

# 琉球大学学術リポジトリ

## 島尻マージ地帯の透水性について(農業工学科)

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学農学部 公開日: 2008-02-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 宜保, 清一, 宮城, 調勝, Gibo, Seiichi, Miyagi, Norikatsu メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/4250">http://hdl.handle.net/20.500.12000/4250</a>

# 島尻マージ地帯の透水性について

宜保清一\* 宮城調勝\*

Seiichi GIBO and Norikatsu MIYAGI : Permeability in  
SHIMAJIRI MAAJI areas

## I はじめに

島尻マージ層は主として沖縄本島南部に分布している。この地帯を層序的にみると、表層である島尻マージはその層厚が下層の琉球石灰岩の凹凸に沿ってかなり変化していて、一般に石灰岩が露頭している附近においてはその層厚は20～50cmと薄く、谷部では深さ3～4mにも達している。島尻マージの下層の琉球石灰岩は元来多孔質であるが、局部的にはさらに空洞、亀裂が発達したところがあり、その層厚は20～40mといわれている。琉球石灰岩の下層には第三紀島尻層（泥灰岩）が厚く分布していて、不透水性基盤をなしている。この地帯における降雨時の流出率または干ばつ時の土壌水分変化は、沖縄における他地域と比較して大きな特性をもっている。この特性の主たる要因はこの地帯における層序的にみた透水性にあると思われるため、ここでは実際に島尻マージおよび琉球石灰岩について現場透水試験と浸透能試験を行い、その結果からこの地帯の透水性を検討してみた。

試験地点としてはコア・ボーリングとハンドオーガーボーリングの調査結果にしたがい、島尻マージ層の浅い地点と深い地点および石灰岩切取面を選んだ。また畑地においては、耕土と心土について同様な試験を行なった。

## II 現場試験

### (1) オーガー孔による方法（島尻マージ）<sup>1,3)</sup>

これは、オーガー孔を掘り、給水槽（10×10×100 cm）から注水して浸透量を測定し、地盤の平均的な透水係数を求めようとするもので、U. S. Bureau of Reclamation や農林省で使用されている。ボーリング孔による方法では孔先端部分の透水性が求まるのに対して、オーガー孔による方法では孔深さ一帯の平均的な透水性が求まる。photo. 2は、DIK 現場透水性測定装置を示す。孔内の水位を一定に保ちつつ、定常状態になるまで試験を継続し、水位と時間から浸透量を求める。

島尻マージ地帯では基岩として琉球石灰岩が存在するために孔内の水位から地下水面までの距離がオーガー孔中の水位の3倍以上もあるので、透水係数は次式で計算できる。

$$k = \frac{2.30Q}{2\pi h^2} \left[ \log_{10} \left\{ \frac{h}{r_0} + \sqrt{1 + \left( \frac{h}{r_0} \right)^2} - 1 \right\} \right] \quad (1)$$

ここで  $k$ : 透水係数 (cm/sec),  $h$ : 孔中水深 (cm),  $r_0$ : 孔半径 (cm),  $Q$ : 浸透量 (cm<sup>3</sup>/sec)

\* 琉球大学農学部農業工学科

## (2) 円筒による方法(石灰岩)

石灰岩では滑らかな浸透面の孔掘削が困難なので、photo. 1のように浸透面をフラットにし、円筒を用いて垂直浸透試験を行った。円筒内の水位は、オーガー孔利用の場合と同様一定に保たせ、水圧による影響を少なくするために小さく(5cm)した(photo. 2)。単位時間に円断面を透過する浸透水量から石灰岩地盤の平均的な透水係数を求めた。

$$k = \frac{Q}{\pi r^2}$$

ここで  $r$ : 円断面の半径

(3) 浸透能試験<sup>2)</sup>

これは、畑地かんがいの計画に当り、土壌の浸透能を測定し、土壌の特性、水管理等の問題を処理するのに利用されているもので、一定な方法による測定結果は対象土壌相互間の比較検討に便利である。特に今回は、石灰岩上の土層ということで地下水への浸透が問題になるため、透水試験結果と合わせてその判断に役立てた。浸透能の測定にはphoto. 3, 5に示す円筒型浸入計を使用した。積算浸入量を  $D = CT^n$  とすれば、浸入速度は次式で表わされる。

$$I = 60cnT^{n-1}$$

ここで  $D$ : 積算浸入量 (mm),  $I$ : 浸入速度 (mm/hr),  $c, n$ : 常数,  $T$ : 給水を始めてからの時間 (hr)。

## III 結果と考察

現場透水試験結果をTab. 1~5に示す。試験は、浸透水量がほぼ一定になった時点で中止し、透水係数はTab. 1~5の①と②の範囲を基に(1)と(2)式を使って計算した。

Tab. 10からわかるように、島尻マージ層の透水係数は $10^{-4} \sim 10^{-5}$  cm/sec のオーダーにあり、耕起1年後の密度状態では $10^{-2} \sim 10^{-3}$  cm/secを示している。石灰岩では $10^{-2}$  cm/secのオーダーを示すが、これは切取面に大きな孔げきや亀裂が存在しない場合(photo. 1)の結果であり、実際には、雨水は石灰岩中の孔げきや亀裂を通して一瞬のうちに地下に浸透する。

浸透能試験結果をTab. 6に示す。5H地点および10H地点において浸透量はわずかである。特に5H地点では、試験円筒撤去後の池の湛水深は6時間を経てもほとんど変動しなかった。

島尻マージの物理的性質は、比重2,750~2,780, 砂分2%, シルト分12%, 粘土分86%の細かい粒度組成を示し、深さ方向へもほとんど変化がない。乾燥密度はほぼ $1.28 \sim 1.37$  g/cm<sup>3</sup>の範囲にあり、深さ方向にわずかに変化している。またpF-水分特性によれば保水力が比較的大きく、土層箱および土塊の乾燥試験結果からも他の沖縄本島土壌に比べて特に乾燥速度の高い土壌とはいえない。<sup>4,5)</sup>

したがって今回の透水試験等の調査結果および物理的性質から、島尻マージが干ばつ性および透水性の高い土壌であるという従来の評価は、その土性に基づくものではなく、土層厚と、基岩としての石灰岩の存在に原因したものであることがわかる。すなわち薄い島尻マージ層を通して雨水は地下深く浸透し、さらに厚い石灰岩層によって土壌と地下水面が遮断されるために、毛管作用による土壌水分の補給も期待できないためである。なお、地下水面が浅い位置にある場合のジャーガル土壌の毛管上昇量試験結果では1日10mm前後の大きな値を得ている。<sup>6)</sup>

#### IV 適 用

1.) 雨水が石灰岩上面まで到達するのに要する時間

a. 5H地点, 土層厚 40 cm, 耕土深  $z_1 = 30$  cm, 心土 10 cmとして

Tab. 7 備考欄Cから  $k_1 = 1.20 \times 10^{-2}$  cm/sec, a から  $k_2 = 5.60 \times 10^{-5}$  cm/sec であるので, 所要時間  $t = z_1/k_1 + z_2/k_2$  から 2日となる。また表層に湛水している場合, 心土層を浸透する速さは 4.8 cm/day であり, 土の密度を 1.30 g/cm<sup>3</sup>, 比重 2.75 とすると, 浸透量はおよそ 25 mm/day となる。

b. 10H地点の場合, 土層厚 2 m, 耕土深  $z_1 = 0.3$  m, 心土  $z_3 = 1.7$  mとして,

Tab. 7 C から  $k_1 = 1.20 \times 10^{-2}$  cm/sec =  $1.20 \times 10^{-4}$  m/sec, b から  $k_3 = 2.06 \times 10^{-6}$  m/sec, したがって所要日数は 9日余となる。

2.) 石灰岩層における浸透

$z_4 = 20$  mの場合, Tab. 7 から  $k_4 = 2.55 \times 10^{-4}$  m/sec なので, 20 m の層を通過するのに要する日数はおよそ 1日となる。

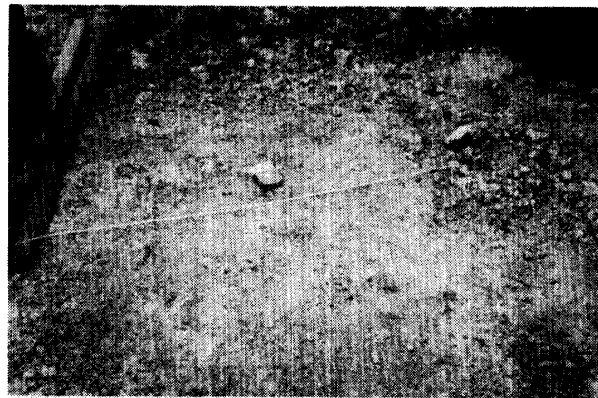


Photo. 1. Cutting surface of limestone

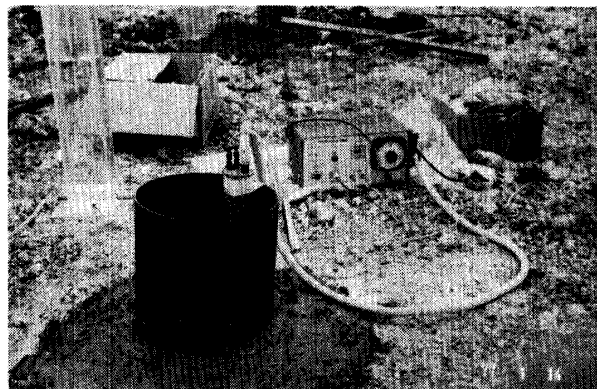


Photo. 2. Equipment of field permeability test



Photo. 3. Test hole in SHIMAJIRI MAAJI areas

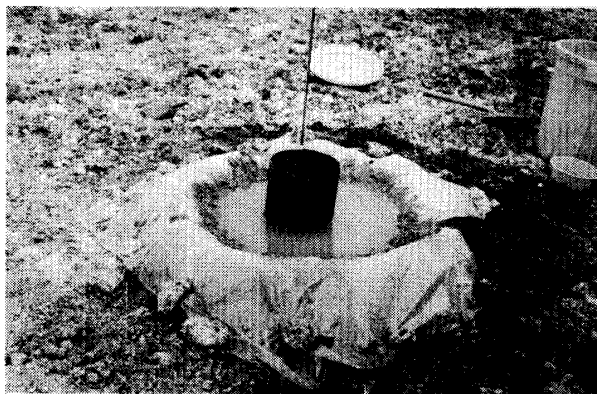


Photo. 4. Test hole in limestone areas

Table 1. Permeability test  
(No. 5H)

Time min sec	Water level -(cm)
12:50	
0	7.10
3 30	7.55
5	7.70
8 30	7.95
13 30	8.25
16 15	8.55
18 15	8.65
23 10	8.95
33 15	9.50
64	11.10
71	11.50
86	12.10

Table 2. Permeability test  
(No. 10H)

Time min sec	Water level -(cm)
12:29	
0	2.95
7	26.15
11	28.55
12	28.60
12 10	6.00
26	12.35
86	31.40
91	32.30
92	2.90
93	3.10
126	11.20
127 08	11.60
141	14.60
194	25.75
197	26.40
199	26.80
242 05	35.20

Table 3. Permeability test  
(KIYAN. ITOMAN D=5~20cm)

Time min sec	Water level -(cm)
11:41	
0	5.40
1	10.00
2	17.30
3	24.90
4 30	35.00
4 15	3.20
6	12.75
7	20.50
8	27.55
8 45	32.50
8 55	5.00
9 30	8.95
10	12.70
11	19.70
12	26.50
12 50	32.50
13	5.20
14	12.00
15	18.95
16	25.80

Table 4. Permeability test  
(KIYAN. ITOMAN D=30~45cm)

Time min sec	Water level -(cm)
13:30	
0	7.70
1	8.50
2	9.30
3	10.00
4	10.80
5	11.55
7	12.90
10	14.95
12	16.45
15	18.35
17	19.80
19	21.10
21	22.50
23	23.85
25	25.10
30	28.30
35	31.60
40	34.70

Table 5. Permeability test  
(No. 3H-2, Limestone)

Time (min) (sec)	Water level - (cm)
14 : 55	
0	5.80
0 15	8.00
0 30	11.00
1	15.30
1 30	19.20
2 30	28.50
3 30	36.86
4	41.00
4 30	45.00
5	51.00
6	57.80
6 30	63.00
6 40	5.30
7	6.20
10	30.50
13	56.30
14	65.00
14 10	2.00
20	47.90
21	56.40
22	64.10

Table 6. Infiltration capacity test  
(No. 10H)

D = 80 cm

D = 20 cm

Time (min)	Water level - (mm)	Time (min)	Water level - (mm)
14 : 20		14 : 21	
0	0	0	0
1	2.0	1	1.0
3	3.0	2	1.5
5	3.5	5	2.0
20	5.5	10	3.0
30	6.0	30	4.0
60	8.0	60	7.0
120	12.0	120	8.5

Table 7. Coefficient of permeability

Test No.	Thickness of soil (cm)	Testing depth (cm)	Quantity of percolation (cm/sec)	Coefficient of permeability K (cm/sec)
5H	40	15-35	0.093	$6.86 \times 10^{-5}$ ①
			0.076	$5.60 \times 10^{-5}$ ② a
10H	400	80-105	0.405	$2.45 \times 10^{-4}$ ①
			0.338	$2.06 \times 10^{-4}$ ② b
KIYAN ITOMAN	70	5-20	11.125	$1.20 \times 10^{-2}$ ② c
		30-45	1.067	$1.17 \times 10^{-2}$ ②
		50-65	0.542	$5.86 \times 10^{-4}$ ②
Limestone 3H-1			22.083	$4.57 \times 10^{-2}$ ②
3H-2			12.938	$2.55 \times 10^{-2}$ ② d

参 考 文 献

1. 米国内務省開拓局編・京都大学土木会訳 1963 土質便覧, P 216 ~ 230, 東京山海堂
2. 米国内務省農事調査部・土壤保全部編 1956 円筒型浸入水計の使用法, 農林省農地局設計課
3. 土質工学会編 1972 土質調査法 P 332 ~ 336, 東京, 土質工学会
4. 宜保清一 1976 代表的沖縄本島土壤層の乾燥特性, 琉球大学農学部学術報告 23:269 ~ 280
5. 宜保清一 1977 土塊の乾燥・収縮について, 琉球大学農学部学術報告 24:427 ~ 438
6. 宮城調勝 1976 ジャーガル土壤の物理性改良について, 沖縄の特殊土壤 P 41 ~ 46, 農業土木学会九州支部

Summary

In areas of SHIMAJIRI MAAJI-soil, runoff coefficient in raining and variation of soil moisture at a drought are different from those in other areas. It should seem that the main factor depends on permeability of each formation in this areas.

In this investigation, field tests of permeability and infiltration capacity were run on SHIMAJIRI MAAJI-soils and RYUKYU limestones. The data showed that the coefficients of permeability were in the range of  $10^{-5} \sim 10^{-4}$  cm/sec in SHIMAJIRI MAAJI-soils, and the order of  $10^{-2}$  cm/sec in RYUKYU limestone. We have studied permeability in this areas, using those data and physical properties of soil.