

琉球大学学術リポジトリ

本部半島における崩かい地調査(資料)(林学科)

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: 幸喜, 善福, Koki, Zenfuku メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/4506

本部半島における崩かい地調査 (資料)

幸 喜 善 福*

Zenfuku KOKI: The reseach of landslides at Motobu peninsula in the OKINAWA.

I はじめに

地すべりと山崩れを理屈や公式的な定義で区別することは非常にむずかしく、理屈や理論をならべればならべるほど難解なものになって簡単には、かたずかなくなる。そこで筆者は、一応山崩れとは、山地の基盤岩あるいは岩屑層の一部が突発的に急激に崩落する現象であるとし、地すべりや地すべり性崩かい以外のものを山崩れとした。

厳密には、崩かいと山崩れは違うであろうが、ここでは同意語に考えて、1969年10月4日、7日に発生した本部半島の崩かい地を調査した。

山地の崩かいは、いろいろな素因や誘因によって起るもので、誘因として降雨(地下水)や地震(振動)や人為的、自然的誘因などがあるが、崩かいの誘因で最も重要なものは雨水である。人為的誘因は開墾や宅地造成、道路敷設などで、自然的誘因には融雪やなだれなどがあげられている。

本調査地の崩かいにおいては集中豪雨が最も有力な誘因として考えられる。しかし、その他地形や地質の素因も無縁のものではないと思われる。

なお本調査は、主に崩かいと斜面傾斜角、崩かい面積、崩かい深度、崩かい斜面方位、崩かい形状や崩かい地の作付作物などについて調べた。

II 調査地の概要

本部半島は古生層からなり、石灰岩、粘板岩、チャートを主とし、八重岳(標高457m)、嘉津宇岳(460m)、乙羽岳(280m)などの山岳地帯を有している。また、本部半島は平均的に開発され、割合に人口密度も高い。道路は海岸一周道路として112号、124号の公道が通り、なお、中央部は縦横に116号、117号の公道が貫通し基幹道路をなしている。

本部町は、北部離島への発着、漁港としての渡久地港を中心に満名川および大井川などがある。満名川流域は開墾が進み海岸近くまで畑地農業が営まれている。伊豆味は比較的平坦で山地開墾が進み、パインの先進部落として知られている。しかし、集中化が進み比較的急傾斜地まで開墾している。また、10月4日、7日の集中豪雨による異常出水によって渡久地橋際は洗掘されて車の往来もできない状態であった。

上本部村は、本部半島の西北部に位置し、主に珊瑚礁石灰岩である。また今帰仁村は、大井川、平敷川、兼次川、今泊川などの下流部に広い耕地があり、畑地農業が主である。ここもパインの産地として

* 琉球大学農学部林学科

知られている。また、運天港は北部唯一の天然の良港といわれ、沖縄から本土へのパルプ原料の搬出港に使用されている。

III 調査方法

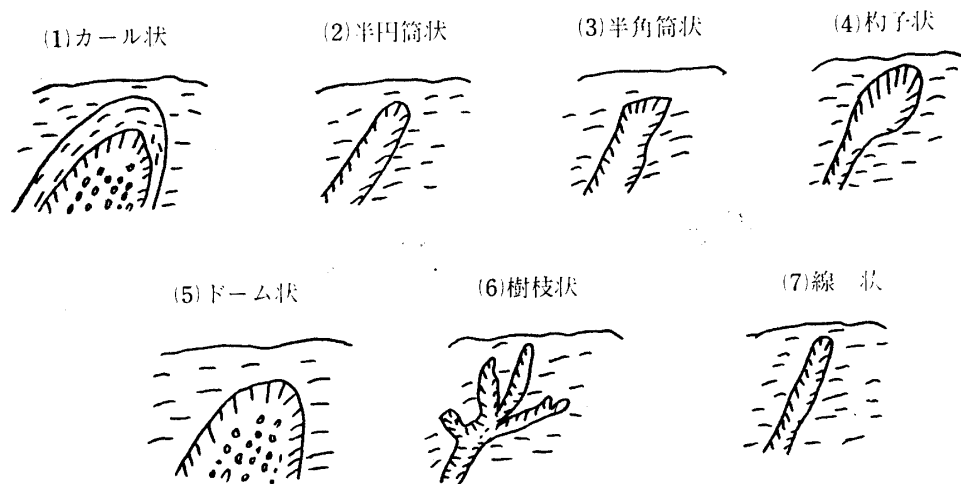
崩かい地の斜面傾斜角：測量用のコンパスとポールを用い、崩かい地下端に地上高1.50mにコンパスを据え、同崩かい地上端のポールの同高を視準し、迎角を測定して斜面傾斜角とした。

崩かい地斜面方位：方位をN, NE, E, SE, S, SW, W, NWの8分方位とし、崩かい斜面にコンパスの磁針を一致させ、その方位を崩かい斜面の方位とした。

崩かい地面積：崩か地の面積は崩かい長さとし、崩かい幅（幅の広いところと狭いところの平均値）を乗じた値とした。

崩かい深度：崩かい深度の測定にはポールとメートル縄を用い、長径方向の深いところと浅いところの2～3箇所を測定し、短径方向においても同様に測定してそれぞれの平均値の平均をもって崩かい深度とした。

崩かい地の形状：崩かい地の形状にはいろいろあるが、一応第1図のような形状に分類して調査をした。



第1図 崩 か い 形 状

IV 調査結果および考察

今回の豪雨による崩かいは本部町に集中し、調査も本部町を中心に行なった。その調査結果は第1表にまとめた。

第1表 本部半島の崩かい地調査

崩かい 調査地名	崩かい 斜面角(度)	崩かい 斜面方位	崩かい 面積(m ²)	崩かい 深度(m)	崩かい 形状	崩かい面 作付作物	斜面上の 崩かい位置	備 考
本部町 下ヤナジャ	38	NW	240	0.50	5	パイン	上	
伊豆味	28	W	616	1.00	3	"	"	周囲パイン畑
"	28	SW	210	1.20	4	"	"	"
"	25	N	495	2.50	2	"	中	"
"	40	E	1600	2.50	2	雑木林	"	樹高4~5m
クカルビ	28	SE	324	1.20	4	パイン	"	周囲パイン畑
"	33	SW	420	1.40	2	"	"	左側パイン畑 右側雑木林
"	40	SW	304	0.50	5	"	"	上方雑木林
"	33	W	1100	1.00	2	"	上	"
"	40	N	396	0.50	2	雑木林	中	樹高4m
並里	33	SW	806	1.00	2	"	"	
"	31	W	150	0.50	3	"	"	
"	36	NW	420	2.00	1	"	"	上方パイン畑
大嵐	40	E	5200	0.30	5	パイン	上	
"	43	E	245	0.50	7	"	下	
"	20	W	1110	0.50	5	"	中	周囲パイン畑
"	33	W	1113	1.60	1	"	"	下方農道
"	39	SE	840	1.00	5	雑木林	下	
伊野波	35	W	150	0.50	3	"	"	
"	50	NW	50	1.00	4	"	"	
"	40	SE	204	1.50	4	"	"	上方農道
"	36	E	473	1.20	2	"	中	主に琉球マツ
"	31	SE	56	0.50	7	パイン	"	下方農道
"	34	S	544	1.20	6	雑木林	"	
"	30	S	185	0.40	2	"	"	

第1表 本部半島の崩かい地調査(続)

崩かい調査地名	崩かい斜面角(度)	崩かい斜面方位	崩かい面積(m ²)	崩かい深度(m)	崩かい形状	崩かい面作付作物	斜面上の崩かい位置	備考
本伊部町	38	SE	200	0.30	2	雑木林	下	
野	25	S	210	0.70	7	"	中	
波	29	NE	783	1.50	3	"	"	直下, 農道
	33	SE	434	2.00	2	"	上	上方, パイン畑
	26	NE	440	1.50	4	"	"	主にシイ
	40	E	312	0.80	3	"	"	"
大堂	28	NE	299	2.70	4	"	中	側方, 農道
今婦仁村	35	NE	420	2.00	1	キビ	上	上方階段畑
仲尾次	19	N	3015	1.00	4	草	下	側方, 農道
与那嶺	20	N	1032	0.80	1	雑木林	"	
	36	W	250	0.80	5	"	"	
呉我山	15	NE	516	0.60	3	パイン	"	周囲パイン畑
	31	NW	432	2.00	4	"	"	"
	39	SE	840	0.50	3	"	"	上方パイン畑 両側雑木林
	26	SE	1953	0.30	3	"	上	周囲パイン畑

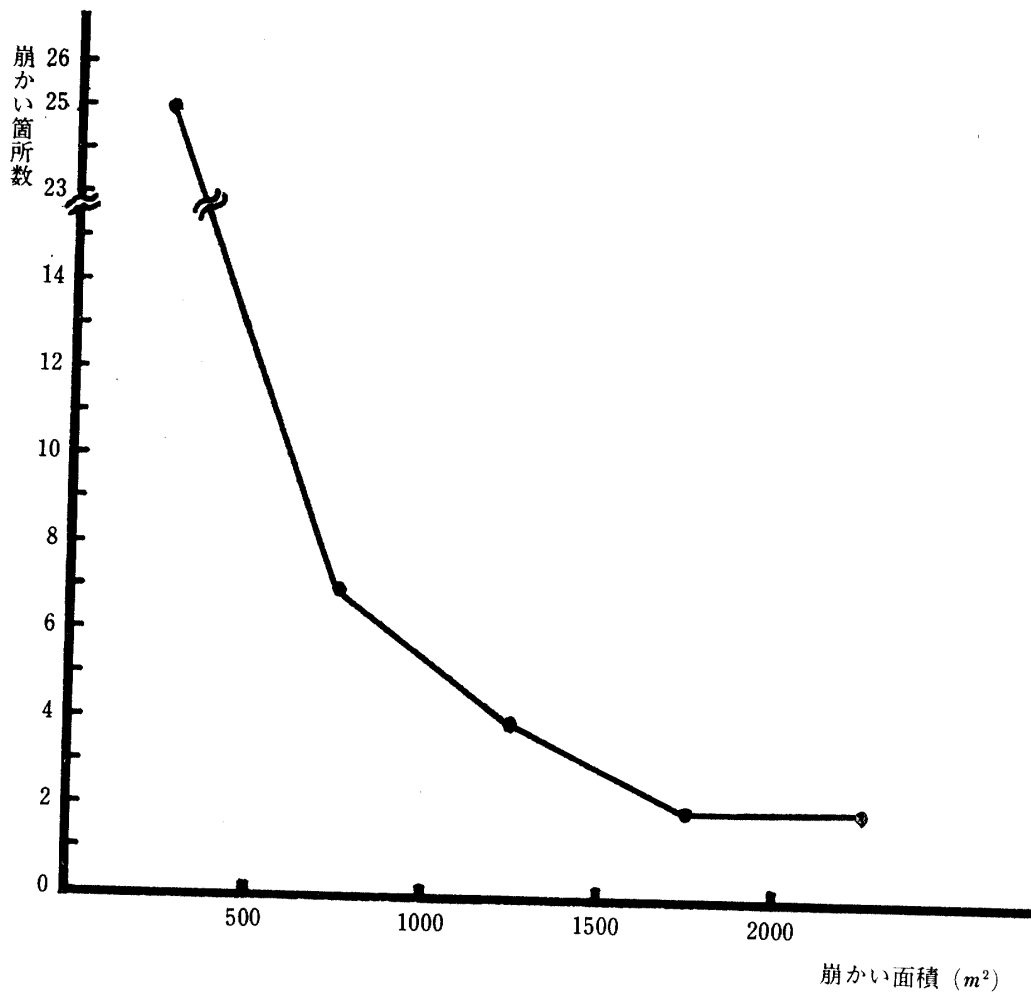
1) 崩かい面積とその頻度

崩かい現象の3要素の1つとして崩かい箇所の面積がある。本調査地の崩かい箇所と面積との関係を第2表にまとめた。これを図示すると第2図のごとくである。

第2図からも明らかなように本調査地の崩かいは、面積的には1,000m²以上のものは少なく、500m²以下の崩かいが多い。これは全体の60%以上である。すなわちこれは、面積が大きくなるにつれて崩かいの発生頻度が急激に減少し、発生頻度においては、面積の小さい崩かいが多く発生したことが言える。

第2表 崩かい面積—頻度表

崩かい面積(m ²)	崩かい箇所数	面積比(%)
500 m ² 未満	25	62.50
500~1000	7	17.50
1000~1500	4	10.00
1500~2000	2	5.00
2000 m ² 以上	2	5.00



第2図 崩かい面積頻度曲線

2) 崩かい深さとその頻度

また、崩かい深度も崩かい現象の3要素の1つにあげられている。崩かい深度と崩かい箇所数との関係をまとめると第3表のようになる。また、崩かい深度とその発生数との関係をみるために横軸に崩かい深度、縦軸に崩かい箇所数をとって図示すると第3図のごとくである。

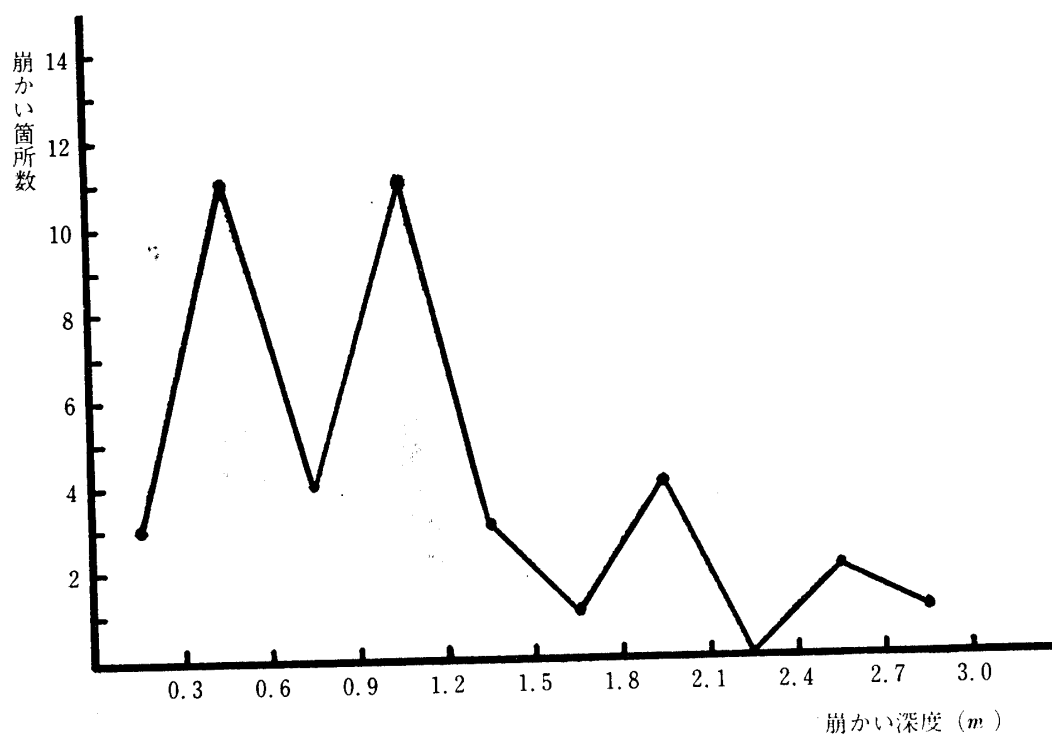
第3図によれば、深度2m以上の崩かいは少ない。最多崩かい深度は比較的浅く、全体の50%以上が0.3~0.6mおよび0.9~1.2mに包含される。

3) 崩かい傾斜角とその頻度

崩かい傾斜角も崩かい現象の3要素の1つにあげられており、本調査地における斜面傾斜角と崩かいとの関係についてまとめると第4表のようになる。これから山腹斜面の傾斜角と崩かいとの関係を明らかにするために横軸に傾斜角、縦軸に崩かい頻度をとって図示すると第4図のような崩かい傾斜角頻度曲線をうる。

第3表 崩 かい 深 度 - 頻 度 表

崩かい深度 (m)	崩かい箇所数	深 度 比 (%)
0.30m未満	3	7.5
0.30~0.60	11	27.5
0.60~0.90	4	10.0
0.90~1.20	11	27.5
1.20~1.50	3	7.5
1.50~1.80	1	2.5
1.80~2.10	4	10.0
2.10~2.40	0	0
2.40~2.70	2	5.0
2.70~3.00	1	2.5



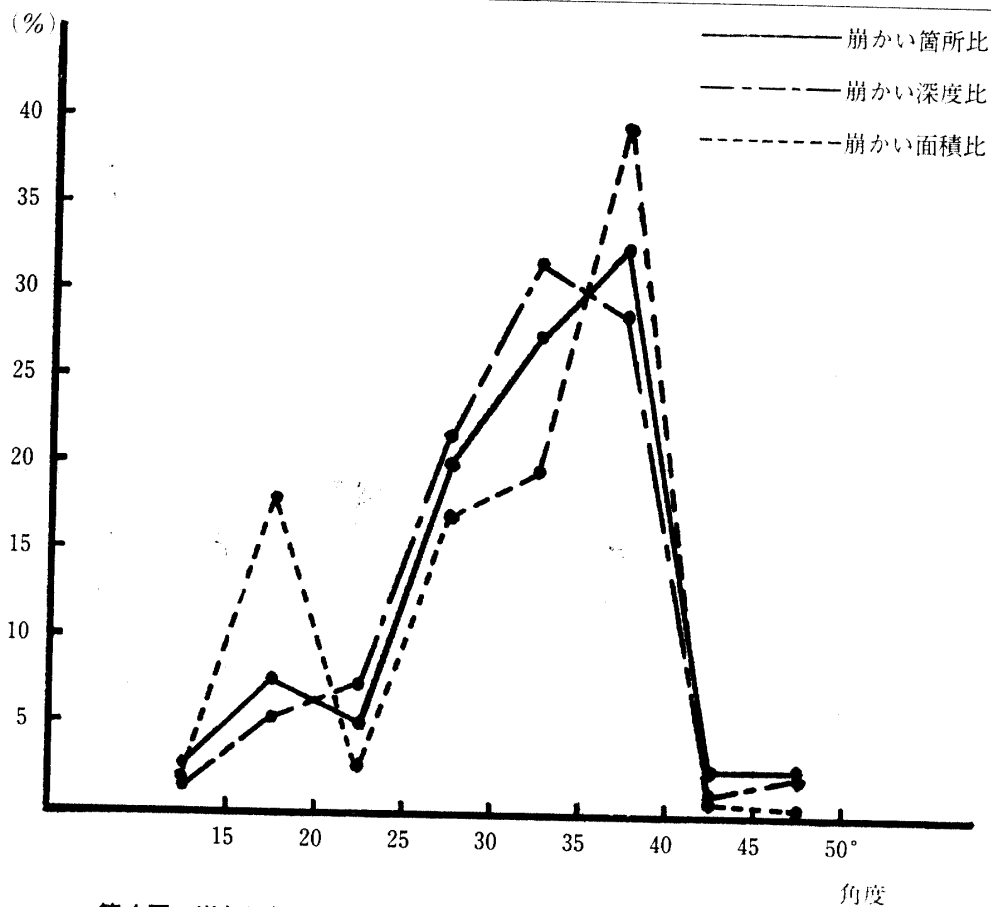
第3図 崩 かい 深 度 - 頻 度 曲 線

第4図からも明らかなように本調査地の崩かいは山腹斜面が15度以下と45度以上のところには少なく、30~40度のところに集中して発生し、全体の60%以上である。

これは、山地崩かいを雨水の浸透の一面だけから考えると、降雨強度や降雨時間などによっても差異があるだろうが、一般に45度以上の急斜面は降雨の地下浸透速度よりも表面流下速度が大きいため雨水の地下浸透量が少なくなる。また、15度以下の緩傾斜地は雨水の浸透量が多いが、斜面が土の内部摩擦角や自然勾配以下か、あるいはこれに近い値であるために斜面が安定するものと解釈される。したがって、30~40度の山腹斜面は雨水の浸透量が多くなるのに加えて斜面が一層不安定になり崩かいが発生しやすくなるものと考えられる。

第4表 加算深度比、加算面積比と傾斜角

角度区分(角)	箇所数	加算深度(m)	加算面積(m ²)	箇所比(%)	加算深度比(%)	加算面積比(%)
15未満	1	0.60	516	2.50	1.39	1.81
15~20	3	2.30	5157	7.50	5.37	18.13
20~25	2	3.20	705	5.00	7.44	2.48
25~30	8	9.40	4825	20.00	21.86	16.96
30~35	11	13.70	5625	27.50	31.86	19.77
35~40	13	12.40	11319	32.50	28.83	39.79
40~45	1	0.50	245	2.5	1.16	0.86
45~50	1	1.00	50	2.5	2.32	0.18
計	40	43.00	23442			



第4図 崩かい傾斜角加算深度比、加算面積比と傾斜角頻度との関係

4) 崩かい傾斜角加算深度比・加算面積比と傾斜角頻度比との関係

崩かい傾斜角加算深度比および加算面積比と傾斜角頻度との関係について検討した。ここでいう加算深度比および加算面積比とは、個々の崩かい深度および崩かい面積の和が、本調査地の崩かい深度および崩かい面積の総和に対してどの程度占有するかをあらわしたものである。

本調査地の傾斜角5度ごとのそれぞれの崩かい箇所比、崩かい深度比および崩かい面積比を第4表にまとめた。これから傾斜角と崩かい深度および崩かい面積との関係を明らかにすべく横軸に傾斜角、縦軸にそれぞれの深度比および面積比をとると第4図のような傾斜角頻度比と崩かい傾斜角加算深度比および加算面積比との関係図をうる。

第4図によれば、三曲線ともほぼ一致している。このことは、特定の斜面のところに特異の深度あるいは特異の面積（特別深く広いとか狭いとか）の崩かいは生じないことを意味するものと考えられる。なお、面積比の15~20度のところで面積比と箇所比の曲線が平行的でないのはある地域で比較的大きな地すべり型崩かいが発生したことによるものと考察される。

また、第4図からも明らかのように崩かい深度や崩かい面積においても山腹斜面が30~40度の傾斜面に集中的に発生し、崩かい深度は全体の60%以上で、崩かい面積では全体の約50%である。しかし、崩かい傾斜角頻度および崩かい面積比は35~40度のところでピークを示し崩かい深度比は30~35度のところにピークがある。

そこで、注意すべきことはつぎの災害の発生あるいは土砂、石礫による沿岸地域の汚染である。つまり、このような崩かいが発生したことはこれが発生する以前よりも土砂、石礫の運搬あるいは堆積が盛んに行なわれたことを意味する。また、崩かい後は崩かい前にくらべて *erosion* が盛んに行なわれることが考えられる。したがって、これらの土砂、石礫は河川の下流部の比較的緩勾配の河床に堆積して天井川をつくるみなもとなること。また、河川に至らないまでも山脚部の低所や緩傾斜地などの凹所では降雨があるごとに土砂、石礫の堆積が行なわれ、何年ごしかに襲来してくるであろう豪雨のさいにそれらの土砂、石礫がふたたび移動しはじめて予想以上の大當力を発揮し、つぎの崩かいあるいは災害をひき起す危険性をはらんでいることが予想される。

また一方において、*erosion* が盛んに行なわれることは、それだけ海に土砂、石礫が盛んに流出することが予想される。したがって、土砂、石礫による沿岸地域の汚染される速度がそれだけはやくなることが考えられる。

5) 崩かい地の形状

崩かい地の崩かい状況を比較考察すると、その形状についていくつかの型のあることが認められる。本調査地の崩かい形状を第1図にしたがって分類し、第1表にその調査結果を番号で示した。

すなわち、本調査地は半円筒状の崩かいが最も多く、ついで半角筒状および杓子状の崩かいが多く発生していることがわかる。

6) 土質試験

本調査地の本部町大堂の崩かい地から土壌を採取し、JISの土質試験法にしたがって土の物理試験を行なった。その結果を第5表にまとめた。

第5表 土の物理試験

試料数	I	II	III	平均値
比重	2.670	2.668	2.662	2.67
含水比(%)	13.28	13.67	12.21	13.05
液性限界(%)	34.21	33.13	34.83	34.57
ソ性限界(%)	23.48	26.28	20.44	23.07

7) 降雨量

本調査地の本部、伊豆味、屋部村における1969年度の降雨量は第6表のごとくである。

第6表によれば、各地とも5月、6月の梅雨期と10月に多量の降雨があったことが特徴である。また、各地の10月の日降雨量は第7表のごとくである。

本部町では10月4日、7日は異常豪雨のため雨量計に測定できず推測がなされている。第7表から明らかなように、各地とも10月7日はその月の最高降雨量である。また、特に本部町では10月4日、7日の前後は降雨量が少なく、その日に集中的に降雨があったことが特徴である。

第6表 1969年、本部、伊豆味、屋部村の降雨量 (mm)

月	本部	伊豆味	屋部
1	195.0	190.3	187.9
2	142.2	181.4	141.6
3	244.9	276.9	194.9
4	75.7	99.8	80.2
5	463.0	522.9	576.6
6	745.5	914.8	817.1
7	116.9	123.8	109.7
8	309.4	352.4	329.6
9	76.7	100.4	127.6
10		1062.4	801.0
11	89.0	105.1	113.0
12	39.2	49.1	40.9

第7表 1969年10月の本部, 伊豆味, 屋部村の降雨量 (mm)

日	本 部	伊 豆 味	屋 部
1	125.7	118.5	90.4
2	116.5	83.6	28.4
3	47.0	120.0	23.5
4	(300~400)	180.5	141.0
5	22.0	20.1	24.4
6	157.0	243.3	188.4
7	(400~500)	265.3	274.3
8	—	2.4	2.8
9	—	—	0.3
10	—	—	—
旬 合 計		1034.7	773.5
11	—	—	—
12	—	—	—
13	—	—	—
14	1.5	2.3	2.9
15	20.0	3.0	0.0
16	0.2	—	—
17	3.7	2.9	3.0
18	10.0	7.5	2.5
19	2.3	2.8	1.8
20	0.1	—	—
旬 合 計	37.8	18.5	10.2
21	—	—	—
22	—	0.2	—
23	2.0	0.3	—
24	12.0	4.2	9.6
25	—	—	—
26	0.0	0.2	0.3
27	—	—	0.4
28	—	—	—
29	1.5	1.4	4.1
30	1.0	—	0.5
旬 合 計	23.7	9.2	17.3

() ……推 測
 — ……無降雨

8) 各地の農作物被害状況

各町村における今豪雨による農作物の被害状況を第8表から第16表にまとめた。
 また、各町村によって査定された被害額も併記した。第8表から第16表にも明らかなように今豪雨による崩かいは本部町に集中し、被害面積および被害額も多大である。

第8表 本部町農作物被害調べ

項目 作物名	水浸し		土砂くずれ		埋没		流失		倒伏		合計		復旧額
	面積 (a)	被害額 (\$)	面積 (a)	被害額 (\$)	面積 (a)	被害額 (\$)	面積 (a)	被害額 (\$)	面積 (a)	被害額 (\$)	面積 (a)	被害額 (\$)	
サトウ キビ	6416	22831	285	3315	1573	18640	1158	13804	933	1122	10411	59712	180914
パイン			1739	39891	1935	32992	4078	69552			7752	142436	451780
イモ	131	1970	43	645	200	3012	124	1912			498	7540	29960
ソサイ	347	6235	134	2415	84	1504	367	6615	299	1794	1231	18584	35116
果樹			57	2565	136	6135	227	10245	50	300	470	19245	25260
計	6894	31056	2258	48831	3928	62283	5954	102128	1332	3216	20362	247517	723030

第9表 本部町、サトウキビ被害状況

項目 字名	水浸し		土砂くずれ		埋没		流失		倒伏		被害額 合計 (\$)	復旧額 (\$)
	面積 (a)	被害額 (\$)	面積 (a)	被害額 (\$)	面積 (a)	被害額 (\$)	面積 (a)	被害額 (\$)	面積 (a)	被害額 (\$)		
瀬底	115.0	408			11.7	119	78.3	918			1517	5400
崎本部	1590.0	5661	9.7	119	3.3	34	86.0	1020	66.7	68	6902	5940
健堅	233.3	833					16.7	187	100.0	119	1439	1000
大浜			12.0	136	94.3	1105	16.7	187	26.7	34	1462	7380
辺名地			3.3	34	13.3	391	51.7	612	6.7	17	1054	4100
谷茶					7.3	68	11.3	119			187	1320
渡久地	43.3	153	43.3	561	65.0	765	45.0	544	36.7	34	2057	9500
東			6.7	68	90.0	1071	166.0	1989			3128	15760
大嘉陽	106.7	374			53.3	629	10.0	119	43.3	34	782	3800
伊豆味					85.7	1003	50.0	629	116.7	136	1768	8140
並里	1533.3	5474	103.3	1224	170.0	2023	166.7	1904	160.0	187	10362	26400
伊野波	136.7	476	8.3	85	675.0	8032	163.3	2295	316.7	374	11262	52600
山里	816.7	2907	15.0	170	97.3	1156	163.3	1938	80.0	85	6256	16540
野原	250.0	884	3.3	34	5.6	51					939	500
浜元	58.0	187	32.2	374	26.0	306	53.3	629	29.7	34	1540	6690
浦崎					124.4	1479	57.0	630			2159	10384
古島					19.3	221	3.3	34			255	1360
大堂	1533.3	5474	43.3	510	16.7	187					6171	3600
計	6416.3	22831	285.5	3315	1557.6	18640	1168.6	13804	933.2	1122	59712	180914

第10表 本部町, パイン被害状況

項目 字名	土砂くずれ		埋没		流失		合計		復旧額 (\$)
	面積 (a)	被害額 (\$)	面積 (a)	被害額 (\$)	面積 (a)	被害額 (\$)	面積 (a)	被害額 (\$)	
健 堅	10.0	177			60.0	1061	70.0	1238	4200
大 浜					3.3	59	3.3	59	200
辺 名 地	20.0	354	26.7	472	188.3	3332	235.0	4158	14100
渡 久 地	120.0	2123	11.7	206	155.0	2742	286.7	5071	17200
東					447.7	2919	447.7	2919	26860
大 嘉 陽	58.0	10260	15.0	265	26.0	460	99.0	10935	5940
伊 豆 味	1525.0	26978	1115.0	19725	844.7	14942	3484.7	61645	209030
並 里					1303.3	23056	1303.3	23055	78200
伊 野 波			695.7	12324	903.3	15930	1600.0	23304	96000
計	1733.0	39891	1865.1	32992	3931.6	64551	7529.7	137435	451780

第11表 本部町, サツマイモ被害状況

項目 字名	水浸し		土砂くずれ		埋没		流失		被害額 合計
	面積 (a)	被害額 (\$)	面積 (a)	被害額 (\$)	面積 (a)	被害額 (\$)	面積 (a)	被害額 (\$)	
健 堅							3.3	50	50
大 浜			2.0	30			0.7	10	40
辺 名 地							3.3	50	50
谷 茶							3.7	55	55
渡 久 地			10.0	150	16.0	240	8.3	125	551
東					10.0	150	23.3	350	500
大 嘉 陽	20.0	300			11.7	175			475
伊 野 波					101.7	1525	38.3	575	2100
山 里	83.3	1250	15.0	225	38.3	575	21.7	325	2375
浜 元	28.0	420	16.0	240	23.2	347	24.8	373	1380
計	131.3	1970	43.0	645	200.9	3012	127.4	1913	7540

第12表 本部町, そさい被害状況

項目 字名	水浸し		土砂くずれ		埋没		流失		倒伏		被害額 合計(\$)
	面積 (a)	被害額 (\$)	面積 (a)	被害額 (\$)	面積 (a)	被害額 (\$)	面積 (a)	被害額 (\$)	面積 (a)	被害額 (\$)	
健 堅	170.0	3060					50.0	900	216.7	1300	5260
大 浜			0.5	9							9
辺 土名							33.7	606			606
渡 久地	6.7	120									
東			1.7	30			6.7	120			150
大 嘉陽	11.7	210							16.0	96	306
並 里	63.3	1140	110.0	1980	70.0	1260	53.3	960			5340
伊 野波	43.3	780					186.7	3360			4140
山 里	39.7	714	21.7	390	9.3	163	23.3	420	58.7	352	2044
浜 本	12.8	231	0.3	6	4.3	77	10.5	189	7.8	46	549
計	347.5	6255	134.2	2415	83.6	1505	364.2	6555	299.2	1794	18524

第13表 本部町, 果樹被害状況

項目 字名	土砂くずれ		埋没		流失		倒状		合計	
	面積 (a)	被害額 (\$)	面積 (a)	被害額 (\$)	面積 (a)	被害額 (\$)	面積 (a)	被害額 (\$)	面積 (a)	被害額 (\$)
東			10.3	465	6.7	300			17.0	765
大 嘉陽	12.0	540	6.7	300	8.7	390			27.3	1230
伊 豆味	45.0	2025	119.3	5370	152.7	6870	50.0	300	367.0	14565
並 里					23.0	1035			23.0	1035
伊 野波					36.7	1650			36.7	1650
計	57.0	2565	136.3	6135	227.8	10245	50.0	300	471.0	19245

第14表 屋部村, 農作物被害調べ

項目 作物名	被害面積 (a)				被厚 さ (m)
	流 失	埋 没	流失埋没	浸 水	
サトウキビ	123	730	370		0.5~1.0
パ イ ン	1123				
サツマイモ	30	83	40	2500	0.5~1.0
ソ サ イ	30			500	
イ ネ		20		652	0.5~1.0

第15表 上本部村, 農作物被害調べ

項目 作物名	被害面積(a)	被害額 (\$)
サトウキビ	170	3500
サツマイモ	100	870
ソ サ イ	200	1680
計	470	6050

第16表 今帰仁村作物被害調べ

項目 作物名	被害面積 (a)	
	流 失	浸 水
サトウキビ	2044	18500
サツマイモ		100
イ ネ		350
ソ サ イ		3530
果 樹	150	
パ イ ン	1075	
計	3269	22480

V 摘 要

1) 1959年10月4日、7日の集中豪雨によって本部半島で発生した崩かい地の斜面傾斜角、崩かい面積、崩かい深度、崩かい斜面方位、崩かい形状、崩かい地の作付作物などについて調査した。

2) 本調査地の崩かいは、 $500m^2$ 以下の小面積のものが多い。また、深度も比較的浅く、全体の50%以上が1.2m以内に包含される。

3) なお、山腹斜面が15度以下と45度以上のところには崩かいが少なく、30~40度の斜面のところに集中して発生している。また、崩かい深度や崩かい面積と斜面傾斜角の関係においても30~40度の斜面に集中して崩かいが生じている。

なお、本調査のほとんどは金城秀雄、本永盛吉の両君（本学科卒業生）が行なった。また、土質試験に協力していただいた伊礼俊允君、金城政吉君ならびに調査に便宜をはかって下さった各町村に謝意を表す。

参 考 文 献

- 1) 柿 徳市, 西川 喬 1959 山地開発総合計画に関する報告書, 日本政府建設省関東地方建設局
- 2) 鳥山武雄 1967 新砂防工学, 理工図書
- 3) 木村正昭, 諸橋運治, 田中正夫 1960 沖縄における治山治水対策調査報告書
- 4) 中村慶三郎著 1955 崩災と国土, 古今書院
- 5) ————— 1949 地沁及び山崩, 岩波書店
- 6) 木立正嗣著 1969 地質と山地防災, 林業科学技術振興所
- 7) 福岡正巳著 1959 地沁りとその対策, オーム社
- 8) 小出 博著 1955 日本の地沁り, 東洋経済新報社
- 9) 谷藤正三著 1961 応用土質試験とその解説, 理工図書株式会社