溶岩チューブ形成に関わる地球の溶岩流と月・マリウス丘の溶岩流の検討 Study of the lava flow under the Marius Hills Hole on the Moon by analogy on the Earth

*本多 力1

*Tsutomu Honda¹

1. 火山洞窟学会

1. Vulcano-speleological Society

1.はじめに:溶岩チューブ形成に関わる地球の溶岩流と月・マリウス丘の溶岩河川(リル)内を流れた溶岩 流の比較を行い,月で想定される溶岩チューブ形成のシナリオと温度を推定することが本検討の目的である。通 常のニュートン流体では円管内の流れであれ傾斜面表面重力流であれレイノルズ数(Re)が2000程度を超えると 流れは層流から乱流へと遷移する¹⁾。溶岩流はビンガム流体と考えられ,そのビンガム数(B)やヘドストロム数 (He)はビンガム性とニュートン性の程度を示し,Heが増大すると層流から乱流への遷移Reが増大することが知 られている^{1,2)}。ここでは溶岩流のRe,さらにB,Heに注目して,溶岩チューブ³⁾形成に関わる溶岩流の検討を 行った。

2.地球の溶岩流の検討:表1(a),(b),(c)に三原山1951年溶岩流(SiO₂:52-53wt%)⁴⁾,マウナロア1984年溶岩流 (SiO₂:52wt%)⁵⁾,トルバチク2013年溶岩流(SiO₂:52wt%)⁶⁾における温度,溶岩厚さ,粘性係数,降伏値等のその場測 定値を整理したものを示し,それに基づいたRe,さらに降伏値が得られている場合にはB, Heを示す。それぞれは 低いレイノルズ数を示し,マウナロアの例では長距離にわたり降伏値が測定されている。流れに沿って温度が低 下しそれに伴って粘性係数と降伏値が大幅に増大している。これらの流れは噴出口から下流まですべて層流域 にあり,三原山1951溶岩流では三原ホルニトケイブが,マウナロア溶岩流及びトルバチク溶岩流でも溶岩 チューブが観察されている。地球上の溶岩チューブは層流域で形成されている。

3.月・マリウス丘の溶岩河川リル-Aの溶岩流の検討:マリウス丘のリル-Aの溶岩流のB,He,Reを知るには溶 岩流動厚さ,粘性係数,降伏値,重力加速度,溶岩密度,溶岩流速,傾斜度が必要である。溶岩河川リル-Aにある縦孔 下の空洞高さ17mを溶岩流動厚さとし,降伏値131Paを固定値として用いた⁷⁾。粘性係数は5Pa.sから 16000Pa.sの範囲として流速はビンガム流体の層流として傾斜角度0.31°の傾斜面を自由表面重力流と並行平 板間重力流の式⁸⁾で計算した。得られたB,Re,Heを表1(d),(e)に示す。自由表面重力流では粘性係数100Pa.sで 遷移域にあり,3000Pa.sで層流を示し、並行平板間重力流では100Pa.sで層流を示している。温度の関数として の月の溶岩の粘性係数は様々な化学組成の溶岩についてChevrel (2014)⁹⁾にまとめられている。マリウス丘の 溶岩化学組成が不明なので明確なことは言えないが,100Pa.s~3000Pa.sはCukierman (1973)¹⁰⁾のFig.3の高チ タン成分の溶岩(試料15555)として判断すると表1(d)(e)に示すように溶岩温度1050-1000℃に対応してい る。低チタン成分の溶岩(試料68502)であればもっと高い溶岩温度1200-1100℃に対応する。溶岩チューブは 流れが乱流では攪乱されチューブ天井となるクラストは形成されにくいと考えられるので、高温時は乱流で あっても、流れに沿って冷却後低温になり層流となり溶岩チューブを形成するシナリオが妥当と考えられる。

4.まとめ:噴出孔近傍で乱流であれば層流への遷移後,溶岩チューブが形成される。溶岩チューブ形成推定温度は,溶岩の化学組成にもよるが1000-1200℃程度である可能性がある。今後の課題としては,温度の関数としての月の溶岩の化学組成に基づいた粘性係数,降伏値の合成試料実験データ等の蓄積・整理(粘性係数と降伏値の温度変化に対する同時計測例としてIshibashi(2010)¹¹⁾によるFuji1707溶岩がある)が必要である。

参考文献:

1)岐美格,他:日本原子力学会誌, Vol.7, No.11, 1965,627-633

2)G.Hulme:Geophysical Surveys 5 (1982) 245-279

3)T.Kaku et al:Geophysical Research Letters 44.20 (2017): 10-155. DOI:10.1002/2017GL074998

4)T.Minakami:東大地震研彙報, Vol.29,pp.487-493,1951

5)H.J.Moore:Volcanism in Hawaii, Chapt 58: USGS Professional Paper1350(1987)

6)A.Belousov et al:Bulletin of Volcanology (January 2018) 80(1)

https://doi.org/10.1007/s00445-017-1180-2

7)本多力:SVC50-05,第61回地球惑星科学連合大会,2017

8)本多力:1B11,宇宙科学技術連合講演会講演集,2017

9)M.Chevrel et al:Geochimica.Cosmochimica Acta 124,(2014), 348-365

10)M.Cukierman et al:Geochimica.Cosmochimica Acta 3,(1973) 2685-2696.

11)H.Ishibashi et al:J.Mineralogical & Petrological Science 105,(2010) 334-339.

キーワード:溶岩チューブ、粘性係数、降伏値、溶岩流、月縦孔

Keywords: lava tube, viscosity, yield strength, lava flow, lunar pit

表1.地球上の玄武岩溶岩流と月・マリウス丘のリルAの溶岩流の傾斜表面重力流の比較検討

(1) 第台出版 第金/2 第公元4 路伏他 粘性体必 第近 相執角修 ビンガム数:1 レイルス数:0 ヘドストロム数:00 1 1125 ¹ 0 1.02±0.08 s/sec 0.31 n - 560 Pa.:s (250 Kg/s) 35" - 1.44 - 11 1108 ¹ 0 0.35±0.04 s/sec 0.5 n - 1800 Pa.:s (2500 Kg/s) 16" - 0.04 - 111 108 ¹ 0 0.15±0.03 s/sec 0.77 n - 7100 Pa.:s (2500 Kg/s) 16" - 0.04 - (1) 108 ¹ 0 0.8±0.02 s/sec 1.3 n - 2300 Pa.:s (250 Kg/s) 11" - 0.01 - (1) 0.8±0.02 s/sec 1.3 n - 2300 Pa. 1000 Kg/s 5.6" 0.099 18.7 1.86 (1) 1.045 ¹ 0 5.3 s/sec 4 n 150 Pa 1134 Pa. 1000 Kg/s 5.6" 0.099 18.7 1.86 (1) 1.055 ¹ 0 (C/LD ¹) 1.6 s/sec 5 n <t< th=""><th></th><th colspan="10"></th></t<>											
II 1108℃ 0.35±0.04 m/sec 0.5 m - 1800 Pa.s (2500 Kg/m ³) 27° - 0.24 - III 1083℃ 0.15±0.03 m/sec 0.77 m - 7100 Pa.s (2500 Kg/m ³) 18° - 0.04 - VI 1038℃ 0.08±0.02 m/sec 1.3 m - 23000 Pa.s (2500 Kg/m ³) 11° - 0.01 - (0)公司分子のしりのはなる 参え方名台口の 方式 w - 23000 Pa.s (2500 Kg/m ³) 11° - 0.01 - (1)公式からるkm 1140±3℃(火口) 5.3 m/sec 4 m 150 Pa 1134 Pa.s 1000 Kg/m ³ 5.6° 0.099 18.7 1.86 火口から8km T段 1135±5℃(大口) 1.6 m/sec 5 m 970 Pa 3014 Pa.s 1700 Kg/m ³ 3.7° 1.005 4.5 4.54 火口から15km 106-112€℃(大口) 0.34 m/sec 9.3 m 3200 Pa.s 2400 Kg/m ³ 3.3° 1.079 0.09 0.10 (1)たうたうながの 1060 Pa.sc 3.5 m	(a)三原山1951年溶岩流 測定の位置 ⁴	溶岩温度4	流速4	溶岩深さ4)	降伏値	粘性係数4	密度	傾斜角度4	ビンガム数:B	レイノルズ数:Re	ヘドストロム数:He
III 1083℃ 0.15±0.03 #/sec 0.77 m - 7100 Pa.s (2500 Kg/m) 16° - 0.04 - VI 1038℃ 0.08±0.02 m/sec 1.3 m - 23000 Pa.s (2500 Kg/m) 11° - 0.01 - (b) 30%℃ 0.08±0.02 m/sec 1.3 m - 23000 Pa.s (2500 Kg/m) 11° - 0.01 - (b) 30%℃ 0.08±0.02 m/sec 1.4 m 150 Pa 1134 Pa.s. 1000 Kg/m² 5.6° 0.099 18.7 1.86 火口から3km 1135±5℃ (人口から 1.6 m/sec 5 m 970 Pa 3014 Pa.s. 1700 Kg/m² 2° 1.055 4.54 4.54 火口から3km 1135±5℃ (人口から 1.6 m/sec 5 m 970 Pa 3014 Pa.s. 1700 Kg/m² 2° 1.653 3.5 6.55 火口から3km 1185±5℃ (人口から 1.6 m/sec 5 m 970 Pa 3014 Pa.s. 1700 Kg/m² 3.3° 1.079 0.09 0.10 (c) 上のから1km 100±120℃ 1.6 m/sec 5 m 970 Pa 3014 Pa.s. 2000 Kg/m² <t< td=""><td>I</td><td>1125℃</td><td>1.02 ± 0.08 m/sec</td><td>0.31 m</td><td>-</td><td>560 Pa.s</td><td>(2500 Kg/m³)</td><td>35°</td><td>-</td><td>1.41</td><td>-</td></t<>	I	1125℃	1.02 ± 0.08 m/sec	0.31 m	-	560 Pa.s	(2500 Kg/m³)	35°	-	1.41	-
VI 108℃ 0.08±0.02 m/sec 1.3 m - 2300 Pa.s (2500 Kg/m ³) 11° - 0.01 - (b) マンドンのします #素容容描描述 満建 ³ 溶岩深さ ³ 降伏値 ³ 花種 ³ 花種 ³ 降伏値 ³ 花種 ³ 5.6° 0.099 18.7 1.86 火口から3km 1140±3℃(火口) 5.3 m/sec 4 m 150 Pa 1134 Pa.s 1000 Kg/m ³ 5.6° 0.099 18.7 1.86 火口から3km 1140±3℃(火口) 5.3 m/sec 5 m 970 Pa 3014 Pa.s 1700 Kg/m ³ 3.75° 1.005 4.5 4.54 火口から3km 108±5℃(火口) 1.8 m/sec 6 m 991 Pa 2885 Pa.s 1700 Kg/m ³ 2.* 1.005 4.5 4.54 火口から15km 108±120℃(火口) 0.34 m/sec 9.3 m 3200 Pa 81110 Pa.s 2400 Kg/m ³ 3.3° 1.079 0.09 0.10 (21 いがら2 44m 1080℃ 2.5 m 7 100000 Pa.s 2500 Kg/m ³ 3.3° 1.079 0.09 0.10	II	1108°C	0.35 ± 0.04 m/sec	0.5 m	-	1800 Pa.s	(2500 Kg/m³)	27°	-	0.24	-
(1) マクナクル1留(注意) 参考浴台屋の 流達の 浴台菜は 浴台菜は 花枝敷の 密度の 傾斜角度の どンガム数4 レイノルズ数40 ヘドストロム数400 火口から3km 1140±3℃(火口) 5.3 m/sec 4 m 150 Pa 1134 Pa.s. 1000 Kg/s ³ 5.6° 0.099 18.7 1.86 火口から8km上段 1135±5℃(火口から) 1.6 m/sec 5 m 970 Pa 3014 Pa.s. 1700 Kg/s ³ 3.75° 1.005 4.5 4.54 火口から8km下段 1135±5℃(火口から) 1.8 s/sec 5 m 970 Pa 3014 Pa.s. 1700 Kg/s ³ 2° 1.853 3.5 6.55 火口から15km 1086+120℃(火口か) 0.34 m/sec 9.3 m 3200 Pa 81110 Pa.s. 2400 Kg/s ³ 3.3° 1.079 0.09 0.10 (2) というそう201325第 溶 溶岩菜を 9.3 m 3200 Pa 81110 Pa.s. 2500 Kg/s ³ 8° - 1.089 0.412 A324th AT2 A3284th 4 - - - 1.000000 Pa.s. 2500 Kg/s ³ 8° - 3.89x10 ⁴ - - -	III	1083°C	0.15 ± 0.03 m/sec	0.77 m	-	7100 Pa.s	(2500 Kg/m³)	16°	-	0.04	-
若素測定の音響 ジャパクション ハロシ シュン ハロシ シュン ハロシ ハロシ シュン シュン ハロシ シュン シュン ション <	۷I	1038°C	0.08±0.02 m/sec	1.3 m	-	23000 Pa.s	(2500 Kg/m³)	11°	-	0.01	-
火口から8km上段 1135±5℃(火口から 10km) 1.6 m/sec 5 m 970 Pa 3014 Pa.s 1700 Kg/m³ 3.75° 1.005 4.5 4.54 火口から8km下段 105±5℃(火口から 10km) 1 m/sec 6 m 891 Pa 2885 Pa.s 1700 Kg/m³ 2° 1.853 3.5 6.55 火口から15km 106±1120℃(火口か 512km以上) 0.34 m/sec 9.3 m 3200 Pa 81110 Pa.s 2400 Kg/m³ 3.3° 1.079 0.09 0.10 (2) ±L115±70(125±3 第音濃度 荒ま? 浴音深さ? 除伏値 粘性係数? 密度 単斜角度? ビンガム数部 レインルズ数:m ヘドストロム数:m 火口から2.4km 1069℃~1082℃ 0.008 m/sec 3.5 m - 1800000 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 1.68 0.22 0.37 縦長面流1000℃) 0.08 m/sec 17m 131 Pa 180000 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 1.68 0.22 0.37 縦孔下 不明(100℃) 0.44 m/sec 17m 131 Pa 18000 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 1.68 6.26 10.5 <	(b)マウナウル1987年溶 岩流測定の位置 [®]	参考溶岩温度5	流速5	溶岩深さ♡	降伏值5	粘性係数5	密度5)	傾斜角度5	ビンガム数:B	レイノルズ数:Re	ヘドストロム数:He
人口からる#ml_ptg 10km 10km 10km 31m	火口から3km	1140±3℃(火口)	5.3 m/sec	4 m	150 Pa	1134 Pa.s	1000 Kg/m ³	5.6°	0.099	18.7	1.86
人口がら5km P投 10km) 1 m/sec 0 m 0 st Fa 2 200 Fa.s 1 /00 K2/m 2 1.003 3.3 5.3 6.33 火口から15km 1086-112C (火口か 512km以上) 0.34 m/sec 9.3 m 3200 Pa 81110 Pa.s 2400 Kg/m ³ 3.3° 1.079 0.09 0.10 (0)上が手ク2013年落 溶岩濃度の 流速の 溶岩深さの 路伏値 粘性係数の 密度の 抑斜角度の ビンガム数:n レイノルズ数:nc ヘドストロム数:nc 火口から2.4km 1069℃~1082° 0.008 m/sec 3.5 m - 1800000 Pa.s 2500 Kg/m ³ 8° - 3.89x10 ⁻⁴ - (少月マリウスに着き 推行話ちかっ推走) 推定活業(原流 などして計算) 7倍深さ 設定路伏値 推定指性係数 密度 抑斜角度の ビンガム数:n レイノルズ数:nc ヘドストロム数:nc 縦孔下 不明(1000°C) 0.08 m/sec 17m 131 Pa 18000 Pa.s 2500 Kg/m ³ 0.31° 1.68 6.26 10.5 縦孔下 不明(1000°C) 0.44 m/sec 17m 131 Pa 3000 Pa.s 2500 Kg/m ³ 0.31° 1.68 6.3x104	火口から8km上段	10km)	1.0 m/sec	5 m	970 Pa	3014 Pa.s	1700 Kg/m³	3.75°	1.005	4.5	4.54
(c) 上が子ク2013年滞 岩流測定の位置。 溶岩湿度。 流速。 溶岩深さ。 降伏値 粘性係数。 密度。 順斜角度。 ビンガム数3 レイノルズ数3% ヘドストロム数3% 火口から2.4km 1069℃~1082℃ 0.008 m/sec 3.5 m - 1800000 Pa.s 2500 Kg/m³ 8° - 3.89x10 ⁻⁴ - (少日から2.4km 1069℃~1082℃ 0.008 m/sec 3.5 m - 1800000 Pa.s 2500 Kg/m³ 8° - 3.89x10 ⁻⁴ - (少日から2.4km 1069℃~1082℃ 0.008 m/sec 3.5 m - 180000 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 1.68 0.22 0.37 縦孔下 不明(900℃) 0.08 m/sec 17m 131 Pa 3000 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 1.68 0.22 0.37 縦孔下 不明(1000℃) 1.44 m/sec 17m 131 Pa 3000 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 1.68 6.26 10.5 縦孔下 不明(1000℃) 14.42 m/sec 17m 131 Pa 300 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 1.68 6.3x104 1.05x105	火口から8km下段	1135±5℃(火口か 10km)	රි 1 m/sec	6 m	891 Pa	2885 Pa.s	1700 Kg/m ³	2°	1.853	3.5	6.55
火口から2.4km 1089℃~1082℃ 0.008 m/sec 3.5 m - 1800000 Pa.s 2500 Kg/m ³ 8° - 3.89x10 ⁻⁴ - (1)日マリウス丘浴浴 #日空浴浴店店(茶 #宝花店茶 浴浴菜 設定除伏値 #定粘性係数 窓店 類斜角度 ³ ビンガム数:0 レイノルズ数:0: ヘドストロム数:0: 縦孔下 不明(900℃) 0.08 m/sec 17m 131 Pa 16000 Pa.s 2500 Kg/m ³ 0.31° 1.68 0.22 0.37 縦孔下 不明(1000℃) 0.44 m/sec 17m 131 Pa 3000 Pa.s 2500 Kg/m ³ 0.31° 1.68 6.26 10.5 縦孔下 不明(1000℃) 1.44 m/sec 17m 131 Pa 3000 Pa.s 2500 Kg/m ³ 0.31° 1.68 6.326 10.5 縦孔下 不明(1000℃) 14.4. m/sec 17m 131 Pa 300 Pa.s 2500 Kg/m ³ 0.31° 1.68 6.3x104 1.05x10 ⁵ 縦孔下 不明(100℃) 44.2 m/sec 17m 131 Pa 300 Pa.s 2500 Kg/m ³ 0.31° 1.68 2.3x10 ⁶ 3.79x10 ⁵	火口から15km	1086-1126℃(火口; ら12km以上)	か 0.34 m/sec	9.3 m	3200 Pa	81110 Pa.s	2400 Kg/m³	3.3°	1.079	0.09	0.10
(1)日マリウス丘浴岩 淋(長面流れ)の位着 推定落き湯底(紙) #15555から推定) 推定流速(廃流) として言弊) 溶音深さ 治(として言弊) 設定降伏値 推定粘性係数 密度 傾斜角度 ⁷ ビンガム数:0 レイノルズ数:0c ^ トストロム数:1b 縦孔下 不明(900°C) 0.08 m/sec 17m 131 Pa 18000 Pa.s. 2500 Kg/m ³ 0.31° 1.68 0.22 0.37 縦孔下 不明(1000°C) 0.44 m/sec 17m 131 Pa 3000 Pa.s. 2500 Kg/m ³ 0.31° 1.68 6.26 10.5 縦孔下 不明(1000°C) 1.44 m/sec 17m 131 Pa 100 Pa.s. 2500 Kg/m ³ 0.31° 1.68 6.326 10.5 縦孔下 不明(100°C) 44.2 m/sec 17m 131 Pa 30 Pa.s. 2500 Kg/m ³ 0.31° 1.68 6.3x104 1.05x10 ⁵ 縦孔下 不明(100°C) 44.2 m/sec 17m 131 Pa 5 Pa.s. 2500 Kg/m ³ 0.31° 1.68 6.3x104 1.05x10 ⁵ 縦孔下 不明(100°C) 205 m/sec 17m 131 Pa 100 Pa.s. 2500 Kg/m ³ 0.31° 1.68 6.3x10 ⁴ <th>(c)トルバチク2013年溶 岩流測定の位置[©]</th> <th>溶岩温度®</th> <th>流速</th> <th>溶岩深さの</th> <th>降伏値</th> <th>粘性係数®</th> <th>密度的</th> <th>傾斜角度6</th> <th>ビンガム<mark>数:B</mark></th> <th>レイノルズ数:Re</th> <th>ヘドストロム数:lle</th>	(c)トルバチク2013年溶 岩流測定の位置 [©]	溶岩温度®	流速	溶岩深さの	降伏値	粘性係数®	密度的	傾斜角度6	ビンガム <mark>数:B</mark>	レイノルズ数:Re	ヘドストロム数:lle
流(表前流れ)の位置 科15555から推定) として言辞) 7 131 Pa 3000 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 1.68 6.3x104 1.05x105 3.79x105 縦孔下 不明(100°C) 265 m/sec 17m 131 Pa 30 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 1.68 6.3x104 1.05x105 3.79x105 縦孔下 不明(100°C) 265 m/sec 17m 131 Pa	火口から2.4km	1069℃~1082℃	0.008 m/sec	3.5 m	-	1800000 Pa.s	2500 Kg/m³	8°	-	3.89×10 ⁻⁴	-
縦孔下 不明(1000℃) 0.44 m/sec 17m 131 Pa 3000 Pa.s 2500 Kg/m ³ 0.31° 1.68 6.26 10.5 縦孔下 不明(1050℃) 13.3 m/sec 17m 131 Pa 100 Pa.s 2500 Kg/m ³ 0.31° 1.68 5634 9464 縦孔下 不明(1100℃) 44.2 m/sec 17m 131 Pa 30 Pa.s 2500 Kg/m ³ 0.31° 1.68 6.3x104 1.05x10 ⁵ 縦孔下 不明(120℃) 265 m/sec 17m 131 Pa 30 Pa.s 2500 Kg/m ³ 0.31° 1.68 2.3x106 3.79x10 ⁶ (-) 月マリウエ行管 推定強度(廃流 冷音/20 ⁻) 265 m/sec 17m 131 Pa 30 Pa.s 2500 Kg/m ³ 0.31° 1.68 6.3x104 1.05x10 ⁵ (-) 月マリウエ行管 推定強度(廃流 冷音/20 ⁻) 265 m/sec 17m 131 Pa 16000 Pa.s 2500 Kg/m ³ 0.31° 1.68 0.3x104 1.05x10 ⁵ (-) 月マリウエ行管 推定強度(廃流 冷音/20 ⁻) 265 m/sec 17m 131 Pa 16000 Pa.s 2500 Kg/m ³ 0.31° 6.72 0.06 0.37 縦孔下 不明(100℃) 0.02 m/sec 17m 131 Pa 1000 Pa.s 2500 Kg/m ³ 0.31° 6.72 1.56 10.5 縦孔下 不明(100℃) 0.11 m/sec 17m 131 Pa 100 Pa.s 2500 Kg/m ³ 0.31° 6.72 1.56 10.5 10.5 10.5 10.5 10.5 10.5 10.5 11.1 m/sec 17m 131 Pa 30 Pa.s 2500 Kg/m ³ 0.31° 6.72 1.56x104 1.05x10 ⁵	(d)月マリウス丘溶岩 流(表面流れ)の位置	推定溶岩温度(試 料15555から推定	推定流速(層流 として計算)	溶岩深さ	設定降伏値	推定粘性係数	密度	傾斜角度7)	ビンガム数:8	レイノルズ数:Re	ヘドストロム数:He
縦孔下 不明(1050°C) 13.3 m/sec 17m 131 Pa 100 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 1.68 5634 9464 縦孔下 不明(1100°C) 44.2 m/sec 17m 131 Pa 30 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 1.68 6.3x104 1.05x105 縦孔下 不明(1200°C) 265 m/sec 17m 131 Pa 50 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 1.68 6.3x104 1.05x105 縦孔下 不明(1200°C) 265 m/sec 17m 131 Pa 50 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 1.68 6.3x104 1.05x105 流(封行平板周)の位置 指言語(点点 指言語(点点 治言語(意) 治音語(意) 治音語(意) 六言云(前音) 3.79x10° 縦孔下 不明(000°C) 0.02 m/sec 17m 131 Pa 18000 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 6.72 0.06 0.37 縦孔下 不明(1000°C) 0.11 m/sec 17m 131 Pa 3000 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 6.72 1.06 10.5 縦孔下 不明(1000°C) 3.31 m/sec 17m	縦孔下	不明(900℃)	0.08 m/sec	17m	131 Pa	16000 Pa.s	2500 Kg/m³	0.31°	1.68	0.22	0.37
縦孔下 不明(1100°C) 44.2 m/sec 17m 131 Pa 30 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 1.68 6.3x104 1.05x105 縦孔下 不明(1200°C) 265 m/sec 17m 131 Pa 5 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 1.68 6.3x104 1.05x105 (e)月マリウス丘溶岩 推定落岩度気 推定流速(層流 浴浴水? 浴浴水? 健身角度? ビンガム鉄部 レイノルズ数部 ヘドストロム教部 縦孔下 不明(100°C) 0.02 m/sec 17m 131 Pa 18000 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 6.72 0.06 0.37° 縦孔下 不明(100°C) 0.11 m/sec 17m 131 Pa 18000 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 6.72 0.06 0.37° 縦孔下 不明(100°C) 3.31 m/sec 17m 131 Pa 100 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 6.72 1.68 0.37° 縦孔下 不明(1050°C) 3.31 m/sec 17m 131 Pa 100 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 6.72 1.68 10.5 縦孔下 不明(1050°C) 3.31 m/sec 17m 131 Pa 100 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 6.72 1.4	縦孔下	不明(1000℃)	0.44 m/sec	17m	131 Pa	3000 Pa.s	2500 Kg/m³	0.31°	1.68	6.26	10.5
縦孔下 不明(1200°C) 265 m/sec 17m 131 Pa 5 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 1.68 2.3x10 ⁶ 3.79x10 ⁶ (金月子リウス丘溶岩 流金行平規問の位置 推定落岩濃度量 料15555/54분2) 推定流速(確定 地位) 78%70° 設定降伏値 推定粘性係数 密度 傾斜角度? ビンガム数部 レインルズ数部 ヘドストロム数部 縦孔下 不明(900°C) 0.02 m/sec 17m 131 Pa 16000 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 6.72 0.06 0.37 縦孔下 不明(100°C) 0.11 m/sec 17m 131 Pa 100 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 6.72 0.06 0.37 縦孔下 不明(1050°C) 3.31 m/sec 17m 131 Pa 100 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 6.72 1.56 10.55 縦孔下 不明(1050°C) 3.31 m/sec 17m 131 Pa 100 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 6.72 1.408 9464 縦孔下 不明(1100°C) 11.1 m/sec 17m 131 Pa 30 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 6.72 1.56x104 1.05x10 ⁵ <td>縦孔下</td> <td></td> <td>13.3 m/sec</td> <td>17m</td> <td>131 Pa</td> <td>100 Pa.s</td> <td>2500 Kg/m³</td> <td>0.31°</td> <td>1.68</td> <td>5634</td> <td>9464</td>	縦孔下		13.3 m/sec	17m	131 Pa	100 Pa.s	2500 Kg/m³	0.31°	1.68	5634	9464
(a)月マリウス丘溶岩 推定溶岩温度(試 料15555から推定) 推定流速(優流 として言算) 溶岩深さ? 設定降伏値 推定粘性係数 密度 植斜角度? ビンガム数部 レイノルズ数:Re ヘドストロム数:He 縦孔下 不明(900°C) 0.02 m/sec 17m 131 Pa 16000 Pa.s 2500 Kg/m ³ 0.31° 6.72 0.06 0.37 縦孔下 不明(1000°C) 0.11 m/sec 17m 131 Pa 3000 Pa.s 2500 Kg/m ³ 0.31° 6.72 1.06 0.37 縦孔下 不明(1000°C) 0.11 m/sec 17m 131 Pa 100 Pa.s 2500 Kg/m ³ 0.31° 6.72 1.06 9464 縦孔下 不明(100°C) 11.1 m/sec 17m 131 Pa 30 Pa.s 2500 Kg/m ³ 0.31° 6.72 1.56x104 1.05x10 ⁵				17m	131 Pa	30 Pa.s					
縦孔下 不明(900°C) 0.02 m/sec 17m 131 Pa 16000 Pa-s 2500 Kg/m³ 0.31° 6.72 0.06 0.37 縦孔下 不明(1000°C) 0.11 m/sec 17m 131 Pa 3000 Pa-s 2500 Kg/m³ 0.31° 6.72 1.56 10.5 縦孔下 不明(1000°C) 3.31 m/sec 17m 131 Pa 100 Pa-s 2500 Kg/m³ 0.31° 6.72 1.56 10.5 縦孔下 不明(1050°C) 3.31 m/sec 17m 131 Pa 100 Pa-s 2500 Kg/m³ 0.31° 6.72 1408 9464 縦孔下 不明(1100°C) 11.1 m/sec 17m 131 Pa 30 Pa-s 2500 Kg/m³ 0.31° 6.72 1.56x104 1.05x10 ⁵	縦孔下	不明(1200℃)	265 m/sec	17m	131 Pa	5 Pa.s	2500 Kg/m³	0.31°	1.68	2.3x106	3.79x10⁰
縦孔下 不明(1000°C) 0.11 m/sec 17m 131 Pa 3000 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 6.72 1.56 10.5 縦孔下 不明(1050°C) 3.31 m/sec 17m 131 Pa 100 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 6.72 1.408 9464 縦孔下 不明(1100°C) 11.1 m/sec 17m 131 Pa 30 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 6.72 1.66x104 1.05x10 ⁵	(e)月マリウス丘溶岩 流(並行平板間)の位置	推定溶岩温度(試 料15555から推定	推定流速(層流) として計算)	溶岩深さり	設定降伏値	推定粘性係数	密度	傾斜角度7)	ビンガム数:B	レイノルズ数:Re	ヘドストロム数:He
縦孔下 不明(1050℃) 3.31 m/sec 17m 131 Pa 100 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 6.72 1408 9464 縦孔下 不明(1100℃) 11.1 m/sec 17m 131 Pa 30 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 6.72 1.56x104 1.05x105	縦孔下	不明(900℃)	0.02 m/sec	17m	131 Pa	16000 Pa.s	2500 Kg/m³	0.31°	6.72	0.06	0.37
縦孔下 不明(1100℃) 11.1 m/sec 17m 131 Pa 30 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 6.72 1.56×104 1.05×10 ⁵			0.11 m/sec	17m		3000 Pa.s					
	縦孔下	不明(1050℃)	3.31 m/sec	17m	131 Pa	100 Pa.s	2500 Kg/m³	0.31°	6.72	1 408	9464
縦孔下 不明(1200°C) 66.3 m/sec 17m 131 Pa 5 Pa.s 2500 Kg/m³ 0.31° 6.72 5.6x10 ^s 3.79x10 ^s		不明(1100℃)		17m		30 Pa.s			6.72	1.56×104	1.05x105
	縦孔下	不明(1200℃)	66.3 m/sec	17m	131 Pa	5 Pa.s	2500 Kg/m³	0.31°	6.72	5.6x105	3.79x106