

琉球大学学術リポジトリ

水滴による土塊の崩壊に関する研究
(1)(沖縄における農地保全の基礎的研究
X)(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: 翁長, 謙良, 照喜名, 良達 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/4165

沖縄における農地保全の基礎的研究 X*

水滴による土塊の崩壊に関する研究 (1)

翁 長 謙 良**・ 照喜名 良 達**

Kenryo ONAGA and Yoshitatsu TERUKINA: Fundamental Studies on Farmland Conservation in Okinawa X. Studies on the Soil block disintegration by simulated rainfall.

I 緒 言

降雨による土壌侵食は雨滴による土塊の崩壊と飛散に端を発するものであり、土塊の水滴に対する耐崩壊性を調べることににより、ある程度その土壌の侵食性を判断することができをものと思われる。藤川等¹⁾は先に供試土塊を種々のPF値に設定し人工降雨による崩壊性を調べたが、本研究は土塊の状態別により、自然降雨、人工降雨、2、3の落下水滴による崩壊度を調べることに主眼をおくものであるが、今回は人工降雨により、2種の土塊の繰り返し土塊を供試体として降雨量をほぼ一定としたときの土塊の状態別の崩壊度を調べた結果についてその概要を報告する。

II 実験装置と方法

1 実験装置と供試体

Fig.1は降雨装置、回転板、定水位槽、調節弁、スライドレギュレーターよりなる実験装置である。降雨用水は水道より定水位槽を経て降雨装置へ送られる。スライドレギュレーターや調節弁は、雨滴径の分布および降雨強度(量)を適宜変える役目をする。Fig.2に自然降雨(126,000滴)および人工降雨(436滴)の粒度分布を示す。

供試土は金武村屋嘉の国頭マージと南風原村大名のジャーガルの2種の土塊を用いた。両供試土の特性はつぎのように要約される⁴⁾。

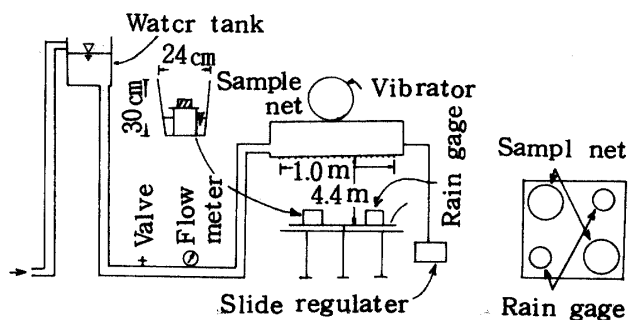


Fig.1 Experimental apparatus

* 昭和54年度農業土木学会講演会にて発表

** 琉球大学農学部農業工学科

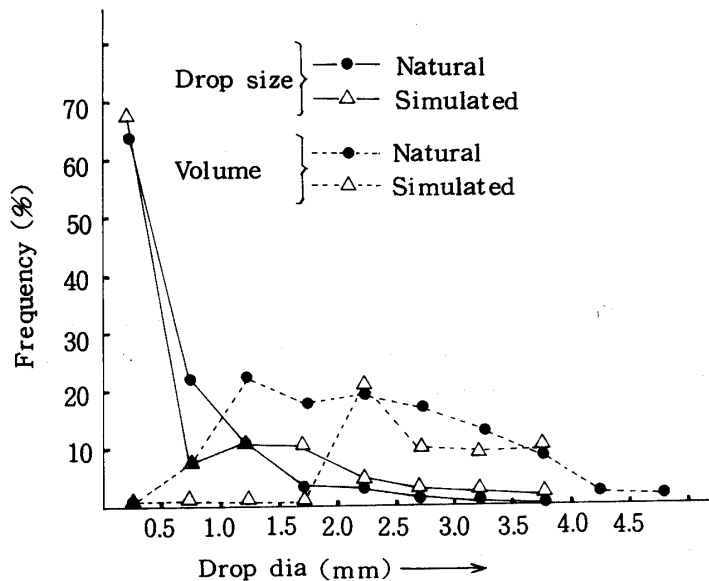


Fig.2 Vorume and size distribution of drops

1) 国頭マージ

沖縄本島北部に広く分布し、国頭レキ層、粘板岩、古生紀石灰岩を母材とする赤黄色土である。中ないし強酸性を呈する。概して土壤構造がキ弱で全般的には侵食性の高い土壤である。粘土鉱物にはカオリナイトが多く、次にパーミキュライトあるいはイライト類が含まれる。

2) ジャーガル

中南部に分布し泥灰岩を母材とする残積土または水積土でいずれも灰色で微粒質の土壤である。アルカリ性の重粘土で有機質に富んでいる。水分含量により物理的性質が著しく変化する土壤である。粘土鉱物にはモンモリロナイトが多く含まれ、次でカオリナイトやイライトを含む。

供試体の作製方法はこれら二種の土壤を十分風乾した後、水を加えながら練り返し、液性限界測定器の落下回数13~15回に相当するペーストを気泡を追い出しながら、円筒(内径10cm, 高さ4cm)に詰め所定の材令になるまで風乾(脱水)させた。供試体は材令7日, 14日, 21日と1週間ごとにマージとジャーガルそれぞれ63日, 95日までのものを用いた。但し含水比の経日変化が激しい期間(材令20日前後まで)では供試体の材令間隔を縮小した(Table 1)。Table 2に両供試土の物理性を示す。

Table. 1. The number of Sample by drying time (days)

drying time	7	10	11	12	14	15	17	19	21	26	28	35	42	49	56	63	70	85
Māji	3	3	2	—	3	—	4	1	3	—	3	2	2	2	2	2	2	2
Jāgaru	3	3	—	1	3	2	—	2	6	3	3	2	2	2	2	2	—	—

Table. 2. Physical properties of the soils

Sample	Sr	L.L (%)	P.L (%)	P. I (%)	D. r (%)	Crain Size (mm)			
						2.00 } 0.42 (%)	0.42 } 0.074 (%)	0.074 } 0.005 (%)	0.005 } (%)
Jagaru	2.75	67	24	43	11	2.5	14.5	35.0	48.0
Maji	2.70	47	24	23	42	9.0	24.0	16.0	46.0

2 実験方法

供試体重の経日変化を知るために実験時まで毎日測定した。含水比はペースト詰込みの際、秤量ビンに採取して測定した値と供試体の重量とにより算出した。三相分布は供試体の容積と含水比により求めた。両供試体各36個の実験時における湿潤密度の平均値は、マージが $1.82 \text{ g} \pm 0.016 \text{ (m, e)}$ ジャーガルが $1.89 \text{ g} \pm 0.010 \text{ (m, e)}$ であった。Fig. 3に両供試土塊の代表的な乾燥過程を示す。

実験に際し、供試体上の雨量の偏りを少なくするために、2個の供試体を別々のバケツに入れ、2個の雨量計同様回転板上の対角にそれぞれ置き、回転板を毎分47回の速さで回転させながら40分間雨を降らせた。降雨量は22回の降雨で殆んど60~70mmの範囲である。雨滴により崩壊した土はバケツに溜った雨水と共に採取し、数時間後に上水を排除した後、乾燥秤量した。雨量は2個の雨量計の平均値

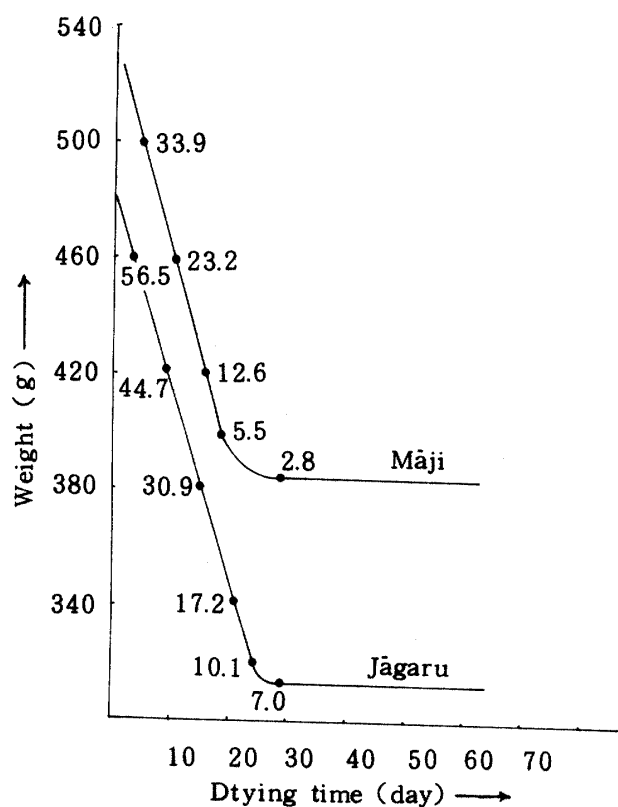


Fig. 3. Weight change of the sample. (Figures indicate the moisture content)

を採用したが、その平均値はマージにおいて $64.2 \text{ mm} \pm 1.28 \text{ (m, e)}$ 、ジャーガルの場合は $64.6 \text{ mm} \pm 2.18 \text{ (m, e)}$ であった。Table 3 に供試土塊の測定項目と実験結果の一部を例示する。

Table 3. Measurement items of experiment

Sample No	1	2	3	4	5	6
Drying time (%)	7	7	7	10	10	10
Moisture ratio (%)	42.57	44.27	44.26	36.18	34.82	33.44
Solid phase (%)	44.76	43.36	43.84	48.52	48.62	49.25
Vapor phase (%)	2.79	3.87	2.82	3.21	4.94	5.45
Liquid phase (%)	52.45	52.77	53.34	48.27	46.44	45.30
Volum (%)	235.85	251.92	235.85	233.80	218.32	216.75
Weight (%)	414.12	433.31	414.12	405.73	392.57	391.76
Wet density (%)	1.74	1.72	1.87	1.82	1.80	1.81
Disintegration ratio (%)	2.87	2.85	3.33	1.82	1.04	0.76

III 実験結果と考察

1 雨滴の特性

降雨装置より発生する水滴が自然降雨の雨滴とエネルギー、分布とも近似していることがこの種の研究には第一義的なことである。Fig.2 は筆者が先に降雨特性について発表したもの³⁾に更に数千滴を追加して得た自然降雨の粒度分布とそれぞれの粒径による雨量の比率を人工降雨(436滴)のそれと比較したものである。

降雨量の90%近くを粒径1.0mm~4.0mmの雨滴で占めており、約70%が1.0~3.0の粒径によるものでエネルギーの立場からこれらの範囲の粒径が重要な役割を果すものと思われる。

供試土塊面から雨滴発生装置のノズルの先端までの高さは4.4mであり、量的に大きな比重をもつ径1.2mm以上の雨滴は、Gunn and Kinzer²⁾によれば終速度に達しないことになるが、人工降雨では水滴を大きくすることによりエネルギー的には終速度の不足を補うことができると考える。

2 含水比と崩壊度

雨滴により崩壊した土の絶乾重量と計算により求めた供試体の重量(絶乾)との比を崩壊度とし、含水比別に示したのがFig.4である。両土塊の供試体において耐崩壊性の高い含水状態が出現し、それらの値はマージが27%(PF値で約3.7)前後、ジャーガルは23%(PF値で約5.0)前後である。またマ-

ジにおいては20% (= 4.8 PF値) 前後に崩壊度が急増し、15% (= 5.0 PF値) 附近で最大値を示す。ジャーガルでは23%附近から比較的徐々に崩壊度を増し、5~10% (6.0~5.5 PF値) で最大値に達する。5%以下の低含水比状態では、両者とも崩壊度が減少する傾向にある。

藤川等の前述の研究¹⁾でも同じような傾向がみられる。佐藤⁵⁾は高PF値の場合、崩壊が減少するのは、供試体内部に平板状のブロックが形成され、微細土粒子同志の接触吸引あるいは土壤膠結物質の作用によるものと考えられると述べている。そしてPF3.5は吸着水が存在する場合の土微子の最密充てんに近い状態としている。

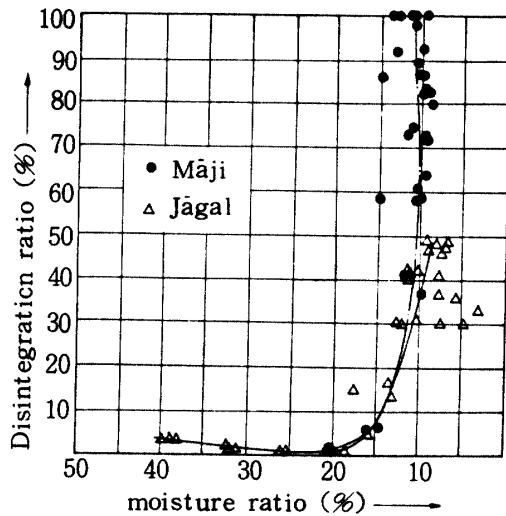


Fig. 4. Moisture contents vs disintegration

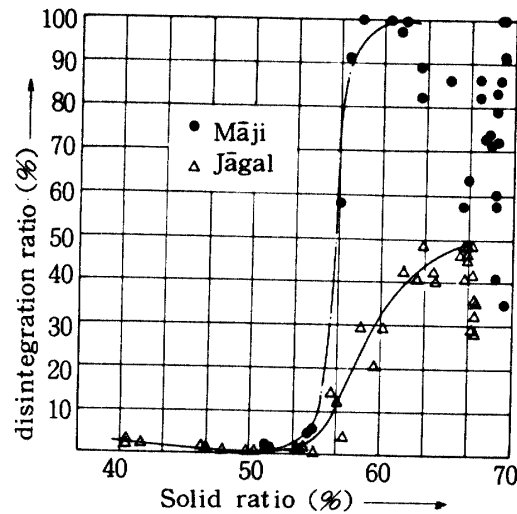


Fig. 5. Solid ratio vs disintegration

3 三相分布と崩壊度

Fig. 5 に固相率と崩壊度の関係を示す。マージで57%附近、ジャーガルで52~53%で崩壊度が低い。またジャーガルでは63~65%の固相率で崩壊し易い状態が出現しているが、マージにおいては63%前後における崩壊度にかかなり大きな幅がある。このことは間ゲキ比と崩壊度の関係と対応する。また液相率と崩壊度の関係も含水比との関係と同様な傾向を示し、マージにおいて液相率0~30%の間で崩壊度との相関は認められない。低含水比(高PF値)状態では土粒子の配向、配列等によって水滴の衝ゲキに対する滑動の難易の度合が大きく変化するのではないかと考えられる。

IV ま と め

以上の結果を要約すると

1. モンモリロナイトを含むジャーガル供試体はマージ供試体に比し初期含水比が高く、収縮も大である。
2. 両供試土塊に耐崩壊性の高い含水状態が出現し、それらの値はマージが27%前後、ジャーガルは23%前後である。
3. 両供試土塊の崩壊度の差異は主要粘土鉱物の相異によるものと思われる。
4. 低含水比域での崩壊度のばらつきは、土粒子の配向、配列の違いによるものと考えられる。

参 考 文 献

1. 藤川武信・宜保清一 1975 乾燥過程と雨滴の衝撃作用による土塊崩壊, 沖縄開発に伴う土地環境の変化と防災に関する研究 61-65 文部省科学研究費自然災害特別研究研究成果
2. Guun, R. and Kinzer, G. D. 1949 Terminal velocity of fall for water droplets in stagnant air, J. Met. 6 : 243-248
3. 翁長謙良 1978 沖縄における農地保全の基礎的研究Ⅶ 国頭マージの土壤侵食標準試験区における流亡土量について 琉球大学農学部学術報告 25 : 351-359
4. 大屋一弘 1976 ジャガルとマージの化学性と粘土鉱物について 第47回 農業土木学会九州支部講演会(シンポジウム) 沖縄の特殊土壤 1-13
5. 佐藤晃一 1969 粘質土壤の乾燥前歴と収縮ならびにスレーキングについて 農業土木学会論文集 28 : 12-16

Summary

The purpose of this study is to establish an index of soil erodibility by moisture contents of soil. The disk type soil blocks (D=10cm, H=4cm) made of Māji and Jāgaru were exposed to simulated rainfall and were investigated concerning their disintegration. Physical properties of the soils are shown in table 2. The number of soil blocks tested was 36 respectively.

The results of the experiment are as follows:

1. Jāgaru soil blocks with monmolironite minerals contain higher moisture contents than Maji soil blocks at their initial stage.
2. There will be most anti-disintegration moisture contents in both soil blocks and they are above 27% in Māji and above 23% in Jāgaru.
3. The difference of the degree of disintegration of the soil is probably to the degree of mineral contents which affected shrinking of the soil.