

## 豪雨と水害と研究第2報

誌名	農業氣象
ISSN	00218588
著者	坂上, 務
巻/号	27巻3号
掲載ページ	p. 85-92
発行年月	1972年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



# 豪雨と水害の研究 第2報

(1969年南九州シラス地域の梅雨前線豪雨災害)

坂上 務

(九州大学農学部)

Studies of the calamities caused by heavy rainfall (II)  
 (On the landslides and calamities at Shirasu, volcanic ash soil,  
 area brought about by a heavy rainfall on June to July, 1969,  
 in southern Kyushu)  
 Tsutomu SAKANOUÉ  
 (Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka, Japan)

## 1. まえがき

南九州は梅雨末期にしばしば豪雨災害がやってくる。この頃はこの地方は下層に東支那海を北上した湿潤空気があり、上層に乾寒気が南下してきているので対流不安定の場が形成され、降りやすくなっている。そして地理的、地形的の影響もあつて集中豪雨が降りやすい。

1969年の梅雨は九州の南の沖縄では、平年通り5月上旬に起つたが、九州本島の方は5～6月にかけては大陸からの移動性高気圧におおわれ6月24日までは雨らしい雨はなく、むしろ干ばつ気味であつた<sup>2)</sup>。そして6月25日に発達した低気圧が朝鮮海峡から日本海に進み風雨が強まつたとき鹿児島県中央部の鹿児島市では1日雨量が178mm、30km東北東にある牧ノ原で179mmの集中豪雨があり、各河川とも警戒水位に達する増水があつたが干天の慈雨とされ山くずなどの被害はなかつた。その後6月28日低気圧が上海沖から朝鮮海峡に進み九州の南海上の梅雨前線が北上し、前の降雨から4日後の6月28日30日の両日に、県中央部で250mm以上の集中豪雨があり、大きな災害をもたらし、更に引き続き約11日間にわたる700～800mmに及ぶ断続的な大雨で災害を拡大した。そして南九州、特に鹿児島県に多い、動く水に特に弱い特殊土壌のシラス地帯に大きな被害をもたらし、農業には大打撃を与えたが、人的被害も52名に達した。このシラス崩壊の災害は毎年のように繰返されていて、戦後の1949年以降は主なものでも1969年までの21年間に38回の豪雨災害があつたが、梅雨前線によるものは1/2の19回であつた。しかも1969年のものはその災害規模は極めて大きかつた。

シラス地帯の崩壊現象は有史以前から今日までの長い間にわたつて行なわれたものであろうが、近年は都市および農村での人間活動の舞台のスプロール化現象のためあつて被災度が大きくなっているようである。

これは南九州のシラス地帯の宿命としてはすまさない問題と思われるので、豪雨と災害の実態を調べ、今後の対策の一助とするため調査研究を行つたものである。

## 2. 降雨状況

6月は、はじめの頃は梅雨らしい梅雨はなかつたが、6月25日から九州中部を東西に横断するように移動した梅雨前線が活発になり豪雨がしまつた。この日は鹿児島県は全般に100mm程度、県の中央部の鹿児島、牧ノ原辺りと霧島山麓は170～180mmに達したが、山地崩壊などの災害はほとんどなかつた。1969年は大平洋高気圧が比較的弱かつたため前線が大きく南北振動し、雨の降り方はいわゆる集中豪雨型ではなく、低気圧と前線の移動に伴なう雨で長期間にわたり断続的強雨が降つた。そして強雨は前線の南側の暖域に入つたとき最も激しかつた。本格的な強雨はその前の降雨があつてから約50時間後の6月29日朝からである。30日は九州北部から中部にかけて前線がゆっくり南下し、九州中部に停滞したため、鹿児島市では30日06時32分から1時間に63mmの強雨があり史上第2位であつた(第1位 1934. 6. 21. 70mm/h)。

30日午後には西から別な低気圧が現れ前線はまた北上したが、30日夜から7月1日にかけて前線は再び南下し、その後も、この東西にのびる梅雨前線の南北振動が7月10日頃まで続いた。この前線の移動は図1で示す。これにより鹿児島に大雨をもたらした前線の移動の頻繁さがわかる。

また6月28日から7月8日までの11日間の総量は、図

昭和45年4月3日 全国大会および  
 昭和45年10月30日 秋季臨時大会にて発表  
 昭和46年8月16日 受理

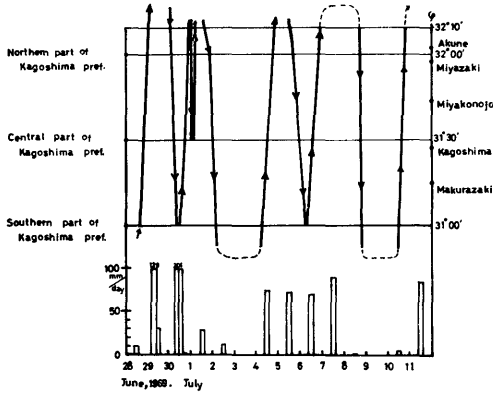


Fig. 1. Movement of Baiu front at southern and daily precipitation of Kagoshima city.

2で示すが、多雨域は北の霧島山麓、紫尾山および南の高隈山の3つの山地であるが、全体としての多雨域(800 mm)は鹿児島県中央部やや北よりをほぼ東西に延びる区域であることがわかる。この図には地形がよくわかるように、100 m, 500 m および 1,000 m の等高線を記入したおいた。

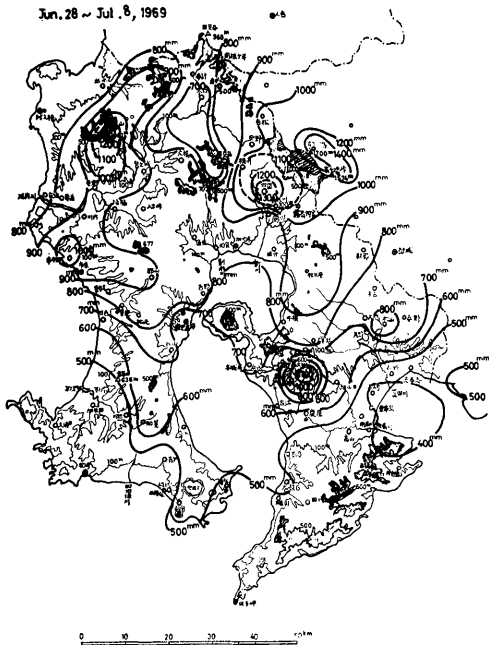


Fig. 2. Distribution of total rainfall (in mm) at southern part of Kyushu from 28, June to 8, July, 1969.

大部分の崩壊が起つたのは6月30日昼頃から7月1日朝までのことで、降りはじめの6月29日からこの4日間

の日雨量分布図を示したものが、図3である。この図の雨量合計値が400mmを超えた鹿児島県中央帯がひどい災害地域になっている。

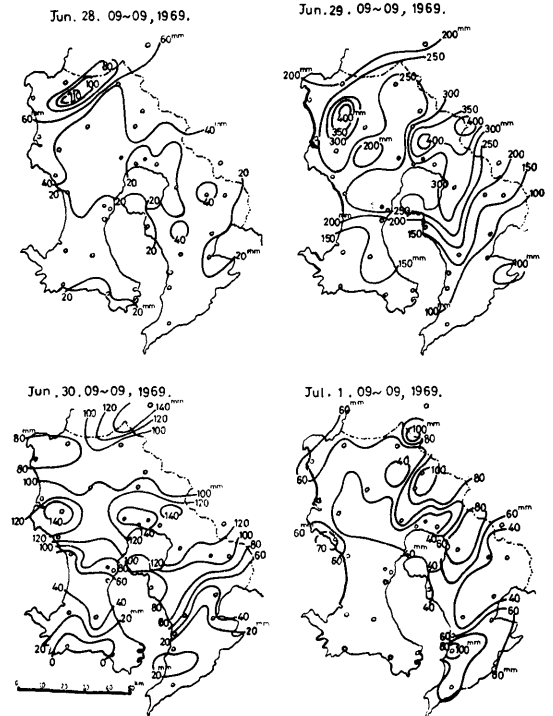


Fig. 3. Distribution of total rainfall (in mm) at southern part of Kyushu from 28, June to 1, July, 1969.

そしてがけくずれが30日昼前後から起つたものが多かったとのことであるので、更に1時間雨量を調べたものが図4である。

これを見ると30日早朝鹿児島県中央部にいかに雨量が多かったか、特にがけくずれの多かった牧ノ原は30日6~7時の間に79mmを記録しているが、その前の1時間雨量も50mmであり、これが災害原因のうち重要なものとも思われる。

又図5は全般的に降雨の強くなった6月29日15時から、翌30日の15時までの24時間の時間雨量の推移を示したものである。そして観測地点は6月29日24時の所に位置している。これによると強雨域はかなり狭く同じ南九州で場所によって1~5個位の降雨群が通過していて、10kmの距離差で降雨の様相がかなり違うこと、南部は後半の降水量は少ないが中北部は多いこと、崩壊の最もひどかった牧ノ原は、30日早朝他地域よりかなり強雨が連続したこと、鹿児島県の東西に延びる降雨中央帯は、5個位の降雨群が通過しているが、よく見ると鹿児島市よ

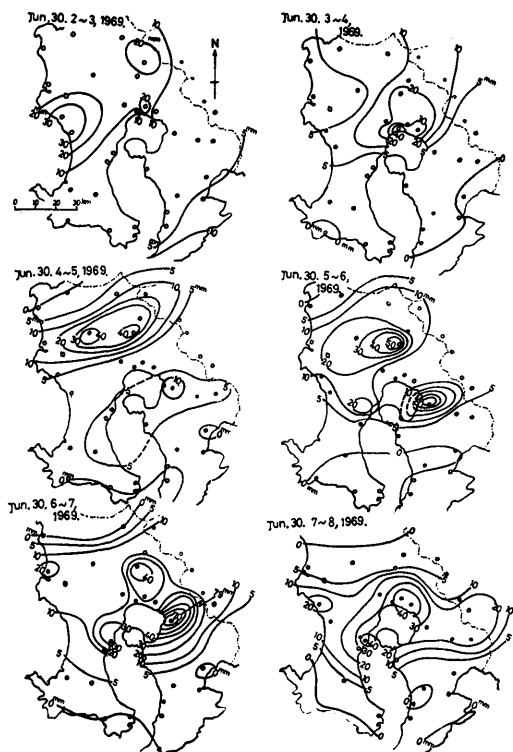


Fig. 4 Hourly isohyetal map (in mm) for 0200-0800 JST 30. June, 1969 at southern part of Kyushu.

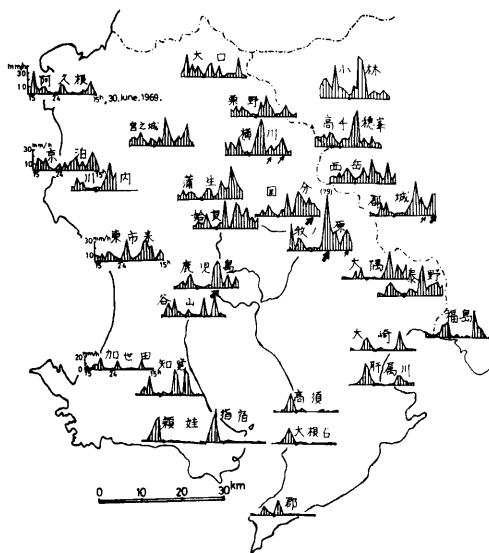


Fig. 5. Distribution of hourly rainfall (in mm) change at southern part of Kyushu from 1500 JST 29. June to 1500 JST 30. June, 1969.

り西の方は割合規則的に通過しているが、鹿児島湾を横切つたあたりから降雨群の形が崩れ、牧ノ原は30日03時頃と07時頃の降雨の山が同時に通過した形になり、この辺りで停滞、又は促進したように見られ、降雨強度と地形の関連を思わせるようである。なお矢印は崩壊の起つた

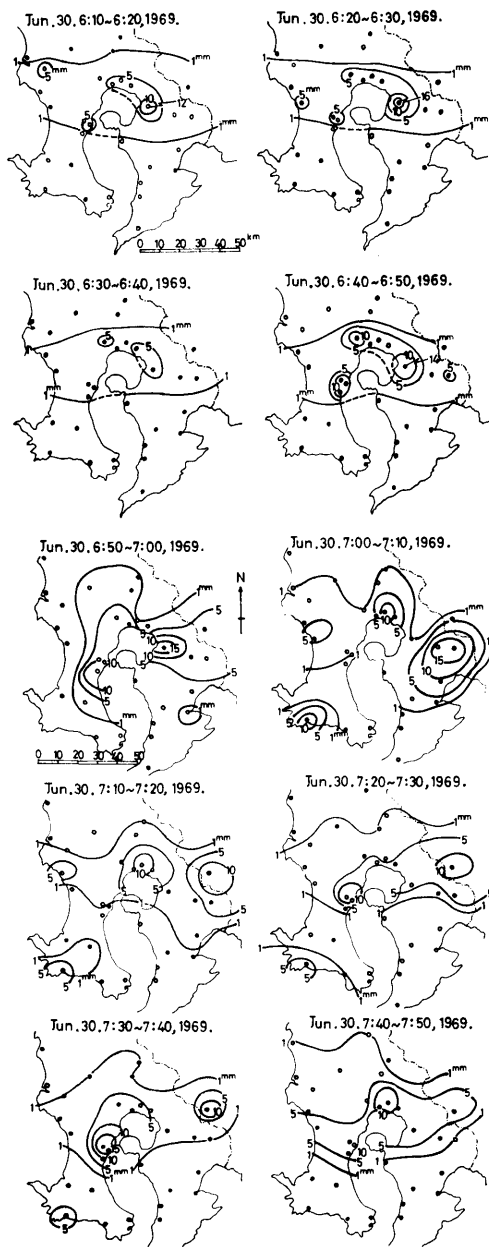


Fig. 6. Distribution of 10 min. rainfall (mm) at southern part of Kyushu from 6:10, 30. June to 7:50, 30. June, 1969.

時刻の判明しているものを示す。

次に強雨域の移動についての特徴を、この6月30日の時間降雨量とその時の風から豪雨中心域を調べると次のようである。強雨域は03時頃薩摩半島西端の東市来附近に上陸し、04時には鹿児島湾北西端の蒲生付近に東北東進、05時には霧島山の西側に北北東進、06時には霧島山がさえぎつた恰好で南東進し、牧の原付近にあり、07、08時には鹿児島湾北部をむしろ西進、09時以降東進、西進を繰り返しているようにして、ついに13時南東進して鹿児島湾北部の牧の原付近を脱出、末吉付近を経て、15時頃都城に前進、以後北東進している。これは地形による影響もあるかと推察される。

短時間の雨量強度の変化という面から10分雨量について図6で示す。これは大雨となつた6月30日6時10分から7時50分までの10分間雨量の推移で気象台、学校、役場等の自記雨量資料を集めて作成したものであるが、10~20kmの大きさの細胞状の強雨域が見られ、20~30km降雨帯の幅であり、また10mm/10min以上の強雨と思われるのは6時10~30分で、次の10分間は弱くなり、また6時40分から強くなるが、強雨域は20分程度続くと移動し交替するという現象が見られ、この時の大雨のくせかと思われる。そして又山くずれの多かつた鹿児島中部とその東側の牧ノ原付近がしばしば15mm/10min前後の強雨に見舞われていて、10分間雨量との関連を暗示するようである。

### 3. シラス地帯の地形および崩壊

シラスは2万年位前鹿児島湾を中心にして活動した北部の始良カルデラ、南部の阿多カルデラの火口からの火山灰、火山砂、軽石などの火山噴出物の堆積したものの総称で、桜島や霧島山の噴出物とは区別されている。そしてシラス台地を形成しているが、水に飽和されると粘着力を一挙に失つて形が崩れやすい性質を持つている<sup>11)</sup>。シラスは図7に示すように鹿児島県の面積の50%を占め、中南部一帯に広がっている。シラス全体としては鹿児島県に72%、宮崎南部に27%を占め、鹿児島県にとつて如何に重要かということがわかる。このシラス分布図は地質図の第四紀更新世の始良、阿多火山軽石流および降下軽石層の分布から著者が選別作成したものである。又シラス崩壊の災害地は著者が直接調査したものと、鹿児島県耕地課に地図を送りプロットしてもらつたものを合せたものから作つたものである。

鹿児島県は地形的には海岸地帯は平地が狭くシラス台地は、けわしいがけが海岸近くまでせまつている所に多く、その上は大体畑になつている。シラスの地層の厚さ

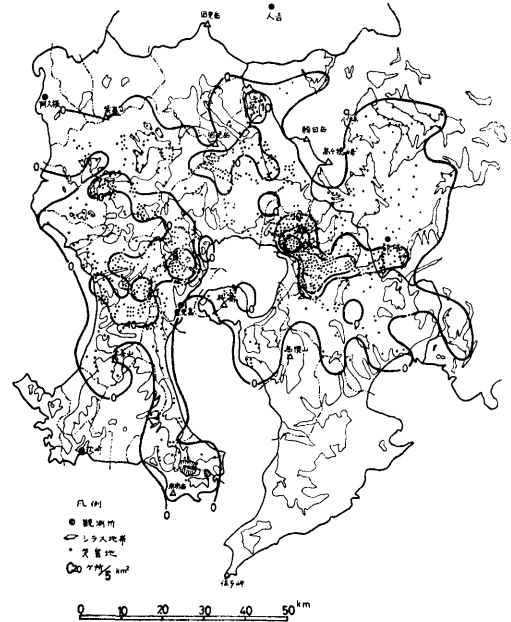


Fig. 7. Distribution of Shirasu and number of remarkable land-slide per 5 Km<sup>2</sup>.

は30~50m、所によつては100mにも及ぶところがあり、シラス層の上部には幾かのローム層がある。シラスの壁は固結して凝集力が強いためほとんど垂直に立ち、比較的安定しているが、ここに豪雨があると、幼年期のため降水疎通の自然機構が十分発達していないので雨水がはらんし山くずれの危険が極めて大きい。この崩壊の第一歩は雨水による地表水の侵食作用である。そしてこれに関連して他の原因を誘発するが、主なものは水に対する処理の均衡がとれなくなつたためであり、人工的な森林伐採、開墾、農地、宅地などの土地造成が有力な原因である。

さてシラス台地上に強雨があると雨水は殆ど地表を流れ、低い方に向い、面上侵食しながら台地周辺に侵食谷を作る。そして洗屈された侵食谷は次第に幅を拡げて上部のローム層の崩壊がはじまる。するとシラス層が露出するので、ここに雨裂浸食がはじまり谷幅を広げる。シラスの上部には風化層があつて、ここが集中豪雨のときすべり面となる。すなわち雨水の滲透で表土層が飽和状態となり、土が抵抗力を失つているところに、この急斜面の上方の台地から地表流水がさつと押し、樹木もろとも表土層が滑落するもので、1969年の梅雨期のものは、このようなものが多く発生した。一方シラスは他の土にくらべ比重が小さく2.4位で水に流されやすく、浮き砂はすぐ流失し浸食に極めて弱い。現地をよく見ると最近

何等かの人為的仕事が施された場所に関連しているものが多い。例えば牧ノ原近くの崩壊地は、その上の台地できつまいもを作っているが、谷に平行なうねの所は崩壊していないが、直角の方向のうねの所は崩壊していた。また、昔からの自然の状態のまま保存されている所の崩壊はまれであつた。これは昔からのものは勾配が直角に立っていて、上から落下する雨水に対して保護されているためであろう。また崩壊ヶ所から地下水の湧出は顕著であつた。これらの事実からシラスの崩壊は単に雨水の地表浸蝕によるものばかりでなく、地層内部の水圧の蓄積によるものでもあること、崩壊ヶ所は地下水の突発的な排水口であつたこと、および人為的仕事によつて地層内部の水の動きが変化したことなどが指摘される。今回の災害は川内市などにおける河川氾濫によるものを除いては、主としてシラスの崩壊によつて特徴づけられる。

崩壊の型は、不透水層の上の相対的透水層の下部（人工的な擁壁、道路のこともある）が抜け落ちて崩壊現象が生ずるといふ原理的には単純なものが多い。また多くの崩壊部分は最初から平地に向つて凹んだ所が多く、元来がけくずれの常習地点であつたのではなからうか、鹿児島市付近のシラスは固結して崩れにくく、切り取られない急斜面はそのままであるが、削り取つたものは透水性が大きくなるためか水の浸食力に対して弱い。鹿児島市内だけでも傾斜 $30^{\circ}$ 以上のシラスのがけの総延長は100 kmにも達するようであり、くずれたのはごく一部でくずれないがけの方が多い。なお又シラス分布を示した図7をよく見るとシラス地帯およびその境界部に被害地が多いことがわかる。

#### 4. 災害状況

今回の災害はシラス崩壊による災害を主として、これに加えて川内川とその支流の増水と、氾濫による住家、田畑の浸水、冠水および農業施設の災害であつた。

そして最も顕著に起つたのは6月29日～30日の豪雨の直後に起つたものであり、これが7月5日～7月の豪雨で更に拡大した。そして梅雨被害としては、南九州では戦後最大の規模であり、死者、行方不明56名、被害総額約234億円、この中農林関係は約118億円に達した。

鹿児島県では、農業関係は、農作物関係が約31億円の被害で最も多いが、これは農作物の流失、埋没、冠水などによる被害で、農作物では、出穂始期の早期水稲の被害が最も大きく種類別は水稲88%、甘しよ7%、野菜2%、たばこ2%、陸稲1%であつた。そして災害発生の実態は降雨分布とよい対応を示した。

耕地関係の被害総額は27億円でそのうち田の被害は地

方事務所別では大隅、加治木、川内、伊集院の順に被害が大きいが川内のものは川内川の氾濫によるものであり、シラス崩壊によるものは特に大隅で顕著であつた<sup>3)</sup>。

畑の被害は田の1/10であつた。

農業施設に対しては、その広さと普及率との関係もあるので、被害率だけで災害程度を推定できないが、加治木、大隅、鹿児島地方は被害率は5%もあり、その内訳は頭首口、橋、溜池の順で被害もかなりな程度であつた。

農地と施設に分けた市町村別災害分布を図8で示す。円形を区切つたものは上の部分は農地、下の部分は施設である。この図には地方事務所の管内名を入れておいた。災害はシラス崩壊による田畑の埋没が多かつた。

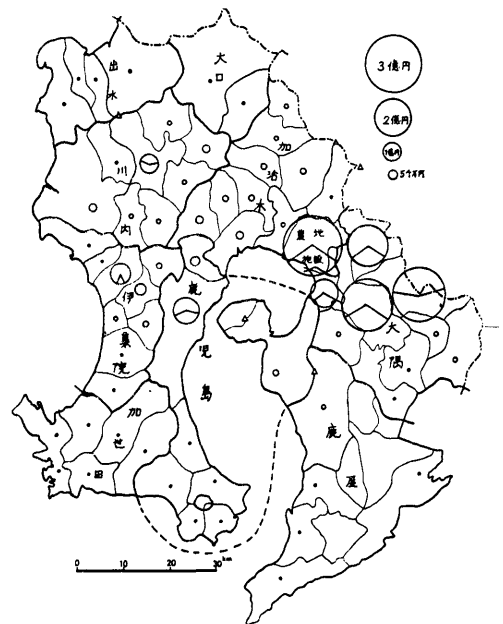


Fig. 8. Distribution chart of Agricultural calamities, Kagoshima prefecture.

#### 5. 考察

先ず気象学的に見て、大雨をもたらす時の特徴の一つは、下層特に5 kmの高さまでの強い南からの水蒸気フラックスであり、又下層の強風（下層ジェット）も考えられるので、この見地から上層風のタイムセクションを調べると、図9のようである。

これが明瞭な予報的な特徴を持つならば災害の予想ができれば。これをみると1967年7月の西九州豪雨災害<sup>1)</sup>のときのように、強雨のときは強い西南西風の下層ジェットが500～900mb（5～1 km）の附近の低高度まで流入し、6月29日の9時以後と7月4日の21時以後のように不安定を助長したものと思われる。そして強雨解消

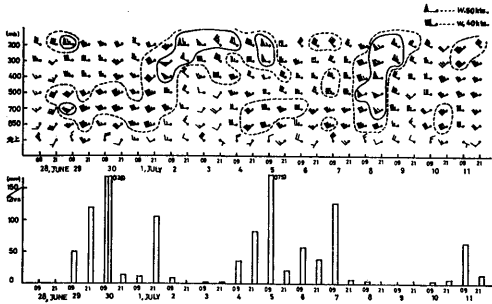


Fig. 9. Sequences of upper wind elements at Kagoshima and half day precipitation at Makinohara, 28, June to 11, July, 1969.

は、7月2日、3日のように500 mb以下の下層が弱風になることであるが、これらは大体同時現象であり、これによる正確な予測はむづかしい。これは観測時間のずれと、観測の間隔、場所の問題も含んでいるので今後の研究にまちたいが、予測の参考にはなろう。なお、図9で牧ノ原の雨量をとつたのは平均的な場合、鹿児島での上層風の観測結果は牧ノ原附近に落下する雨滴に適用できると思われるからである。なお7月8日の強風の際は九州中部に崩壊をもたらしている。

次は1967年7月崩壊の際に示したように<sup>1,8,10)</sup>降雨域が狭い特徴があることである。そのためにはレーダーエコーで調べるとわかりやすいが、このときは九大人吉レーダーは都合で観測できなかったため、気象庁種子島レーダー像を示すと、図10 A, Bのようで、梅雨前線が枝分れ、変形、又はエコー域に穴があいているような特徴が見られ、この附近が集中豪雨域であることを示しているようである。これは又、図4, 6の等雨量線図に相当するものでもある。なお図10Aでは、低気圧の中心は鹿児島湾北部にあるが、低気圧波動は明瞭でない。図10Bでは、宮崎市に低気圧の中心があり、鹿児島県大隅半島北部には、寒冷前線とその前方の不安定線が見られ、ここがこの雨の最強雨域である。このことから同時現象ではあるが、レーダー像は上空の状態なので若干時間の予測はできよう。

又地形放果については、一般流の収斂域に降水量が多い結果を得た。即ち紫尾山、霧島山と桜島、高隈山の間が降水量が多い。具体的に鹿児島県中部の串木野附近から東の方、都城に及ぶ地域、特にまん中の牧ノ原がその多い地域である。この辺りは鞍部域で下層は収斂のため風速が強くなり、逆に上層が弱くなつて、中層付近の不安定が増大したのではなからうか。この不安定の部分の高さの温度は $-5^{\circ}\text{C}$ ～ $-20^{\circ}\text{C}$ 位の間に入っており、降水雲の水晶化が十分行なわれるものと思われる。レーダー観

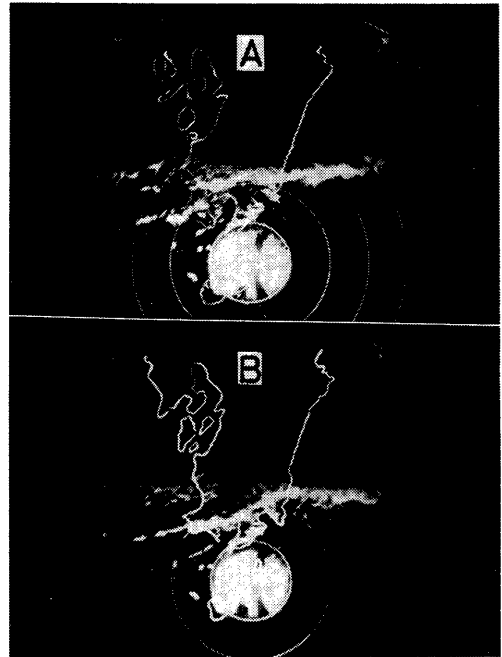


Fig. 10. Radar echoes of heavy rain on June 30th 1969, 07:00 (A, upper) and 07:55 (B, under) Tanegashima radar site. Range circles are at 50km intervals.

測で高度角を変えてしらべたものは、エコー頂10kmでここから下層まで雲の存在が認められるからその状況にかなう。又牧ノ原付近は強雨時は桜島(1,118m)の22km風下に当り乱気流が発生し、不安定になりやすい所とも考えられる。そして降雨中心域に吹きこむ小さな低気圧のようなものが起り、南西流の全体の流れで、これが移動し20km位のスケールの2～3時間の短時間強雨が続いたものと思われる。

特に今回の鞍部の強雨域は、これらの点をそなえている。しかし乍ら下層ジェットが如何にして生ずるか、地形のため風速加速による乱れの成長については定量的推定は明らかでないので、豪雨域の予測はなお、むづかしいのが現状である。

更に強雨の降り方に特徴があり、これが災害とどのような関係があつたかであるが、これについて、今迄降水量との関係を調査したものがあるが<sup>4,7,9)</sup>ここでは積算雨量との関係を調べた。これが図11である。これは若干の崩壊時刻の判明している鹿児島と牧ノ原の積算降水量との関係であるが、およそ250～300mmに達したとき崩壊が起つていることがわかる。

さて6月30日早朝までは前述のように、既に県全般に100～300mmの降雨(先行降雨<sup>9)</sup>)があり、大地は一応十

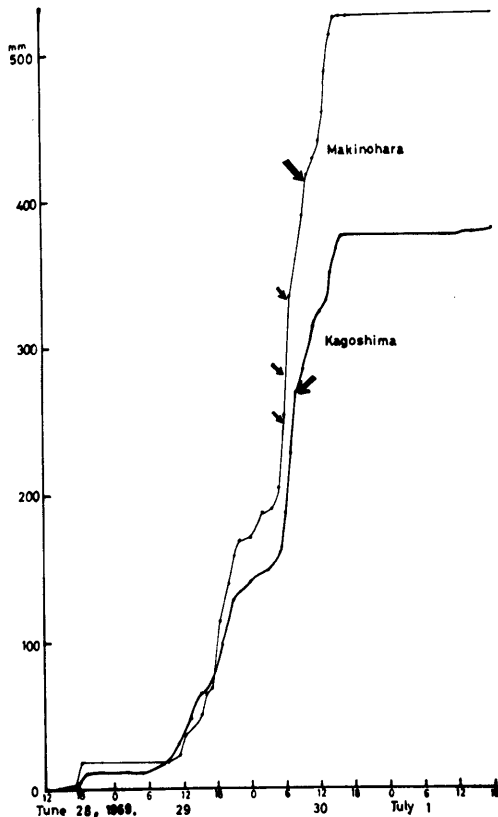


Fig. 11. Mass curve of rainfall and occurrence time of landslide.

分湿っていた。それに加えて6月30日早朝の強雨が影響したと考えられるが、雨量のどの時間の要素が最も関係が深いのか、相関係数で計算したものが表1である。 $n=112$ でこの相関は1~5%で有意である。

Table 1. Correlation coefficients ( $r$ ) between landslides and amount of rainfall.

降雨時間	10分間雨量	1時間雨量	3時間雨量	総雨量
$r$	0.78**	0.37*	0.44*	0.33*

これからみて10分間雨量が最も影響しているものと思われるが、その原因は前述のように水に飽和していた所にこの短時間の集中豪雨で、シラスのmassは粘着力を失なつて浸透力あるいは繰返し荷重のような動的な力に対して弱くなり、浸食され崩壊し大きな災害をもたらしたものである。

### 6. 対 策

経済の高度成長と様械文明の発達は、次々と災害を生

んでいる。今回対象にした豪雨による崩壊の災害は、日雨量200mmで注意し、その後の強雨で崩壊することがわかつたが、気象条件以外にも、次のような規準を考へる必要がある。

崩壊危険度の規準

- a) 透水性地層
- b) 雨水及び地下水が集りやすい水理地質環境
- c) 人為的工作による自然の変革
- d) 過去の崩壊形跡
- e) 崩面の高さと傾斜度

シラスは緩傾斜にすると雨裂などによつてかえつて浸食、崩壊され、90°即ち直角に立っているものは落下流水が直接当たらないこともあつて安定である。そこで、防災保全対策の基本的考え方は前述のような気象条件の時と場所(鞍部地形、山の影響など)は、特に如何に自然に順応するかということではなからうか。そして災害を誘発するような工事と、その過密化を未然に適切な方法に誘導するための(行政的)措置がとられていれば、若干は防止できよう。人間活動のスプロース化に伴い被害が大型化する前に適切な処置が望まれる。

又都市の危険地帯は、道路を利用して、水と泥を流すことができるような設備をして大切な住宅などを守る鹿児島市田上町のような道路の両側の防禦構築物も必要であろう。これは高さ70cmの道路わきのコンクリート製の一種の堤防である。

なお気象観測網を増加し、気象経過特に降雨経過から少しでも早く災害を予測して災害の軽減をはかることも必要であろう。

### 7. 結 び

今回の豪雨災害の実態を調査してみても次のような特徴がうかがえる。

- (1) 南九州の豪雨災害は台風と梅雨とが、ほぼ同じようなウエイトで起る<sup>5,6)</sup>
- (2) 豪雨の時の気象上の特徴は下層ジェットの出現である。
- (3) 豪雨域は梅雨前線の南側の暖域内であり、レーダーエコーの形の上で特徴がある。
- (4) 豪雨域は狭く局地的である。
- (5) 豪雨量と豪雨域の出現は地形と関係がありそうである。
- (6) 特にシラス地帯の災害は、250mm程度の降雨が続き、大地が十分湿っている所に短時間の強雨が山地崩壊を引きおこす。この場合、直接的には10分程度の短時間の雨量強度が大きな関係をもっている。



(7) シラス台地の開墾には、十分注意を要する。即ち台地の周辺は森林として残し、地表面に雨をあてないことが必要である。

(8) 全災害額の約1/2は農業関係で、その中で大きいものは田畑埋没、農業施設の耕地関係、農作物関係である。

このようなことから、豪雨災害の軽減方法として気象資料、天気図を見て先ず豪雨の起ることを気象学的に予報をすることであろう。そのためには上層の観測資料から下層ジェット強化がその原因であるので、それを適確につかむこと、又レーダーエコー像でエコー高度の強化状況と前線の形からの変形の特徴を早くつかむこと、地形効果により、乱流域、収斂域で豪雨が更に強化されること、不安定層の高さに氷晶雲エコーがあると豪雨になり易いことなどである。

一方土木工学的対策としては、排水溝を整備し雨水をためないこと、又は特別に治水構築物などを作り被害を最小限に止め得ることなどが必要であろう。

今後は、これらのことを総合的に実施すべきであろう。

この研究は文部省特定研究(I) 代表者栗原道徳教授の援助で行なつたもの一部である。調査研究にあつては福岡管区気象台、鹿児島地方気象台種子島測候所から資料を提供していただいた。又災害地調査にあつては鹿児島県耕地課とくに富永和夫災害係長と鹿児島大学農学部阿原田礼次郎教授と難波直彦助教授の方々に案内の御援助をいただいた、資料整理にあつては長野スグ

ル、門田淳子の両事務官および塩月善晴教官の応援を得た。これらの方々とかねてからこの研究に御激励をいただいている武田京一教授に感謝の意を表する。

## 文 献

- 1) Charba J. and Sasaki Y. (1967): Relationships between the structure and movement of severe storms as revealed from mesonet network data, Fifth conference on severe local storms, 238-245.
- 2) 福岡管区気象台(1969): 異常気象調査報告, 1-180.
- 3) 河原田礼次郎 (1959): 昭和44年6月~7月 梅雨前線豪雨によるシラス災害, 第7回災害科学シンポジウム 91-93.
- 4) 蔵重 清, 奥山志保子(1964): 山崩れ件数と雨量との統計的關係, 天気, **11**, 397-407.
- 5) 水越允治(1962): 梅雨前線活動に伴う降水量分布, 地理学評論, **35**, 35-44.
- 6) 水越允治(1968): 大雨の気候学, 気象研究ノート, **98**, 42-56.
- 7) 中野 尊正(1970): 1968年8月17日~18日の岐阜県下の集中豪雨に伴う崩壊について, 地理学評論, **43**, 310~314.
- 8) 大西外史(1970): 異常降雨について, 土木学会, 水理委員会水工学シリーズ, **10**-1~17.
- 9) 大滝俊夫(1965): 降雨によるがけくずれの水文学的研究, 研究時報, **17**, 351~395.
- 10) 坂上 務(1970): 豪雨と水害の研研 (1967年7月西九州豪雨災害) 農業気象, **25**, 257~267.
- 11) 田丸 正: 南九州シラス地帯の豪雨災害, 水利科学, **13**, 104-118.

## Summary

From 28th of June to 8th July, 1969, very active Baiu front passing through the southern part of Kyushu, especially Kagoshima prefecture, brought about extraordinarily heavy rainfall, and disastrous floods, landslides, and agricultural calamities resulted. The author investigated from a point of calamity the relation of the distribution of landslides to rainfall, landform and geology.

The results are summarized as follows:

- (1) The Shirasu areas of the most frequent landslides nearly coincides with the area where the maximum 10 min. rainfall exceeded 10~15mm, or hourly rainfall exceeded 30~50 mm.
- (2) The Shirasu areas where few landslides occurred in spite of hourly rainfall exceed 50mm has a landform composed mainly of gently slope.
- (3) After intermittent rain which has continued from the morning of 28th of June, downpour started by midnight. At the time of maximum intensity more than 50mm or rainfall where recorded during one hour and a half. It was after this time that most of landslides occurred.
- (4) All the landslides are of a small-scale and only the weathered material 0.5~2.0 meters thick lying on the top has slid.
- (5) Results of rainfall network analysis for June 30, 1969 storms seems to indicate direct correlations between the movements of severe storms and the surface topographical parameter distribution. These correlations were particularly remarkable in the rain intensity and wind fields. There was also some evidence of correlation between the 10 min. intensity of rainfall and number of landslides per Km<sup>2</sup>.