

火山噴火の数値シミュレーション研究集会
2008.11.10(東大地震研)

マグマ混合過程における マグマポケットの効果

佐藤鋭一・佐藤博明
(神戸大学大学院)

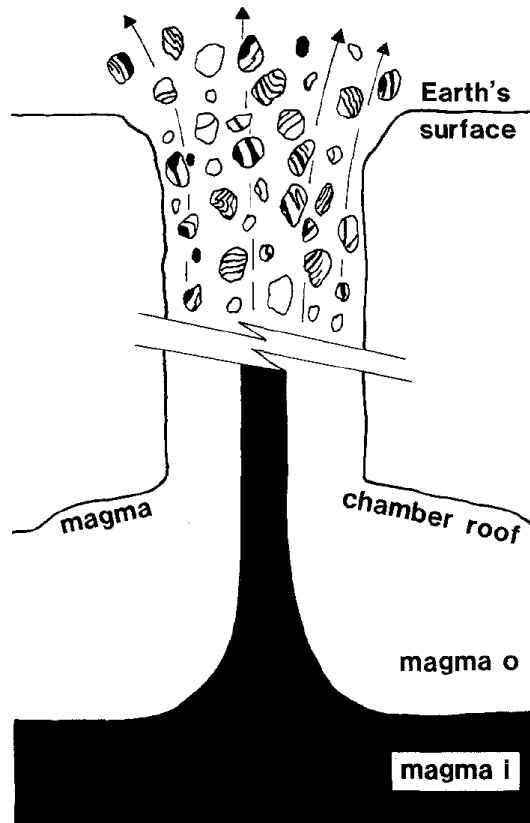
火道内混合

a. 爆発的な噴火

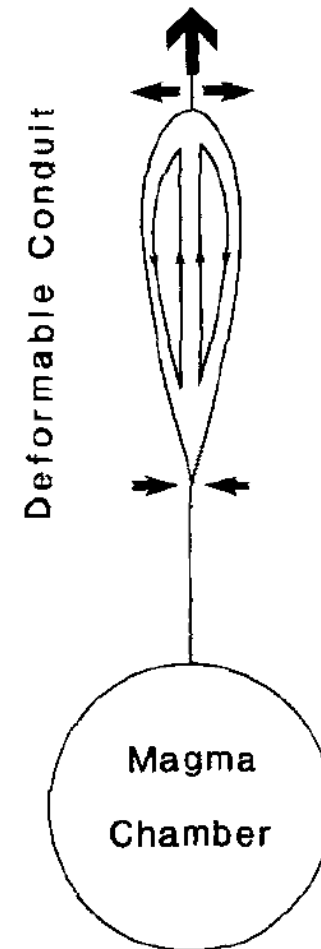
(Koyaguchi, 1985; Blake & Campbell, 1986; Freundt & Tait, 1986)

b. 非爆発的な噴火

(Koyaguchi, 1987; Koyaguchi & Blake, 1989)

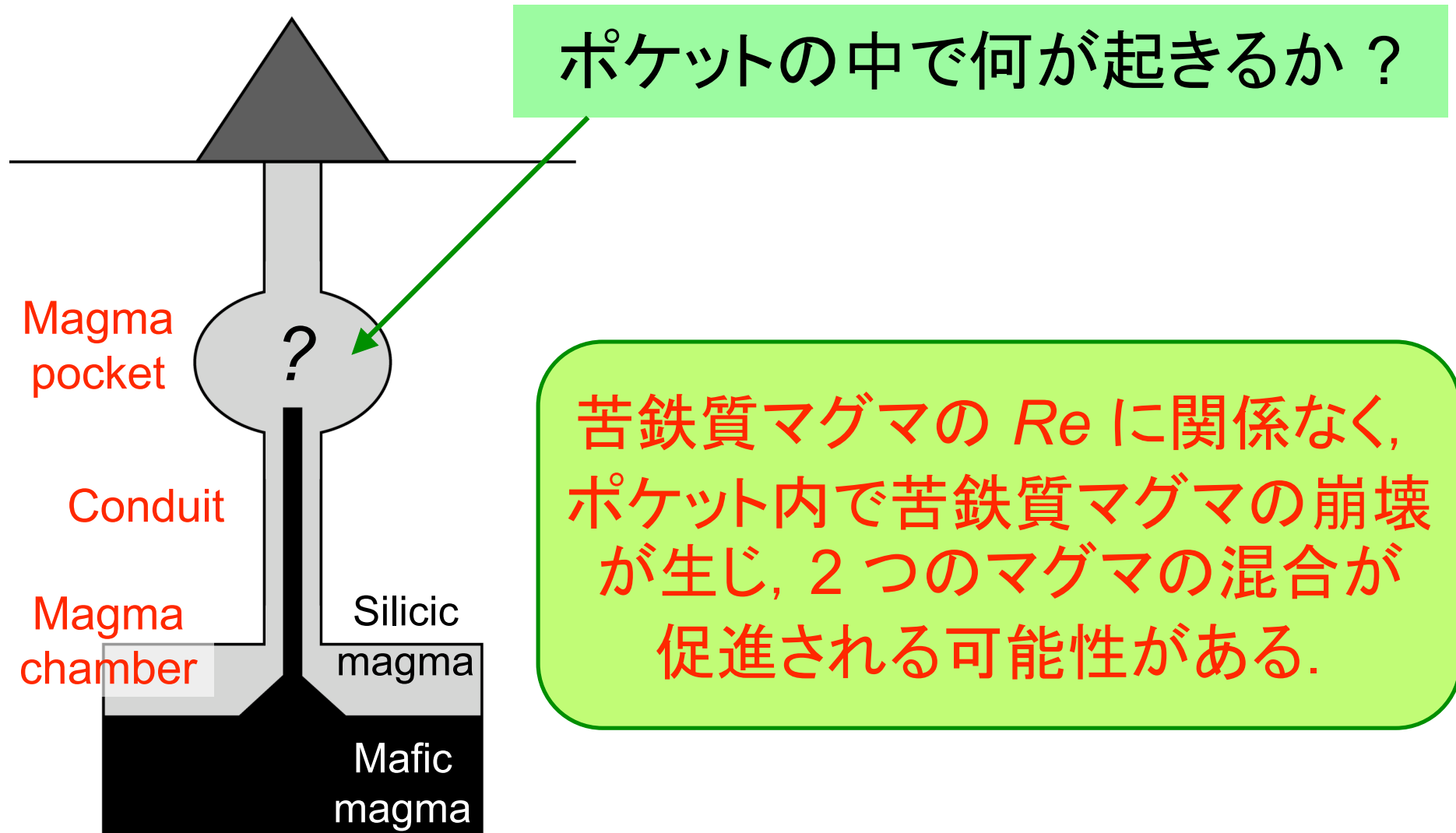


(Blake & Campbell, 1986)

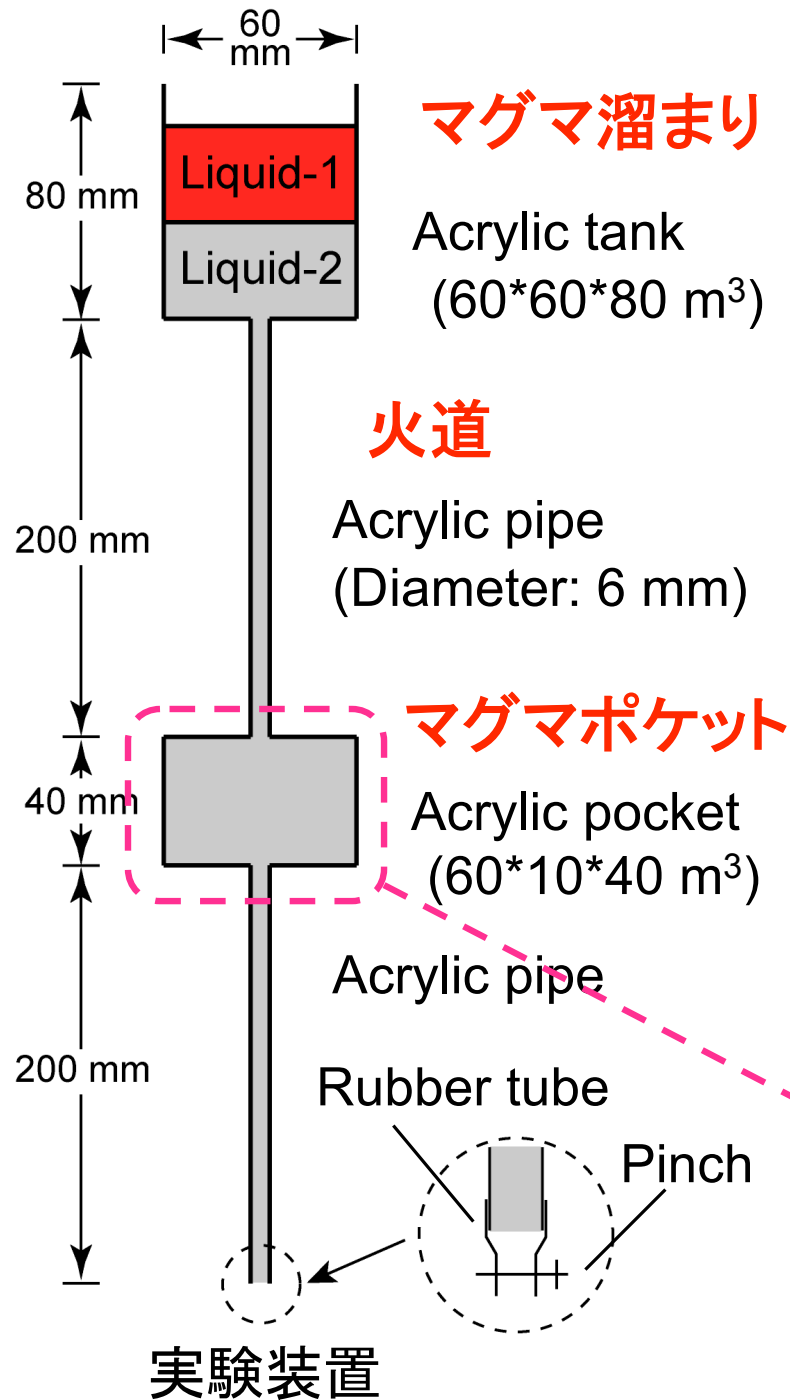


(Koyaguchi & Blake, 1989)

マグマポケットを持つ火道内でのマグマ混合の実験



Experiment



Liquid-1
(**mafic magma**)

密度: ρ_1
粘性率: μ_1

Liquid-2
(**silicic magma**)

密度: ρ_2
粘性率: μ_2

$$\rho_1 < \rho_2, \mu_1 < \mu_2$$

Similar experimental works

(Koyaguchi, 1985; Blake & Campbell, 1986)

水, 洗濯のり, 水飴-水 混合液
グリセリン-水 混合液

ポケット内での Liquid-1 の形態

Type-1

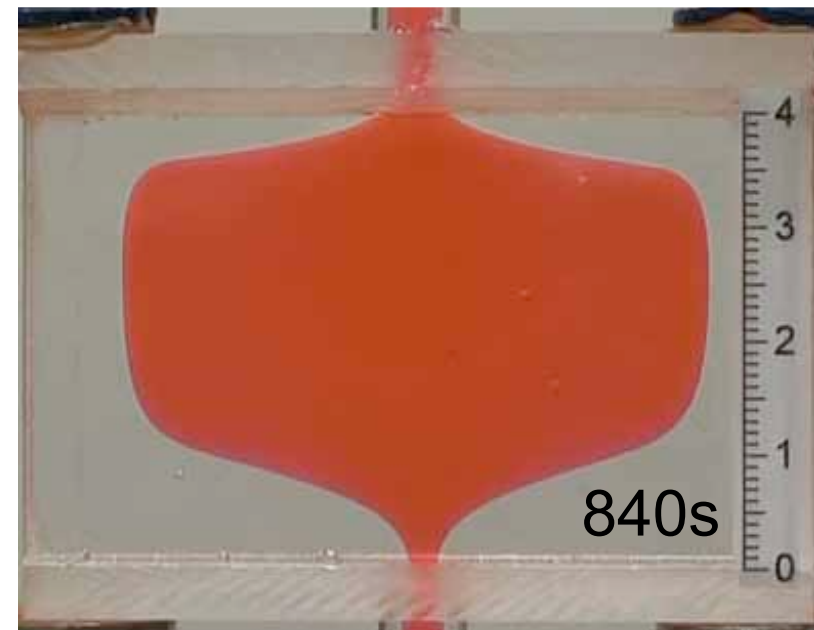
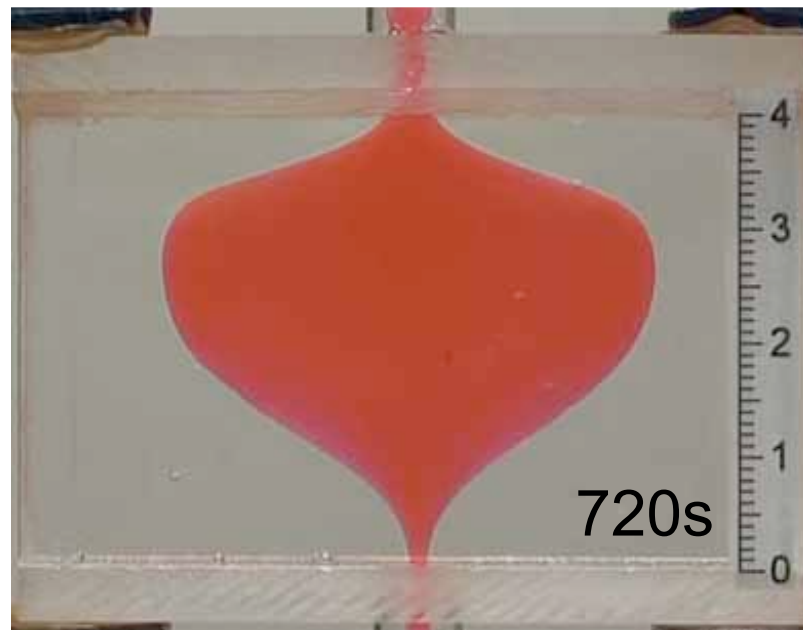
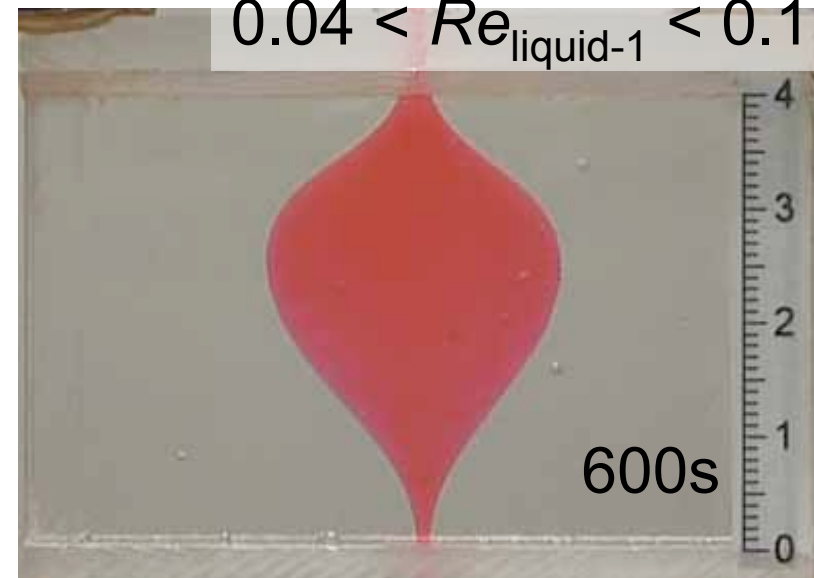
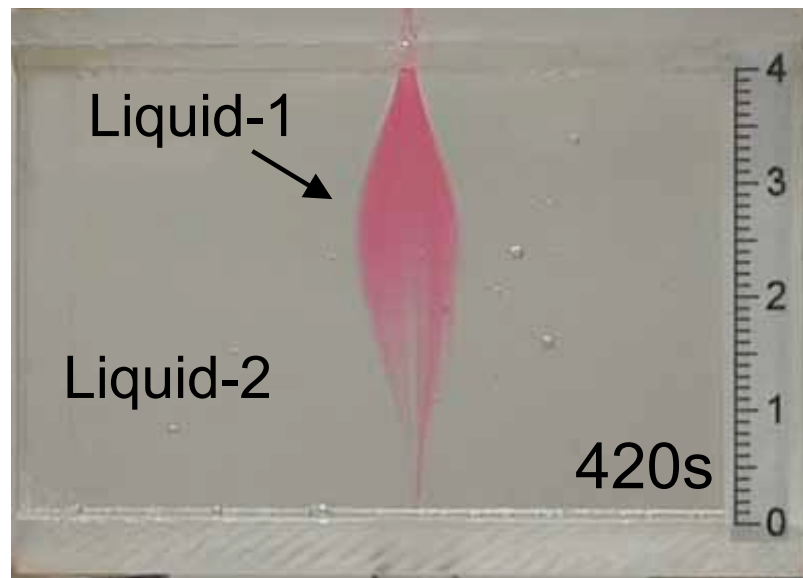
Type-2 (Spread & Lobe sub-types)

Results **Type-1**

Liquid-1 (Syrup-water): 1330 kg/m³, 0.56 Pa s

Liquid-2 (Syrup-water): 1390 kg/m³, 2.76 Pa s

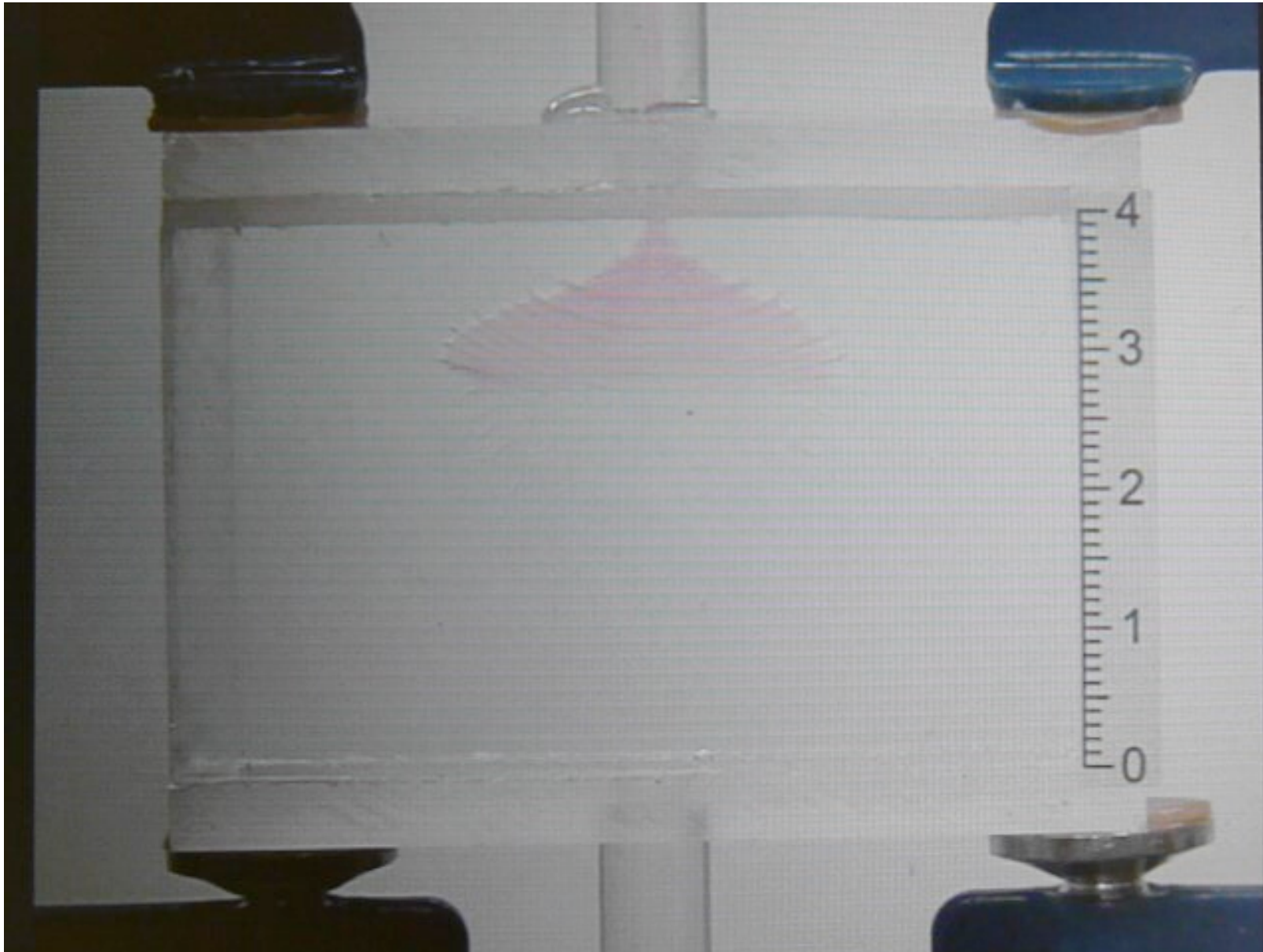
$$0.04 < Re_{\text{liquid-1}} < 0.11$$



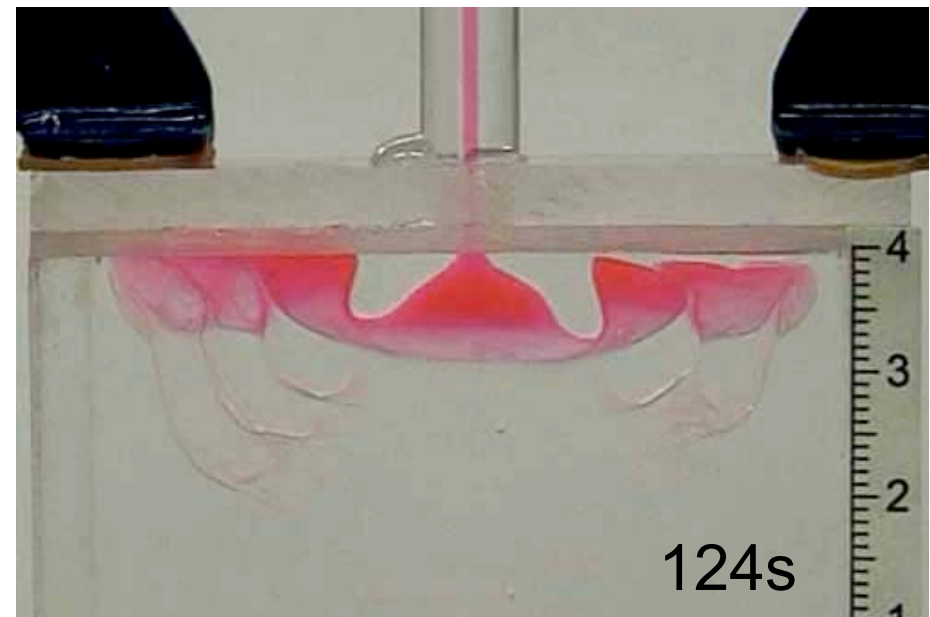
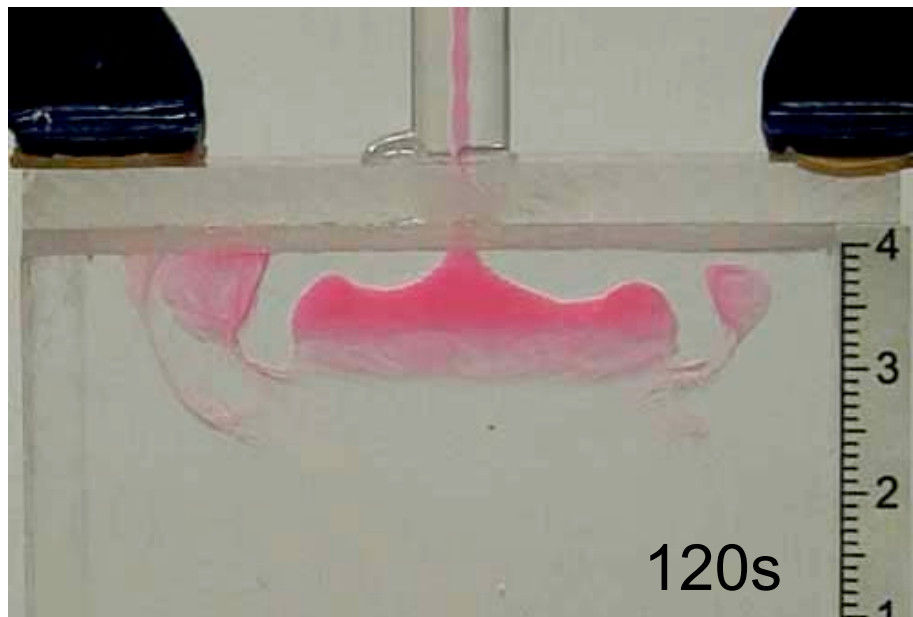
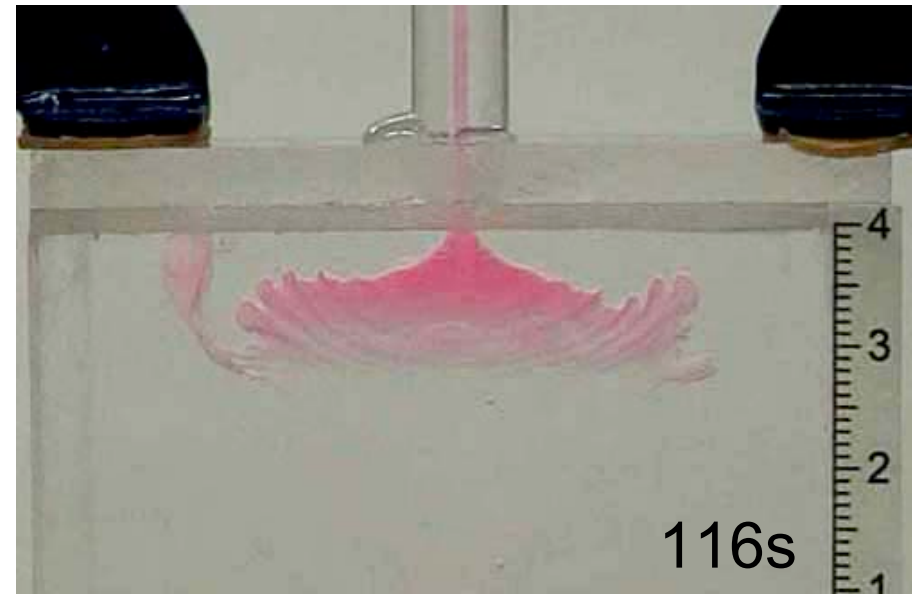
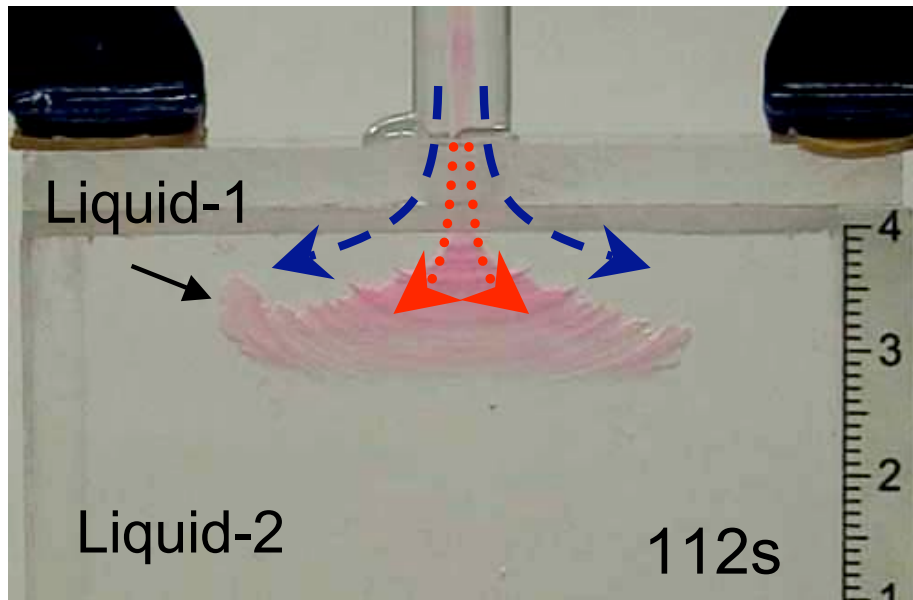
Type-2 (Spread sub-type)

Liquid-1 (Water): 1000 kg/m^3 , 0.001 Pa s

Liquid-2 (Syrup-water): 1330 kg/m^3 , 0.56 Pa s



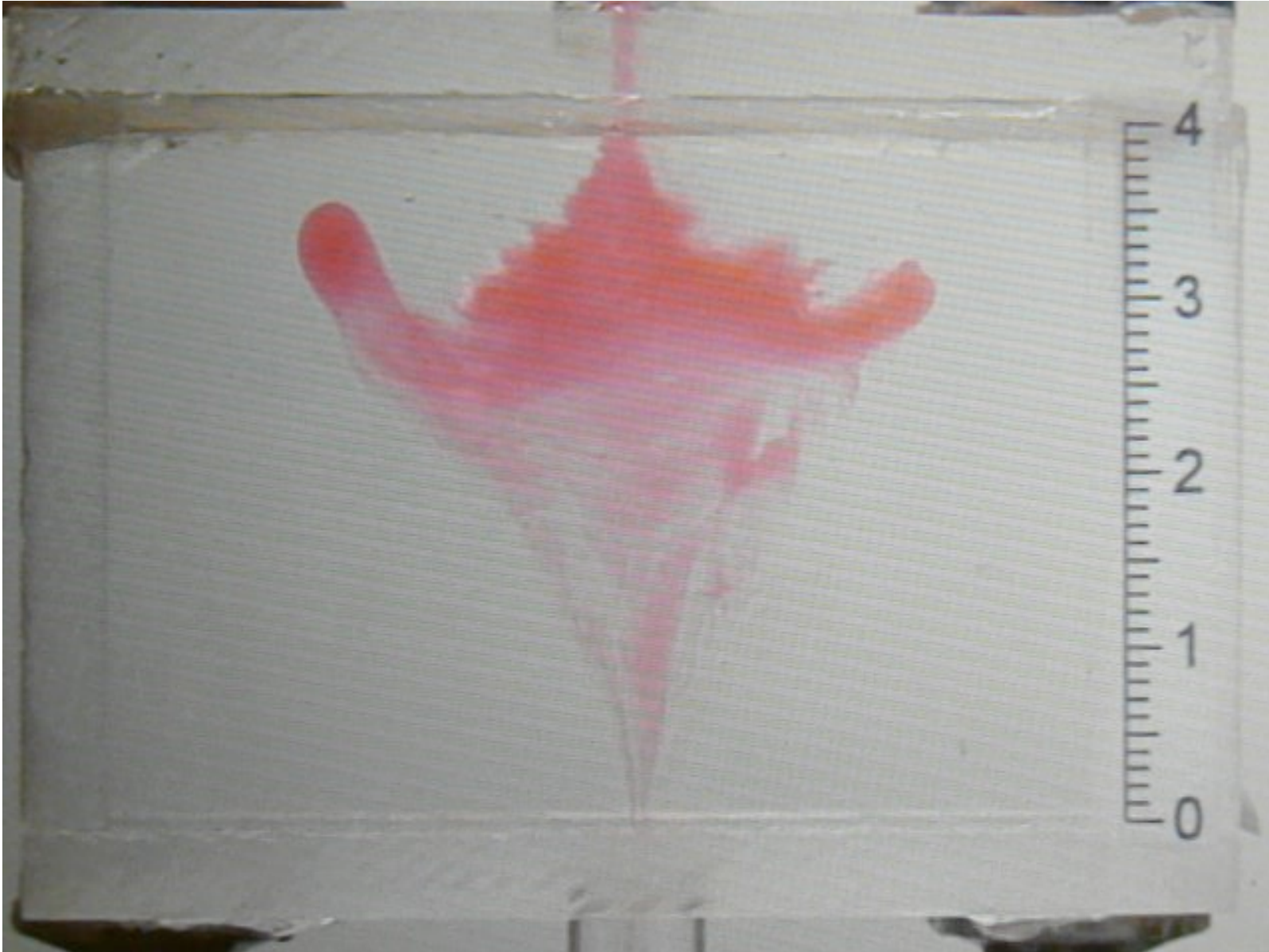
Type-2 (Spread sub-type) $230 < Re_{\text{liquid-1}} < 250$



Type-2 (Lobe sub-type)

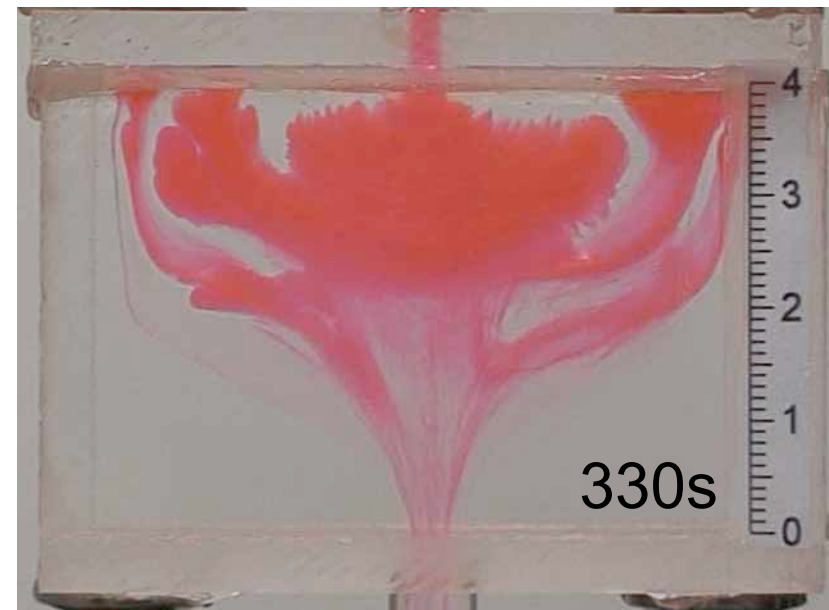
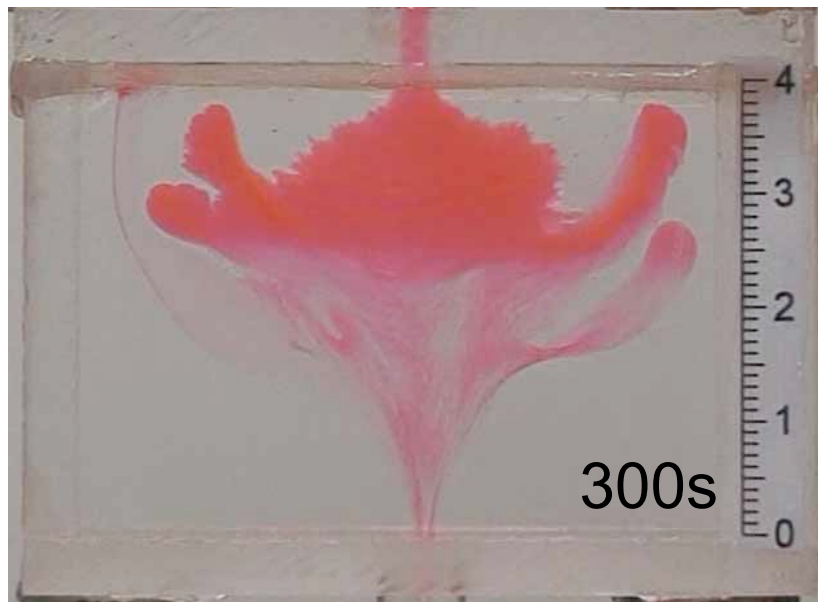
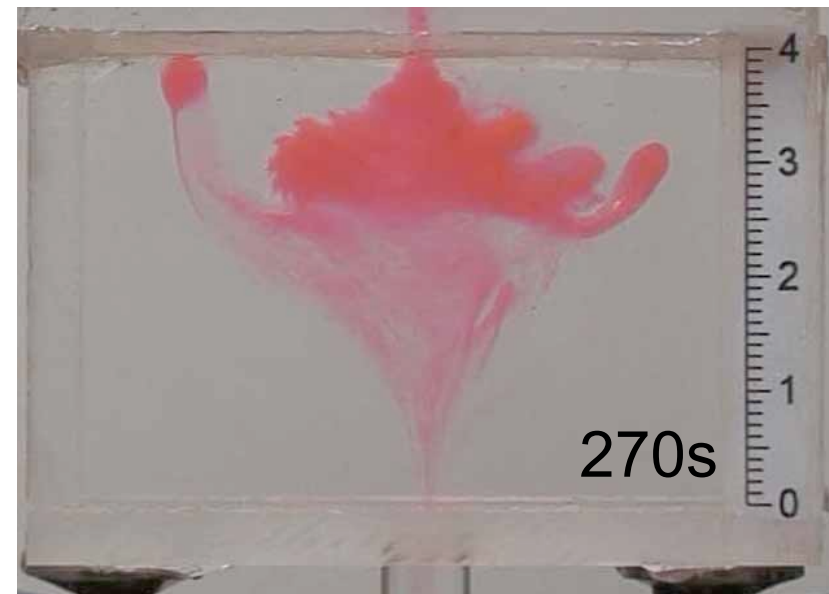
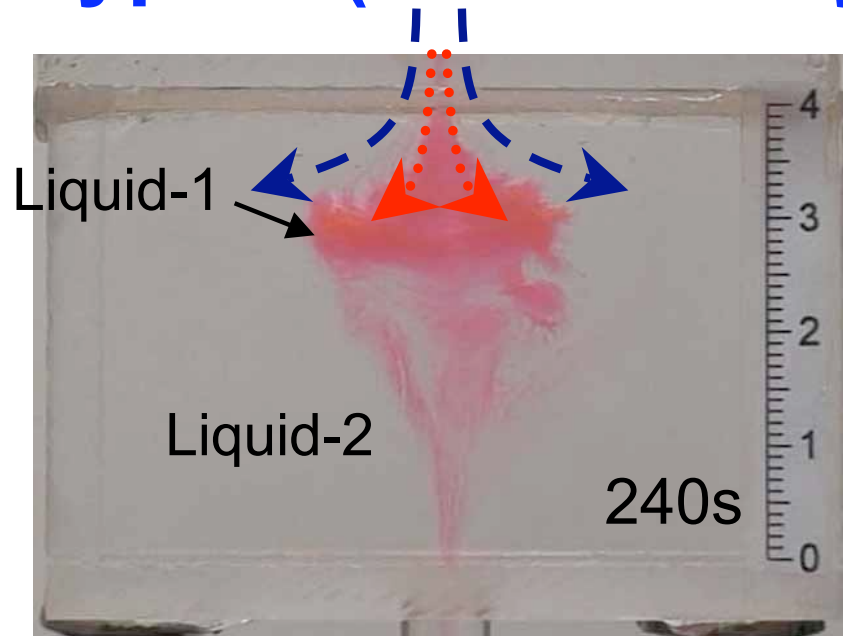
Liquid-1 (Glycerin): 1250 kg/m^3 , 0.93 Pa s

Liquid-2 (Syrup-water): 1390 kg/m^3 , 2.76 Pa s



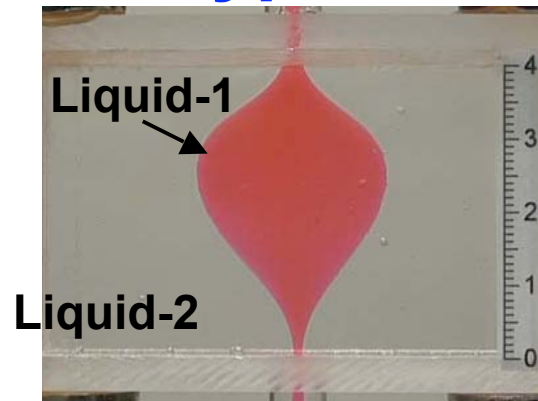
Type-2 (Lobe sub-type)

$$0.04 < Re_{\text{liquid-1}} < 0.06$$

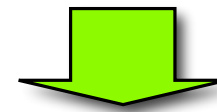


ポケット内での混合過程

Type-1

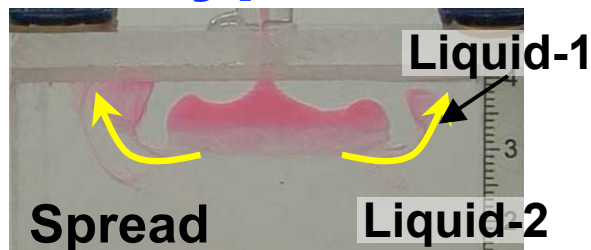


2つの液体は、はっきりと分離している。

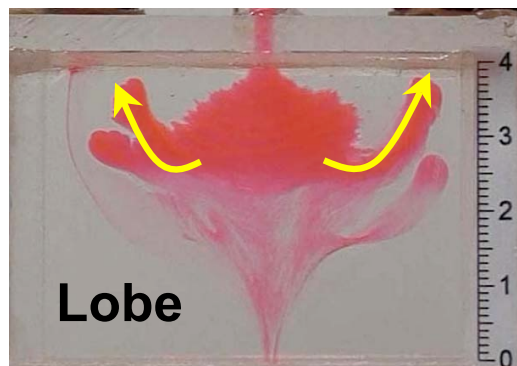
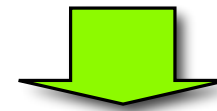


混合しない

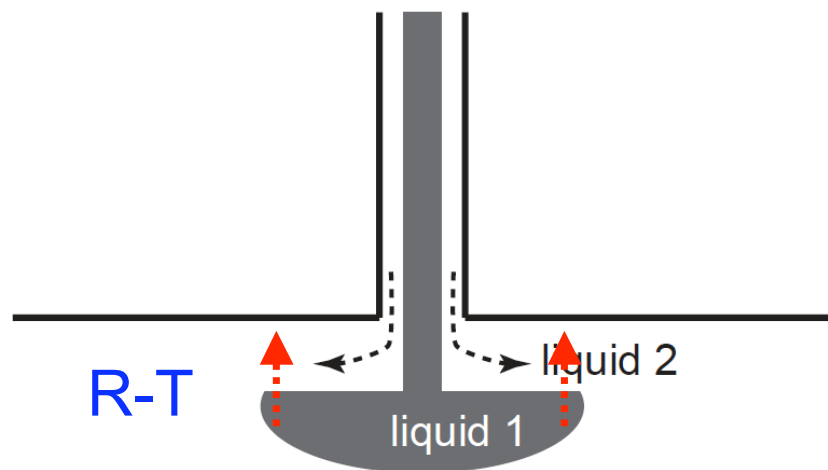
Type-2



連続的な層が形成され、
接触面積が大きくなる。



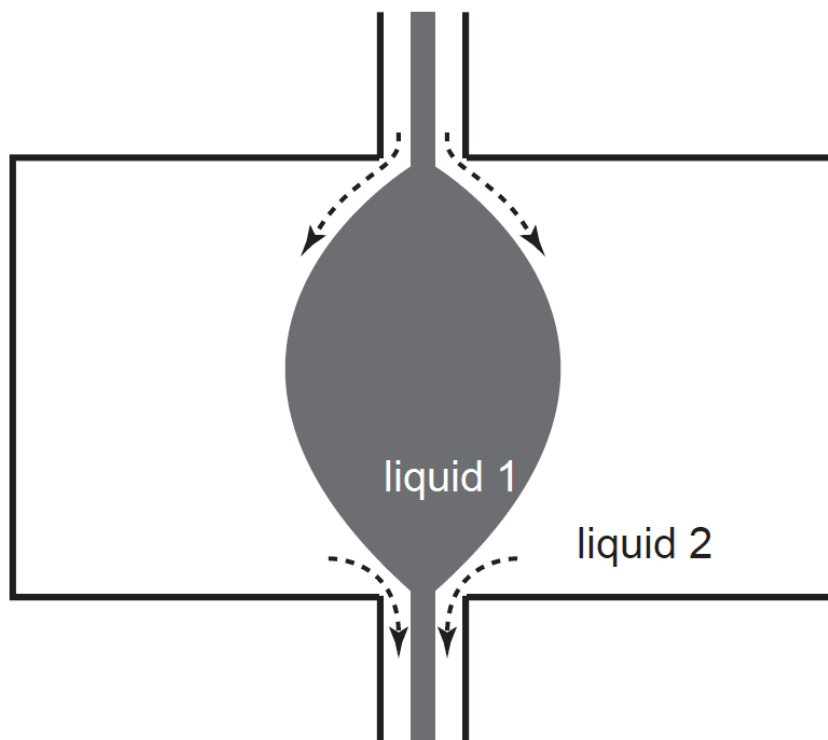
2つの液体の mingling
が促進される



1. 2つの液体が同時にポケットに注入.

2. 密度不安定層の形成.

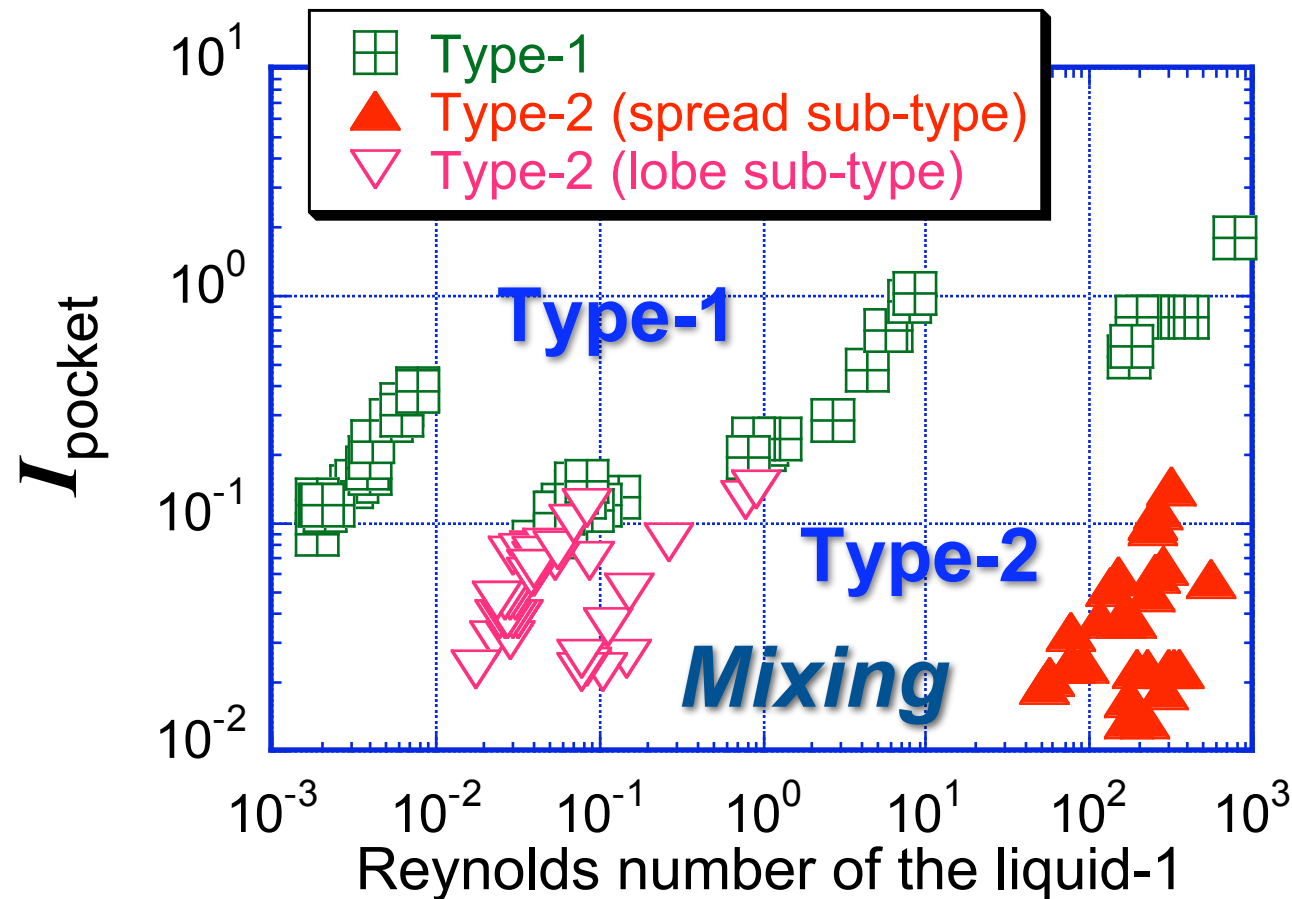
3. R-T instability により
Liquid-1 が浮き上がる (Type-2).



4. Liquid-2 の粘性力によって,
下のパイプに吸い込まれる
(Type-1).

Type 1 と Type 2 の形態の違いは
浮力と粘性力のバランスで表すこと
ができる.

Type-1 と Type-2 の境界条件

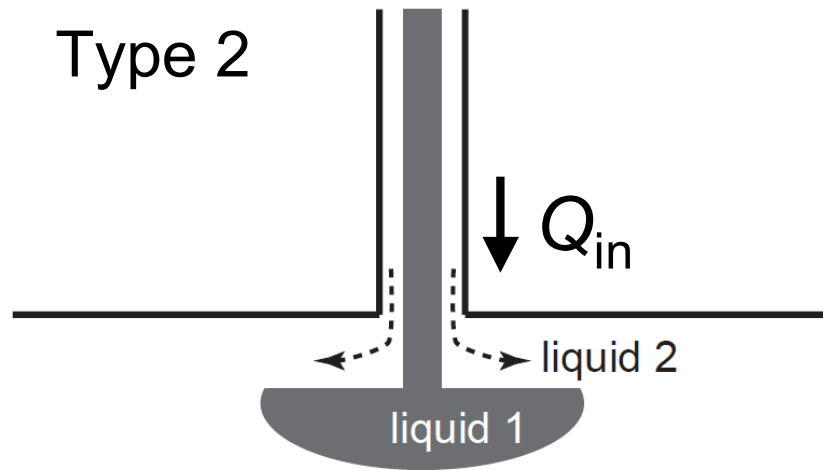


Dimensionless parameter: I Blake and Ivey, 1986
Koyaguchi and Blake, 1989

$$I = \mu_2 U l g \Delta \rho r^2$$

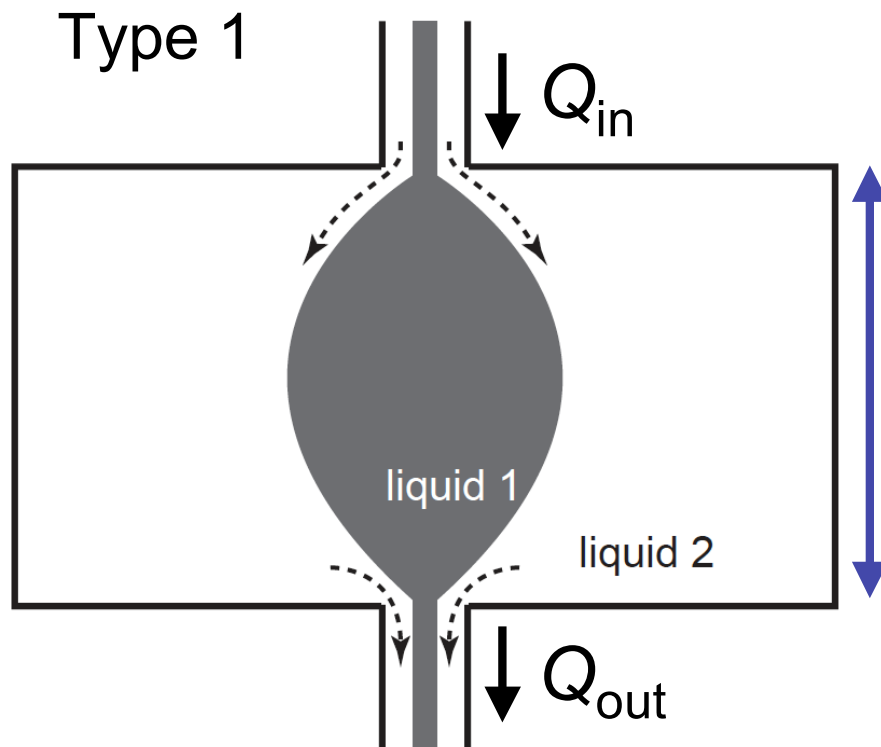


$\frac{\text{viscous force}}{\text{buoyancy force}}$



h が極端に小さい場合

→ Liquid 1 は下部のパイプに吸い込まれる.



h が大きい場合

→ Liquid 1 は浮き上がる可能性がある.

h (liquid 2 の粘性の効果が及ばない)

まとめ

1. ポケット内での liquid-1 の形態は、2 つのタイプに分けられる (Type-1, Type-2)。さらに、Type-2 は 2 つのサブタイプに分類できる (Spread sub-type, Lobe sub-type)。
2. Type-2 では、2 つの液体の連続的な層が形成され、接触面積が増加する。Type-1 と Type-2 の形態の違いは、liquid-1 と liquid-2 の粘性力と浮力 および Q_{in} , Q_{out} , ポケットの深さのバランスで表される。
3. マグマポケットの存在は、苦鉄質マグマの重力の効果を増加させ、ポケット内で重力崩壊が生じる。マグマポケットは混合を促進させる重要なファクターになりうる。