

含水メルトの粘性測定に向けたガラスの水和実験（序報）

Preliminary report on glass hydration experiments for viscosity measurements of hydrous silicate melts

後藤 章夫[1]

Akio Goto[1]

[1] 東北大・東北アジア研セ

[1] CNEAS

水を含むマグマの粘性係数が水を含まない場合に比べて数桁小さくなることは古くから知られている。粘性係数の計算によく用いられる Shaw(1972)のモデルも水の効果を評価できるよう作られている。しかしこのモデルでは水による粘性低下の度合いが水の量に比例すると考えているのに対し、実際にははじめの 1%までで数桁の低下が起こり、その後低下の度合いは鈍ることが報告されている（例えば Dingwell et al., 1996）。従って粘性に対する水の効果を評価し直すことは、マグマダイナミクスが関与する現象を扱うためにも重要である。しかしこれまでのところマグマに相当する多成分系で水を含ませた粘性測定例は限られており、実験に用いられた試料も珪長質のものがほとんどでマグマ全般について水の効果を定量的に評価するには不十分な状況である。そこでガラス繊維引き伸ばし法による含水メルトの粘性係数測定を計画し、その準備段階としてガラスの水和実験を開始した。

試料は十勝岳 1988-1989 年噴火の本質噴出物と雲仙普賢岳 1990-1995 年噴火の第 3 ロープ溶岩で、ともに粉碎したあと 1400~1600 の高温で熔融し均質なメルトを作り、その後直径 0.5~0.8mm の繊維状ガラスに加工した。それらを蒸留水とともにオートクレーブに入れ、次の条件で水和を試みた。

十勝 A：360 ，200kPa，100 時間

十勝 B：360 ，60kPa，172 時間

雲仙 A：350 ，10kPa，12 時間

雲仙 B：400 ，300kPa，18 時間

これらのうち水和層が見られたのは雲仙 B のみで、試料表面に厚さおよそ 0.1mm 形成されていた。FT-IR による定性分析から水が高濃度で存在することが確認された。EPMA による分析結果を見ると、トータルが低いこともあり定量性には問題があるが、水和層内での化学組成は水和させていないガラスとほぼ同じで、Na には若干の減少（3.71% 2.99%；百分率換算での平均値）があった。

十勝 B と雲仙 A には目立った変化が見られなかったが、十勝 A では表面に著しい溶脱が認められた。実験後の試料は表面が粘土状に変化し、それは超音波洗浄により容易に分散した。実験前後の試料の太さから、溶脱の進行した深さは 0.08mm と求められた。しかし FT-IR による定性分析の結果から、溶脱せずに残った部分には水が全く含まれていないことが確認された。このことは表面で水和が起こってもそれと同時に溶脱が起こり、水和層が維持されなかったことを意味する。従って、仮に十勝 A の温度圧力条件で保持時間だけを短くしたとしても、その時間に応じた溶脱が必ず起こるはずである。一方十勝 A より溶脱が起こりやすい高温高圧下で保持された雲仙 B では溶脱は確認されなかった。このことから、十勝 A と雲仙 B で溶脱の程度に差がでた原因は、実験条件の違いではなく組成の違いであることが分かる。

これまで含水メルトの粘性測定は、ペレット状の試料に細い針を差し込むペネトレーション法で行われてきた。そのため試料はカプセルに粉末試料と水を封入し高温高圧をかけることで作成できるので、ガラス転移温度を超えた熔融状態で水を含ませることが可能だった。一方ガラス繊維引き伸ばし法に用いる試料は常圧下で成形されるため、この段階で水を含ませておくことはできない。従って成形終了後にガラスが変形しない程度の温度で水和させざるを得ず、水和速度と溶脱速度の兼ね合いが大きな問題になる。雲仙 B では溶脱なしに水和層を形成することができたが、さらに長時間高温高圧下におけばこの試料でも溶脱が進むことが十分予想される。従って保持時間を長くすることで中心まで水和を進行させ粘性測定に使える試料を作れるかは疑問である。しかしこれに対しては試料を細くすることで対応できると考えられる。一方ほかの 3 試料の実験結果から、含水試料の作成には温度・圧力も重要な条件であることは明らかである。含水率コントロールの意味も含め、今後さらに温度・圧力・組成・時間を様々に組み合わせた水和実験が必要である。