

TSによる斜面変状の自動観測

緒方 一

1. TSによる斜面観測

TS (Total Station) のノンプリズム測距機能を利用してメッシュ観測を自動で行い、斜面変状の状況を計測した。観測場所は日南市瀬平崎である。(図-1) 2012年11月からひと月に1回の観測を実施している。旧サボテン公園の南側の岩盤斜面で、上から上部砂岩、上部砂岩泥岩互層、下部砂岩層、下部砂岩泥岩互層、崖錐の順に露頭している。(写真1)

観測はTSの内臓プログラムでメッシュを定義し、自動観測を行い、観測差分を取得した。



図-1 位置図



写真1 日南市瀬平崎の斜面

観測定義区域は、斜面下の市道から観測する2mメッシュの864点「T1区域」と、市道法面上部から観測する4mメッシュの810点「T3区域」の2観測区域を3回観測した結果を報告する。

観測値はTSの内臓プログラムにより自動で取得することができる。このとき観測条件によって異なるが、15%程度の観測エラーが発生する。この理由はよく解っていない。観測計画を(図-2)にしめす。

観測はこのメッシュ観測に加え、S断面位置で1mメッシュ810点、D断面観測およびE断面観測を概ね、ひと月に1回行っている。D断面では砂岩部で大きな崩落を観測している。(図-3) 今後気象条件や岩盤物性情報を収集する。この斜面は風化速度が速く年間数メートルであるといわれている。TSはソキア・トプコン社製SRX5Xを使用した。今回報告するのは下記の2区域3観測である。

T1区域	2012/11/25 と 2012/12/13	19 日間の差分	T1-1dif.
〃	2012/12/13 と 2013/01/11	29 日間の差分	T1-2dif.
T3区域	2012/12/01 と 2012/12/13	13 日間の差分	T3-1dif.
〃	2012/12/13 と 2013/1/11	29 日間の差分	T3-2dif.

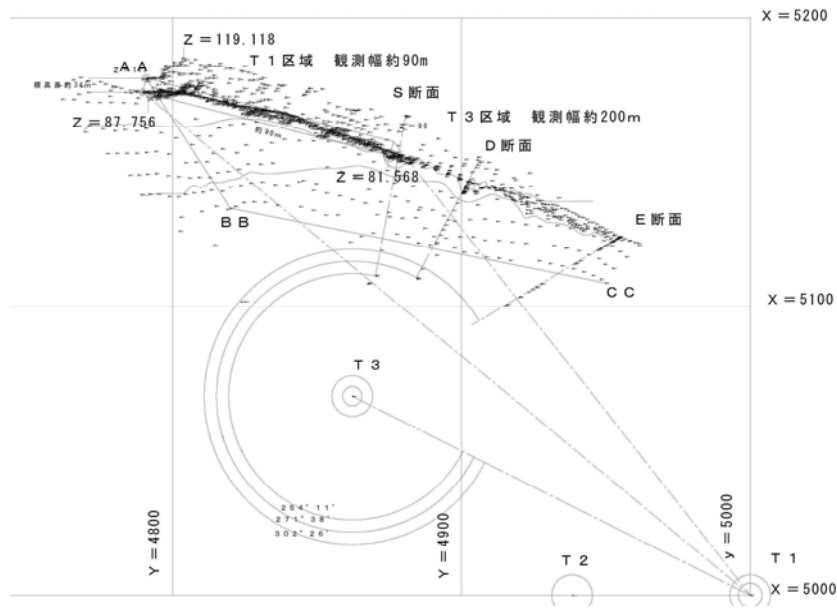


図- 2 観測計画図

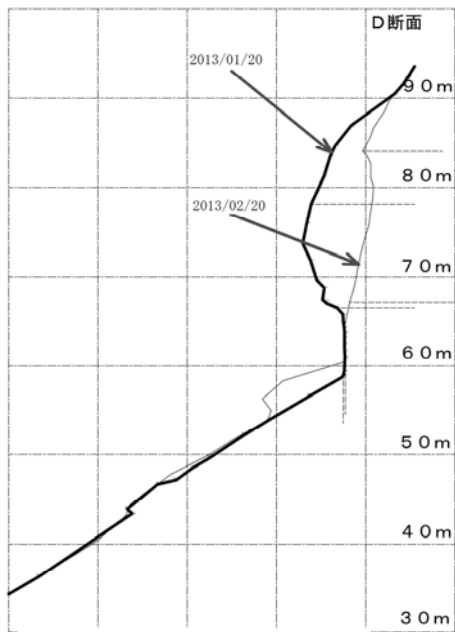


図- 3 D断面の崩落

2. 斜面変化の差分とその表現

座標値の差分 dx 、 dy 、 dz から (図-4) の r 、 ρ 、 ϕ 、 θ を算出する。 θ が 90 度を超えると崩落を意味し、 90 度未満は堆積を意味する。T1 区域は崖錐の部分をほとんど含まない範囲であり、観測の延長は約 90 m である。T3 区域は崖錐部分を含んだ観測で、延長約 200 m である。

得られる差分は TS の視準方向の差分であり斜面に垂直の成分ではない。図-2 のように観測する斜面に正対しておらず、観測値を3次元解析する技術開発を行っている。この報文では差分を視覚化する方法として表計算ソフトのグラフ機能で表現した。

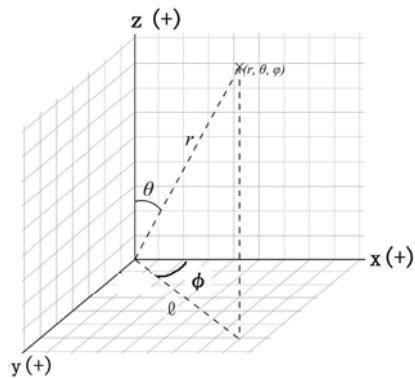


図- 4 座標系

3. 斜面変化の特徴

T1-1dif. 6-5 と 4-22 ブロックでそれぞれ -1.383 と -1.333 の崩落があり 1-25 で $+1.389$ の崖錐堆積物が発生した。19 日間の変位である。

(図-5)

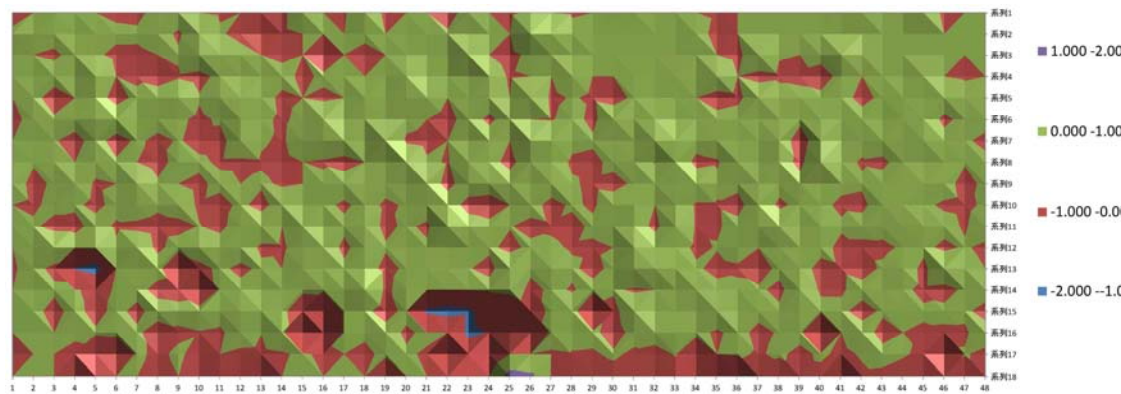
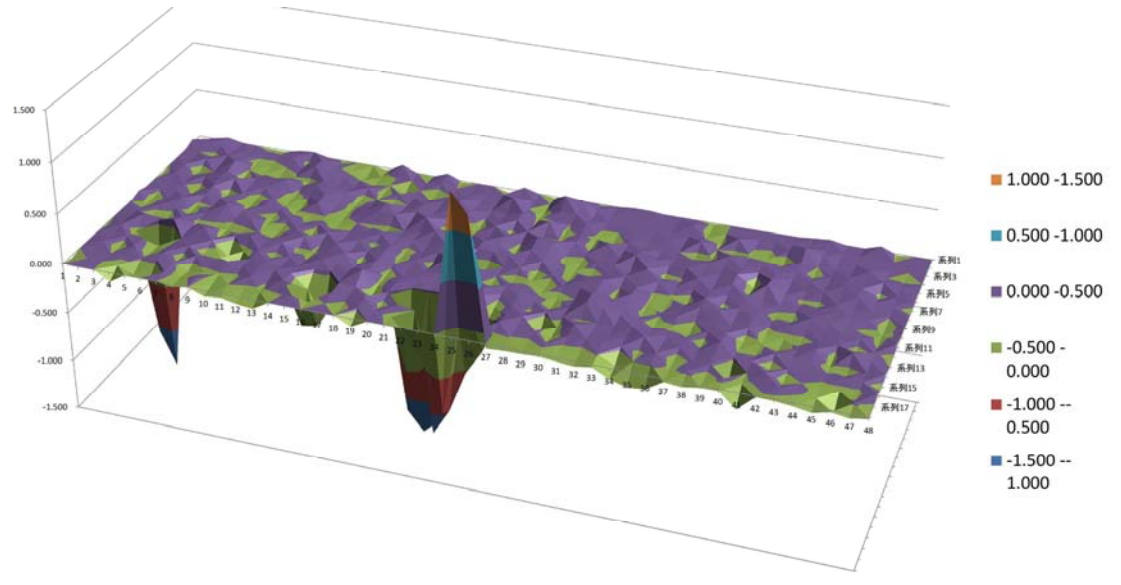
T1-2dif. 16-16 と 5-34 ブロックでそれぞれ -2.810 と -1.138 の崩落が発生した。29 日間の変位である。

(図-6)

表-8 表-4の差分に負号を付した表(観測値は空白)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
18	-0.070		0.036	0.006			-0.012	-0.016	0.023	0.035	-0.005			-0.022	0.060			0.051	-0.013			-0.041	0.042	
17	0.038	0.034	0.024	0.012	0.011	0.026	-0.009	0.044	0.006		-0.015	-0.051	-0.019				0.019			0.012	0.013		0.093	
16			-0.011	0.021	0.009	-0.013	-0.012	0.008	0.070	0.043	0.019		-0.015			-0.054								
15			0.031		0.061		-0.015	-0.032	-0.007	-0.022	0.018		0.025	-0.016	0.013			0.022	0.063	0.006			0.034	0.036
14		0.022	-0.023	0.040	-0.030	0.018	0.038	0.059	0.007	0.047	0.044	0.031	-0.015		-0.013	0.028	0.055	0.047				0.014	0.043	
13	-0.016	0.020	0.009	0.038	0.069	0.065	0.016	0.028	0.013	-0.014	0.009	0.050	0.013	-0.010	0.016	0.071	0.018	0.037	0.025	0.019		-0.025	0.014	-0.015
12			0.006	0.009	-0.027	0.031	-0.032	0.013	-0.017	0.005	-0.019	-0.023	0.046	0.006	-0.009	0.033	0.067	0.096	0.010	0.089	-0.009	-0.017	-0.004	0.041
11			0.008	0.011	0.028	0.010		-0.023	0.022	0.012	-0.009	-0.011	-0.006	-0.017		-0.010	-0.028	0.014	0.061	0.009		-0.004	0.049	0.027
10	0.030	-0.017	0.009	0.044	-0.009		0.056	0.009		-0.012	0.016		0.009	-0.008		0.019	0.037	0.020	0.018	0.015	0.052	-0.026	0.048	0.047
9		-0.010	0.017	0.011	-0.016	0.018	0.033	0.013	0.029	-0.007	-0.022	0.013	-0.021	0.034		0.016	-0.011	0.020	-0.008	0.005	0.036	0.049	-0.032	-0.045
8		0.006	-0.000	-0.021	0.025	-0.028	-0.013	-0.034	-0.018	0.027	-0.016	0.021	0.060		0.043	0.048	-0.016	0.035	0.006		0.010	0.012	0.018	0.013
7	-0.008	0.025	-0.019	-0.048	-0.383		0.015	0.033	-0.114	-0.023	0.014	-0.016	0.013		0.046	0.027	0.015	0.031	-0.018	0.010	0.021	0.015	0.005	-0.021
6			0.013	0.011	-0.030	0.008	0.028	-0.026	-0.039	-0.134	0.010	0.021	0.042	0.019	0.021	0.032	0.045	0.107	-0.013	0.028	0.012	0.016	0.022	0.033
5		0.020	-0.023	0.025	-0.027	0.022	-0.022	0.026	0.031	0.041	0.026	0.047	0.042	0.032	-0.098	-0.337	0.030	0.016	-0.039	0.027	-1.140	-1.333	-1.194	-0.560
4			0.007	0.011	0.019	0.014	-0.042	-0.015	-0.004	-0.011	0.033	0.001	0.051	-0.276	-0.301	0.023	0.011	0.037	-0.013	0.018		-1.217	-0.951	
3			0.010	-0.010	-0.075	-0.098	0.015	-0.016	0.014	-0.030		-0.013	-0.015	-0.006	0.010	-0.015		0.016	0.011	-0.011	-0.853	-0.420	-0.884	
2	-0.027			-0.084				-0.028		-0.060	-0.040	-0.071	-0.090											
1																								

	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
	-0.017	0.019		-0.007		0.016	0.016			0.026	-0.009						0.016	0.030			0.050	-0.014		
	-0.027	0.114	0.078	0.020							0.058	-0.018	0.061	0.004				0.026	0.090	0.029				
	-0.007	0.084	-0.012	0.005	-0.009	-0.026	0.017		0.010		-0.028	-0.017	0.049	0.024	0.025	0.019	0.019	-0.015	0.011	0.031	0.030	0.042	0.024	0.014
	0.034	-0.004	0.022	-0.016	0.051	0.021	0.034			0.006	0.021	0.033	0.024	0.034	0.023	0.038	0.016	0.022	0.009	0.037	0.041	-0.014	0.018	0.020
	0.068	0.070	0.016	0.009	0.010	0.016	0.062	0.069	0.023	0.009	0.030	0.023	0.061	-0.048	0.066	0.006	0.016	0.033	0.024	0.050	0.022	0.007	-0.012	
	0.041	0.050	0.038	-0.009	-0.015	0.017	0.024	-0.002	0.050	-0.016	-0.007	0.047	0.021	0.048	-0.024	0.101	0.017	-0.006	-0.012	0.025	0.011	0.014	0.005	0.015
	0.041	0.022	0.041	0.008	-0.012	-0.020	0.009	0.028	0.039	0.041	0.016	0.018	0.032	0.021	0.033	0.014	0.013	0.008	0.022	0.030	0.029	0.025	-0.021	0.015
	0.026	-0.021	0.009	-0.008	0.004	0.051	0.004	-0.006	-0.005	-0.024	0.052	-0.012	0.016	0.013	-0.010	-0.015	0.037	0.030	0.006	-0.008	-0.008	-0.013	0.009	
	0.003	-0.018	-0.008	-0.020	0.012	0.025	0.037	-0.017	0.054	-0.005	-0.007	0.022	0.057	0.058	0.010	0.029	0.008	0.026	0.021	0.027	0.028	0.020	-0.008	0.054
	-0.017	0.014	0.010	-0.006	-0.009	0.000	0.049	0.024	-0.011	0.003	0.026	0.001	0.016	0.015	0.015	0.023	-0.016	-0.017	-0.013	0.008	0.015	-0.013	0.006	-0.013
	0.064	0.015	0.034	0.010	-0.019	0.017	0.068	0.070	0.031	0.008	-0.016	-0.008	-0.034	0.017	0.031	-0.023	-0.006	-0.026	0.010	0.038	-0.017	0.066	0.022	
	0.055	-0.022	0.014	-0.005	0.021	0.008	-0.008		0.030	0.017	0.011	0.010	-0.015	0.043	-0.007	-0.007	0.026	0.015	0.011	-0.013	-0.023	0.012	0.028	
	-0.202	-0.051	0.020	0.041	-0.127	-0.021	0.052		0.007	0.014	0.056	0.008	0.021	0.011	0.033	0.015	0.014	-0.027	0.010	0.009	0.008	0.014	0.011	-0.021
	-0.534	-0.290	0.043	0.014	0.017	-0.031	0.023	0.029	0.033	0.016	-0.009	0.021	-0.017	0.006	0.020	-0.167	0.024	-0.023	0.006	0.021	0.007	-0.014	-0.119	0.004
	0.003	-0.011	-0.003	-0.006	0.009	-0.011	-0.021	0.004	-0.069		0.009	-0.006	0.010	-0.015	0.010	-0.013	0.006	0.021	0.007	-0.014	-0.119	0.004	-0.013	
	1.389	1.189	-0.043	-0.032	-0.030	-0.021	-0.036	-0.051	-0.024	-0.105	-0.152	-0.135	-0.030	-0.047	-0.021	-0.017	-0.163	-0.010	-0.014	-0.031	-0.059	-0.019	-0.044	-0.013



図ー 5 T1 区域 19 日間の差分
 差分表上が左、 下が右側
 立体視グラフ上、等高線グラフ下

表-8 表-4の差分に負号を付した表(観測値は空白)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
18	-0.118	-0.018	-0.182	-0.088	0.015	-0.007	-0.037	-0.046	0.022	-0.138	-0.164	-0.033	-0.021	-0.056	-0.051	-0.117	-0.037	-0.173	-0.247	-0.062	-0.133	-0.050	
17	-0.303	-0.039	-0.030	-0.309	-0.001	-0.098	0.028	-0.048	0.082	-0.102	-0.028	-0.064	-0.012	-0.021	-0.088	0.038	-0.147	-0.048	-0.129	-0.128	0.003	-0.030	-0.162
16			-0.097	-0.122	-0.108	-0.028	-0.039	-0.086	-0.062	-0.002	-0.028	-0.064	0.008										
15			-0.037	-0.113		-0.036	-0.201	-0.010	0.017	-0.020		-0.088	0.038	-0.147	-0.048								
14	-0.255	-0.008	0.018	0.008	-0.011	-0.002	-0.038	-0.007	-0.018	-0.003	0.027	0.008	-0.023	0.017	-0.032	-0.015	-0.066	0.009	-0.022	0.011	0.008	-0.045	0.013
13			0.007	0.021	-0.025	-0.021	0.025	0.012	0.020	0.023	-0.048	-0.010	0.011	-0.037	-0.058	-0.037	-0.014	-0.070	0.019	0.028			-0.025
12			0.011	-0.016	0.009		0.014		0.019	0.014	-0.040	0.011	0.013	-0.006	0.010	0.019	0.008	0.019	0.013	0.002	0.033	0.006	
11			0.023	-0.013	-0.025	-0.009	0.027	0.012	0.008	0.014	0.023	-0.013	-0.011		0.013	-0.023	0.009	-0.007	-0.009	0.020	0.020	0.020	-0.017
10			0.014	0.005	0.009	0.018	0.028	-0.058	-0.023	-0.031	0.017	0.029	-0.014	0.014	-0.031	0.006	0.004	-0.022	0.014	-0.012	-0.004	-0.021	0.017
9	-0.019		0.015	0.028	0.023	-0.040	0.020	0.028	0.040	0.012	-0.020	0.021		0.001	-0.026	-0.034	-0.016	-0.007	0.018	-0.047	-0.030	0.023	
8			-0.032	-0.069	0.039	-0.050	0.013	-0.049	-0.013	0.030	-0.058	-0.051	0.042	-0.011	0.023	0.028	-0.087	0.021	-0.033	0.015	-0.016	-0.037	-0.035
7	-0.052	-0.030																					
6			-0.017	0.013	-0.181	0.009	0.013	-0.019	0.022	-0.033	0.026	-0.086	-0.308	-0.219	-0.154	-0.102	-0.148	-0.460	0.008	-0.070	-0.012	-0.041	-0.137
5			0.023	0.010	0.010	-0.013	0.010	0.001	0.031	-0.019	-0.082	-0.143	-0.117	-0.286	-0.104	-0.173	-0.002	0.008	0.017	-0.078	-0.019	-0.048	-0.210
4			-0.041	-0.095	-0.051	0.015	0.010	0.001	0.031	-0.019	-0.082	-0.143	-0.117	-0.286	-0.104	-0.173	-0.002	0.008	0.017	-0.078	-0.019	-0.048	-0.210
3			-0.042																				
2																							
1																							

25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
	-0.102	0.003	-0.013	-0.016																			
	-0.472	-0.331	-0.040	-0.083																			
-0.009	-0.009	-0.034																					
			-0.007		0.021	-0.030	-0.023			0.006	-0.039	0.058	0.015		0.001	-0.067	-0.144	0.023					0.013
-0.032	-0.075	0.022	-0.022	0.012	-0.132	0.032	-0.010			-0.030	-0.089	-0.133	-0.193	0.013	-0.104	-0.056	-0.175	0.012	0.011	-0.011	0.005	0.012	-0.034
0.012	0.010	-0.022	-0.014	0.013	-0.008	0.010	-0.031	0.036	0.016	-0.039	-0.013	0.010	-0.045	-0.005	-0.037	0.003	-0.005	0.013	-0.013	0.020	-0.017	0.009	0.028
0.009	-0.028	0.009	0.012	0.008	0.028	0.015	0.006	-0.023	0.003	0.014	-0.021	0.007	-0.031	-0.015	-0.050	0.014	0.009	0.011	-0.008	0.008	-0.027	0.016	0.018
-0.033	0.006	0.018	0.011	0.019	0.012	0.024	0.009	-0.022	-0.007	0.012	-0.011	-0.016	0.009	-0.033	-0.010	-0.009	0.012	-0.018	0.018	-0.009	0.027	0.021	0.015
-0.020	0.017	-0.003	0.015	-0.024	-0.029		0.008	0.011	0.014	0.012	-0.023	0.012	-0.012	0.009	0.004	0.011	0.011	-0.008	0.009	0.016	-0.005	-0.014	
0.011	-0.022	0.018	-0.008	0.022	-0.037	-0.027	-0.019	-0.029	0.013	0.014	-0.025	-0.040	-0.051	0.023	-0.025	0.006	-0.021	-0.012	-0.023	-0.018	0.025	-0.006	-0.024
-0.036	-0.023	-0.007	0.018	0.022	-0.028	-0.041	-0.046	0.010	0.005	-0.035	-0.058	-0.025	-0.021	-0.019	0.014	0.024	-0.015	-0.031	-0.019	0.018	-0.044	-0.012	
0.020	-0.011	-0.016	-0.015	-0.011	-0.008	-0.088	-0.047	-0.028	-0.018	0.015	0.009	-0.028	-0.202	0.031	0.029	0.013	0.027	0.008	0.032	0.022	-0.030	0.010	-0.430
0.023	0.010	-0.081	-0.071	-0.049	-0.126		-0.392	-1.126	0.017	0.008	-0.017	0.024	-0.067	-0.109	-0.028	-0.072	-0.021	-0.186	-0.112	0.008	-0.003	-0.034	
-0.153	-0.081	-0.300	-0.385	-0.032	-0.182	-0.012	-0.013	-0.187	-0.248	0.022	0.006	0.018	-0.019	0.009	0.014	-0.014	0.003	-0.006	-0.127	-0.005	-0.115	0.031	
-0.075	-0.188	-0.459	-0.129	-0.138	-0.059	-0.130	-0.185	-0.242	-0.418	-0.206	-0.047	-0.013	0.002	-0.009	-0.015	-0.010	-0.023	-0.018	-0.007	0.008	0.008	-0.094	-0.119
-0.087		-0.133	-0.057	-0.100	-0.168	-0.175	-0.175	-0.148	-0.148	-0.038	-0.296	0.024	0.018	-0.007	-0.014	0.011	-0.005	-0.009	0.008	0.009	-0.006	-0.182	
-0.130	0.234	-0.246	-0.182	-0.147	-0.156	-0.240	-0.278	-0.158	-0.291	-0.438	-0.240	-0.004	-0.175	-0.389	-0.468	-0.109	-1.011	-0.012	-0.007	-0.032	-0.179	-0.139	

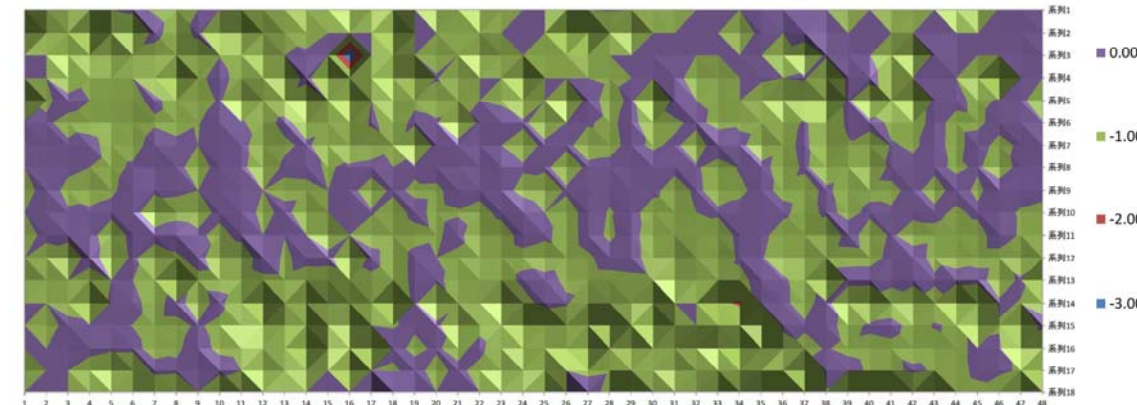
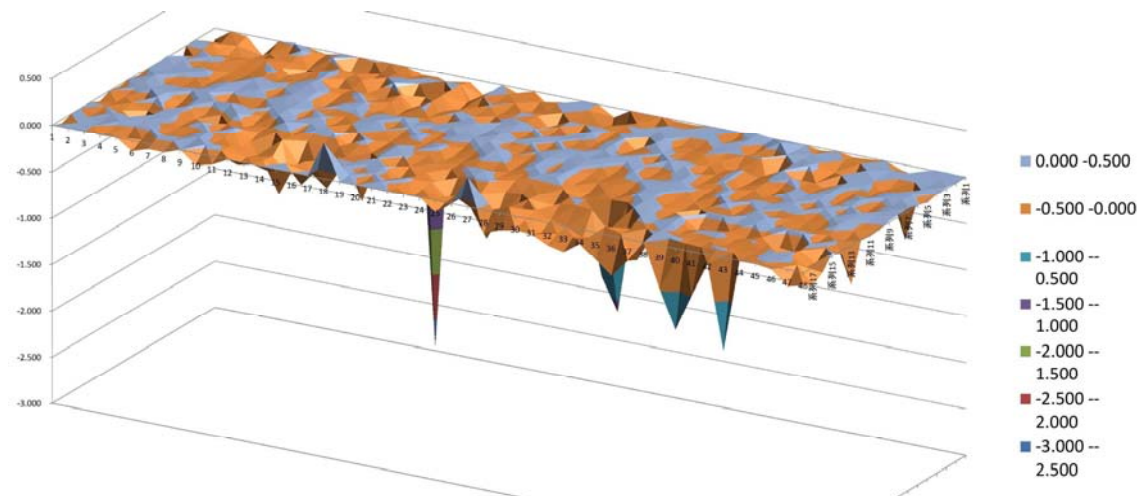


図-6 T1区域29日間の差分
 差分表上が左、下が右側
 立体視グラフ上、等高線グラフ下

T3-1dif. 10-39 の-8.670 を中心として広範囲に下部砂岩層が崩落した。4-39 の+8.908 を中心として広範囲に崖錐堆積物が発生した。13 日間の変位である。(図-7)

表-6 表-4の差分に負号を付した表(観測量は空白)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
16	0.006	-0.021	-0.031	-0.009	-0.071	-0.021	-0.045	0.016	-0.019	-0.019	0.027	-0.057	-0.022	-0.011	-0.038	-0.010	-0.037	-0.052	-1.623	-0.029	-0.031	-1.556
15	-0.005	-0.027	0.016	-0.009	-0.019	-0.010	-0.069	-0.052	-0.032	-0.032	-0.057	-0.022	-0.011	-0.038	-0.010	-0.037	-0.052	-1.623	-0.029	-0.031	-1.556	
14				0.005	-0.031	-0.020	-0.028	-0.053	0.043	-0.038	0.059	-0.012	-0.099	-0.011	-0.038	0.020	-0.037	-0.052	-1.623	-0.029	-0.031	-1.556
13				0.030	0.009	-0.041	-0.033	-0.020	-0.023	-0.090	-0.005	-0.011	-0.014	-0.011	-0.006	-0.027	-0.011	-0.016	-0.010	-0.057	-0.091	-0.165
12				-0.013	0.009	0.028	0.031	-0.022	-0.030	-0.025	-0.005	-0.011	-0.014	-0.011	-0.006	-0.027	-0.011	-0.016	-0.010	-0.057	-0.091	-0.165
11					0.029	-0.023	-0.023	-0.078	-0.020	-0.027	-0.021	-0.014	-0.034	-0.047	-0.015	0.018	-0.019	-0.015	0.020	-0.012	-0.006	-0.006
10					-0.021	-0.040	-0.064	0.088	-0.033	-0.082	-0.058	-0.030	0.031	0.014	-0.079	-0.034	-0.059	-0.026	-0.014	0.019	0.309	-0.008
9					-0.011	-0.011	-0.005	-0.017	-0.018	0.013	-0.044	-0.017	-0.014	-0.018	-0.015	-0.013	-0.019	-0.037	0.041	-0.021	0.012	-0.017
8						-0.029	-0.023	-0.029	-0.027	-0.032	-0.019	-0.033	-0.071	-0.055	-0.059	-0.039	-0.021	-0.028	-0.086	-0.036	0.006	-0.016
7						-0.086	-0.034	-0.061	-0.050	-0.030	-0.031	-0.029	-0.057	-0.048	-0.057	-0.071	-0.025	-0.031	0.002	-0.034	-0.027	-0.025
6						-0.128	-0.073	-0.090	-0.108	-0.076	-0.105	-0.046	-0.055	-0.047	-0.048	-0.036	-0.038	-0.203	-0.057	-0.027	-0.013	0.012
5						-0.136	-0.079	-0.038	-0.054	-0.053	-0.100	0.749	-0.052	-0.023	-0.058	-0.014	-0.037	-0.035	-0.030	-0.043	-0.042	-0.025
4						-0.043	0.025	-0.091	-0.019	-0.092	0.088	-0.070	-0.019	-0.012	-0.084	0.002	-0.086	-0.084	-0.200	-0.115	-0.042	-0.044
3						0.058	-0.059	-0.067	-0.070	-0.061	-0.009	-0.019	0.010	-0.073	-0.101	-0.051	-0.021	-0.031	-0.109	-0.030	-0.117	-0.078
2							-0.028	-0.028	-0.079	-0.030	-0.021	-0.031	-0.010	-0.035	-0.020	-0.019	-0.181	-0.156	-0.180	-0.083	-0.015	0.010
1							0.009	0.007	-0.041	0.008	-0.022	-0.038	-0.025	-0.013	-0.054	-0.004	-0.015	-0.083	0.013	0.017	-0.016	-0.017
								0.010		0.006	-0.005	-0.005			0.017	0.005	0.009	-0.046	-0.025	-0.011	0.008	0.009

	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
		0.540			3.643								0.821		2.110					-2.143			
		-0.028			0.008			0.013	0.046	0.023	-0.016		0.024		0.024		-1.290	-4.784		-5.029			-8.727
		-0.020	-0.008		-0.002	-0.013	0.011	-0.115	-0.023	-0.001	0.028	0.007	-0.005	-0.002	0.012	-1.290	-4.784	-2.795	-6.100				-8.488
		0.008	0.014	-0.020	-0.007	-0.037	0.006	0.006	-0.012	0.015	0.023	0.006	-0.012	-0.014	0.012	-1.290	-4.784	-4.463	-5.536				-8.488
		-0.017	-0.005	0.020	0.004	0.015	-0.004	-0.020	0.027	-0.015	-0.015	0.037	0.014	-0.020	-0.135	-2.906	-7.545	-4.328	-6.841				-8.488
		0.011	-0.003	-0.010	-0.022	0.019	0.007	0.016	0.026	-0.010	0.032	0.027	-0.017	0.017	-1.445	-4.105	-3.924	-5.276	-6.921	-3.732	-5.308	-3.880	0.042
		-0.009	-0.036	-0.009	-0.012	0.011	-0.008	-0.023	0.018	0.007	0.009	-0.026	0.007	-0.017	-2.442	-5.038	-4.861	-6.726	-6.869	-3.380	-5.454	-3.412	0.014
		0.007	-0.031	-0.012	-0.032	-0.009	0.044	-0.006	-0.010	0.002	-0.007	-0.009	-0.024	0.005	-3.012	-6.439	-4.136	-6.670	-6.206	-4.701	-4.680	-0.008	0.004
		-0.017	-0.013	-0.018	-0.014	0.019	-0.007	-0.010	0.009	-0.006	-0.009	-0.010	-0.044	0.003	-2.231	-3.985	-3.968	-6.727	-4.987	-3.818	-0.396	0.016	0.004
		-0.041	-0.048	-0.042	-0.020	-0.015	-0.016	-0.012	0.012	0.021	-0.013	-0.011	-0.150	-2.666	-2.670	-3.244	-1.976	-4.965	-3.590	-4.698	-1.496	-0.018	0.011
		-0.048	-0.028	-0.020	-0.044	-0.023	-0.017	-0.020	-0.031	-0.015	-0.026	-1.104	-1.884	-1.426	-1.412	-1.502	-3.072	-1.788	-1.435	-0.640	-0.041	-0.015	-0.009
		-0.022	-0.026	-0.026	-0.027	-0.045	-0.015	-0.020	-0.023	-0.025	0.006	-0.037	-0.169	-0.374	-0.302	-0.035	-0.040	-0.025	-0.013	-0.050	-0.017	0.010	-0.007
		-0.028	-0.029	-0.027	-0.028	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027
		-0.052	-0.028	0.017	-0.063	-0.082	-0.012	-0.023	-0.023	0.091	-0.270	-0.885	-1.254	-0.327	-0.109	4.741	8.908	-0.039	-0.100	-0.071	0.005	-0.019	-0.082
		-0.061	-0.016	-0.011	-0.045	-0.019	-0.010	-0.028	-0.070	-0.019	-0.157	-0.034	0.093	0.012	-1.805	-1.215	2.246	4.428	8.533	6.688	-0.100	-0.077	-0.062
		-0.042	-0.052	-0.010	-0.012	-0.298	-0.007	-0.018	-0.169	-0.025	-0.042	-0.031	-0.038	1.168	4.595	8.931	9.871	4.863	4.865	-0.020	0.051	-0.020	0.051
		0.033	0.001	-0.013	0.005	-0.004	-0.012	-0.005	0.021	0.013	0.009	-0.029	-0.002	0.356	0.509	1.558	7.021	7.822	-8.678	-13.387	-8.274	-8.776	

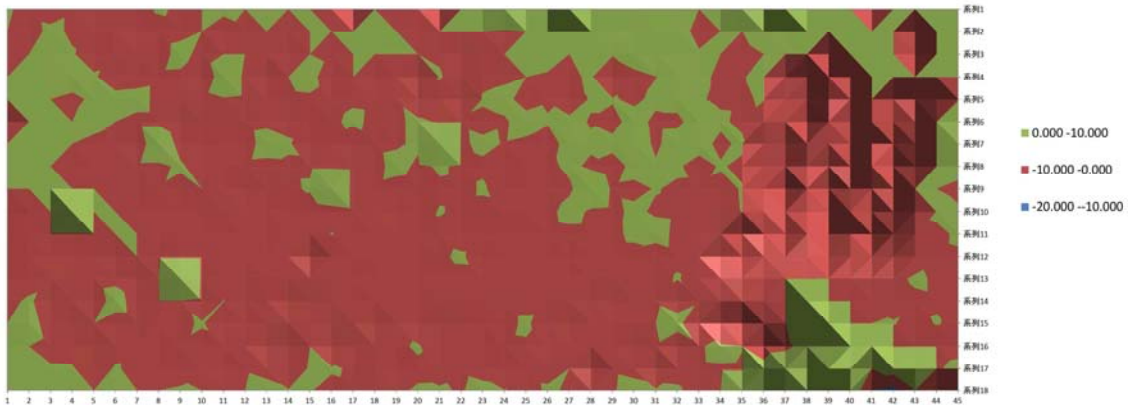
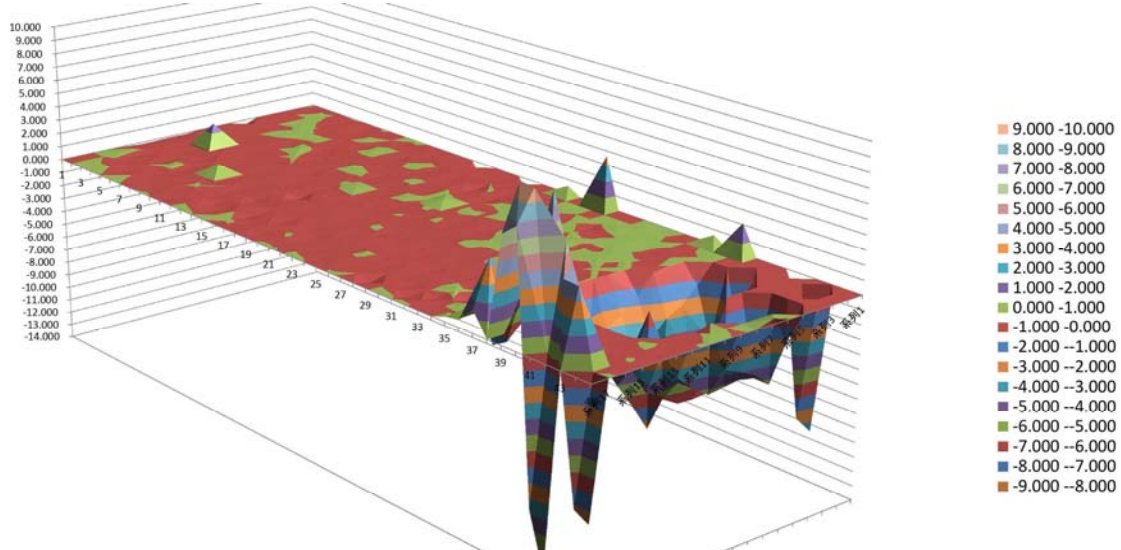


図-7 T3区域13日間の差分
 差分表上が左、下が右側
 立体視グラフ上、等高線グラフ下

4. 考察

この報文は、岩盤斜面の風化の経過を48日間3回の観測による成果を整理した記録である。定量的に岩盤崩落の状態を取得するために、TSの自動観測機能を使用すると容易に数値を取得することができる。また、観測手1名で観測可能である。対象地は植生がほとんどないので、比較的容易に観測することができた。しらす崖や凝灰岩崖などの自然斜面の変状観測に利用できる。観測状況を（写真-2）にしめす。



写真 2 観測状況

観測期間中に下部砂岩層の右側で大きな崩落が発生した。（図-7）上部砂岩泥岩互層は45度程度の傾斜がある。下部砂岩層と下部砂岩泥岩互層はほぼ垂直である。それぞれの風化速度の違いにより下部砂岩層が節理構造ごとに崩落している。斜面左側では上部砂岩泥岩層の下側に顕著なオーバーハングが形成されている。筆者は上部砂岩泥岩層から風化物がシャワーのように落下する光景を目撃した。

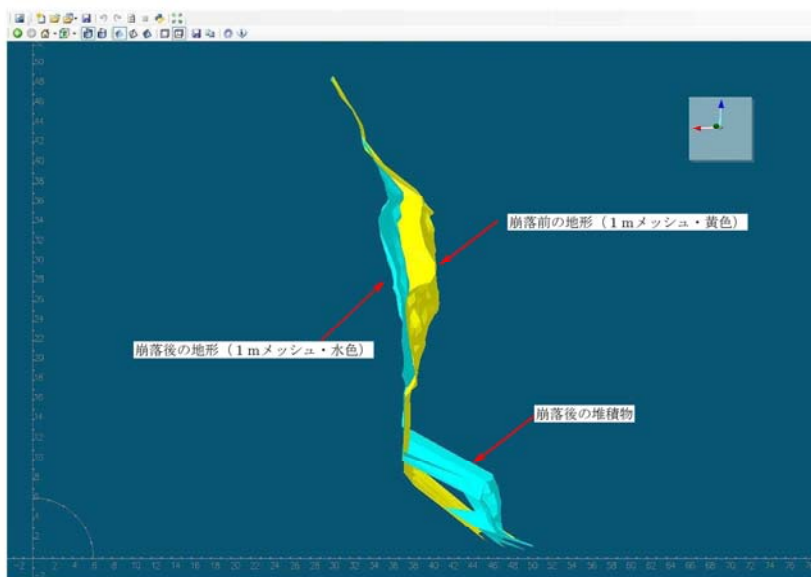


図-9 3次元差分解析

機会があればその後の観測結果を報告したい。

3次元地形を分析できるソフトウェアの開発を行っている。図-9は1mメッシュ観測の差分を表示したものである。開発中のソフトウェアではレーザースキャナーの点群を編集することができる。

- 参考文献 地すべり山くずれの知識 高谷精二 鹿島出版会 2008/6/20
ISBN978-4-306-02401-4