

天草の豪雨災害と地質

木野 義人

昭和47年7月6日正午前後 天草上島は記録的な集中豪雨によって まれに見る大きな惨害をこうむった。

“豪雨禍九州を巻込む 天草に集中的な被害 土砂が町を埋めた 過疎の島地獄に一変 全島で山津波続出 さながら地獄絵図 緑の山も海も赤茶色 ゲリラ豪雨の爪あと 赤土の山膚ざつくり”

当時の新聞に報ぜられたこのような見出しは 被災後約40日を経て 九州班の一員として現地を訪れた筆者の第一印象としても 決して誇張ではなく 天草災害の本質的性格をも端的に表現するものであった。新聞の見出しはさらに報ずる。

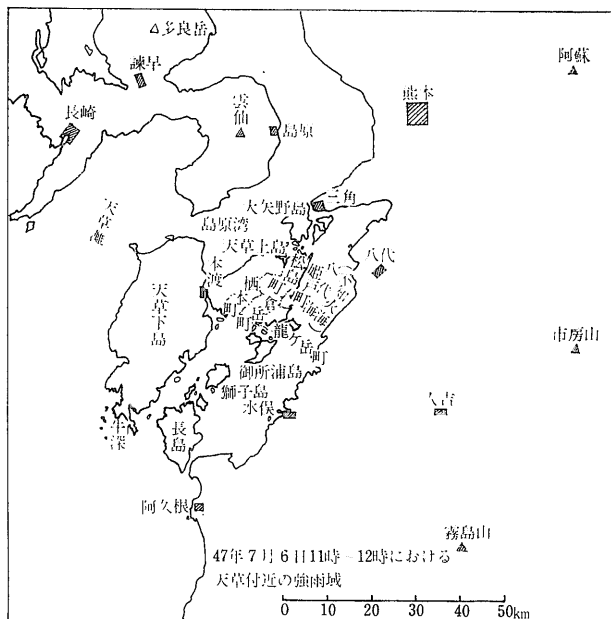
“根本的対策を急げ 局地豪雨の原因解明を 大惨事招いた特有の地形 水害の天草 雨にもろい地質 島の地形悲劇の原因 急斜面に立つ住家 天草の災害は起るべくして 山くずれの典型地質”

被災後数日を出でずして その当否は別としてジャー

ナリズムがいち早く気象・地形・地質に関する表現を強く打ち出したことは注目に値する。かくて同年7月から8月 さらにその後におわり 地質や土木工学に関連する多くの学者・専門家が公私にわたり続々と天草に参込み すでに一部に重要な示唆に富んだ調査結果も報ぜられている。

政府技術調査団としての公式報告はすでに発表されたとおりであるが ここでは限られた時間と場所における見聞事項の中から 山地崩壊現象と地質との関係を中心として 差当たりとりまとめた結果について若干の紹介を試みる。なお 九州班の全調査箇所は次のとおりである。

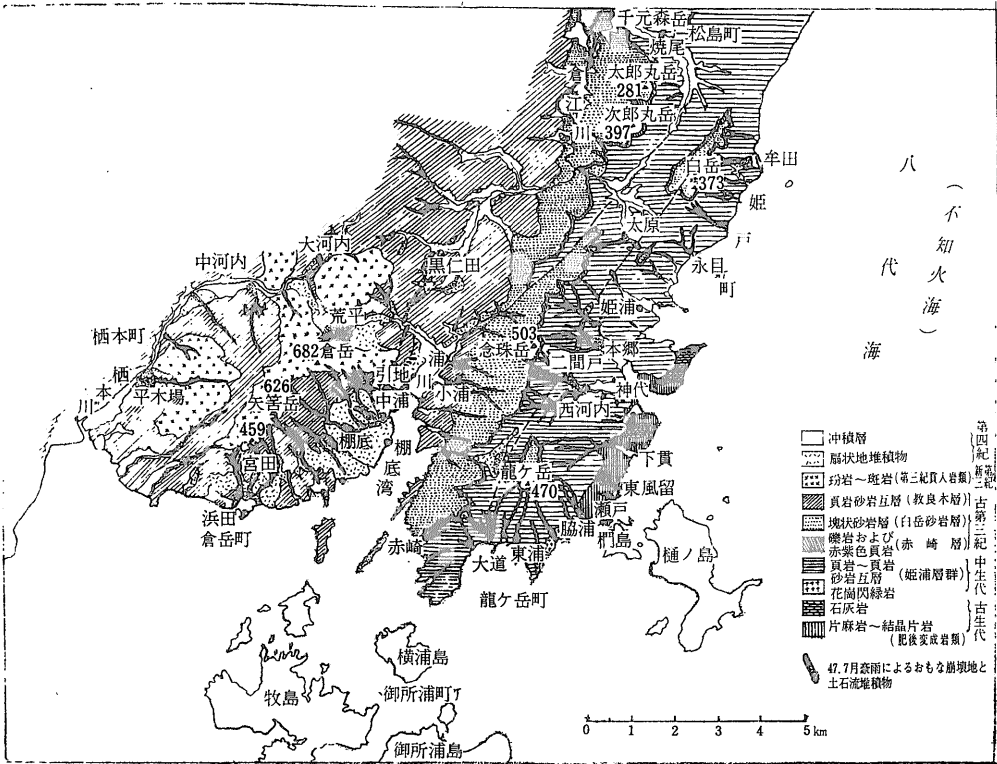
- | | | | |
|-----|-------------|------|----------|
| 宮崎県 | えびの市真幸 | 下内壁 | |
| 熊本県 | 人吉市西大塚 | | |
| | 松島町今泉(焼尾) | | } ……天草上島 |
| | 松島町教良木(黒仁田) | | |
| | 松島町内野河内(太原) | | |
| | 姫戸町牟田 | | |
| | 姫戸町永目 | | |
| | 姫戸町西川内 | | |
| | 竜ヶ岳町東風留 | | |
| | 竜ヶ岳町東浦字中園 | | |
| | 倉岳町引地 | | |
| | 倉岳町荒平 | | |
| | 倉岳町小浦 | | |
| | 倉岳町富田 | | |
| | 栖本町湯船原(平木場) | | |
| | 栖本町中河内 | | |
| | 栖本町大河内 | | |
| 長崎県 | 深江町梶木 | 島原半島 | } ……北松 |
| | 佐世保市上本山 | | |
| | 佐世保市袖木 | | |



第1図 天草諸島位置図

1. 被災状況の特徴

被災状況の特徴としてまず指摘されることは それが天草上島の東南半部という限定された区域における 局地的かつ集中的なものであるという点である。被災地域は松島町・姫戸町・竜ヶ岳町・倉岳町・栖本町の5町域にわたるが その中でもとくに被災の密度と規模の大きかったのは 八代海(不知火海)に臨む姫戸・竜ヶ岳・倉岳の3町であった。これらの地域では 離島を除いて集落のあるところ 崩壊～土石流に関連する被害の発生しなかったところは皆無といってよい。それはこれら3町域およびこれに隣接する松島町と栖本町の一部にわたる地域については 至るところの山が崩れ ほとんどありとあらゆる谷筋が土石流に襲われたことを意味するといってもよい。これに対して 天草下島やその他の島々はもとより 同じ天草上島にあっても その西北半部にはほとんど被害らしいものはなく 山肌の傷



跡さえも容易に見出せないといった極端に対照的な現象であった。

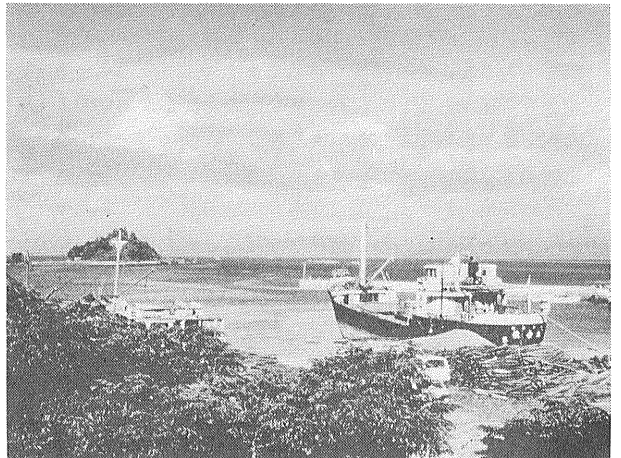
被災の密度と規模がいかに大きかったかを示す指標として 人口や世帯数に対する被害率が挙げられる。 これらを姫・竜ヶ岳・倉岳の3町域についてみると 死者行方不明者は 107人(天草全体で113人)で 3町の全人口17,239人に対して0.6%に当る。 また全壊戸数は416戸(天草全体で482戸)で 3町の全世帯数4,150に対して10%を占めている。 仮にこれを東京の人口約1,000万人にあてはめると 死者行方不明者が約6万人 全壊家屋は約30万戸ということになる。 豪雨災害において直接的に人命に影響を与える被災率としては史上空前のものというべきものであろう。

次にこの地域の被害の大部分が山崩れ～崖崩れおよび土石流～泥流によるものであったことは 豪雨災害における素因としての地形・地質的条件に対して 改めて注意を喚起させるものがある。 そして 今回の被災地がとくに地形・地質的に弱かったのであるか それとも今回のような極端な集中豪雨があれば いかなる地形・地質的条件においても例外なく同じ被害を受けるのか さらに巷間に伝えられるように 果たして過去の天草に崩壊や土石流の歴史がなかったのであるか。 このような点について何らかの識別が得られるならば 今後の安全

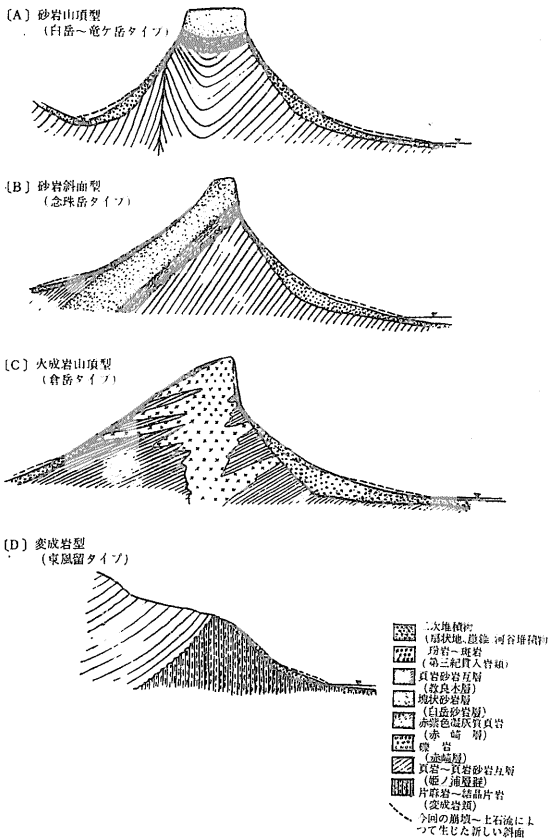
対策および立地条件に関して 地形・地質的条件の立場から示唆が得られるかも知れない。

2. 天草上島東南部の地形・地質的条件

天草上島東南部の山地は便宜上 白岳・竜ヶ岳・千元森岳・太郎丸岳一次郎丸岳・念珠岳・倉岳一矢管山などの山塊に区別することができる。 そして白岳一竜ヶ岳・千元森岳一念珠岳及び倉岳一矢管山の各稜線が ほぼ直線状をなしてそれぞれ北東一南西方向に走っている。



① 天草上島 姫ノ浦港風景 災害さえなければ静かな美しい島である



第3図 巨礫質土石流を発生させた山塊における地質構造型

それらの標高はおおむね250~680mである。また一般に南東側斜面が急傾斜、北西側斜面が緩傾斜を示すことが多い。これらは見掛上いわゆるケスタ状の地形を呈している。このような地形的特徴は、南方からの温暖気流を山嶺付近において強い上昇気流に転じさせる働きをすることになる。また天草上島の南方には、本土と下島との間に海峡を挟み、南々西~南西方向からの暖気流を、大きな湿度を維持させたまま上島まで到達させることも可能である。これに対し他の方向からの気流は九州山脈、九州中・北部山地、多良一雲仙岳などの山地を通過する際に、その湿度を消費させることになる。

なお天草上島東南部海岸地帯は山地が海に迫り、わずかに小溪谷の出口のみに狭小な沖積地と湾入を抱き、集落および交通路の大部分はこのような海と山と谷の交るところに立地している。

7万5千分の1地質図幅「天草」をはじめとする多くの調査結果によれば、天草上島の岩層は大部分が上部白亜系姫ノ浦層群の頁岩~頁岩砂岩互層と古第三系教良木

層の頁岩砂岩互層とからなっている。姫ノ浦層群と教良木層との間には赤崎層と呼ばれる赤紫色凝灰質頁岩と礫岩および白岳砂岩層と呼ばれる塊状砂岩層が介在し、姫ノ浦層群に対して不整合に重なっている。また倉岳町から栖本町にかけて、および松島町の一部などには教良木層などを岩床状または岩脈状に貫いて、第三紀貫入岩類と呼ばれる斑岩~玢岩などが分布している。なお姫ノ浦層群の下位には、姫戸町南部から竜ヶ岳町東部の海岸地帯で、古生代変成岩類の片麻岩~結晶片岩と同じく古生代の石灰岩および中生代の花崗閃緑岩が、それぞれ地表に頭を現わし丘陵状の地形を作っている。これらの岩層層序と分布の概要を第2図に示す。

これらの岩層のうち、雨水や流水などによる衝撃的な削剝（物理的侵蝕）に対する抵抗力は、姫ノ浦層群や教良木層の頁岩~頁岩砂岩互層の風化帯や赤崎層の赤紫色凝灰質頁岩が相対的に小さいのに対し、白岳砂岩層や第三紀貫入岩類が相対的に大きい。したがって、姫ノ浦層群や教良木層が単独で分布するところは、一般に低夷な丘陵と緩斜面を形成し、かつ破碎物質は細片として流失されやすい。これに対して、白岳砂岩層や第三紀貫入岩が分布するところは、一般に高峻な山嶺をなし、それらの下盤の頁岩~頁岩砂岩互層とともに急斜面を形成することが多い。また白岳砂岩層と第三紀貫入岩類は、破碎され、落下し、流送されても巨礫としてさらに岩塊として残留しやすい。古生層の変成岩類や中生代花崗閃緑岩は、海岸段丘状の丘陵をなしているが、水の物理的侵蝕に対する抵抗力が大きく、海面および沖積低地に対して急崖をなし、かつ破碎されて巨礫~岩塊として残留しやすい。

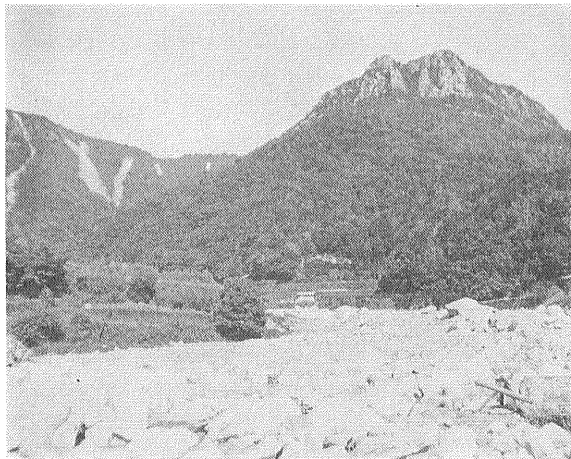
第2図の地質図には、これに重ねて今回とくに被害の大きかった崩壊地と土石流の分布を示しているが、その大部分はこのような水~碎屑流の衝撃的削剝に対する抵抗力の強い岩層の分布と密接な関係を持っている。とくに人命や建造物に対して惨害をもたらした崩壊~土石流は、例外なく白岳砂岩層・第三紀貫入岩類および変成岩類などの下流部または崖下のものである。

3. 崩壊および土石流の発生と地質構造との関係

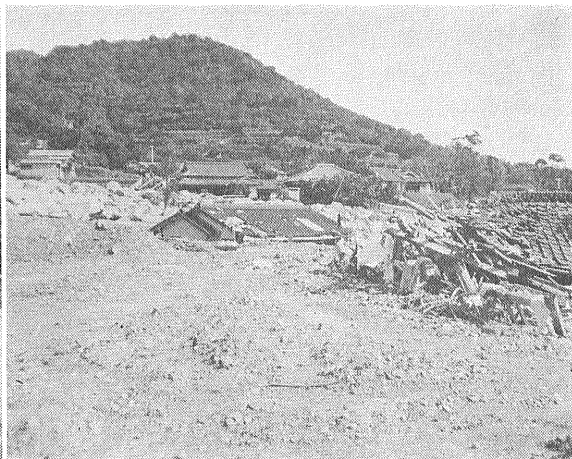
天草上島において、人命や建造物に大きな惨害をもたらした崩壊と土石流（巨礫流）が発源する白岳砂岩層・第三紀貫入岩類および変成岩類は、それぞれの山塊の中で占める位置として、山頂（山嶺）部に載っている場合、山腹斜面を形成しながら傾斜し露出する場合などがある。具体的ないくつかの山塊について、その地質構造の分類をこころみれば、砂岩山頂型（白岳~竜ヶ岳タ

イブ) 砂岩斜面型(念珠岳タイプ) 火成岩山頂型(倉岳タイプ) 変成岩型(東風留タイプ) などと呼ぶことができよう。 第3図はこれらの地質構造型を各

山塊について北西—南東方向の断面によって模式的に示したものである。 これについて若干の説明を加えれば次の通りである。



② 白岳山塊の崩壊と土石流 巨礫は白岳砂岩



③ 白岳山麓の土石流 姫戸町 幸田



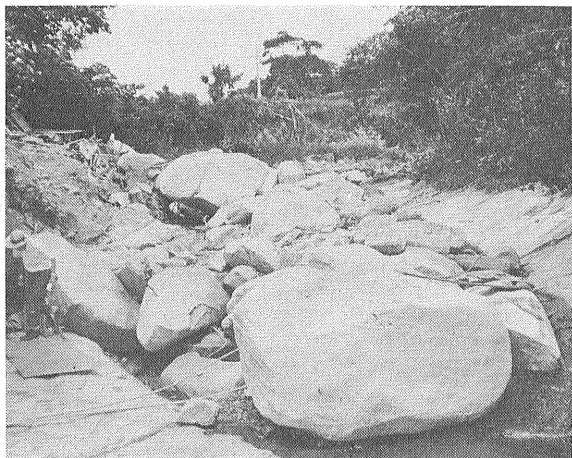
④ 姫戸町西河内の土石流 巨礫・岩塊を含む山津波によって集落はほとんど埋没してしまった



⑤ 西河内下流側の泥流 水田は全く消失した



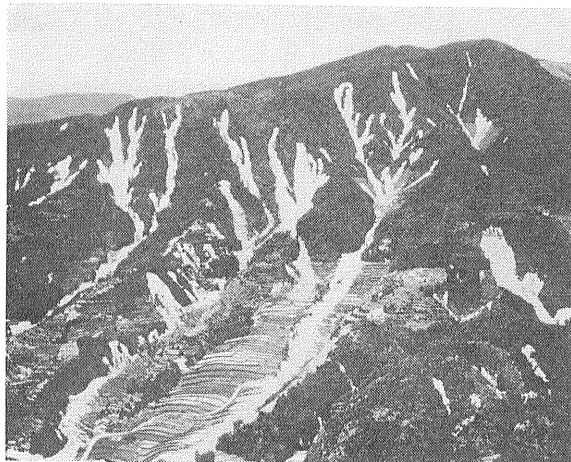
⑥ 念珠岳山塊南東側斜面の遠望



⑦ 念珠岳山塊北西側斜面の谷底における残留巨礫 細粒および泥質物質は流失してしまっている

[A] の砂岩山頂型は 姫戸町と松島町との境界嶺にある白岳付近および竜ヶ岳町の竜ヶ岳などに見られる例である。これは白岳砂岩層の塊状砂岩が山頂部を占めその下位に赤崎層の赤紫色凝灰質頁岩と礫岩を挟んで上部白亜系姫ノ浦層群の頁岩～頁岩砂岩互層が厚く発達する構造を示している。姫ノ浦層群は山麓部では比較的ゆるやかな斜面を作っているが山頂部の白岳砂岩層に近づくとしたがって赤崎層とともにしだいに急斜面となり白岳砂岩層の垂直的急崖となる。山腹斜面においては姫ノ浦層群および赤崎層は谷底露出部を除いて一般に風化層が発達しまた谷底および谷壁に長期間にわたって累積した二次堆積物の量も多い。とくに注目されるのは白岳砂岩層から崩落した岩塊が径数10cm～数mに及ぶ巨礫となって山麓部をはじめ中腹以上の谷底・谷壁に大量に蓄積されている点である。

今回の崩壊状況を見ると新たに大量の白岳砂岩層が崩落した形跡は少なく大部分の崩壊地が赤崎層の赤紫色頁岩層または姫ノ浦層群の頁岩砂岩互層部にその先端を發し谷底部および谷壁に累積していた二次堆積物が削剝されている形跡が著しい。したがって土石流の構成物質の大部分は中腹付近を中心として累積していた二次堆積物および一部風化層によって供給されたものでとくに惨害をもたらした巨礫流は二次堆積物中に蓄積されていた白岳砂岩層起源の岩塊がふたたび流下し再堆積したものと考えられる。そしてこのような巨礫・岩塊の流動を可能にしたものは急斜面を流下する集中的大量の水と頁岩起源の細かい岩屑との混合による泥流であったであろう。このタイプに属するものとしては姫戸町牟田地区 竜ヶ岳町脇浦・小屋河内地区同東浦地区および松島町^{たいばる}太原地区などが挙げられる。



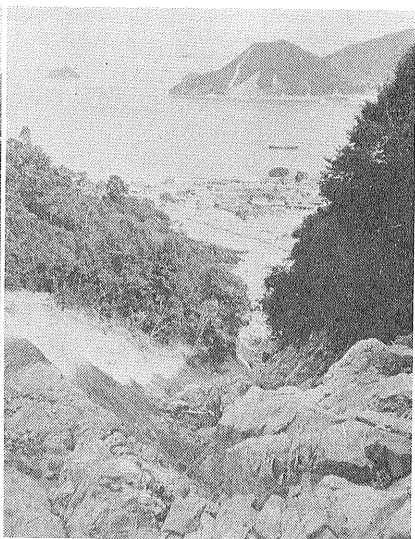
⑧ 倉岳山塊南東斜面の崩壊と土石流



⑨ 倉岳山塊南斜面の崩壊



⑩ 倉岳山塊北西側斜面の崩壊と土石流 南東側斜面に比べて緩斜面を呈し 崩壊度も小さい



⑪ 変成岩類の谷における削剝状態 竜ヶ岳町東風留にて

〔B〕の砂岩斜面型は白岳砂岩層が山頂（山嶺）部にあるという点で南東側斜面にとっては〔A〕の砂岩山頂型とほとんど同じ条件であるが北西側斜面にとってはその地形斜面が北西に向かって傾斜する白岳砂岩層の上盤とほぼ一致するという点で趣を異にする。この場合南東側斜面は〔A〕タイプの場合と同様に平均30～40°の急勾配を示すのに対して北西側斜面は平均20～30°のややゆるやかな勾配を示し左右非対称型の山塊となっている。北西側斜面では谷底には白岳砂岩層の層理面が露出していることが多くすべりやすいので滞留している二次堆積物の量は南東側斜面に比べて少ない。今回の土石流の規模も南東側斜面に比べて小さい傾向にありその後中腹付近の谷底に残留している巨礫岩塊量も少ない。北西側斜面の谷底にあった二次堆積物の大部分は今回の土石流によって流去したと考えられる。これに対して南東側斜面では〔A〕のタイプと同様に二次堆積物の中間堆積量が多く大規模な土石流を発生させかつまだ不安定な状態で残留している量も軽視できない。〔B〕のタイプに属する地質構造としては南東斜面の例として姫戸町二間戸地区同西河内地区竜ヶ岳町大道西部地区および松島町焼尾地区などが挙げられ北西側斜面の例として倉岳町浦川東岸斜面一帯が挙げられる。

〔C〕の火成岩山頂型は表層の物理的な形状としては〔B〕のタイプと類似するが白岳砂岩層の代りに玢岩～斑岩など第三紀貫入岩類が山頂（山嶺）部を構成しまた山腹の各所に岩床状または岩脈状に同岩類が露出し教良木層と交互している点の違いがある。また左右非対称型の程度は〔B〕のタイプよりもさらに大きく南東側斜面の中腹から山頂～山嶺部にかけての斜面勾配が45°を超えているのに対し北西側の斜面ではむしろ平坦面的な勾配を示している。また両斜面とも中腹から山麓部にかけて扇状地および崖錐の発達が著しくとくに南東側斜面において著しい。これらの扇状地および崖錐の発達は過去の地質時代における頻発的な崩壊と崩落～土石流の遺跡であり少なくとも第四紀後半以降における削剝→再堆積の激しい常習地帯であったことを裏づけるものである。棚底湾に面する集落の多くはその土石流堆積物の上に立地しているといえる。この〔C〕の型に属するものとしては倉岳および矢筈山周辺の倉岳町および栖本町の各斜面が代表的なものである。

〔D〕変成岩型（東風留タイプ）は竜ヶ岳町東風留付近に典型的に見られるもので一部は姫戸町南部に及んでいる。海岸に接して片麻岩～結晶片岩からなる高度

200m 以内の丘陵が段丘状に発達しているがこの部分の山腹の崩壊～土石流の大部分が変成岩類岩体において発生し供給されたものである。このタイプの特徴としてとくに注目されるのは谷が姫ノ浦層群の頁岩砂岩互層～頁岩の山地内部に発源している場合にも海岸線の集落を埋めた土石流堆積物の大部分はこれら変成岩類岩体から供給されている点であり姫ノ浦層群からなる奥地からの供給はほとんど水量のみに限られている。なお変成岩類に囲まれて一部に石灰岩が山頂部を形成しているところがあるが石灰岩体の直接の崩壊侵蝕の形跡はほとんどなかったものと考えられる。

次に第2図には省略されているものがあるが崩壊地点としては姫ノ浦層群や教良木層の頁岩～頁岩砂岩互層を主とする山体も少なくない。この場合には土石流といっても巨礫を伴わず“石”はほとんど細片化している。したがっていわゆる崖崩れによる崩落埋没による場合には人命に直結する被害を受けているが土石流による被害は建物の損壊程度に止まることが多くまたその移動状態も山津波というよりはむしろ地すべりの的なものが多く含まれている。地すべりの移動の代表的なものは松島町黒仁田地区に発生したものである。また姫戸町永目の被害状況を見るに谷の本流側は細片状の土石流に見舞われた形跡はあるが家屋の損壊状態は相対的に軽微でかつ人命に直接影響を与えるような急激な埋没現象はほとんど認められなかった。これに対して北側に入る支流部においては巨礫を交える土石流に襲われており人命・家屋の被害は著しいものが認められた。これは本流側においては巨礫の供給源となるような岩石が分布していないのに対し北入り支流側においては玢岩類が一部分布していたためと解してよいであろう。

4. 気象状況の特異性

今回の天草災害の直接の誘因は何といっても集中的な豪雨である。地質的条件とは直接の関係はないがその特異性について熊本地方気象台の資料（47年7月8日）にもとづいて若干の素人的推定を交えながら紹介しておきたいと思う。

47年7月6日におけるレーダーエコー強区域はいくつかの群となって九州山脈南部から八代海沿岸および熊本市周辺を経て島原半島に及び全体としてしだいに南から北へ移動する傾向があった。九州山脈を主とする山間部では7月5日が最大降水量（200～300mm）を示し7月6日の雨量はむしろ減少している。

7月5日に対島海峡付近にあって南下していた梅雨前線は6日の天気図（気圧配置図）では不明瞭となって

いるが九州中部の上空には日本海方面から寒気が流入し地表付近における南方暖気流との間に不安定な状態が強化された。6日午前阿蘇山から天草を結ぶ線上で鋭い収束が起こり激しい対流活動が発生雷を伴う集中豪雨となった。この種の集中豪雨は同じく47年9月12日夕東京で発生した雷雨(5,000m高度における -15°C の大气と日中地表で暖められた 27°C の大气とによる収束現象に伴ったもので時間雨量が最大50mm以上に達した)の場合と同様垂直断面における不連続線の形成によるものであり少なくとも天気図上には現われなかった前線なき集中豪雨とでも呼ぶべきものであろうか。天草における強雨域は上島東南半部に限られ7月6日に最大降水量を見る。竜ヶ岳および松島における7月6日の総雨量はそれぞれ284mmおよび198mmであるのに対し本渡および牛深ではわずかに12mmに過ぎないという極端な差が見られた。

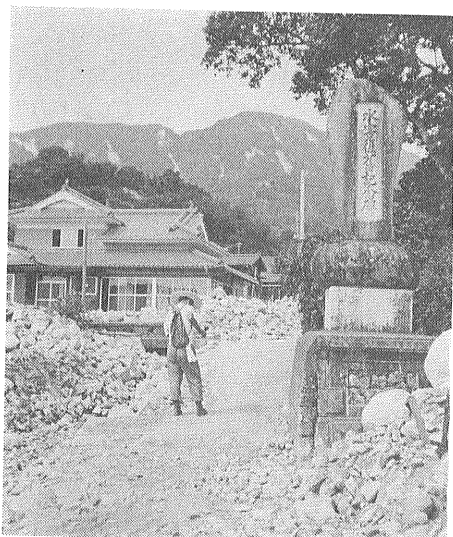
7月6日における熊本県下全般の地上風向は南～南西でレーダーエコーないし強雨域が北に移動している。牛深における南西風が6日未明から10m前後とやや強くなっている。御所浦島以南は強雨域には入っていない。また竜ヶ岳町における集中豪雨が6日早暁よりすでに始まっている。崩壊～土石流の発生が南部の竜ヶ岳町方面で11時～12時に北部の松島町方面で12時～13時と約1時間のずれがある。これらを総合すると収束対流に伴う激しい上昇気流は6日未明竜ヶ岳南斜面および倉岳南斜面においてまず発生しそれぞれ暖気流が北側上空に向かって強く吹き上げながら積乱雲を形成させ漸次松島町方面に移動して行ったことが推定される。そして暖気と寒気との鋭い対立が解消した同日午後に至

て天草周辺の集中豪雨は急速に終焉したのであろう。なお時間雨量のピークは竜ヶ岳で11時～12時の間に130mm松島で12時～13時の間に110mmに達している。

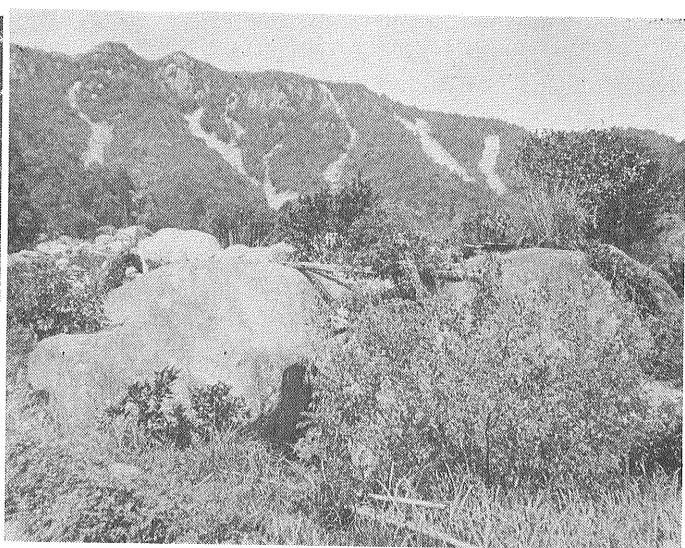
5. 天草の豪雨災害と土地条件

今回の天草の惨害は何といても時間当り雨量強度が100mmを超える記録的な集中豪雨によるものである。しかし地表に現われた諸現象や被害状況は必ずしも一律ではなく上述のように地質およびその反映としての地形による条件や水陸の分布状態などによってそれぞれ対応的な差異・特徴を見出すことができる。

たとえばもっとも被害の大きかった姫戸町や倉岳町の中でも姫ノ浦港周辺や棚底地区の旭・横道などの集落は崩壊～土石流地帯の真直中にありながら局部的な被害に止まっている。前者は土石流の巨礫を供給する岩層がない部分であり後者は過去の土石流によって形成された扇状地が少なくとも今回までは安定状態に維持されていたことを示すものである。この場合前者については将来とも大規模な惨害をもたらすような土石流は起こらないであろうと考えられるが後者については倉岳の南東斜面にあるという条件には変わらないから現在の河谷流路の変化状況いかんによってはそこがふたたび不安定な場所にならないとはいきれない。またほとんどあらゆる河谷およびその河口部が土石流に見舞われているとはいえ岬状あるいは台地状の岩盤の部分はほとんど致命的な破壊を受けていない。そして河谷においてはその延長が1km程度のもので巨礫を含む土石流の場合幅30m深さ2m程度の流動



⑫ 倉岳町宮田における過去(昭和11年)の水害記念碑



⑬ 段丘上に残る過去の土石流遺跡としての巨礫

断面積を必要としている。崖上・崖下の局部的破壊は時間雨量50mm以上または100mm以上の状況下において不可避であろうが 今回の土石流の流路および堆積部分を避ける限りそして地形とくに河床面の変化に伴う今後の土石流の流路および規模を考慮する限り 少なくとも今回のように土石流による惨害はまぬかれ得るのではなからうか。

河谷によっては一とくに白岳砂岩層および第三紀貫入岩類の南東側斜面においては まだ不安定な状態で巨礫を含む二次堆積物が残留しているところがある。これらの分布および残留蓄積量についての調査が必要であろう。

次に天草上島の地質は 岩層自体としては 全国的に見て決して弱いものではなく 赤崎層の赤紫色凝灰質頁岩を除けば固結度・緊密度・排列状態・変動破砕度などから見て その強さはむしろ中程度あるいはそれ以上の状態を示す場合が多い。類似の地形・地質は天草下島にも見られ またシラスや火山灰土は別格としても 天草よりも水の衝撃的破壊力に対する抵抗力の小さい岩層の組合わせは全国至るところに見出すことができる。今回の崩壊～土石流を発生させたものは大部分が 過去の長年月の間に徐々に山腹斜面に累積した二次堆積物と風化層であるから いわば崩壊・土石流のエネルギー蓄積とまれに見る集中豪雨とが交わった時点であったと結論づけることもできる。

ところで天草の過去には今回のような地表変動がなかったのであろうか。住民の記憶としては遠いものには違いないが たとえば 松島町太原地区には約60年前に

起こったことがあると伝えられ また倉岳町宮田地区では昭和11年に被災の経験がある。しかし栖本町大河内地区に発生した地割れ地点の墓石に慶応・元治・寛政などの文字が残されている事実を見ると 少なくとも約200年は安定していた場所さえも今回動き出したという点でおそらく数100年の稀有の出来事であったとも考えられる。しかしさらに地質時代に遡ってみると 各河谷両側の段丘面に残された巨礫群や倉岳山塊周辺に発達する崖錐・扇状地群の存在は 第四紀後半以降における大規模な崩壊～土石流の反覆を物語るものである。

最後に姫戸町から栖本町に至る海岸線は低平地面積がきわめて少ない割には 姫戸町北部と棚底湾東岸を除いて集落と人口が密集している。気候・地形・地質・海陸分布および住民の生活様式が類似する日南海岸の都市部を除く地域や日豊海岸と比較すると 人口密度はおそらく数倍に達しているのではなからうか。ちなみに海岸線沿いの直距離4kmの範囲に入る集落数は 日豊海岸が0～5であるのに対し 天草上島南岸では一般に6～8に達している。現時点における社会現象としていわゆる過疎の流れを生じているとはいえ 自然条件の上からはむしろ過密状態にあるとも見ることができる。この地域に古い原生林がまったく見られないのはそのためであろうか。この地域の河谷沿いに100年単位のせめて50年生以上の暖帯照葉樹林が維持されていたならば 崩壊と土石流の被害は最小限度に止っていたかも知れない。それは薄い表層土壌を保持し また常日頃むしろ問題となる水源の涵養に大いに役立つのだが。

(筆者は 応用地質部)

四国・中部・関東班の 47.7 豪雨災害

安藤 武

昭和47年7月の梅雨前線による集中豪雨は 全国にわたって各地に大きな災害をもたらした。とくに山地崩壊による人的・物的被害が目撃された。筆者は豪雨非常災害本部の中で四国・中部・関東地域調査団の一員として 次の3地区を調査した。

- I 高知県土佐山田町繁藤の災害——秋父帯における地すべり性崩壊
- II 愛知・岐阜県地域の災害——風化花崗岩地帯の山くずれ
- III 神奈川県山北町の災害——丹沢山地の山くずれ

短期日の調査であったため 十分に調査できなかった面があり また調査結果に細かい検討を加える作業が残されている。今回の調査結果は 今後の対策に寄与しているが 素因や誘因に関連する問題・予測の方法などについては いくつかの研究課題を提起した。

I 繁藤の崩壊

1. 災害の概要

現地は高知県土佐山田町繁藤であり 吉野川水系の穴