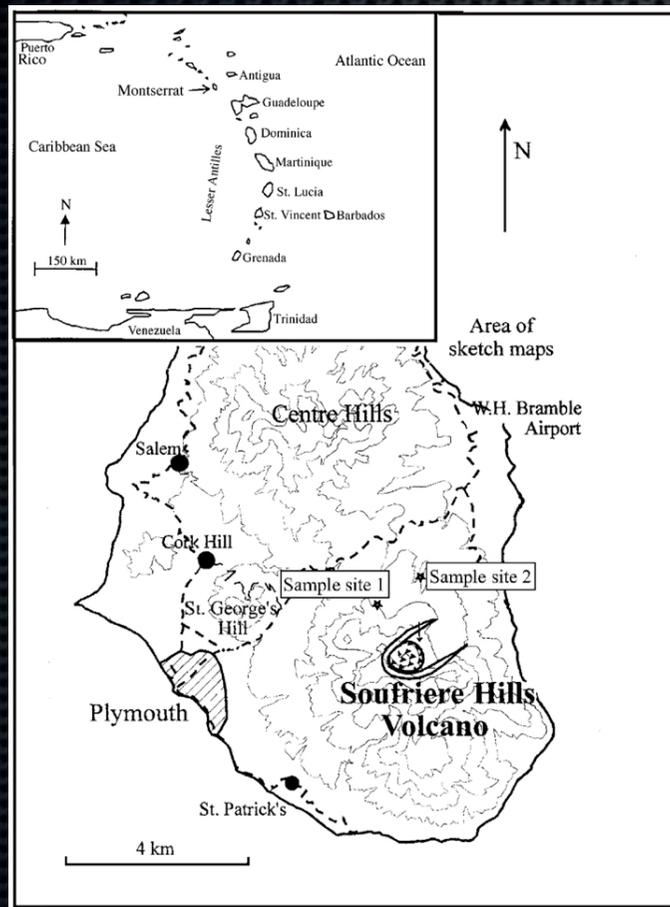


Montserratの岩石学的研究のレビューと マイクロライト結晶化のタイミングと火道上昇プロセスについて



火山センター 野口 聡

Montserrat

Chronology of the 1995 to 2007 eruption

1995年7月18日: 噴火開始(350年間の休止期間)

Phreatic, phreatomagmatic eruption

1995年11月: dome growth

Dome崩壊型火砕流 (volume: $1.5 \times 10^7 \text{m}^3$, discharge rate $10 \text{m}^3/\text{s}$)

1996年9月17日: dome collapse and explosion

(Ash: $6.0 \times 10^5 \text{ton}$)

1998年3月–1999年5月: dome活動休止

Ash emission, vulcanian

1999年11月28日–2000年1月21日

Renewal of dome growth

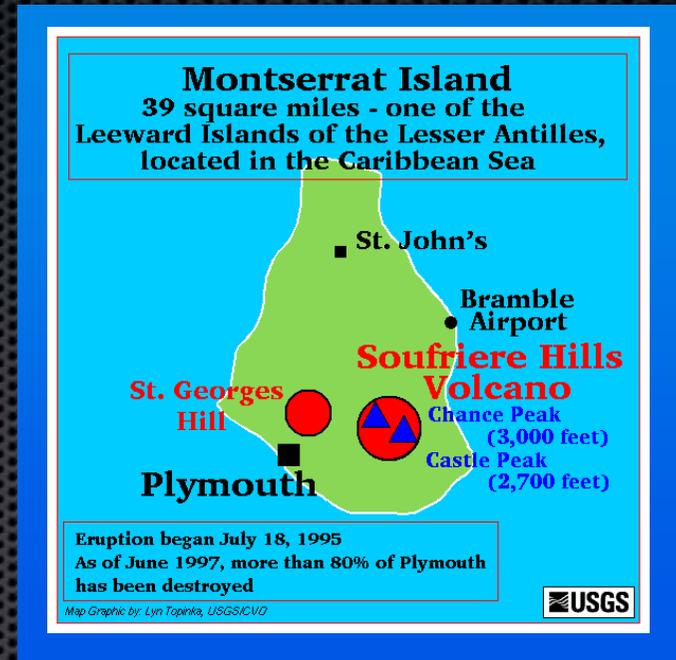
(volume $1.5 \times 10^7 \text{m}^3$, discharge rate: $3 \text{m}^3/\text{s}$)

dome growth,時々爆発的噴火 (2005年8月まで...)

2005年7–9月

Renewal of dome growth

その後,dome growthとdome collapseによる火砕流



Montserrat eruptive activity (1999~)

MVO web siteから

Dec 1999
new lava dome



Nov 2000
lava spine



July 2001
Pyroclastic flow



March 2004 Explosion



Jul-Sep 2005
New lava dome



Feb 2006
Ash and steam events



Jan 2007
Pyroclastic flow



Jun 2007



Nov 2007



岩石学的特徴

カルクアルカリ質安山岩

SiO₂: 58.4–62.4 wt. %

緻密なdome block (porosity 5-15%)から軽石まで

斑晶量: 45-55 wt. %

斑晶: Pl, Amp, Opx, Cpx (0.3 mm以下), Fe-Ti, 少量Qz

石基: Pl, Opx, Cpx, Fe-Ti, Qz

噴火活動を通して系統的な変化はほとんどない

いくつかの非平衡組織

斜長石, OPXのreverse zoning

Qzのdissolution

Mafic enclave (苦鉄質包有物)

Murphy et al. (2000); Zellmer et al. (2003)



噴火直前にMagma
mixingが生じている

鉱物組成

OPX: normal, reverse zoning

Pl: normal, reverse zoning

CPX: サイズが小さい (300 μm)

組成のばらつきが大きい

OPX: normal zoning

Pl: normal zoning

Low T magma 起源の斑晶

CPX: サイズが小さい (300 μm)

Mixing時に生成

OPX: reverse zoning

Pl: reverse zoning

High T magma が関与

Pl composition

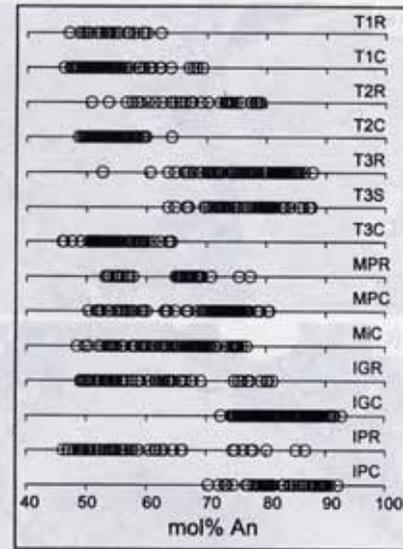
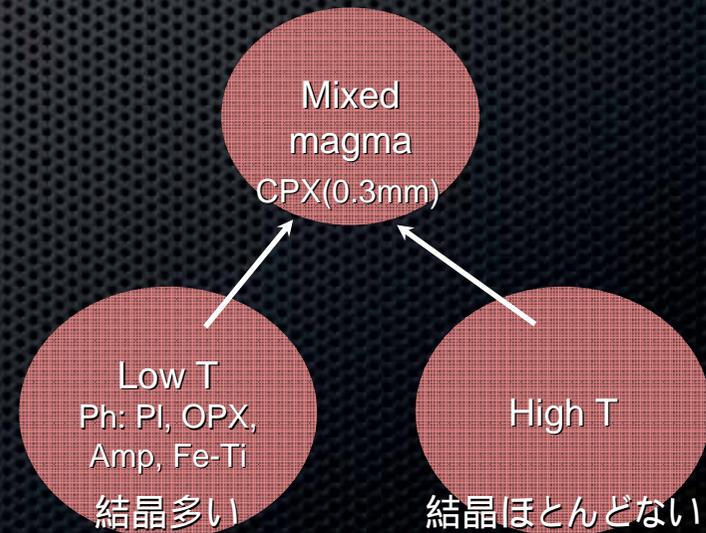
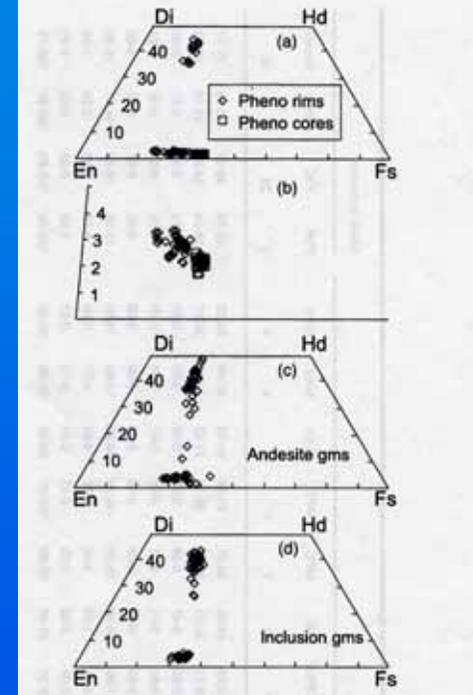


Fig. 3. Representative compositions of the different plagioclase populations in mol% An. R, rim; C, core; T1, T2 and T3, the three main types of phenocryst in the andesite; T3S, sieve-textured areas; MP, microphenocryst; MI, microfine; IG and IP, inclusion groundmass and phenocryst, respectively.

Px composition



Pre eruptive condition of Montserrat

マグマ溜まりの深さ: 5-6 kmより深い (1.5 kbar)

Amphiboleの安定領域: それより浅いとAmpは共存できない

マグマの初期含水量: 4-5 wt.% (1.25-1.5 kbar)

Barclay et al. (1998); Devine et al. (1998)

マグマの温度: high T, low T, hybrid T

OPX, CPX+Fe-Ti oxide (Quilf)

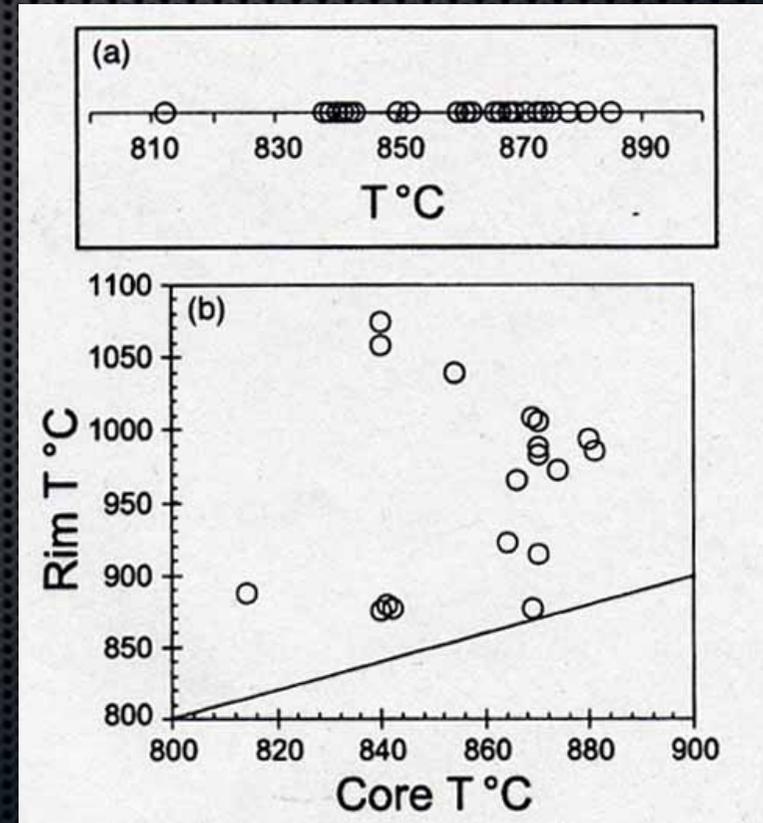
混合マグマの温度: $858 \pm 18 \text{ }^\circ\text{C}$

高温マグマの温度: $1020\text{--}1060 \text{ }^\circ\text{C}$

低温マグマの温度: $747 \pm 7 \text{ }^\circ\text{C}$

温度のばらつきも大きい

mixing processが影響している



Mixing process

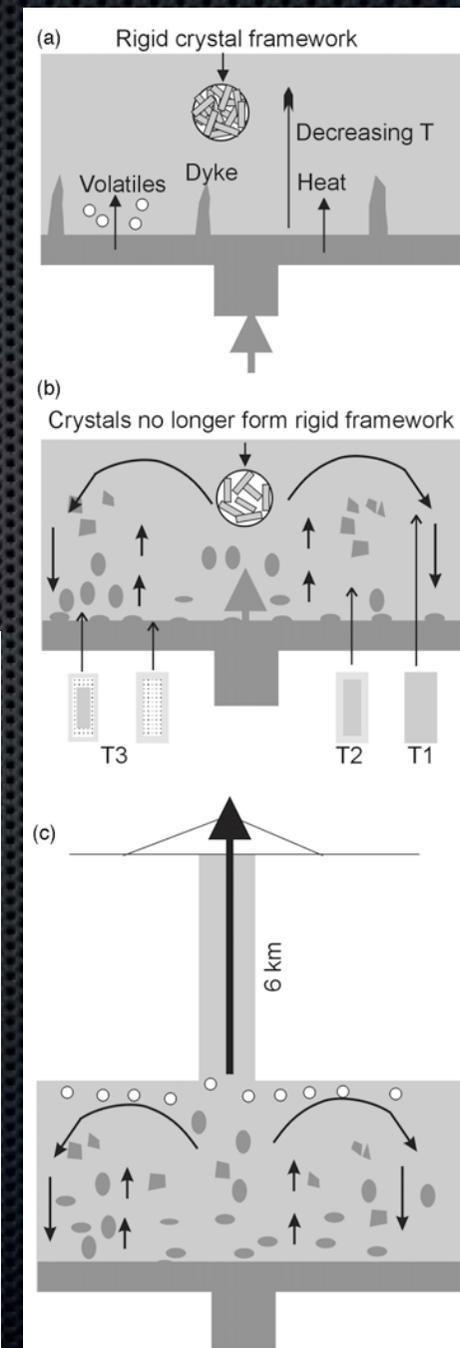
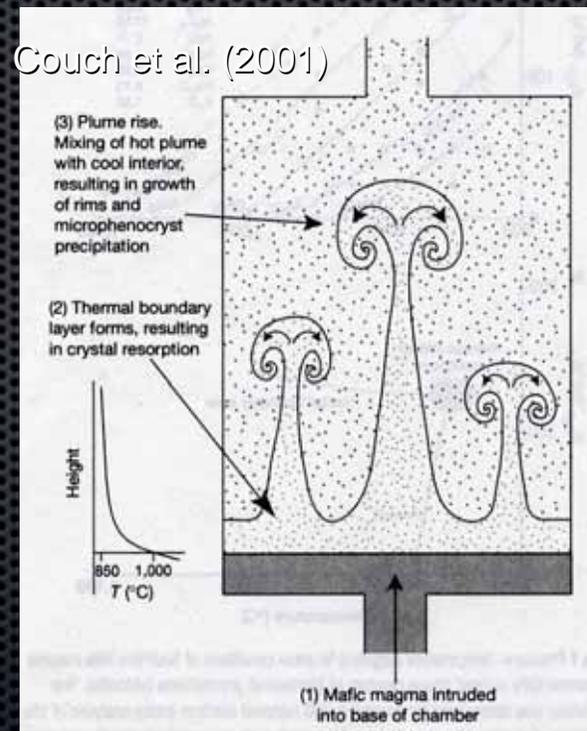
Self mixing model:

OPX, Pl reverse zoning (組成が多様)
高温マグマの流入

OPX, Pl normal zoning, Amp溶けていない

高温マグマの混ざらない領域

混ざっている部分でCPX晶出



Murphy et al. (2000)

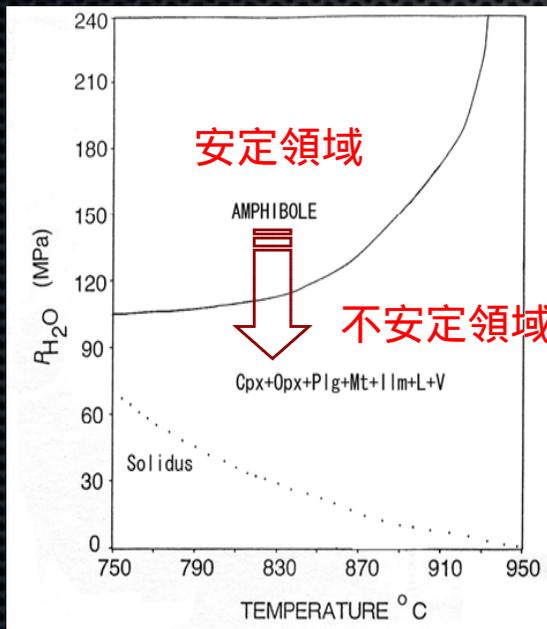
火道上昇プロセス (Montserrat)

Amphibole breakdown rim

角閃石斑晶の反応縁リム幅から
マグマの上昇速度を推定する

Rutherford and Hill, (1993); Devin and Rutherford,
(1998); Buckley et al. (2007)

結晶化実験から角閃石の反応縁リム幅の成長速
度を見積もり、マグマの上昇速度を推定する



amphibole stability field of St. Helens 1980
Rutherford and Hill (1993)



Browne and Gardner, (2006)
Buckley et al. 2007



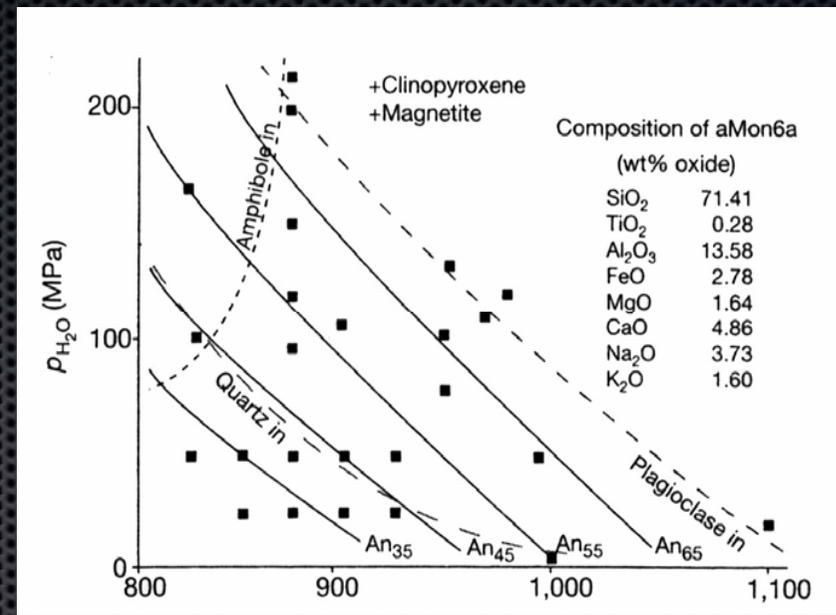
マグマの上昇速度

Montserrat:

Amp安定領域120 MPa (T:850°C)

120 MPaから地表まで生成したrim幅

実験で得られたrim幅の成長速度



Couch et al. (2003)

マグマの上昇速度

St. Helens: 9.7–18 mm/s Rutherford and Hill, (1993)

Montserrat: 20 mm/s

Black butte (dacite dome): 4–6 mm/s MacCanta et al. (2007)

番外(地表のドームの噴出率と沸き出し口の面積から)

Unzen 1991–1995 1–4 mm/s Nakada et al. (1995)

Breakdown rimが生成される条件(上昇速度が遅い)でのみ使える

火道上昇プロセス

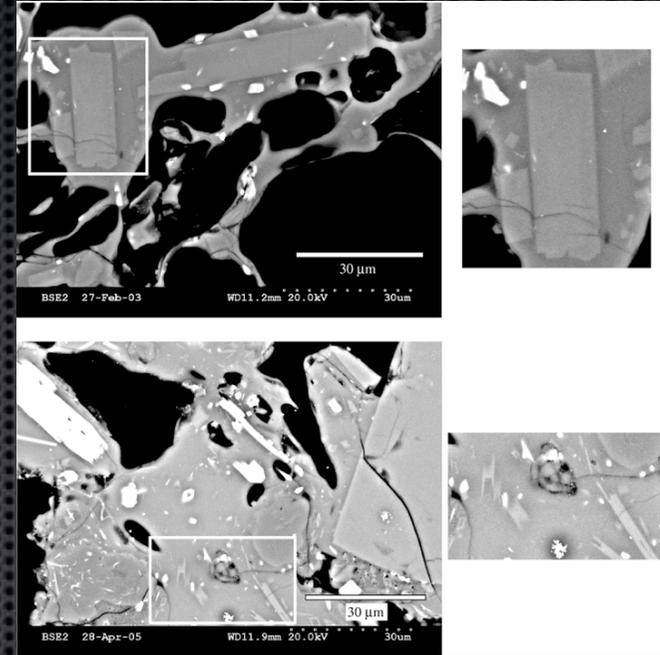
結晶組織の解析(Clarke et al. 2007)と
結晶化実験 (Couch et al. 2003a;2003b)

1997年8月から10月で放出した火山弾88サンプル

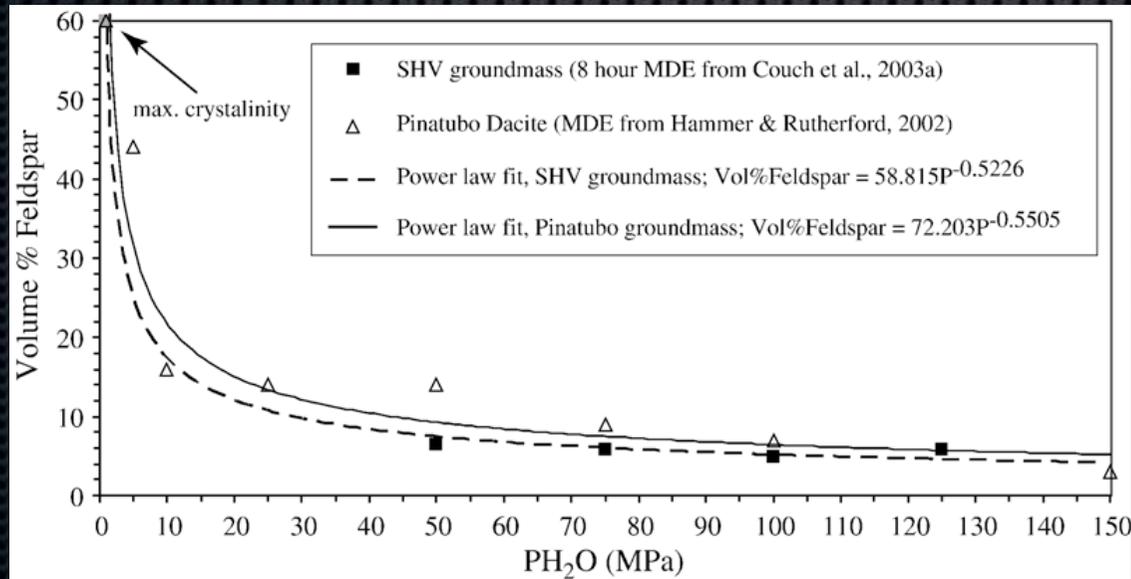
- ・密度測定
- ・結晶組織の解析

結晶化実験で生じた結晶数密度, 結晶量

天然の噴出物中の結晶数密度, 結晶量と対比させ、
quench深度を見積もる



Clarke et al. 2007

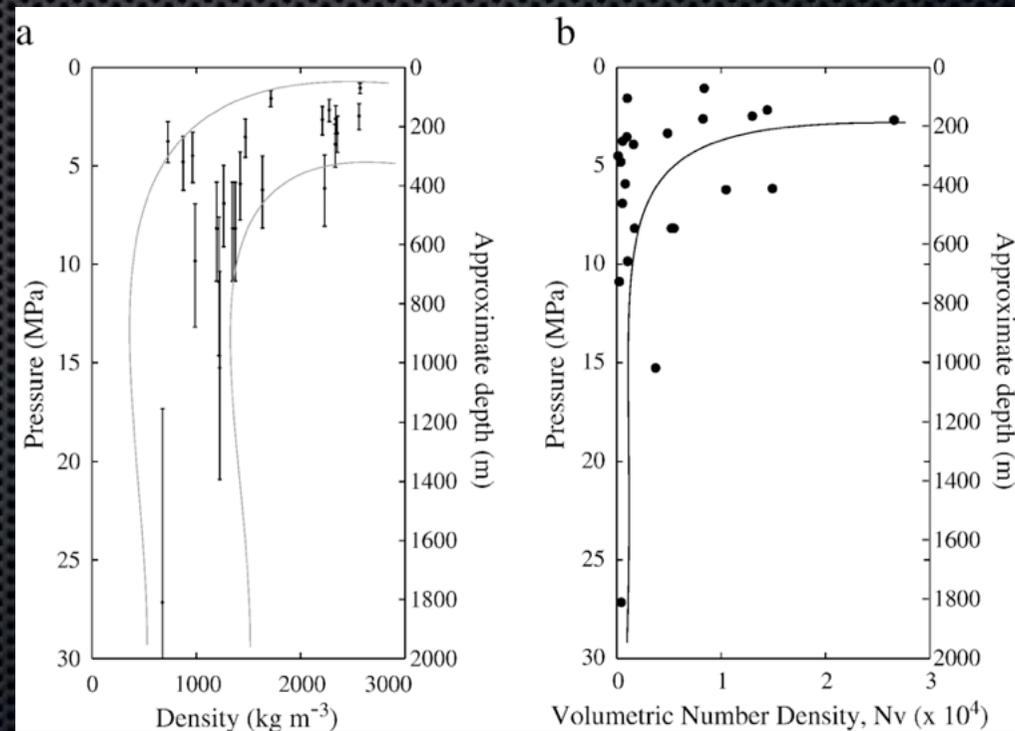
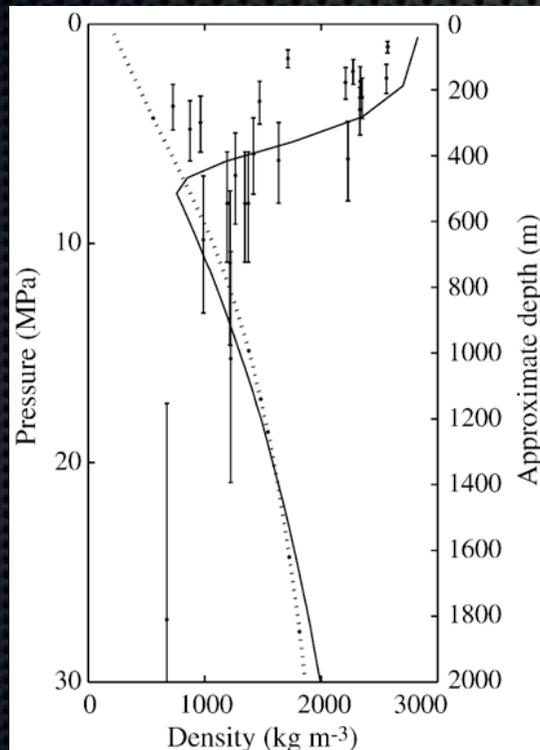


脱ガス過程

7 MPaで浸透脱ガスが促進
マイクロライトの結晶化も支配的に起こる

Appendix: 浅い部分での脱ガス経路
Melnik and Sparks (1999)のモデルを使って検証

側方脱ガスでないとうまく説明できない



Montserratの結晶化プロセス

Groundmass crystallinity: 32vol.%

斜長石のAn量, An32-75

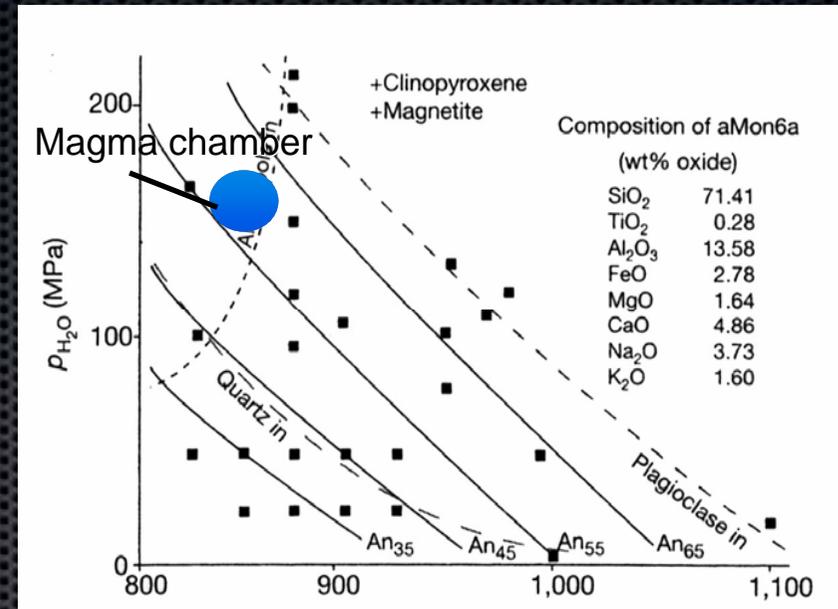
マグマ溜まりからの結晶かでは説明できないほどcalcicなAnが晶出している

Mixingの時にcalcicなAnが晶出した

Minimum An 32: 25 MPa

Quartzの結晶化: 50 MPa

地下2km前後で結晶化が起こっている



Couch et al. (2003)

まとめ

岩石学的特徴:

斑晶に非平衡組織が認められる

噴火前にマグマ混合が生じている

Mixing model:

高温マグマのinjection self mixing modelの提唱

マグマ上昇プロセス:

Amp reaction rim幅から上昇速度を推定すると, 20mm/s

その他:

脱ガスが浅い部分で効果的に生じている
7MPa程度から側方脱ガス

結晶化実験により相平衡図を決めた

- ・ calcicなAnがmixed magmaから晶出した
- ・ microliteが浅い部分で晶出している(25 MPa程度)