

# 筑波山塊における崩壊発生要因と崩壊跡地の回復に関する研究

国立防災科学技術センター，○寺島治男  
筑波大学農林工学系 河西隆之・野口陽一

1.目的；筑波山塊（筑波山、加波山）における崩壊跡地を調査し、崩壊発生要因を明らかにする。また、崩壊発生から現在までの崩壊跡地の経年変化による回復状態を把握するために調査を行った。  
2.方法；治山台帳（昭和33年以後）から、災害年度、山腹工事施工年度、施工箇所、対策工種を調べた。昭和30年代2箇所、40年代5箇所、50年代8箇所について、それぞれの崩壊跡地の源頭部、中部、下部および周辺林地の15箇所から0~5cmと10~15cmの深さの土壌をサンプリングした。同時にコーンペネトロメータ（底面積3.25cm<sup>2</sup>、先端角30°）を用いて貫入強度を測定した。縦横断の形状と傾斜角を測定した。サンプリングした試料は色、腐植、根、レキの含有量を観察した。土壌の物理性については採取時の含水比、最大含水量の測定、粒度分布の測定を行った。土壌の化学性については矢木式簡易土壌検定器により土壌の養分試験を行った。

### 3.結果および考察；3.1. [筑波山塊の崩壊発生要因]

崩壊の規模は大きいのは1.5haだが0.05ha以下の小規模が約50%を占め、崩壊の深さも25~2m程度である。表流水の集中流下を受けて土壌が洗い流された崩壊や表層滑落型崩壊である。昭和33年以降崩壊が起り、山腹工事を行ったのは71箇所である。崩壊の最大の誘因は豪雨である。一般に崩壊は時間雨量20mm以上、日雨量100mm以上の場合が危険となるといわれている。崩壊発生数の多かった昭和41年<sup>6</sup>/27.28(台風4号)では時間最大雨量18.3mm、日雨量186mm、発生時有効雨量強度16mm/hで崩壊が発生、崩壊発生には総量からみた雨量と引金となる雨量が必要であることがわかる。(図1) 崩壊発生場所別に分類すると溪岸斜面、谷頭部46.5%、山腹斜面14%、林道の造成に伴う脚部切取斜面、その他39.5%である。(図2) 筑波山塊は古くから林業、採石、観光などに高度に利用されているので、崩壊発生約40%は人為的な要素によるものである。

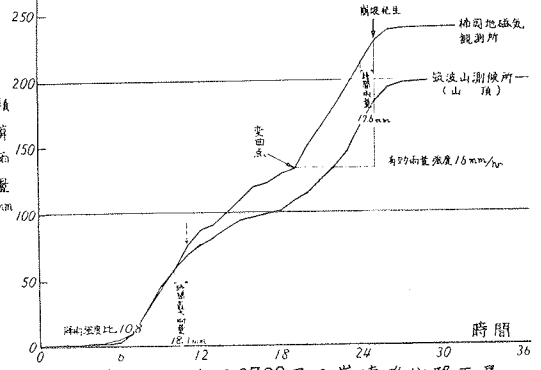


図1 昭和41年6月27.28日の崩壊発生降雨量

素因としては土壌が風化殻3~10mの花崗岩を基盤とし、その上に関東ロームが堆積しているからで豪雨により関東ローム層および風化層が滑落する。縦横断図から崩壊前の地形を推定して基盤との関係を調べると、ほとんどが平行基盤構造である。(図3)

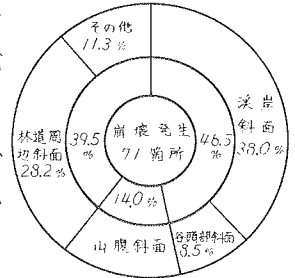


図2 崩壊発生場所による分類

3.2. [崩壊跡地の回復状況] 3.2.1. 土壌の物理性；貫入試験結果では周辺林地は地表からの深さとコーン支持力 $\rho_c$

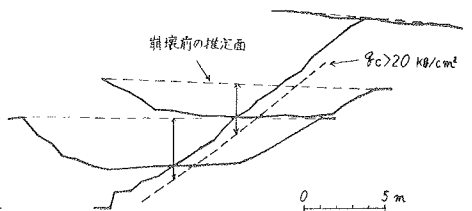


図3 崩壊跡地の縦横断と基盤構造

が漸次増加するのに対して、崩壊跡地では $\gamma C$ の値が大きく変動する。特に下部は著しい。(図4、5) これは周辺林地では土壌に層位が発達しているのに対して、崩壊跡地では土

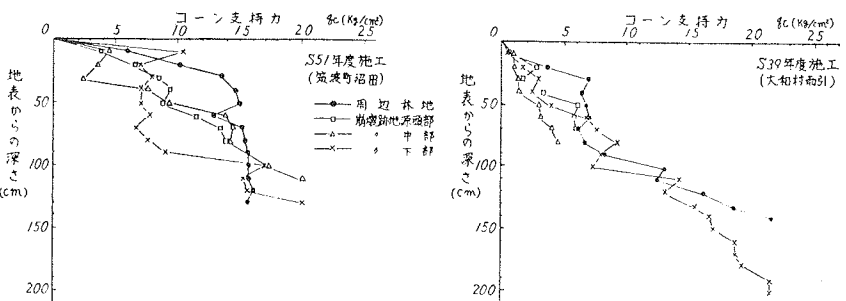


図4 図5 周辺林地と崩壊跡地の貫入強度

層がかく乱された状態で堆積しているためである。崩壊発生後6年以上経過したものに層位の形成が認められた。土壌は砂質ロームで透水係数は $10^{-2}cm^2 \sim 10^{-3}cm^2$ で著しい差はみられない。周辺林地は最大容水量、間ゲキ比の値が大きく保水力が良いが、跡地は団粒構造、A層が発達していないので保水力が悪いが施工後10年ほどで周辺林地の値と同じになる。(図6)

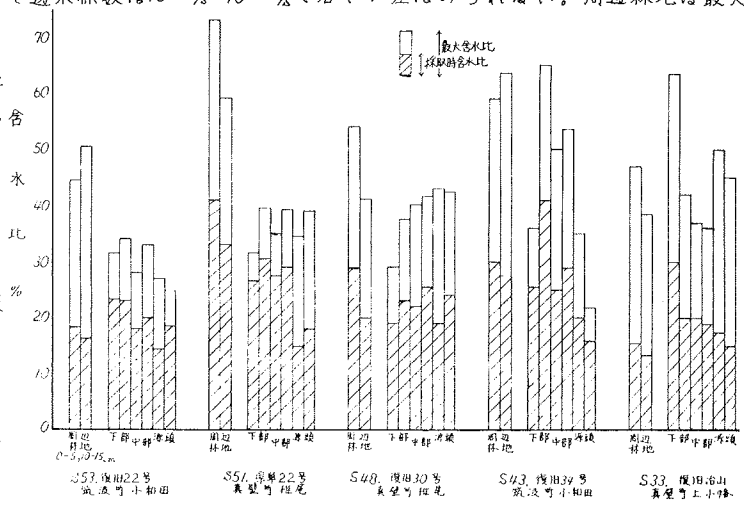


図6 周辺林地と崩壊跡地の含水比の関係

3.2.2. 土壌の化学性; 崩壊跡地、周辺林地ともPH4.5~6.5の酸性土壌で可溶性アルミナが多いため有効リン酸は著しく欠乏していた。有効カリ、置換性マ

グネシアは流亡しやすくサンプリングの位置が溶脱の激しいところなので全体的に欠乏していて著しい差はない。アンモニア態窒素、硝酸態窒素は周辺林地がA層が発達しているのやや崩壊跡地より良いが含有量は少ない。(表1)

土留工、筋工などの段面上には腐植がたまっているが法面、周辺林地との遷急部には植生が侵入しづらいので伏工などで表層土の保護が必要である。萱藁で植えたスギはアルミナに富む酸性条件下で良好に生育するので植栽したスギ、ヒノキなどが被圧されないうように施工後も管理が必要である。

表1 土壌養分試験結果

土壌の色	活性酸度 P H	可溶性Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	可溶性Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	可溶性MgO	有効カリ K <sub>2</sub> O	置換性NO <sub>3</sub> -N	置換性NH <sub>4</sub> -N
557年度施工 崩壊跡地下部	暗褐色	20mg	0.1mg	5mg	3mg	1mg	5mg
周辺林地	黒褐色	32mg	"	"	0mg	"	2.5mg
554年度施工 崩壊跡地下部	暗褐色	30mg	0.1mg	10mg	15mg	1mg	1mg
周辺林地	"	"	"	5mg	0mg	"	5mg
548年度施工 崩壊跡地下部	暗褐色	20mg	0.1mg	20mg	3mg	1mg	1mg
周辺林地	"	"	"	10mg	"	"	2.5mg
543年度施工 崩壊跡地中部	黒褐色	15mg	0.1mg	20mg	8mg	1mg	1.0mg
周辺林地	黒色	20mg	"	35mg	"	"	"
539年度施工 崩壊跡地中部	黒褐色	20mg	0.1mg	5mg	3mg	1mg	1mg
周辺林地	暗褐色	"	"	"	0mg	"	2.5mg

表中mg表示量は試量土壌100g当りの含有量である