

Ⅲ 地 質 関 係

木 立 正 嗣⁽¹⁾

目 次

1. 前 文	41
2. 地質および地形	41
3. 調査および検討・考察	42
(i) 根子岳およびその周辺部	45
(ii) 烏帽子岳地区	47
(iii) 中央部地区	49
4. 流出土砂の鉱物学的検討	53
5. 摘 要	55
参考文献	56
Résumé	56

1. 前 文

九州地区の災害調査にあたつて地質学的な立場から調査した結果を取纏め報告する。

今回の 13 号台風にもなう多量の降水によつて誘発された災害のうち、熊本市の周辺に与えた被害の根源は阿蘇山内輪山の周辺から発生している。また、阿蘇山自体についていえば、内輪山の南に面する地域に災害がことに著しいが、北側ではあまり被害はみられないという特徴をもっているので、調査もおもにこれを中心として行つた。

2. 地 質 お よ び 地 形

(i) 地 質

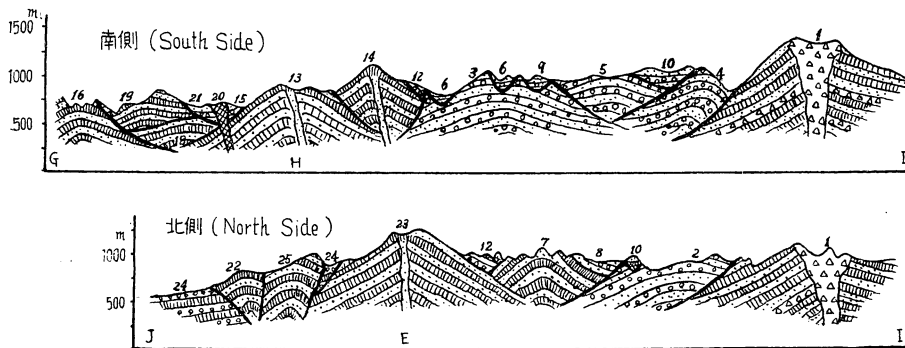
阿蘇火山は第四紀洪積期以来火山活動を開始してから、幾度も熔岩流・火山抛出物などを迸出し、さらに現世近くになつて噴出火山灰砂が地表を被覆した。この迸出物は岩質的には橄欖石を含む輝石安山岩類であつて、内輪山と外輪山との間には巨大な陥没 Caldera があり、この Caldera にはその生成当時は広い面積にわたり水を湛えていて、このような状態の下に内輪山を構成する各火山錐の形成および火山灰砂の噴出が行われ成層火山の形態を整えたもので、外輪山の山麓地域においてすら被覆物は陸成火山の抛出物としてよりもむしろ水的作用を受けた沈積物の形態をとつている。しかし、阿蘇山の有史以来の噴火の中心は中岳に限られ、50 数

(1) 土壤調査部地質研究室

同の噴火はあつたが、火口丘外に熔岩を噴出したことはなく、おもに焼石・灰砂を抛出しているので、内輪山一帯の地域の地表は粗粒～細粒の火山砂が多く、かつこれがレンズ状に 10 m もの厚さをもっているところもある。

踏査結果ならびに文献¹³⁾ によつてこの地域の岩層の分布および地下構造の概略を第 1 図に示した。

また、特に阿蘇山の南側と北側との状態を第 2 図に断面をとつてみたが、南側は各火口とそれらの噴出溢流物の地表被覆が多く、かつ複雑であるのに反し、北側は比較的単調である。



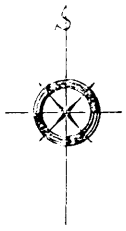
第 2 図 阿蘇山の北・南側断面 (数字は各火山の噴出岩)
Fig. 2 Profile of the North and South Sides, Aso Volcano.
(The figures indicate volcanic rocks from different volcanoes.)

(ii) 地 形

阿蘇山一帯は火山地形輪廻では一般に幼年期末から早壮年期地形で、これら火山群の比較的开始に噴出した根子岳 (1,409 m) の火山錐は相当開析され集水面積の狭い放射状の細谷の発達が著しく、これと接する火口原は幼年期末の開析形態で緩傾斜な丘陵性の地形を示している。内輪山のいわゆる阿蘇五岳中、高岳 (1,592 m)、中岳 (1,323 m)、杵島岳 (1,321 m)、烏帽子岳 (1,337 m) などの各火山錐には標高 1,000～1,100 m 附近まで早壮年期地形を示す程度まで侵蝕が進んでおり、溪流は標高 750～800 m 附近で鳥脚状の分岐をなしている。しかしながら中央火口丘群および中岳二重火山の火口丘とその外輪山の上部は、あまり侵蝕されておらず火山地形初期の姿を保有し、さらにカルデラと高岳の火口原といわれる南郷谷・阿蘇谷などの標高 700 m 以下の地域は広い緩斜な丘陵地・平坦地があり、そこに下降谷型の谷が形成され、外輪山の内壁が屹立して取巻き南側には白川が北側には黒川が蛇行環流し、立野の狭窄部東方約 2 km で合流し白川本流となり西に流れ熊本市を貫流して有明海に注いでいる。

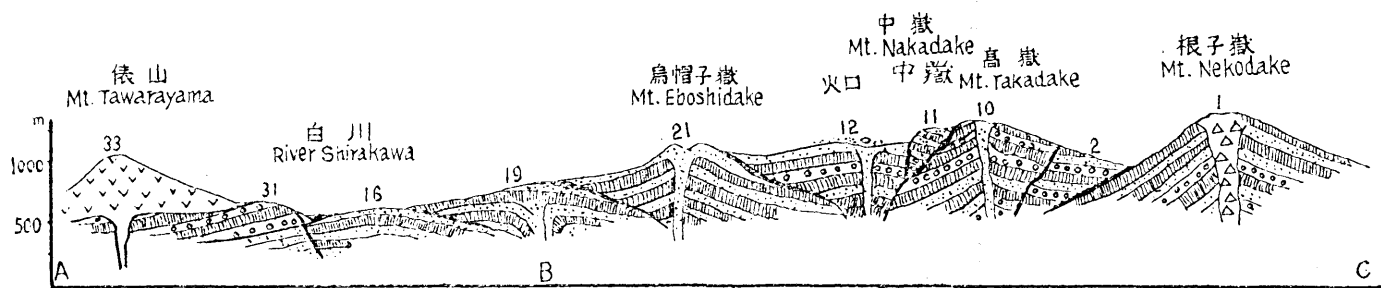
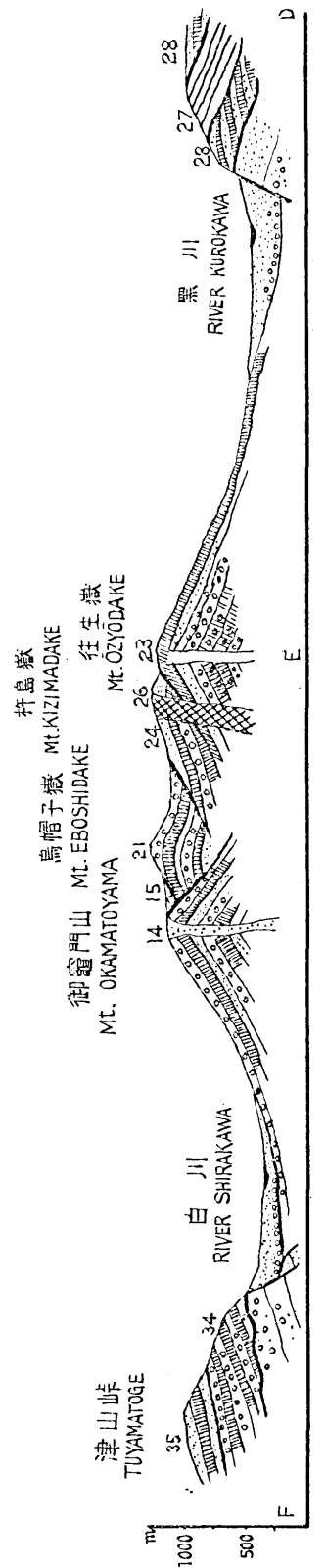
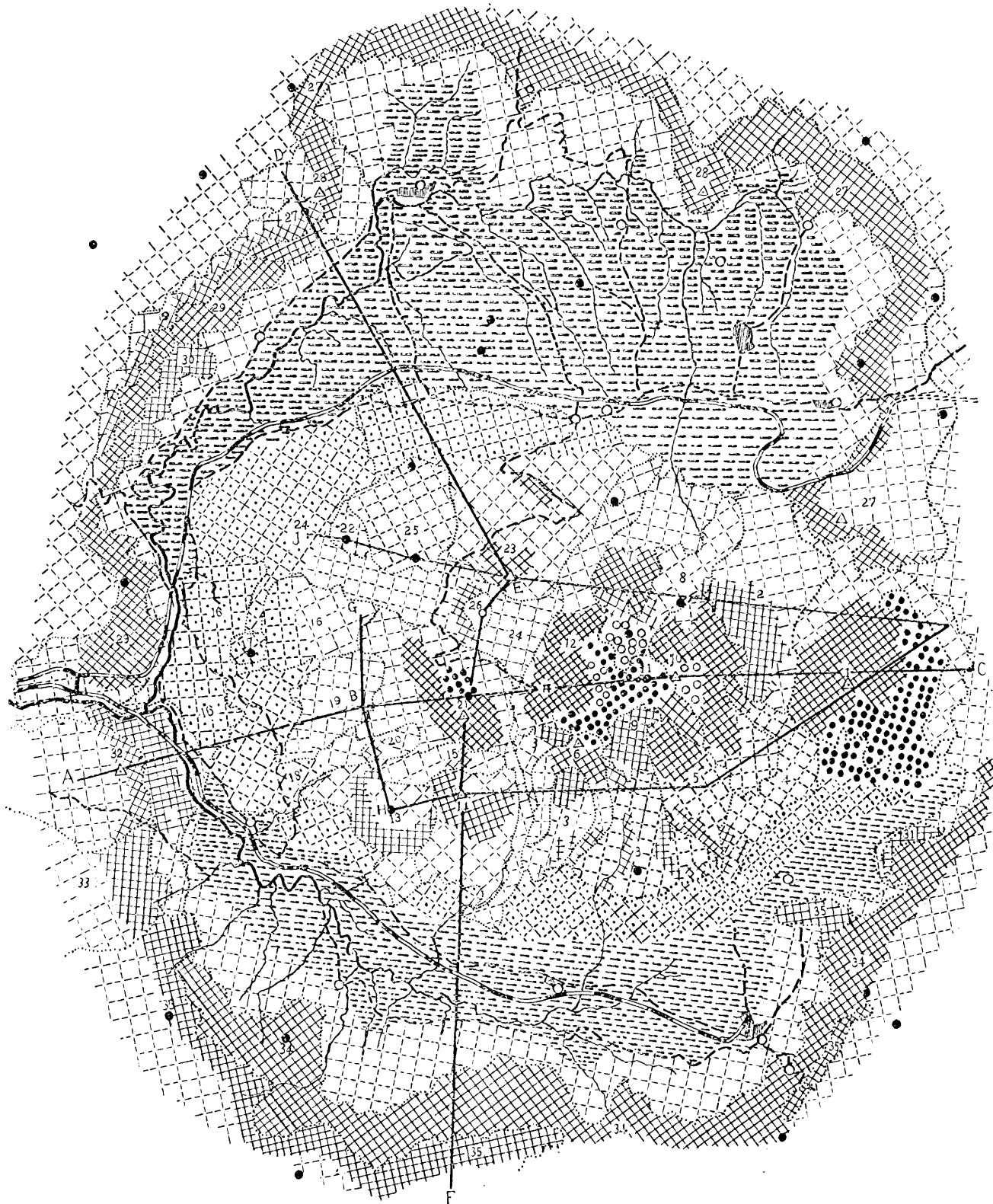
3. 調査および検討・考察

阿蘇火山地域を地質・地形的な特徴に基いてつぎの 3 つの地区に大別した (第 3 図参照)。



0 500 1000 2000 3000 4000 m

凡 例 Legend	
	火山岩屑 Volcanic Detritus.
	火山砂礫 Volcanic Sand Lapilli.
	熔岩流 Lava Flow.
	火山拋出物 熔岩流の互層 Alternation of Volcanic Ejecta and Lava Flow.
	火山碎屑物 Volcanic Fragmental Deposits.
	湖成・堆積物 洪氾堆積物 Lac Deposits Flood Plain Deposits.



第 1 図 岩 層 分 布 図
Fig. 1 Map of Distributed Rocks Formation.

(i) 根子岳を中心としたその周辺一帯。

(ii) 烏帽子岳・御竈門山・長陽村・白水村の西半部を包含する地区。

(iii) 高岳・中岳・楢尾岳などの中央火口丘群を中心とし阿蘇谷・南郷谷を包含する地区。

これらの各地域別にその被害現況および今後の侵蝕推移などを下記の事項について検討してみることにした。

(1) 地質構造と侵蝕・崩壊との関係。

(2) 火山活動にともなつた地塊の上下運動ならびに火山拋出物の地表被覆と地形輪廻の移行との関係。

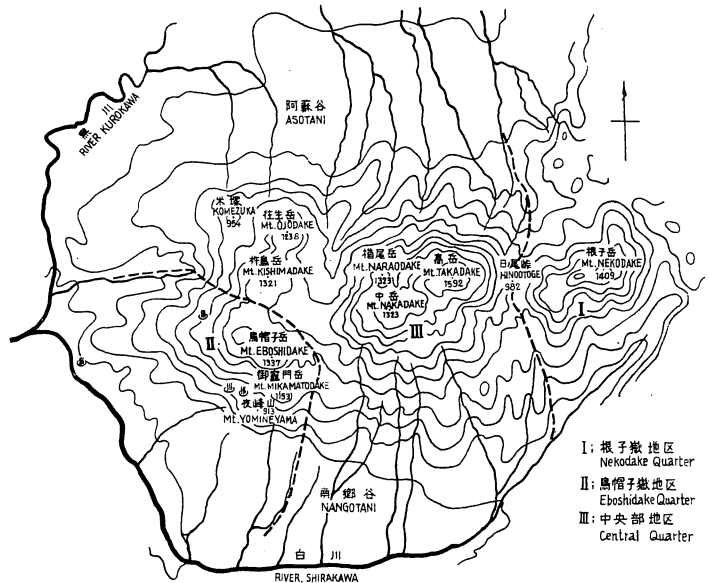
(3) 地中に滲透した水の形態の変化, また, 表層部ならびに地下に停滯する水の移動・湧出・逃去などの

現象と侵蝕の度合の増大との関係および地下水の利用について。

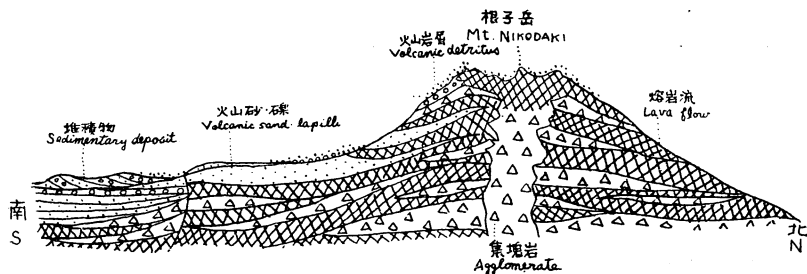
(4) この地塊を構成する岩層ならびに地表を被覆した火山拋出物の岩質および岩層風化の程度, 火山活動にともなう噴出ガス, 温泉湧出現象およびそれにともなう特殊な岩層風化生成物などが崩壊の誘因になつているかどうか。

(i) 根子岳およびその周辺部

この地域の地下構造を模式図で示したものが第4図である。



第3図 地域区分図
Fig. 3 Division Map.



第4図 模式図
Fig. 4 Schematic Presentation of Mt. Nekodake District.

根子岳は阿蘇中央火口丘群中その東端にある火山爆発錐体で、急峻な地貌を呈し火口原の平坦地中に屹立している。この山の北から西に面する急斜地の表層部は熔岩流で構成され、山頂部には径 5~10 cm の火山礫を多く混じた火山砂が被覆し、火山砂の厚さ 30 m 程度で標高 900 m 以下の地域では火山灰砂および外輪山を構成する熔岩・火山噴出物などと接している。東ないし南に面する部分は山頂部および放射状に刻まれた細谷の上部の溪床部のみに数層の熔岩流が露呈するほか、径 0.2~3 cm の火山砂礫の厚い層が走向・E—S, dip・15~20° で熔岩と成層し、全体の厚さ 200~300 m (推定) である。この層の下には根子岳噴出初期の熔岩流が広く分布しているが露呈部はきわめて少ない。この斜面の標高 800 m 以下の地域では高岳の噴出火山灰砂と接しているが、現在の表層部は火山砂礫の被覆によつて扇状地や押し出し地形および緩斜な丘陵地となつており、その下の地域ではカルデラ生成時の構成物と接し、この構成物の地表部は 10 cm の薄い浮石層互層に移行し、その凝結程度は脆弱である。

(a) 崩壊侵蝕の状況

根子岳南側の面の崩壊の姿は山頂部に近い急斜面の凹部では山肌を傷つけたように直線的な gully がみられ、熔岩体が露呈し山腹には径 0.5~1.5 m の熔岩塊がごろごろしている。また、この附近の溪床は縦侵蝕はあまり行われておらず安山岩礫が残存し、溪流沿いに小規模な崩落と倒木などがみられる。この現象は急速度に多量の流下水があり、その営力が働いたものと思われ、水の流下した跡も直線的である。標高 900 m 以下の処では尾根筋に近い沢の尖端部の両側は傾斜 20° 前後の扇形に開き、その下部の緩斜地には多量の砂礫および転石を押し出している。根子岳周辺部は草生地や林地もあるが前述のごとく山腹以下の地域は火山灰砂礫で構成されているため溪床は縦侵蝕が激しく 10~15 m も掘下げられ両岸は 70~80° の急斜面をもち巾の狭い谷筋を形成している。この地帯より下流では林地に流出した砂礫が再び堆積し、樹木の倒壊・流出は流下水の流路に当たった比較的巾の狭い部分にかぎられた被害の受け方で、全体としては溪床はむしろ埋没しているが、堰堤の水裏および流路の彎曲部等では 3 m も掘られている箇所などがみられた。

地被物の現況を加味してみると根子岳周辺部では普通の降水時でも熔岩体の露呈する急峻な地形をなす標高 800 m 以上の地域からは急速度の流水があり、この流水が下流の脆弱な砂礫層を削り、緩斜地に突当つて多量の灰砂を流出せしめ、あるいは土砂を押し出しているが、溪床の縦侵蝕増大にともない部分的に沢筋の崩落を起し、流出あるいは押し出した土砂を下流部で河道の埋没・地表被覆などの形で一時的に運積している。しかしながら、大きな出水のあつた場合には再びこの土砂を侵蝕流下し、漸次下方に押し出し移動する形態を示している。

今回の災害は標高の高さと谷の方向によつて降水量の分配が異なつたようであるが、ことに標高 900 m 以上の急速流下水供給源地域に多量の降水があつたために上記の現象がはなはだしいほか、雨滴の浸蝕・細谷の形成が著しく、したがつて根子岳の東ないし南に面する地域が

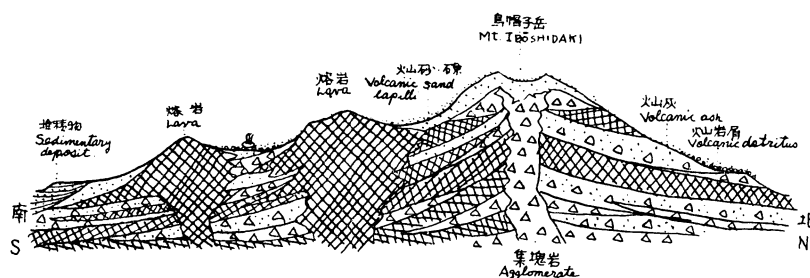
ら出た火山灰砂の量は莫大なものと想定される。これが下流部地域に対して被害を大きく与えた一つの原因であろう。

(b) 防災対策私見

このような条件のところには沢の上流部から急速な出水とその営力が働くので、熔岩体露呈部の比較的下流地点においてまずそれらを阻止することが必要である。他方この地区の安山岩の風化土壌は厚くはないが土壌生成が認められるので沢筋に適当な樹種の造林を行い土砂扞止と出水量緩和などを行わせ、漸次滲透水の安全分散をはかり地下水胚胎の条件をよくすれば、災害防止に非常に役立つことになる。標高 800 m 以下の地域で陵線部のような急斜地形のところでは立地環境も悪く、地被物の様相を変えていくことは困難であろうから、その下の地形変位帯にしっかりとした砂防樹種混交の林相による侵蝕防止林の恒久的造成が望ましく、沢筋は床固を施工し放水を速やかに行い、カルデラ地帯に入つてから流出浮泥土砂の移動を緩和するために低堰堤を設け、干渉作用を与えるべきで、地形変位帯の地域が流出砂礫の供給源とならないようにすることが最も重要であると思われる。

(ii) 烏帽子岳地区

この地区の地下構造の模式図を第5図に示した。



第5図 模式図

Fig. 5 Schematic Presentation of Mt. Ebōshidake district.

烏帽子岳を含む周辺の火山錐はそれらのおおのの火口からの噴出熔岩および火山灰・泥流などの互層で構成されている。このうち千里ヶ浜と呼ばれる火口源湖・烏帽子岳・御竈門山・夜峰山 (913 m) などの山腹の北北西～南～南南東に面する斜面は傾斜 30° 前後で、それが帯状に 500～1,500 m の幅をもっている。ここの傾斜面の表層部は一般に堅固な熔岩流が露呈している。これ以外の山腹および山頂附近と、山脚部の表層は火山灰・抛出物で被覆され、局部的に泥流の厚層が分布している。

また、烏帽子岳地区には南北方向の直線上に、湯ノ谷・垂玉・地獄などの温泉が配列しており、地獄谷には比較的規模の大きい温泉湧出部があり、噴気孔や硫黄採集場がある。

(a) 崩壊・侵蝕の状況

被害の大きかったのは地獄谷の沢筋にある垂玉温泉附近であるが、その他は夜峰山の南西西斜面の陵線近いところに巾 20 m, 斜面長 50 m の表層ごりの崩落があるほか、標高の高い御竈門山の南東東に面した山腹に新しい崩壊がみられる。烏帽子岳の標高 1,000~1,200 m から地形の急変部となるが、それにも新しい崩壊は少なく、旧崩壊部周辺の拡大現象がみられたのみである。垂玉温泉は地獄谷の中流部にあり地獄谷の湧湯源の一端をなすものであるが、この沢の上流部には面積各 1~3 ha の凹地部が各所に点在し、これに集水し、かつ一時的に溜水するような地形のところがある。これらの凹地部は通常時には水が無く湿性の草木が茂っている。今回の調査ではこの湿性草木の地上茎に約 20~30 cm のところまでは浮泥が附着し、また、葉が枯れた部分が認められるのでここに溜水した事実が窺知できる。しかしながら、一方凹地部への集水を堰止めと思われる狭窄部が破壊して一時に停滞水が急速に流下した跡もなく、草木が倒れたり、株の周りが流水で特に掘られているというような現象も全く認められない。このような地形的に集水可能な凹地部を上方にもつ狭窄部が決壊または崩壊もなく、しかも多量の出水が突発的に生じたことは地獄温泉の旅館の人も災害直後周辺の山を踏査した時、非常に疑問を抱いていたようである。しかも垂玉温泉の下流部に河床勾配 10~15° のところに上方から高さ 1.5・4・3 m の玉石練積堰堤があり、各堤間隔 100 m でそのうち、4・3 m の堰堤は中央部から破壊され兩岸のヒノキ林の樹皮は河床から 5~7 m の高さまで傷つけられ 10 m 附近まで泥がついて、しかも線を引いたように跡が残っていることは多量の溢流水の通つたことがうかがわれる。一方この沢筋には地獄谷の崩壊が多い。この現象はこの沢筋では温泉余土および温泉湧出にともなう岩石風化帯が広く表層部までおよんでいるためで、これらの異常風化物が滑る母材料を提供するか、それ自身が通っているものと観察される。垂玉温泉附近には湧水部があり、1つの湧水点で地下水を多量に（1日 200 m³程度）排出している。

さて、この災害時には上の地獄谷の湧水源を含む面積 10 ha の凹地部から多量に水と土砂が出たことになるが、この湧湯源地の周縁部には巾 5 m, 斜面長 15 m 程度の崩壊が数多く生じ、その位置は谷底から 15~20 m の高さのところに多い。温泉余土および岩層の特殊風化帯部の崩落もあり、それらの崩壊部の上の方にいずれも傘大な穴が数箇みられるほか、小孔が認められることは注目すべきことである。すなわち、上記のような地的因子と観察からこの地区の災害は特殊粘土生成によつて難渗透性の部分と表層部との接触部から地ごりの表層剝離が起つたことと、温泉湧出および噴出熱気ガス体が地表から侵入する多量の水によつて地表噴出を阻止され、またこの侵入する水に混じた多量の泥土や硫黄粒子のゴム化などによつて、噴気孔および岩石の割目が閉鎖現象を起した結果、地下からの噴気・熱水は極端に圧迫され凝集力の脆弱な火山灰砂層や地表部の弱い部分に突発的に噴出し、断熱膨脹による気体化で体積膨脹が著しく、その上にあつた多量の侵入水および地下水を噴き上げ、かつ表層部の土砂をも混じて土石流状となり谷を流下したものと考えられる。

この地帯の地下水関係ではその一例として烏帽子岳の頂上部にある火口源湖があげられる。これは集水面積約 40 ha で水の流出する沢は入っていない。調査のころはほんの一部分に水が溜っていたのみで一面の草地で放牧が行われていたが、災害当時は相当の降水があつたので溜水の相当量は地下に滲透したことが想定される。また、御竈門山・夜峰山地区でも前述のごとく頂部稜線は C 字型を画き小さい凹地部が多数あり、表層部は滲透能率の大きい火山灰砂である一方、これと成層する熔岩・集塊岩層が下位にあるから地下滲透水の移動・逃去の形態は非常に複雑であるが、かような地下滲透水の排出逃去部が何らかの変化で阻止され、径路変更などが起るとつきにくるものは従来の平衡関係が破れ、比較的浅いところにおいては滲透水の移動に急激な変化が起るものであるから、前述の温泉地域の場合もその可能性が十分存在する。したがって、地下水の排出と滲透水供給によつて、どろどろになる特殊粘土層や風化帯の取り扱いはこの地域における重要な問題の一つである。概観したところ、この地域の湧水部の一つは標高 800~850 m のところと 400~450 m のところの凹地部に存在するが、低い方の湧水部は沖積層およびカルデラ沈積物の地帯に入り、この附近にはスギ・ヒノキ林や耕地の排水溝などがあり調節されているが、高い方の湧水帯は含有害ガスの噴気および立地条件が悪いため草生地および粗放な天然放置の林相を呈しているので、湯ノ谷、長野、袴野、松ノ木、地獄などの部落は垂玉温泉と同様非常に危険視されるところが多い。

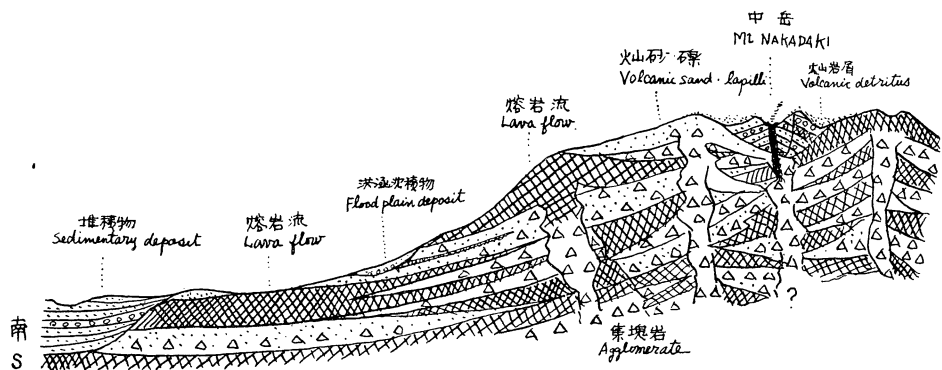
(b) 対策に対する意見

この地帯の溪床侵蝕の阻止および地下水湧水の排出路の整備、護岸工・破壊堰堤の復旧を計るとともに水源涵養林の造成と急斜地の土砂防止林の保有に努むべきものと思う。

(iii) 中央部地区

この地区は中岳二重火山とその外輪山を含有し、地学的差異によつて北側と南側にわけられるがなおのの地下構造模式図を第 6 図に示した。

南側は南郷谷を包含するもので、標高 1,200 m 以上のところは火山拋出物・焼石・砂礫な



第 6 図 模 式 図

Fig. 6 Schematic Presentation of Central District.

どの層が100~150 mの厚さがあり、いわゆる砂千里ヶ浜で、南郷谷への各沢の源をなしている。山腹部の標高900~1,000 mの範囲は熔岩流を主とし火山灰砂との互層で地表は30°以上の急斜で、溪谷の末端は細谷となつている。この900~1,000 mの地帯より低い標高700~900 mの範囲の地域は厚さ150~200 mの火山灰砂・火山泥流などと薄い熔岩流との互層で、この地域の下方標高750 m附近からの溪床にはこれらの互層の下位にあたる古い熔岩流体の露呈があり、この古い熔岩体とそれを被覆する噴出岩類との接触部では沢筋が鳥脚状に分岐し、あるいは河道が彎曲蛇行する箇所が多い。古い熔岩体の露呈部およびその下流部は前述のごとく直線的な河道となり、地形も緩やかな丘陵地および扇状地・カルデラ沈積物などとなる。

(a) 谷の形と崩壊との関係

さて、この地域をより細かにみると、一般に各溪流の上流部は平衡谷で、小規模な滝があり標高800 m附近で緩斜になり3~5 mの懸滝が多く、その滝壺周縁部から比較的少量ではあるが、湧出水(1日100 m³程度)があつて、この標高位の溪床およびその附近は地下水湧出帯となつている。また各所に集塊岩・岩脈・熔岩流などによる溪谷の狭窄部があり、その上下部には小さい平地があつて上の方から搬出・押し出された砂礫が1~1.5 mの厚さで運積したものが出水時にも流出せずに残留している。しかし、前述のごとく標高750 m以下の各溪床に熔岩体が露呈するところでは岩塊および転石がとどまつているが、災害時以前に上流部と同様相当厚い運積土砂があつたがこれは全く流出している。

このように南側地区は地形・地質的にさらにつぎの3つにわかれ、それぞれ崩壊・侵蝕などの様相が異なつている。

(イ) 標高1,000 m以上の地区。最上部に厚い未凝結の砂礫層・火山抛出力の分布が広くすでにgullyの発達が著しく、かつ平衡谷の尖端がその地域に到達している。

(ロ) 標高800~1,000 m間の地区。下降谷から平衡谷に移動しつつあるもので熔岩流が主体となり急峻な地形をなす。

(ハ) 標高800 m以下の地区。下降谷を形成し、溪床に古い熔岩体が露呈しているところでは巾の狭いU字型谷に移行し、その他の脆弱な構成物のところではさらに縦侵蝕を受けている。

(b) 崩壊現況ならびに考察

(イ) 1,000 m以上の地域

この区域では最上部の厚い火山砂層は流出土砂の根源地で、降雨による雨滴の浸蝕がことに激しく、他方岩屑や火山抛出力で被覆されているところは一般的な環境のほかに未熟土壌あるいは表層の薄いことなども影響し植生の発達も悪く、今回のごとく多量の降水時には急速な地表流下水を起し、その結果稜線に近いところの斜面や溪谷筋に表層剝離と崩壊部がみられ、また溪床部には流出灰砂礫がとどまつているものはなく、ただ熔岩塊が停止しているのがみられ

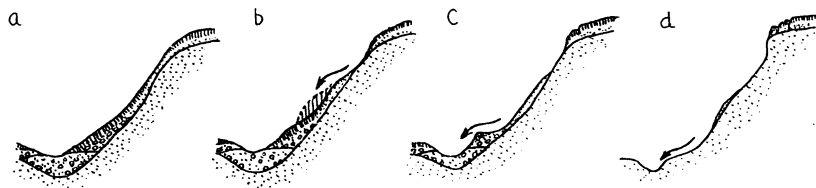
るけれども大部分は今後多少の出水では転落移動することはないと思われる。結局この区域では最上部にある砂千里ヶ浜を含む一帯が流亡土砂の供給源地であるが、地形的にみて侵蝕過程が相当進んでいるため阻止することは全く困難である。

(ロ) 800~1,000 m の区域

この区域では溪谷の側壁部が2~3 m も掘られ、これに接した上方傾斜面には斜面長3~5 m の崩落部がみられるほか、河道の彎曲部は拋物線状に高さ5~7 m の崖となり、あるいは河床に熔岩が露呈するところでは古い運積物のうち、砂礫はきれいに流亡しているが、径30~50 cm の岩塊は河床中央部に集積しているなどの現状から推察しても流下水の速度はそれほど大きいものではなく、ただ、土石流的な濁水が通過したものと思われる。傾斜面は表層流下水と相まって表層部の地表的崩落も比較的多いが、今後の出水では大した侵蝕が行われないものと思われる。

(ハ) 800 m 以下の区域

この区域では前述のごとく下降谷型で、河床が軟弱なところでは標式的な拋物線型の谷となり、熔岩体のところはU字型をなしている。いずれの場合でも谷斜面下部には古い崩落土が、また谷底面には運積物が被覆している。平坦な稜線あるいは、まるみをもつた稜線および谷斜面上方部はこれらの二次的な被覆物を欠くか、あるいは土壌層が浅く、崩落の程度の差はあるが表層剝離はこの部分から起り、その脱落土砂が斜面中下部にとどまり一時的にこの部分の表面侵蝕を cover した跡がある。第7図(b)参照。しかしながら、これらの二次的な被覆物と地下構成物とは物理的な性質が異なり安定性がうすい。したがって、斜面流下水の侵蝕を受ける度合によつて第7図(c)のごとく、さらに表層部の崩落を起したものもあり、またさらに侵蝕を激しく受けたものは第7図(d)のごとく全面的に崩落しているところもある。このような崩落現象が早かつたところでは崩落斜面にさらに細い雨滴流の刻線がみられる。その他古い崩落部の拡大したものや、崩壊部周縁には玉葱状の地割れが生じているものなどがある。これら傾斜面の崩落は微地形、たとえばちよつとした凹部あるいは植生の変つているところを境として起つてることが多いことは注目に値する。このことは土壌生成にとまつた母岩の組成および物理性の変化が微細な地形の差によつて一斜面部においてもその厚さが異なること



第7図 谷斜面崩落の形
Fig. 7 State of Landsliding on Slopes.

が誘因となつていように思われるが、さらに植生の差による根の分布形態の差異なども、滲透能に変化を生ずる可能性も考えられるのでやはり相当重要な因子となろうが、この点は他部門の人の検討をまたなければならない。このほかに傾斜面の崩落誘因としては滞水層の地形による変化がある。

傾斜面における滲透水の形態は火山灰砂層では草生地平坦部で 2~7 m のところに滲透水の停滞部ができ、もし傾斜が 30° ある箇所では深さ 1.8~6.2 m に上昇する例もあり³⁾、さらに滞水層の深さは地表傾斜に反比例するが、なおその地点の滲透水も加わつて下方に移動し漸次表層部近くに形成され、地形の変位部に割合に近いところに排水部ができると考えられている。したがつて、この地帯の場合は停滞水層の上昇の極大が深度 1~1.5 m となり、滲透水供給部と一番浅い滞水部との間隔は 5~10 m となるので、長い斜面では幾段もの波状の迂り崩落面となつて現われたものと考えられる。以上のことを総括すれば阿蘇山中央部南側の南郷谷の地区では最上部に流出可能の砂礫源があること、山岳地形部で流下水を急激に速めそれが地形変位部で合流し、その下流部に搬出しな土砂を一時的に沈積すること、さらに下流部の植状をなすところで水位を増し多少の側面侵蝕を行い、熔岩流が切れて地形が開けたところで流下水は扇形に散開し、再び砂礫を沈積することなどであつて、今後もこの現象は繰り返されるとみなければならない。

(c) 防災対策私見

今回の災害による流出土砂のうち、標高 1,000 m 以下の地域で一時的に沈積する地域に存在した土砂は流亡しつくされた形であるが、標高 1,100 m 以上の地域のものはまだ莫大な量を保有している。前述のようにこの位置にある土砂は治山の施工で阻止しえないので、出水時ごとに流出する灰砂が、一時的に沈積する地域で土砂を阻止するほかはない。そのためには下位層の熔岩流（阿蘇熔岩）が溪床に露呈しているところより上流部で、標高 800 m 附近以上に数多くの低い堰堤の施工が望ましい。これと併行して森林帯をさらに上の方に造成することは水源涵養と、崩壊現象の繰り返しを防止する意味でぜひ必要であろう。また、表層剝離・崩壊部の侵蝕拡大と流出土砂を少なくするための治山工をすみやかに施行し、地下水排出部も前述のごとく標高 800 m の帯状の地形変位部にあるので、この附近の沢筋と丘陵性地形の地域に適当な森林を造成することが必要である。

阿蘇内輪山の北側に面する阿蘇谷を包含する地域で、山頂より標高 900 m あたりまでの間は熔岩体上に火山抛出物によつて被覆されていて火山灰砂の厚いものはなく、また高岳の南南東~東~北側、楢尾岳の北斜面の陵線部は標高 800 m 附近までが厚い熔岩流の露呈があり、さらに往生岳・杵島岳の山体は熔岩錐であるので、これらの地区からの流亡可能の灰砂礫は南側に比較して少ない。しかしながら、他の大部分を占める地域は火山噴出物にともなう灰砂・泥流・抛出物と薄い熔岩流との互層であつて、この地域の地形は幼年期中期から末期の様相を

示し、下降谷型の谷が多く、侵蝕はこれから丘陵地に続いた扇状地・沖積層地帯に直線的に流しているものが多いので、今までも崩壊が起つたもので、これに対しては今回の災害時にはこの地区の山地崩壊が少なかつたのは一つには河川に施行された数多くの溪床工によるものであるとも考えられるが、地質学的には南側地区と根本的な差異は認められないので、今回の被害の大小による見掛けの偏重は避けるべきものと思われ、したがって阿蘇山の総合計画をたてるには阿蘇谷・南郷谷を一括した観点に立たなければならない。

4. 流出土砂の鉱物学的検討

千里ヶ浜(標高 1,150 m)で採集した、烏帽子岳の噴出物(写真1)・丸山(標高 850 m)での中岳の噴出物(写真2)を顕微鏡でみると、アルバイト双晶および累帯構造をもつた斜長石が 30~40% もしめ、その他石英・玻璃質物が 20% 程度、角閃石・紫蘇輝石・普通輝石などと少量の橄欖石がみられ、いわゆる軽石・火山灰はほとんどみられない。また、熊本地区に流出した土砂(写真3)をみると、火山抛出物にみられるような石英粒および安山岩質玻璃が 30% 程度で、その他前述の阿蘇山内輪山の噴出物と同質の斜長石が 20% 程度含んでおり、残りの物質は腐植や泥で汚染されているが標式的な火山灰・凝灰質物はほとんど含んでいない。



写真 1 50 倍

Pl; 斜長石 q; 石英 Ho; 角閃石
Au; 普通輝石 Hy; 紫蘇輝石
gl; 玻璃

Phot. 1 ×50

Pl; Plagioclase. q; quartz.
Ho; hornblend. Au; augite.
Hy; hypersthene. gl; glass.
Collection Mt. Eboshidake



写真 2 50 倍

Pl; 斜長石 q; 石英 Ho; 角閃石
Au; 普通輝石 gl; 玻璃

Phot. 2 ×50

Pl; Plagioclase. q; quartz.
Ho; hornblend. Au; augite.
gl; glass.

Collection Mt. Maruyama

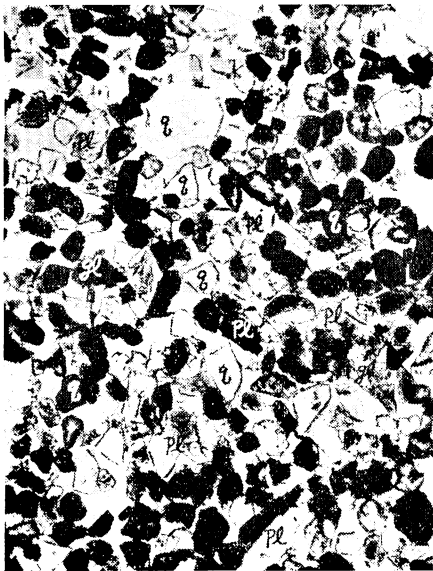


写真3 50倍

q; 石英 Pl; 斜長石 gl; 玻璃
Phot. 3 ×50

q; quartz. Pl; Plagioclase
gl; glass

Collection Kumamoto City.

阿蘇山外輪山地域の表層部は火山灰・火山抛出版物・軽石などで厚く被覆されており、他方各所に古生層・花崗岩の分布もみられるわけで、これらの岩層の風化物あるいは破砕物の一部であると認められる鉱物が熊本地区に流出した土砂からほとんど見出されない。

検討資料が少ないけれども熊本地区に運ばれた土砂のなかには阿蘇山内輪山周辺からの流出物が非常に多いことは否定できない。

大分県日田市を貫流する大山川は大分県日田郡貫見部落西方で津江川と杖立川とに分かれ、杖立川はさらに田ノ原川・市ノ原川・中原川などに分岐する。杖立川およびその支流は湧出立(1,533 m)・一日山(1,425 m)・尾岳(1,066 m)・城平山などを分水嶺とするもので、これらの河川は、阿蘇山外輪山周囲に広く分布する、いわゆる阿蘇熔岩流と、

これを被覆する火山灰・軽石層および岩屑などの成層堆積物と前述の分水嶺を構成する寄生火山の熔岩流・集塊岩などを侵蝕して発達した河川で、全般的に幼年期末から早壮年期地形を呈しているが、杖立川・津江川の侵蝕は阿蘇熔岩流まで達し樋状となり、これらが合流する箇所から下流部はU字型に深く侵蝕された谷となり阿蘇熔岩体を流下するが、日田盆地に入る所から地形は開け大山川の河巾は非常に広がる。

調査にあたつては杖立川の上流部、湧出山西側地区と大山川沿いに日田市までをみたのであるが、湧出山西側地区では谷の侵蝕がまだ阿蘇熔岩体まで達していない箇所が地形の変位帯になつていて、この附近には湧出山の逆出岩層である集塊岩・火山岩屑が溪床にみられ、この箇所の附近および上方山山腹に崩壊が発生している。この崩壊の形態は、前に述べた阿蘇熔岩を被覆している火山灰・火山岩屑が崩壊しているのと、寄生火山の集塊岩と阿蘇熔岩流との接触部から多量に湧出する地下水排出部の崩落、温泉地帯に多い温泉余土を包蔵する箇所の地這りの崩落などである。

また、杖立川沿いでは多量の出水が狭い樋状の溪谷を流下したため、水位の増大、急速度の流下水の営力などによつて溪流沿いの家屋の倒壊や護岸工の破壊、河道彎曲部の崩壊などが多く、日田市では堤防の破壊・流出土砂礫の押し出しによる家屋の倒壊ならびに浸水被害が著しい。

これらの被害状況・調査結果などを総合してみると日田市附近は、熊本と阿蘇山との関係と

類似の地理的環境をもっている。このように日田盆地の災害要素の規模は大きいのかかわらず、今回の被害が熊本市周辺地域と比較して大きくなかったのは、大山川上流地域には優良な森林地帯が存在し、かつ河川にはある程度の工設物が施行されていたことなどが災害防止に非常に役立っているものと考えられる。しかしながら、今回の災害でこれらの森林・工設物などが被害を受けたので、大山川上流部では阿蘇山内輪山地域の防災対策を参考にし、前述のごとくこの地域の地的環境を十分考慮した対策樹立を必要とし、崩壊地ならびに工設物の復旧をいそぐべきである。このことは日田盆地周辺に起る災害を阻止するに非常に役立つものである。

5. 摘 要

今回の調査の結果、地形・地質学的観点から、災害発生の因子ならびに災害復旧対策樹立上重要な事項はつぎのとおりである。

(1) 南郷谷に面した阿蘇中央火口丘および根子岳の山岳地域は、火山灰砂が非常に厚く、かつ谷の横侵蝕が今後さらに増大し、谷の尖端には多くの細谷の発達が著しくなるものと思われ、流出土砂の大きな供給源となる可能性が強く、これは過去においても出水時ごとに搬出された標高 800～600 m の地帯の溪床部に一時運積停止するのが自然の姿である。

(2) 標高 800～1,100 m の地帯の地形は急峻で、溪床が熔岩体であるため流下水の営力が増大し、800 m 附近にある湧水部・地形変位部あるいは溪流の流路の彎曲部につきあたり沢筋を侵蝕し、また溪床の既存土砂をさらに下方に押し出すのと、上方から運出された土砂が一時停止したものをさらに押し出すものなどである。これらの現象はおもに地質・地形的条件に基因するものであつて治山治水の対策にはまずこの2つの現象を切断するほかはなく、それも標高 800 m 附近で行わねば効果をあげることは少なく、今後災害を繰り返す危険性が大である。

(3) 標高 800 m 附近およびそれ以下の地域では不透水の適当な分配によつて侵蝕を防止し、表層剝離および崩壊部の拡大と新しく侵蝕が行われることを極力防止することが必要で、それにはまず地被植物の育生と地形変位部の上方に立派な森林地帯を形成することが望ましいが、谷斜面における植栽樹種は表層剝離や崩落現象の根本的な原因を十分考慮して、具体的に決定すべきである。

(4) 一般に部落に近い沢には水源涵養林が必要で、これは地下水利用と相まつて生活環境の改善にも寄与するものとなる。

(5) 温泉地帯の突発的出水現象は地中に包蔵されたガス体ならびに温泉湧湯現象を地表から多量に侵入する地下降水が圧迫する結果に基因することもあり、また、温泉余土や地下水排出径路の変更などによる地じりをとまなう崩落もあつて、単なる治山治水の方法では防止困難であるから、温泉地帯では前述の事項を十分計算に入れ、また排水工と崩落土砂の流出防止などを最も慎重にかつ適切な施工をなすことが必要である。

(6) 阿蘇谷地区および日田地方の災害はいわゆる火山地帯の災害形式と類似するものであるが、各地域の特異性を考慮し、その土地全体の治山治水対策を樹立すべきである。

(7) 熊本地区に流出した土砂の大部分は阿蘇山地区の標高 1,100 m 以上の地域に厚く成層をなしている火山灰砂の流出および特に南郷谷地域の表層剝離および地這りの崩落・各溪床に一時的に停止している土砂などが流出したもので、今後これらの土砂の流出を完全に阻止することはできないが急速に流下する流出土砂の移動現象は、干渉作用をなす地被物および治山治水工や堆積場所を設ければ、その被害を非常に少なくすることが可能であると考えられる。

(8) 全般的に森林のあるべき箇所にながなく、また治山治水上の要点箇所に十分な施工物もなかつたために地学的に最も危険視される流出可能な土砂の一部が流出したにすぎないということは否定できないものである。さらに広い意味での地下水の利用もほとんどなされていないことは今後十分に考慮し、多量に包蔵されている地下水を有効に活用すべきものとする。

参 考 文 献

- 1) 伊木常誠：阿蘇火山 震災予防調査報告 33, (1901).
- 2) 松本唯一：似而非阿蘇熔岩類 火山 Vol. 1, 3・4, (1933).
- 3) 木立正嗣：日林誌東北支部会誌 Vol. 23 p. 5 (1952).

Masashi KIDACHI : Geology

Résumé

The topographical and geological causes of the flood disaster of the Shira-kawa basin, Kumamoto prefecture are summarized as follows:

(i) The upper parts 1,100 m above sea level in the inner volcano of Mt. Aso are covered with thick volcanic sand and lapilli. One of the sources of the Shira-kawa originates in this region. Since geological formation is irresistible against erosion, much sand is carried down by river water especially under heavy rains.

(ii) On the south side of inner volcano eroded materials are stopped temporarily in stream beds at the height of about 600~800 m. But these temporary deposits are carried by swift flood water far down stream thus causing flood inundation.

(iii) The geological formation of alternation of volcanic ejecta and lava flow and volcanic fragmental deposits easily causes surface erosion, and landsliding on slopes over 30°.

(iv) The existence of spring of ground water and rock weathering by hot spring sulphuration accelerate various types of erosion.

(v) Sand deposits which Kumamoto city suffered in the June Flood of 1953 came down from the inner volcano of Mt. Aso.