

土壌等の沈降時間について (第2報)

満本裕彰・大見謝辰男・比嘉榮三郎
花城可英・渡嘉敷義浩*

Falling Time of Soil and so on in Settling Basin II

Hiroaki MITSUMOTO, Tatsuo OMIJA, Eisaburou HIGA,
Kaei HANASHIRO and Yoshihiro TOKASHIKI *

key words : 赤土等, 沈降時間, 沈砂池, 沈殿池

I はじめに

沖縄県では、1995年10月「沖縄県赤土等流出防止条例」(以下、赤土条例と称す)が施行された。これにより、事業行為に伴って発生する赤土等の流出規制が行われることになった。赤土条例では、赤土等の流出防止対策の1つとして沈殿池の設置を義務づけており、事業現場から発生した濁水は、沈殿池に貯留し、SS(浮遊物質)を200mg/l以下にして排出することになっている。

そこで前報において、赤土等の沈降時間を予測するために、室内試験におけるSSと経過時間の関係について報告した¹⁾。

本報では、前報において他の試料と比較して沈降時間が遅かった野底層に分類される石垣市明石西産国頭マージ(以下、明石西と称す)の理化学性について検討した。また追加の室内試験を行った。そして実際の事業現場に設置してある沈砂池等について実施した沈降時間の予備調査をおこなったので報告する。

II 明石西の理化学性

土粒子の沈降挙動は、粒子の大きさ、形状及び粒子の相互作用等が考えられる。そこで琉球大学農学部において明石西の理化学性について調べた。

その結果、陽イオン交換容量(CEC)、pH、電気伝導度(EC)が比較的高いことがわかった(表1)。

表1. 明石西の測定結果.

CEC (me/100g)	9.5
pH	7.8
EC (μ s/cm)	197

ここで、CEC、pH、ECと土粒子の分散の関係は、

- (1) CECが高いと土粒子に吸着する陽イオンが多くなるということであり、そのため土粒子の電気二重層が厚くなり凝集しにくく分散性が高くなる。
- (2) pHが高いと、さらに電気二重層が厚くなる。
- (3) ECが高いと、溶液中のイオン濃度が高くなる。(明石西は沈降が遅いことから分散性の高いイオンが多いと考えられる。)

以上のことから、明石西は他の試料よりも電気二重層が厚く土粒子が凝集しにくく分散状態にあることが沈降を遅らせる原因となっているものと考えられる。

III 追加室内試験

1. 試料

国頭マージ1試料、クチャ(島尻層群泥岩)3試料、また県外の赤黄色土4試料である(表2)。

表2. 試料採取地.

採取地	事業区分	採取状況	試料	土壌等
大里村	敷地造成O①	造成地	表層土	クチャ
仲里村	農地開発M	沈砂池	堆積土	国頭マージ
大里村	土地改良M	沈砂池	排出水	クチャ
大里村	敷地造成O②	沈砂池	流入水	クチャ
北海道網走市				
北海道旭川市				
中四国地方				
愛知県西尾市				

2. 試験方法

前報¹⁾に準じて行った。

3. 結果及び考察

室内試験の結果を表3に示す。

* 琉球大学農学部

表3. 沈降試験におけるSS測定結果. (単位: mg/ℓ)

採取地	事業区分	水深 (cm)	時間 (min)								
			0	2	5	15	30	90	240	480	1440
大里村	敷地造成0①	5	9,020	9,330	8,070	6,020	4,450	1,300	374	152	73
		25	9,020	9,950	9,970	8,470	8,040	2,160	453		
		50	9,020	10,100	9,950	9,770	9,160	4,550	600	198	72
		75	9,020	9,790	9,790	9,480	9,350	7,090	613		
仲里村	農地開発M	25	4,710	4,780	4,330	120	59	28	19		17
		75	4,710	4,970	5,080	4,650	100	40	29		18
大里村	土地改良M	25	11,000	10,900	10,900	10,900	7,900	463	118	55	26
		75	11,000	10,800	10,700	11,000	11,000	921	239	97	28
大里村	敷地造成0②	25	49,000	53,900	50,400	51,200	48,700	48,900	42,800	4,460	198
		75	49,000	52,000	51,000	52,000	51,400	49,900	53,700	82,600	134,000
網走市		25	2,568	2,280	1,530	328	133	67	45		15
		75	2,568	2,490	2,390	1,900	240	79	46		21
旭川市		25	3,270	2,850	1,920	342	133	96	42		15
		75	3,270	3,130	3,110	2,260	365	90	58		18
中四国地方		25	6,544	6,147	500	82	37	18		10	5
		75	6,544	6,550	6,880	445	59	17		14	12
西尾市		25	6,320	5,050	598	154	74	38		21	9
		75	6,320	5,870	5,490	497	88	37		26	10

試料の大里村敷地造成0②は、沈砂池への流入水である。発生源での裸地対策がみられないためにSSが49,000 mg/ℓと高濃度であった。そのため、水深25cmでは時間の経過とともにSSは減少し、1,440分(1日)後には198mg/ℓと99%以上の沈降がみられるが、水深75cmでは逆に増加している。これは初期濃度が高すぎて、下方では沈降しにくくなっているためではないかと考えられる。なお、この試料の追加試験結果を表4に示す。水深75cmでは、SSは2日後から減少がみられ、9日後に5,250mg/ℓまで沈降している。

その他の試料は、県内、県外とも前報と同様に1,440分後には初期SSから99%以上が沈降している。

表4. 追加試験結果. (単位: mg/ℓ)

採取地	事業区分	水深 (cm)	時間 (日)			
			2	3	5	9
大里村	敷地造成0②	25	104	165	90	136
大里村	敷地造成0②	75	131,000	109,000	10,000	5,250

IV フィールド調査

1. 調査期間

1995年6月に沖縄島南部地域で3回、北部地域で1回

実施した。

2. 調査地点

名護市、豊見城村、糸満市、南風原町、大里村で行われている8つの開発事業に設置されている18の沈砂池等で調査した(表5)。調査時には、貯留式の沈殿池はほとんど見られなかったため、大雨時にはオーバーフローする沈砂池等を中心に実施した。

表5. フィールド調査地点.

市町村	事業区分	採水地点数	土壌等	備考
名護市	土地改良N	6	国頭マージ	土砂溜マス
豊見城村	宅地造成T	1	クチャ	沈殿池(容量大)
豊見城村	土地改良B	6	ジャーガル	土砂溜マス
糸満市	土地改良O	1	クチャ、驕マージ	沈砂池
南風原町	道路工事M	1	クチャ	土砂溜マス
南風原町	公園造成K	1	クチャ	沈砂池
大里村	土地改良M	1	クチャ	沈砂池
大里村	敷地造成O	1	クチャ	沈砂池

3. 調査方法

事業現場に設置してある沈砂池等から水深10cmと水深の半分の深さ(以下、水深(1/2))の検水採取しSS等を測定する。採水時間は、原則として降雨終了時

と、それから24時間後の2回とした。尚、SSはJIS K 0102に準じて測定している。

降雨量は、南部地域は沖縄気象台の糸数測候所、北部地域は名護測候所の1時間降雨量を使用した。また、ここでは降雨開始を3mm/h以上からとし、降雨終了を3mm/h以上の降雨がそれ以降24h経過しても見られないときとした。これは、侵食限界降雨が3mm/10minとされている²⁾ことによる。

4. 結果及び考察

図1～4にフィールド調査のSSと降雨量を示す。

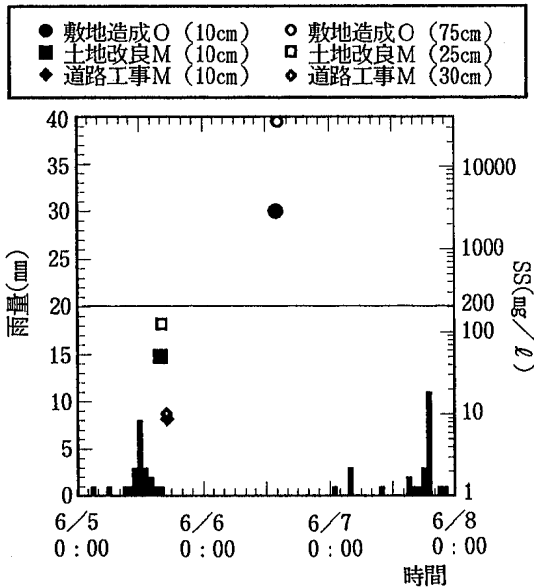


図1. フィールド調査 (南部地域 6月5～7日).

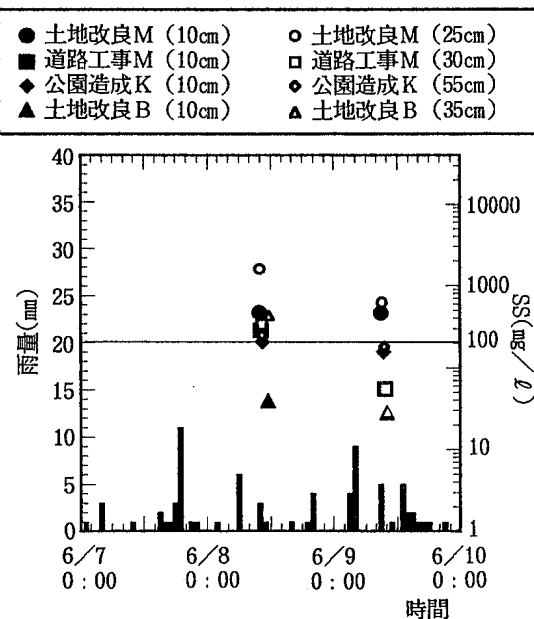


図2. フィールド試験 (南部地域 6月7～9日).

6月5日(南部)は、降雨量が3時間で14mmと少なかった。しかし、敷地造成0は降雨終了から25時間経過しているが、水深10cmで2,840mg/l、水深75cmで35,500mg/lと高い値を示している(図1)。

7～9日(南部)は、1回目の採水後も断続的に降雨があったため、その24時間後のサンプリングにおいても

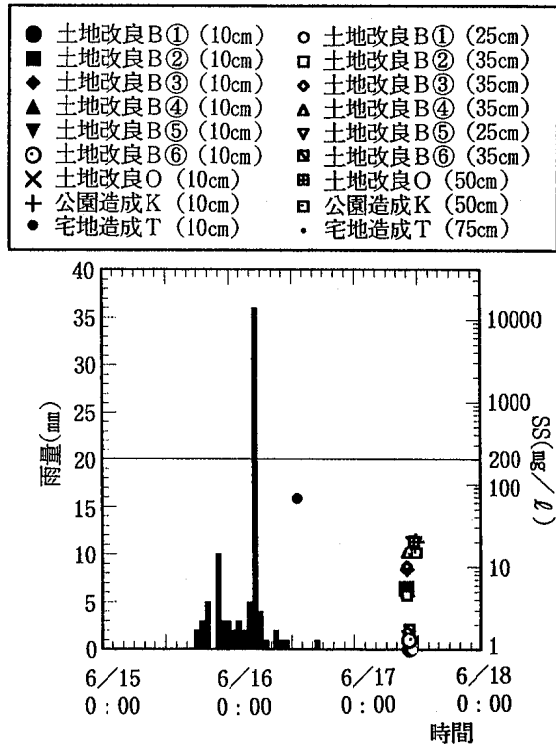


図3. フィールド試験 (南部地域 6月15～17日).

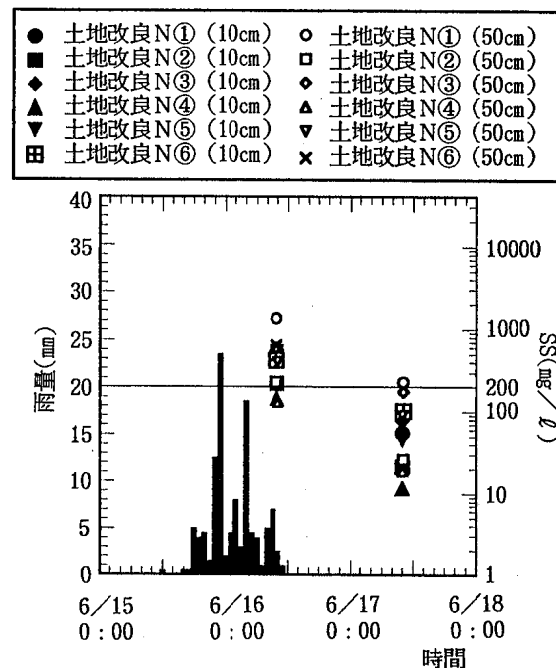


図4. フィールド試験 (北部地域 6月15～17日).

SSはほとんど変化していないように見える(図2)。

15~16日(南部)は、降雨量は76mmであった。

採水は、降雨終了から約28~30時間経過しており、SSは水深10cmで、1.0~20mg/l、水深(1/2)で1.0~21mg/lとなっている(図3)。

15~17日(北部)は、降雨量は108.5mmであった。

採水は降雨終了から約45分後と、約25時間後に行っている。約45分後のSSは水深10cmで145~558mg/l、水深1/2地点で136~1,370mg/l、約25時間後は水深10cmで12~102mg/l、水深(1/2)で20~226mg/lであった(図4)。

沈砂池等には、降雨終了後も表流水の流入があり、中にはオーバーフローによる排水がみられる場合もあるため、SSの推移には単純に土粒子の沈降以外に乱流等の要因も考えられるが、降雨終了時から約1日後までには水深10cmで調査総数31地点中30地点が、水深(1/2)で30地点のうち28地点でSSが200mg/l以下であった。

しかし、追加室内試験結果でも言えることであるが、沈殿池を設置しても、発生源対策が不十分で高濃度の濁水が流入すると、沈降に時間がかかる場合もありえる。よって、沈殿池以外でも十分な防止対策をとり濁水の発生をおさえることが必要である。また貯留した濁水は、SSが基準値以下になると速やかに排出し、次の降雨に対応することも重要である。

末尾にフィールド調査と降雨量及び追加室内試験の一覧を示す(表6~7)。

5. 貯留式沈殿池の事例

赤土条例施行後には、150mm/日の雨量に対応できる大容量の沈殿池を設置し、貯留した濁水のSSを沈降させフロート等を使用して上澄みから排水している事例も見られるようになった。土地改良Mは、1995年3月における工事は無対策で行われており、排水のSS濃度の最高値は約60,000mg/lであったが、1996年6月には沈殿池を設置し沈殿後ポンプアップして放流することにより排水濃度を無対策時の1/1,000である約60mg/lまで低減していた。

〈謝辞〉

フィールド調査の採水に協力して下さいました名護保健所衛生課の職員の皆様と試料土を提供して下さいました琉球大学農学部 翁長謙良教授に深く感謝致します。

V 参考文献

- 1) 満本裕彰・大見謝辰男・比嘉榮三郎・花城可英 (1994) 土壤微粒子の沈降時間について。沖縄県衛生環境研究所報, 29: 77-81.
- 2) 翁長謙良 (1986) 沖縄島北部地方における土壌侵食の実証的研究, 琉球大学農学部学術報告: 111-209.

表6. フィールド調査測定結果. 備考に約降雨終了後の採水を0, その約24時間後を1として示す.

市町村名	事業区分	年月日	時刻	沈砂池 No	深さ cm	SS mg/ℓ	濁度 度	透視度 cm	pH	土壌等	備考
1	名護市	土地改良N	1995/6/16 9:45	①	10	544	643	2.2	6.04	国頭マーヅ	0
2	名護市	土地改良N	1995/6/16 9:45	①	50	1,370	1,240	<1.5	6.40	国頭マーヅ	0
3	名護市	土地改良N	1995/6/17 10:45	①	10	55	116	6.6	6.58	国頭マーヅ	1
4	名護市	土地改良N	1995/6/17 10:45	①	50	226	321	3.6	6.32	国頭マーヅ	1
5	名護市	土地改良N	1995/6/16 9:45	②	10	223	219	4.4	6.22	国頭マーヅ	0
6	名護市	土地改良N	1995/6/16 9:45	②	50	238	226	4.3	6.27	国頭マーヅ	0
7	名護市	土地改良N	1995/6/17 10:00	②	10	21	28	23.8	6.62	国頭マーヅ	1
8	名護市	土地改良N	1995/6/17 10:00	②	50	27	41	18.4	6.55	国頭マーヅ	1
9	名護市	土地改良N	1995/6/16 9:45	③	10	558	658	2.4	6.08	国頭マーヅ	0
10	名護市	土地改良N	1995/6/16 9:45	③	50	614	712	2.2	6.04	国頭マーヅ	0
11	名護市	土地改良N	1995/6/17 10:00	③	10	78	202	4.4	5.73	国頭マーヅ	1
12	名護市	土地改良N	1995/6/17 10:00	③	50	172	292	3.8	6.19	国頭マーヅ	1
13	名護市	土地改良N	1995/6/16 9:45	④	10	145	151	5.5	6.37	国頭マーヅ	0
14	名護市	土地改良N	1995/6/16 9:45	④	50	136	142	5.7	6.36	国頭マーヅ	0
15	名護市	土地改良N	1995/6/17 10:00	④	10	12	23	-	6.82	国頭マーヅ	1
16	名護市	土地改良N	1995/6/17 10:00	④	50	20	31	23.0	6.91	国頭マーヅ	1
17	名護市	土地改良N	1995/6/16 9:45	⑤	10	535	599	2.4	6.99	国頭マーヅ	0
18	名護市	土地改良N	1995/6/16 9:45	⑤	50	407	564	2.6	6.57	国頭マーヅ	0
19	名護市	土地改良N	1995/6/17 10:00	⑤	10	46	126	6.6	7.36	国頭マーヅ	1
20	名護市	土地改良N	1995/6/17 10:00	⑤	50	92	220	4.2	7.27	国頭マーヅ	1
21	名護市	土地改良N	1995/6/16 9:45	⑥	10	447	-	2.6	6.49	国頭マーヅ	0
22	名護市	土地改良N	1995/6/16 9:45	⑥	50	639	-	2.2	6.85	国頭マーヅ	0
23	名護市	土地改良N	1995/6/17 10:00	⑥	10	102	-	4.0	6.85	国頭マーヅ	1
24	名護市	土地改良N	1995/6/17 10:00	⑥	50	水は溜まっていなかった			-	国頭マーヅ	1
25	豊見城村	宅地造成T	1995/6/17 10:40	-	10	16	18	-	7.91	クチャ	1
26	豊見城村	宅地造成T	1995/6/17 10:45	-	75	16	13	-	7.96	クチャ	1
27	豊見城村	土地改良B	1995/6/8 11:27	-	10	39	43	15.6	7.73	ジャーガル	0
28	豊見城村	土地改良B	1995/6/8 11:29	-	35	44	44	15.2	7.72	ジャーガル	0
29	豊見城村	土地改良B	1995/6/9 10:05	-	10	28	25	22.4	7.71	ジャーガル	1
30	豊見城村	土地改良B	1995/6/9 10:10	-	35	29	26	22.4	7.68	ジャーガル	1
31	豊見城村	土地改良B	1995/6/17 10:27	①	10	1	1	-	7.88	ジャーガル	1
32	豊見城村	土地改良B	1995/6/17 10:59	①	25	1	2	-	7.51	ジャーガル	1
33	豊見城村	土地改良B	1995/6/17 9:50	②	10	6	6	-	7.51	ジャーガル	1
34	豊見城村	土地改良B	1995/6/17 9:53	②	35	5	7	-	7.51	ジャーガル	1
35	豊見城村	土地改良B	1995/6/17 9:57	③	10	9	10	-	7.75	ジャーガル	1
36	豊見城村	土地改良B	1995/6/17 10:00	③	35	10	11	-	7.70	ジャーガル	1
37	豊見城村	土地改良B	1995/6/17 10:03	④	10	5	8	-	7.91	ジャーガル	1
38	豊見城村	土地改良B	1995/6/17 10:05	④	35	15	16	-	7.86	ジャーガル	1
39	豊見城村	土地改良B	1995/6/17 10:15	⑤	10	1	2	-	7.94	ジャーガル	1
40	豊見城村	土地改良B	1995/6/17 10:20	⑤	25	2	5	-	7.91	ジャーガル	1
41	豊見城村	土地改良B	1995/6/17 10:22	⑥	10	1	2	-	7.95	ジャーガル	1
42	豊見城村	土地改良B	1995/6/17 10:24	⑥	35	2	3	-	7.91	ジャーガル	1
43	糸満市	土地改良O	1995/6/17 11:12	-	10	19	18	-	7.78	クチャ, 島尻マーヅ	1
44	糸満市	土地改良O	1995/6/17 11:17	-	50	21	18	-	7.77	クチャ, 島尻マーヅ	1
45	南風原町	道路工事M	1995/6/5 17:10	-	10	9	9	-	7.53	クチャ	0
46	南風原町	道路工事M	1995/6/5	-	30	10	9	-	7.29	クチャ	0
47	南風原町	道路工事M	1995/6/8 10:13	-	10	284	292	3.4	7.59	クチャ	-
48	南風原町	道路工事M	1995/6/8 10:15	-	30	326	321	3.2	7.56	クチャ	-
49	南風原町	道路工事M	1995/6/9 9:40	-	10	55	34	15.8	7.56	クチャ	-
50	南風原町	道路工事M	1995/6/9 9:45	-	30	55	35	15.6	7.59	クチャ	-
51	南風原町	公園造成K	1995/6/8 10:28	-	10	204	236	4.5	8.27	クチャ	-
52	南風原町	公園造成K	1995/6/8 10:31	-	55	248	298	4.4	8.25	クチャ	-
53	南風原町	公園造成K	1995/6/9 9:24	-	10	156	169	5.0	8.30	クチャ	-
54	南風原町	公園造成K	1995/6/9 9:30	-	55	170	183	4.7	8.30	クチャ	-

市町村名	事業区分	年月日	時刻	沈砂池 No	深さ cm	SS mg/ℓ	濁度 度	透視度 cm	pH	土壌等	備考
55	南風原町	公園造成K	1995/6/17	11:50	10	20	15	-	8.00	クチャ	1
56	南風原町	公園造成K	1995/6/17	11:53	50	15	13	-	7.96	クチャ	1
57	大里村	土地改良M	1995/6/5	16:07	10	50	60	10.2	7.67	ジャーガル	0
58	大里村	土地改良M	1995/6/5	16:10	25	126	130	6.0	7.77	ジャーガル	0
59	大里村	土地改良M	1995/6/8	9:56	10	470	459	3.0	7.59	ジャーガル	
60	大里村	土地改良M	1995/6/8	9:58	25	1,600	1,440	<1.5	7.70	ジャーガル	
61	大里村	土地改良M	1995/6/9	9:00	10	462	461	2.6	7.67	ジャーガル	
62	大里村	土地改良M	1995/6/9	9:05	25	611	617	2.2	7.65	ジャーガル	
63	大里村	敷地造成O	1995/6/6	13:55	10	2,840	9,740	<1.5	9.32	クチャ	1
64	大里村	敷地造成O	1995/6/6	14:00	75	35,500	48,200	<1.5	9.36	クチャ	1

表7. フィールド調査時の降雨量.

時間	糸数						名護	
	6月5日	6月7日	6月8日	6月9日	6月15日	6月16日	6月15日	6月16日
1:00		1				2		4.5
2:00			1			2		8.0
3:00	1			4		2		3.0
4:00		3		9		5		18.5
5:00						36		4.5
6:00	1		6			4		4.0
7:00						1		1.0
8:00								5.0
9:00	1			5		2		7.0
10:00	1	1	3			1		2.5
11:00	3		1	1		1		1.0
12:00	8						0.5	
13:00	3			5				
14:00	2			2				
15:00	1	2		2				
16:00	1	1	1	1			0.5	
17:00		1		1		1	0.5	
18:00		3		1	2		5.0	
19:00		11	1		3		4.0	
20:00			4		5		4.5	
21:00		1		1			1.5	
22:00		1			10		12.5	
23:00					3		23.5	
0:00					3		2.0	
降雨量 (mm)	22	25	17	32	26	58	54.5	59.0
降雨時間	10	10	7	11	6	11	10	11