

ISSN 0386—5878
土研資料第2039号

土木研究所資料

昭和58年 7月山陰豪雨災害における
土石流災害等に関する調査報告書

昭和59年 1月

建設省土木研究所
砂防部砂防研究室

Copyright © 1984 by P. W. R. I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複写は土木研究所長の承認を得ずしてこれを行なってはならない。

は　じ　め　に

昭和58年7月23日梅雨末期の集中豪雨により島根県西部を中心に死者行方不明107人の大災害が発生した。死者の約80%の87人はがけ崩れ、土石流等の土砂災害によるものであった。

災害の概要はすでに土木研究所急傾斜地崩壊研究室の土井　功室長によってすでに紹介されている^{1),2)}。土木研究所砂防研究室は島根県砂防課の協力を得て昭和58年12月に現地調査を実施した。被災地は広範囲で、地質は砂岩、頁岩、花崗岩など種々のものがあり、がけ崩れ、土石流の形態にも種々あるが、限られた日数で全てを調査することはできなかった。

本報告書は、雨量資料の解析、現地調査による災害事例の紹介、それに対する防災の観点からの考察をとりまとめたものである。

危険溪流判定上の問題点、警戒避難基準雨量、避難の実態等については別に検討しているので改めて報告する。

調査に協力頂いた島根県砂防課綿織武教主査に深甚なる謝意を表します。

昭和59年 1 月

砂防部 砂防研究室

研究室長　瀬　尾　克　美

主任研究員　水　山　高　久

下　東　久　己

目 次

はじめに

1. 豪雨の概況と土石災害の空間的分布	1
2. 雨量強度と土石流発生の時間的分布	7
3. 土石流の規模等の分布	15
4. 現地調査の結果と考察	17
4.1 がけ崩れの例	17
(1) 形 状	17
(2) 崩壊土砂の粒度分布	18
(3) 木の根の影響	19
4.2 土石流量による侵食, 堆積状況の例	19
4.3 流木を含む天然ダムの破壊による土石流の発生 (仮説)	29
4.4 土砂流の例	31
4.5 河岸近くの山腹崩壊による河道閉塞の例	32
4.6 多量の土砂流出による河床上昇, 流路埋塞の例	33
4.7 河道湾曲部における溢水, 氾濫の例	33
4.8 砂防ダムが流出土砂を捕捉し災害を防いだ例	34
4.9 砂防ダムの被災	35
5. 土砂による家屋の破壊に関する考察	36
6. 結 語	39
参 考 文 献	40

1. 豪雨の概況と土砂災害の空間的分布

1.1 気象状況（松江地方気象台）³⁾

7月18日、日本海の南海上まで南下して一時弱化した梅雨前線は、西側では不明瞭になっていた。19日ボッカイ湾付近にあった低気圧が、20日日本海を東進するとともに梅雨前線が顕在化し次第に南下、山陰沿岸に接近してきた。14時頃から県東部山沿いを中心に雨が強まり、夜は降ったりやんだりだった。21日早朝梅雨前線が陸地にかかり、2時頃から雨が強まって、波佐6時前1時間降水量40mmになるなど7時頃まで強い雨が降った。日中は梅雨前線が瀬戸内付近まで南下したので、雨はやんだ所もあり一時小康状態だった。その後梅雨前線は再び北上して活発となり、20時頃から雨が強まり22時の前1時間降水量は波佐で55mm、弥栄53mmの激しい雨が降ったが夜半前には弱まった。22日に入ると雨域は東部沿岸、隠岐島にも広がったが、時間雨量は大田で3時の27mmを最高に、20～25mmの所が多かった。この後梅雨前線は山陰沖まで北上し、雨がやんだ所も多くなった。降り始めから22日24時までに県西部では平野部で200～250mm前後、山間部で200～280mm程度の雨量があった。北上した梅雨前線上の低気圧が22日夕刻から夜半にかけ山陰沖を東進した後、梅雨前線は寒冷前線の形態で南下し島根県にかかった。22日夜から23日午前中にかけて台風4号はフィリピンの東海上を北西進し、日本の南海上から高温多湿な気流が前線付近に流入して前線活動が活発になり、この前線上を小低気圧が通過する時、県西部で23日0時から雨が強まり所により1時間降水量50mm以上の激しい雨が継続的に降り、益田90mm（6時～7時）など記録的なものだった（図-1.1）。また浜田では22日、23'24"よりR'（雷雨）あり23日、10'00"まで継続的に続いた。はじめNW（北西）（04'30"）0411R'（雷雨）（南1km（s）-1000、益田325mm（0時～8時その後観測不能）、桜江256mm（0時～11時その後観測不能）、三隅150mm（0時～4時その後観測不能）に達した（図-1.2）。午後から梅雨前線は北上、県東部、西部の雨は弱まったが、隠岐島では24日早朝にかけかなりの雨が降った（図-1.3）。これを三坂山気象レーダー観測によって雨雲の動きをみると、22日午後いったん日本海海上に北上したエコーは、刻から北東から南西にのびる線状エコーとなり島根県地方に南下した。22日夜半よりエコー域の走向は、次第に東西となり23時には山口県沖でエコー域が広がってきた。

23日0時には山口県沖のエコー群は陸地に接近し上陸とともに急速に発達、浜田付近に上陸したものは高度10km以上に達して激しい雨をもたらした。1時にはエコー域の南北の幅はせまくなったが、東北東より西南西にのびるエコー域は一つのバンド状となり、この中を強いエコーセルがほぼ東西方向に線状にならび東進した。この強いエコーセルの通過する浜田を中心とする地域で非常に強い雨を観測した。（図-1.4）。エコー頂高度は高い所で約14kmを観測している。その後、エコー域はゆっくり南下し、3時過ぎからは益田を中心に帯状のエコーが東西に広がるパターンとなった。益田付近まで南下した帯状エコーは8時頃まで停滞し、この期間、強いエコーセルが次々と海上より東に進んで上陸し益田を中心に豪雨をもたらした。益田付近では7時エコーの高さは、13kmで近くのエコーも10kmを超えている。

8時過ぎよりエコー域はゆっくり北上を始め、11時まで浜田を中心に東西にのびる強い帯状のエコーを観測、浜田付近に再び強い雨をもたらした。9時には浜田付近で12kmの強いエコーを観測している。

エコー域はゆっくり北上を続け11時には強いエコー域は浜田を抜け、江東付近に移動したが、この頃から陸上のエコーは弱まる傾向を示し、今まで観測されていた陸地の帯状の強いエコー域も形はくずれてきた。このため県下の雨も強い所で10mm内外となってきた。北上したエコー域は海上では引き続き強かったが島根半島に一部かかったのみで夕刻にかけて次第に弱まった。

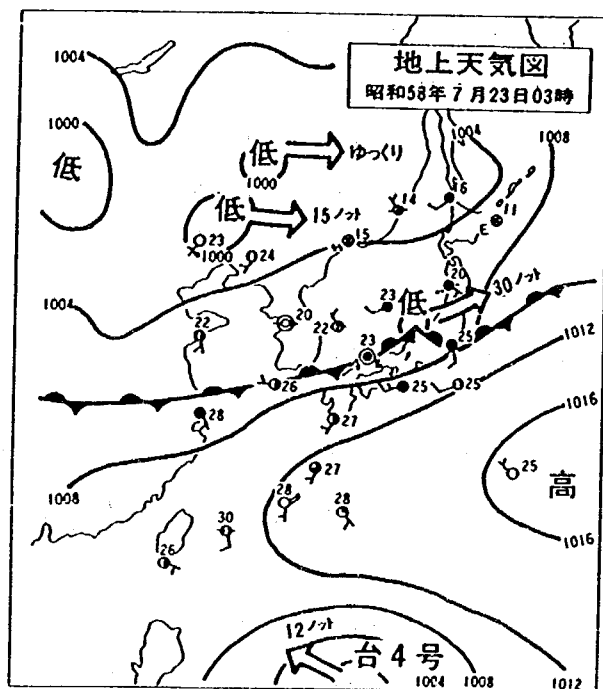


図- 1. 1 地上天気図 (昭和58年7月23日03時)³⁾

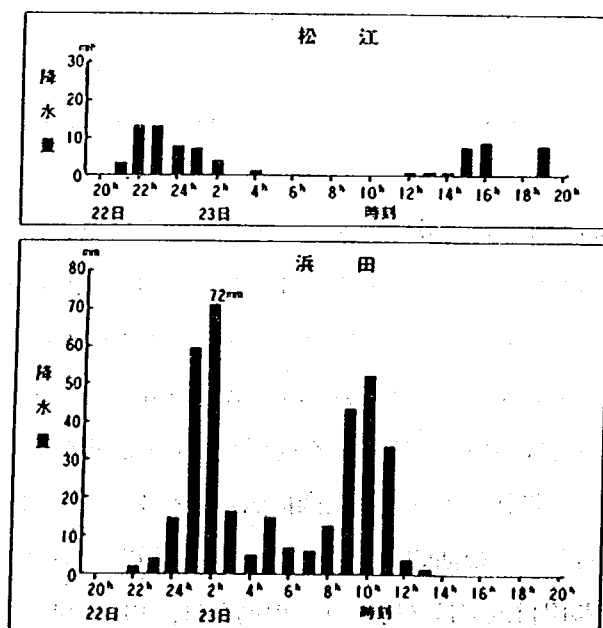
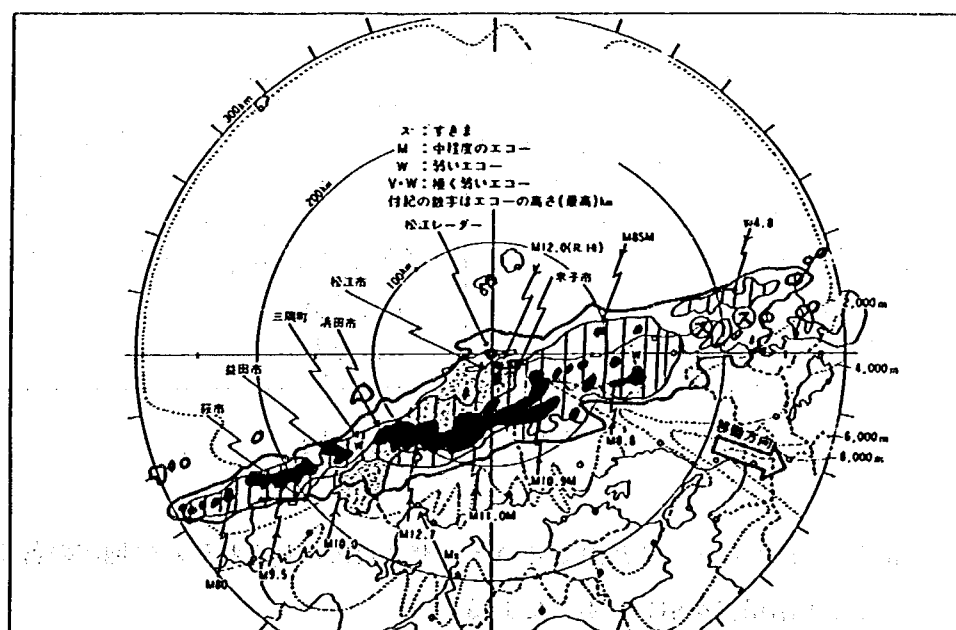
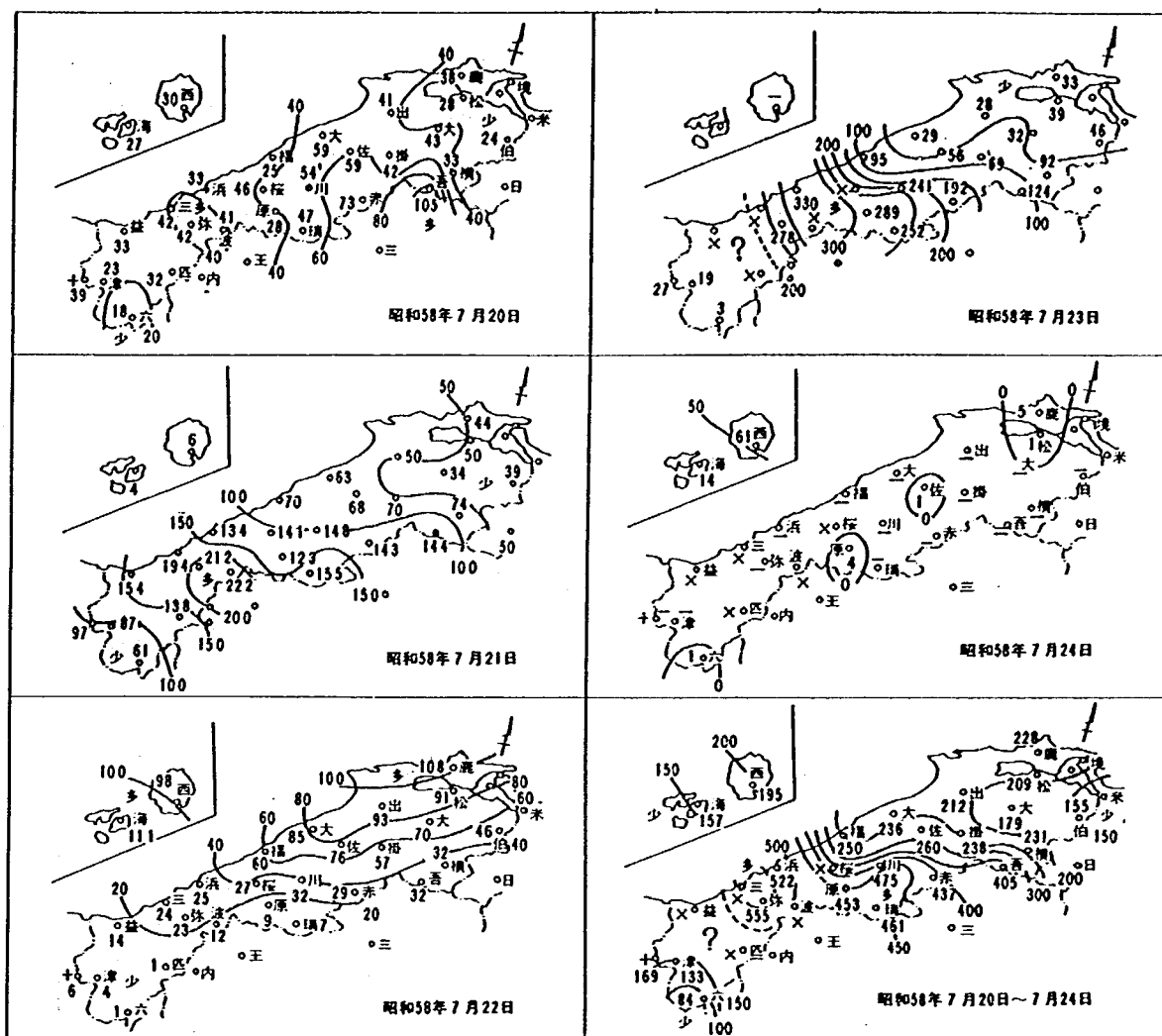


図- 1. 2 時間雨量 (昭和58年7月22日20時～23日20時)

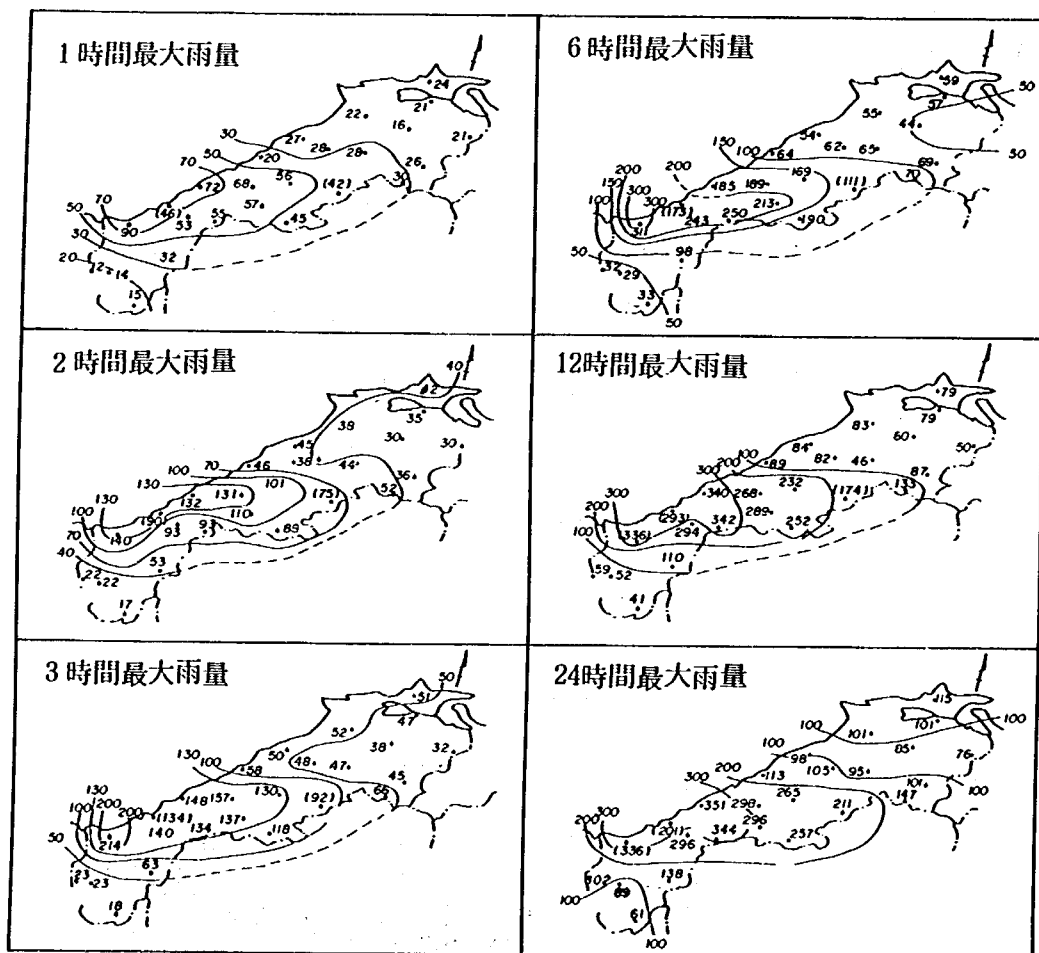


1.2 強雨域の分布と移動

強雨域の分布図の中で、1時間最大雨量が最も多い地域は島根県西部の益田市から浜田市の海沿いで、特に益田地区では時間90mmの記録的な豪雨となっている。県西部端、及び東部では時間10mmから20mmと三隅地区周辺との差は非常に大きくなっており、局所的な集中豪雨であったといえよう。2時間から24時間までの時間最大雨量を見ても、益田市、三隅町、浜田市に弥栄村を加えた範囲の雨量が最も多くなっており、短時間雨量の大きい地域は1日程度までの雨量の多い地域と一致している。

土石流等の土砂災害の分布と強雨域の分布を比較してみると、ほぼ対応している（図－1.5、図－1.6 参照）。

土砂災害の発生した地点は、1時間雨量50mm、2時間雨量100mm、3時間雨量130mm、6時間150mm以上の範囲となっている。



図－1.5 強雨域の分布図

図－1.5は、昭和58年7月20日から7月24までのアメダス日表より、それぞれの地域の各時間最大雨量を拾い出し、おおよその等雨量線を引いたものである。

益田市・三隅町・赤名については、益田市23日9時、三隅町23日5時、赤名23日4時より欠測しているため、図中の（ ）内の数値は欠測を含んでいる値である。

1.3 土砂災害の空間的分布

雨量の多かった益田市、三隅町、浜田市を中心に災害が発生した。死者、行方不明者の発生位置を図-1.6に示し、犠牲者を表-1.1に示す。土砂災害は表-1.2のとおりである。

死亡、行方不明者の年齢分布は図-1.7に示すように小児と老人、30代前半が多く、10代～20代、30代後半～40代前半が少ない。被災地の人口構成が不明であり、あくまでも推測であるが、10代から40代前半までは災害を察知した時の行動が早く、負傷した場合でも耐力があると考えられ、死者・行方不明の数が少なくなっているものと思われるが、30代前半で数が多いのは家族の世話等をしている時に災害に遭ったのか、災害が7月23日の朝方に多いことから、睡眠中に崖崩れ等の災害に偶然に遭ったことなどが想像される。

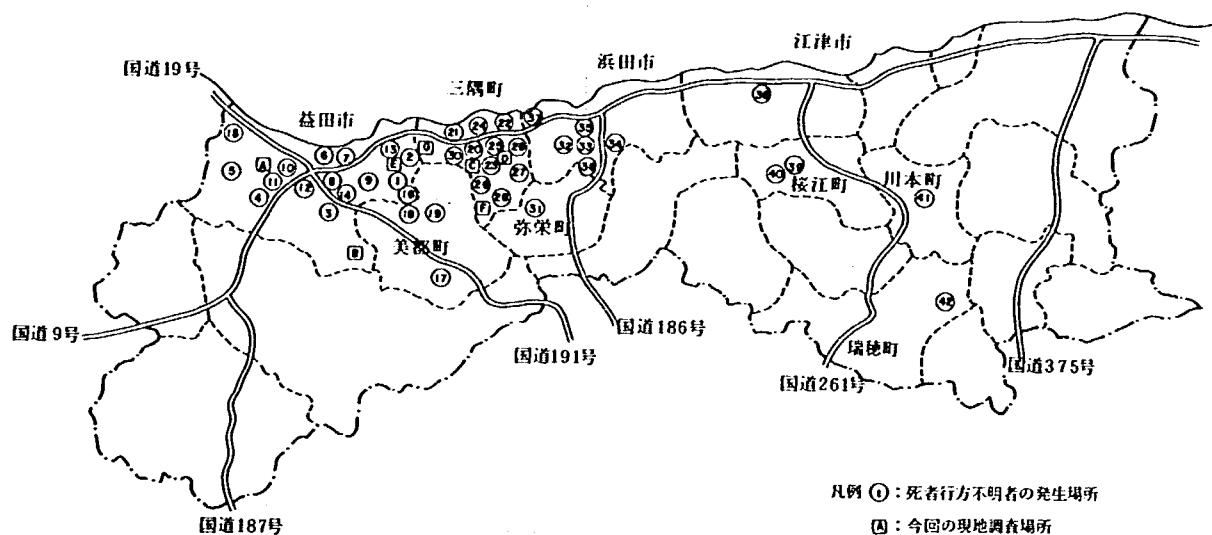


図-1.6 死者行方不明者の発生場所³⁾

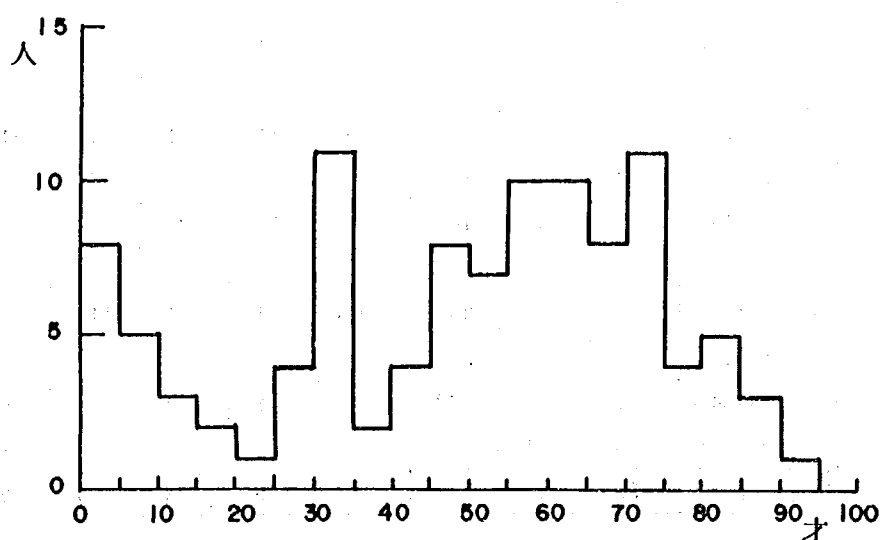


図-1.7 死者行方不明者の年齢分布

表-1.1 犠牲者（カッコ内は不明者，図-1.6 参照）³⁾

番号	場 所（市町村別）	死者数	番号	場 所（市町村別）	死者数
1	益田市 下種町	5	22	西河内	1
2	金山町	6	23	河内	4
3	七尾町	2	24	古市場	1
4	安富町	2	25	三隅	3
5	美濃地町	2	26	矢原	3
6	下本郷町	1	27	井野	3
7	久城町	1	28	黒沢谷	1
8	本町	1	29	室谷	1
9	乙吉町	1	30	向野田	1
10	内田町	1	31	弥栄村 木都賀	2
11	虫追町	1	32	浜田市 徳出町	15
12	須子町	2	33	黒川町	3
13	西平原町	1	34	後野町	1
14	東町	1	35	杉戸町	1
15	飯浦町	1(1)	36	野原町	1
16	種村町	3	37	西村町	1
17	美都町 山本	5	38	江津市 二宮町	1
18	小原	2	39	桜江町 川戸	1
19	三隅町 三谷	1	40	市山	(3)
20	芦谷	2	41	川本町 川下	3
21	岡見	14	42	瑞穂町 布施	2

表-1.2 島根県における土砂災害状況

被害区分		市町村名	浜田市	三隅町	益田市	桜江町	美都町	弥栄村	その他	島根全体
災害形態	全壊	土石流	2	45	12		9	7	7	82
		がけ崩れ	46	92	148	2	26	9	19	342
		地すべり	8						7	15
		計	56	137	160	2	35	16	33	439
	半壊	土石流	9	34	26	7			21	97
		がけ崩れ	45	42	77	5	11	11	22	213
		地すべり		2						2
		計	54	78	103	12	11	11	43	312
	一部破損	土石流	14	50	100	15			56	235
		がけ崩れ	117	38	169	16	31	21	62	454
		地すべり		6						6
		計	131	94	269	31	31	21	118	695
死者・行方不明		土石流		4	1					5
		がけ崩れ	7	23	22		8	2	3	65
		地すべり	15	1					1	17
		計	22	28	23		8	2	4	87

2. 雨量強度と土石流発生の時間的分布

土石流の発生した時間的分布を図-2.1に示す。さらに雨量と土石流発生件数の時間的分布を町村別に集計して、その代表的なものを図-2.2.1から図-2.2.5に示した。また、土石流の発生しなかった地域の雨量も図-2.2.6と図-2.2.7に示した。

土石流の発生時刻と雨の時間的分布を見ると、ほぼ雨のピーク時に土石流の発生頻度が最も高くなっている。しかし、弥栄で見られるように、今回の現地における聞き込み調査でも雨のピークに比べて土石流の発生時刻は多少遅れるようである。これは前期雨量が比較的少ない場合、降雨量がピークに達しても雨水は一時、流域に貯留され、その後の雨とともに一気に流出して土石流となることが考えられる。

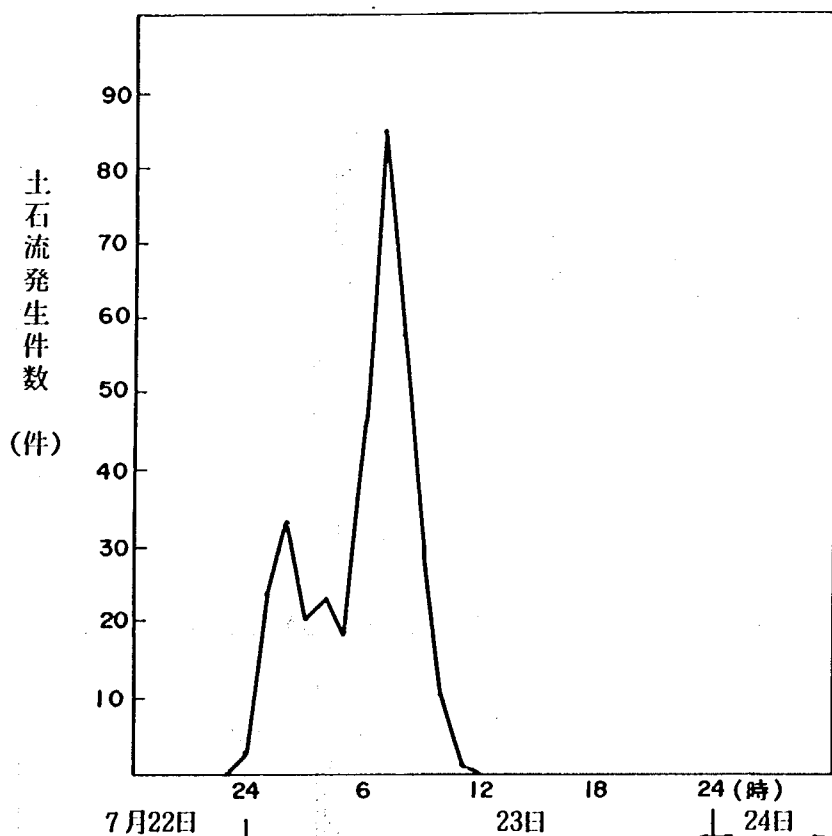


図-2.1 島根県における土石流発生時刻分布図

(1) 土石流の発生した地域の時間雨量及び土石流発生分布

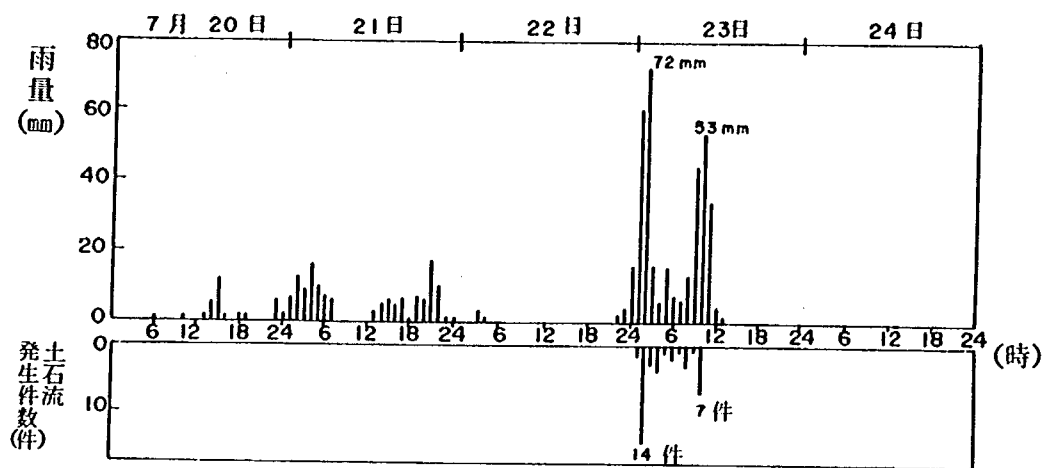


図-2.2.1 浜田市

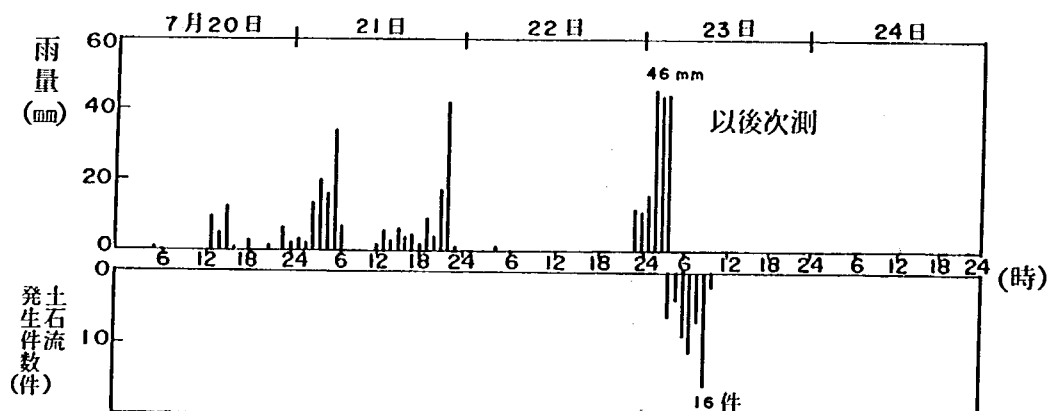


図-2.2.2 三隅町

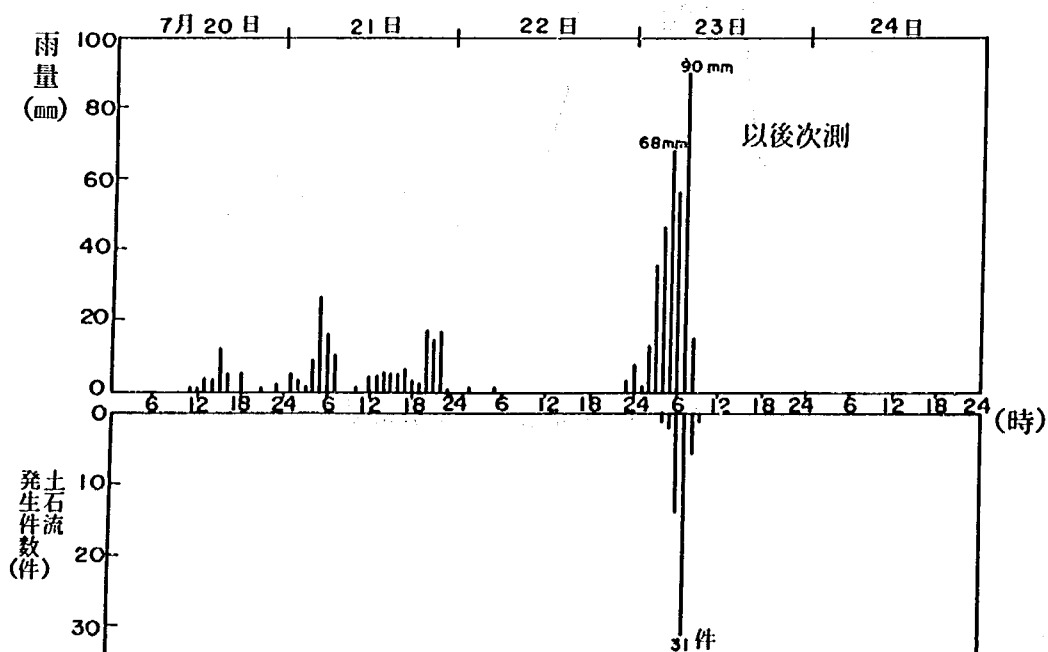


図-2.2.3 益田市

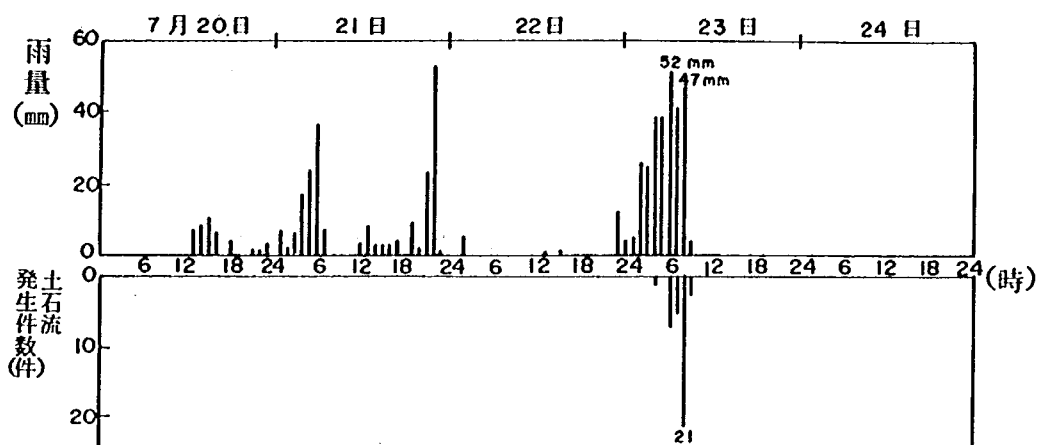


図-2.2.4 弥栄村

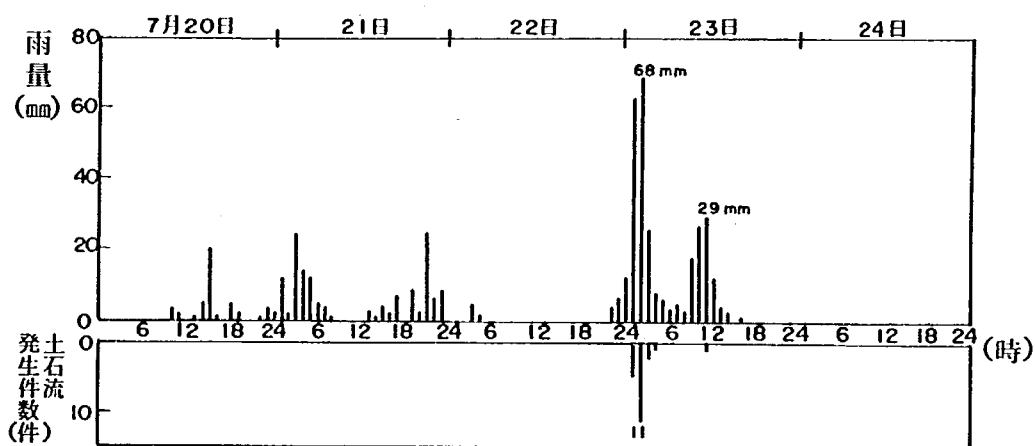


図-2.2.5 桜江町

(2) 土石流の発生しなかった地域の時間雨量分布

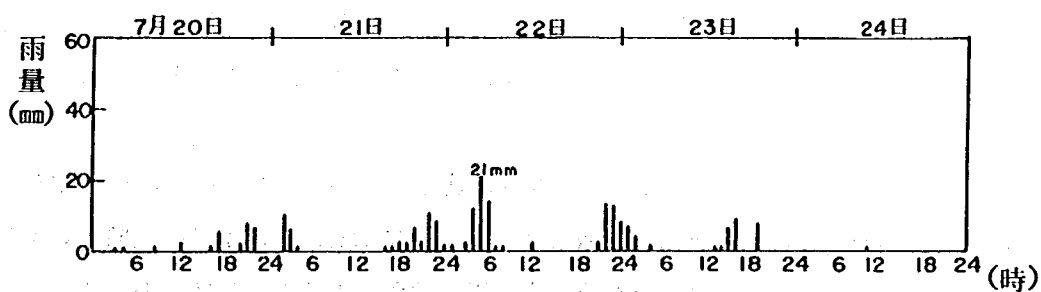


図-2.2.6 松江市

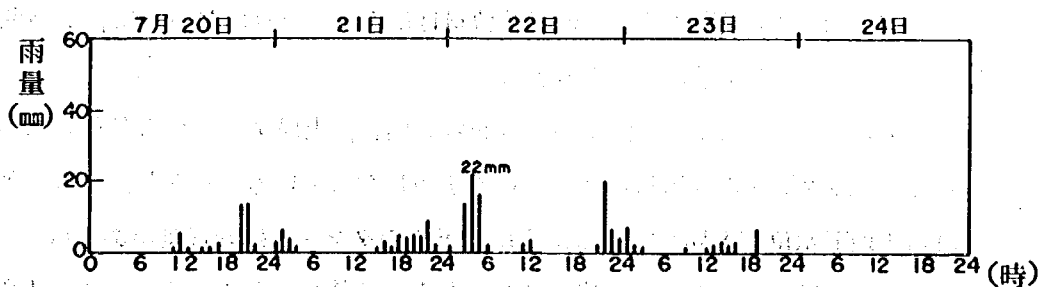


図-2.2.7 出雲市

次に、図-2.3に示すような定数をもつタンクモデル⁴⁾で貯留量の時間的変化を追跡した。この諸定数は石原、小葉竹によって花崗岩地帯の流出モデルとして提案されているものである。

雨量の欠測の無い浜田市、桜江町、弥栄村について、1段目タンクの貯留量および1～3段のタンクの貯留量の合計の時間的変化を図-2.3～5に示す。

浜田市、桜江町の計算結果によると、1段目タンク貯留量のピークの時刻は、1時間最大雨量の発生時間と一致しており、土石流の発生もこの時に集中している。貯留量の合計のピークは8～9時間遅れて土石流発生時刻の分布とは無関係と思われる。一方、弥栄村（図-2.5）の計算結果では、1段目タンク貯留量のピークは最大時間降雨発生後、約2時間で生起し、土石流発生件数のピークの時刻は、1段目タンク貯留量のピーク時と一致している。この時、貯留量合計もピーク値を示す。

この差は、弥栄村の最大時間雨量が52 mm/hr で浜田市、桜江町の72 mm/hr , 68 mm/hr と比べて小さいために生じたと考えられる。

結論として、時間雨量強度が60 mm/hr 程度以上では、1段目タンクの貯留量のピークと最大時間雨量の発生時刻が一致することが多いので、どちらによっても土石流発生を説明することができるが、降雨強度の小さい降雨の場合には1段目タンクの貯留量の方が土石流発生時刻を良く説明することができる。

上述の3例とも、1段目タンクの貯留量が45mmになると土石流が発生し始めており、これを限界値として土石流発生予知に使用することができそうである。小豆島の災害に道上⁴⁾がこのモデルを適用した結果では、1段目の貯留量が80mmに達するか、流出量が、20mm/hr に達すると土石流が発生することになっており、島根災害の方が、小さい貯留量で土石流が発生している。なお、道上がこのモデルを呉市の崖崩れ（1951～1979）に適用した場合の限界値は、全貯留量で70mmと報告している。島根災害では、前期降雨が、150～200 mm あり、この雨による1段目貯留量のピークは浜田市で36.6mm、桜江町で42.3mm、弥栄村では66.3 mm となっている。この前期降雨で、浜田市、桜江町には土石流発生の報告は無いが、弥栄村では25件の発生時刻不明の土石流があり、この間に発生したことも十分考えられる。この間の全貯留量のピーク値は、浜田市112.2 mm、桜江町117.9 mm、弥栄村160.3 mmであるが顕著な崖崩れ、土石流災害は発生していない。

図-2.6は浜田市の雨量資料について前期雨量を考慮したものと、しないものを比較したもので、1段目貯留量には18時間前の雨もほとんど影響していないのに対し、全貯留は前期降雨の影響を強く受けていることがわかる。1段目貯留量で土石流発生限界が評価できるとすれば、雨の規模にもよるが、日雨量150mm程度で、24時間以上経過すると1段目貯留量はほとんどゼロになるので、24時間程度以内の前期雨量を考慮すれば土石流発生予知には十分と言える。

ただし、現在のタンクモデルは短時間雨量が比較的多い場合、上段タンクから多量の水が供給され続ければ、いくらでも下段タンクの貯留量は増していくようになっている。しかし、実際は連続して多量の水が供給されると地下水位が上昇してくるようになり、下段のタンクには許容量があるはずである。よって、2段目あるいは3段目のタンクが飽和状態になったとする値を与えて、その時点で上段からの浸透水量はゼロとなるようにして、上段の流出水量及び貯留量が増加していくような工夫が必要である。

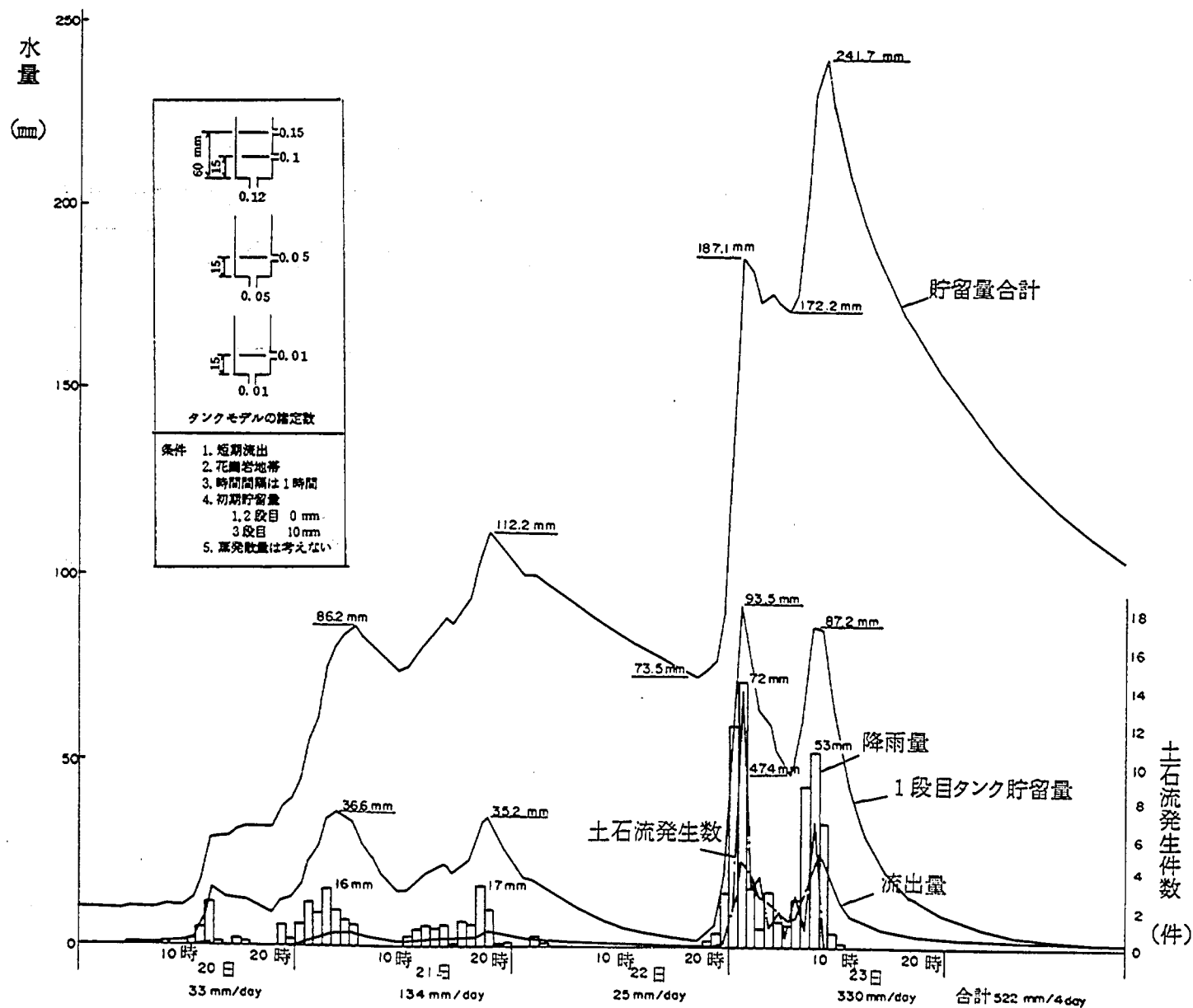


図-2.3 山陰豪雨災害のタンクモデル法による洪水流出計算 (島根県浜田市)

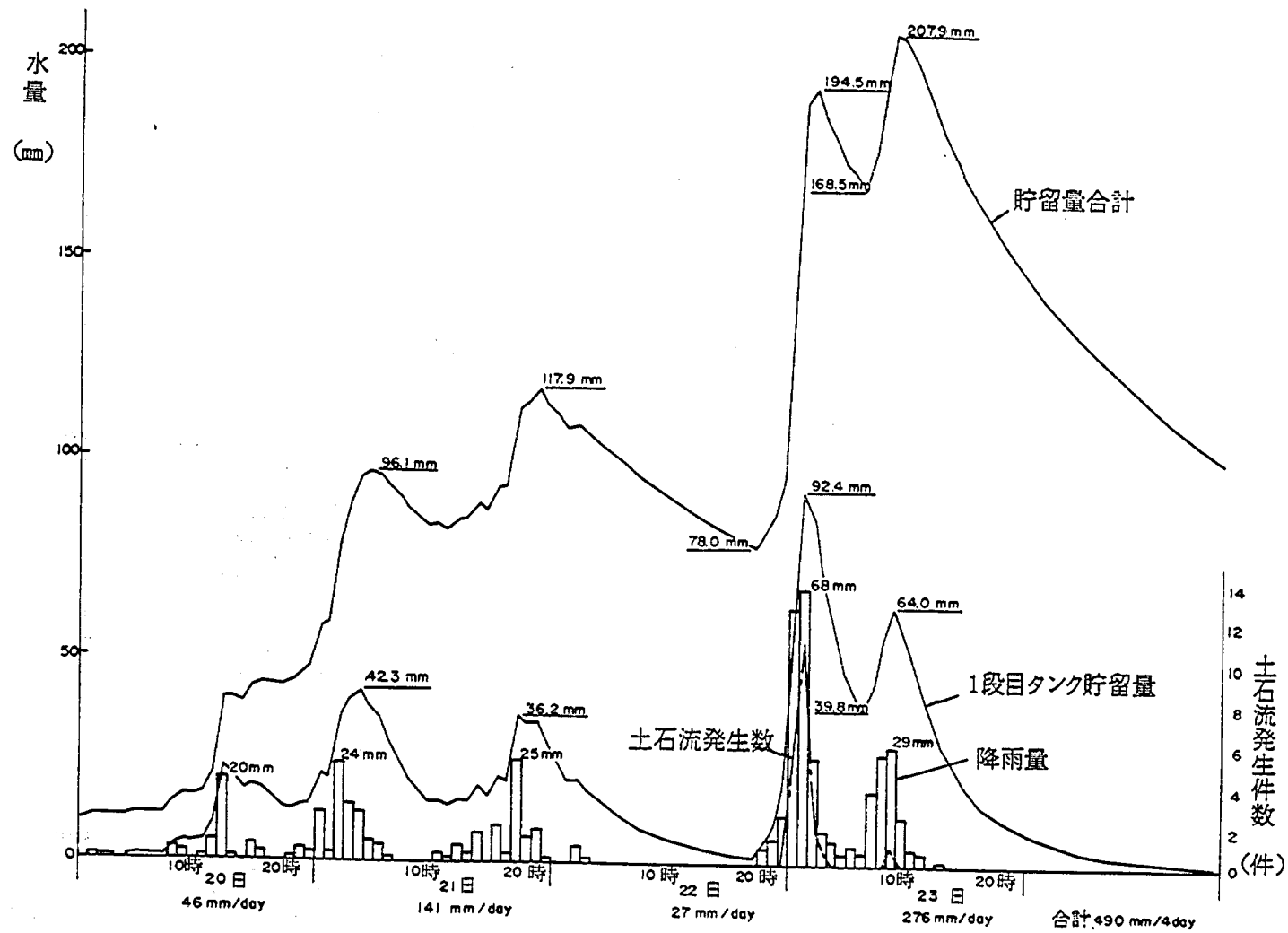


図-2.4 島根県桜江町

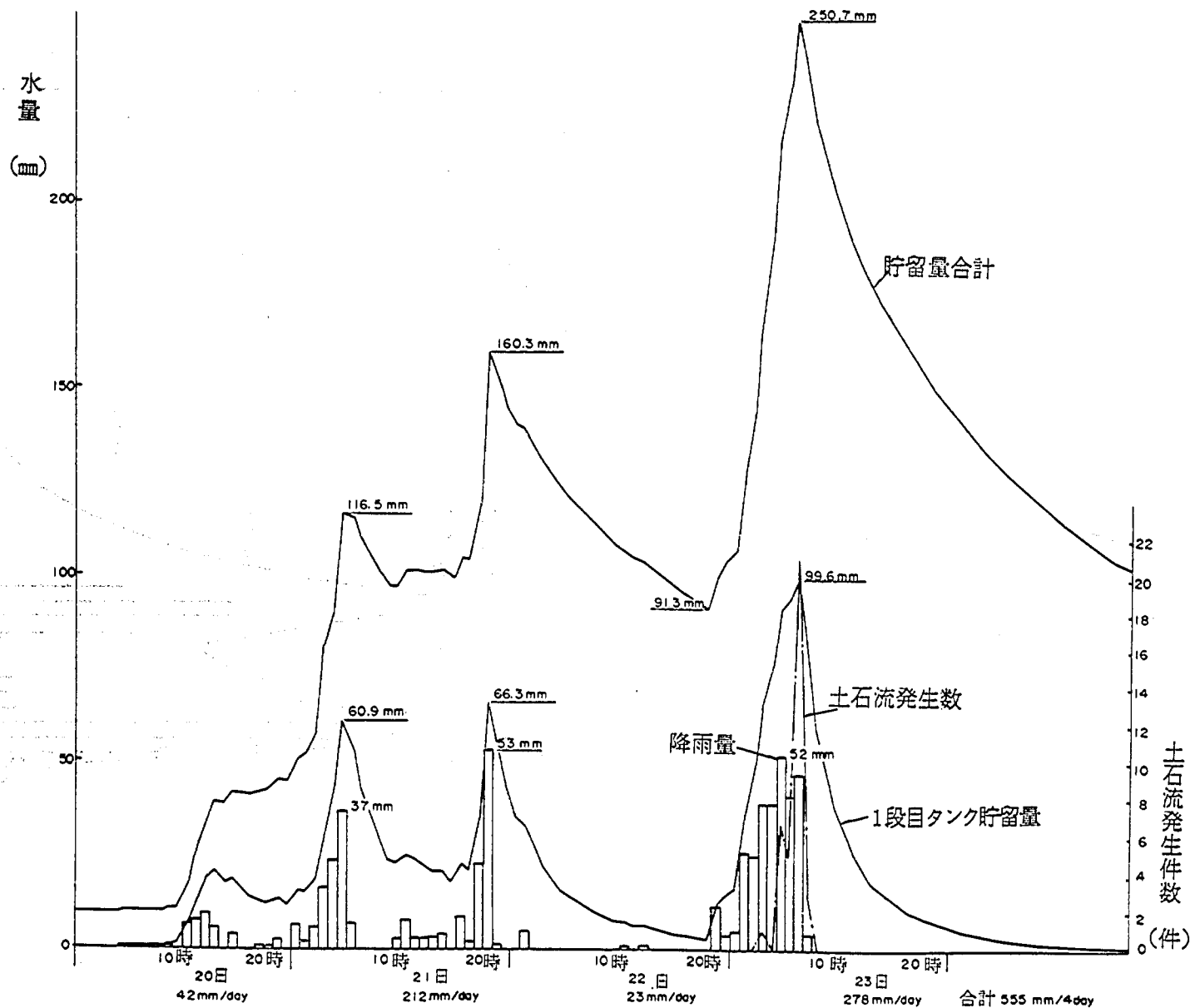


図-2.5 島根県弥栄村

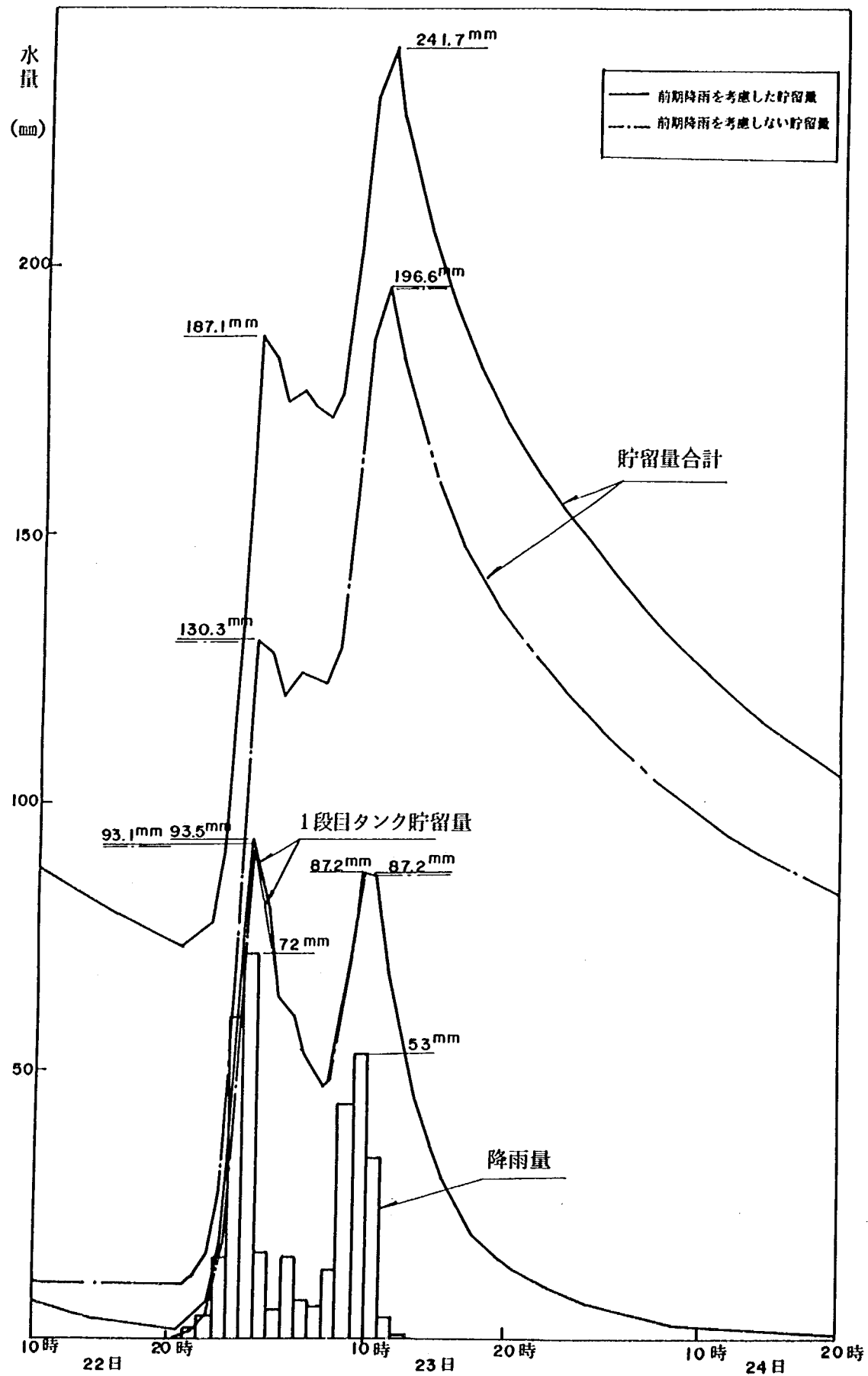


図-2.6 浜田市の前期降雨に関する貯留量の比較

3. 土石流の規模等の分布

島根県の災害報告調書に基づき、堆積土砂の最大粒径、氾濫面積、流出土砂量、溪流流域面積の分布を調べた。

(1) 堆積土砂の最大粒径

図-3.1に示すように、50~100cmを最頻値としてほとんど1.5m以下であるが、4m以上の巨石も報告されている。地域別に集計してみたが、差はとくに見られない。ただし、4m以上の巨石は那賀郡弥栄村に限られていて、安山岩または石英安山岩溶岩のブロックと推定される。

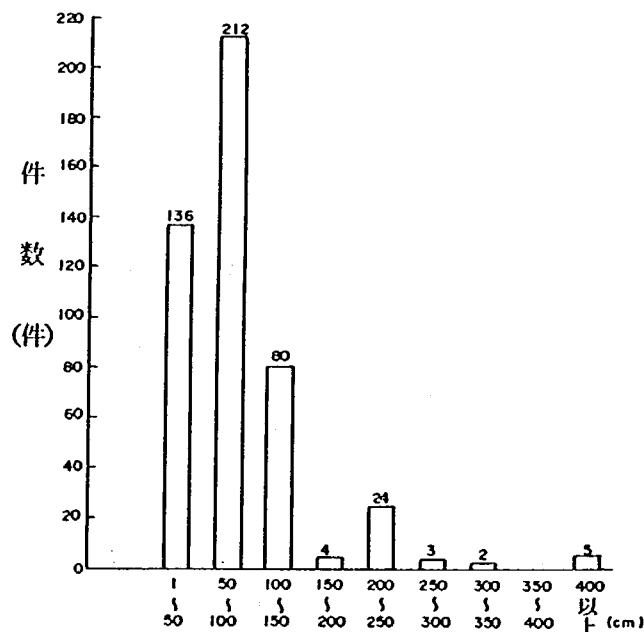


図-3.1 堆積土砂の最大粒径頻度分布
※ 1~50とは $1 \leq d < 50$ である。

(2) 氾濫面積

氾濫面積を分布を図-3.2に示す。最頻値は1000~5000 m^2 にある。

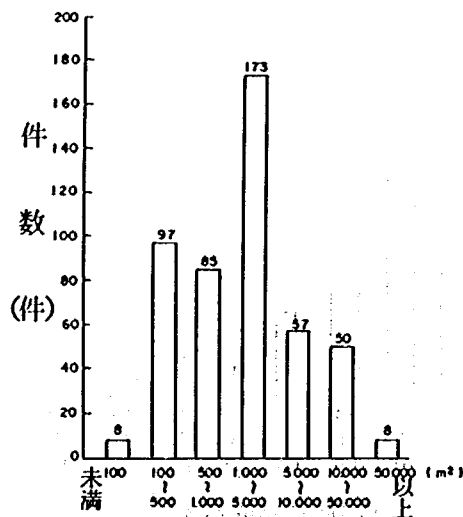
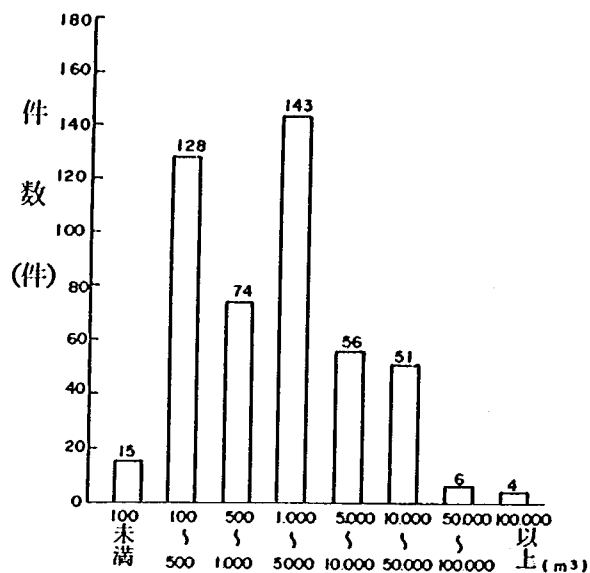


図-3.2 氾濫面積の頻度分布
※ 100~500とは $100 \leq A < 500$ である。

(3) 流出土砂量

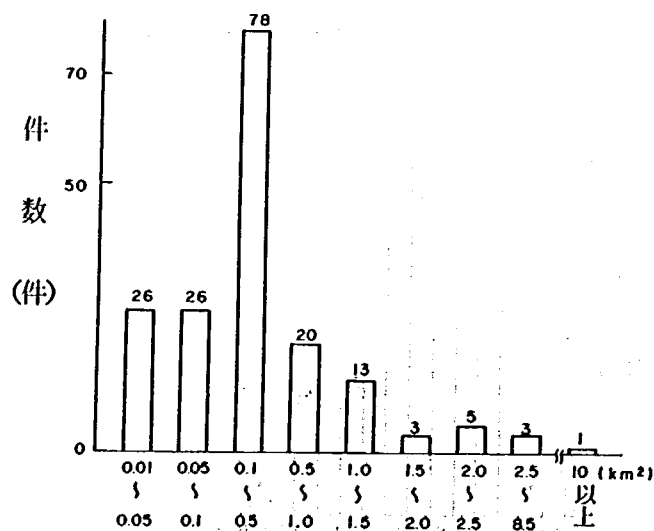
100～500 m³ の小規模なものと 1,000～5,000 m³ にピークがある（図－3.3）。この傾向は全国的な資料による解析結果⁵⁾ にも見られるが、原因は不明である。今回の災害では、1 万 m³ 以上の大規模な土石流の割合が、既往災害に比べて多かったようである。



図－3.3 流出土砂量の頻度分布
※ 100～500 とは $100 \leq V < 500$ である。

(4) 溪流流域面積

土石流が発生した溪流の流域面積の分布は図－3.4 のようになる。最頻値は 0.1 ～ 0.5 km² で全体の 45% を占めている。また、ほとんどが 1.5 km² 以下で、1.5 km² 以上の流域をもつ溪流は 7% 程度である。これは全国平均的な分布で、昭和57年の長崎豪雨災害における土石流発生溪流の流域面積が、0.01 ～ 0.05 km² に集中していること⁶⁾ と対照的である。



図－3.4 溪流流域面積の頻度分布
※ 0.01～0.05 とは $0.01 \leq A < 0.05$ である。

4. 現地調査の結果と考察

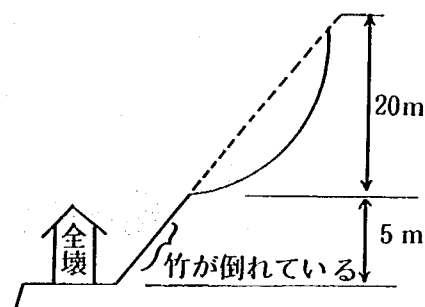
4.1 がけ崩れの例（益田市内田 図図－1.6 参照）

(1) 形 状

- ㊦ 25mの高さの斜面の上部20mが幅10mで崩れたもので、崩壊深は最深部で1.5m程度である。周辺には40年生程度、最大胸高直径50cm程度の赤松が生育している。崩壊斜面は少し谷形をしており、崩落土中には粘土が見られた（図－4.1，写真－4.1）



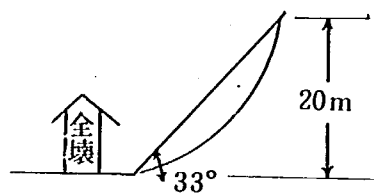
写真－4.1 崩壊斜面全景



図－4.1 がけ崩れ見取図

- ㊧ ㊦の近くの斜面で高さ約20m、勾配33°で幅約30mにわたって斜面の下部から崩れている。ここには直径30cm程度（40～50年）の赤松が生えていた（図－4.2）。

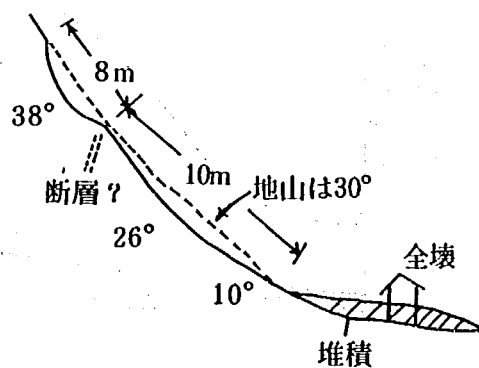
- ㊨ 谷地形をした斜面の崩壊で、
がけ崩れと土石流との中間
的なものである。崩壊深は
1.5m程度で基岩が見えてい
る（図－4.3，写真－4.2）。



図－4.2 見取り図



写真－4.2 崩壊の上端付近



図－4.3 見取り図

- ④ 土石流の発生した溪岸の斜面に見られた小崩壊面である。深さは1.2 m程度で風化してはいるが岩（花崗岩）がこり面に見られる。（写真－4.3）

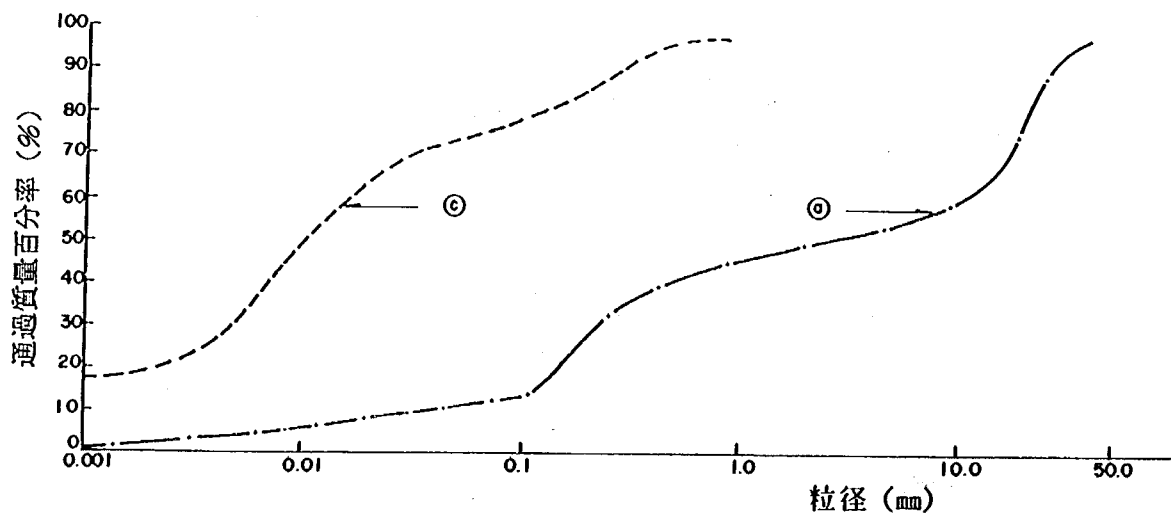


写真－4.3 崩壊面に見られた
風化した花崗岩

(2) 崩壊土砂の粒度分布

前述の④および⑤で土砂を採取し、その粒度分布を調べた。④は崩落した土で、⑤は崩壊斜面に残っているものを採取した。図－4.4に粒度分布を示す。

④と⑤の粒度分布は大きく違っている。④は崩落土の表面を採取したため細粒物質が比較的少ない状態の部分であったが、最大粒径及び粒径1.0 mm以上の割合等より土質そのものに違いがあると考えられる。⑤地点の崩壊斜面及び崩落土の中には粘土塊が多数見られ、全体的にも粘着力の大きい土質のように感じられ、赤色の粘土質と判定される。一方、④は混入物に貝殻が含まれていたことから、海底堆積物の被砕岩と考えられる。



図－4.4 崩土の粒度分布

(3) 木の根の影響

木の根が崩壊を防止するかどうかは長い間議論されてきたところであるが、根系の深さは1.5 m程度で崩壊深も通常その程度であるので、豪雨に伴って発生する多くの崩壊についてはほとんど無関係と考えられる。もちろん木の根が無ければそれより浅い崩壊が発生することも考えられるが、前述の例のように崩壊面には、岩が露出している事が多く、透水性の違い、強度の違いが切り面を決定すると考える方が理解しやすい。写真-4.4は前述の崩壊例の㊸地点に見られた直径30cmの赤松の根系で、深さ1.5 mにあるほとんど不透水層といえる風化した白色の岩までの深さで終わっている。

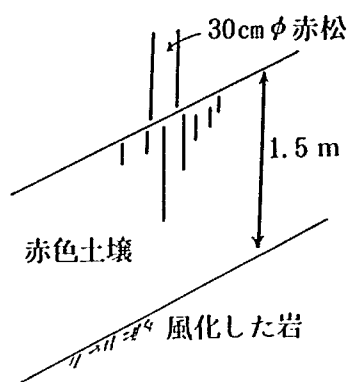


図-4.5 写真4.4の説明図



写真-4.4 崩壊面に見られた赤松の根系

4.2 土石流による侵食、堆積状況の例

㊸ 本溢川（益田市 波田 図 図-1.6 参照）

真砂（まさご）と呼ばれる地区で、花崗岩である。堆積物の最大粒径は約2 m、流木を多く含み堆積面の勾配は5度、堆積開始点付近の河床勾配は6～7度である。



写真-4.5 土石流と流木の堆積

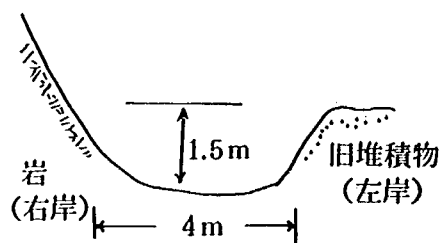
⑩ 札幌川（益田市 波田 図 図－1.6 参照）

㊦のとなりの沢で、渓谷の中に入ると谷の出口付近には厚さ 4 m の古い土石流堆積物が見られた。
（写真－4.6）



写真－4.6 古い土石流堆積物

堆積物が洗い流され岩が露出しているところで、溪床勾配は 8 度、溪床勾配 7 度のところでは土砂の堆積が見られた。代表的な侵食断面を図－4.6，写真－4.7 に示す。溪床の最大礫径は 1.5 m である。



図－4.6 横断面の見取り図



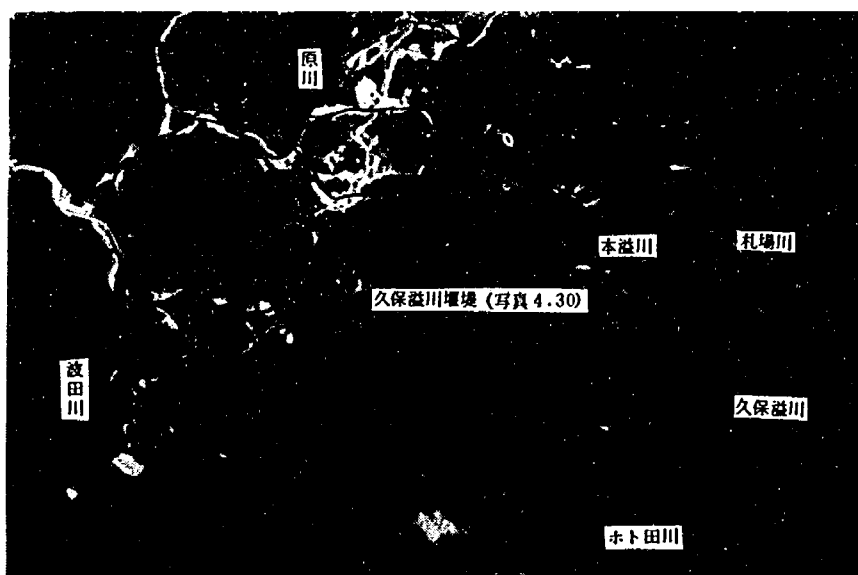
写真－4.7 河床には大きな石が多数見られる。

写真－4.8は、この地域で見られる風化した花崗岩の石で、ハンマーで簡単に割ることができる。



写真－4.8 風化した花崗岩の石

波田地区の航空写真を写真－4.9に示す。



写真－4.9 波田地区の航空写真

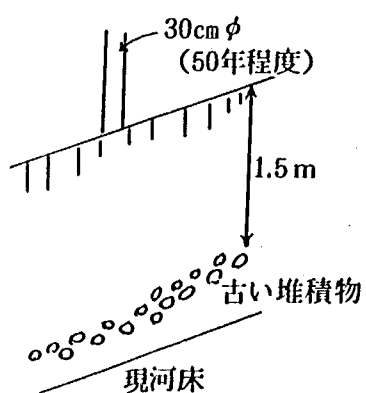
◎ 上河内谷（三隅町河内 ㊦ 図－1.6 参照）

出水前は側溝しかなく，三隅川に道路下に埋設された60cm径の暗渠を通して流入していた。地質は花崗岩である。写真 4.10に見られるように根のついた大量の木が流出している。



写真－4.10 流出した流木と土砂

上流の渓流内に入ると谷の出口に近いところに古い堆積物が見られ，30cm径の50年生の杉がその上に生えている。1.5 m下には表面が黒くなった古い堆積物が少し急な勾配で見られた。（図－4.7，写真－4.11）



図－4.7 写真－4.11の説明図



写真－4.11 側岸に見られる古い堆積物

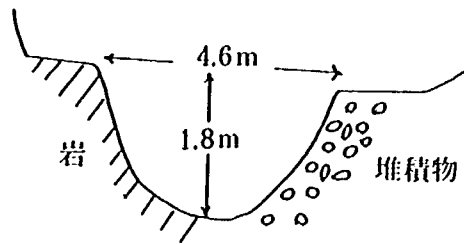


図-4.8 侵食横断面見取り図

溪床に杉の植林がなされており、数ヶ所に流木がからまりあった堆積が見られる。(写真-4.12) これら流木による天然ダム上流の堆積物の勾配は11度であった。



写真-4.12 流木による天然ダム

土石流の源頭部は、本川ではなく途中の支溪が源頭部になっている。支溪の元溪床勾配は35度と推定される。支溪の堆積物はほとんど流出し、基岩が露出している。この勾配は32度で、平均侵食深は1.5mである。侵食された谷の横断形を図-4.9、写真-4.13に示す。源頭部支溪下端の未侵食土砂を採取して粒度分布を調べた。図-4.10に粒径加積曲積を示す。

図-4.10では、0.1mm以下の細粒土砂が30%も含まれており、この土砂が土石流として移動する時には、砂礫型よりむしろ泥流型となると考えられる。このように、一般的な土石流は、焼岳で観察されているような巨礫の目だつ流れより、より流動性に富んだ細粒分を多く含む流れであると考えられる。

支溪は本川にはほぼ直角に合流するが、対岸にのり上がった痕跡はない。この溪流での聞き込みでは、土石流は23日午後7時に発生した。昭和18年の出水時には別に変ったことはなかった。土石流発生後に下流側の高台に避難したとある主婦が話してくれた。

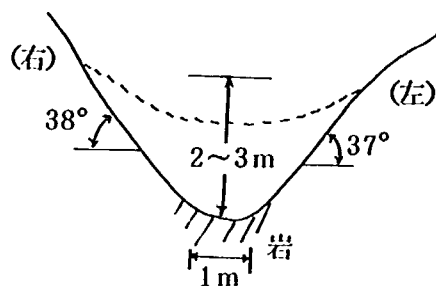


図- 4.9 写真- 4.13の説明図



写真- 4.13 源 頭 部

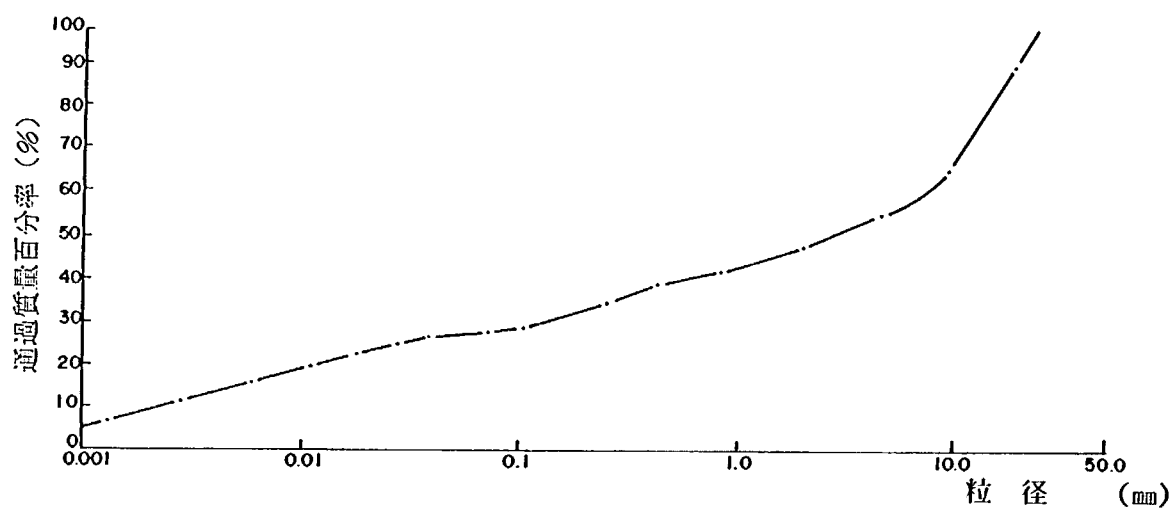
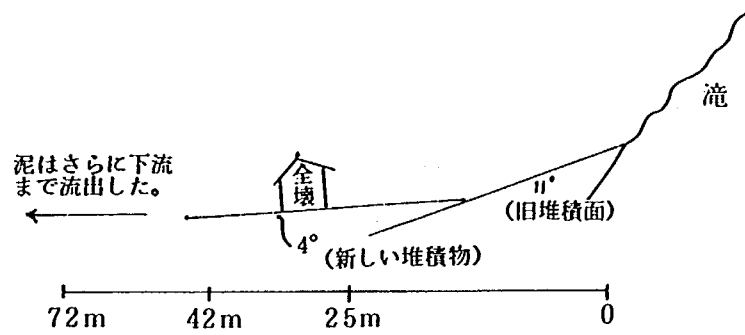


図- 4.10 土石流源頭部付近の土砂の粒度分布

④ 迫の谷川（左支川）（三隅町 河内 図－1.6 参照）

谷の出口より上流は土砂が流出して滝になっている。見取り図を図－4.11に示す。（写真－4.14
写真－4.15）



図－4.11 縦断面見取り図

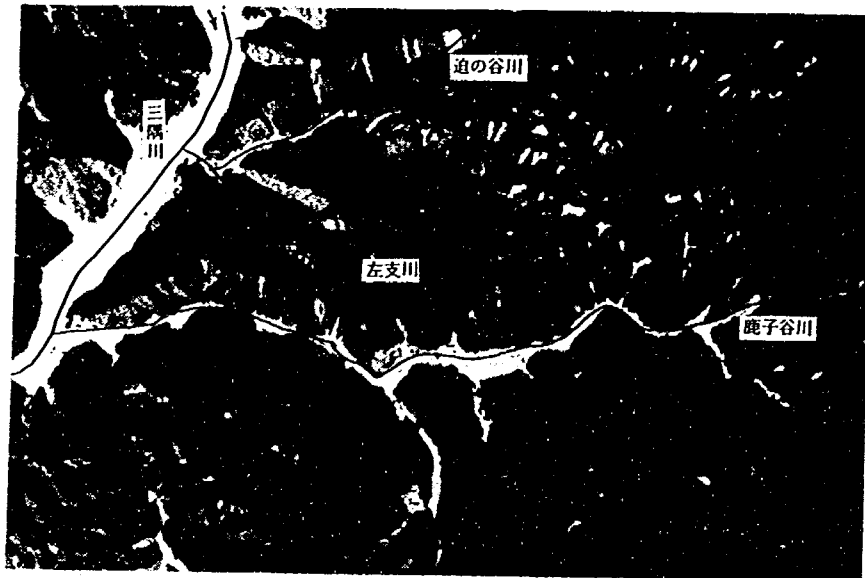


写真－4.14 溪谷および谷の出口



写真－4.15 堆積域

河内地区の航空写真を写真－4.16に示す。



写真－4.16 河内地区の航空写真

多数の山腹崩壊が発生している。

◎ 室谷（三隅町 室谷 図－1.6 参照）

地すべり地域で、地質は花崗岩である。10度程度の勾配をもつ古い土石流扇状地上に棚田が作られ、これを新しい土石流が厚さ20cm程度で被っている。（写真－4.17）

近くの住民（写真－4.17の左端の家の人）の話では23日午前6時と、9時30分の2回土石流が発生し、後者の土石流は音がして、煙とともに流出してきたと言う。雨は8時頃に最も強かった。なお、近くの小崩壊（写真－4.18）は午前5時以前と9時頃に発生した。

上流で谷は2つの支溪に分れており、両方とも土石流により溪床堆積物はほとんど流出している。どちらかが6時で他方が9時30分の土石流を発生させたと思象されるが、判定できなかった。



写真- 4.17 棚田上の土石流の堆積

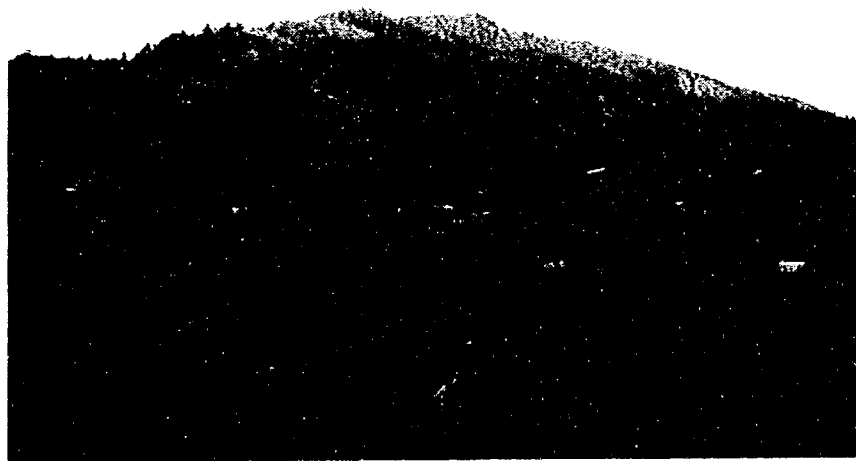


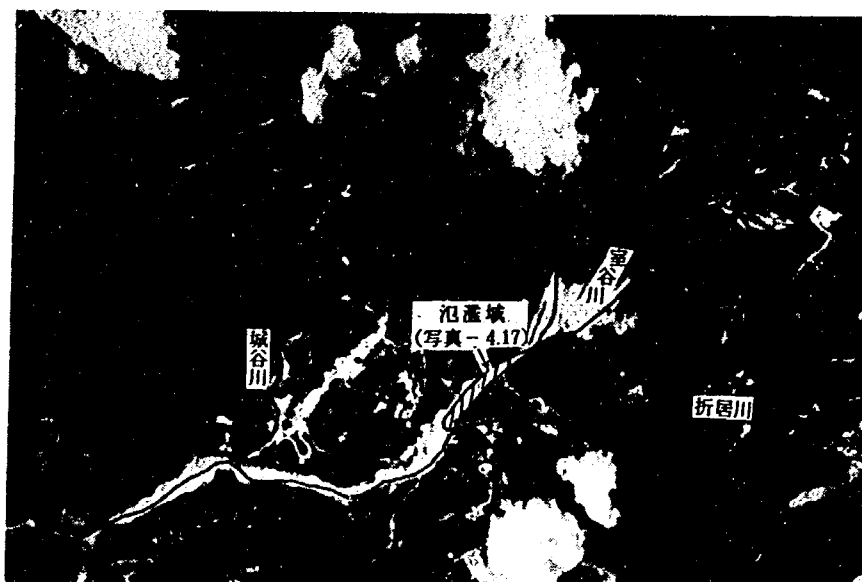
写真- 4.18 室谷地区の山腹崩壊

古い土砂災害による堆積物を利用して棚田が形式される状況が見られ、昔から室谷地区は土砂災害の危険地帯であったことを物語っている。（写真－ 4.19）写真右下には長径 2 m 程度の巨礫が見られる。



写真－ 4.19 棚田の縦断面

室谷地区の航空写真を写真－ 4.20に示す。



写真－ 4.20 室谷地区の航空写真

この谷の西側の谷にも土石流が発生している。発生時刻は8時から10時にかけてで、大粒径礫は下流に達しなかった。そこでは昭和57年にも規模はさらに小さかったが土砂の流出があり200年ほど前に大きな土砂流出があったと言伝えられている。(聞き込みによる)。

① 城谷 (三隅町 室谷 図 図-1.6 参照)

花崗岩の谷で、最大径1.5 m の石が多数流出しているが、溪床勾配11度の谷の出口付近には長径5 m 程度の巨石がいくつか見られる。(写真-4.21)



写真-4.21 城谷の巨礫の堆積状況

4.3 流木を含む天然ダムの破壊による土石流の発生 (仮説)

今回の災害では三隅川に流出した多量の流木が話題になったが、いくつかの溪流で、流木(まだ流れていないので崩壊土砂とともに谷に落下した立木と言ふべきかもしれない。)が、絡みあって天然ダムを形成し、土砂をその背後に堆積させ、これが壊れる時に土石流を発生させたと思われる証言を得た。

(1) 本 溢 川 (4.2②参照)

23日午前4時25分 石が音を音てて流れていた。

8時00分 雨が小降りになったが流木を含む土砂が流出して家屋を破壊した。

写真-4.22は谷の出口付近の堆積であるが、下部は土砂流の堆積で、上部に50cm程度の厚さで土石流堆積が見られ、上の証言を裏づけている。

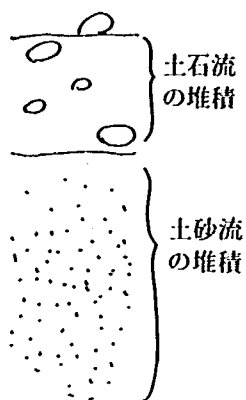


図 - 4.12

写真 - 4.22 堆 積 物

(2) ホト田川 (益田市 波田 図 図 - 1.6 参照)

前述の本湊川近くの谷で、証言によれば、23日午前3時から6時にかけて雨が強く、それ以前には土砂流出は無かったが、8時10分流木とともに土石が流出し家が破壊された。流出は1回だけであった。



写真 - 4.23 ホト川の被災状況

4.4 土砂流の例（迫の谷川）（三隅町 河内 図 図-1.6 参照）

土石流が発生しても谷の中で一度停止したり、十分長い緩勾配の渓流を流下すると、土砂流または掃流に変化する。迫の谷川は溪床勾配10度以下の流路が比較的長いので、扇状地部に達するまでに流砂形態は土砂流となった。

扇頂部付近は、溪床勾配7度流路幅30cm程度で、杉が植林されていた。植林されていた立木によって土砂流はかなり制御されたと考えられるが、伐採されていてよくわからない。谷の出口付近に昭和44年完成の治山ダムがあり、その下流の堆積は写真-4.24に示すように、厚き1.3m、堆積面の勾配は3度で、層状の堆積が見られ、土砂の移動形態が土砂流または掃流であった事を示している。

ダムの上流には高さ6mの、流木の絡みあった流木ダムと呼ぶべき天然ダムが形成されていた。（写真-4.25）天然ダム上流の堆砂勾配は5度で、堆積物の最大粒粒は25cm程度である。この流木ダムの上流には平均幅12m、長さ64m、推定1,500m³の土砂が堆積していた。



写真-4.24 治山ダム下流の堆積



写真-4.25 流木による天然ダム（左が上流）

4.5 河岸近くの山腹崩壊による河道閉塞の例（益田市 川下 図 図－1.6 参照）

河岸近くの比較的大きな崩壊が、河道を閉塞して天然ダムを形成し、上流に氾濫を生じさせたり、天然ダムが崩壊して下流に被害を与えることがある。具体的な被害については不明であるが、沖田川に2ヶ所、三隅川上流で1ヶ所本川沿いの比較的大きな崩壊を見た。写真－4.26は沖田川、写真－4.27は三隅川の崩壊である。（三隅町 下古和図図－1.6 参照）沖田川の崩壊は、左岸側の川が少し湾曲している外湾側に発生し、崩壊土砂は本川を閉塞して、水は水田の上を流れた。



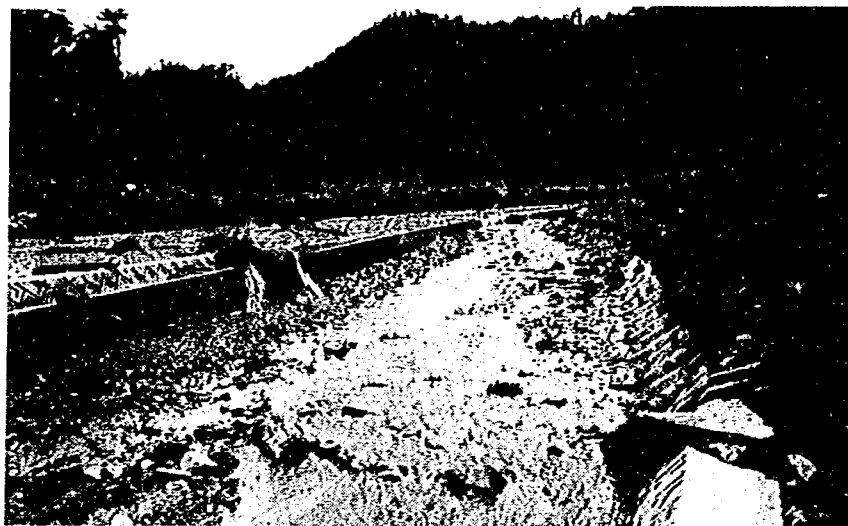
写真－4.26 沖田川の河岸崩壊



写真－4.27 三隅川の河岸崩壊

4.6 多量の土砂流水による河床上昇，流路埋塞の例（三隅町 岡見 図図－1.6 参照）

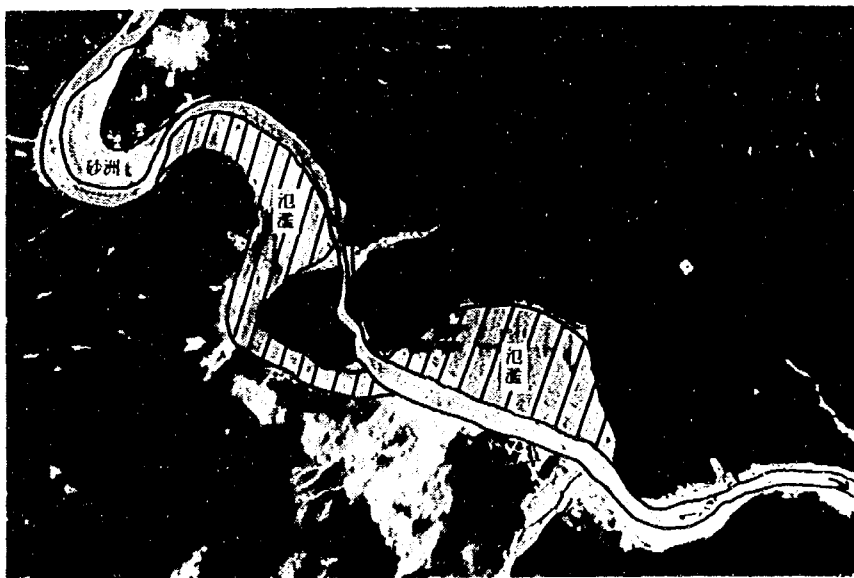
多数の崩壊や土石流が発生すると，下流の流路に多量の土砂が流入し，一時的に河床が上昇して河積を減少させ溢水，氾濫をひきおこす。洪水後半に流路内の土砂は侵食されて，洪水後には河床上昇の痕跡を見つけることすら困難な事が多い。しかし，岡見川などでは，河床が70cm程度上昇してほとんど流路が埋塞しているのが見られた。（写真－4.28）ただし，湾曲部や本川合流点など，土砂の流出を抑える地点が下流に必ず存在した。



写真－4.28 流路の土砂による埋塞（岡見川）

4.7 河道湾曲部における溢水・氾濫の例（三隅川上流 河内）

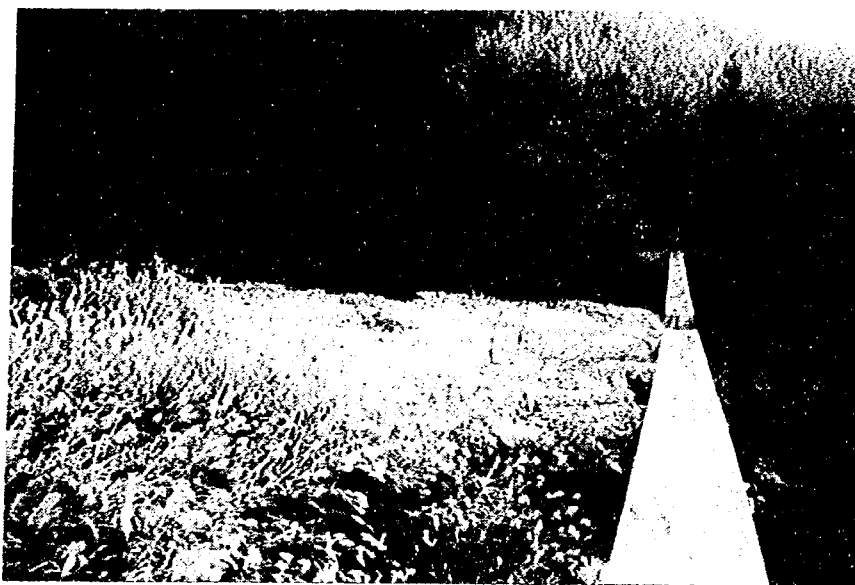
湾曲部の内湾で溢水・氾濫が観察された。S字形の湾曲部の影響で，上流湾曲部内湾側の砂洲が下流に発達し，下流湾曲部の入口で右岸側に破壊した。（写真－4.29）その際，湾曲部内湾沿いの植生は堤防的な働きをして，洪水流が本川に戻ることを妨げ，比較的安全と思われる内湾側の田畑の部分が，洪水後半の主流となって被害を大きくした。



写真－4.29 河道湾曲部氾濫箇所の航空写真

4.8 砂防ダムが流出土砂を捕捉し災害を防いだ例

今回の災害以前に建設されていた砂防ダムは多くなく、砂防ダムの防災効果を示す適当な例は見つけられなかったが、写真－4.30、4.31に示すように、治山ダムで流出土砂を捕捉し災害を防いだ例が見られた。今後とも、最近土砂災害の発生を見ないが、溪床に不安定土砂がある溪流については土石流対策ダムを積極的に建設する必要がある。



写真－4.30 久保溢川堰堤



写真－4.31 ダムに捕捉された土砂と流木

4.9 砂防ダムの被災（三隅町 下古和 図-1.6 参照）

三隅川本川の砂防ダムに天端の摩耗等の被害があった。その中で下古和ダムでは、約30年前に設けられた副ダムのケーソンが洗掘され転倒した。これは大きな流量が、長時間継続したために発生した災害である。ダム本体の災害は無かった。（写真-4.32）



写真-4.32 手前が上流で、ダム本体の下流側に流出したケーソンの一部が見えている。

5. 土砂による家屋の破壊に関する考察

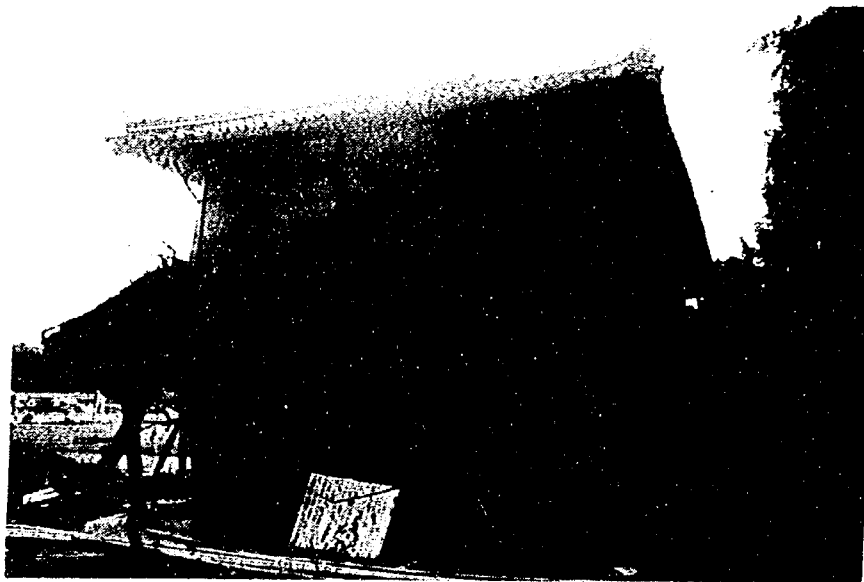
土石流では流れがある程度の時間継続することが多いので、家屋の破壊を事後検討するのは容易でない。今回、崖崩れの現場で木造家屋の破壊について1つの知見を得た。一般に、住宅は側面からの力として風力、地震力が考えられているが、土砂や巨礫による力はそれらをはるかに上まわる。写真－5.1に見られるように、側面より力を受けた家屋は接合部から破壊される。

クローズアップした写真を写真－5.2、5.3に示すが、接合部は、断面が減少しているので弱点となる。写真－5.4は別の現場で、1階と2階の接合部（写真－5.5）、基礎に破壊が見られる。（写真－5.6）

写真－5.7は寺の山門の屋根で横方向の力を受けて、材木が裂けている。

以上の観察より、土砂災害に強い家屋として定性的ではあるが次の提案ができる。

- ① 山側からの力を想定した構造とする。
- ② 材木の接合部は切り込みによって断面が減少することを避けて、鉄製の補助材を使用する。
- ③ 山側の壁面には強度が必要である。鉄筋コンクリートボードなどを使用する。
- ④ 山側のガラス窓は小さくし、金網入りとする。
- ⑤ 家屋の位置を山側からできるだけ離し、山側に鉄筋コンクリートの自立よう壁を設ける。



写真－5.1 家屋が接合部から破壊されている状況



写真-5.2 写真-5.1の拡大写真

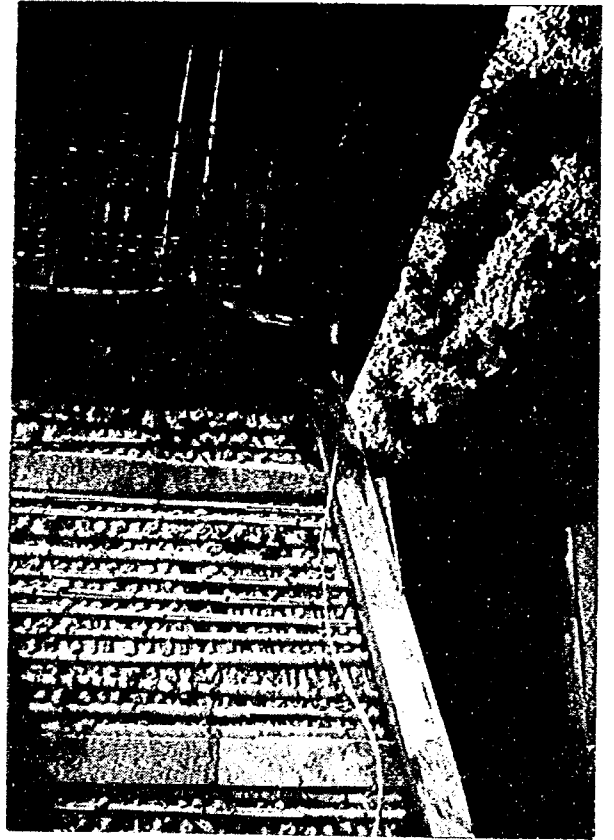


写真-5.3 写真-5.1の山側の拡大写真

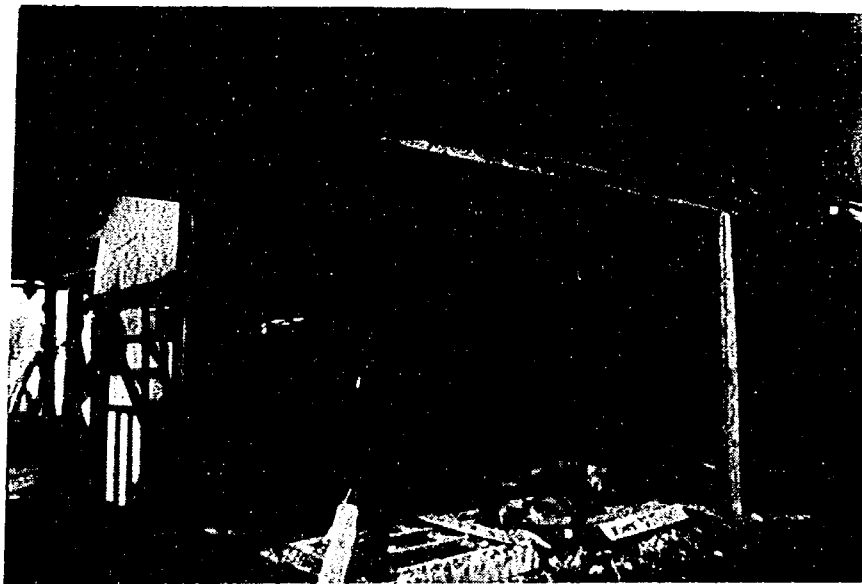


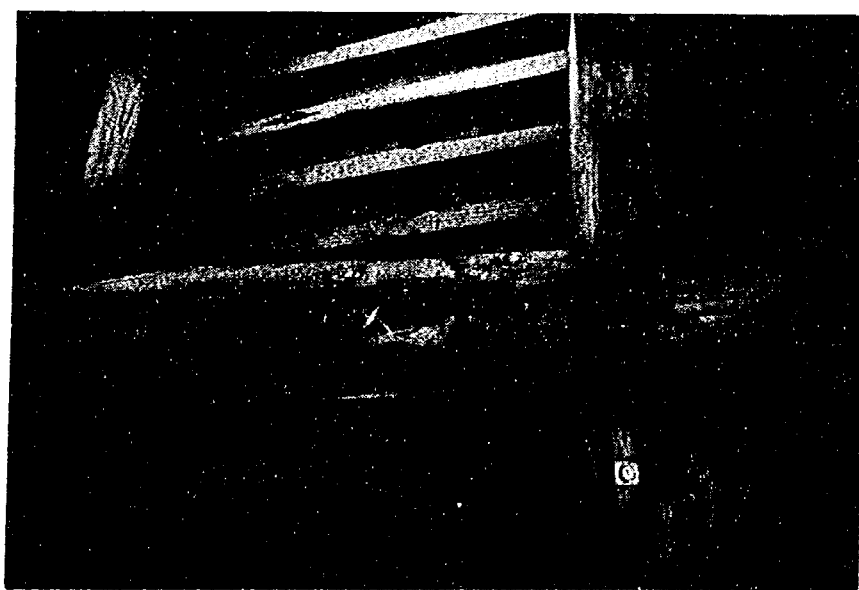
写真-5.4 一階のみが破壊されている状況



写真－ 5.5 接合部の拡大写真



写真－ 5.6 基礎部の破壊状況



写真－ 5.7 山門の屋根を支えていた柱が1本流出して、その接合部付近が裂けている状況を真下から撮影したもの。

6. 結 語

島根県の災害地の調査結果を、災害形態別に記述した。考察は各節に述べたので再記しないが、次のような意見をもった。

- (1) 土石流発生を雨量資料から予知する方法はいくつか提案されているが、タンクモデルによって貯留量を計算し、1段目貯留量の限界値によって予知する方法が有望と考えられる。計算は少々面倒であるがマイコンのかかなり普及した現在、あまり単純さのみを尊重した手法は疑問である。
- (2) 河川は計画洪水流量が流下できるように改修が進められてきており、計画以上の出水があれば溢水が発生するのは当然であるが、橋梁や護岸が同時に破壊される必要はない。とくに山間地では橋が流されると孤立することもあり、設計強度（流れに対して）を再検討する必要がある。もちろん、橋が丈夫で流失しないと、流木やゴミがひっかかることにより被害が大きくなることもあるので、ある基準は必要となろう。たとえば河川は50年確率出水に対して改修するが、橋のクリアランスや強度は150年確率出水に耐えられる等の考慮が必要である。
- (3) 土石流危険渓流の判定は地形図、航空写真、現地調査によってなされるが、いわゆる土石流扇状地は地面に散在する巨礫によって容易に知ることができる。これは地形図、航空写真ではわからないので、必ず現地調査を実施すべきである。
- (4) 土石流中の礫は勾配3度程度の地点付近に停止するが、砂、泥はさらに下流まで流出する。とくに山間地の渓流については、勾配とは無関係に本川合流点までを氾濫危険区域とした方がよい。（図-6.1）

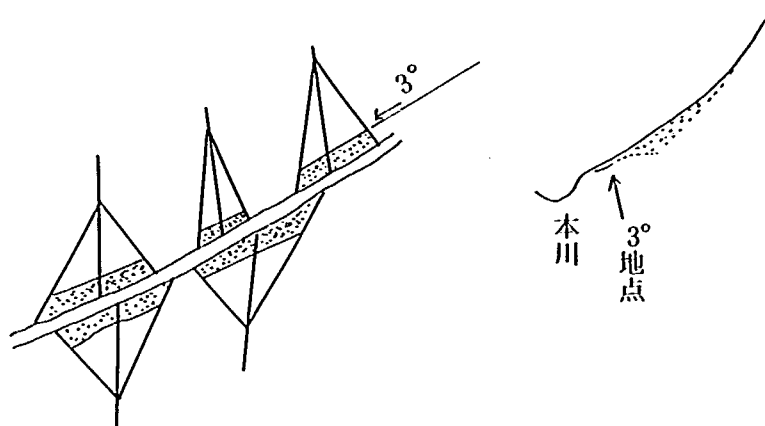


図-6.1 危険区域の概念図

参 考 文 献

- 1) 建設省土木研究所砂防部：「58年7月豪雨による島根災害の調査速報」，土木技術資料25-9
(1983)，昭和58年9月
- 2) 土井 功，右近則男：「昭和58年7月豪雨による島根県災害について」，新砂防36-2(129)，
昭和58年9月
- 3) 「島根県西部豪雨災害550mmの恐怖」，山陰中央新報社 昭和58年8月20日
- 4) 道上正規：「土砂災害発生の限界雨量」，集中豪雨の予知と対策，文部省科学研究費，自然災害
特別研究研究成果 No A-56-5 昭和57年1月
- 5) 建設省河川局砂防課，土木研究所「流域の危険度判定に関する研究」第32回建設省技術研究会，
昭和54年10月
- 6) 長崎県土木部河川砂防課「昭和57年7月長崎豪雨に伴う土砂災害調査報告書」，砂調第4号，
昭和58年3月

昭和58年7月山陰豪雨災害における
土石流災害等に関する調査報告書

ISSN 0386-5878
土研資料 第2039号
昭和59年1月(1984)

キーワード： 土砂災害，土石流，降雨解析

要 旨

昭和58年7月の集中豪雨により山陰地方では，土石流，崖崩れ等による大災害が発生した。

本報告は，現地調査により得られた資料について考察を加え，併せて雨量資料の解析を行ったものである。

郵便はがき

3 0 5 - □ □

四十円切手
をはって下
さい

建設省土木研究所
砂防研究室御中

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

No. _____

土研資料第2039号

No. _____

配布先氏名

配布先住所





土木研究所資料第2039号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名 印

