

Ⅳ 土 壤 関 係

橋 本 与 良⁽¹⁾

目 次

| | |
|--|----|
| I 地形と水害の関係 | 57 |
| II 土壌と崩壊の関係 | 62 |
| 1. 土壌形態および降灰層位 | 62 |
| 2. 土壌の理学的性質 | 64 |
| 3. 斜面崩落 | 66 |
| A. 表層滑落 | 66 |
| a. 滑落地における土壌層断面および亀裂 | 67 |
| b. 表面滑落の様式 | 70 |
| B. えぐれ崩落 | 72 |
| III 土地利用および植生と崩壊の関係—特に森林の効用について— | 73 |
| IV 今後の対策 | 76 |
| 附 小国地区の水害 | 81 |
| Résumé | 84 |

ま え が き

昭和 28 年 6 月 22 日の九州地方の豪雨による阿蘇内輪山南斜面の大規模な崩壊とその対策についての調査団の一員に加わり、主として土壌に関係ある部門を受持つて調査した。面積的に広範囲であるうえに日数の関係もあり、概括的な観察にとどまり、試料採集等にも不備な点があり申訳ない次第である。

この調査にあたって終始指導を賜わつた経営部長 小幡進氏および防災部長 荻原貞夫博士ならびに取纏めについて助言を受けた同僚、黒鳥忠氏、木立正嗣氏、また調査にあたって御便宜を与えて下さつた地元の諸氏に対し、ここに謝意を表します。

I 地形と水害の関係

阿蘇内輪山は、西から烏帽子岳、噴火口、中岳、高岳、やや離れて根子岳と東西に標高 1,300~1,600 m の山岳がほぼ直線に連らなつていて、その南斜面に御竈山と丸山が突出している。河川は御竈山と丸山に囲まれた白水村の区域と、日尾峠を鞍部とする高岳と根子岳の中間の区域が、やや支流が合一している以外はほとんど直線に、楯状に細かく北から南に走つて、白川本流に流れ込んでいる。

(1) 土壌調査部土壌肥料科長

阿蘇内輪山南斜面の地形を大別すると、つぎのように区分することができる。

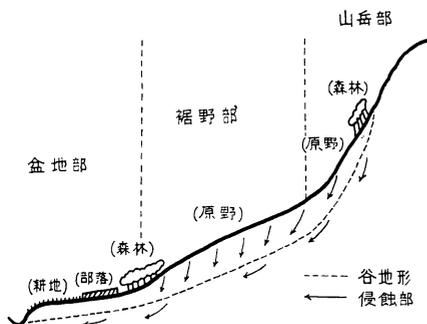
a. 中岳・高岳地域

1. 頂上平坦部 約 1,100 m 以上
2. 山岳急斜部 約 1,100~800 m
3. 裾野部 800~600 m
4. 盆地部 600 m 以下

b. 根子岳地域

1. 山岳急斜部 800 m 以上
2. 扇状台地部 800 m 以下

内輪山の大部分を占める中岳、高岳の区域は地形が侵蝕によつて大部変貌しているが、なお山頂部に火口、火口原が残つており、山麓に裾野の緩斜地形部がある。東方に独立して存在する根子岳は噴火年代も最も古いものとみられており、頂部は爆裂あるいは侵蝕のためか非常に屹立した岩石地帯になつている。山岳急斜部も非常に侵蝕が進み、その下部に扇状堆積地が接続している。



第1図 阿蘇中央火山体地形概略図
Fig. 1 Diagramatic Cross Section of
Topography of Mt. Aso.

1. 中岳高岳地域

A. 山岳急斜部

下部からの侵蝕が非常に進んで、頂上平坦部にまでおよびつつあるので、その境界線は傾斜の角度が劇然としてしている。すなわち山岳急峻部の上部は、噴火時代の異なつた熔岩の厚い数層が絶壁となつて露出し、その最もはなはだしいのは高岳である。この絶壁から裾野に至る間は急峻な傾斜面であつて、櫛の齒のように細かく平行した河谷によつて侵蝕が行われ、この谷と谷の間にある稜線は円味の全然ない尖つた線状になつている。

面積的に最も崩壊のはなはだしいのはこの区域であつて、そのおもな原因には

面積的に最も崩壊のはなはだしいのはこの区域であつて、そのおもな原因には

1. 絶壁より岩石の落下とこれによる崩壊の助長
2. きわめて急峻であること
3. 表層は新鮮な火山砂であつて、粘着性がないこと
4. 土壤層が浅く、基岩に達しやすいこと
5. 災害時の雨量が低地部よりも多いと推定されること

等をあげることができる。

今次の災害ではこの部分の表面滑落の土砂や崩壊落下した岩石が流下して、下流部の侵蝕を

非常に大きくした誘因になつている。

B. 山岳地形と裾野地形の接続部

山岳地形から裾野地形に移行する部分は、傾斜度が劇然と異なつていて、山岳部からの岩石を含んだ流水が強くとこの部分を叩くために、河谷侵蝕が特にはなはだしく深く掘れ込んでいる。この部分は層状の安山岩が侵蝕によつて露出し、さらに削り落されているために、附近の山腹斜面はその基部を失つて不安定となり、斜面の崩落を助長している。ことに Phot. 1, 2 のようにこの部分が湧水点になつているときは、この部分から下に河谷の側方侵蝕がはなはだしく、湧水と崩壊の密接な関係を如実に示している。

白水沢では、この部分で裾野部が逆に陥入したようになり（東西に直線に）、山岳部より南下した溪谷は、この部分で屈曲して東西に走り、二、三の溪谷が集まつて裾野部を貫いてふたたび南下している。

C. 裾野部

裾野部は南面の平坦な台地斜面とこれを貫いて掘れ込んだ谷および谷斜面とからなつている。平坦な台地は、土壤が安定していて全然災害を受けていない。谷部の底面と側面は上流からの土石流によつて、はなはだしく侵蝕を受けて河床が広くなり、新しく流下した転石で埋つている。この溪流にあるダムは側面が基岩に固定されていないためにほとんどが壊されている。谷斜面は、急峻なためと基部が溪流で侵蝕されて流去したために不安定になり、さらに土

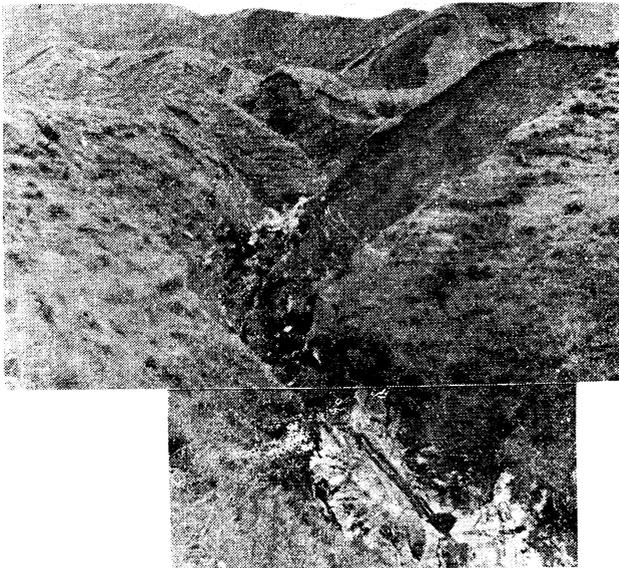


写真 1

山岳地形と裾野地形の接続部の侵蝕および斜面崩落(白水沢上流)

Phot. 1 Bed Erosion of Valley on the Topographic Change Point from very Steep to Steep Slope.

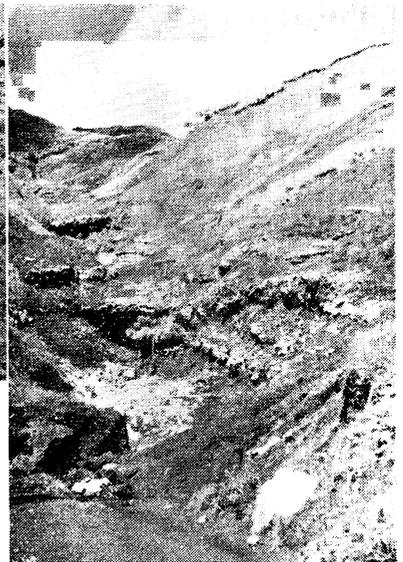


写真 2 山岳地形と裾野地形の接続部の基岩露出と山腹斜面の崩落(丸山附近)

Phot. 2 Side and Bed Erosion of Valley on the Topographic Change Point. (Mt. Maruyama)

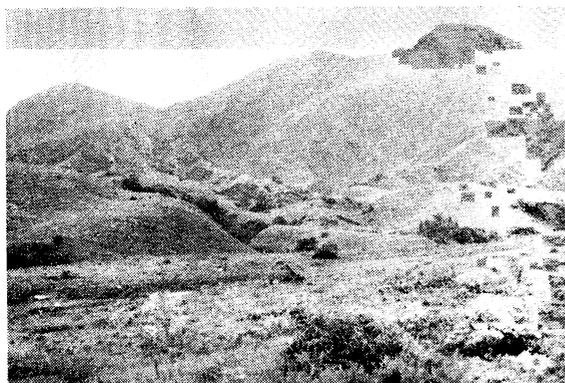


写真 3 白水沢上流の裾野地形部と山岳地形部の移行地
 附近の断層状陥入地形。遠望は中岳山岳部の崩壊
 Phot. 3 Erosion of Steep Slope of Mt. Naka-
 dake, and its distinctly Changing Slope.

壤が新鮮な火山砂であるためもあつて斜面の滑落がはなはだしい。

D. 盆地部の災害

白水、丸山地方のように裾野に台地地形の発達した地方は、大量の流水が裾野台地を直線的に流下し、底部は集塊岩の基盤に達するまで侵蝕し、河川の屈曲部では河岸を崩壊し、溢流した土砂流は民家、耕地に災害を与えている。移動した河川は、その部分を深く侵蝕して新しい川になっている。

2. 根子岳地域

A. 山岳急峻部

中岳、高岳地帯のこの部の地形と異なっている点は

a. 最上部では中岳、高岳は帯状の絶壁であるが、根子岳では鋸歯状に岩石が立っている (Phot. 25, 35 参照)。

b. 谷侵蝕が特に進み、凹状に深く山塊の中心部にまで達している。したがつて、崩壊面は頂部から標高差 200 m 以上にもおよぶ絶壁になっている。溪底面はすでに今次水害で基岩を露出、さらに磨滅して新鮮な滑らかな面になっている (Phot. 29 参照)。

C. 山腹斜面も最も急峻であるが、その崩壊は中岳よりも少ない (これについては土地利用区分で述べる)。

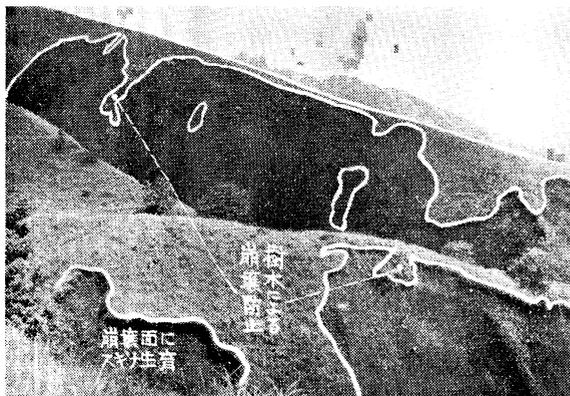


写真 4 山腹斜面の崩落 (丸山)
 Phot. 4 Slip Fall of Mountain Side.
 (Mt. Maruyama)



写真 5 山腹斜面の崩落 (丸山)
 Phot. 5 Slip Fall of Mountain Side.
 (Mt. Maruyama)



写真 6 山岳地形と裾野地形の接続部の侵蝕 (根子岳麓)
Phot. 6 Erosion at Connecting Point of Mountain
Slope and Fan. (Mt. Nekodake)

B. 扇状地部

根子岳の裾野は過去に土石流の堆積がくり返されてこれを埋め、山岳部の谷の下に扇状地が形成されている。山岳部の谷から扇状地に移る部分は、今次の水害で上部からの転落、流出した土石流で滝壺状に掘れ込んでいる。土石流は溢流して扇状台地に拡がり、新しく堆積を重ねるとともに、その中央に深さ 10 m におよぶ深い垂直の新しい谷が侵蝕によってできている。この扇状地より持ち出された土石量も大きく、下流の侵蝕を助長していることが推定される。

黒川流域に比較して白川流域の内輪山斜面が非常に崩壊が多かつた理由として、まず第一に降雨量のきわめて多かつた期間の風向が南に偏していたために、南面の白川流域の方が北面の黒川流域より大量の降雨があつたことを挙げられているが、さらに地形についてみると、黒川流域の方は、裾野地形が大

体 1,000 m 近くまでに達していて、山岳部の標高差が白川流域より少なく、しかも山岳部の傾斜が白川側より緩やかであり、また、溪谷も深くないために谷斜面の発達も少なく斜面はゆるやかである。黒川流域の地形が崩壊の少ないことの一原因であるとともに、溪谷部はヤシヤブでよく蔽われていることも侵蝕を防止した大きな原因ともなっているように観察される。

さらに治山治水工事が文化の進んだ黒川流域の方が徹底して実施されていることもみのがす



写真 7 同 左
(滝壺状に掘れている)
Phot. 7



写真 8 扇状台地の侵蝕 (根子岳)
Phot. 8 Erosion of Fan Deposit.
(Mt. Nekodake)

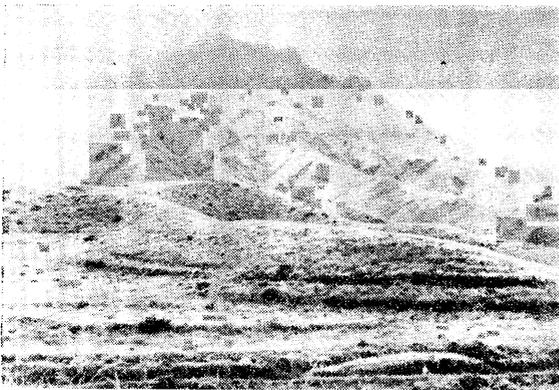


写真9 高岳の黒川流域斜面
Phot. 9

Small Slip Fall on North Side of Mt. Takadake.

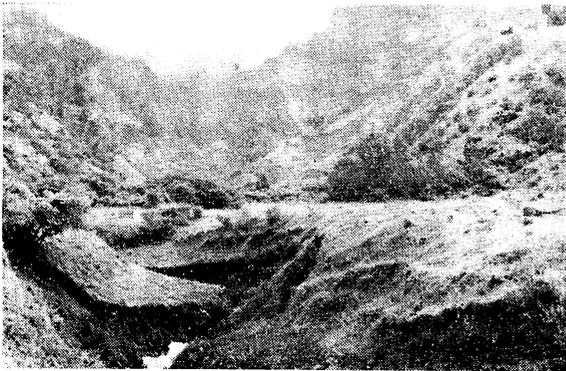


写真10 根子岳の黒川流域側
Phot. 10 Small Erosion of Fan on North Side of
Mt. Nekodake.



写真11 根子岳の白川流域側
Phot. 11

Wide Erosion of Fan on South Side of Mt. Nekodake.

ことができない。

山腹崩落と河谷侵蝕は交互に助長しあう関係にあるが、黒川流域ではそのいずれも弱いために結果として白川流域に比較して災害が非常に少なくなっている。

II 土壌と崩壊の関係

1. 土壌形態および降灰層位

阿蘇内輪火山群の被害区域の土壌断面の形態について二、三の調査した結果を例示すれば Fig. 2, 3, 4 および Fig. 8, 9, 10 である。

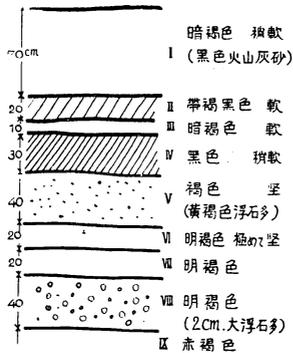
これらの土壌層断面に共通した大きな特徴は、表層が玄武岩質の新鮮な黒色火山灰砂からなるきわめて未熟な土壌であることである。これは霧島火山群にみられる草原性黒色土とは全く異なっており、腐植膠質は比較的少なく、層断面にみられる黒い色は母材自身の色であつて、母材の風化がまだほとんど進んでいないことを示すものである。これは絶間ない火山活動の降灰による堆積の速度が、母材の風化、土壌生成等による土壌成熟の速度よりも優るために、未熟な状態にあるもので、地床の植物や、地下に埋没された黒色土から判断してみると、もし地表が安定状態にあれば、一応草原性黒色土（ただし、Ando Soil-black または Ando Soilbrown）に移行するものと考えられる。

これらの土壌のうち、一部のものには表層に Crumb 構造がみられるが、大部分は Single grain または Massive 構造である。

根子岳山麓の扇状台地では新しく生じた深い侵蝕面に過去の堆積状態をみる事ができる。

Fig. 5, 6はその堆積状態である。大きな岩石を含んだ厚い堆積物, 小さい礫を含んだ崩壊堆積物, またある時代層には流水による砂質および埴質沈積物, 火山灰の降灰, 相当期間草原で蔽われていたと考えられる草原性黑色埋没土等が層状になつている。これらの堆積からみて, 過去には今次の崩壊程度, あるいは, それ以上の崩壊がくり返されていたことを示している。

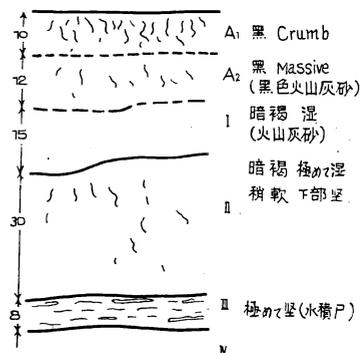
Fig. 2~6 を通覧して, 各土壤の層位の形成された時代の同異関係を認めることは困難であり, 降灰層位の順序, 厚さも場所によつて非常に異なつている。これは降灰の方位やその時の地形によつて生じた結果であると考えられる。しかし, 全般的にみて, 表層は新鮮な火山砂層からなつているが, ほとんどすべての箇所で埋没された黑色の有機質の土壤層を認めることができる。これはある時代はかなり静穏で草原性黑色土を形成するに適した時代が永く続いたことを示すものである。ただ Fig. 3 のみは深さ 80 cm までの間には埋没黑色土を認めることができなかつたが Fig. 5 のように 3m くらいの深さで存在することなどから, Fig. 3 の場合でもさらに深部に埋没している可能性がある。また, 扇状地のみでなく, Fig. 3 のように山腹面においても, 縞状の水積層を認めることは特異な現象である。



第 2 図
根子岳麓色見村降灰層状態

Fig. 2

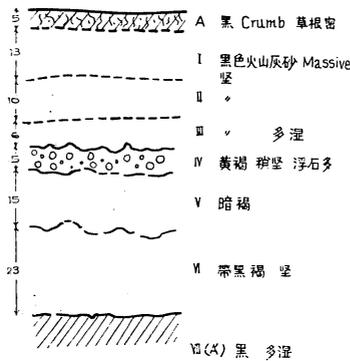
Soil Profile at Vil. Shikimi.



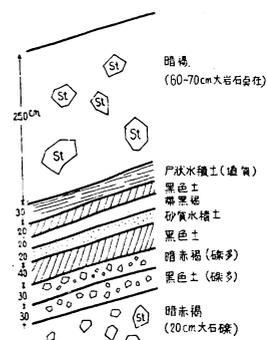
第 3 図
丸山裾野部山腹斜面土壤断面図 (崩壊していない地域)

Fig. 3

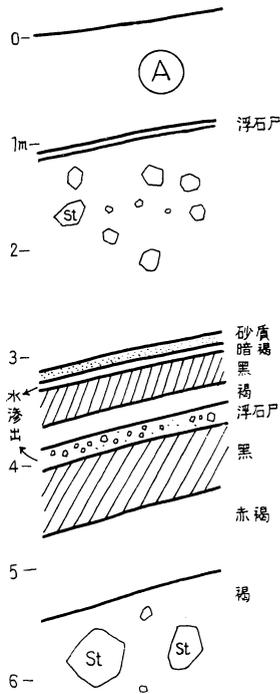
Soil Profile of Mt. Maruyama's Slope. (not slipped)



第 4 図
白水村裾野台地上土壤断面図
Fig. 4 Soil Profile of Gentle Slope Plateau at Vil. Shiramizu (not slipped)



第 5 図
根子岳山麓扇状地土壤堆積
Fig. 5 Deposits Layers of Fan. (Mt. Nekodake)



第6図 日尾峠麓土壌堆積
Fig. 6 Deposits Layers of Fan.
(Hio-tōge)

的には少ないものと推定する。

2. 土壌の理学的性質

この地方の土壌の理学的性質を知るために、Fig. 3 の丸山裾野斜面の崩壊していない地域の土壌層断面のⅠ，Ⅱ，Ⅲ層と同じ地域の崩壊地 (Fig. 9) の土壌層断面のB，Ⅲ (A')，Ⅴ層について、その機械的組成、自然状態の容積重、飽水重量、自然状態の透水性等について比較を試みた。

A. 機械的組成

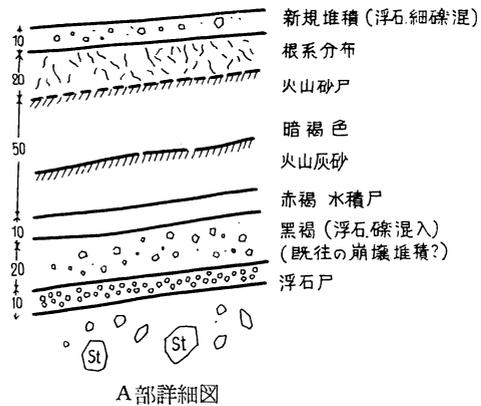
ピペット法によつて淘汰分析した結果は第1表である。

これらの土壌は第1表に示すように、Clay のきわめて乏しい、Fine Sand (粒径 0.2~0.02 mm) を主とした砂土であることが特長である。このことは、これらの土壌は非常に粘結性が乏しいことを意味し、膨軟に堆積しているときは崩れやすいことになる。

B. 自然状態における理学的性質

上記の土壌層より 400 cc 容の採集円筒を用いて試料を採集し、その容積重、孔隙量、最大含水量等を測定した (第2表)。

第2表によると丸山裾野斜面の崩壊していない地域 Fig. 3 の土壌は孔隙量の少ない緊密な土壌であるといいうる。採集時水分量は最大含水量に近い値を示しており、多湿状態にあるこ



第6'図 Fig. 6' 表層部詳細図
Fig. 6' Details of Upper Portion of Fig. 6.

阿蘇内輪山の白川流域斜面にみられる一般的な土壌層断面形態は、約 100 cm 深さ以下は緊密な埴質の火山泥流であつて、その上部には、中間に埋没黒色土、および浮石の薄層を介在した、未熟な黒色火山砂層からなつている。その意味からいつて、Fig. 7, 8, 9 の土壌層断面の方がこの地方の代表的な断面形態であつて、Fig. 2, 3, 4 の形態のものは面積

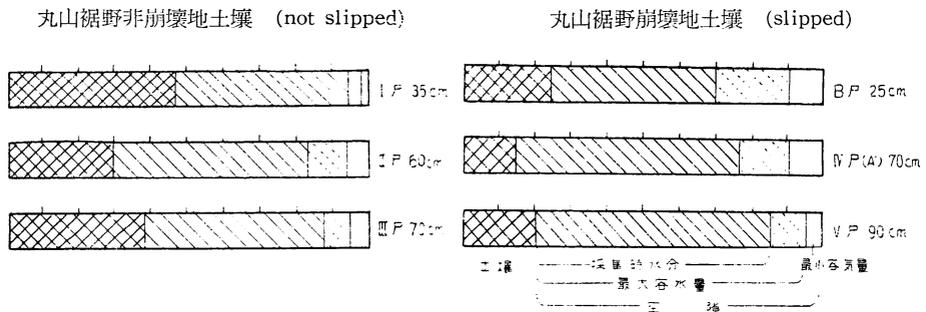
第 1 表 機械的組成
Table 1. Mechanical Composition

| 位置 | 層位 | 深さ cm | Coarse Sand | Fine Sand | Silt | Clay |
|---------------------------------|---------|----------|----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| | | | (2.0~0.2 mm %) | (0.2~0.02 mm %) | (0.02~0.002 mm %) | (0.002 mm 以下 %) |
| 丸山裾野斜面 非崩落地 (not slipped) | I | 35 | 5.6 | 74.4 | 17.5 | 2.5 |
| | II | 60 | 9.1 | 57.0 | 26.1 | 7.6 |
| | III | 70 | 16.6 | 62.0 | 15.2 | 6.2 |
| 丸山裾野斜面 崩落地 (slipped) | B | 25 | 8.2 | 64.7 | 18.1 | 9.0 |
| | III(A') | 70 | 8.4 | 43.7 | 38.0 | 9.9 |
| | V | 90 | 13.0 | 74.2 | 6.3 | 4.5 |

第 2 表 自然状態における理学的性質
Table 2. Physical Properties in Natural Conditions. (Mt. Maruyama)

| 位置 | 層位 | 深さ cm | 比重 | 容積重 % | 孔隙量 % | 最小 容気量 % | 最大含水量 | | 採取時水分 | |
|----------------------------------|---------|----------|------|----------|----------|----------------|----------|--------|----------|--------|
| | | | | | | | 容積重 % | 量 % | 容積重 % | 量 % |
| 丸山裾野 非崩壊地 (not slipped) | I | 35 | 2.87 | 131.6 | 53.2 | 2.3 | 50.9 | 38.0 | 46.9 | 35.0 |
| | II | 60 | 2.70 | 80.9 | 70.0 | 6.1 | 63.9 | 76.6 | 53.8 | 66.5 |
| | III | 70 | 2.76 | 106.4 | 61.5 | 5.3 | 56.2 | 52.9 | 49.4 | 46.5 |
| 丸山裾野 崩壊地 (slipped) | B | 25 | 2.77 | 66.5 | 76.0 | 9.6 | 66.4 | 99.9 | 45.8 | 68.9 |
| | III(A') | 70 | 2.68 | 38.1 | 85.8 | 9.4 | 76.4 | 200.3 | 62.8 | 59.3 |
| | V | 90 | 2.80 | 56.1 | 79.9 | 4.8 | 75.1 | 133.7 | 65.6 | 116.7 |

備考：試料中の礫量，根量は 1% に満たなかつた。

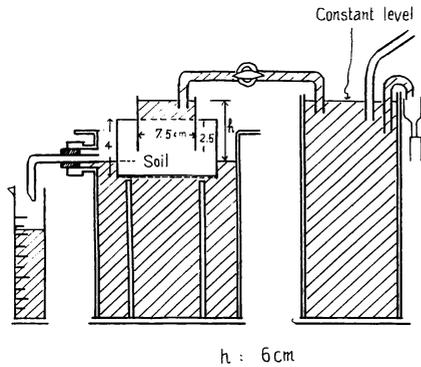


Volume Composition of Soils in Natural Conditions. (Mt. Maruyama)

とを示している。

C. 自然状態の試料の透水性

上記の土壤について，飽水状態における透水性の大小を比較するために，Fig. 10 の装置を作つて試験した。400 cc 容の土壤採集円筒で採集してきた試料を飽水状態にして，上下の蓋を除き，下部 1.5 cm を水中に没するように水槽中に静置した。この試料の上面に径 7.5 cm の円筒を深さ 2.5 cm さし込み，これに水を注いで，その水面が試料を置いた水槽の水面と常に h=6 cm の水柱高を保つようにした。この状態で土壤試料を通過してでる水量を時間的に



第 7 図 透水速度測定装置
Fig. 7

Apparatus for Measurement of Permeability.

第 3 表 飽水状態における土壤透水速度
Table 3. Permeability of Soils in Saturated Condition

| 採集位置 | 層位 | 深さ cm | 透水速度 cc/min. |
|---------------------|----------|----------|-----------------|
| 丸山裾野 斜面 (非崩壊) | I | 35 | 0.8 |
| | II | 60 | 2.5 |
| | III | 70 | 2.7 |
| | B | 25 | 12.7 |
| 同上 (崩壊地) | III (A') | 70 | 14.1 |
| | V | 90 | 7.4 |

測定し、15 min. の平均水量を計算した。

この実験で、崩壊斜面の下層である火山泥流層の試料についても比較検討していないことは最も不備な結果であるが、以上の結果から、

- a. 非崩壊地の方が堆積密度が大であつて空隙量が乏しい。
- b. 崩壊地の III 層 (A' 層) は特に空隙量が大い。
- c. 透水試験では非崩壊地 (特に表層) は透水性が乏しく土壌層内に滲透することが少なく、表面流下が多いことが考えられ、土壌の深度を増すにしたがつて透水性の大きいことは、滲透した水の張力は下層ほど弱くなり、崩落に到るような営力の蓄積の生じないことが想像される。
- d. 空隙量と透水速度とは大體相關々係にあつて III (A') 層は最も透水性が大い。

3. 斜面崩落

阿蘇内輪山の今次水害の最もはなはだしいのは、山腹斜面の崩落であり、熊本市に洪水後、著しい土砂堆積のあつたのは、主として、この斜面崩落の土砂であると考えられるので、特にこの斜面崩落の原因、様式、将来の防止策について、土壌学の立場から検討を加えることとした。

斜面崩壊の形式は山岳部斜面と裾野谷斜面の崩壊とがあるが、その大部分は表層 1 m 前後の厚さのものが滑り落ちているもので、面積的にも非常に大きい。残り一部のものは、標高差 7~8 m ごとに 3~4 m の深さにえぐられるように崩壊しているものである。一応前者を表層滑落、後者をえぐれ崩壊と仮称し、これを検討した。

A. 表層滑落

表層滑落の起つている箇所について、崩壊地側面に現われている土壌層位の状態やこれにできた亀裂によつて、どの層位で滑落が起つているかを調査し、さきに述べた理学的性質等よ

り、その原因を考察した。さらに斜面崩落が低部から起るものか、あるいは上部から起るものかについて、小規模の崩落例によつて推察することにした。

a. 滑落地における土壤断面および亀裂

i) 根子岳麓 (色見村) の崩落例 (Fig. 8)

A層 35 cm, 黒色火山砂, 堅, 草根多数分布, single grain.

B層 35 cm, 暗褐色, 軟, single grain, 草根少ない。

I層 30 cm, 黄褐色, 浮石 (1 cm 以下) 多数混入, 軟, 多湿。

II層 20 cm+, 赤褐色, きわめて堅, massive, 火山泥流。

崩壊面には II 層の赤褐色の堅密な土壤が主として露出している。すなわち、これより上部にある A, B, I の火山砂, 浮石の層が崩落したことを示している。

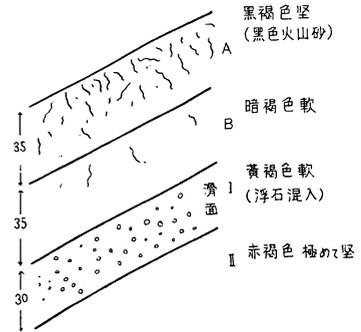
下層部の火山泥流層 II 層は、堅密で、比較的に不透水性であり、その上層の A, B, I 層は砂質あるいは礫質であり固結していないので透水性が良く、一時に多量の降水があると上部層は容易に飽水状態になり、不透水層 (II 層) の上部で、層位に沿つて地中水の横の流れが起ると考えられる。II 層に接する上部層はちょうど軽石層 (I 層) にあたるので、ことに各粒子間の粘結性がなく、この層の部分崩落面となる可能性が高い。不透水層に沿つた地中水の流れは、斜面に沿つて流下する

にしたがつて営力も集積し、水量も多くなつて表面に溢流しようとする力になり、弱点を契機として切斷崩壊がはじまるものと想定される。表層の新鮮な火山砂層は粘結性は乏しいが、比較的緊密に堆積し、禾本科草本の根が密に分布して絡んでいるので、1枚の板状になつて滑落したことを考える。

Phot. 12 は同様に根子岳麓崩壊地の断面であるが i) の例に比較して浮石層が薄くなり火山泥流と浮石層の間に、飽水力の大きい黒色埋没土が存在し、この部分が滑落面となつている。

ii) 丸山裾野斜面崩落例

Fig. 9 はこの土壤層断面の例である。



第8図 根子岳麓 (色見村) 滑落地の土壤層状態

Fig. 8 Soil Profile of Slipped Slope. (Mt. Nekodake)

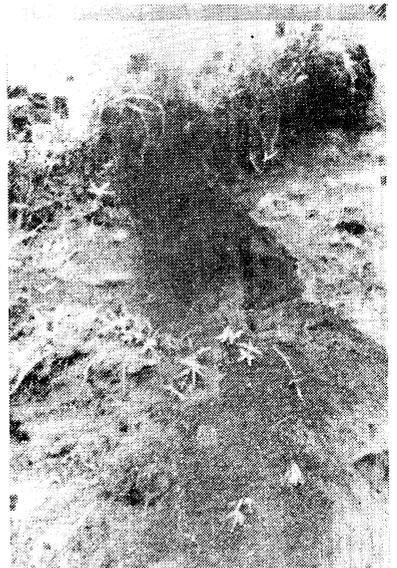
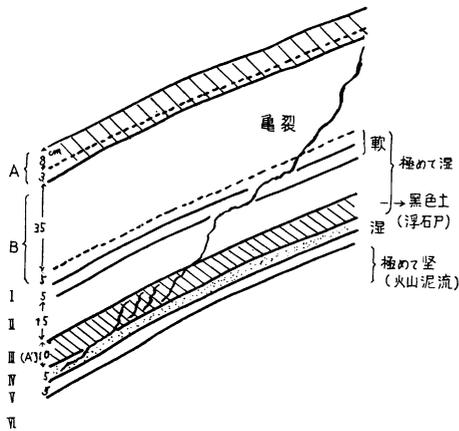


写真 12 根子岳麓 (色見村) 滑落地土壤断面の様式
Phot. 12 Soil Profile at the Bare Fallen Slope. (Shikimi-mura at the Foot of Mt. Neko-dake)



第9図 丸山裾野斜面崩落地土壤層断面と亀裂状況
Fig. 9 Soil Profile at the Side of Fallen Slope, and Fissure on the Surface.

A層 11 cm, 黒褐色, crumb, 下部 3cm はやや粒径の揃った火山砂堆積, 草根密。

B層 40 cm, single grain, 一部やや blocky, 草根多, 下部 5 cm はきわめて膨軟, single grain。

I層 5 cm, 灰褐色火山砂, 軟, きわめて湿。

II層 15 cm, 暗褐色, 大きな発達の弱い blocky ないし massive, 多湿。

III層(A') 10 cm, 黒色有機質土層, massive, 多湿。

IV層 5 cm, 明褐色, 黄色浮石混入, 軟, 多湿。

V層 5 cm, 暗褐色, massive。

VI層 40 cm+, 明褐色, 火山泥流, massive, きわめて堅, 埴壤土。

VI層以外は比較的軟らかな砂質の堆積物であつて、この層断面においても、VI層の緊密な火山泥流が不透水性の基層となつて、上部が滑落している。滑落部の土壤断面に生じた亀裂は Fig. 9 に示すとおりであつて、各層の強度の差異を示している。すなわち、この亀裂の形は B層上部、II層のように比較的縦に走っている部分、B層下部、I層下部およびIV層のように横に走っている部分、III層(A'層)のように縦に縞状に細かく亀裂の並んでいる層と3種類に分けられる。この土壤が降水によつて飽水し、重量が増えて強度が自重に耐えられなくなると、亀裂の横に走つたI層の上下、IV層で滑り、III層は細かく碎けて同様に滑落の層になることが想定される。これらの弱点は膨軟あるいは固結性の乏しい砂礫層で、剪断強度の弱いことおよび透水性が大でこの部分の水の張力が大きいことが挙げられる。

さらに火山泥流のVI層が不透水層として働き、その上部で降水時には地中水流が起ることを示しているものは、Phot. 13, 14 である。これは Fig. 9の崩壊地附近の溪谷に沿つた径路の切取面に現われていたもので、火山泥流の上部で地下水が滲出し、断面を伝つて流下している。すなわち、VI層が不透水層であつて、その上部の重力水が、この層に沿つて斜面を流下していることを示している。Phot. 13 の中間層に穴のあいたように崩れとれている部分は、Fig. 9のI層に相当する部分で、脆弱な層であることを示している。

iii) 白水沢上流の滑落例 (Fig. 10)

I層 100 cm, 黒色火山灰砂, single grain。

II層(A') 15 cm, 帯黒褐色, 埋没有機質土壤, massive, 軟。

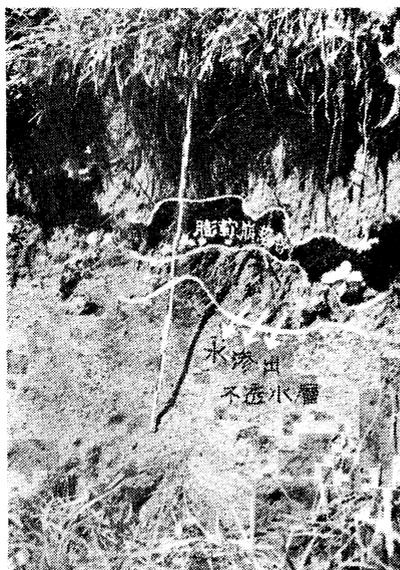


写真 13 丸山裾野部
火山泥流の不透水性
Phot. 13 Showing the Irregular
Permeability of Soil Horizon.

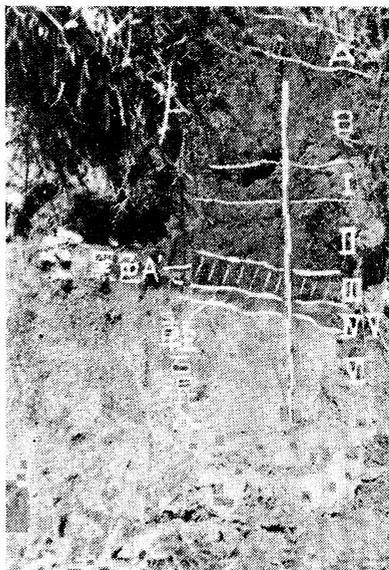
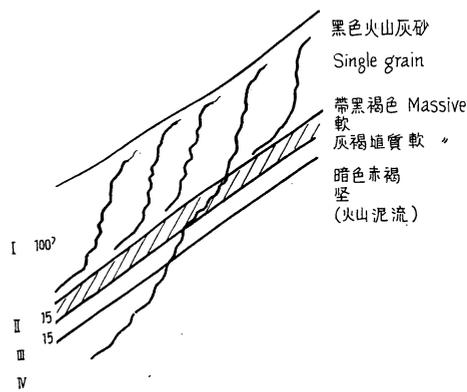


写真 14 同左図の土壤層位
Phot. 14 Soil Profile of the Left.

- Ⅲ層 15 cm, 灰褐色, 埴壤土, 軟, massive.
- Ⅳ層 30 cm+, 暗赤褐色, 堅, massive,
火山泥流。

この層断面附近は、表層に比較的厚い、新鮮な黑色火山砂層が堆積している。この層は single grain で粘結性がない。その下部にある黑色の有機質土壤の亀裂は横に走っており、この層を滑落面とし、その上部の層は多くの亀裂が入っていることから、表層は寸断されながら崩落していくことが想定される。



第 10 図
白水沢上流の崩落面の土壤層断面と亀裂状況
Fig. 10

Soil Profile at the Side of Slipped Fall Slope.

以上のように表層滑落の生じている土壤層断面をみると、必ず深さ 1 m 前後の部分に火山泥流の層があつて、この層がきわめて堅密で、その上部は粘結性の少ない火山灰砂層からなり、特に脆弱な軽石層や飽水性の大きい黑色土層等の異質の層が介在している。火山泥流の層は、Phot. 13 に示すように不透水層として働き、降雨が続くと、これより上部では容易に飽水状態になり、過剰の重力水は斜面方向に流下することが考えられるが、火山泥流層の上面に沿つて最も強く流れ、滑落の渦滑面の作用をすることになる。さらに地中水は流下とともにその量も速度も増し、集積されて表面へ迸り出せ

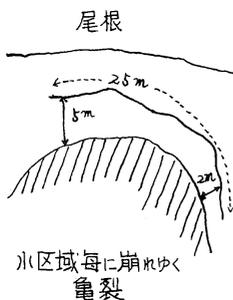
んとする力が働いて崩落の起点となると考える。このような飽水状態になると、第2表に示すように著しく重量が増加し滑落の作用を助長する。さらに重要な事項は、第1表の機械的組成に示すように、Fine sand が45~75%も存在し Clay がほとんど存在しない状態にあることであつて、Clay の多い土壤に比較して粘結性に乏しく剪断強度の弱いことが考えられるが、このような砂質の均一な組成の土壤の剪断強度は、水分を含むにしたがつて著しく減少することである。すなわち、阿蘇内輪山の土壤はある程度降水が続くと緩斜地以外は、きわめて崩落しやすい条件を具備している。

b. 表面滑落の様式

表層滑落は表層が大きな板状で滑り落ちるものか、あるいは寸断されて崩壊してゆくかは、堆積土壤層の様相によつて異なるのではないかと考えられる。前記 Fig. 10 の白水沢上流の崩落部のように、表層が厚い Single grain の砂層であつて、固結性のない場合は、細かく寸断されて崩落するものと考えられる。Fig. 9 の丸山の例のように、火山泥流に達する間に浮石層、黒色土層や特に脆弱な層がある場合、あるいは表層に根系が密に絡んでいる場合は相当まとまつて崩落するものと考えられる。このような滑落形式の差は崩落が起る寸前に現われる表面亀裂のつき方によつても知ることができる。Fig. 11 は小刻みに崩壊が進んでゆく例であり、Phot. 15 は次回に相当面積まとまつて崩落することが予想される例である。

i) 斜面の上部より崩落がすすんだと考えられる例

Phot. 16 にみられるように、斜面上部に一部穴があいたようにみえる滑落面は、崩落が上部にはじまつて下部へ進行する可能性を示す例である。Phot. 15 もその進展状態を示している。全般に小規模の崩落の例からみると、下部から崩落が進展するものよりも上部で崩落の起る例が多いようであり、地中水の増加によつて表部へ迷出することが崩落の起因であることの裏付けになると考える。この様式の崩落は、特に表層部の剪断強度の弱い土壤に起りやすいと

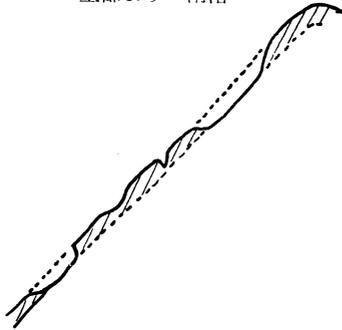


第 11 図 表面亀裂の様式
Fig. 11 Fissure near the Slipped Slope.



写真 15 表面亀裂の様式
Phot. 15 Fissure connecting the Fallen Slope.

上部よりの滑落



第 12 図 上部より滑落の進展する例
 Fig. 12 Slipped Fall occurring
 at Upper Portion of Slope.

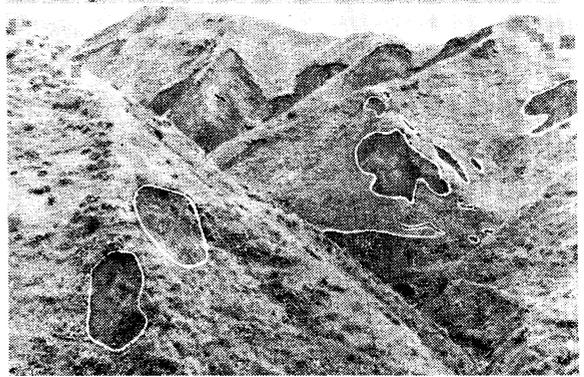


写真 16 斜面上部より崩落が進展する例
 Phot. 16 Slipped Fall occurring at Upper
 Portion of Slope.

思われる。

ii) 斜面下部より崩落の進展する例

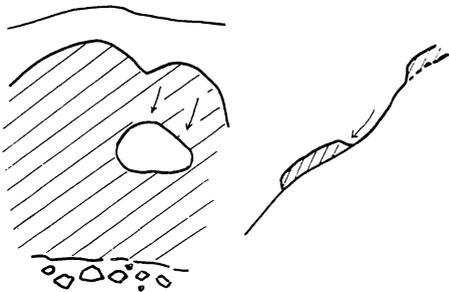
Fig. 13 に示すように、斜面中腹に緩斜部がある場合、これに上部崩落の最後の一団がとどまつていて、下部からの崩落の例を示している。

下部からの滑落は主として溪谷の侵蝕によつて斜面基部が侵蝕される場合に特に多い。Phot. 17 は上部からの滑落と下部からの滑落が連絡したものであり、Phot. 18 はいまだ両者の連絡するに至っていない状態である。

表層滑落が斜面の上部から溪谷に至るまで全域が滑落流失している Phot. 19 のような例と Phot. 20 のように、全体が滑落しているが途中でとどまり、上部にのみ崩落露出面の生じている場合がある。これは Fig. 14 に示すように溪谷侵蝕の強さの相違によつて生じた現象である。

滑落斜面が急斜で短い場合は一様に倒れて、崩壊面は同一色の土壤が現われているが、斜面が緩やかな

下部より滑落の一例



第 13 図 下部より滑落の進行した例
 Fig. 13 Slipped Fall occurring from Lower Part.

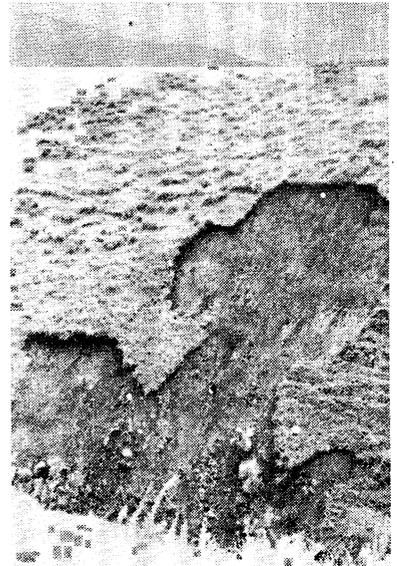


写真 17 上部滑落と下部滑落の連絡
 Phot. 17 Compound of Slipped
 Fall at Upper and Lower Part.

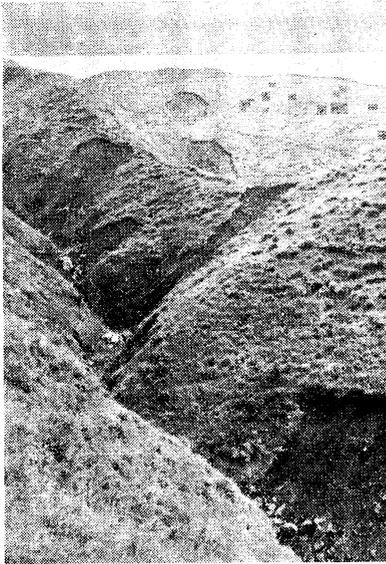


写真 18 上部滑落と下部よりの滑落の連絡するに至っていない例
 Phot. 18 Slipped Fall occurring at Upper Part and Lower Part.

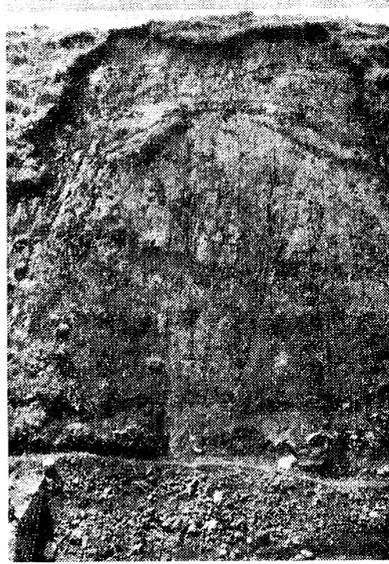
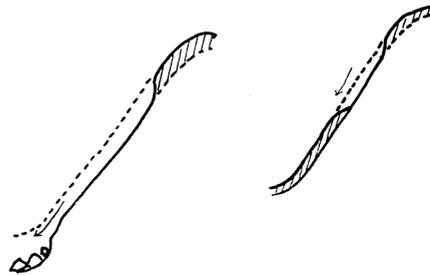


写真 19 完全滑落の例
 Phot. 19 Slipped Fall occurring from Lower to Upper Part by Side Erosion.



写真 20 滑落の途中で停止した例
 Phot. 20 Slipping Surface stopped.

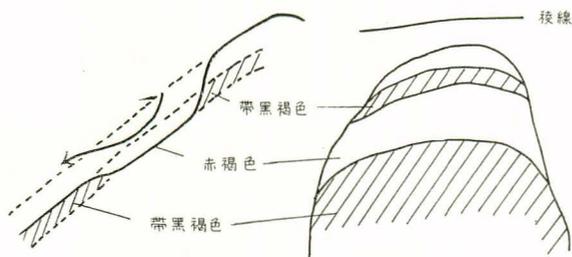


第 14 図 下部より滑落の一例
 Fig. 14 Slipped Fall occurring from Lower Part

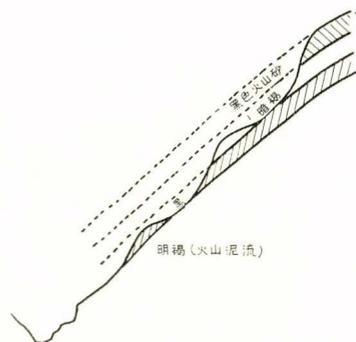
場合、Fig. 15 に示すように崩壊面の上部と下部に中間の土壌層（黒色土層）が現われ、中間部に基層の火山泥流層がみえている。さらに斜面が長くなると、規模の異なつた崩落が数回進展して層が縞状に崩壊面に現われている場合がある。

B. えぐれ崩落

山腹斜面が長く、形が凹地状の斜面では表層 1m 内外の滑落を行わず、標高差 7~8m 単位に階段状に崩壊し、凹弧を画いたような崩壊面を作り、4~5m の深さにえぐれている。この崩壊は火山泥流土層をも削り込んでいるが、断面に幾条にも土壌層が現われている場合が多い。この現象は凹地形の長い斜面では、降灰物が比較的厚くたまっている場合が多いために、崩落する場合にも深くまで達する可能性がある。このような地形では、地表水のみならず、不



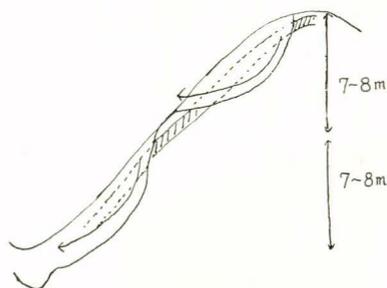
第 15 図 崩落面に縞状に現われた土壤層
Fig. 15 Soil Horizon on the Bare Surface of Slip Fall.



第 16 図 崩落面に土壤層が縞状に現われる例
Fig. 16 Horizon appearing on the Bare Surface of Fallen Slope.



写真 21 えぐれ崩落
Phot. 21 Collapse.



第 17 図 えぐれ崩落の断面図
Fig. 17 Section of collapse.

透水層上部を流れると想定される地中水も集積する可能性があり、崩壊の営力も強大になつて大規模な崩落が起り、火山泥流層をも削るものと思われる。その規模が7~8m ごとに行われることについては不明である。

III 土地利用および植生と崩壊の関係

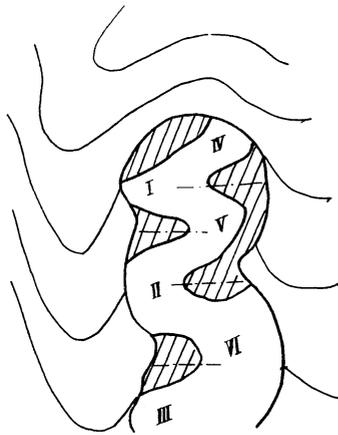
——特に森林の効用について——

阿蘇内輪山での地形に応じた土地利用区分はつぎのとおりである。

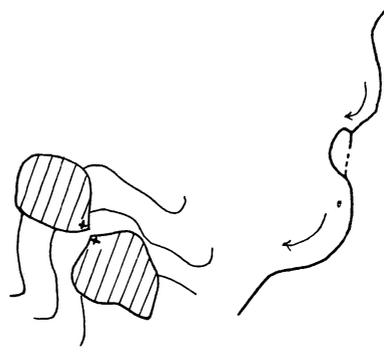
a. 中岳, 高岳地区

1. 頂上平坦部——放牧地
2. 山岳急峻部

| | | |
|---|---|----------------|
| 上 | 部 | —— 岩石露出 (未利用地) |
| 中 | 上 | 部 —— 森林 (未利用地) |
| 中 | 下 | 部 —— 採草地 |
| 下 | 部 | 部 —— 採草地 |



第 18 図 えぐれ崩落の併列
Fig. 18 Compound Collapse.



第 19 図 えぐれ崩落の一例
Fig. 19 Compound Collapse.

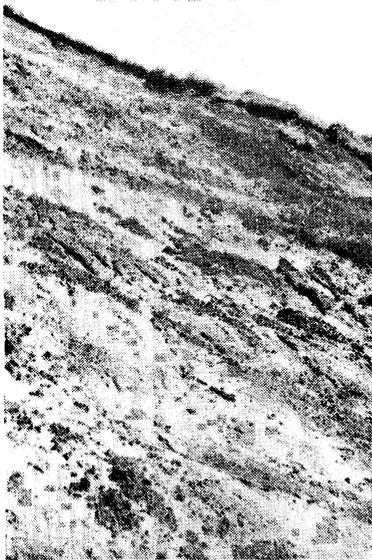


写真 22
えぐれ崩落に現われた縞状土壌層
Phot. 22 Surface of Collapse.

- 3. 裾野部 台地部 —— 放牧地
山腹斜面 —— 採草地, 一部放牧地
- 4. 平坦部 上部 —— 森林
中部, 下部 —— 部落, 畑地

b. 根子岳地区

- 1. 山岳急峻部 上部, 中部 —— 森林(未利用地)
下部 —— 採草地
- 2. 扇状台地 上部 —— 放牧地, 森林
中部, 下部 —— 部落, 畑地

すなわち, 産業の主体は牧畜であつて, 裾野台地上は部落共有の放牧地として利用され, 谷斜面と山岳部斜面の地形的に利用できる範囲は, 冬季間の飼料に供するため採草地として利用されている。平地部は自給食糧を生産

する以外に, 家畜用飼料としてトウモロコシを栽培している面積がきわめて大きい。森林は平地部の耕地の上部, 裾野下部の間に存在する。これは耕作に必要な労力が減少したことと, 農地耕作に金肥施肥等集約的になつてきたために耕地部に土地の余剰ができて, 林地化されたということである。

山地部は放牧, 採草のために, 草生地として永續させるために, 樹木の天然に侵入することを防ぐ目的で, 連年あるいは隔年に全山に火入れを行つている(火入れの効用についてはその他多くの利点を挙げている)。

阿蘇内輪山の土壌の諸性質は, 既述のように緩斜地以外は大量の降雨があつた場合きわめて

崩落しやすい性質を具えているにもかかわらず、その土地利用は崩落を防止することを念頭においた方法とはいえない。すなわち、禾本科植物の草原状態を主とした土地利用法では、表層 40 cm ほどはその根によつて密に緊縛されているが、土層として脆弱な部分は、むしろ地下 80~100 cm の部分にあつて、下層の火山泥流層と遊離する傾向にある。この土壤の保全を期するためには、泥流層と上部の土壤との境界面を貫いて上下層と密に連結するように、いわば杭を打込んだようにする必要がある。この目的のためにはできるだけ深根性の樹木をもつて地表を蔽う必要がある。このような考え方に至つた証左として森林が崩壊防止にいかにか役立っているかを如実に示している例を述べる。

1. 樹木による山腹斜面の崩落防止

樹木による山腹斜面の滑落防止の例は Phot. 23~29 にあるようにマツ、ナラの生立している部分である。これはマツ、ナラの根系が深根性であつて、火山泥流土層を貫いて上部土層を保持しているためであつて、Phot. 38, 39 はナラの根系を示しており、直径に比較してきわめて太い根が垂直ならびに水平に伸びている。マツの根はナラに比較して太さは劣るが中心根だけでなく、横に走つた根からも垂直に深く分岐根を下ろす習性が認められ、山腹斜面の崩落を防ぐ効果は大きい。

丸山附近の上部では Phot. 30 のようにノリウツギの群落が崩落を防いでおり、山岳地形部の 1,000~1,100 m の附近に、帯状に植えられた果行造林のスギは、特に急斜面でないかぎり斜面崩落の防止に役立っている (Phot. 30)。根子岳は前に述べたように中岳、高岳に比較して急峻であるにもかかわらず、かえつて斜面崩壊が少ない。これは地形がきわめて急峻なためにその採草区域が少なく、天然の樹木の侵入をゆるしているもので、ノリウツギ、ヤナギ、ナラ、カシワ等が多く生立しているためと考える。Phot. 29 に示すように、溪谷部は基岩の露出するまでに深く掘りとられているにもかかわらず、傾斜面の樹木の密生している場所は崩落するに至っていない。



写真 23 樹林による崩落防止
Phot. 23 Side Slope conserved by Forest.

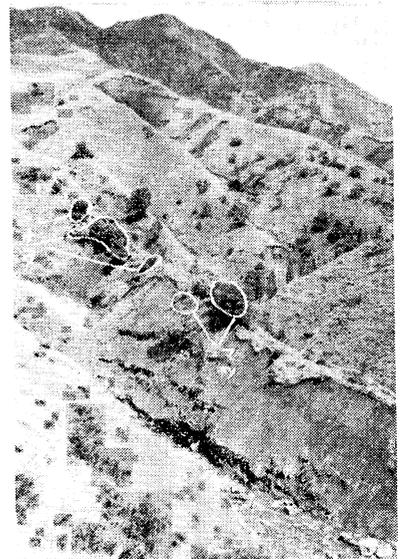


写真 24 同左
Phot. 24

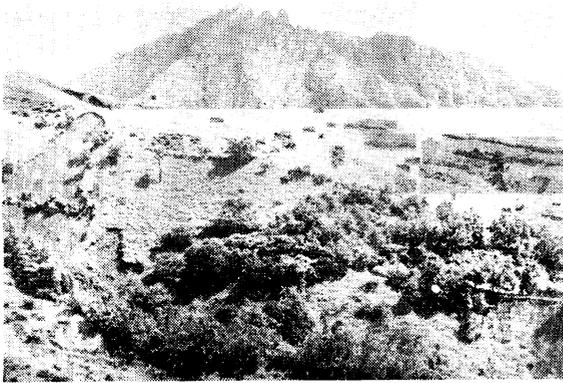


写真 25 樹木による崩落防止
Phot. 25 Side Slope conserved by Trees.

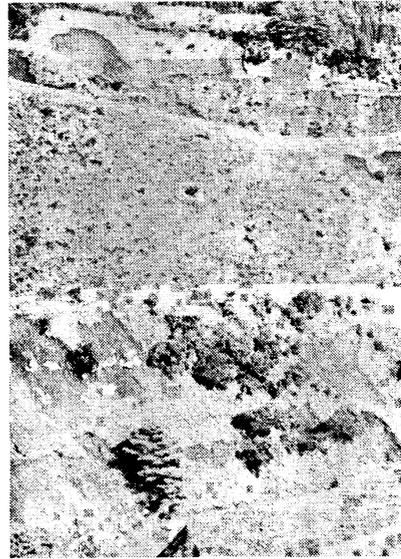


写真 26 同左
Phot. 26

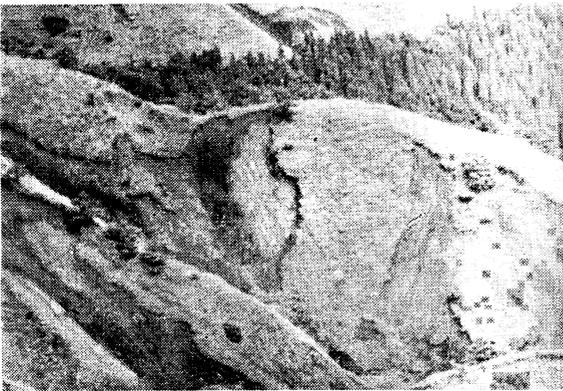


写真 27 同上
Phot. 27 Side Slope conserved by Forest or Trees.

2. 樹木による溪谷侵蝕防止

樹木による溪谷侵蝕の防止には山岳地形部ではヤシヤブシによる効果が大である。この例は表阿蘇地区（黒川流域斜面）で多く認められ、特に杵島岳にある細い楯の歯状の侵蝕谷に自生しているヤシヤブシは、よくその効果を現わしている。

扇状地帯の河底侵蝕崩壊は既述のようにはなほ大
きいが、この地点に森林のあることは、この面の侵蝕防止に大いに役立つている。これらの森林を離れた部分から深い侵蝕が行われている（Phot. 33, 35）。

河川域にある森林が、土石流特に岩石を扞止して下流の河岸侵蝕、耕地、村落の災害を防止している例が多く、特に Phot. 34 の色見村部落上方の森林による土砂扞止効果は大きい。

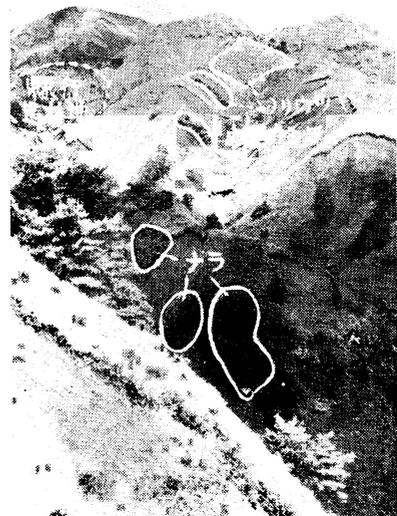


写真 28 同上
Phot. 28

Ⅳ 今後の対策

今次の阿蘇地区の大規模な水害の原因について、主として地形、土壌およびその土地利用法

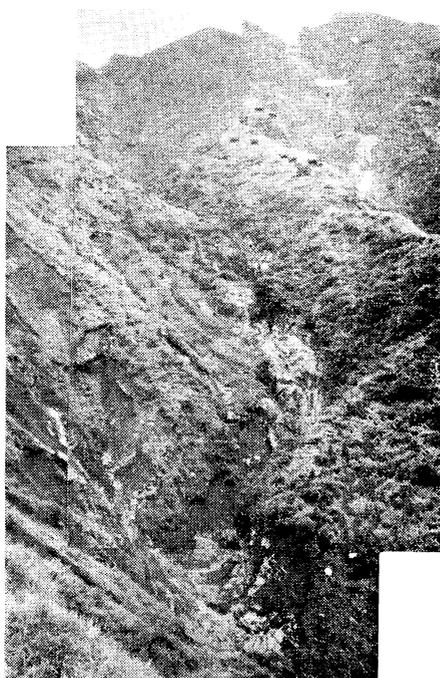


写真 29 森林による山腹崩落防止
Phot. 29
Side Slope Fall conserved by Forest.

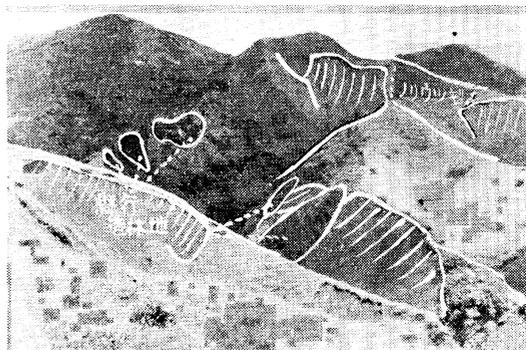


写真 30 森林による崩壊防止
Phot. 30 Side Slope conserved by Forest.



写真 31 森林による土砂扞止
Phot. 31 Mud and Stone Flow stopped by Forest.

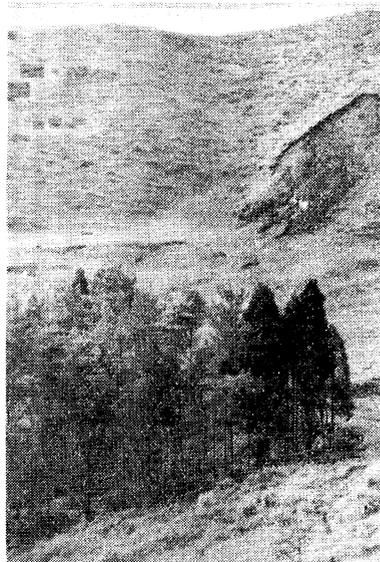


写真 33 森林による扇状地の侵蝕防止
Phot. 33 Fan conserved by Forest.



写真 32 森林による土砂扞止
Phot. 32

とを結びつけて考察した。すなわち、崩壊の本質的な原因は、表層土壌の脆弱性にあり、地形がこれを助長し、その土地利用法（特に採草地）があわせてその一因となつていように観察される。土壌、地形による原因は宿命的なものであつて、人力をもつてしては容易に改善することはできない。だから土地利用法を改善することによつて目的が違ふことができるかを検討しなければならない。このような素因をもつた土地で土地産業の繁栄ということを考える場合には、土地保全を念頭においた土地利用をはからなければ恒久性を望むことができない。すでに本年の冬季間の牛の飼料は採草地の崩落のため著しく不足し、部落民は所有頭数を減少せねばならないことを覚悟している状態であり、ここ数年間は採草量を旧に復することは困難であると考えられる。もともこの地方の崩壊、侵蝕は程度の差こそあれたびたびくり返されたものであつて、このことは、根子岳麓の扇状台地にあらわれた土壌層断面から、あるいは



写真 34 森林による土砂扞止
Phot. 34 Mud and Stone Flow stopped by Forest.

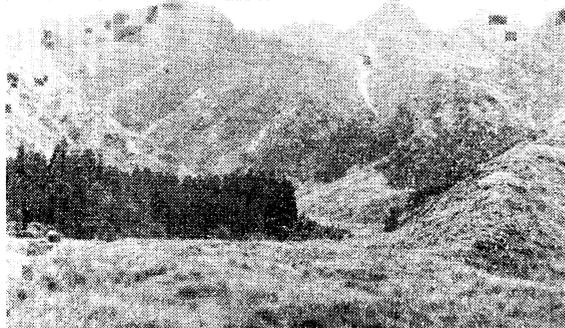


写真 35
Phot. 35 Fan Conserved by Forest. (Mt. Nekodake)



写真 36 カエデの根系
Phot. 36 Root System of Maple

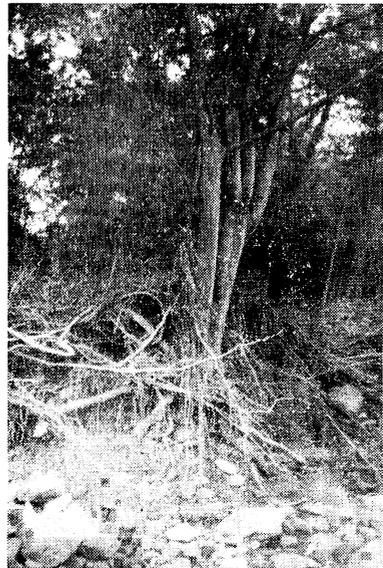


写真 37 ケヤキの根系
Phot. 37 Root System of Zelkova serrata Makino.



写真 38 ナラの根系

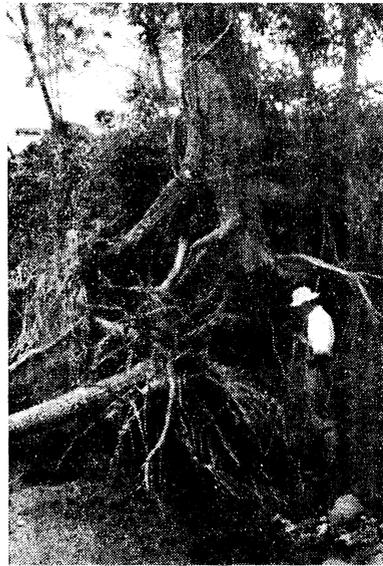
Phot. 38 Root System of *Quercus serrata* Thunb.

写真 39 ナラの根系

Phot. 39 Root System of *Quercus serrata* Thunb.

丸山，白水村上部の山腹斜面の浅い凹地形等からうかがうことができる。今後も，現状ではたとえ小規模であつても引き続き崩壊が起ることが想定され，まして今次のような大水害の後は，崩壊寸前の脆弱化した斜面ができていたために一層危険な状態にあるとみななければならない。要するに牧畜業の今後の進展は容易ではない。だからといって土地保全の最善策として，大面積の森林化をはかることは，結果として牧



写真 40 スギ，ケヤキの根系

Phot. 40 Root System of *Cryptomeria japonica* D. and *Zelkova serrata* Makino.

畜業をほう棄することになり年々の現金収入の途が杜絶することになるので，実施は不可能といわねばならない。結局両者折衷の混牧林業，森林化の漸増ということになる。

具対的な対策としてまず実施すべきことは，治山治水工事の施工（現在の荒廃地の復旧）である。阿蘇地区としては，文化の進んだ黒川流域の方が治山工事が徹底して実施されているが，地形その他の条件からみて，白川流域の方が崩壊の危険率が大きく，この方面に工事の重点がおかれるべきである。特に今次災害のように，その累が熊本のような下流にある都市におよぶことを考えると，白川流域の治山治水工事をゆるがせにすることはできない。現在の崩壊斜面は砂防植栽，張芝等の山腹工事を行い，溪谷の床固め，護岸工事を実施することが望まし

い。牧畜業の急激な復旧を望めないこの地方では、治山治水工事の施工は、現金収入の補填策としても大いに意義がある。

現在の土地利用区分ごとに再検討を加えると

(1) 頂上平坦部——放牧地

この地域は崩壊に直接関係がないので、現状どおり放牧地として使用する。しかし、放牧地の面積と頭数の不均衡、年々の火入れなどによつて瘠悪化し、植生はシバ型になり、草生量も減少している。できれば火入れの抑制、肥培管理とともに栽培牧草種の導入がのぞましい。

(2) 山岳急峻部——森林地帯

標高 1,100 m 附近にあるスギ、ヒノキの県行造林地を中心として、ナラ、ノリウツギ、ヤナギ類等が灌木状に自生している区域であつて、スギ、ヒノキはその成立の限界に近い条件にあつてきわめて生育不良であるが、崩壊防止には役立つので主として保安林に編入して現在の林相を保全するとともに、経済林としては若干のカラマツを導入することが可能であると考えられる。崩壊斜面はヤシヤブシ、ヤマハンノキ、ナラ、クヌギ等の導入によつて土地改善をはかることにする。

(3) 山岳急峻下部——採草地

崩壊の最もはなはだしい区域であつて、土地保全の立場上現在の採草地としての土地利用法を検討せねばならない。現在の崩壊地の復旧（肥料木混植）とともに35度以上の急斜面は保安林に編入しナラ、クヌギ等を植栽し、将来は択伐矮林へと導入する方針とする。比較的崩落の恐れのない区域は採草地として利用し、飼料木の混植をはかる。裾野地形への遷移点附近の谷筋は水源涵養林としてのスギ造林を行うことが望ましい。しかしながら、この区域は崩壊斜面が多いので、実質的には採草地として利用しうる面積は著しく減少するはずである。

(4) 裾野台地——放牧地

頂上平坦部と同様に瘠悪化してシバ型の牧野地になつている。崩壊に対して最も安定した地域であるので、この地域を牧畜の中心として今後も続ける。N. R. S. の土壤調査報告によると、阿蘇の牧野地の土地利用の粗放なことを指摘し、積極的に有効な牧草を植栽すべきであることを記述している。裾野台地が最もこの対象となる地域であるが、現在の全般の程度からみると、地域全体にこれをおよぼすことは困難であるが、地利的条件の良いところでは積極的に実施すべきであり、肥培によつて生草量の増加と牧野植生の改善に努力すべきである。なお、諸所にナラ、クヌギ等による庇蔭林を造成するのも良いと思われる。

(5) 裾野山腹斜面——採草地および放牧地

この地域は牧畜業の冬季飼料の採草地としてきわめて重要な地域であるが、一方土地保全の立場からは深根性の樹種で斜面を被覆することが望ましい地域である。また、土壌的な立場からみても、この区域がスギ、ヒノキ造林に適している。しかし、牧畜業を併存するためには混牧

林業の思想で経営することが必要であろう。現存の崩壊斜面はマツ、ヤシヤブシ、ヤマハンノキの植栽で斜面の固定をはかり、急斜面はクヌギを植栽、択伐矮林で経営し薪炭、シイタケ枵木に利用するか、マツの天然下種によつて成林をはかることが考えられる。その他の採草地にはニセアカシア、ネムノキ(沢沿)、クヌギ、マツ等を疎植し、採草地としての目的にできるかぎりそうようにする。沢沿い、特に湧水点下部や凹地形部にはスギ人工造林を行ない、経済林をかねて土砂流出防備林とする。このスギ人工林は伐採には小面積づつ行なわないと一度流下をとめた土砂が豪雨時にふたたび移動し、下流に災害をおよぼす危険がある。

(6) 扇状台地上部——森林、放牧地

方針としては現状維持であるが、山岳急峻地形から扇状台地への遷移部は特に森林による土砂扞止の効果が大きく、また、経済林としても最も成育の期待できる箇所であるのでスギ造林地とする。しかしながら、この目的のために林地をあまり広くとると放牧地面積が著しく減少するので奥行 50 m くらいで良いと思う。これに続く放牧地は部落にも近い地域にあるので、牧草栽培地として集約的に利用できる可能性がある。扇状地にある谷筋は溪底侵蝕が起こることが多いので凹地にはスギ造林をする。これらの造林地は大面積の皆伐をしないように注意しなければならないことは、山腹斜面の湧水点附近や凹地部のスギ林造成の場合と同様である。

(7) 平地部——部落、農耕地

平地部の農耕地は現在は畑地であつてトウモロコシなどの飼料、陸稲、甘藷の食糧生産にあてているが、文化の開けた黒川流域の平地部では深さ 30 m くらいの井戸を掘り、その湧水を利用して水田耕作を行つている。白川流域も科学的な地下水調査(電探法等)を行い、湧水点を求めて水田耕作を計画し、畑地も食糧増産に重点をおくべきであろう。

この地域での樹木の植栽は部落上部地域にケヤキ、カン、スギ、タケ等の防備林および屋敷林を、河岸は護岸工事に平行してタケ、ケヤキ、ナラ等の護岸林を極力増成することが望ましい。

以上総括的にみると、今次災害によつて冬期の採草可能区域は著しく減少し、牧畜業による収入は過去の 1/2~2/3 程度の減少を覚悟せねばならず、その補填には、平地部農業の集約化により、単位面積当りの金目収穫の増加をはかること、治山治水工事等の労働収入を期待すること、さらに牧野地の改善と集約的な利用を計画し立地に応じた林業を漸増することなどが必要である。現地産業が災害によつてこのような憂慮せねばならない事態にあることは、社会政策としても総合的に計画をたてて善導されねばならないと考える。

附 小国地区の水害

小国地区の水害は阿蘇南郷谷の水害と全然異なつていて、九重山の一部の湧蓋山に源を發する北里川が氾濫したための河岸侵蝕がおもである。Phot. 41 に認められるような、山頂部に



写真 41 湧蓋山の崩壊ならひに林相
 Phot. 41 Mt. Waita-san and its Forest.

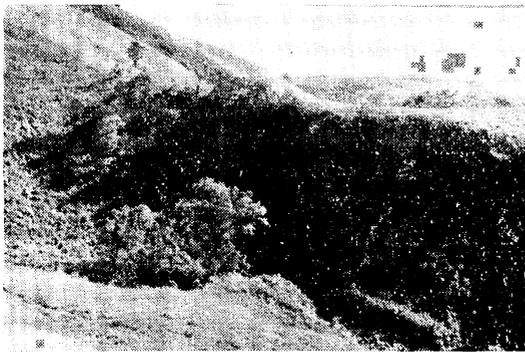


写真 42 湧蓋山の裾野地形への移行部
 Phot. 42 Spring Point of Ground Water.
 (Changing Portion of Slope)



写真 43 小国，北里川の河岸侵蝕
 Phot. 43 River-side Erosion of Riv. Kitasato.

一部崩壊が認められるが、山地部は阿蘇よりも地形が緩斜であるのと、広い範囲に国有林のスギ、ヒノキ、カラマツの造林地があるために崩壊の拡大が阻止されている。

当地区では阿蘇地区に比較して一時に大量の降雨があつたが、上部草原地に生じた崩壊は森林によつてくいとめられ、また流出した土砂も森林でとめられ、国有林の下方にある部落有の草生地も全然侵蝕を受けていない。山岳地形から裾野地形に移行する点に湧水点があつて (Phot. 41 右下端)、これより下流は溪谷に新しい侵蝕が起り、転石が多くなつている。湧水点から下方に溪谷侵蝕の災害の大きいことは阿蘇地区と同様に特長のある事実である。

湧水点からはじまつた溪谷侵蝕は、数箇の溪流が合流して勢いをえ、河成段丘

の平坦部にて耕地、民家のある河岸を著しく侵蝕して大きな災害を与えている。河岸侵蝕の

はなはだしかつた一因としては、護岸植林がほとんどなく、河岸から直接水田が作られていることであつて、今後の対策としてタケ、ケヤキなどの護岸林の造成が望ましい。一交流上部の斜面で温泉の湧泉点附近に母材が噴気のために加水分解して脆弱になつたためと考えられる崩壊を認めることができる。しかし、小国地区は阿蘇地区に比較して斜面崩壊のほと

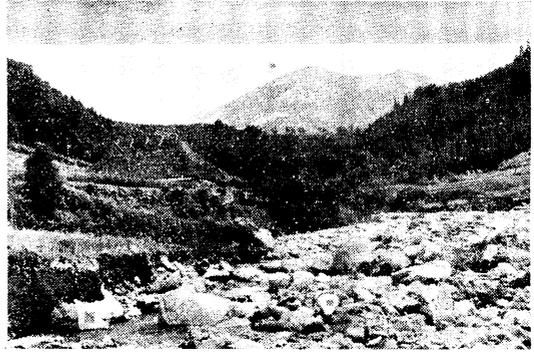


写真 44 北里川の河岸侵蝕
Phot. 44 River-side Erosion of Riv. Kitasato.

んどないのは、斜面が森林で被われている以外に、その土壌は母材である火山灰の風化が進んで坩質となり、粘結性の強いことも一因と考える。

この地区一帯は小国林業として有名な私有林の存在するところであつて、広大な裾野地形の台上の平坦部は奥地は牧野に、部落に近い部分は畑、水田として利用し、台地斜面のみを造林の対象として効果を挙げていることは阿蘇地区と比較して興味がある。すなわち、この地方の土地利用区分は非常に適切であつて、食糧としての米の生産は他地方に移出するほどに生産され、その上にきわめて生長の優良なスギ造林地を持つている。富裕な山村であり、現在の森林上部の原野地の傾斜地を開放して、部落有から私有に切りかえ、スギ造林を行う計画をしていることは有効な処置と考えられる。

Nobuyoshi HASHIMOTO: Soil

Résumé

In June 1953 a big flood occurred in Aso district. The upper layers of the steep hillside and valley side slipped off over a wide range of the area and the flood water containing much sand eroded sides and bottoms of streams. The writer investigated the cause of the flood damage to obtain data for a conservation plan of the land.

The direct cause of the damage is the extraordinary heavy rainfall, but soil properties, topography (very steep slope) and land use (pasture land) etc. also have relation to the damage. The upper layer of the slope is 80—100 cm in depth interposing thin pumice and buried black soil layers, which are the weak points against landslipping. The soils of this layer are blackish, basaltic volcanic sands, their composition being about 70% of fine sand, 10% of clay and 20% of others.

The sandy soils are very immature on account of the repeated ash-falls, so the soil structures do not develop and are of single grain. The properties of these soils are friable and quite permeable. The lower layers are the volcanic mud, which are very consistent and impermeable.

Under intensive rainfall there is not sufficient time for the gravitational water to drain through the volcanic mud layer, thus forming much intermediate flow which acts as lubricant for the slipping of the upper layer. As rainfall continues, the intermediate flow increases more and more on the one hand and the upper layer becomes heavier and heavier on the other. At last the intermediate flow breaks some weak point of the ground surface and springs out, thus caused most landslips to occur.

The greater part of the mountain side is used as grass land for grazing and pasturing. As the roots of grasses do not reach the lower mud soil, they can not support the upper soils from slipping. To prevent slipping it is necessary to plant trees having long pile roots which penetrate into the volcanic mud. In the field investigation it was observed that few land slips occurred in areas where the pine trees and oaks (*Quercus serrata*) grew.

In the June Flood the large portion of the grass land was devastated. It is suggested that on these devastated sites tree planting be carried out to establish forests for the conservation of mountainous land.