

耳納山麓土壌の理工学的性質

太 田 弘 毅*

The physical and engineering properties of Mino soil

Kouki OHTA

National Research Institute of Agricultural Engineering, Saga Branch

I はじめに

生活の場、生産の場として近代文明発展の基盤となってきた沖積平野は、近年、宅地・工場・道路・鉄道などの非農業用地への転用が進んでいる。

土地生産性と労働生産性からみても有利なこれら平野部農地のかい廃にともない、新しい農地として中山間山麓地の農地化の動きがあり、広大な農地開発が実施されつつある。これら中山間、山麓地は程度の差こそあれ傾斜地であるが故に、開発にともなうデメリットも大なるものがある。

特に土壌侵食問題は避けて通るわけにはいかない。開発行為に先立って土壌の性質を調べることによって、侵食の大小を予測しようとする試みが耐水食性試験の意義である。そこで室内実験によって種々の方法を試みた。

あわせて、昭和54年6月末の梅雨によるノリ面崩壊の発生にかんがみ、代表的な土壌について三軸圧縮試験を実施し、土壌物理と土質工学の両面より降雨災害を検討した。

II 調査地区の概況

1 位置

本地区は図-1に見られるように、西は福岡県久留米

市から、田主丸町、吉井町、浮羽町へ至る東西約30kmに位置し、耳納山地北斜面に分布している。造成地は西から藤山、隈、麦生、富永、上尾谷、荷取、前迫の7団地に大別される。

2 気 象

本地区は西九州内陸型気候区に属し、年平均気温は16℃程度であり、最高気温は8月に、最低気温は1月に生起している。気温の較差は4、5月が最も大きく、霜害を受けることもあるが概して温暖な気候といえる。年降水量は1,900mm強と全国的にみて多い方であり、これを季節的にみると6～9月の梅雨・台風期に相当する雨期と冬の乾期に大別される。

3 地形及び表層地質

造成地は標高50～350mに所在し、平均傾斜は20度内外であり、地区東部の荷取、前迫団地にかけて傾斜は幾分緩くなっている。

図-1の地質分類¹⁾によれば、地区西部の藤山から限団地にかけては結晶片岩類が、麦生から富永団地は花崗岩類が、地区東部の上尾谷から前迫団地にかけては安山岩類が分布している。

4 営農栽培状況

筑後川沿いの平野部は米麦作を主体とする純農業地帯として発達した地域であったが、近年に至り福岡都市圏の拡大、久留米、鳥栖を中心とする内陸工業の発達などによって背後地帯としての地位が高まり、近郊都市に供給するためのキュウリ、トマト、タマネギ、ニンジン、ナスを主体とする野菜生産の拡大が期待されている。

一方、事業実施地区に隣接する山麓部では九州一円はもとより中国地方にまで出荷されているカキ、ブドウ、ナン、チャなどに加えて、観賞樹の国内

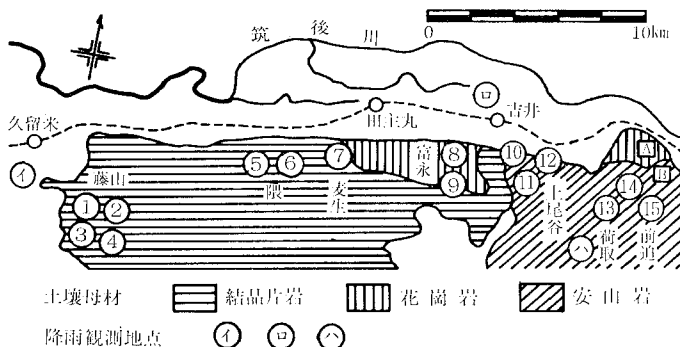


図-1 調査地区の概況

*農業土木試験場佐賀支場

三大産地の一つとして古くから有名であり、苗木の栽培が行われている。

Ⅲ 調査方法

1 土壌の理化学的性質

いずれも特に説明しない限り、土質試験法²⁾に準拠した。

- a 土粒子の比重試験
- b 粒度試験

分散剤としてヘキサメタリン酸ソーダ0.5N液を20ml加えた。

- c 液性限界・塑性限界・フォールコーン試験

フォールコーン試験に使用した貫入コーンの先端角度は60度、コーン重量は60g、容器容量は約60mlである。試験には0.42mmフルイ通過試料を供試し、貫入量10mmに相当する含水比をファインネスナンバーとした。

- d 有機物含有量試験

0.42mmフルイ通過試料を供試し、強熱減量法によった。

2 土壌の耐水食性

土壌物理性測定法に準拠した。

- a Middletonの分散率
- b Middletonの侵食率
- c 耐水性集合体の風乾率
- d スレーキングテスト

規格化された試験法は無いが、軟岩や水田土壌などで実施されている2mmフルイ通過試料を、おおむね最適含

水比において内径5cm、高さ13cmのモールドに一層当たり25回で3層に突固め、高さ10cmに成型して室内で風乾した。その後、水深10cmの水の中に浸して崩壊に要する時間と崩壊状況を調査した。

3 昭和54年6月豪雨による災害の調査

昭和54年6月末の梅雨前線の停滞に起因する集中豪雨によってノリ面崩壊が発生したことから、現地踏査による災害の概況は握と土壌母材別に災害規模の大きかった地点より試料を採取して三軸圧縮試験を行った。試料採取地点を図-1に示したが、結晶片岩系として藤山④と隈⑥、花崗岩系として富永⑧と浮羽山道路ノリ面[A]、安山岩系として浮羽山畑面[B]の全体で5カ所となっている。

試料は斜面崩壊が起った箇所の近隣で未だ崩壊していない部分より採取した。同時に水置換法によって現場の湿潤密度を測定した。三軸圧縮試験用の供試体は2mm通過試料をモールド(内径5cm、高さ12.5cm)に3層に充てんして作成した。側圧は0.5、1.0、1.5、2.0kg/cm²の4段階とし、非圧密非排水試験によった。

Ⅳ 調査結果と考察

1 土壌の理化学的性質

- a 土壌粒子の比重

2mmフルイ通過試料と4.76mmフルイ通過試料の2種類について行い、結果を表-1に示した。

- b 粒度試験

表-1において土性をみると、結晶片岩系と花崗岩系

表-1 土 壌 の 物 理 的 性 質

団地名	地図No.	土壌母材	比 重		粒 度 分 布 (%)			均等係数	土 性	
			2mm以下	4.76mm以下	粘 土	シルト	砂			
藤 山	1	結晶片岩	2.735	2.769	43.7	22.9	33.4	26.8	粘 土	
	2		2.721	2.778	33.2	34.7	32.1	10.9	〃	
	3		2.774	2.709	17.3	30.8	51.9	13.5	砂質ローム	
	4		2.795	2.756	22.4	24.2	53.4	16.4	砂質粘土ローム	
	隈		5	2.703	2.711	16.2	32.2	51.6	6.8	砂質ローム
			6	2.711	2.728	18.8	37.8	43.4	4.5	粘土質ローム
麦 生 富 永	7	花 崗 岩	2.657	2.669	33.2	23.3	43.5	26.5	粘 土	
	8		2.693	2.703	12.7	26.0	61.3	6.9	砂質ローム	
	9		2.699	2.702	22.9	30.1	47.0	14.5	粘土質ローム	
上 尾 谷	10	安 山 岩	2.644	2.686	24.2	32.1	43.6	5.2	〃	
	11		2.651	2.702	29.5	34.5	36.0	13.0	〃	
	12		2.634	2.687	32.7	24.7	42.7	20.6	粘 土	
荷 取 前 迫	13		2.638	2.666	43.8	31.4	24.8	10.3	〃	
	14		2.717	2.741	37.5	24.5	38.0	19.5	〃	
	15		2.683	2.682	41.9	28.0	30.1	14.3	〃	

は砂質ローム～粘土，安山岩系は粘土質ロームないしは粘土となっている。両者の粒度分布を比較するとシルト分はほぼ等しく，粘土分は安山岩系土壌に多い。均等係数は両者ともほぼ良といえる。

c 液性限界・塑性限界・フォールコーン試験

結果を表一2に示した。これによると液性限界，塑性指数のいずれにおいても安山岩系土壌が大きく，次いで結晶片岩系であり，花崗岩系が最も小さい。従って可塑性に関しては，安山岩系土壌区>結晶片岩系土壌区>花崗岩系土壌区といえる。

また，液性限界 (W_L) と塑性指数 (I_p) の関係は， $I_p=0.75(W_L-25.2)$ の一次回帰で表され，相関係数は0.902で非常に有意であった。

ファイネスナンバー (F) の平均値は結晶片岩系48.6%，花崗岩系38.2%，安山岩系55.6%と液性限界におけると同様な傾向を示しており，両者は $F=0.78W_L+12.03$ で表され，極めて有意な相関関係にある。このことはフォールコーン法による液性限界測定の有用性を示唆している。

以上，アッターベルグ限界に関する試験結果を述べたが，JISによると試験には0.42mmフルイ通過試料を用

表一2 アッターベルグ限界

団地名	地図No.	液性限界 W_L (%)	塑性限界 W_p (%)	塑性指数 I_p	ファイネス ナンバー	
					F (%)	平均
藤山 隈	1	55.7	30.9	24.8	58.8	48.6
	2	52.1	30.7	21.4	51.7	
	3	42.2	30.5	11.7	45.3	
	4	50.0	34.2	15.8	51.1	
	5	NP	—	—	40.0	
	6	39.5	29.7	9.8	44.5	
麦生 富永	7	47.7	30.3	17.4	48.5	38.2
	8	NP	—	—	31.7	
	9	31.7	24.7	7.0	34.5	
上尾谷	10	55.2	40.9	14.3	58.6	
	11	38.3	26.5	11.8	42.2	
	12	55.4	35.4	20.0	58.2	
荷取 前迫	13	62.1	29.3	32.8	57.4	
	14	61.1	29.9	31.2	55.7	
	15	61.3	36.1	25.2	61.2	

表一3 粒径組成とアッターベルグ限界

	液性限界	塑性限界	塑性指数	ファイネス ナンバー
粘土含量	0.699**	-0.026	0.855**	0.754**
シルト含量	-0.490	0.029	-0.605**	-0.352**
細砂含量	-0.517	0.008	-0.626**	-0.700**

いることになっている。すなわち粒径区分では粘土，シルト，細砂が混在した細粒土ということになる。これら土粒子の含有割合が異なるとアッターベルグ限界も異なってくることは十分予想される。そこで，各々の粒子含有量とアッターベルグ限界の相関を表一3に示した。これによると粘土含量と液性限界，塑性指数，ファイネスナンバーの間には非常に有意な正の相関がある。また，シルト含量と塑性指数，細砂含量と塑性指数ならびにファイネスナンバーの間には有意な負の相関がある。

これらのことは，粘土含量が増えると液性限界，塑性指数，ファイネスナンバーは増加して可塑性が増すことを示しており，逆に，シルトならびに細砂量が増えると塑性指数とファイネスナンバーは低下して可塑性に乏しくなることを意味している。すなわち，個々の粒子含量とアッターベルグ値の相関性を調べることから，土壌中の微細粒子が土壌の可塑性に大きく影響していることが裏付けられたといえる。

d 有機物含有量

結果を表一4に示した。平均値では結晶片岩系8.0%，花崗岩系7.3%，安山岩系が11.1%であった。

また，有機物含有量とアッターベルグ限界の相関を表一5に示した。これによると有機物含有量と液性限界，塑性指数，ファイネスナンバーの間には非常に有意な正

表一4 有機物含有量

団地名	地図No.	有機物含有量	
		(%)	平均
藤山 隈	1	8.8	8.0
	2	9.7	
	3	6.8	
	4	8.4	
	5	7.0	
	6	7.2	
麦生 富永	7	10.5	7.3
	8	4.6	
	9	6.9	
上尾谷	10	11.3	
	11	7.6	
	12	11.6	
荷取 前迫	13	12.5	11.1
	14	11.6	
	15	12.3	

表一5 有機物含有量とアッターベルグ限界の相関

	液性限界	塑性限界	塑性指数	ファイネス ナンバー
有機物含有量	0.890**	0.525	0.795**	0.878**

の相関があり、有機物の親水性による土壤中の拘束水の増大、ひいては可塑性の増強がうかがわれた。

2 土壤の耐水食性

a Middletonの分散率

土壤の分散率は土壤集合体の水に対する安定度を量的に示すものであって、土壤の受食性の大小に正比例することから、このもの単独で侵食性の指標になるとされている³⁾。

この場合、基準粒径のとり方がいろいろあり、Middletonは0.05mm、菅野は0.02mm、川村とPuriは0.002mmを採用している。著者は基準粒径として3種類全てを採用し、結果を表-6に示した。

表において基準粒径別の分散率をみると、Dr (0.05)は76~100%、Dr (0.02)は47~100%、Dr (0.002)は29~99%の間に分布しており、基準粒径が小さくなるほど分散率は小さくなっている。これは土壤集合体が大きくなるほど土壌粒子の結合が弱くなり、浄水によって容易に分散されることを示唆している。

また、Middletonの判定基準を本地区に適用するといずれの調査地点においても受食性土壤であった。

b Middletonの侵食率

侵食率は上記の分散率を更に土壤のコロイド含量と水分当量の比で除した値であり、この場合、水分当量としてpF2.7含水比を用いた。

侵食率についても分散率と同様に基準粒径として、0.05、0.02、0.002の3種類を採用し、結果を表-6に示した。侵食率の算出式の分子には分散率が用いられて

おり、先に述べたように分散率は基準粒径が小さくなるにつれて値は小さくなっていることから、侵食率においても基準粒径が小さくなるほど値は小さくなる傾向にある。

分散率と同様に Middleton の耐水食性指標を本地区に適用すると、いずれの地区においても受食性土壤であった。

c 耐水性集合体の風乾率

基準粒径として0.25mmと0.5mm以上の2種類について調査し、結果を表-6に示した。川村の風乾率に関する指標を本地区に適用すると受食性は中ないし小であり、先に述べた分散率や侵食率における判定結果と異なっている。

風乾率は、土壤集合体の耐水性が毛管飽水状態を頂点として、これを遠ざかるほど低下し、風乾状態で最低の値になる⁴⁾という仮説に基づいている。従って、風乾率の値が大きいほど風乾状態での耐水性集合体の量が多いことを意味し、ひいては耐水食性土壤であることを示している。

ところが目視したところでは、風乾によって土粒子が固結して結合が強化したり、毛管飽水時に集合体の分離も見受けられた。これらの現象はいずれも風乾率を相対的に増加させる作用をしており、この結果、本地区における風乾率の判定において耐水食性となった原因と考えられる。

一方、事業実施地区を踏査したところでは、畑面の侵食状況はおおむね軽微であり、その理由として次のこと

表-6 土 壤 の 耐 水 食 性

団地名	地図 No.	分 散 率			コロイド 水分当量	侵 食 率			風 乾 率	
		Dr(0.05)	Dr(0.02)	Dr(0.002)		Er(0.05)	Er(0.02)	Er(0.002)	0.5mm以上	0.25mm以上
藤 山 隈	1	92.3	85.4	64.2	0.63	146.5	135.6	101.9	67.2	74.3
	2	82.3	76.1	60.9	0.64	128.6	118.9	95.2	79.8	86.3
	3	100.0	90.8	29.4	0.37	270.3	245.4	79.5	125.0	117.5
	4	89.3	46.6	58.8	0.44	203.0	105.9	133.6	102.0	100.0
	5	76.3	73.3	74.1	0.37	206.2	198.1	200.3	88.3	98.7
	6	83.6	75.5	77.3	0.40	209.0	188.8	193.3	80.9	87.9
麦 生 富 永	7	98.1	92.7	83.4	0.64	153.3	144.8	130.3	69.5	73.5
	8	95.1	100.0	62.5	0.35	271.7	285.7	178.6	84.4	91.4
	9	98.4	94.3	78.0	0.61	161.3	154.6	127.9	72.7	82.2
上尾谷	10	100.0	100.0	92.4	0.27	370.4	370.4	342.2	105.5	104.3
	11	100.0	100.0	98.9	0.55	181.8	181.8	181.8	56.9	67.4
	12	91.7	91.7	88.9	0.47	195.1	195.1	189.1	86.2	92.2
荷 取	13	100.0	99.8	89.2	0.67	149.7	149.5	133.6	75.9	79.0
	14	100.0	100.0	92.9	0.56	178.6	178.6	165.9	63.7	73.0
前 迫	15	96.2	93.8	73.7	0.63	152.7	148.9	117.0	81.8	86.6

が挙げられる。

① 畑面の標準断面において、階段畑は畑面傾斜8度で畑面幅4~6m、広幅階段畑の場合は畑面傾斜12度で畑面幅15~28mと、いずれの造成方法においても畑面は緩傾斜に造成され、水切帯が設置されていた。

② 畑面は深さ50cm位深耕されており、保水性の増強がはかられていた。

③ 畑面の多くは敷草が施されていた。ことなどが考えられる。

d スレーキングテスト

結果を一括して表-7に示した。

室内で風乾した土柱を水浸すると、初めは表面はく離が起り、その後三層に突き固めたいずれかの層から折れることが多かった。全層がほぼ均等に崩壊して円錐状になったのは富永⑨であった。

また、はく離した土が残存している土柱近傍に崩落する場合と土柱から離れた場所に崩落する場合では、その後の崩壊状況は異なった。すなわち、土柱近傍に崩落すると既に崩積した土壌が周囲にあるため、それに妨げられてその後の崩壊は緩慢になった。藤山②、富永⑨、上尾谷⑩、⑫の崩壊時間が他に比して長いのはこれらの理由による。今回は土柱を水そうの底に立てて実験を行ったが、土柱を金網などの上に置いて底から離し、崩積した土壌の影響を除去することが必要であろう。

3 昭和54年6月豪雨による災害

a 降雨状況

6月26日、梅雨前線は対馬海峡付近に停滞しながら活動を強め、27日には九州北部から中部へ南下した。それ

表-7 スレーキングテスト

団地名	地図No.	スレーキング時間 分 秒	崩壊状況
藤山	1	4 13	上層から折損
	2	18 30	"
	3	3 00	"
	4	4 00	下層から折損
	5	6 00	上層から折損
	6	0 35	下層から折損
麦生 富永	7	3 30	"
	8	4 09	中層から折損
	9	14 56	上層から折損
上尾谷	10	39 20	"
	11	4 10	下層から折損
	12	44 15	上層から折損
荷取 前迫	13	7 00	中層から折損
	14	5 05	下層から折損
	15	9 50	"

に伴って前線の活動も活発となり、当地域、とりわけ山間部には30日までに700~800mmと昭和28年以来の記録的な豪雨となり、この期間の日雨量を表-8に、観測地点を図-1に示した。

b 災害の発生経過

山間部における事業実施地区のほぼ平均標高といえる浮羽町栗木野(標高200m)での、26日からの毎時降雨の観測結果を図-2に示す。

雨は26日昼過ぎから降り始め、20時頃までは平均降雨強度2.5mm/hr、累計15mmと比較的弱かった。20時以後27日の7時頃まで平均時間強度12.3mmと強く、累加雨量で150mmに達した。その後、小康状態をはきんで、9時頃から再び30mm/hr前後の特に強い雨が断続的に17時頃まで降り続いた。

山間部における崩壊は2度目の強雨が降り始めた9時半過ぎから発生し始め、累加雨量が220mmを越えた14時以降は崩壊が多発した。

表-8 日 雨 量

観測地点	地図No.	標高(m)	日 雨 量 (mm)					合計
			6月26日	27日	28日	29日	30日	
久留米市	イ	7	57.0	133.0	19.0	135.0	97.0	441.0
吉井町	ロ	28	128.0	96.0	85.5	106.5	24.0	440.0
浮羽町栗木野	ハ	200	149.5	132.5	57.5	189.0	45.0	573.5

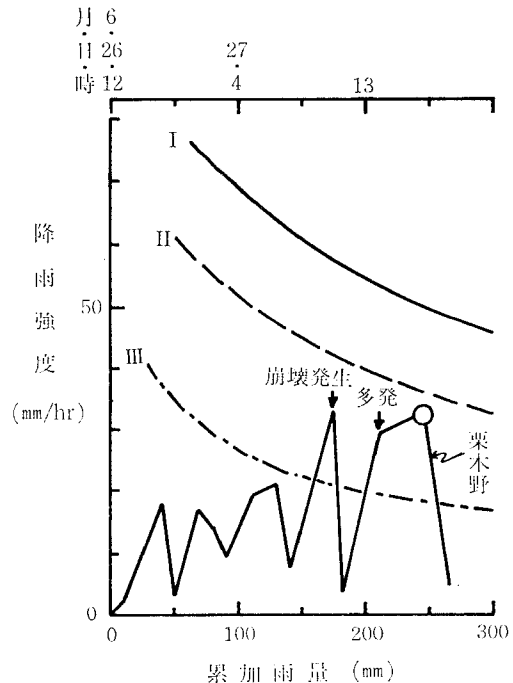


図-2 崩壊発生雨量

小野寺らは、関東平野周辺の山地部の自然斜面で、降り始めてからある時刻までに降った累加雨量（横軸）とその時刻での時間雨量強度（縦軸）及びその時に崩壊が生じたか否かを図-2の3本の曲線で分類している⁵⁾。

これによるとⅡの線より下の降雨条件下では崩壊はほとんど発生せず、ⅡとⅠの線の間で崩壊が発生し始め、Ⅰの線より上側では崩壊がひん発すると指摘している。

図の中に当地区における今回の降雨経過と崩壊の発生状況を示したが、崩壊の発生ならびに多発ともⅡの線以下で起っている。

関東地区と当地区では土質条件などが異なるために一概には言えないが次の理由が考えられる。

当地区の斜面崩壊の多くは盛土と切土ノリ面で発生した事、一般に切土ノリ面は自然斜面よりも豪雨時には崩壊しやすい傾向にある。それは切取りは支持物を除去し、切取ったノリ面が表流水の侵食を受けやすくし、ノリ面からの浸透水の浸出を促す⁹⁾とされている。

c 災害の発生状況

市町村別の発生数を表-9に示した。ここで大規模災害とはブロック積などの崩壊を、中小規模とはノリ面の土砂崩壊や水路などの小施設の被災をいう。

造成された斜面の傾斜度、長さ、集排水状況は地区によって異なるため一概には言えないが、前出の表-8からみて降雨量の場所的な相違は少なかったと仮定して災害の発生状況を見ると、その規模を問わず吉井町を中心とした花崗岩土壌地帯に多発している。

このことは先に述べた土壌の可塑性の指標としてのアッターベルグ限界における、花崗岩系<結晶片岩系<安山岩系であったことと合致している。すなわち室内における物理的性質の試験結果から対象地区の降雨災害に対

する耐性は握の可能性を示唆しており、今後の事例蓄積が望まれる。

d 崩壊過程の推察

小規模な斜面崩壊は6月27日以前にも発生していたが、大規模なものは27日の昼過ぎに発生した。

雨水は地面に達すると土壤中へ浸入し、降雨強度が浸透能より小さい場合は表面出水を発生することなく、雨水は下方へ浸透していく。浸透能は降雨初期は大きい、雨が降り続くにつれて土壤中の孔ゲキは水分の増加、微細な土粒子や空気などの封入によって閉鎖され、浸透能は次第に低下する。そして降雨強度が浸透能を越えると両者の差は降雨余剰となって地表面を流出し始める。

今回、この流出水は斜面の凹部へ集中してノリ面崩壊の原因となった。

一方、土壤中へ浸入した雨水は孔ゲキを伝わって下方へ浸透していくが、表-10にその一例がみられるように、盛土部と地山では透水係数が異なっている。そのため地山に沿った横浸透流がパイピング現象を起こし、雨水を多量に含んでせん断抵抗力が低下した盛土部を滑落崩壊させたといえる。

そしてこの崩土は、その下部に設置されている承水溝や道路側溝を閉そくし、あふれ出した水は畑面や道路を侵食した。

オーバーフローが造成地高位部で発生すると、崩壊土砂は土石流となって低位部へ連鎖崩壊を引き起して災害を大きくした。また、道路を流れた水はノリ面ブロック積の裏面へも流入して基礎を洗掘し、ひいては倒壊の原因になったと考えられる。

e 災害地点土壌の力学的性質

(1) 現場の湿潤密度

湿潤密度は含水比によって変化するが、表-11によると花崗岩系>結晶片岩系>安山岩系の順で大きい。富永は地山と思われ密度は極めて大きい。浮羽山道路(A)は切土面のため密度は大きく、藤山、限、浮羽山畑面(B)はいずれも盛土面であり構造がルーズなため密度は小さくなっている。

(2) 三軸圧縮試験

前述のとおり湿潤密度は水分変化によって値が変わるため、三軸圧縮試験用の供試体は湿潤密度から算定された乾燥密度に合わせて充てん作成されたことから、以下においては密度として現場の乾燥密度を用いる。

(i) 現場の乾燥密度、自然含水比の場合

表-11によると粘着力は藤山の0.09kg/cm²から浮羽山道路(A)の0.88kg/cm²に分布しており、平均で0.44kg/cm²である。せん断抵抗角は浮羽山畑面(B)の3°50'から、富永の23°40'まで広範囲に分布しており、平均

表-9 災害カ所数

市町名	土壌母材	大規模カ所	中小規模カ所	計カ所	開墾面積 ha	災害カ所 ha
久留米	結晶片岩	0	81	81	160	0.5
田主丸	〃	0	30	30	90	0.3
吉井	花崗岩	6	116	122	91	1.3
浮羽	安山岩	1	158	159	259	0.6
計		7	385	392	600	0.7

表-10 盛土と地山の透水係数

団地名	土壌母材	部位	透水係数 (cm/sec)
浮羽山	花崗岩	道路	1.99×10 ⁻⁵
		地山	3.05×10 ⁻⁷

表-11 三軸圧縮試験結果

団地名			藤山	隈	富永	浮羽山	浮羽山
地 図 No.			4	6	8	A	B
現場の湿潤密度 (g/cm^3)			1.558	1.329	1.793	1.780	1.216
(i) の場合	含水比 ($\%$)		30.81	34.55	19.74	26.76	37.94
	飽和度 ($\%$)		71.24	46.21	61.36	64.65	49.44
	Cu (kg/cm^2)		0.09	0.38	0.66	0.88	0.17
	ϕu (度, 分)		5°10'	9°30'	23°40'	23°00'	3°50'
(ii) の場合	含水比 ($\%$)			60.52		37.98	
	飽和度 ($\%$)			82.53		90.81	
	Cu (kg/cm^2)		0.00	0.00	略	0.12	0.00
	ϕu (度, 分)		0°00'	0°00'		15°10'	0°00'
(iii) の場合	含水比 ($\%$)		40.41	43.11	30.13		47.87
	飽和度 ($\%$)		80.88	92.80	81.85	略	94.70
	Cu (kg/cm^2)		0.18	0.04	0.37		0.63
	ϕu (度, 分)		9°30'	17°00'	4°30'		11°40'

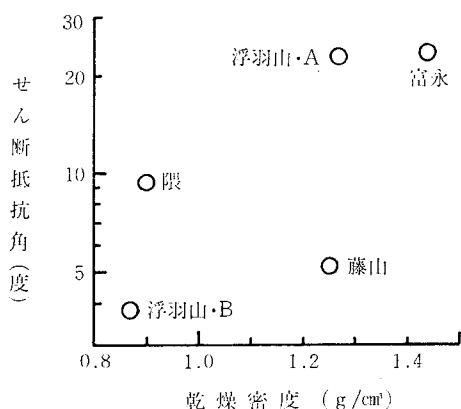


図-3 乾燥密度とせん断抵抗角
(i) の場合

13°18'である。また、乾燥密度とせん断抵抗角の関係が図-3であり、密度の増加に伴ってせん断抵抗角は増強する傾向にある。

(ii) 現場の乾燥密度、飽和の場合

藤山、隈、浮羽山畑面(B)の場合、飽和すると試料は崩れて自立不能となり、一応、粘着力、せん断抵抗角ともゼロと判断された。また、(i)の場合で粘着力とせん断抵抗角が最も大きかった浮羽山道路(A)の場合でも粘着力は1/7に、せん断抵抗角は4割方減少している。

(iii) 乾燥密度1.35 g/cm^3 、飽和の場合

(i)において、密度の増加はせん断抵抗角を増強させる傾向にあったことから、盛土の施工に際しては締固めることが降雨時の崩壊を防ぐ上で有効といえる。一

方、植生生育の面では過度に締固めがなされると植生根の伸長が阻害されて不都合を生ずる。

三好ら⁷⁾は果樹の根群伸長を良好にする土層の条件として乾燥密度に関しては1.35 g/cm^3 以下を設定している。このことが、当地区で植栽が予定されているカキ、ブドウ、ナシ、チャなどにもいえるとして、締固め乾燥密度を1.35 g/cm^3 を目的に供試体を作成した。更に、降雨災害を対象としていることから、飽和状態で試験を行った。

その結果(ii)の場合に比較して、いずれの団地とも粘着力とせん断抵抗角は増強しており、特に結晶片岩系と安山岩系土壌区において顕著であった。

V 要 約

以上の調査結果をとりまとめると次のようになる。

1. 土壌の可塑性に関しては、安山岩系土壌区>結晶片岩系土壌区>花崗岩系土壌区の順で大きく、土壌の可塑性と降雨災害の間には一定の相関がみられた。

2. 液性限界とファイネスマンバーの相関は高く、フォールコン法による液性限界測定の有用性が明らかになった。

3. 土壌の耐水食性の判定に際しては、土壌自体の性質のみならず、傾斜度、集水状態などの自然条件も考慮に入れた総合的判断の必要性がうかがわれた。

4. 盛土の施工に際して締固めを行うことは、粘着力とせん断抵抗角を増強させて降雨災害を防止する上で有効といえ、一応、締固め密度の目標としては乾燥密度で1.35 g/cm^3 が想定された。

最後に、本調査を遂行するにあたり、いろいろと教示いただいた高知県農業者大学校・川村秋男博士、九州農政局耳納山麓農業水利事業所各位、当場・宮原吉秋支場長、村岡嘉邦主任研究官、実験にご協力いただいた吉田俊美技官に心から謝意を表する次第である。

引用文献

- 1) 通産省地質調査所：福岡県地質図。
- 2) 土質工学会編（1976）：土質試験法，土質工学会，22～161。
- 3) 土壌物理性測定法委員会編（1972）：土壌物理性測定法，養賢堂，426。
- 4) 同上，427。
- 5) Onodera et al.(1974)：Slope failures caused by heavy rainfall in Japan, 2nd International Congress of the International Association of Engineering Geology, 41～50.
- 6) 土質工学会編（1980）：切土ノリ面，土質工学会，205。
- 7) 三好 洋・丹原一寛（1977）：土の物理性と土壌診断，日本イリゲーションクラブ，74。

（昭和56年12月18日受理）