

沖縄県地域土における流出特性に関する研究

安谷屋 賢

原 久夫

Study on the outflow characteristic of reddish soil in Okinawa Islands.

Satoshi ADANIYA and Hisao HARA

Abstract

Various soil such as Kunigami-maaji, Shimajiri-maaji, Kutya and jargal is widely distributed on Okinawa Island. This soil has the natural background of which erosion and runoff are productive by the weather condition of characteristics and rainfall of the distribution landform. And the outflow of reddish soil pollution is the environmental problem of sea area around Okinawa.

In this study the reddish soil sample was collected from Okinawa Island and Ishigaki Island, Kumejima Island, Miyako Island and Iriomote Island, and the indoor rainfall erosivity experiment was carried out. (The indoor rainfall erosivity experiment which belongs to source countermeasure of the reddish soil spill prevention countermeasure.) Disposition characteristic of the soil in the region is described on the basis of the experimental result.

Key Words : Kunigami maaji , Rainfall erosivity experiment , Okinawa Island , Reddish soils , Outflow characteristic

1. はじめに

沖縄県は地域によって国頭まあじ、島尻まあじ、クチャやジャーガルなど様々な土が広く分布している。これらの土はその分布地形の特性や降雨などの気象条件により侵食および流出が生じやすい自然的背景を有しており、「赤土汚染」として沖縄県周辺海域の環境問題となっている。赤土等流出による海岸海域の汚染は沖縄県の農業、水産業、観光産業等に与える影響が大きく、無視できない状況となっている。その状況を踏まえ、これらの環境破壊を防ぐため1997年10月に『沖縄県赤土等流出防止条例』が施行され、施行前と施行後とは、県全体の年間赤土流出量は減少しているとの報告¹⁾がなされているが、赤土流出による環境汚染を完全

に解決するというまでには至っていない。実際に未だ赤土流出の被害は起きており、今後の振興開発事業等において自然との調和を図りつつ進めることが求められるが赤土流出防止対策が不十分な事業がまだまだ多いことから十分な解決策は得られていない。赤土汚染を未然に防ぐためには赤土流出防止対策の質的向上はもちろん、赤土流出発生源の把握、およびどのような特性のある土が流出しやすいかを把握しておくことが重要である。

赤土流出防止対策の実効的な対策としては、発生源対策表土保護法(濁水の発生源となる裸地面を覆うことにより、降雨による濁水の発生を抑制。)、流出抑制工(濁水の要因となる表流水の流速・流量を抑制し工事区域内への流入を防止すること等により、工事区域内から発生する濁水量を抑制する。)、濁水処理工(発生した濁水を集水し、自然沈殿又は、ろ過及び、機械設備による濁水の処理を行い、工事区域外へ放流する。)の3点が挙げられる。

本研究で行った室内降雨侵食実験は、赤土流

受理：2003年6月23日

本論文は、第15回沖縄地盤工学研究発表会にて一部発表

* 大学院理工学研究科環境建設工学専攻
(Graduate student, Civil Eng.&Arch)

** 工学部環境建設工学科

(Dept. of Civil Eng. &Arch, Faculty of Eng)

出防止対策の最も基本的な解決策である発生源対策の部類に属している。これまでの研究では実験試料に沖縄県本島北部 81 箇所で採取した国頭まあじを用いて、室内降雨侵食実験での止水壁（有・無）による流出量の比較²⁾、実験試料の含水比と流出量との関連性²⁾、粒度試験を行い試料の粒度特性と流出量との関連性についての研究を行った¹⁾。また、試料採取地域を沖縄本島からさらに周辺地域の離島 4 島（石垣島、久米島、西表島、宮古島）にまで範囲を広げ、広範囲の土の流出特性のデータを収集した³⁾。さらにそれらの実験試料の粒度特性と流出量との関連性について検討もしている³⁾。そして、流出量に大きく関係していると考えられる降雨強度と流出量との関連性、締固め特性と流出量との関連性等を比較検討するために、沖縄県石川市の同一の赤土試料を用いて室内降雨侵食実験を行っている³⁾。本研究は、沖縄本島と離島について得られている流出量の情報をもとに地域土による特性を再度、比較検討を行い、まとめることを目的とする。

2. 赤土流出特性に関する既往の研究

2.1 既往の実験・研究²⁾³⁾⁴⁾

著者らは、これまでに赤土の流出特性の地域差に関する実験・研究を行ってきた。沖縄本島北部 81 箇所の国頭まあじを用いた室内降雨侵食実験、それら試料を用いた粒度試験、室内降雨侵食実験の実験条件を改善した沖縄本島北部 81 箇所の流出量の再検討、締固め含水比を変えた室内降雨侵食実験、沖縄県離島 4 島の地域土を用いた室内降雨侵食実験、雨量強度を変えた室内降雨侵食実験、および乱さない試料を用いた室内降雨侵食実験などを行っている。次にそれらの要約を示す。

2.2 沖縄本島国頭まあじを用いた粒度試験²⁾

上間、渡久地らは沖縄本島北部 81 箇所の国頭まあじを採取し、その試料をもとに室内降雨侵食実験を行い流出量の測定を行った。

その結果より流出の要因として考えられる粒度組成と流出量との関係を調べるために流出量の多い試料、少ない試料、上位 10 個に分類し、それらの試料について粒度試験を行い流出量と粒度組成との関係を比較・検討した。

実験結果より、通過質量百分率 25%のときの粒径 (D_{25}) との通過質量百分率 75%のとき粒径 (D_{75}) と比 D_{75} / D_{25} の値が 20 より大きい試料では、流出量が少ないという結果がでている。

2.3 室内降雨侵食実験の改善³⁾

知念、宮守らは上間らの実験を引き継ぎ、室内降雨侵食実験条件の改善を行った。まず、降雨強度を 900mm/h から 1200mm/h とより現実に近く設定し、流出した赤土濁水がより自然に近い状態で流れ出るように止水壁をはずし室内降雨侵食実験を行った。

実験結果より、止水壁の有無、降雨強度の違いによる流出量の差異は見られなかった。沖縄本島 81 箇所の試料で行った実験は妥当だと判断された。

2.4 締固め含水比を変えた室内降雨侵食実験³⁾

多様な角度から流出量との関係を検討するために、締固め含水比条件を 4~7 段階に変化させ、室内降雨侵食実験を行った。そして、締固め含水比と流出量との関係を調べている。

締固め含水比と流出量との関係を検討した結果、湿潤土では流出量が少なく、乾燥土では流出量が多いという結果を得た。

2.5 降雨強度を変えた室内降雨侵食実験⁴⁾

安谷屋、島らはこれまで疑問視されてきた実験条件降雨強度をさらにより現実に近づけ 30~2000mm/h までの間で変化させた室内降雨侵食実験を行い、降雨強度と流出量との関係を調べた。

実験結果より降雨強度と流出量との関係は、降雨強度が増すと流出量が増えるといった比例的な関連性がわかり、降雨強度は流出量に影響を与えているといえる。

2.6 乱さない試料を用いた室内降雨侵食実験⁴⁾

乱さない試料と締固めた試料との流出量の違いを比較するため沖縄県石川市の乱さない試料を用いた室内降雨侵食実験を行った。両方の流出量を測定し、比較検討を行った。

乱さない試料と締固めた試料とでは、実験結果より乱さない試料の方が締固めた試料より約 2.6 倍多く流出したといった結果が得られた。

3. 実験方法

本研究で行った赤土の流出量の測定実験方法を述べる。

3.1 実験の手順

行った実験の流れを下記の図-3.1 に示す。

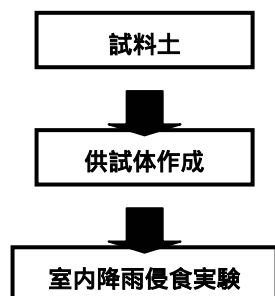


図 - 3.1 実験の流れ

沖縄本島と離島の土を比較するために同じ実験手順のもとで実験を行った。しかし、実験を重ねることで工夫や改善を行ったところもあり詳しいことは以下の説明で示す。特に、供試体作成部分や室内降雨実験部分で工夫・改善を行う。

3.2 結果の整理のために用いた主な計算方法

$$R = \frac{10(m_A - m_B)}{10000\rho_w A} \quad (1)$$

$$r = \frac{60R}{t} \quad (2)$$

$$S = m - m \quad (3)$$

$$O = \frac{S}{AR} \quad (4)$$

ここで

- R : 雨量 (mm)
- m_A : 容器質量 (g)
- m_B : 濁水と容器の質量 (g)
- ρ_w : 水の密度 (g/cm³)
- A : モールド断面積 (m²)
- r : 降雨強度 (mm/h)
- t : 散水時間 (本実験では 12 分)
- S : 流出土量 (g)
- m : 乾燥試料と容器の質量 (g)
- m : 容器質量 (g)
- O : 流出量 (g/(mm・m²))

3.3 赤土採取方法

国頭まあじ土は、既往の調査結果⁵⁾⁶⁾⁷⁾から深度 5~15cm では地中の温度の変動が大きく、それ以上の深度においては地中の温度の変動が小さく、表層は風化侵食が著しいことが知られている。本実験で供試体作成、室内降雨侵食実験で用いる赤土試料は沖縄本島 81 箇所、そして久米島、西表島、石垣島、宮古島の沖縄県離島 4 島で採取したもので実験を行っている。また、離島 4 島から採取された試料はそれぞれ 200g~1000g と質量にばらつきがあり、正確なデータを作成するために 500 g 以上の試料 78 個を使用した。これまで、併せて 159 個の試料で実験を行っている。

3.4 供試体作成

供試体作成時の締固めは、地盤工学会規定の { A-b 法 } を参考にして行なう。室内降雨実験を行う際に締固め実験条件をすべて一定にし、締固め試験機による供試体作成を行った。

沖縄本島の土は十分な量が採取されており供試体作成時 3 層とも試料土を用いている。しかし、離島 4 島で採取された試料は十分な量でなかったため不足を補うために、モールド締固め時の下部 2 層はクチャを使用し、表層部を実験試料とした(図-3.1 参照)。なお、表-3.1 に締固め条件を記す。試験は JSF T 881-1990 に準じて行なう。

表-3.1 締固め条件

ランマー質量 (kg)	モールの内径 (cm)	突固め層数 (層)	一層当たりの突固め回数
2.5	10	3	25

締固めエネルギー : 5.516 × 10⁵ (N・m/m³)

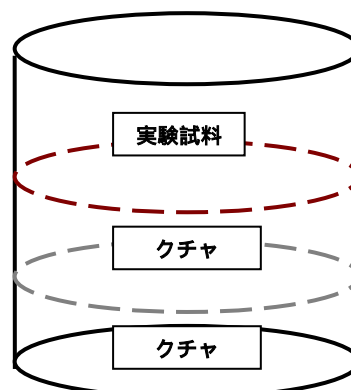


図-3.2 離島の供試体の構成

3.5 室内降雨侵食実験

写真-3.2 には実験風景を示す。ブルーシートで風を防いでいて、作成された供試体を所定の位置に固定し、はしごに設置したシャワーで一定時間降雨を与えて流出した試料をバケツに採取し流出量を測定した。

沖縄本島と離島では室内降雨侵食実験での実験条件の降雨強度を変えている。降雨強度をより現実に近い値にすることを目的としている。表-3.2, 3.3 には行った実験の条件を示す。



写真-3.2 実験風景

表-3.2 沖縄本島室内降雨侵食実験条件

降雨強度	散水時間	含水比	斜面勾配
9600mm/hr	12分	自然含水比(%)	40°

表-3.3 離島室内降雨侵食実験条件

降雨強度	散水時間	含水比	斜面勾配
1200mm/hr	12分	自然含水比(%)	40°

4. 結果と考察

表-4.1 に各島ごとにまとめた流出量の結果を示す。また、表-4.2, 4.3 には沖縄本島と各離島の流出量の実験結果を示す。そして、これらの結果を用いて図-4.1, 4.2, 4.3, 4.4 に離島4島、図-4.5 には沖縄本島北部の流出量と個数の関係を表したヒストグラムを記す。また、図-4.6 には沖縄本島との比較のために離島4島の合計したヒストグラムを記す。

図-4.5 沖縄本島北部試料での流出量と図-4.6 離島試料(4島合計)の流出量のヒストグラムより両方をモード(最頻値)で比較してみると、沖縄本島北部試料での流出量は実験試料の約

48%が流出量 $0 \sim 5\text{g}/(\text{mm} \cdot \text{m}^2)$ であるのに対し、離島(4島合計)試料では約40%の試料が $5 \sim 10\text{g}/(\text{mm} \cdot \text{m}^2)$ の流出量を示している。表-4.1(島ごとの流出量のまとめ)より沖縄本島と離島(4島合計)との流出量を平均値で比較すると、沖縄本島試料では $8.53\text{g}/(\text{mm} \cdot \text{m}^2)$ 、離島(4島合計)試料では $14.00\text{g}/(\text{mm} \cdot \text{m}^2)$ となり、平均的には離島試料の方が流出量が多いといった結果が得られた。また、離島別では宮古島が平均流出量、最大流出量ともに一番多い結果が得られた。

本研究は、沖縄県地域における赤土の流出量に着目した実験を行っているが、これらの結果は降雨強度や締固め条件に対してある特定の条件を与えて得られた流出量である。本実験の成果がさらに有用なものとなるためには、より現実に即した条件下での流出特性の把握が必要である。

謝辞

離島4島(石垣島, 久米島, 西表島, 宮古島)試料はパシフィックコンサルタンツ(株)から提供してもらったものである。記して謝意を表します。

5. 参考文献

- 1) 仲宗根一哉, 比嘉榮三郎, 満本裕彰, 大見謝辰男; 沖縄県における赤土等年間流出量(第2報) - 赤土等流出防止条例施工後の年間流出量の推算 - . 沖縄県衛生環境研究所報 第32号別刷, 1998
- 2) 上間長徳, 渡久地勲: 沖縄本島北部における国頭まあじの流出量と粒度特性に関する研究, 平成12年度卒業研究, 2000.3
- 3) 知念清市, 宮守真砂: 国頭まあじの流出量に及ぼす締固め特性と粒度特性の影響, 平成13年度卒業研究, 2001.3
- 4) 安谷屋賢, 島英治郎: 国頭まあじを用いた赤土の流出特性に関する実験的研究, 平成14年度卒業研究, 2002.3
- 5) 川上呂二, 上原方成, 原久夫, 他2名; 国頭まあじ土における浅層土中温度の変動について. 第五回沖縄土質工学会研究発表会 講演概要集, 1992
- 6) 前武當聡, 上原方成, 原久夫; 国頭まあじ土における浅層土中温度の年間変動について. 第六回沖縄土質工学会研究発表会 講演概要集, 1993.11
- 7) 上原方成, 原久夫, 座喜味学; 浅層土中温度の変動と法面の劣化崩落について. 土木学会第47回次学術講演会, 1992
- 8) 安谷屋賢, 島英治郎, 原久夫; 沖縄県離島地域土の人工降雨実験による流出土量に関する実験的研究, 第15回沖縄地盤工学会研究発表会 講演概要集, 2002.11

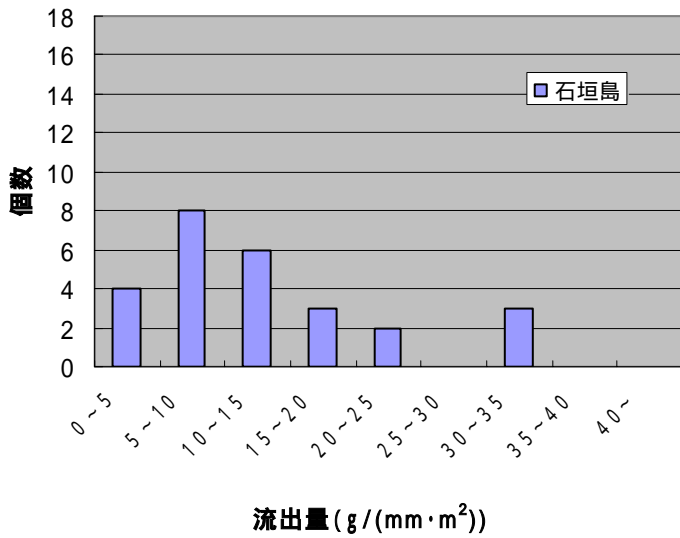


図4-1流出量のヒストグラム(石垣島)

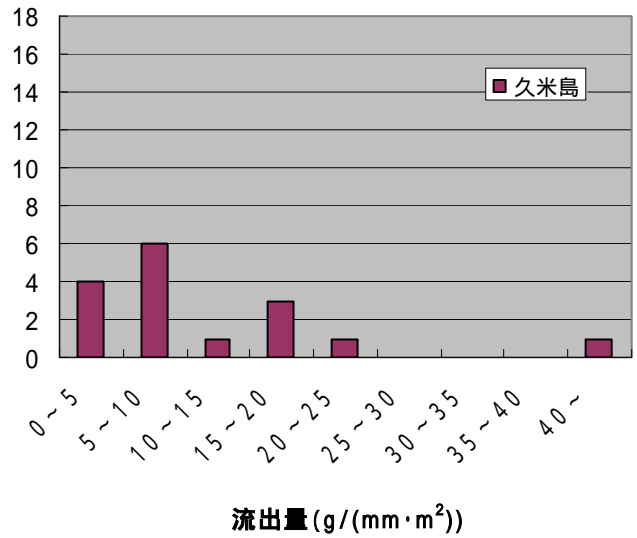


図4-2流出量のヒストグラム(久米島)

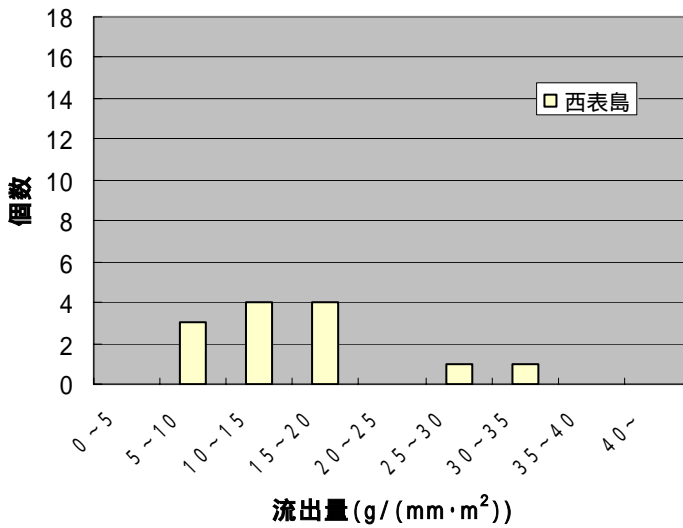


図4-3流出量のヒストグラム(西表島)

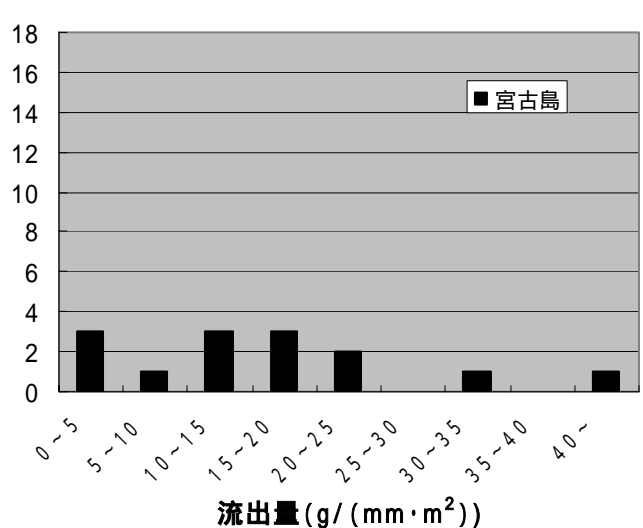


図4-4流出量のヒストグラム(宮古島)

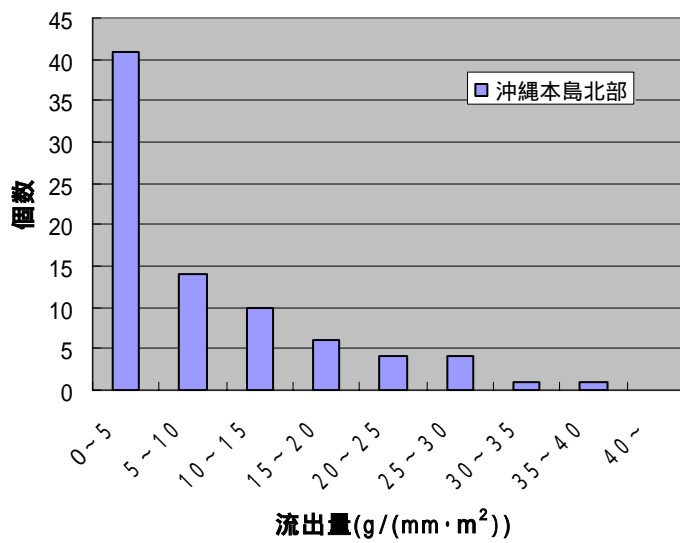


図4-5 沖縄本島北部81箇所の流出量のヒストグラム

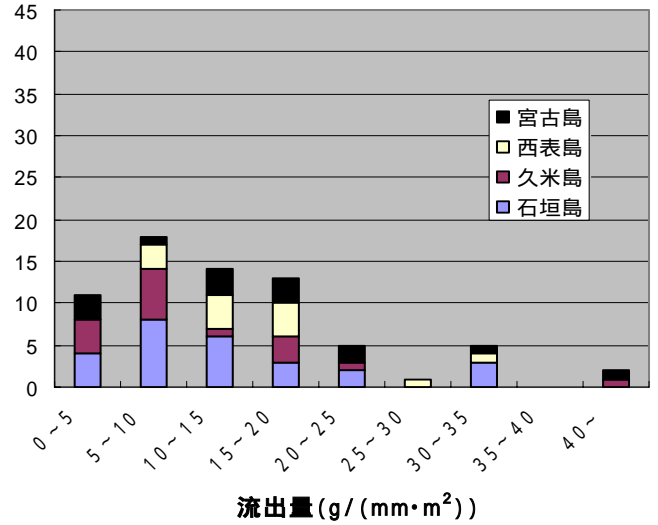


図4-6離島の流出量のヒストグラム

表 4-1 島ごとの流出量のまとめ

	石垣島	久米島	西表島	宮古島	離島 (4島の合計)	沖縄本島北部
試料数 (個)	26	14	14	14	78	81
最大流出量(g/(mm・m ²))	33.03	48.42	32.81	49.81	49.81	36.21
平均流出量(g/(mm・m ²))	12.71	11.47	15.07	16.76	14.00	8.53

表 4-2 沖縄本島北部 81 箇所の室内降雨侵食実験の結果²⁾

試料 No.	緯度	経度	含水比		流出量		試料 No.	緯度	経度	含水比		流出量	
			(%)	(g/(mm/m ²))	(%)	(g/(mm/m ²))				(%)	(g/(mm/m ²))		
1	26° 25' 28.8'	127° 49' 21.7'	13.76	16.28	45	26° 47' 38.2'	128° 14' 27.4'	20.64	2.56				
2	26° 27' 10.5'	127° 51' 51.5'	32.15	30.61	46	26° 47' 48.2'	128° 14' 52.0'	27.99	3.35				
3	26° 27' 0.06'	127° 51' 35.2'	24.56	28.95	47	26° 47' 42.1'	128° 14' 59.0'	16.35	19.74				
5	26° 25' 47.8'	127° 49' 07.5'	19.81	0.91	48	26° 47' 50.6'	128° 16' 11.1'	19.47	7.52				
6	26° 26' 30.3'	127° 55' 51.1'	16.83	25.19	49	26° 47' 51.0'	128° 17' 31.9'	24.16	1.62				
7	26° 24' 48.1'	127° 46' 13.9'	24.33	9.90	50	26° 48' 04.2'	128° 17' 11.0'	24.39	9.28				
8	26° 27' 07.8'	127° 56' 12.4'	22.78	0.10	51	26° 48' 41.4'	128° 17' 17.7'	32.54	2.49				
9	26° 27' 33.8'	127° 56' 15.7'	30.12	15.53	53	26° 48' 16.8'	128° 17' 52.7'	18.50	1.98				
10	26° 28' 46.7'	127° 59' 57.8'	20.48	13.25	54	26° 48' 00.6'	128° 18' 56.2'	15.33	3.42				
12	26° 27' 16.4'	127° 49' 30.3'	14.91	11.21	55	26° 48' 30.5'	128° 19' 09.5'	18.05	7.78				
13	26° 28' 01.7'	127° 50' 50.5'	15.28	20.22	56	26° 48' 33.9'	128° 19' 12.9'	17.77	0.66				
14	26° 27' 59.3'	127° 50' 53.7'	31.52	3.16	57	26° 47' 41.1'	128° 19' 15.5'	12.80	7.90				
15	26° 28' 18.4'	127° 51' 09.5'	30.93	2.01	58	26° 46' 27.0'	128° 19' 37.4'	20.49	5.31				
16	26° 30' 13.3'	127° 52' 31.1'	16.50	14.92	59	26° 46' 15.5'	128° 19' 19.0'	17.71	2.51				
18	26° 36' 51.9'	128° 01' 34.0'	19.05	2.12	60	26° 43' 25.0'	128° 17' 26.5'	24.05	4.43				
19	26° 37' 08.9'	128° 01' 27.9'	26.97	5.76	61	26° 42' 11.3'	128° 16' 59.0'	25.72	0.04				
20	26° 38' 13.2'	128° 02' 06.0'	19.48	36.21	62	26° 42' 02.6'	128° 16' 43.3'	19.48	22.33				
21	26° 38' 33.3'	128° 05' 07.9'	31.69	13.73	63	26° 42' 02.8'	128° 16' 43.2'	22.87	2.57				
22	26° 38' 32.8'	128° 07' 36.3'	23.70	13.50	64	26° 41' 28.1'	128° 16' 10.3'	20.53	0.73				
23	26° 39' 10.5'	128° 07' 59.7'	26.82	1.01	65	26° 32' 54.6'	128° 03' 28.6'	16.80	2.87				
24	26° 38' 24.0'	128° 08' 45.6'	19.93	9.70	66	26° 32' 32.3'	128° 05' 09.3'	19.26	0.09				
25	26° 42' 11.5'	128° 08' 36.0'	11.83	11.67	67	26° 32' 10.2'	128° 05' 22.4'	16.13	4.21				
26	26° 36' 18.5'	127° 59' 43.9'	15.90	26.77	68	26° 33' 30.4'	128° 07' 07.0'	19.66	7.43				
27	26° 36' 46.5'	128° 00' 10.6'	29.17	22.61	69	26° 34' 20.7'	128° 07' 32.6'	27.03	4.03				
28	26° 36' 50.2'	128° 00' 04.0'	21.40	1.40	70	26° 36' 13.9'	128° 07' 58.7'	16.45	19.37				
29	26° 36' 57.7'	128° 00' 06.5'	34.16	22.83	71	26° 36' 08.4'	128° 08' 46.0'	17.41	14.28				
30	26° 38' 07.1'	127° 59' 54.2'	20.80	0.05	72	26° 37' 45.8'	128° 09' 26.6'	22.10	2.69				
31	26° 38' 08.1'	127° 59' 53.1'	21.73	0.02	73	26° 37' 42.1'	128° 10' 15.1'	12.89	12.53				
32	26° 38' 31.5'	127° 58' 22.2'	23.93	1.19	74	26° 37' 34.9'	128° 12' 10.8'	15.50	16.36				
33	26° 38' 52.4'	127° 58' 24.3'	15.63	0.94	75	26° 37' 46.9'	128° 13' 16.2'	27.72	2.98				
34	26° 37' 20.7'	128° 01' 31.9'	37.02	1.57	76	26° 38' 01.5'	128° 14' 26.9'	9.36	9.37				
35	26° 45' 15.1'	128° 11' 29.0'	26.90	0.69	77	26° 39' 03.7'	128° 14' 48.5'	9.47	10.80				
36	26° 45' 41.5'	128° 12' 31.5'	28.30	5.15	78	26° 39' 18.9'	128° 15' 00.0'	19.50	18.10				
37	26° 45' 36.3'	128° 12' 55.6'	26.03	2.12	79	26° 40' 33.3'	128° 14' 32.9'	30.14	3.90				
38	26° 45' 32.2'	128° 13' 02.9'	35.81	4.65	80	26° 41' 47.3'	128° 14' 39.2'	24.80	1.90				
39	26° 45' 06.6'	128° 14' 56.5'	18.35	3.45	81	26° 41' 35.7'	128° 16' 40.0'	19.30	25.12				
40	26° 45' 26.1'	128° 15' 31.9'	18.81	7.18	82	26° 41' 25.9'	128° 16' 28.0'	24.04	3.23				
41	26° 45' 47.1'	128° 12' 23.1'	19.28	11.59	83	26° 41' 53.8'	128° 17' 34.4'	27.51	4.50				
42	26° 46' 40.5'	128° 12' 59.8'	18.13	4.52	84	26° 44' 14.0'	128° 17' 21.2'	34.46	0.02				
43	26° 46' 45.2'	128° 13' 19.0'	21.34	5.21	85	26° 50' 20.2'	128° 17' 21.4'	14.71	9.88				
44	26° 47' 22.8'	128° 14' 36.7'	22.35	3.53				平均流出量	8.53				

表 4-3 沖縄県各離島地域土の室内降雨侵食実験の結果⁴⁾

石垣島					西表島				
試料 NO	緯度(°)	経度(°)	含水比 (%)	流出量 (g/(mm・m ²))	試料 NO	緯度(°)	経度(°)	含水比 (%)	流出量 (g/(mm・m ²))
A-5	24° 23' 41'	124° 15' 41'	19.32	33.03	A-5	24° 22' 39'	123° 53' 14'	13.92	16.35
A-10	24° 21' 11'	124° 9' 11'	14.49	34.17	A-6	24° 20' 49'	123° 55' 50'	25.56	8.82
B-1	24° 31' 49'	124° 17' 49'	19.81	3.65	A-7	24° 17' 17'	123° 52' 34'		32.81
B-2	24° 29' 53'	124° 15' 53'	26.97	17.34	B-2	24° 19' 29'	123° 54' 41'	22.50	8.50
B-3	24° 24' 39'	124° 14' 39'	24.79	10.16	C-4	24° 16' 0'	123° 52' 48'	17.50	12.34
B-5	24° 23' 48'	124° 12' 48'	23.56	5.26	E-1	24° 21' 26'	123° 45' 7'	24.79	10.47
B-7	24° 21' 25'	124° 8' 25'	15.07	10.32	E-4	24° 23' 34'	123° 45' 44'	23.22	8.38
B-8	24° 23' 21'	124° 9' 21'	20.43	1.15	E-6	24° 23' 45'	123° 49' 55'	23.67	17.31
C-2	24° 34' 32'	124° 18' 32'	25.08	1.68	E-7	24° 23' 53'	123° 50' 48'	22.66	19.61
C-3	24° 31' 46'	124° 17' 46'	23.52	6.19	E-8	24° 23' 39'	123° 52' 31'	20.34	14.00
C-6	24° 28' 40'	124° 14' 40'	26.29	11.41	E-9	24° 22' 42'	123° 53' 46'	10.16	27.99
C-7	24° 26' 35'	124° 14' 35'	25.42	31.17	E-11	24° 17' 55'	123° 53' 53'	20.02	2.55
C-8	24° 21' 43'	124° 14' 43'	22.53	8.93	E-12	24° 15' 39'	123° 52' 38'	14.22	19.98
C-9	24° 21' 3'	124° 13' 3'	15.35	15.54	E-13	24° 19' 57'	123° 55' 4'	43.84	11.84
C-10	24° 22' 53'	124° 13' 53'	20.20	13.12				平均流出量	15.07
H-1	24° 24' 58'	124° 14' 58'	19.50	6.02					
H-3	24° 21' 46'	124° 12' 46'	17.30	23.99					
I-2	24° 32' 6'	124° 17' 6'	28.34	15.32					
I-4	24° 29' 39'	124° 16' 39'	19.69	6.29					
I-8	24° 26' 23'	124° 7' 23'	26.56	3.79					
K-1	24° 35' 49'	124° 19' 49'	15.81	9.52					
K-2	24° 35' 43'	124° 19' 43'	21.56	21.30					
K-3	24° 32' 27'	124° 18' 27'	21.48	10.30					
K-4	24° 34' 31'	124° 18' 31'	25.28	9.10					
K-12	24° 34' 7'	124° 13' 7'	25.92	11.99					
K-17	24° 22' 16'	124° 8' 16'	23.27	9.62					
		平均流出量		12.71					

宮古島				
試料 NO	緯度(°)	経度(°)	含水比 (%)	流出量 (g/(mm・m ²))
A-3	24° 44' 58'	125° 15' 59'	21.35	11.16
A-5	24° 43' 35'	125° 16' 23'	30.69	3.62
B-3	24° 46' 58'	125° 19' 39'	17.23	14.90
C-1	24° 53' 48'	125° 16' 14'	23.09	18.22
C-2	24° 52' 57'	125° 16' 50'	24.94	4.16
C-6	24° 49' 6'	125° 19' 13'	23.60	15.18
C-9	24° 47' 20'	125° 18' 26'	18.92	21.51
C-19	24° 44' 29'	125° 23' 6'	22.41	24.59
C-21	24° 43' 57'	125° 24' 54'	18.50	49.81
C-22	24° 44' 28'	125° 26' 12'	19.70	14.39
D-2	24° 51' 16'	125° 18' 8'	12.58	31.04
D-3	24° 50' 11'	125° 18' 17'	14.06	16.92
D-4	24° 49' 28'	125° 19' 33'	32.44	2.49
D-5	24° 47' 32'	125° 20' 23'	19.86	6.69
			平均流出量	16.76

久米島				
試料 NO	緯度(°)	経度(°)	含水比 (%)	流出量 (g/(mm・m ²))
A-1	26° 21' 32'	126° 48' 30'	20.88	5.34
A-6	26° 19' 36'	126° 47' 35'	24.48	18.09
B-2	26° 20' 44'	126° 45' 55'	23.49	3.05
C-4	26° 20' 7'	126° 45' 38'	27.45	7.73
C-5	26° 20' 34'	126° 45' 18'	17.98	5.69
D-1	26° 20' 49'	126° 48' 37'	13.92	48.42
I-1	26° 22' 40'	126° 46' 22'	28.70	4.89
I-7	26° 20' 55'	126° 45' 47'	23.91	7.17
I-8	26° 20' 43'	126° 45' 0'	23.42	4.43
I-10	26° 20' 32'	126° 47' 28'	29.79	8.60
I-11	26° 20' 28'	126° 46' 20'	39.69	7.80
I-13	26° 19' 18'	126° 46' 32'	37.38	2.40
I-14	26° 18' 12'	126° 47' 54'	17.11	18.21
I-15	26° 17' 34'	126° 48' 34'	35.66	18.84
		平均流出量		11.47