

昭和57年7月長崎豪雨による災害の
調査報告書

昭和57年11月

長崎大学学術調査団

まえがき

昭和57年7月23日に突如として襲った長崎大水害は、時間雨量187mmというわが国観測史上第1位の驚異的な降水量で、長崎市を中心に県下一円に死者・行方不明者299人、家屋・商工・農林水産・河川・道路などの被害総額3,150億円という大惨禍をもたらした。

かかる大災害に臨み、災害の究極の原因は未曾有の降雨に起因するものではあるが、広範囲に跨る被害と雨量との間に存在する要因を学問的に追求するため、長崎大学では「長崎大水害長崎大学学術調査団」を結成し、災害直後から調査研究に着手した。

長崎大水害長崎大学学術調査団

◎団長 ○副団長

部 局	担 当	氏 名	官 職	専 攻
工 学 部	都市災害	小 西 保 則	教 授	土木構造学
		高 橋 和 雄	助 教 授	〃
		岡 林 隆 敏	助 手	〃
	土砂災害 道路災害	◎伊勢田 哲也	教 授	土 質 工 学
		落 合 英 俊	助 教 授	〃
		棚 橋 由 彦	助 手	〃
	河川災害 (水文)	富 樫 宏 由	教 授	海 岸 工 学
		野 口 正 人	助 教 授	〃
		中 村 武 弘	助 手	〃
		古 本 勝 弘	助 教 授	水 理 学
		武 政 剛 弘	助 手	〃
		薦 田 宏 章	教 務 員	〃
	建 築 災 害	築 地 恒 夫	教 授	鋼構造設計及び設備
		修 行 稔	講 師	〃
		小 森 清 司	教 授	一般構造力学
		崎 山 毅	助 教 授	〃
		松 田 浩	助 手	〃
		福 地 信 義	助 教 授	溶接工学及び構造物工作法
		未 岡 禎 裕	〃	コンクリート構造物
		蓼 原 真 一	講 師	〃
教 育 学 部	山 地 災 害	○鎌 田 泰 彦	教 授	地 学
	気 象	近 藤 寛	助 手	〃
教 養 部	山 地 災 害	高 橋 清	教 授	地 学
	植 生	松 岡 数 充	助 教 授	〃
薬 学 部	農地災害	伊 藤 秀 三	教 授	生 物 学
		池 永 敏 彦	助 教 授	附属薬用植物園

目 次

まえがき

1. 概 況 [伊勢田]	1
2. 気 象 [荒尾]	2
2. 1. ま え が き	2
2. 2. 気象の概況	2
2. 3. 降水の状況	3
2. 4. あとがき	12
3. 水文・河川災害	
3. 1. 水文現象としての長崎豪雨 [野口, 中村]	15
1. 1. 昭和57年7月豪雨とその規模	15
1. 2. 洪水ピーク流量とハイドログラフ	16
1. 3. 水文解析と河川管理	17
3. 2. 長崎市街地の河川氾濫—浦上川・中島川— [野口, 中村, 平山, 武田]	18
2. 1. 浦上川の出水特性と被害分析	18
2. 2. 中島川の河川氾濫と浸水被害	23
3. 3. 八郎川水系の河川災害 [古本, 武政, 薦田, 一ノ瀬]	28
3. 1. 八郎川水系概況	28
3. 2. 災害の状況	29
3. 3. 降雨と流量	32
3. 4. ま と め	35
4. 土 砂 災 害	
4. 1. 地質的条件からみた災害の特性 [鎌田, 松岡, 近藤]	37
1. 1. ま え が き	37
1. 2. 長崎地域の地形概説	37
1. 3. 長崎地域の地質の概要	38
1. 4. 斜面崩壊	39
1. 5. 浸水地域の家態調査	45
4. 2. 斜面崩壊と植生 [伊藤, 中西]	53

2. 1. はじめに	53
2. 2. 長崎地方の植生概要	53
2. 3. 調査地と調査内容	54
2. 4. 調査結果	54
2. 5. 考察	55
4. 3. 土砂崩壊の実態と降雨特性との関係 [伊勢田, 落合, 棚橋]	59
3. 1. 土砂災害の概要	59
3. 2. 土砂崩壊の素因と誘因	59
3. 3. 降雨と土砂崩壊の関係	60
3. 4. 土砂崩壊の実態	64
5. 道 路 [伊勢田, 落合, 棚橋]	73
5. 1. 道路災害の概況	73
5. 2. 国道34号線に見る災害の特徴	74
5. 3. 他の路線における道路災害	78
6. 橋 梁 [小西]	79
6. 1. 概 況	79
6. 2. 被害を受けた橋梁	79
6. 3. 被害状況	79
6. 4. 被害原因	88
6. 5. 中島川のアーチ橋と浸水状況	90
6. 6. 結 論	90
7. 都市災害 [高橋, 岡林]	91
7. 1. ま え が き	91
7. 2. 交通施設の被害と復旧	92
7. 3. 都市施設の被害と復旧	101
7. 4. ま と め	110
8. 建築構造物の被害 [小森, 末岡, 崎山, 福地, 蓼原]	111
8. 1. はじめに	111
8. 2. 実体調査と被害状況	111
8. 3. 損壊因子と被害の特徴	117
8. 4. 構造種類別と被害の特徴	118
8. 5. 立地条件と被害	121

8. 6. 損壊建物による作用外力並びに流速等の推定	121
8. 7. ま と め	123
9. 人的被害・災害情報の伝達〔岡林, 高橋〕	125
9. 1. 人的被害	125
9. 2. 災害情報の伝達と防災諸機関の対応	130
10. 農 地 災 害〔池永〕	139
10. 1. 農 林 被 害	139
10. 2. 農作物被害中のビワ被害	139
10. 3. 茂木地区のビワ被害	140
10. 4. 今後の対策	142
む す び	145

概況

7月23日午後、対馬海峡付近にあって発達中の低気圧の進行により、梅雨前線の活動が活発となり長崎県下各地で雷を伴う豪雨となった。

23日零時より降り始めた雨は24日19時までに長崎572mm、諫早492mm、島原412mm、雲仙622mm、長浦504mmを記録し、昭和32年7月の諫早水害以来の降水量となった。

また長与町では時間雨量187mmを示し、我が国観測史上最高の降水量を記録し、長崎地方一円で時間雨量140～150mmの降雨のため、長崎市を中心に県下各地で甚大な被害が発生した。

長崎県がまとめた被害総数は次のとおりである。
また今回の災害の特徴をまとめると次の事が言えよう。

- (1) 水害とは言え死者・行方不明者299名の多数の犠牲者を出したが、その原因のほとんどが山く

ずれ・土石流災害による被害であった。

- (2) 長与町で時間雨量187mm、我が国観測史上最高を記録し、被害地の全域時間雨量140～150mmの雨量に見舞われた。

- (3) 都市河川の形態である中島川、浦上川、それに急こう配の八郎川など、いずれも氾濫大きな被害を受けたが、いずれも河床こう配が急しかも短い。

それで出水も短時間に生じたが、水が引くのも早かった。その間数時間の出来事と言える。

- (4) 都市河川の氾濫等によって長崎市は都市災害の様相を呈し、また斜面崩壊・土石流の発生により山間部に見られる様な土石流災害の2面が同居する様な形式の災害であった。

(長崎県災害対策本部 8月23日発表)

				単位	被害数量	金額(千円)					単位	被害数量	金額(千円)	
人的被害		死者	1	人	294		水産物	林産物	22		—	383,331		
		行方不明者	2	人	5			計	23		84,259,826			
		重傷者	3	人	16				漁船	24	隻	48	18,500	
		軽傷者	4	人	789					一般船舶	25	隻	46	48,405
		計	5	人	1,104						漁港	26	カ所	41
家屋	全壊(焼)	6	棟	584	水産物・その他	27						—	1,619,054	
			世帯	605		計	28					2,599,459		
		半壊(焼)	7	人			1,843	土道	29			カ所	4,969	16,820,392
				棟			954		橋梁	30		カ所	116	2,806,986
			世帯	1,031			河川			31	カ所	4,190	35,711,206	
	人	3,234	海岸	32	カ所					9	76,488			
	一部破損	8		棟	1,111	砂防				33	カ所	7	16,884	
				世帯	1,157			港灣		34	カ所	25	216,000	
		人		4,146	計				35		55,647,956			
	床上浸水	9		棟			17,909		商工	通信施設	36	件	851	221,800
			世帯	19,495			鉄道不通			37	件	31	142,530	
		人	58,957	商工被害		38				件	9,440	95,969,915		
	床下浸水	10	棟			19,197		保計		39		96,334,245		
			世帯		20,360	病院診療所等				40	棟	228	3,445,532	
		人	66,297		水道施設				41	カ所	577	1,965,701		
非住家	11	棟	95				清掃施設		42	カ所	6	65,127		
		その他	3,021	計					43		5,476,360			
	計	13						文学校	公立	44	件	85	1,367,013	
農林	田	14	ha			860.09			教私立	45	件	45	465,600	
			冠水		15	ha				1,333.13	その他	46	件	2
	畑	16	ha		431.85	計	47					2,149,141		
			冠水	17	ha		37.03			その他		がけくずれ	48	カ所
	農地農業用施設	18	カ所	18,687	地すべり		49	カ所				151	2,014,130	
農産物	19	ha	4,789.16	その他			50		—			17,588,504		
畜産物	20	頭羽	72,632				被	計	51			25,732,699		
林地林産施設	21	カ所	835			害総額		52			315,313,361			

2. 気 象

荒生 公雄*

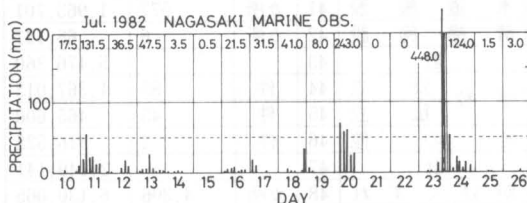
2. 1. ま え が き

昭和57年7月23日、長崎県南部地方を襲った豪雨（気象庁命名：昭和57年7月豪雨）は激しい雷を伴う梅雨末期の典型的な集中豪雨で、短時間の降雨の強さでは諫早豪雨（昭和32年7月）を凌ぎ、日本の観測史上最大級のものであった。この時の気象状況は「災害時気象速報」（長崎海洋気象台）および「災害時気象調査報告」（福岡管区気象台）の中で詳しく解析されているから、本調査では降水分布を中心課題とした。それゆえ、気象概況については上記の報告書からの引用を基盤としてその概要を述べるにとどめ、おもに降水量の地理的・時間的分布とその特徴について報告する。なお、日本の降水量の順位表は「気象年鑑」（日本気象協会、1982）により、また、諫早豪雨および昭和42年7月豪雨時の降水記録は、それぞれ、大沢・尾崎論文(1957)、災害科学研究報告(1969)によった。

2. 2. 気象の概況

2. 2. 1. 昭和57年7月の天気

長崎県地方は6月13日梅雨入りしたものの、しばらくは雨の降らない日が続き、長崎海洋気象台の6月の降水量は66.0mmで、平年(333.7mm)の5分の1にすぎなかった。このような状態は7月9日まで持続し、県内各地は深刻な水不足となった。ところが、第1図に示すように、7月10日から一転して長雨となり、長崎海洋気象台での20日まで



第1図 7月10日から26日までの3時間降水量（長崎海洋気象台）：図中の数値は日降水量を示す。

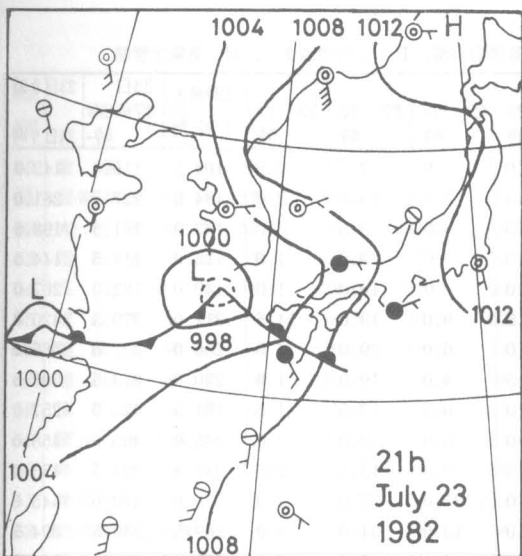
の降水量は1日から数えて583.0mmに達した。特に、20日の日降水量243.0mmはそれまでの長崎海洋気象台における史上8位の大雨であった。そして、21日はれ、22日くもりと2日間だけ無降水ののち、23日夕刻から梅雨前線豪雨の直撃を受け、23日448mm、24日124mmを記録した。1日から26日まで1,174.5mmという降水記録と、長崎市周辺に甚大な被害を残して27日梅雨明けとなった。

2. 2. 2. 7月23日の気象

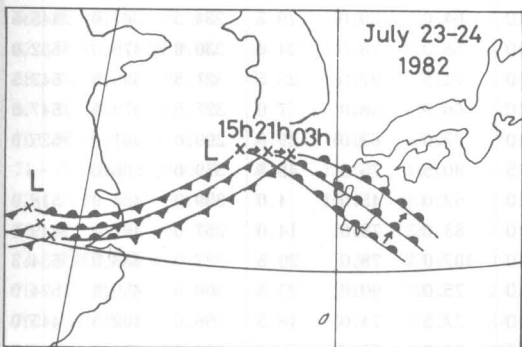
(1) 概況

7月23日黄海の南にあった低気圧は発達しながら北緯34度線上を東進し、9時には東経126度にあった。その後15時まで低気圧はその位置に停滞したが、低気圧に伴う梅雨前線（この場合、温暖前線）は九州南海上からしだいに北上し、九州上空に暖かく湿った空気が流れ込むようになった。12時頃温暖前線の東側、対馬よりの海域に天気図に現われない小低気圧（メソ低気圧とも呼ぶ）が発生し、15時には平戸の北西海上に近づいた。これが今回の豪雨の起源である。この小低気圧は厳原で14時—15時の1時間に64mmの強い雨を降らせたあと、南南東へ進み、平戸で16時—17時に84mm、松浦と佐世保で17時—18時にそれぞれ89mm、45mmの雨となった。次いで、強雨域は西彼杵半島を通り、19時頃長崎市付近に達する。平戸から長崎まで約75kmを約3時間で到達しており、その移動速度はおおよそ25km/hである。ところが、この小低気圧はその後5時間にわたって長崎市付近に居座り、しかも最も強烈な短時間豪雨となった。第2図の23日21時の地上天気図では、低気圧は依然済州島付近にあり、温暖前線は長崎県南部を通して宮崎県に延びている。この頃長崎市付近はまだ豪雨の中にあった。この低気圧の中心と前線の位置の時間変化を第3図に示す。低気圧の速度は非常にゆっくりしていて、九州地方は25日朝まで南西の暖湿な気流にさらされることになる。この間、豪雨をもたらした小低気圧は対馬沖から温暖前線を

*教育学部地学教室



第2図 地上天気図（7月23日21時）



第3図 低気圧と前線の移動（23日15時—24日3時）

斜めに横切り、24日には島原半島から熊本県、さらに大分県南部へと移動する。

一方、23日21時の高層観測によると、850mb面（約1.5km）では華中から九州西部に暖湿な気流の流入があり、500mb面（5～6km）では九州付近が気圧の谷となって西および西北西から冷氣が入り込んでいた。このため、九州西部は成層不安定となり、対流活動が活発になる条件下にあった。さらに、300mb面（約9km）には50ノット以上の強風帯が黄河下流域から西北西の流れで九州北部を通り、梅雨前線の存在がはっきりあらわれていた。全体として、諫早豪雨の降雨機構によく似ている、と福岡管区気象台の報告書は述べている。

(2) 23日の天気現象

長崎海洋気象台の観測によると、強雨時（19時—24時）の風向はほとんど南または南西で、風速

は平均2～3 m/sでかなり弱いものであった。17時50分から22時30分まで強い雷を伴い、気圧はかなり大きく振動を繰り返した。気象庁福岡レーダは20時に大村湾上に高さ16kmにも及ぶ積乱雲を観測し、大規模に発達した雷雲の存在が明らかになった。また、気象庁アメダスによる地上流線解析によると、20時、21時とも大村湾から有明海北部を結ぶ線に収束域があり、その南側では南風、北側では東よりの風となっており、強雨は南風の収束域付近で起こっていた。

2. 3. 降水の状況

2. 3. 1. 雨量観測機関と記録の取扱い

雨量計設置機関を可能な限り探し出し、時間降水量および記録紙のコピーを収集した。地域を西海町・川棚町より南の長崎県南部地方に限定し、自記雨量計の記録を調査の対象とした。第1表に今回収集した観測機関とその主要な記録を掲げる。これらの観測値はすべて転倒ます型自記雨量計によるものであるが、記録紙の性質により、1日巻もしくはこれに類するもので10分間降水量が読み取れるもの(A)と1週間巻で時間降水量までしか得られないもの(B)に分類した。また、気象官署に属する記録はその頭にMの文字をつけた。観測地点間の距離がわずかしかなかった場合もあるから、観測機関名で整理し、地点番号を打った。その位置は第4図から第7図までの地図上に番号で示す。受水器や電接計数器の状態から信憑性に問題のある4地点の記録を除き、97地点の時間降水量を表に掲げた。貯水型指示雨量計による記録は原則として参考資料扱いとしたが、矢上浄水場の雨量計については長崎海洋気象台が現地調査を行い、その信頼性を確認しているから、その24時間降水量も第2表の順位表に取り入れた。降水記録の調査は7月23日9時から24日9時までとし、時間別降水量を基礎資料とした。長崎市周辺の豪雨の時間経過はこれで十分であるが、島原方面では24日午後の雨もかなり強く、上の期間だけでは全貌を表わすものとはならない。

ここで、雨量計の特性と記録の取扱いについて若干説明を加える。転倒ます型自記雨量計の受水器は口径は20cm、高さ50cmであり、設置場所はほとんどの場合屋上であった。高さ50cmの本体に通

第1表 時間降水量および主要集計

大字は最大3時間集計値；計器種別とはA：10分間降水量読取可能，B：1時間値まで，M：気象庁管轄

地点 番号	観測機関	計器 種別	23日 17-18 時	18-19 時	19-20 時	20-21 時	21-22 時	22-23 時	23-24 時	正時最大 3時間	23日 17-24 時	23日9時 ↓ 24日9時
1	西海町役場	B	63.0	33.0	8.0	9.0	0	2.5	2.5	104.5	118.0	142.0
2	西彼町役場	B	44.0	100.0	40.0	16.5	2.0	23.0	2.0	184.0	227.5	281.0
3	大島町役場	A	89.0	29.5	24.0	12.5	0	3.5	3.0	143.0	161.5	198.5
4	崎戸町役場	B	65.0	30.0	14.0	1.5	0	3.0	1.0	115.0	114.5	144.5
5	大瀬戸(平倉)	MB	27.0	64.0	49.0	23.0	0	18.0	1.0	140.0	182.0	207.0
6	雪浦小幸物分校	A	26.0	177.0	75.0	59.0	9.0	19.0	14.5	311.0	379.5	420.0
7	雪浦ダム	B	32.0	146.0	63.0	47.0	6.0	29.0	4.0	256.0	327.0	365.0
8	大瀬戸土木事務所	B	40.0	111.5	68.5	29.5	4.0	19.0	1.0	220.0	273.5	298.5
9	松島火力発電所	A	56.0	84.5	51.0	28.0	0.5	13.5	1.5	191.5	235.0	257.0
10	外海町役場	B	21.0	156.0	130.0	59.0	5.0	32.0	2.0	345.0	405.0	458.0
11	神浦ダム	A	27.0	153.0	115.0	74.5	9.0	13.5	2.5	342.5	394.5	453.0
12	長浦岳	MB	29.0	153.0	118.0	53.0	25.0	37.0	2.0	324.0	470.0	545.0
13	琴海町役場	A	23.0	97.5	98.0	74.0	13.0	31.0	4.0	269.5	340.5	394.5
14	琴海町村松支所	B	11.0	120.0	98.0	103.0	2.0	43.0	6.0	321.0	390.0	451.0
15	小松建設(子々川)	B	16.0	123.0	105.0	85.0	40.0	50.0	3.0	313.0	422.0	494.0
16	時津町役場	B	11.0	45.0	151.0	93.0	65.0	78.0	18.0	309.0	462.0	517.5
17	長与浄化センター	A	11.0	43.0	101.5	90.0	64.0	59.0	19.5	234.5	387.0	445.5
18	長与町役場	B	15.0	28.0	187.0	55.0	88.0	78.0	24.0	330.0	475.0	532.0
19	長与駅検査班	A	15.0	26.5	164.0	86.0	71.5	97.0	25.5	321.5	485.5	542.5
20	竹中土木(本川内)	B	21.0	75.0	162.0	90.0	66.0	58.0	7.0	327.0	479.0	547.0
21	多良見町役場	B	29.5	41.0	119.0	103.0	77.0	63.0	29.0	299.0	461.0	525.0
22	諫早消防署多良見	A	22.0	41.0	115.0	123.5	80.5	75.5	48.5	319.0	506.0	—
23	大林組(畝刈)	B	14.0	134.0	106.0	89.0	62.0	45.0	4.0	329.0	454.0	518.0
24	式見ダム	A	8.0	45.0	118.0	56.0	83.0	78.0	14.0	257.0	402.0	449.0
25	日本国土開発(葉山)	B	11.5	37.0	152.0	68.0	107.0	78.0	29.5	327.0	483.0	534.5
26	長崎パイパス事務所	B	14.0	32.0	155.0	70.0	75.0	90.0	23.5	300.0	459.5	524.0
27	長崎土木事務所	B	10.5	42.5	121.5	58.0	77.5	74.0	18.5	256.0	402.5	445.0
28	SSK(東長崎IC)	A	24.5	41.0	128.0	124.0	81.0	75.0	52.0	333.0	525.5	589.0
29	矢上団地開発事務所	B	6.5	23.0	84.0	139.0	107.0	65.0	56.0	330.0	480.5	547.0
30	西海興業(矢上団地)	B	18.0	41.0	151.0	116.0	97.0	56.0	33.0	364.0	512.0	589.5
31	安藤建設(〃)	B	1.5	24.0	42.5	155.0	110.0	93.0	58.0	358.0	484.0	580.0
32	長崎土建(〃)	B	24.5	43.0	161.0	105.0	100.0	57.0	41.5	366.0	531.5	608.5
33	長崎駅保線区	A	12.5	24.5	122.0	96.0	88.0	71.5	23.5	306.0	438.0	511.5
34	長崎市役所	B	6.0	8.0	77.0	110.0	90.0	70.0	45.0	277.0	406.0	472.5
35	市土地開発公社	B	13.0	28.5	102.0	89.0	87.0	56.0	29.5	278.0	405.0	472.5
36	長崎市消防局	A	10.5	18.5	95.0	101.0	86.5	62.5	32.0	282.5	406.0	475.0
37	九州電力長崎支店	A	11.0	26.0	103.0	93.0	91.5	60.5	25.0	293.0	410.5	483.0
38	建設省長崎	B	15.0	23.0	142.0	95.5	97.5	74.0	44.0	335.0	491.0	571.0
39	九州電力長崎制御所	B	18.5	20.5	134.0	111.0	101.0	63.0	51.0	346.0	499.0	583.5
40	長崎海洋气象台	MA	14.5	18.5	111.5	102.0	99.5	61.0	39.5	313.0	446.5	527.0
41	鹿島建設(小ヶ倉)	B	11.0	12.0	90.0	127.0	101.0	51.0	44.0	318.0	436.0	542.0
42	香焼町役場	B	7.5	9.5	100.0	60.0	90.0	35.0	19.0	250.0	321.0	424.0
43	伊王島町役場	A	8.0	8.0	105.0	63.0	95.0	31.5	20.5	263.0	331.0	420.5
44	三和町役場	B	2.5	4.0	4.0	63.0	140.0	39.0	30.0	242.0	282.5	385.0
45	樺島浄水場	B	3.0	2.0	12.0	25.0	64.0	7.0	64.0	135.0	177.0	238.0
46	建設省川棚	B	24.0	57.0	38.0	24.0	4.0	2.0	12.0	119.0	161.0	195.0
47	川棚町役場	A	36.0	57.5	41.5	21.5	5.5	2.5	18.5	135.0	183.0	219.0
48	建設省千綿	B	17.0	31.0	58.0	51.0	7.0	13.0	29.0	140.0	206.0	263.0
49	建設省大村	B	—	29.0	72.0	67.0	22.0	33.0	25.0	168.0	263.0	339.0

地点 番号	観測機関	計器 種別	23日 17-18 時	18-19 時	19-20 時	20-21 時	21-22 時	22-23 時	23-24 時	正時最大 3 時間	23日 17-24 時	23日9時 24日9時
50	萱 瀬 ダ ム	B	27.0	テ レ タ イ プ	不 規 則	出 力		37.0	40.0	—	300.0	444.0
51	長崎空港出張所	MA	18.0	38.0	65.0	91.0	30.5	41.0	19.0	194.0	302.5	384.5
52	大 村 消 防 署	MB	18.0	31.0	68.0	85.0	30.0	41.0	19.0	184.0	292.0	379.0
53	建 設 省 小 野	B	23.0	27.0	52.0	77.0	42.0	45.0	28.0	171.0	294.0	427.0
54	五 家 原 岳	MB	23.0	27.0	50.0	70.0	39.0	49.0	20.0	159.0	278.0	412.0
55	建 設 省 本 野	A	26.5	26.5	52.5	69.0	45.0	41.0	21.5	166.5	282.0	377.5
56	建 設 省 清 水	A	20.0	45.0	49.0	75.0	73.0	51.0	38.0	199.0	351.0	470.0
57	建 設 省 諫 早	A	10.0	28.0	54.0	87.0	87.0	51.0	47.0	228.0	364.0	443.0
58	諫 早 消 防 署	B	25.0	42.0	85.0	85.0	65.0	52.0	22.5	235.0	376.5	461.5
59	諫早土木事務所	A	24.5	31.0	64.0	91.0	84.0	58.0	37.0	239.0	389.5	476.5
60	諫 早 市 役 所	MB	18.0	30.0	66.0	99.0	84.0	59.0	35.0	249.0	391.0	460.0
61	諫早土木（久山）	B	24.5	36.0	109.0	114.0	76.0	71.0	45.0	299.0	475.5	543.0
62	地域振興公団諫早	A	19.0	34.0	94.5	109.0	77.0	58.5	49.0	280.5	441.0	517.5
63	総合農林試験場	A	17.0	34.0	97.0	121.0	95.0	60.0	64.0	313.0	488.0	567.5
64	小 ケ 倉 ダ ム	B	16.5	33.0	89.0	74.0	101.0	59.0	62.5	264.0	435.0	507.5
65	建 設 省 夫 婦 木	A	12.0	26.0	64.0	114.0	82.0	46.0	49.0	260.0	393.0	459.0
66	飯 盛 町 役 場	A	9.0	21.0	87.0	127.5	98.5	49.5	40.0	313.0	432.5	494.0
67	諫早消防署飯盛	A	10.0	20.5	90.5	129.0	98.0	54.0	41.5	317.5	443.5	509.5
68	森 山 町 役 場	B	5.0	28.0	31.0	80.0	70.0	28.0	54.0	181.0	296.0	376.0
69	高 来 町 役 場	B	0	27.0	18.0	60.0	60.0	49.0	50.0	169.0	264.0	409.0
70	諫早消防署高来	A	6.0	25.0	26.0	52.0	61.0	34.0	39.0	147.0	243.0	388.0
71	九州農政局黒新田	A	13.5	44.0	37.5	67.5	72.5	40.5	39.5	180.5	315.0	483.5
72	小 長 井 町 役 場	B	10.5	13.0	27.0	50.0	35.0	35.0	15.0	110.0	185.5	310.0
73	愛 野 町 役 場	B	2.0	28.0	29.0	53.0	47.0	23.0	43.0	129.0	225.0	303.0
74	愛野馬鈴薯センター	A	2.5	27.0	32.0	63.0	38.0	22.0	40.0	133.0	222.0	308.0
75	吾 妻 町 役 場	A	2.0	22.0	27.0	38.5	34.0	15.5	36.5	99.5	175.5	254.0
76	九州農政局山田	A	1.5	15.5	24.5	36.0	19.5	14.0	30.5	80.0	141.5	229.0
77	瑞 穂 町 役 場	B	3.0	14.0	25.0	31.0	26.0	13.0	30.0	82.0	142.0	233.0
78	九州農政局西郷	A	1.5	9.0	22.5	33.0	27.5	16.0	32.0	83.0	141.5	238.5
79	国 見 町 役 場	A	1.0	7.5	9.5	25.0	20.0	11.5	27.5	60.0	102.0	202.0
80	島 原 消 防 署	MB	1.0	8.0	14.0	14.0	34.0	16.0	24.0	124.0	111.0	323.0
81	千々石町役場	B	0	12.0	28.0	32.0	17.0	11.0	34.0	77.0	134.0	249.5
82	建 設 省 小 浜	B	—	9.5	13.0	32.0	28.0	17.0	28.0	98.5	128.5	295.5
83	小 浜 町 役 場	B	2.5	8.0	19.0	33.0	29.0	18.0	33.0	100.0	142.0	318.0
84	小 浜 消 防 署	A	2.0	7.0	15.0	33.0	32.0	17.0	29.0	101.0	135.0	313.5
85	絹 笠 山	MB	3.0	13.0	18.0	39.0	34.0	22.0	30.0	117.0	159.0	395.0
86	建 設 省 雲 仙	B	3.0	11.0	12.0	21.0	31.0	11.0	24.0	83.0	113.0	258.0
87	南 串 山 町 役 場	A	1.0	8.0	24.0	35.0	33.0	35.0	50.0	140.0	186.0	363.0
88	加 津 佐 町 役 場	B	0	2.0	8.0	20.0	35.0	30.0	40.0	122.0	135.0	277.0
89	島原消防署口之津	MB	0	2.0	8.0	15.0	33.0	31.0	40.0	124.0	129.0	249.0
90	南 有 馬 町 役 場	B	0	2.0	10.0	18.0	47.0	25.0	42.0	118.0	144.0	290.0
91	西 有 家 町 役 場	B	0	3.0	8.0	20.0	40.0	25.0	35.0	101.0	131.0	285.0
92	有 家 町 役 場	A	0	1.0	7.0	21.5	42.0	24.0	37.0	103.0	132.5	281.5
93	島原消防署有馬	A	0	2.5	6.5	18.5	36.0	21.0	39.5	104.0	124.0	271.0
94	島原消防署南	A	0	8.0	20.0	10.0	32.0	30.0	38.0	121.0	138.0	317.5
95	島原消防署布津	A	1.0	3.0	10.0	23.0	27.0	28.0	18.0	89.0	100.0	260.0
96	島原消防署北	A	1.5	5.0	14.0	25.0	19.5	15.5	20.0	60.0	100.5	202.5
97	有 明 町 役 場	A	2.5	6.5	8.5	15.0	22.5	10.0	23.5	67.0	88.5	181.0

第2表 降水量の順位

(降水量：mm；始時：時分)

順位	最 大 10 分 間						最 大 30 分 間						最 大 1 時 間											
	番号	機	関	降水量	始時		番号	機	関	降水量	始時		番号	機	関	降水量	始時							
1	6	幸	物	分	校	43.0	1820	6	幸	物	分	校	110.0	1820	18	長	与	町	役	場	187.0	1900		
2	19	長	与	駅		42.0	1920	19	長	与	駅		103.0	1920	6	幸	物	分	校	182.5	1810			
3	28	S	S	K		40.0	1940	11	神	浦	ダ	ム	102.0	1820	19	長	与	駅		168.0	1910			
4	11	神	浦	ダ	ム	36.0	1820	28	S	S	K		89.0	1940	11	神	浦	ダ	ム	167.0	1820			
5	66	飯	盛	町	役	場	32.0	2020	67	飯	盛	消	防	83.0	2000	20	竹	中	土	木	162.0	1900		
6	67	飯	盛	消	防	32.0	2020	22	多	良	見	消	防	79.5	1930	32	長	崎	土	建	161.0	1900		
7	22	多	良	見	消	防	30.5	1950	66	飯	盛	町	役	場	77.0	2000	10	外	海	町	役	場	156.0	1800
8	63	総	合	農	林	試	30.0	1950	63	総	合	農	林	試	75.0	1940	26	バ	イ	バ	ス	155.0	1900	
9	3	大	島	町	役	場	27.0	1830	40	長	崎	海	洋	71.5	1950	28	S	S	K		155.0	1920		
10	62	地	域	振	興	26.5	1940	62	地	域	振	興	68.0	1940	31	安	藤	建	設	155.0	2000			
								65	夫	婦	木		68.0	1950										

順位	最 大 2 時 間				最 大 3 時 間				23 日 17 時 -24 時				23 日 9 時 -24 日 9 時														
	番号	機	関	降水量	番号	機	関	降水量	番号	機	関	降水量	番号	機	関	降水量											
1	11	神	浦	ダ	ム	283.0	32	長	崎	土	建	366.0	32	長	崎	土	建	608.5									
2	30	西	海	興	業	267.0	30	西	海	興	業	364.0	28	S	S	K	525.5	一	矢	上	浄	水	場	599.0			
3	32	長	崎	土	建	266.0	31	安	藤	建	設	358.0	30	西	海	興	業	512.0	30	西	海	興	業	589.5			
4	31	安	藤	建	設	265.0	39	九	電	制	御	所	346.5	39	九	電	制	御	所	499.0	28	S	S	K	589.0		
5	28	S	S	K		262.0	10	外	海	町	役	場	345.0	38	建	設	省	長	崎	491.0	39	九	電	制	御	所	583.5
6	67	飯	盛	消	防	254.0	11	神	浦	ダ	ム	342.5	19	長	与	駅	485.5	31	安	藤	建	設	580.0				
7	6	幸	物	分	校	252.0	38	建	設	省	長	崎	335.0	31	安	藤	建	設	484.0	38	建	設	省	長	崎	571.0	
8	20	竹	中	土	木	252.0	28	S	S	K		333.0	25	日	本	国	土	483.0	20	竹	中	土	木	547.0			
9	19	長	与	駅		250.0	18	長	与	町	役	場	330.0	29	矢	上	団	地	480.5	29	矢	上	団	地	547.0		
10	63	総	合	農	林	試	249.0	29	矢	上	団	地	330.0	20	竹	中	土	木	479.0	12	長	浦	岳	545.0			

第3表 降水到達時刻と所要時間

(上段：時分；下段：分)

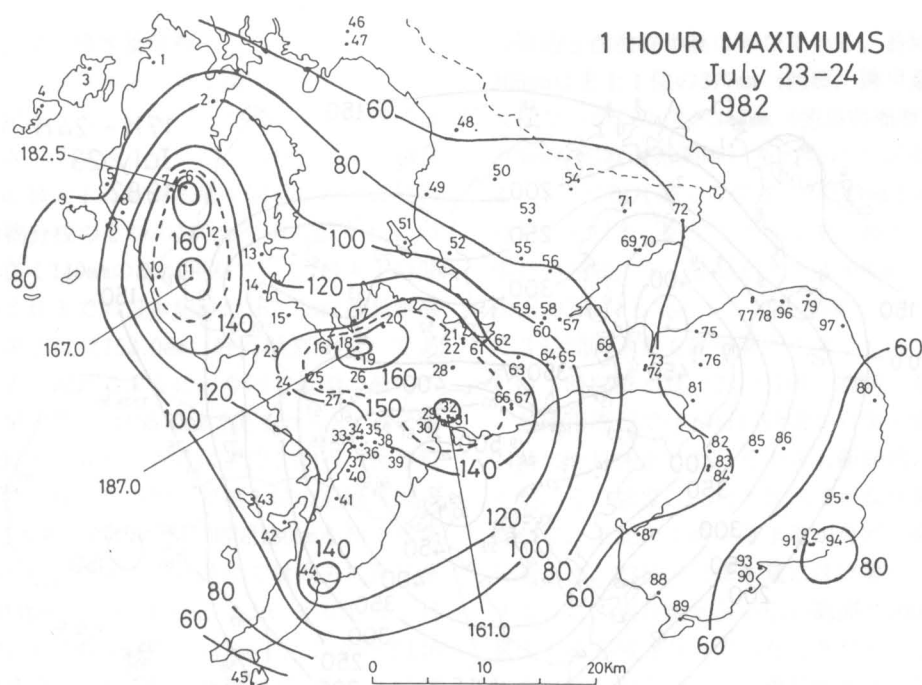
番号 機 関	降り始め	降 水 量 (mm)											
		50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	
6 雪浦小幸物分校	1634	1808	1826	1838	1855	1924	2009	2106	0020	—	—	—	
	94	18	12	17	29	45	57	194					
19 長与駅検査班	1702	1903	1924	1937	1956	2022	2105	2143	2221	2245	0242	—	
	121	21	13	19	26	43	38	38	24	237			
28 SSK東長崎IC	1710	1842	1924	1943	2002	2022	2047	2118	2200	2235	2319	0254	
	92	42	19	19	20	25	31	42	35	44	215		
40 長崎海洋气象台	1703	1911	1941	2002	2025	2103	2132	2203	2250	0040	0257	—	
	128	30	21	23	38	29	31	47	110	137			
66 飯盛町役場	1723	1929	1953	2014	2033	2105	2128	2207	2310	0201	—	—	
	126	24	21	19	32	23	39	63	171				
所 要 時 間	降 水 量 の 間 隔 (mm)												
	(分)	50→150	50→200	50→250	100→200	100→250	100→300	150→300					
6 幸 物 分 校	30	47	76	29	58	103	91						
19 長 与 駅	34	53	79	32	58	101	88						
28 S S K	61	80	100	38	58	83	64						
40 長 崎 海 洋	51	74	112	44	82	111	90						
66 飯 盛 町	45	64	96	40	72	95	74						

常20〜30cm足場を組むから、受水面から床までは少なくとも70〜80cmの高さとなり、外部の雨水がはねかえる心配はないと思われるが、そればかりではなく、受水器に入った雨水の外への飛び出し、転倒ますの動作など強雨時の雨量計の仕様に対する検討が必要になるかも知れない。雨量記録のなかには最小単位が1mmで出力されているものがあったが、ここではこのような記録についても小数点をつけ、小数1位を0として報告する。

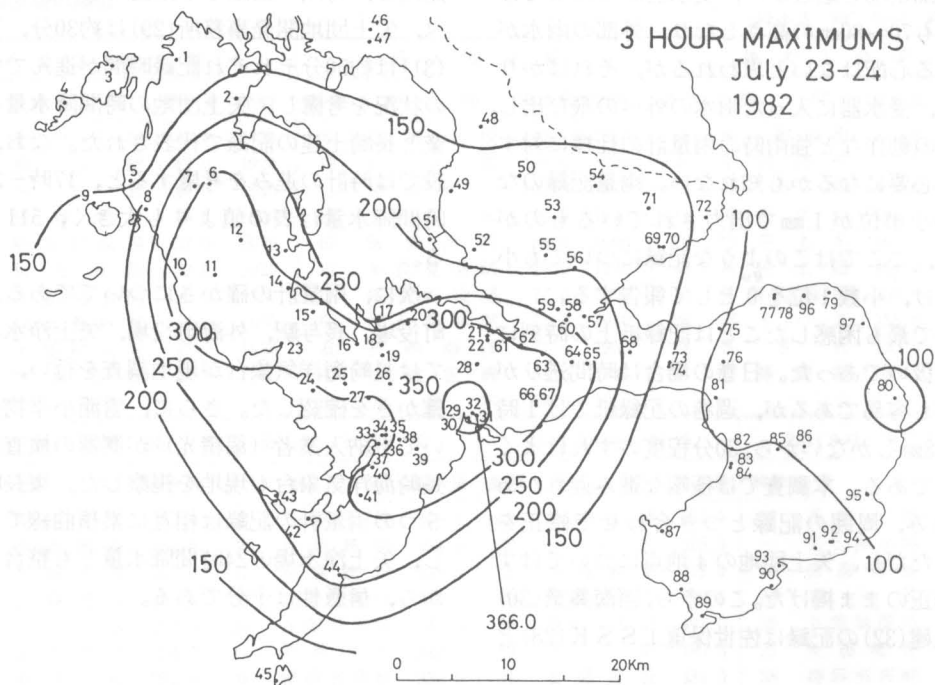
本調査で最も困惑したことは記録紙上の時刻に対する取扱いであった。日巻の場合は時間送りが早く調整も容易であるが、週巻の記録紙では1時間幅が1.8mmしかないから、30分程度のずれはよくあることである。本調査では極端な進み遅れがある場合のみ、周囲の記録とつき合わせて修正を行った。ただし、矢上団地の4地点についてはすべて無修正のまま掲げた。このうち、西海興業(30)と長崎土建(32)の記録は佐世保重工SSK(28)と

比較し、時刻の正確さを確認できた。これらに比べ、矢上団地開発事務所(29)は約30分、安藤建設(31)は約50分それぞれ記録時間が進んでいた。上の状況を考慮し、矢上団地の時間降水量は西海興業と長崎土建の記録で代表された。なお、安藤建設では時計の進みを考慮すると、17時〜24時の7時間降水量は表の値よりも大きく、511.0mmとなる。

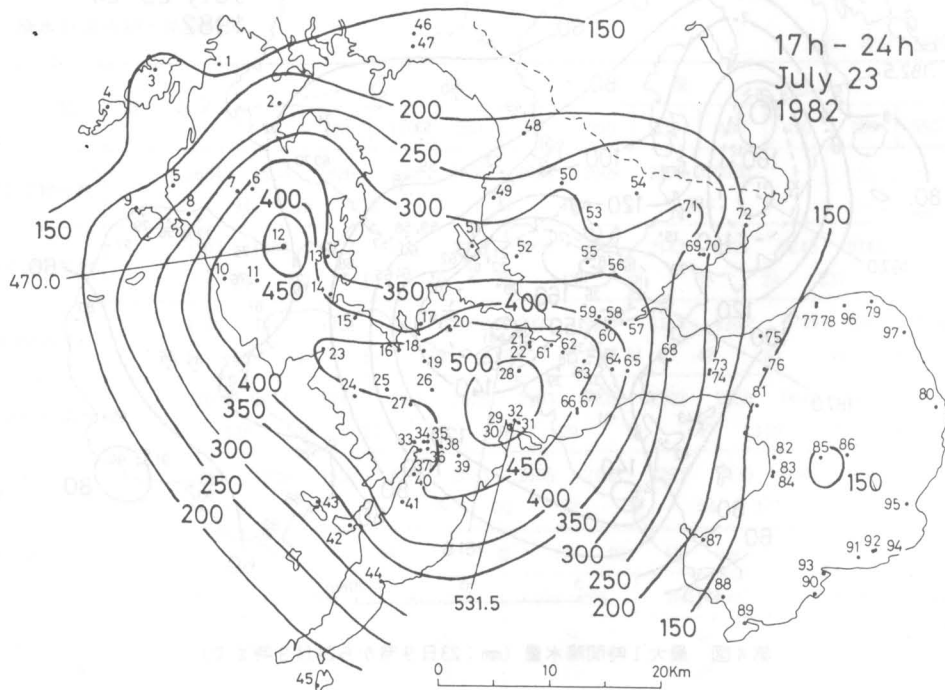
次に、雨量計の確かさについてであるが、長与町役場、長与駅、外海町役場、矢上浄水場については長崎海洋气象台が現地調査を行い、いずれも確かさを確認した。さらに、雪浦小幸物分校についても納入業者(扇精光)が測器の検査を行い、長崎海洋气象台も現地を視察した。東長崎地区の5つの雨量計の記録は相互に累積曲線でよく類似し、矢上浄水場の24時間降水量とも整合することから、信憑性は十分である。



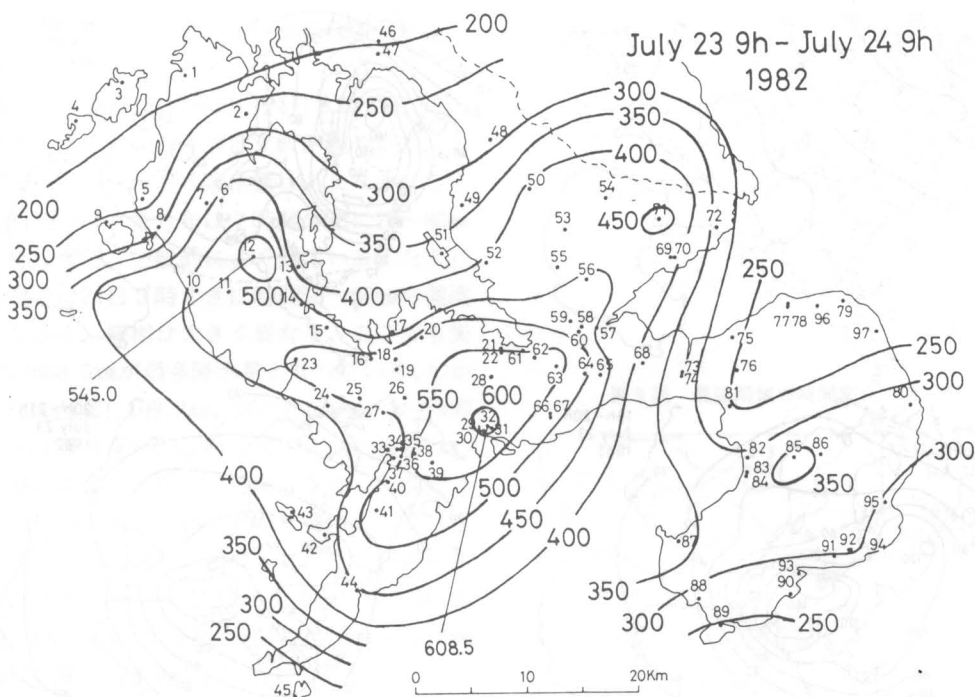
第4図 最大1時間降水量 (mm; 23日9時から24日9時まで)



第5図 最大3時間降水量 (mm ; 23日9時から24日9時まで)



第6図 7時間降水量 (mm ; 23日17時-24時)



第7図 24時間降水量 (mm; 23日9時-24日9時)

2. 3. 2. 降水量分布

(1) 最大1時間降水量 (第4図)

週巻の記録では1時間ごとの読取值、日巻では10分刻みの1時間値を用いて、23日9時から24日9時までの最大1時間降水量を図示した。長与町役場と幸物分校の2つの180mmを中心にそれらのまわりを広く140mmの線が囲んでいる。最大1時間降水量のこれまでの日本記録は167.2mm(徳島県福井)で、第2位は153.0mm(静岡県富士宮)である。第2表に掲げるように、今回の豪雨の最大1時間降水量の10位は155.0mmであるから、すべて第2位の記録を上回り、さらに上位3地点(長与町役場、幸物分校、長与駅)で第1位の記録を破っている。日本列島が初めて1時間180mmを超える豪雨を経験したのである。長崎県では過去に諫早豪雨で西郷144mm、大村141mm、また、昭和42年7月豪雨で木の宮(佐世保市)141mmと、3カ所で140mm以上の時間雨量を記録したに過ぎない。1時間降水量は日本の記録を全面的に塗り替え、文字通り記録破りの強烈な集中豪雨であった。

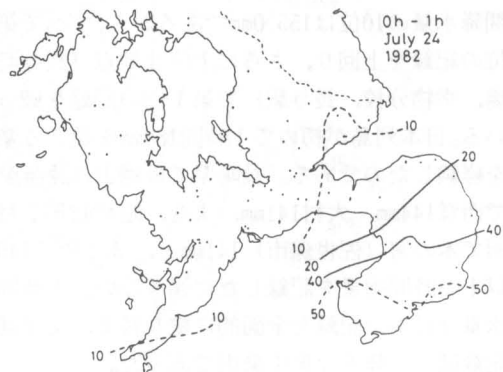
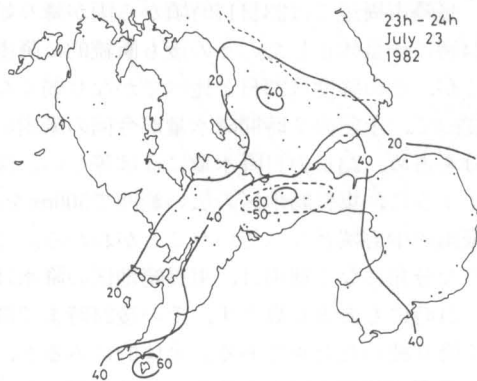
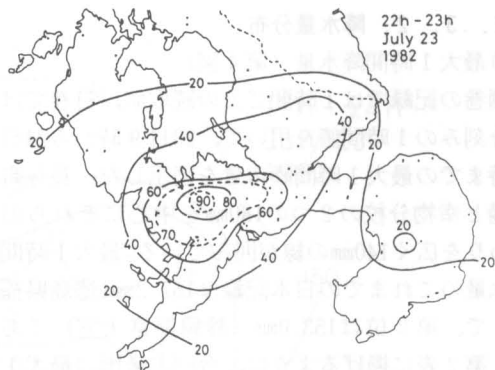
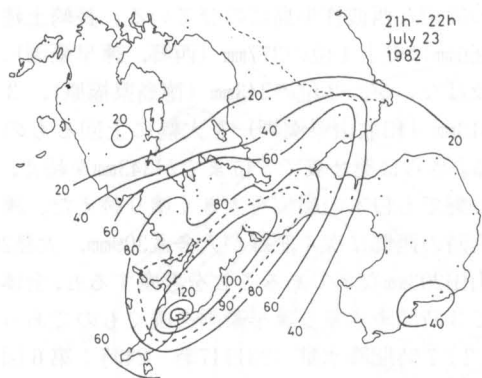
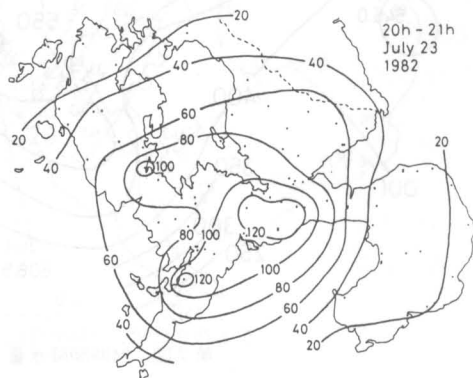
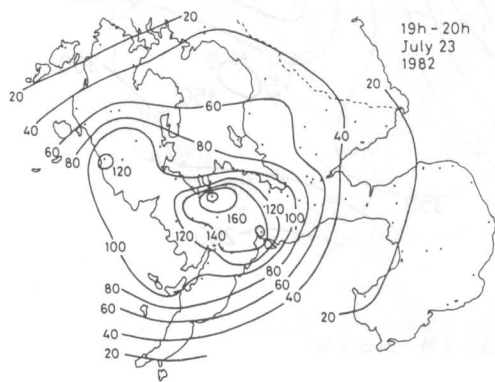
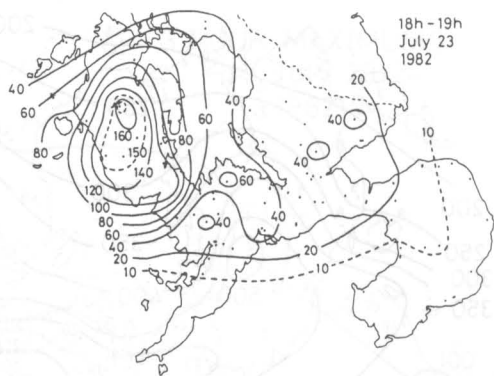
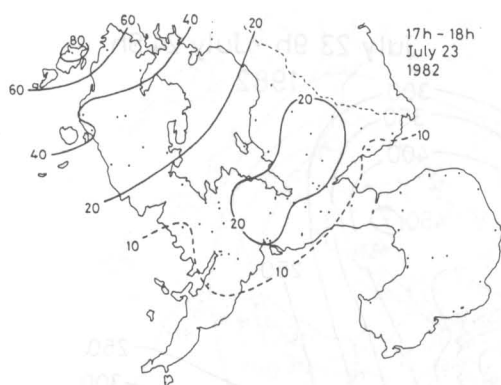
(2) 最大3時間降水量 (第5図)

正時の3時間で最大降水量を図示する。東長崎の矢上団地で350mmを超え、300mm以上の地域がそ

の周辺と西彼杵半島にのびている。長崎土建での366mmは史上1位の377mm(西郷、諫早豪雨)には及ばないが、2位の343mm(徳島県福原)、3位の313mm(和歌山県潮岬)を大幅に上回るものである。さらに第2表で5位までが343mmを超え、この分野でも日本の順位を大きく塗り替えた。諫早豪雨時の西郷に次ぐ記録が大多武309mm、大島294mm、山田293mmなどであることを考慮すると、全体として3時間降水量も諫早豪雨を凌ぐものであった。

(3) 7時間降水量 (23日17時-24時; 第6図)

長崎市周辺では23日17時頃から雨が降り始め、24時に一旦休止した。その後も断続的に降雨が続くが、その強度は23日と比べてかなり弱くなった。従って、上記の7時間降水量が今回の豪雨の大部分を占め、23日の日降水量にほぼ等しい。図に示すように、東長崎地区の広い範囲で500mmを超え、豪雨の中心域となっていたことがわかる。このような分布になる理由は、東長崎地区の降水は20時-21時にもあまり衰えず、その後24時まで間断なく降り続いたためである。全体的にみると、今回の豪雨は強い雨がおよそ3~4時間続いた。一方、諫早豪雨では強い雨が6~7時間に及んだため、昭和32年7月25日18時から26日1時までの7時間



第 8 図 1 時間降水量の分布 (mm; 23 日 17 時 - 24 日 1 時)

降水量は西郷707.0mm, 長谷643.6mm, 多比良520.3mmであった。従って, 7時間降水量は諫早豪雨の方が今回の豪雨より大きい。

(4) 24時間降水量(23日9時-24日9時; 第7図)

24日に入ってから降雨は比較的穏やかで, しかも間欠的であったから降水量はあまり多くなく, 上記の24時間降水量分布は7時間分布に70~80mmを加えた程度で, 全般的によく似ている。ただし, 島原半島では24日3時すぎに時間50~80mmの強雨があったから, 様相は大きく異なる。ここでも矢上団地の608.5mmが最多降水量となっている。しかし, これは西郷1,109.2mm, 守山1,057mm, 長谷997mmとならぶ諫早豪雨の記録にははるかに及ばない。

自記紙の収集が1枚だけの場合が多く, 23日0時から24日24時までの48時間降水量については正確な順位表は作れない。参考までに主な記録をあげると, 矢上団地(長崎土建)642.0mm, 小ヶ倉(鹿島建設)635.0mm, 螢茶屋(建設省長崎)615.0mm, 長崎海洋気象台572.0mmなどとなる。

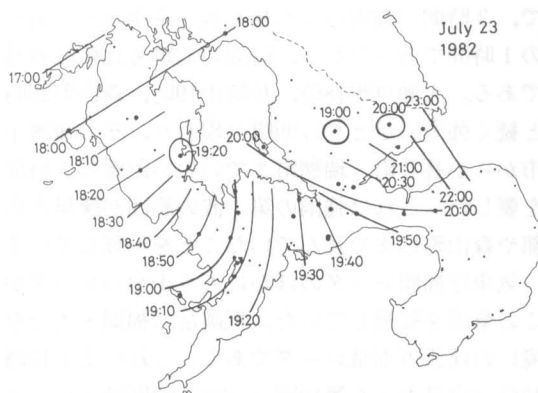
2. 3. 3. 降水量の時間分布

(1) 時間降水量の地理的分布

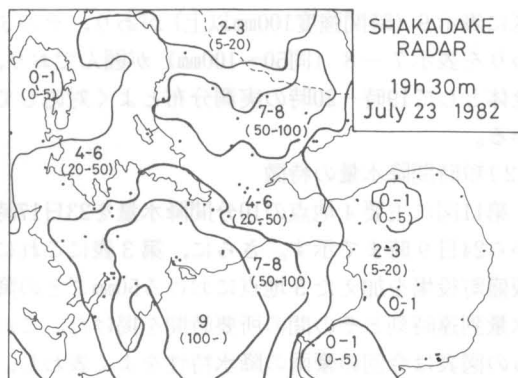
23日17時から24日1時までの1時間ごとの降水分布を第8図に示す。17時-18時には強雨域が大島町に限られているが, このとき松浦・佐世保でも強い雨がかった。18時-19時大瀬戸町, 19時-20時長与町と南下した最強雨域は, その後20時-21時飯盛町, 21時-22時三和町, 22時-23時再び長与町, 23時-24時諫早市南部へと, 東長崎地区を時計まわりに旋回し, 24日0時-1時には島原半島へ移った。時間降水量分布図をよくみると, その時間帯における最強雨域がはっきり現われているばかりでなく, 次の時間帯に最強雨域となる地域へ強雨の張り出しが認められるから, 東長崎地区のまわりを旋回した形跡は容易にたどられる。

なお, 図には示されていないが, このあと24日1時-2時の強雨域は再び長崎半島にかかり香焼町に50mmの極大, 2時-3時には三和町・野母崎および対岸の南串山町・加津佐町で50mm前後の強雨となり, 3時以降は強雨域が完全に島原半島に移った。

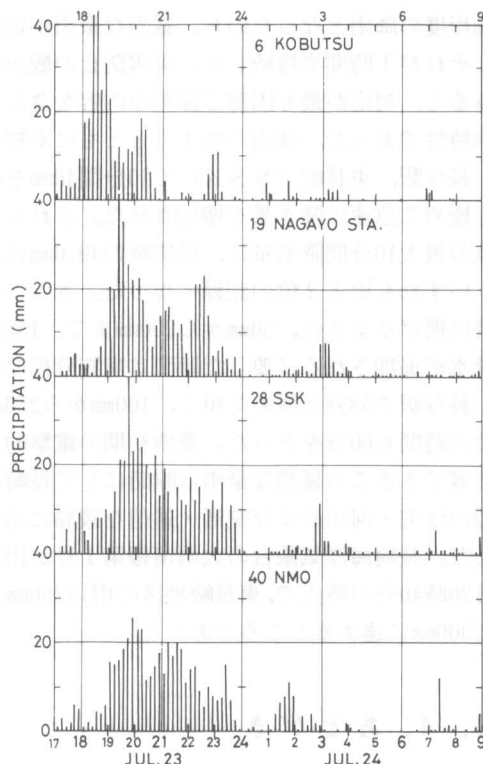
次に, 10分間読取可能地点における最大1時間降水量の始時から求めた強雨域の時間的移動を第9図に示す。今回の豪雨の時間経過はかなり単純



第9図 最強雨域の時間変化(時:分)



第10図 釈迦岳雨量レーダ定量表示(建設省長崎より)



第11図 10分間降水量の時間変化(23日17時-24日9時)

で、3時間の強雨のうち最も強い降雨はその最初の1時間であったから、時間の追跡も比較的容易である。大瀬戸町18時、長崎市19時、森山町20時と続く強雨の足どりは明瞭に現われ、その後諫早市から小長井町・瑞穂町までの短い距離に3時間を要した。これは強雨の第1波の範囲が諫早市南部や森山町にまで及んでいたことを示唆している。

気象庁福岡レーダのほかにもう1台のレーダがこの豪雨を監視していた。釈迦岳（福岡・大分県境）の建設省雨量レーダである。これによる19時30分の定量表示を第10図に示す。瞬間時のレーダ表示と時間降水量とは質が異なるが、東長崎地区に表示9（時間強度100mm以上）があり、そのまわりを表示7～8（同50～100mm）が囲んでおり、全体として19時～20時の実測分布とよく対応している。

（2）短時間降水量の特徴

第11図に主要4地点の10分間降水量を23日17時から24日9時まで示す。さらに、第3表にこれに飯盛町役場を加えた5地点における50mmごとの降水量到達時刻とその間の所要時間を掲げた。これらの図表は今回の豪雨の降水特性をよく表わし、多くの示唆に富んでいる。すなわち、約2時間で50mm程度の降雨となったのち、猛烈な豪雨が始まり、それが1時間半持続した。災害防止の観点からみると、対応が最も困難で深刻な内容を含んだ降水特性であった。強雨の始まりとともに幸物分校、長与駅、東長崎（SSK）で10分間40mmを超え、極めて急速に降水量を増加させた。これら3地点の最大10分間降水量は、足摺岬の49.0mmに次ぎ、いずれも史上2位の記録となった。さらに第3表に掲げるように、50mmから200mmまで、150mmの降水が追加されるに要した時間は幸物分校で47分、長与駅で53分と極めて短く、100mmから250mmまでの時間も60分をきった。豪雨初期の電撃的とも形容できるこの猛烈な豪雨は瞬時にして長崎市周辺の住宅・河川および交通・通信を破局に追い込んだ。長崎海洋気象台の大雨情報第1号が出た23日20時40分の時点で、東長崎地区の雨は250mmを超え300mmに達するところであった。

2. 4. あとがき

7月23日の豪雨は短時間降水量の強さにその特

徴があった。特に、比較的ゆっくりとした足取りで50mmとなった降雨が100mm、200mm、300mmへと増加するときの速度は、これまでに日本列島が経験した雨のなかで最高であったに違いない。そして、それは豪雨対策に見直しを迫る貴重な内容を含んでいる。しかし、降雨状況の調査結果は、強雨域がやって来る1～2時間前から気象官署、地方自治体、消防、警察、建設など防災関係機関が有機的な情報交換を行えば、的確な対応が可能であることを十分示唆している。集中豪雨が夜間に起こりやすいという悪条件への対策を含めて、今回の豪雨の教訓を生かす総合的な研究を期待したい。これに関連して、九州一円に被害を与えたという意味での昭和57年7月豪雨という名称はそれとして、強烈な短時間豪雨を内容とする「長崎豪雨」というもう一つの気象学的な呼称を提案したい。それは語り継がれ、思い起こすべき多くの内容をもっていると考えるからである。集中豪雨の姿かたちは1枚の5万の1地図の中に十分おさまる——これが本調査からの鮮烈な印象であった。

あの日県南地方だけで100を超える自記雨量計が動いていたとは、思いもよらないことであった。調査もれを考慮すれば、まだ20や30はあるかも知れない。1つ1つの雨量計が貴重なキーポイントとなり、ここに掲げた図表を形成している。多くの方々の地道で弛みない作業のなかから生まれたものであることを特にここに記したい。

謝辞

本調査にあたり、降水記録をはじめとする各種の貴重な資料を御提供いただいたすべての観測・調査機関と実務担当諸兄に謹んで感謝の意を表します。資料の収集と整理の過程で、長崎海洋気象台の小島隆義測候課長と金水和夫主任技術専門官に多くの御指導と御助言をいただいた。また、岩永和文氏（扇精光）、近藤信昭氏（イケダ科学）、坂田輝行氏（小浜高校）、近藤功氏（東長崎中）および松崎秀信氏（北大浦小）には資料の収集に際して実際の御援助をいただいた。上記の方々に厚く感謝申し上げます。さらに、御支援下された調査団の団員各位と資料整理に従事された本学教育学部学生諸氏にも謝意を表します。

参 考 文 献

- 大沢綱一郎，尾崎康一，1957：諫早方面の大水害について，
天気，4，273-279.
- 長崎海洋気象台，1982：災害時気象速報-昭和57年7月23
日から25日にかけての梅雨前線による長崎県の大雨，
17pp. (昭和57年7月)
- 日本気象協会，1982：気象年鑑1982年版，166pp.
- 福岡管区気象台，1982：災害時気象調査報告-昭和57年7
月23日から25日にかけての梅雨前線による九州および
山口県地方の大雨，56pp. (昭和57年8月)
- 文部省特定研究（災害科学）九州地区班，1969：昭和42年
7月豪雨による災害の総合的実態的研究，174pp.

3. 水文・河川災害

3. 1. 水文現象としての長崎豪雨

3. 2. 長崎市街地の河川氾濫—浦上川・中島川—

3. 3. 八郎川水系の河川災害

3. 1. 水文現象としての長崎豪雨

野口 正人*・中村 武弘*

地球規模の水循環を考えた場合、降水現象は欠かせぬ一要素であるが、それにしても此の度の降雨は激しすぎた。本論では、河川を治めていく立場から降雨規模の評価を行い、流出解析をする上での問題点について簡単に考察する。

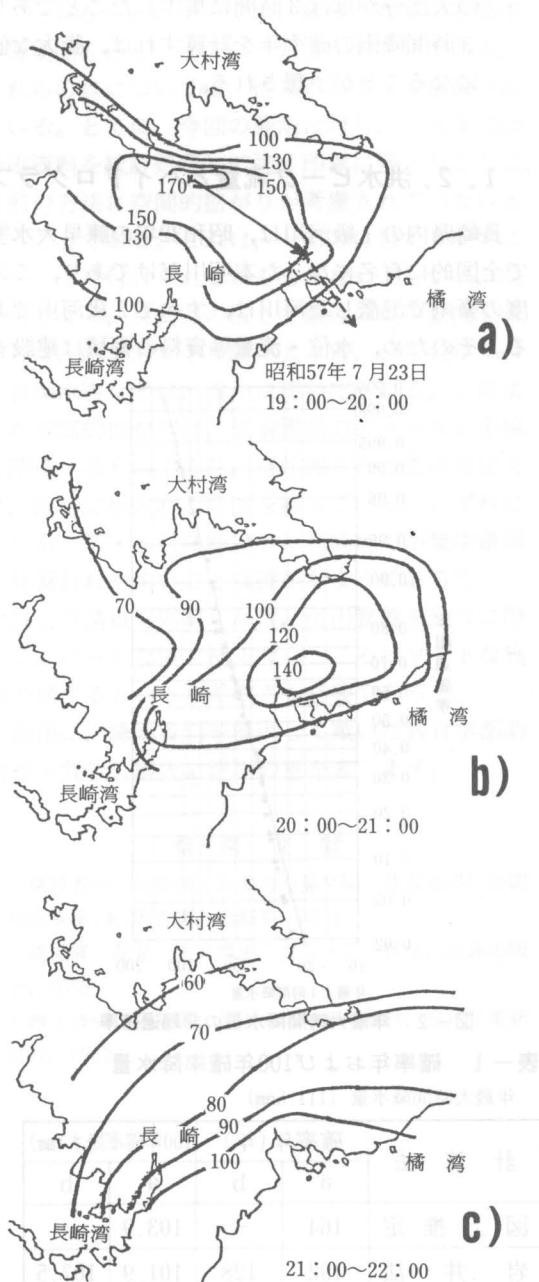
1. 1. 昭和57年7月豪雨とその規模

7月20日、長崎地方に243mmの降雨があったが、梅雨前線はなお衰えることなく、九州北部を覆っていた。そこに済州島より移動してきた低気圧が停滞し、7月23日の集中豪雨がもたらされることとなった。このときの降雨状況を、時間降雨量による等雨量線で示したものが図1 a) b) c)であり、それぞれ、19:00~20:00, 20:00~21:00, 21:00~22:00に対応している。これらの図より明らかなように、豪雨の中心は、19時から21時にかけて、時津・長与町より東長崎方面へ通過しており、この時間帯に河川の負担が厳しかったことが容易に推察される。

一般に、河川管理を行うに際して、設計対象降雨を決定せねばならぬことは言うまでもないことである。このため、まず、今回の雨の降雨確率を求めることとし、長崎海洋気象台で観測された資料を対数正規確率紙にプロットすれば、図2、3のようである。ここに、年最大時間降水量は明治30年~昭和56年までの85個の資料、また、年最大日降水量は明治12年~昭和56年までの103個の資料が用いられており、プロットは、トーマス・プロットによりなされた。このほか、統計量が対数正規分布および極値分布で与えられるとして、従来の方法で計算された確率年の値は、表1(a)欄にまとめられている。なお、(b)欄は、今回の降雨資料を追加して計算されたものである。これらの図表より、長崎豪雨に関して、以下のように結論づけられる。

- i) 日降水量448mmは、600~700年確率のものに相当し、資料を1個追加した計算でもほぼ400

年であることから、確かに稀にしか起こらない現象であると言える。



図一 1 時間降雨量による等雨量線図

*工学部土木工学科

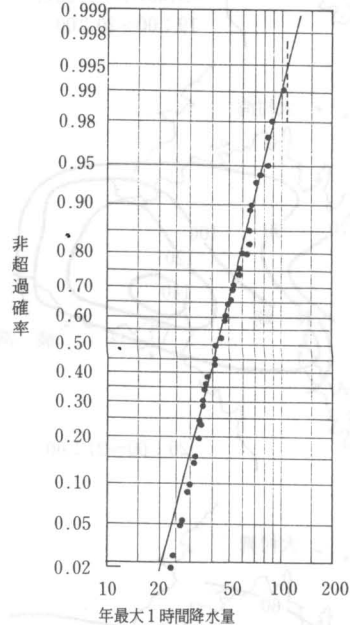
- ii) 時間降水量111.5mmは、170～200年確率のものであり、日降水量の降雨確率に比べて大きい。これは、海洋気象台の位置が最強豪雨域の縁にあり、時間降水量が長与町役場で観測された値：187mm（観測史上第1位）のように大きくなっていないためである。
- iii) 今回の雨の激しさは、観測された日降水量の大部分がほぼ3時間に集中したことであり、3時間降雨の確率年を計算すれば、膨大な値になることが予想される。

1. 2. 洪水ピーク流量とハイドログラフ

長崎県内の1級河川は、昭和32年の諫早大水害で全国的に有名になった本明川だけであり、この度の豪雨で氾濫した河川は、すべて2級河川である。そのため、水位・流量等資料の蓄積は建設省

管理のものに比べて少なく、とりわけ、長崎の場合には皆無の状態であった。したがって、今回の降雨を対象に流出解析をするにあたって、資料の乏しいときによく用いられる中安総合単位図法¹⁾が有効であった。その具体的な適用例については、後の論文に譲ることとし、本節では、洪水時のピーク流量に限定して、若干の考察を行う。

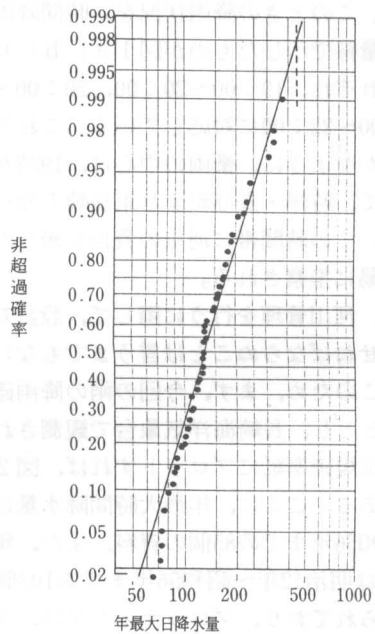
通常、ピーク流量は合理式： $Q=1/3.6 \cdot frA$ [Q：流量(m³/s), f：流出係数, r：降雨量(mm/hr), A：流域面積(km²)]を使って求められる。ただし、式中のrは洪水到達時間内の降雨から算出される時間降雨量であるため、到達時間の見積もりによる不確定さは避けられない。この間の様子を明らかにするため、中島川を例に取り挙げ、中島川と西山川との合流点で洪水到達時間を求めれば²⁾、表2のようになる。使用する計算式によって結果にかなり差があるが、到達時間は、おおよそ



図－2 年最大時間降水量の非超過確率

表－1 確率年および100年確率降水量
年最大時間降水量 (111.5mm)

計 算 法	確率年(年)		100年確率降水(mm)	
	a	b	a	b
図 上 推 定	164	—	103.9	—
岩 井 法	192	128	101.9	107.5
石原・高瀬の法	222	116	100.4	108.9
Gumbel 法	181	124	103.2	108.3



図－3 年最大日降水量の非超過確率

年最大日降水量 (448.0mm)

計 算 法	確率年(年)		100年確率降水(mm)	
	a	b	a	b
図 上 推 定	625	—	346.2	—
岩 井 法	625	370	340.9	362.4
石原・高瀬の法	357	174	359.8	400.1
Gumbel 法	748	393	347.1	372.0

30～50分と見積もられる。これより、時間降雨量ならびにピーク流量を求めれば、表3のようである。

以上のことから明らかなように、合理式で算出されたピーク流量は飽くまで一つの目安を与えるに過ぎないことがわかる。したがって、出水状態を正しく把握するためには、十分に同定された流出解析法によりハイドログラフを求めることが必要であり、そのためには日頃の水文・水理観測を欠かすことはできない。

表－2 洪水到達時間

	中 島 川		西 山 川		備 考
ルチハ式	32.5		31.2		
角屋・福島 の 式	68.4	平均	64.8	平均	丘陵・山地
	38.3	53.4	36.3	50.6	ゴルフ場($r_e=150\text{mm/hr}$)
クラ－ヘン式	31.2		32.6		人口密度疎なる地区
	41.2		42.6		山地流域・急傾斜地
土 研 の 式	102.5	平均	99.6	平均	自然流域
	14.7	58.6	14.4	57.0	都市

(単位：分)

表－3 時間降雨量とピーク流量

観測所	到達時間	30分	40分	50分
市 消 防 局		432	405	381
		128	120	113
海 洋 気 象 台		482	469	449
		143	139	133

〔単位： 上段：流量 (m³/s) 流出係数：0.85
下段：降雨強度 (mm/hr)〕

1. 3. 水文解析と河川管理

既に第1節で述べられたように、この度の豪雨は“未曾有”の激しさである。ところで、河川管理を行う場合、設計対象降雨を決めなければならぬことも、前述された。ここで、今次の降雨を以後の河川管理にどのように生かすべきか、という問題が生ずる。もちろん、如何なる降雨に対しても安全なる設計をするというのは理想であるが、河川改修に要する費用が莫大になることを考えれば、その妥当な値は経済力との関連で決まってこ

う。ただ、この際、確率降雨の概念が導入され、説得力を持たせる説明が付けられるものと思われるが、その方法とて万能でないことも、十分認識されなければならない。実は、昨年にも長崎海洋気象台で時間降雨量102mmを記録しており、2年続きで100年確率降雨を経験したことになる。もちろん、確率論的事象に対して、これ自身何ら不思議なことはないが、一方では、観測されている標本が母集団を正しく反映しているかの問題がある。これらの点については、従来から方々で指摘されている。とくに、今回の豪雨に対し、これまでの降雨資料を統計処理して強く印象に残ったことは、従前の方法に空間的拡がり が考慮されていないということである。これは、一方では当たり前のこととして片付けられるかもしれない。しかし、長崎市でなく、長崎県の広さで最近の集中豪雨を考えれば、昭和32年7月諫早大水害、昭和42年7月佐世保水害などは、直ちに想い出される。このような空間的拡がり は、気象擾乱のスケールと密接に関連するものであり、点処理される先の方法とは、確かに相入れない面を持っている。いずれにしても、7・8月にかけて、長崎地方が集中豪雨に見舞われやすいことは確かなようである³⁾。

以上の諸点を勘案すれば、河川管理を行うに際して、ハードな策で補えないところはソフトな施策を講ずるといった柔軟さも必要であろう。

最後に、降雨資料を提供して戴いた教育学部助教授・荒生公雄氏に感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 建設省河川局監修・日本河川協会編：建設省河川砂防技術基準(案)調査編，山海堂，昭51
- 2) 高見寛：開発と水文環境アセスメント技法，鹿島出版会，昭55
- 3) 施工技术・編集部：最近の集中豪雨集計，日刊工業新聞社，昭47

3. 2. 長崎市街地の河川氾濫

——浦上川・中島川——

野口 正人*・中村 武弘*・平山 康志*・武田 篤**

昭和57年7月豪雨による災害の特徴として、河川氾濫に伴い都市機能が麻痺したことが挙げられる。これは、他の特徴として挙げられる急傾斜地の土砂災害とは異なり、人的被害こそ大きくないが、都市生活を脅かす点で看過しえないものである。以下では、長崎市の都市河川のうち、浦上川と中島川を取り挙げ、河川氾濫の実態を把握するとともにその背景について分析する。

2. 1. 浦上川の出水特性と被害分析

2. 1. 1. 浦上川の概要

浦上川は、多良見町に近い畦別当付近より発し、長崎港に注いでおり、全流域面積：38.1km²、流路延長：13.3kmの2級河川である。この川は、長崎市ならびに周辺町村の河川の中にあつて、流域面積、流路延長ともに最も大きく、長崎市にとって重要な都市河川である。なお、浦上川の支川である大井手川が本川と合流する地点には、浦上水源池があるが、その名の通り水道専用の貯水池である。

2. 1. 2. 流域からの出水特性

浦上川の出水特性について検討するため、浦上橋（河口より5.0km）の上流500mの大井手地点を基準にして、流出解析を行った。この場合に対象となる流域は、三川川を含む浦上川上流ならびに大井手川のものであり、流域面積約19.0km²は全流域面積の半分に相当している。

ところで、10年間ほど浦上川の大規模な河川改修が無かったこと等の理由により、従来の流出解析結果については入手できなかった。そのため、以下では取りあえず、資料の乏しいときに用いられる中安総合単位図法によることにした。その結果、単位図の諸元は、遅れ時間： $t_g=30$ 分、ピーク流量発生までの時間： $T_1=50$ 分、ピーク流量の0.3倍まで減衰するに要する時間： $T_{0.3}=1.1$ 時間と求められた。既に1.で述べられたように、単位図の同定は、降雨ならびに流量時系列に対してなされるべきであるが、資料がなく不可能であった。ただ、洪水の減水期に流量を観測したので、流出解析結果を使い、間接的に単位図の妥当性を検討した。図1に、上述の単位図を用いて行った流出解析結果が示されている。なお、計算は、長与駅ならびに長崎県土木事務所の降雨記録を使い、

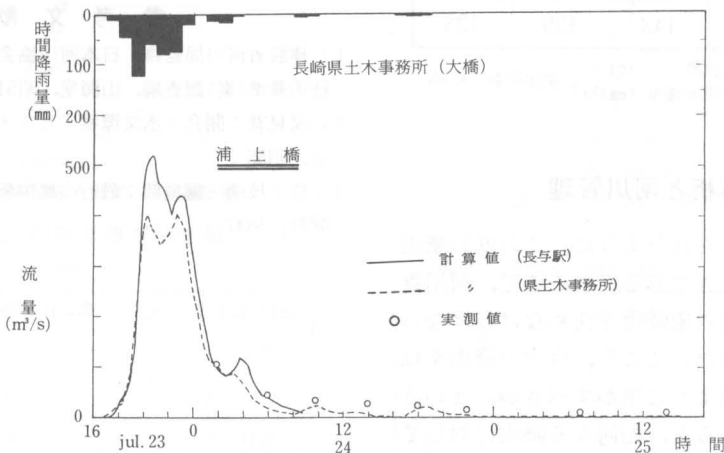


図-1 ハイドログラフ（浦上橋）

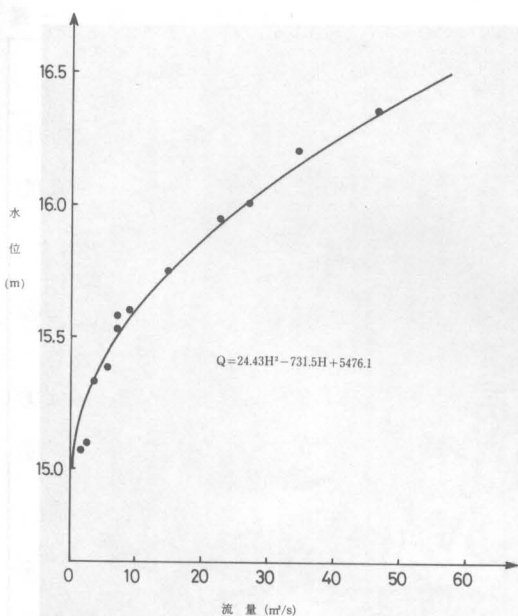


図-2 水位-流量曲線（浦上橋）

30分単位でなされている。また、洪水が引いた直後の観測（1：50）は、浦上橋で水位のみを求めたものであり、図2に示された水位-流量曲線を使って流量に換算された。

図1より明らかなように、減水期では、中安総合単位図による計算値と実測値とに大差ないことがわかる。また、洪水尖頭流量だけを取り上げれば、合理式において、時間降水量100mm、流出係数 $f=0.8\sim0.9$ とした場合の値、 $422\sim475\text{m}^3/\text{s}$ とも合っている。したがって、河道を満杯状態で流下した大井手地点でのハイドログラフは、ほぼ図1に示された形で表されるものと結論づけられ、これは付近住民の聴き取り結果とも良く符合している。

上述されたハイドログラフから明らかなように、浦上川の洪水変化は非常に短時間のうちに現われることがわかる。とりわけ、増水期の時間が短いといった特徴は、今後の防災対策を考える上で十分考慮されなければならない。また、今回の降雨について言えば、23日の午後8時半ならびに11時前の2箇所でのハイドログラフのピークが存在し、出水の時点ですでにその時間帯が、河川の負担の厳しいときに相当していることがわかる。とくに、後者のピークは長崎港の満潮時刻（22：35）とほぼ同じであり、後述される浸水被害を大きくしたのと思われる。

2. 1. 3. 被害分析

本節では、河川災害として、浸水被害ならびに河川構造物の被害に対象を限定することとし、都市機能障害については範疇より外す。

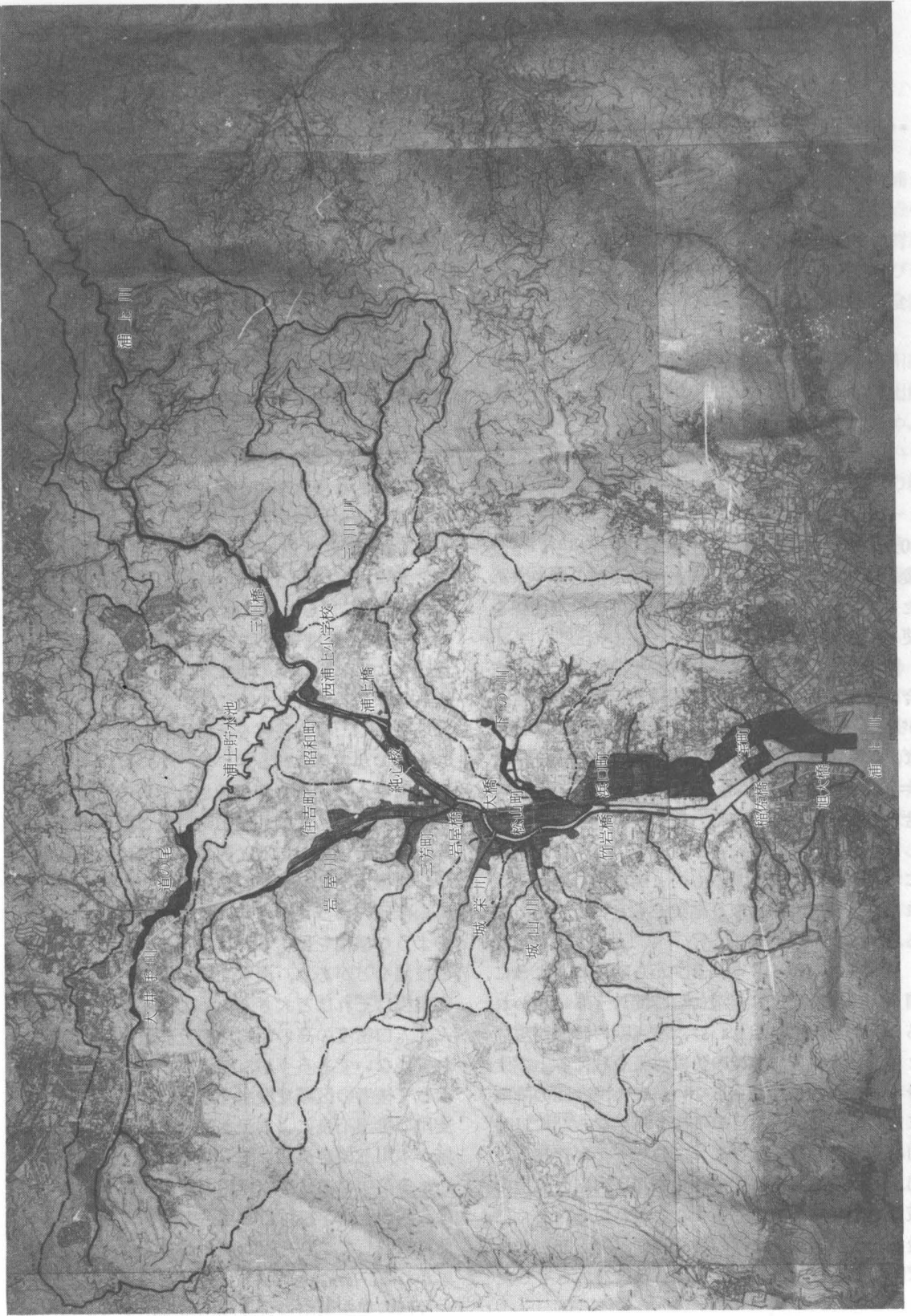
(1) 浸水被害

私どもで、浦上川流域の浸水区域を詳しく調査・測量した。これらの詳細については、氾濫解析の結果とともに後日改めて発表する予定である。以下では、現段階で得られている結果を記すにとどめる。

浦上川流域の浸水区域を示せば図3の通りであり、浸水面積は 1.87km^2 に及んでいる。主なる浸水箇所を浸水理由により分類、表示すれば、表1のようになる。ここに、最初の3区域を除いて、残りはほとんど連続している。また、同表の最右欄には代表的な浸水理由が掲げられている。ここに、(a)河積あるいは暗渠断面の不足〔(a-1)河積不足、(a-2)鉄道・道路等の下の暗渠断面不足〕、(b)本川の水位上昇による支川の排出不良、(c)河道の彎曲〔(C-1)曲率が小なる河心の曲がり、(C-2)曲率が大人為的な屈曲部〕、(d)流出物による橋脚部の堰止め、(e)上の地域からの侵入水、である。

ところで、浸水被害を評価する尺度として幾つかのものが考えられるが、表-1には、浸水の面積比率ならびに浸水深が示されている。浸水比率が大きい所は、大橋～松山町付近と浦上川下流左岸の浜口町以南である。前者の区域は地盤高が低く、岩屋川を初めとする数本の支川が合流するため、今回のような出水時には恰も遊水池であるかのような様相を呈する。ただ、この区域には陸上競技場などがあり、浸水面積の広さに比較して被害規模はそれほど大きくないようである。もちろん、人口密度の高い市街地部分に遊水池は想定されていないであろうが、結果的には、ここが源となって後者の区域で浸水を惹き起こした。一方、支川の排出不良による浸水区域の比率は、その区域が本川との合流部に限られるため、比較的小さい。その中であって岩屋川の浸水比率が大きいのは、西浦上小学校付近の場合と同様、河川が不自然に彎曲しており、浸水箇所が多くなったためと思われる。

今回の集中豪雨による降雨量は、明らかに河道



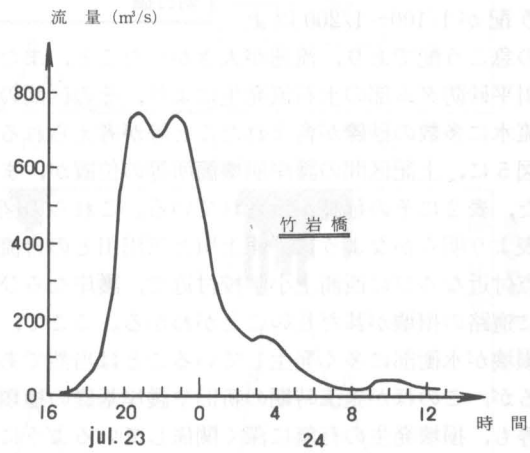
図一 3 浦上川の浸水区域

表－１ 浦上川の浸水状況

浸 水 区 域	浸水面積 (km^2)	支 川 名	流域面積 (km^2)	浸水比率 (%)	最大ならびに 平均浸水深(m)	浸 水 理 由
① 道の尾付近	0.11	大井手川	7.37	1.5	1.1～0.7	d, a-1
② 三川橋付近	0.09	三 川 川 (本 川)	3.18	1.6	1.6～1.1	b, c-2
a) 三川川下流	0.05				1.4～1.2	c-2, b
b) 本 川 筋	0.04					
③ 西浦上小付近 (浦上橋まで)	0.06	〃	9.60	2.2	2.2～1.1	c-2
④ 純心校～岩屋橋付近	0.11	〃			1.8～1.0	e, c-1, a-1
⑤ 岩屋川下流	0.30	岩屋川			1.7～0.8	
a) 住吉付近	0.24	〃	5.00	6.0		c-2, a-2, a-1, b
b) 三 芳 町	0.06	〃				b, a-1
⑥ 大橋～松山町付近	0.26	(本 川)	0.46	56.5	1.9～1.0	c, a-1
⑦ 城栄町・城山町	0.09	城 栄 川	0.91	5.5	1.5～0.8	b, a-1
a) 城 栄 川	0.05		2.93	1.4	2.3～1.3	b, a-1
b) 城 山 川	0.04	城 山 川				
⑧ 下の川下流	0.06	下の川	3.37	1.8	1.4～0.8	b, a-1, a-2
⑨ 浦上川下流	0.79	(本川：左岸)	2.39	31.0	1.7～1.0	e, a-1
a) 浜口町以南	0.74		2.90	1.7	1.1～1.0	a-1, e
b) 城山町以南	0.05	(本川：右岸)				
総 計	1.87		38.11	4.9	2.3～0.9	

の設計対象値を越えており、とくに下流部では河
積不足による浸水被害は避け得なかったものと思
われる。以下では、上述された浸水がどの程度の
流量によって惹き起こされたかを調べるため、竹
岩橋（河口より2.4km）付近を取り挙げて考察す
る。

- i) 竹岩橋より上流の各支川流域で流出解析を
行い、流下時間だけずらせて求めたハイドロ
グラフは、図4の通りである。これより、ピー
ク流量は約750 m^3/s である。
- ii) 松山競技場付近での本川と下の川合流部
における洪水痕跡のこう配は、それぞれ0.002,
0.0009であり、これよりマニング式（粗度係
数 $n=0.025$ ）で流速を求めれば、3.5、2.3m/
s となる。この数値に支配断面積を乗じて流
量を求めると、約730 m^3/s である。同様にし
て、浦上川の溢流水が浜口町から岩川町方面
へ流れた流量を計算すると、約140 m^3/s （流



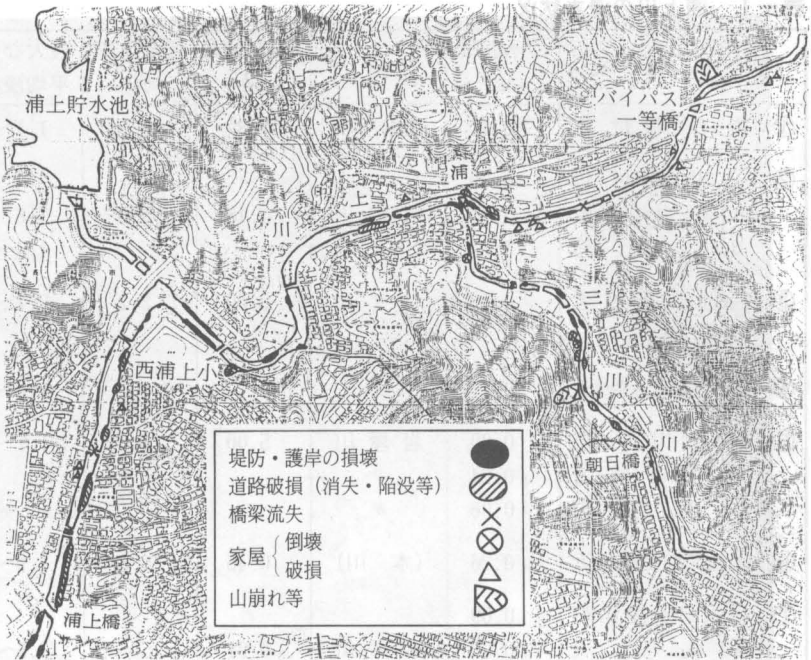
図－４ ハイドログラフ（竹岩橋）

速：1.0m/s) であり、
総計870 m³/s となる。

上記の各方法で求められた流量は、120 m³/s ほど違っている。これは、各小流域で求められたハイドログラフを重ね合わせる場合に、流下時間の見積りで誤差が含まれたことや、半経験的な平均流速公式により流量を概算したこと等によるものである。いずれにしても、竹岩橋付近で洪水流の水面がほぼ堤防天端に達していたことを考慮すれば、100～150 m³/s の流量は河道内に納まらなかったものと思われる。したがって、この溢流水が、浦上川左岸小支川の流量を加えて、岩川町以南を流れたと考えられる。

(2) 河川構造物の被害

浦上川ならびにその支川における構造物の被害は、とりわけ、昭和町付近より上流の本川筋で顕著である。この理由としては、河床こう配が1/100～1/200 以上の急こう配であり、流速が大きかったこと、また川平砂防ダム部の土石流発生により、その区間の流水に多数の砂礫が含まれたこと等が考えられる。図5に、上記区間の護岸崩壊箇所等の位置が、また、表2にその延長が示されている。これらの図表より明かなように、浦上川と三川川との合流点付近ならびに西浦上小学校付近で、護岸ならびに道路の損壊が甚だしいことがわかる。ここで、損壊が水衝部に多く発生していることは当然であるが、このほか施工時期の新旧や護岸基礎の種類等も、損壊発生の有無に深く関係しているように思われた。なお、西浦上小学校と浦上橋との間の区間で、右岸に護岸損壊が起っていないのは、そこで民家が一段と低いレベルにあり、それらが損傷しているためである。



図－5 河川構造物の被災箇所

表－2 河川構造物の被災状況

河 道 区 間	河 川 名	流路延長(km)	堤防・護岸損壊 (上段：左岸 下段：右岸)	
浦上橋～三川川との合流点	浦上川本川	1.47	517	(35.2)%
三川川との合流点～バイパス一等橋			195	(13.3)
三川川との合流点～朝日橋	三 川 川	0.60	112	(18.7)
			46	(7.7)
	三 川 川	0.70	196	(28.0)
			152	(21.7)

2. 1. 4. ま と め

この度の豪雨による浦上川の河川氾濫を見た場合、一つには、雨の大きさから浸水被害は避け得なかったものと思われる。しかし、他方では、河道線形等の不備によって被害が大きくなったことも確かであり、流路を整流することの重要性が改めて再確認された。さらに、道の尾付近の浸水は、洪水流出物が橋脚部を堰止めて惹き起こされたが、それとともに、新興団地である滑石地区からの流出水が急襲したことも無視しえない。このようなことは、他の河川流域でも見られたが、今後の宅地開発にあたって考えなければならない問題点であろう。

2. 2. 中島川の河川氾濫と浸水被害

2. 2. 1. 中島川の概要

中島川は本河内・奥山から流れ出て、出来大工町で、西山・木場に源をおく西山川と合流し、長崎市中心街を流れる全流域面積：17.5km²、流路延長：6.2kmの2級河川である。本川は、市中心部に眼鏡橋を初めとする石橋群を有し、古くからの歴史的背景もあって、市民に最も深く親しまれている。なお、中島川の上流には本河内高部・低部水源池、支川の西山川上流には西山高部水源池があるが、浦上川の場合と同様、水道専用の貯水池である。

2. 2. 2. 流出解析と洪水解析

中島川に対して洪水の実態を把握するため、まず、中島川と西山川との合流点を基準点に取り、流出解析を行った。この場合にも、中安総合単位図法を適用したが、単位図の妥当性を調べるため、流量の実測値が存在する豪雨以前の降雨に対しても計算がなされた。その結果は図6に示されているが、7月20日の降雨に対する結果からも明らかなように、計算値と実測値とはほぼ合っており、単位図の妥

当なことがわかる。なお、以上の計算は、単位時間を30分に採りなされたが、降雨量の表示は1時間でされた。つぎに、上述の単位図で今回の豪雨に対する流出解析を行えば、図7のようである。ただし、この計算では、単位時間は10分に採られている。参考までに、単位時間30分の結果も同図中に破線で記されているが、上述の結果に移動平均が掛けられた状態で大差ないことがわかる。

ところで、次節で述べられるように、基準点付近における河道の通水能は150 m³/s程度であり、図7から、20時過に河川が氾濫することが予想される。これは、実際の氾濫時刻とも良く一致しており、先のことも合わせ、単位図の適切なることを窺わせる。また、このハイドログラフを見て明らかなように、増水は短時間のうちに起こり、減水も早いことがわかる。これは、周りを山で囲まれた長崎の河川の特徴である。そのため、7月20日までの雨で言えば、その幾つかは夜半から未明にかけて起こったこともあり、用意して観測する段になると水が引いていたといった塩梅である。因みに、前述された単位図の諸元を記せば、 $tg=36分$ 、 $T_1=43分$ 、 $T_{0.3}=1.2時間$ である。

これまでの検討で示されたように、総合単位図

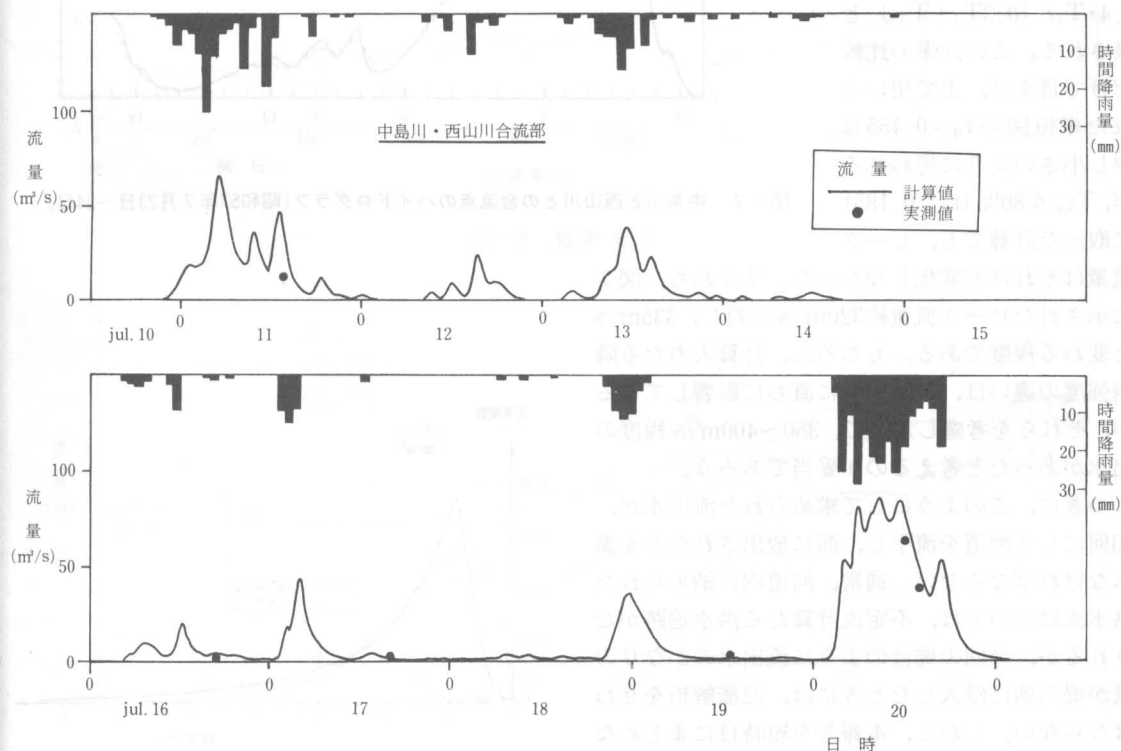


図-6 中島川と西山川との合流点のハイドログラフ (昭和57年7月10日～20日)

が妥当だとは言っても、今回のように大きな降雨となると、ピーク付近の流量に対して、どの程度予測精度が期待されるかは難しい問題である。これは、そもそも、表面流出が非線形性の強い現象であるためであり、このほか、計算に用いられた降雨資料（上の計算では、興善町にある長崎市消防局のものが使われた）がどれ位、流域の面積雨量を表現するかにもよるためである。なお、図8では、遅れ時間を同じ43分にとったときの総合単位図と流出関数の比較がなされている。ここで、増水期に出る流出量と総流出量との比： r_q を求めれば、流出関数法では一定値（ $=0.264$ ）を取るのに対し、総合単位図では、 $1/3.4 \cdot T_1 / (0.3T_1 + T_{0.3})$ と表される。この比率の比較だけで言えば、上で用いられた単位図の $r_q=0.155$ は少し小さいように思われるが、 $T_{0.3}$ を80% ($r_q=0.185$) に取った計算でも、ピーク

流量はそれほど変化しなかった。すなわち、図7に示されたピーク流量約 $320\text{m}^3/\text{s}$ に対し、 $335\text{m}^3/\text{s}$ と変わる程度である。もちろん、計算入力たる降雨強度の違いは、計算結果に直ちに影響してくるが、それらを考慮した上で、 $350\sim 400\text{m}^3/\text{s}$ 程度の出水があったと考えるのが妥当であろう。

つぎに、このようにして求められた流出水が、如何にして河道を流下し、海に放出されたかを調べなければならない。通常、河道内に納められた洪水流については、不定流計算たる洪水追跡がなされるが、今回の場合のように流出水のかかなりの量が堤内地に侵入したときには、氾濫解析をせねばならない。しかし、本報告を短時日にまとめなければならない事情もあり、次節では、災害前の河

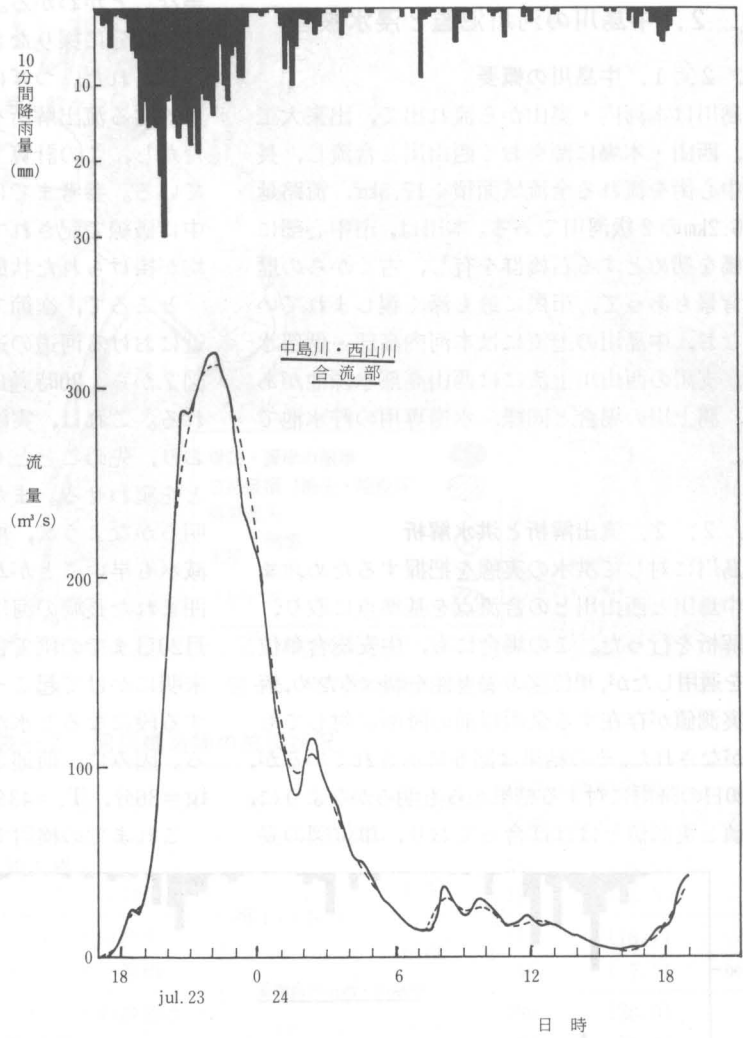


図-7 中島川と西山川との合流点のハイドログラフ(昭和57年7月23日～24日)

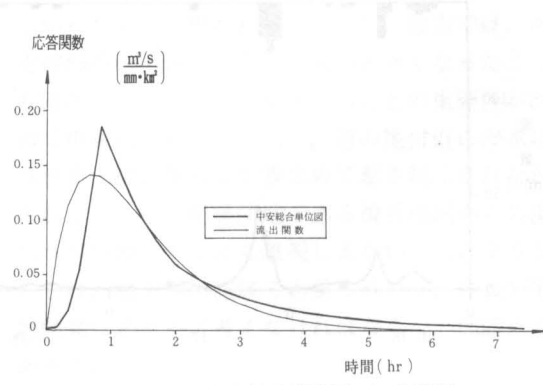


図-8 中安総合単位図と流出関数

道にどの程度の通水能があったかを調べるにとどめ、不等流計算をすることとした¹⁾。ここで、基本式を表示することは省略するが、謂ゆる漸変流の扱いをするにしても、エネルギー損失の項の見積りが重要である。通常、摩擦損失の見積りを行うには、各区間の粗度係数を従来の水面形に対して求めて置かなければならないが、資料不足で十分に検討できなかった。そのため、マンニングの粗度係数は2.1で使われたと同じ値を使うこととした。また、中島川は各所に石橋が架けられており、河積が急変するため、形状損失も無視できない。これらについては、従来から提案されている値を使うものとした²⁾。なお、実際の計算結果等については、次節で述べる。

2. 2. 3. 長崎市中心街の浸水

まず、中島川の河口から西山川との合流点(河口よりの追加距離:1.72km)までの縦断面図を図9に示す。同図の上段には、河積の変化も合わせ表示されている。この図より、河口から1kmの地点を中心にして、ほぼ上・下流500mの区間にわたって、河積が非常に狭くなっていることがわかる。とくに、最も狭い断面では、河積は合流部のものの約半分しかない(図11, 参照)。このことだけでも、中島川の通水能力の限界値がこの区間で与えられることは、容易に想像できる。一般に、河川計画の立場からは、下流に向うほど河積を広げなければならないが、中島川においては、史跡

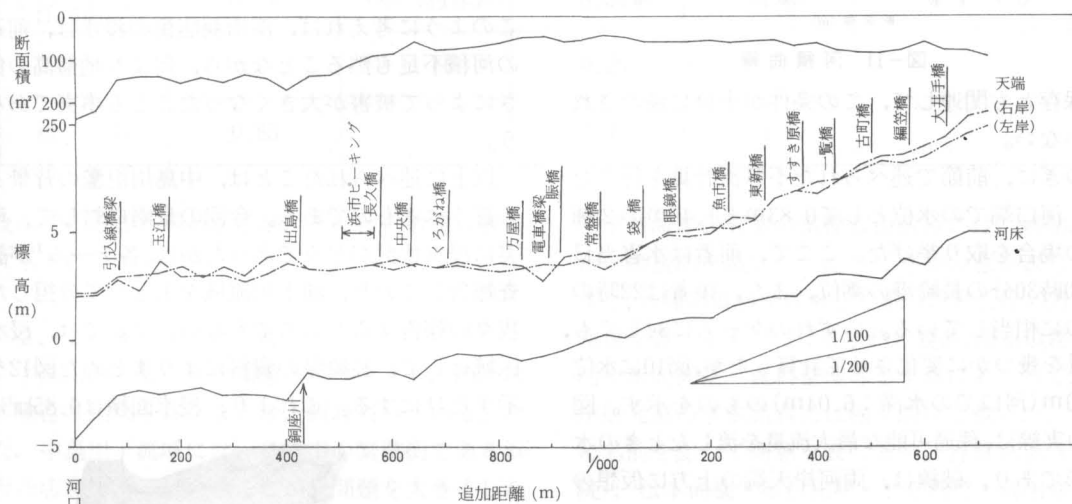


図-9 縦断面図

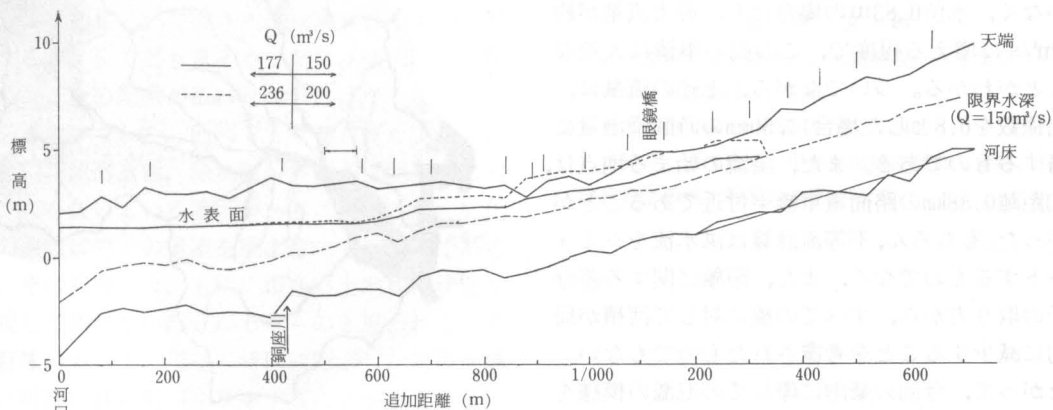


図-10 水面形

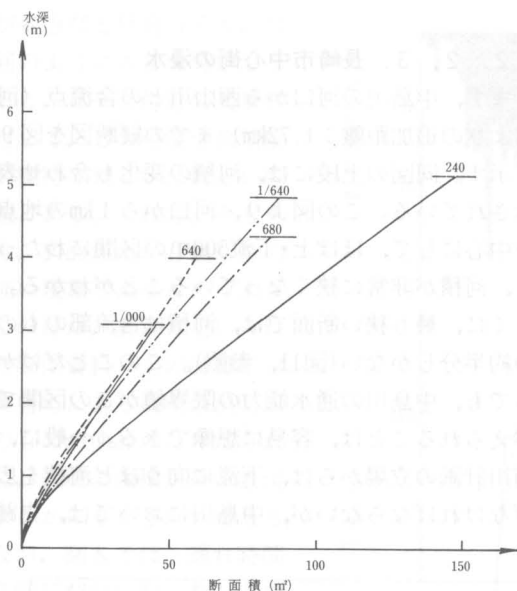


図-11 河積曲線

の保存とも関連して、この条件が十分に満たされていない。

つぎに、前節で述べられた不等流計算を行うため、河口端での水位として0.83mと1.40mの2種類の場合を取り挙げた。ここで、前者は水害当日の20時30分の長崎港の潮位、また、後者は22時のものに相当している。いずれのケースに対しても、流量を幾つかに変化させて計算したが、図10に水位1.40m(河口での水深:6.04m)のものを示す。図中の実線は、疎通可能な最大流量を流したときの水面形であり、破線は、両河岸天端の上方に仮想の断面を考えて、最大流量に50m³/s上乗せした流量を流した場合の水面形である。図より明らかなように、中島川は賑橋付近で約150m³/sの通水能力しかなく、水位0.83mの場合にも、最大流量が約160m³/sに増える程度で、この間の事情は大差ないことがわかる。ついでながら、上述の流量は、流出係数を0.8とした場合に、50mmの時間降雨量に相当するものである。また、溢流の始まる地点は、追加距離0.88kmの路面電車橋梁付近であることがわかった。もちろん、不等流計算は洪水流をシミュレートするものでなく、また、距離に関する差分格子の取り方から、すべての橋に対して河積が局所的に減少することを考慮されたものでもない。したがって、今回の豪雨に際しての氾濫の模様をそのまま示している訳ではないので、眼鏡橋のころの氾濫も意外性を持たないことは確かである。

なお、上で求められた最大流量が、図7のハイドログラフで20時過になっており、実際のものと良く対応していることは、すでに2.2.2で述べられた。また、破線の水面形を見れば、たとえ電車橋梁付近の天端が数メートル高かったとしても、流量が200m³/sにも達すると、その上流側の河積の狭い部分で溢流が起こるであろうことも示された。

長崎市中心街の主要部は電車橋梁の地点より下流側に位置している。したがって、電車橋梁地点より上流側での溢流は、被害を大きくした一因には違いない。一方、前節のハイドログラフで示されたように、溢流の始まった20時過以後も出水流量は増え続けたため、出来大工町の合流点付近から洪水流は直接堤内地へも侵入することとなった。このように考えれば、浜市商店街の浸水は、前述の河積不足も然ることながら、何より地盤高の低さによって被害が大きくなったことも事実であろう。

以上に述べられたことは、中島川氾濫の背景とも言えるべきものである。今回の豪雨に対して、現実に浸水状況がどうであったかは、各チーム³⁾が調査報告しており、浦上川流域を主として分担した我々の報告するところでもない。ここでは、浸水区域として、長崎県の資料によりまとめた図12を示すだけにする。これより、浸水面積は0.85km²に

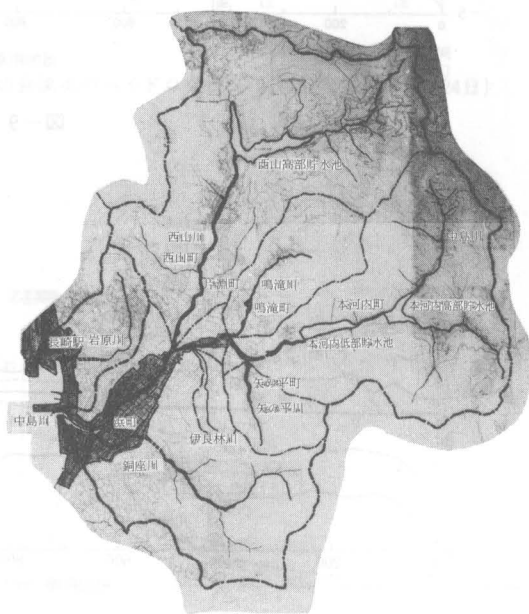


図-12 中島川の浸水区域

表－ 3 中島川の浸水状況

浸水区域	浸水面積 (km^2)	支川名	流域面積 (km^2)	浸水比率 (%)	最大ならびに平均水深 (m)
中川町付近 まで	0.03	(本 川)	5.28	0.6	0.9～0.5
矢の平町付近	0.01	矢 の 平 川	0.76	1.3	1.1
鳴滝町付近	0.02	鳴 滝 川	1.45	1.4	1.4～1.0
桜馬場町付近	0.05	(本 川)	0.19	26.3	1.2～1.0
(西山町 片瀬町)付近	0.04	西 山 川	6.28	0.6	1.2～0.6
(八幡町 浜 町)付近	0.46	(本川左岸) 及び銅座川	2.69	17.1	2.6～1.1
(勝山町 江戸町)付近	0.24	(本川右岸)	0.54	44.4	1.4～1.0
—	—	伊 良 林 川	0.29		
総 計	0.85		17.48	4.9	.

及んでいることがわかるが、その他の数値は表 3 に示されている。

2. 2. 4. ま と め

中島川の氾濫に伴う問題点についても、浦上川の場合に指摘されたことは、概ね当たっている。ただ、中島川下流域には、長崎市の繁華街である浜市商店街を持っていることが、問題を大きくした一つの理由であろう。もちろん、一方では、流失した文化財である石橋の復興に係わる問題もあって、社会的関心が高まったのも事実である。これらの点に関して、今後さらに論議されるものと思われるが、少くとも言えることは、河川防災に関しても十全の配慮が払われなければならないことである。すなわち、前節でも考察されたように、中島川下流河道は、治水面から言えば明らかにバランスを欠いている箇所がある。もちろん、文化財の保護は先人の遺産を残す意味でも重要であるが、その前提には、当然、現在の土地利用状態を無視して語れない部分があるものと思われる。その意味において、現在の時代に即応した対策を講じ、災害に強い町づくりをすることが望まれる。

謝辞：本報告を取りまとめるにあたって、土木

工学科海岸研究室の富樫宏由教授には、終始、暖かい御援助を戴いた。記して感謝の意を表します。また、各種の資料を提供して戴いた官公庁の方々に謝意を表します。なお、洪水時の観測、浸水痕跡調査、河川断面測量、資料整理等をするにあたって、海岸研究室の学生諸君には種々助けて戴いた。以下に名前を記して謝意を表します。古賀克志（大学院）、松本尚樹・赤石和明・足立浩啓・岡田幸一・金子浩二・佐々木慶一・原 佳伯・藤沢義則（学部）の諸氏

参 考 文 献

- 1) 岩佐義朗：開水路流れの例題解説，水工学シリーズ，土木学会水理委員会，昭40
- 2) 土木学会（編）：水理公式集，昭46
- 3) 長崎県：浸水地図，中島川復興委員会：資料，長崎大学教育学部地学教室：本書，昭57

3. 3. 八郎川水系の河川災害

古本 勝弘*・武政 剛弘*・薦田 広章*・一ノ瀬和雄*

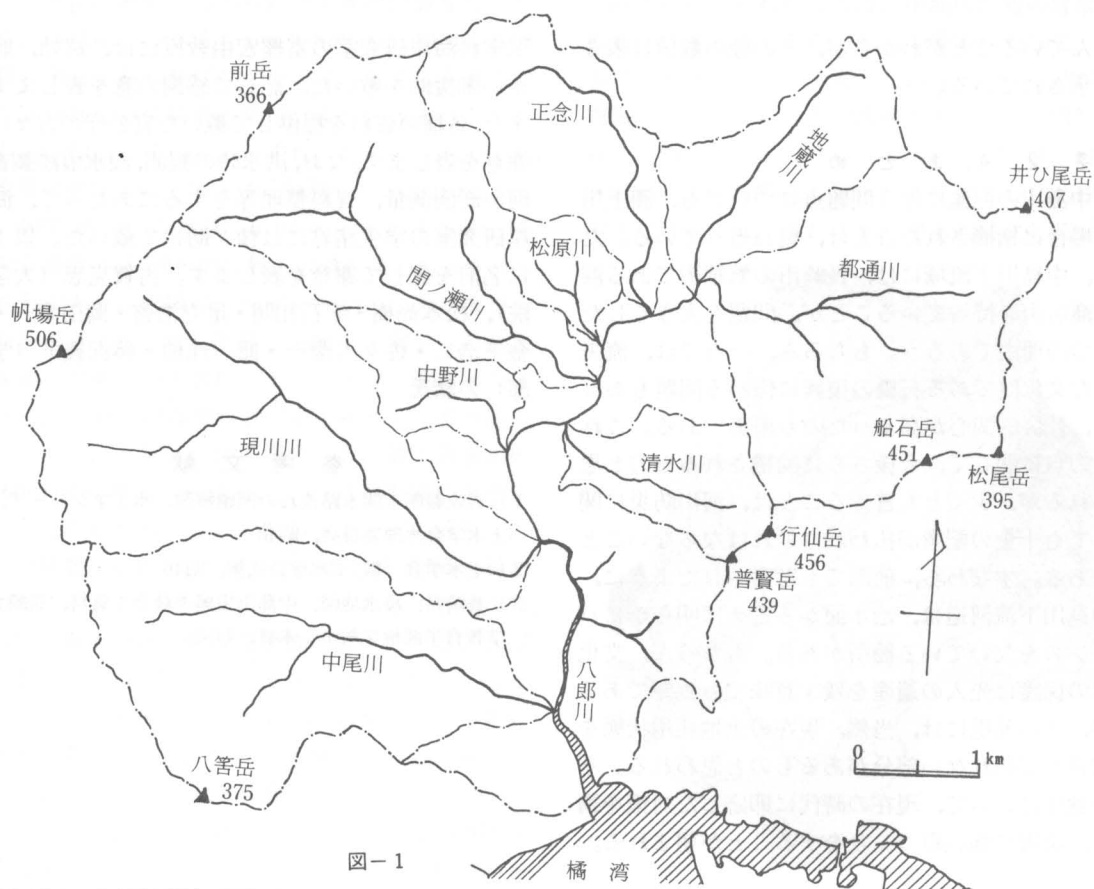
7月23日夕刻より長崎地方に降り出した雨は、瞬く間に記録的雨量となり各地に大きな災害をもたらした。八郎川流域には1時間降水量150mm, 3時間降水量350mmという観測史上稀に見る豪雨が襲ったため、災害も大きなものとなった。本節は河川災害を中心にして、八郎川流域の調査結果と災害の背景となったと考えられる要因について述べる。

3. 1. 八郎川水系概況

八郎川水系は長崎市北東部に位置し、流域面積32.2km², 最長流路8.8kmをもつ小規模の二級河川である。流域一帯は火山性岩石地帯であり、流域中

央を南北に断層（東長崎断層）が走っている。八郎川本川はこの断層谷を流下し、橘湾に注いでいる。表層地質的には、八郎川本川右岸側は主として複輝石安山岩および変朽安山岩（プロピライト）より成り、左岸側は黒雲母角閃石安山岩より構成されている。

流域を分ける周囲の山々はほぼ扇状に並び、本川右岸側には八筈岳（375m）、帆船岳（506m）、前岳（366m）等に源を発する中尾川、現川川、間の瀬川、正念川等の支川が、左岸側には普賢岳（439m）、行仙岳（439m）、船石岳（451m）、井樋尾岳（407m）等から流れ落ちる清水川、都通川および地藏川の各支川が本川に注いでいる。（図-1）いずれの支川も深い浸蝕谷を形成しており、図



表－1

				流域面積
八郎川				32.23km ²
支川	中尾川	川		4.75
	現川	川		6.34
	中野川	川		0.88
	間の瀬	川		4.10
	松原川	川		0.61
	正念川	川		2.37
	地藏川	川		1.88
	都通川	川		4.97
	清水川	川		1.21

－2に示す如く溪床縦断勾配が非常に大きく、山地河川の型態を呈している。

流域は、平坦な土地では水稻、野菜を、傾斜地では果樹、植木を、山地では主として杉を生産する農林業中心の地域である。しかし、最近長崎市、諫早市のベッドタウンとしての宅地開発が進みつつある地域でもある。

本川右岸側には長崎市の数少ない動脈の一つである国道34号線が走り、この道路に沿って市街地が形成されている。特に下流部右岸に沿う矢上町を中心とする地域は旧長崎街道の宿場町として栄え、今日では東長崎地区の核として商店、出先官公署、民家が集中し人口稠密である。

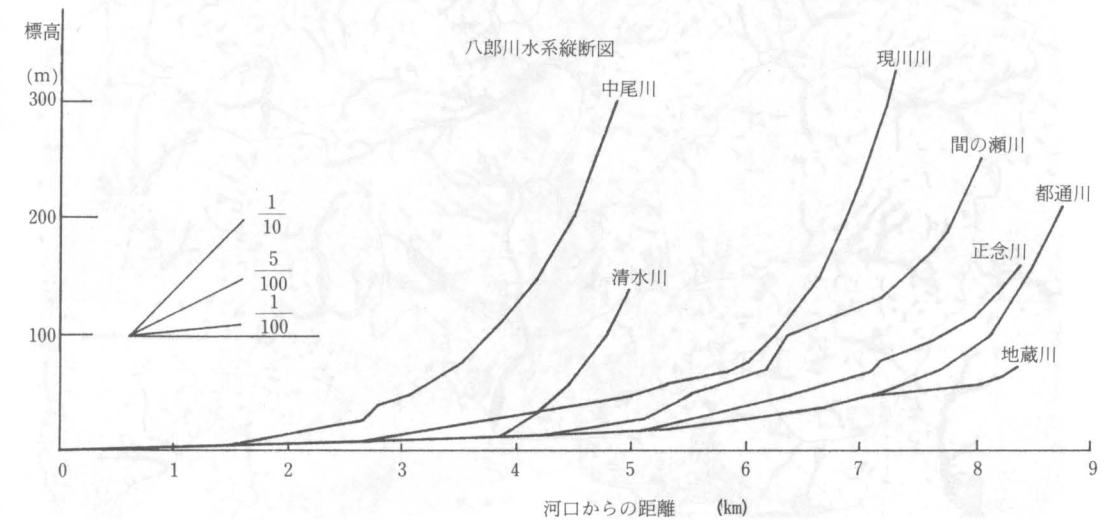
3. 2. 災害の状況

八郎川水系の豪雨による災害は大別すると山地斜面の崩壊によるもの、河道沿いの市街地の浸水によるものおよび流勢による構造物、家財、田畑等の損壊、流失によるものである。

八郎川は本支川を含めて大部分が未改修である。流れが道路に接する部分、家屋、橋梁その他構造物に近接する部分にはコンクリートブロック張りの護岸が施されているが、田畑、林地に接する大部分は川石を積んだり、素掘りの水路に植物が植わった昔のままの土堤である。今回の大出水によって河道全長に亘って河岸の浸蝕、決壊および越流を生じた。

各支川の最上流部における流れは、豪雨の初期の段階ではその流量、流速の大きさにより、溪床堆積物である砂礫、石塊を動かし、この流れ落ちる石礫を伴って溪床の洗掘、拡幅を盛んに行いながら流下したと思われる。この段階の石礫は水に押し流され、水中を転動する各個移動の形式で下流に運ばれる。

次の段階で谷斜面あるいは溪流頂部の崩壊が起こると、その溪流に落ちた土砂、岩塊は集合流動の形式で、謂ゆる土石流となって流下する。この土石流の強大な浸蝕作用はその流下部の溪床を基岩が露出するまでに洗掘し、土石量を増大させながら流下する。土石流の流下部は概して谷が深く、溪床勾配も大きいために流れは側方への拡がりを



図－2

もたず堆積も起こさない。谷が浅くなり側方への拘束が解かれ、勾配も小さくなれば流れは狭い扇形の放射流となり、土石の堆積部を形成する。後続する雨水のために堆積部の細かい土砂は停った岩石を迂回しながら更に下流に流される。

また、斜面崩壊と土石流は斜面の、あるいは流下部の樹木を根こそぎ倒し、土石と共に下流に押し流すため下流の橋梁にはおびただしい量の流木がつかえていた。この様な土石流あるいはこれに近い流れは八郎川流域の至るところで見られ、清水川、中尾川、現川川、都通川上流部に顕著である。特に、清水川の土石流は規模が大きく、行仙岳頂上直下に始まり、水平距離で2,000m程度を流れ落ち、大塊の石礫を本川にまで注ぎ込んでいる。図-3は航空写真から八郎川流域における斜面崩壊、崖崩れおよび土石流の痕跡を引き写したものである。この図によってもいかに多量の土砂が河川に供給されたかが想像できる。このように土砂礫を高濃度に含む濁流は洗掘力が大きく、中下流

の護岸に至るところで決壊させている。水位が水路天端を遙かに超えて流れたために、強固なコンクリート護岸もその背面の裏込め土砂を流失し安定を失った箇所が多い。部分的に新しい護岸が設置されたところでは、未改修部との接合部に被害が集中する傾向が頻見される。

河道の線形、構造物に起因すると思われる河道被害も目立っている。河道の洪水疎通能力を超える流量は当然水路天端を越える。その天端を越えた流れは、河道の線形には関係なく地形に従って短絡した流れとなる。河道の彎曲部などで、この越流する流れの方向と堤防線との交角が大きい、即ち堤防線に直交する流速成分が大きい地点の護岸は形跡をとどめない程に流失している。特に、上流で越流した水が堤内地の側から再び河道に流れ込む箇所では護岸裏込め土砂が容易に流失する傾向が見える。

河道を横切る構造物即ち取水堰、橋梁に起因する災害も目立った。これら構造物の流水抵抗のた



図-3

め、特に橋梁には上流からの流木その他の流下物が大量につかえたため、その上流水位は堰上げられ、河道をそれて溢流する流量を大幅に増大させている。特に、河道の彎曲部およびその直下流にこれら構造物がある場合には、溢流する流れが直進する本流となり易く、護岸流失等の被害が大きい。例えば、清水川合流点直下流の堰、八郎橋と直下流の堰、現川川に架かる歳橋と直上流の堰等はいずれも河道の彎曲部下流に在り、溢流水による被害はいずれも大きなものとなっている。

次に浸水被害について述べる。図-4は0.5m以上の浸水をみた地域を示している。各支川が本川に合流する地点で浸水域に拡がりをもつことがわかる。流れが急角度に屈折する地点では、その方向の運動量の変化が水位の上昇となって現われる。また、二方向からの流れが合流すれば衝突、混合によって流速が減少するため水位の上昇をきたす。合流点ではこれらにより水位の上昇が起こるので、滑らかに合流させることが必要である。特に浸水

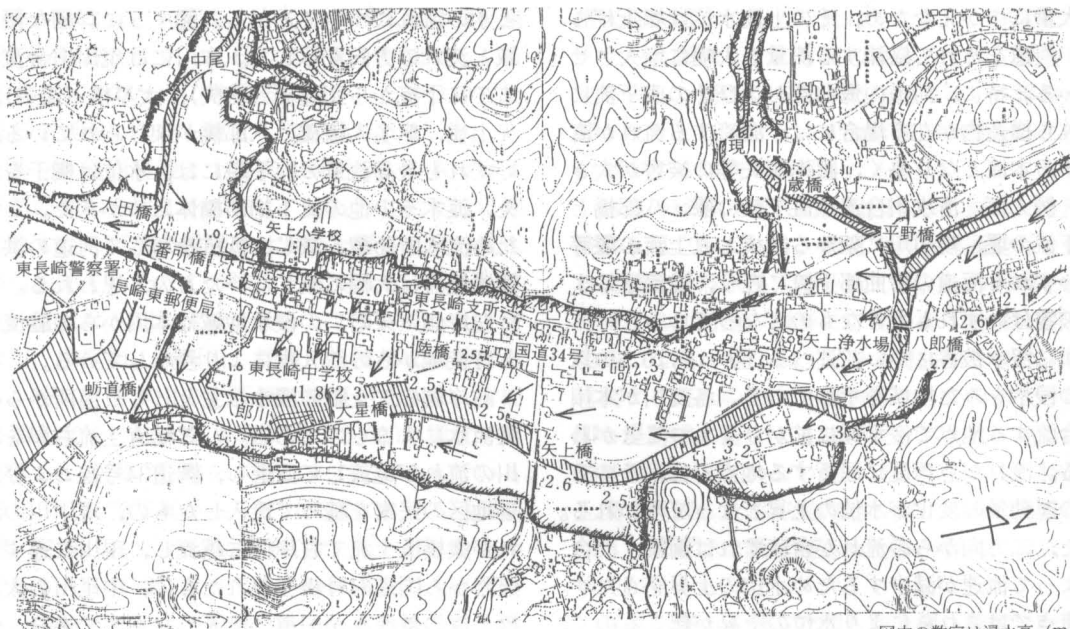
被害の大きかった八郎川下流部市街地の浸水状況と水の流れについて述べる。図-5に詳細な浸水域と流れの方向を示した。本川には現川川合流点までに下流から蛸道橋（流失）、大星橋（流失）、矢上橋、無名人道橋、八郎橋が架けられている。いずれも最高流量の流下時には、水位は欄干を超え、流木その他の流下物が橋体につかえた。このため流水断面積を減じ、抵抗を増して河道の洪水疎通能力は大幅に減じていたものと思われる。

左岸側（東町）の浸水域は本川からの溢流水と背後地からの流入水により浸水している。

右岸側の矢上町の浸水は主として三箇所からの溢流水によるものである。八郎橋直上流右岸を本川の流れが越流して直進し、国道34号線および馬場地区の民家を縫って流入したもの、現川川の流れが歳橋直上流で右岸側に越流し、現川に通ずる道路から国道34号線の流れたもの、中尾川の太田橋上流の越流水が旧道に流入したものである。矢上町の市街地に入った濁水は主として34号線を流



図-4



図中の数字は浸水高 (m)

図-5 八郎川下流部における浸水地域および流れの方向

れ、建物の間を縫って、八郎川に向かって流れている。このため自動車をはじめ家財その他の海への流失の損害が大きかった。因みに八郎川への自動車の流失は150台を超えた。

更に、河川は上中流の崩壊土砂、洗掘土砂を高濃度に浮遊させて溢流しているため、浸水地域にはおびただしい量の泥砂の堆積があり、これによる被害も甚大であった。この地域の災害を更に悲惨にしたものに矢上浄水場が水没し、10日前後の長きに亘って上水道の停止が続いたことである。水害後に最も必要としたものが水であるとは皮肉なことであった。矢上浄水場の給水区域は日見峠以東の長崎市であるが、この地域に入る道路が寸断されたことと重なって給水車による配水も困難を窮めた。隣接する上水道の給水区域と配水管を有機的に連結しておくことも必要であろう。

3. 3. 降雨と流量

今回の降雨量は八郎川流域内の三地点で記録されていた。その三箇所は図-4のC地点（中里町、SSK東長崎I.C.工事事務所）、D地点（矢上町、矢上浄水場）およびE地点（東町、西海興業

矢上団地工事事務所）である。ただし、D点の記録は降り始めから24日9時までの値599mmが知れるのみ、E点のものは1時間降雨量まで、C点のものは10分間降雨量まで読定できる。図-6に三地点の累加降雨量を示しているが、累加雨量とその時間配分はほとんど一致している。三地点とも標高は低い地点であるので、400～500mの山地には更に大きな降雨が予想されるが、それを判断する資料はない。流域内で遠く離れたC、E二点の

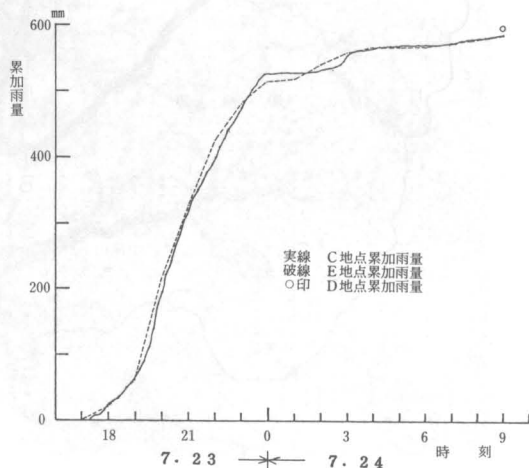


図-6

降雨特性が似通っていることから、この流域内には地域差のない様な雨の降り方であったと考えてよからう。従って、C地点の降雨記録をもとに流出流量を計算してみた。

この流域における過去の水文資料は全く見当たらないので、一連の計算法が確立している中安の総合単位図法を用いた。ハイドログラフを求めた地点は図-4中に示すA地点（洪水痕跡を基に最大流量の推算を行った地点）と矢上橋地点である。計算の詳細は省くが、計算に使用した諸量は表-2に示している。但し、矢上橋地点の流量の計

算は、この地点の支配流域からA地点上流流域を差し引いた流域からの流出量を計算し、A地点流量が流下時間（14分）だけ遅れて達するものとして、加算して求めた。このため表-2の矢上橋の諸量はこの地点の全流域のものではない。計算結果の流出量を降雨量とともに図-7に示す。

次に、洪水痕跡から実際の最高流量を概測した結果を示す。図-4中のA、B地点が、洪水痕跡から水面勾配を求め得ること、水面勾配を求める区間内に家屋、構造物等の流れを障害するものが無く、直線状に流れていることを考慮して、流量

表-2

	A 地 点	矢 上 橋 地 点
流 域 面 積(A)	16.39km ²	9.55km ²
最 大 流 路 長(L)	5,700m	5,980m
単 位 雨 量 継 続 時 間(tr)	20min	20min
流出始めより最大流量までの時間(T _i)	59min	60min
流量が最大流量の0.3倍に減少するまでの時間(T _{0.3})	88min	78min

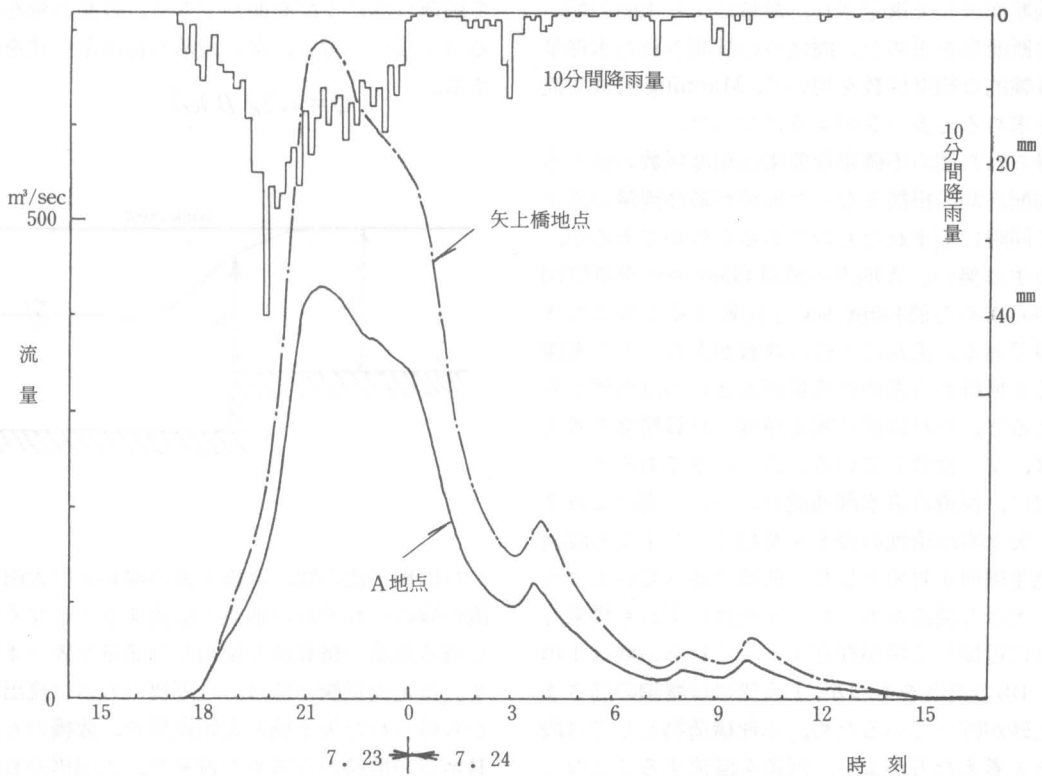


図-7

表－3

	流水断面積	水面勾配	径	深	粗度係数(仮定)	流 量
A 地点	238 m ²	4.01×10 ⁻³	1.86m		0.05	455m ³ /sec
B 地点	70.4m ²	12.8×10 ⁻³	1.76m		0.06	193m ³ /sec

表－4

	八郎橋下流堰	歳橋上流堰	太田橋上流堰
河 幅(B)	24.5m	13.3m	8.1m
水 路 高(h _c)	2.2m	1.0m	2.2m
河 床 勾 配(i)	9.0×10 ⁻⁵	5.6×10 ⁻⁴	5.9×10 ⁻³
粗 度 係 数(n)	0.03	0.04	0.04
限 界 勾 配(i _c)	0.8×10 ⁻³	1.57×10 ⁻²	1.21×10 ⁻²
μ	1.14	1.11	1.15
h _r	0.725h _c	0.74h _c	0.724h _c
通 水 能 力(Q ₀)	249m ³ /sec	42m ³ /sec	83m ³ /sec
推 定 流 量(Q _{max})	700m ³ /sec	193m ³ /sec	155m ³ /sec

μ, h_r の算定には水理公式集 (p. 266) 参照

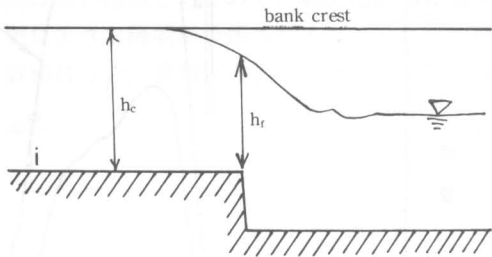
計測断面として選定され、測量により水面勾配、流水断面形を求めた。両地点の計測された水理量と経験的な粗度係数を用いて、Manning 式で流量を求めると表－3 のようになった。

得られた値の不確定な要素は粗度係数の値と水面勾配計測の根拠となった痕跡が最高流量の流下時に同時に刻まれたものであるか否かであるが、決め手は無い。A 地点の流量455m³/sec を単位図法から求めた値430m³/sec と比較すると少々大きな値である。流れに土砂の含有があることを考慮すると痕跡から求めた流量が大きいのは当然とも思えるし、それ以前に測定精度、計算精度を考えれば、よく合致していると言うべきであろう。

次に、河道の洪水疎通能力について調べてみよう。矢上町市街地の浸水を惹起こした主なる溢流の発生箇所を対象とした。前項で述べているように、大きな溢流があった三ヶ所はいずれも橋梁とこれに近接して堰が存在する。これらの堰は1 m～1.4mの高さをもつが、上流側には堰頂の高さまで土砂が貯っているため、水理構造物としては段落ちと考えた方がよい。河道を溢流することなく高まり得る水位は堤防高で決まるので、この水位

で段落ち部に支配断面ができて、最高流量を与える（下図）と考え、次の段落ち部流量公式を使用する。

$$Q=\mu\sqrt{2g} \ B \ h_f^{\frac{3}{2}}$$



八郎橋下流の堰、歳橋上流の堰および太田橋上流の堰のそれぞれの地点で溢流することなく流下し得る流量の概算値と使用した諸量を表－4 に示す。推定流量欄の値は、八郎橋のものは流出解析から得られた矢上橋の尖頭流量を、歳橋のものはB地点の痕跡から求めた流量を、太田橋のものは歳橋流量を流域面積に比例させて求めた値をそれ

ぞれ記している。洪水疎通能力を超える流量は全て越流し、河道外を流れるかと言うとそうではない。堤防天端を2 m前後超える水位で流下しているので、河道部を流れた流量も疎通能力よりはかなり大きかったと推察されるが、確かな値は解からない。歳橋（現川川）および太田橋（中尾川）は特に桁下空間が小さいため、この地点の通水能力は、堰地点のそれより小さいことが予想される。

3. 4. ま と め

八郎川は本支川を含めて大部分が未改修であって、記録稀なる豪雨であったこともあるが、全体的に通水能力不足である。これに加えて、河道の

線形、合流部処理および構造物に起因する溢流が氾濫災害を増大させたようである。

大河川の氾濫は河道の通水能力不足というよりは堤防決壊により堤内地の浸水災害を惹起する。このような大河川の災害は河川改修の進捗に伴い減少している。しかし、中小河川の災害は未だまだあとを断たない。中小河川の災害は一般に、河道全長に亘って通水能力が不足し、河道沿いに至るところに発生する傾向がある。中小河川の河川改修の基本は全体的に通水能力を高めてゆくことであろうが、計画対象降雨をむやみに大きく採れないので、たとえこれを超えた降雨に対しても被害を最小限度に食い止める方策を河川全体として考えておかなければならない。

4 . 土砂災害

- 4 . 1 . 地質的条件からみた災害の特性
- 4 . 2 . 斜面崩壊と植生
- 4 . 3 . 土砂崩壊の実態と降雨特性との関係

害災郷土 ． 4

- 群馬の害災ふみよや丹桑田貫組 ． 1 ． 1
手廻と郷土面縁 ． 2 ． 4
利根のと群馬田圃と慈実の郷土郷土 ． 3 ． 1

4. 1. 地質的条件からみた災害の特性

鎌田 泰彦*・松岡 数充**・近藤 寛*

1. 1. ま え が き

昭和57年7月23日夜の異常な集中豪雨に見舞われた長崎市とその周縁地域では、山地における土石流や山くずれなどの地盤災害や、河川の下流部における浸水や土砂の堆積などが発生した。最近25年間に、長崎県を含めた九州北西部においては、昭和32年7月25日の諫早大水害の際に発生した多良岳南斜面の著しい山くずれ、昭和42年7月9日の豪雨による長崎県北部と佐賀県西部の広い範囲に発生した無数の山地の斜面崩壊や洪水、および昭和47年7月6日の天草上島の土石流の発生などのように、梅雨末期の集中豪雨による顕著な大災害を経験している。

今回の長崎地方を襲った梅雨明け直前の豪雨は、東長崎地区の広い範囲で、降り始めから7時間降水量で500mmを超える程のはげしいもので、再びおびただしい数の“悪魔の爪跡”を残す結果となった。

筆者等は、この長崎地域の地盤災害を地質学的立場から調査してきたが、とくに降雨と流水による侵食・運搬・堆積作用という地質学上の一般則がどのような形で働いて災害発生に発展したか、その機構の解明に迫ることにした。

現地調査は、2段階に分けて実施し、前半には各河川の下流地域における浸水地域の湛水深度、流入進路、堆積物の性状などについて、また後半は、山腹斜面崩壊における山くずれ・土石流・地すべりなどの状況把握につとめた。限られた期間内の調査では、現地調査を行っていない個所もおおく残しているが、これまで判明した事項についてここに中間報告的に述べることにする。

1. 2. 長崎地域の地形概説

長崎地域は、北東部は諫早地峡、北西部は西彼杵半島、南部は野母半島（長崎半島）にそれぞれ接続し、また北は大村湾、南東は千々石湾（橘

湾）、西は五島灘に面している。

長崎地域は大部分が火山岩類で構成され、地形分類上では長崎火山地と称せられている（本地域の北部は大村湾南岸火山地ともいわれるが、ここでは一括しておく）。長崎火山地は浦上低地より時津低地につづく地溝状低地をはさんで東西2つのブロックに分けられる。東部は更に北より琴ノ尾火山地・帆場岳火山地・彦山火山地に、また西部は鳴鼓岳火山地・岩屋山火山地・稲佐山火山地に細分される。

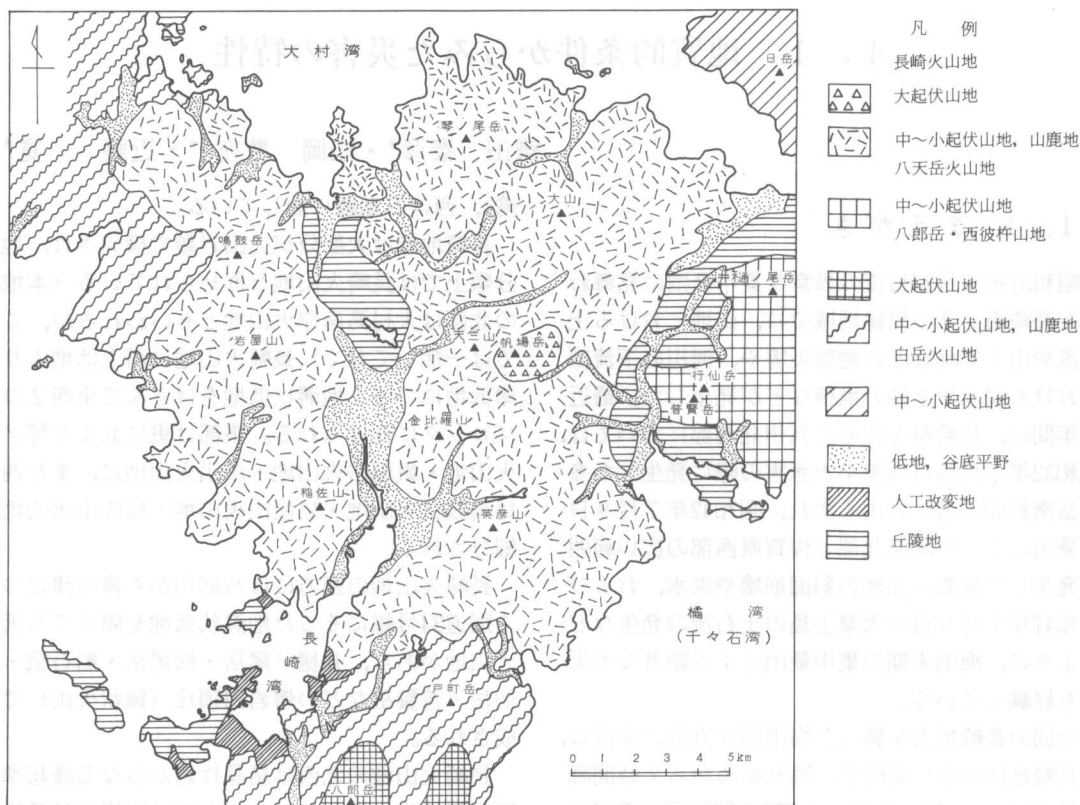
長崎火山地の西方には八郎川から喜々津につづく国道34号線にそった地溝状低地を隔てて八天岳火山地があり、井樋ノ尾岳・松尾岳・船石岳・行仙岳・普賢岳などの熔岩円頂丘（鐘状火山）で構成される。

長崎火山地の北西は結晶片岩からなる隆起準平原の西彼杵山地に接し、また南は同様に結晶片岩からなる八郎岳山地に接している。八郎岳山地には、長崎市内の最高峰である八郎岳（590m）や戸町岳（427m）などの高い頂きがある。

浦上低地と時津低地とに移る部分は浦上・時津丘陵地となるが、地質的には主として熱水変質を受けた変朽安山岩（プロピライト）で構成された地域である。東長崎の矢上より多良見町喜々津に至る低地の両側には矢上・喜々津丘陵地があるが、主として古第三紀層の諫早層群で構成される堆積岩地帯となる。

一般に山地とは山稜とこれに隣り合う谷底との高低差によって測定される起伏量が200m以上あるもので、大起伏・中起伏・小起伏山地に分けられ、山麓地は起伏量200m以下の緩斜面とされている。起伏量600m以上の大起伏山地は、長崎火山地における帆場岳火山地と八郎岳火山地に認められる。起伏量400～600mの中起伏山地と200～400mの小起伏山地は、各山地にそれぞれ広く分布している。

地形区分の上では、長崎大水害の際に斜面崩壊を起こしたのは、長崎火山地東部における帆場



第1図 長崎地域の地形区分図

岳・彦山火山地の中～大起伏山地、八天岳中起伏山地および八郎岳中～大起伏山地に集中している。

1. 3. 長崎地域の地質の概要

長崎市の市街地を取り巻く標高200～300mの山地は殆んど火山岩類よりできている。現在ではかなり侵食が進んでいるため、全体的な火山体としての形態が失われているものの、溶岩台地の名残を留めている所もある。火山活動は完全に終わっているので、長崎市周辺の火山岩類の分布地域を長崎火山と呼ぶにはいささか抵抗を感じるむきもあろう。しかし、雲仙岳や多良岳などに充分比較できる分布面積を占める火山岩類で構成される地域であり、あえて「長崎火山」の名称を用いている。

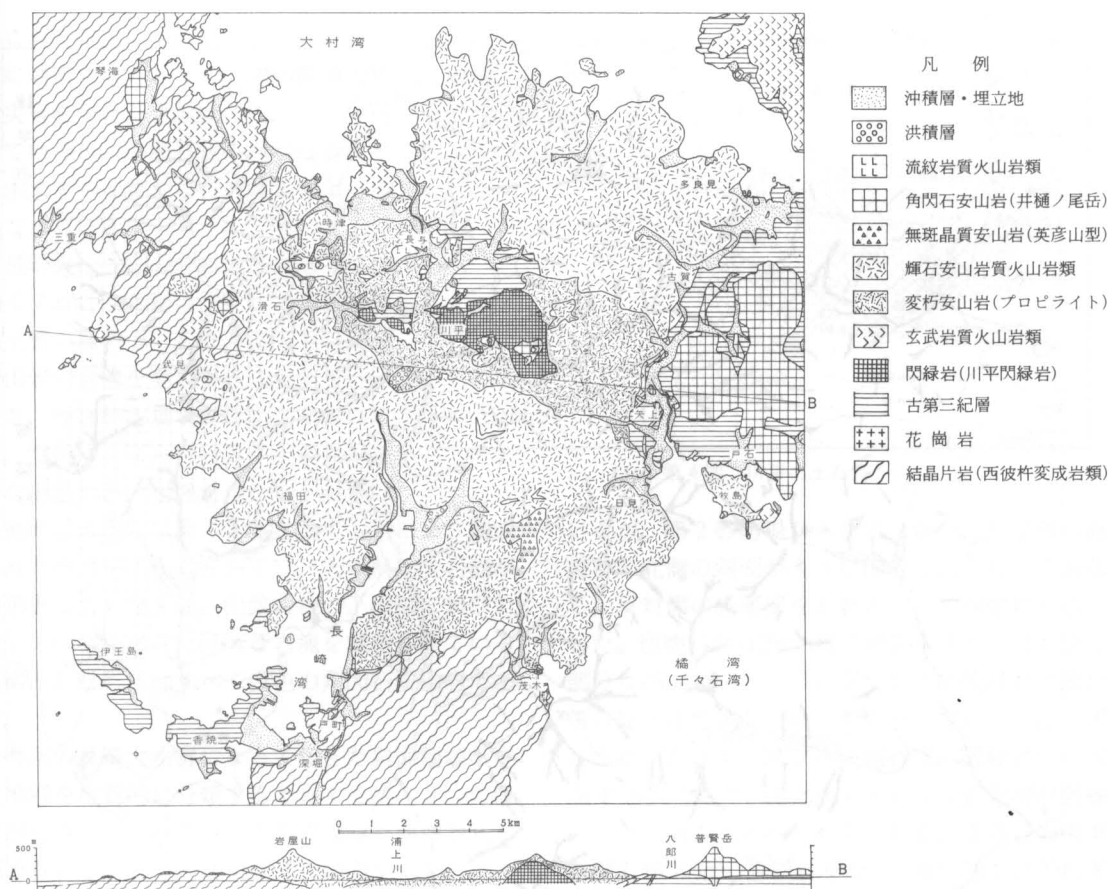
長崎火山の占める地域は、東西15km、南北20kmに及んでいる。火山岩類の基底部は、北部の多良見・長与町と、西部の長崎市古賀・矢上では古第三紀層を、南部の長崎市茂木から唐八景を経て小ヶ倉に至る地域では野母半島を構成する結晶片岩や白亜紀～古第三紀層を、また西部の式見・手

熊では西彼杵半島を構成する結晶片岩を基盤として、大きな不整合関係で重なっている。

長崎火山を構成する一般的な地質状況は、九州の中部の大方・熊本両県で認められている第四紀更新世の豊肥火山活動の噴出物によく類似している。この火山活動の初期には、軽石を含む凝灰質の水底堆積物を形成し、長崎火山では茂木植物化石層が堆積している。引続いて凝灰角礫岩の厚い火山碎屑岩が重なり、最後に輝石安山岩の溶岩の大規模な流出があって、溶岩台地を形成している。

長崎市街地を取り巻く岩屋山・稲佐山・金比羅山・英彦山・唐八景・星取山などでは、山麓部に安山岩の溶岩が見られる所もあるが、中腹には厚い凝灰角礫岩が発達し、山頂部はいずれも灰色の輝石安山岩で構成されている。長崎火山の北部に当る大村湾南岸地域の鳴鼓岳・琴ノ尾山・鎌倉山などにおいても同様な状態で火山岩類が重なっている。

長崎市内の浦上川上流地域より時津町にかけては、豊肥火山活動に先立つ古い火山活動によって噴出した火山岩類が分布する。岩質は変化に富み、



第2図 長崎地域地質図

流紋岩質・安山岩質・玄武岩質の溶岩や火山砕屑岩があり、部分的に後火山活動の熱水変質の影響を受けて、脱色・粘土化・鉍化作用を受けている。とくに浦上水源池の周辺部や、東長崎の現川地域にはプロピライト（変朽安山岩）が広く分布する。また浦上川上流の川平や三ツ山付近には川平閃緑岩と呼ぶ細粒の深成岩が分布する。そのため、隣接する長与付近に分布する古第三紀層は熱変成により、軽度のホルンフェルス化作用を受けている。

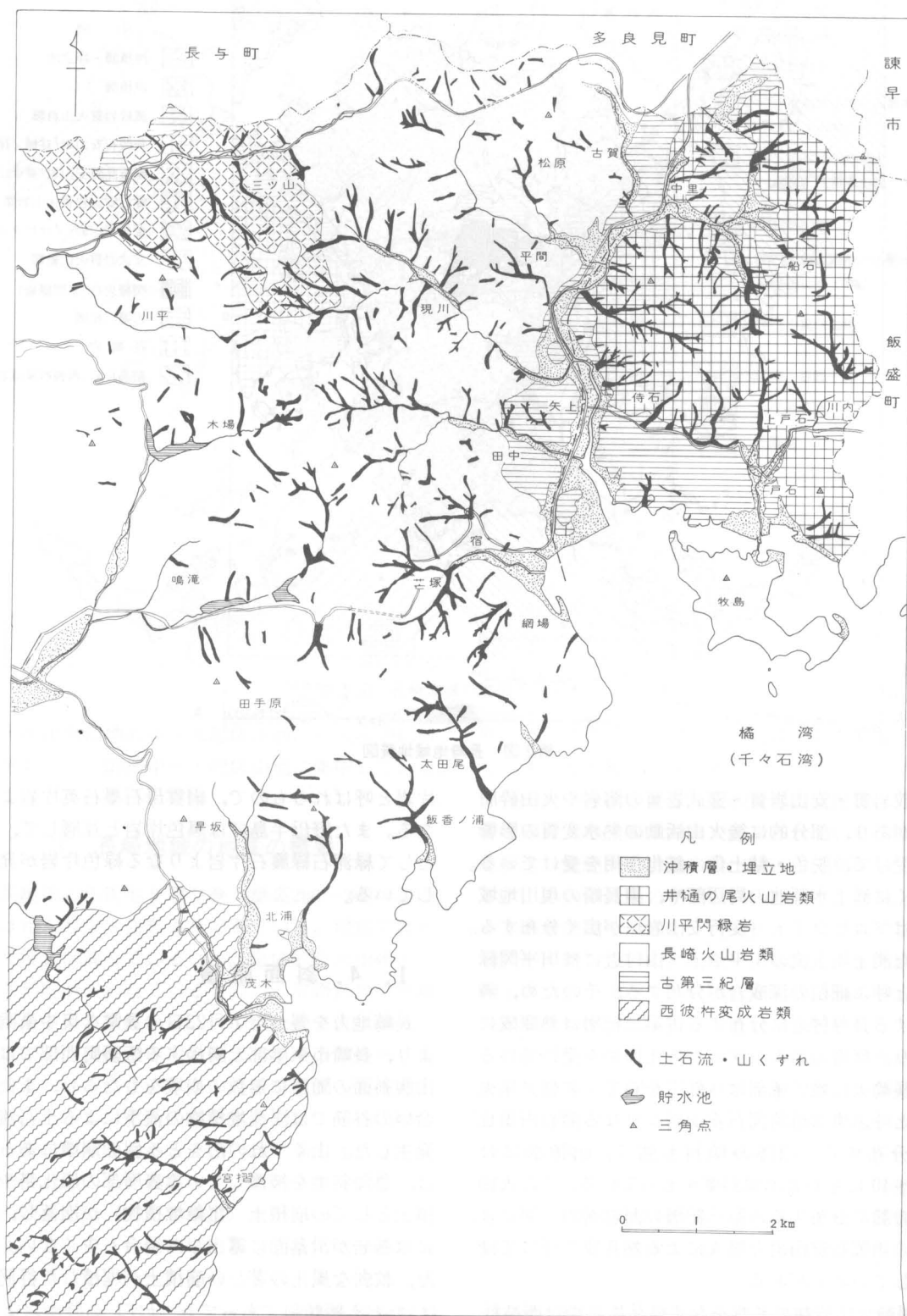
長崎火山地の東部は八郎川を隔てて井樋ノ尾火山と呼ぶ黒雲母角閃石安山岩よりなる溶岩円頂丘が分布する。山体の傾斜も強く、山頂部には30～40°にもおよぶ傾斜度をもっている。この火山地の麓に分布する古第三紀層の泥岩層の一部には、この角閃石安山岩の貫入による熱変成を受けて硬化している所がある。

長崎火山岩類の基盤をなす結晶片岩類は西彼杵変成岩類として一括されている。西彼杵半島におけるこの変成岩の岩質は一般に黒色片岩とか雲母

片岩と呼ばれるもので、絹雲母石墨石英片岩よりなる。また野母半島では黒色片岩と互層して、主として緑泥石緑簾石片岩よりなる緑色片岩が発達している。

1. 4. 斜面崩壊

長崎地方を襲った7月23日の異常な集中豪雨により、長崎市東半部と隣接する飯盛町西部では、山腹斜面の随所に無数の崩壊をもたらし、また山合いの谷筋では溪流堆積物の流下による土石流が発生した。山くずれの形をとる斜面崩壊にあつては、急傾斜地を被覆している表層部の風化帯や運積土としての崩積土（崖錐堆積物）が崩落し、中には基岩が滑落面に露出した場合も少なくない。また、軟弱な風化の著しい崩積土が埋積した谷筋では、たとえ緩傾斜であっても、はげしい降雨によって液状化した土の滑動によって谷口の人家を押しつぶした例（西山台団地）もある。



第3図 長崎市東部における地質別土石流・山くずれの分布

これらの山くずれは基岩の地質をとくを選択することなく、降雨量の大きな災害を受けた全地域に広がって分布しているが、崩壊物質の性状はそれぞれ由来する地質や岩石の種類によって異なっている。

長崎火山岩類の分布地域にあっては、山くずれの崩落物は主として茶褐色の粘土質の風化土であり、暗灰色の輝石安山岩の岩塊を混入することが多い。また、西彼杵半島や野母半島においては、雲母片に富んだ砂質粘土中に、扁平な結晶片岩、岩塊を含むことが多い。

東長崎の八郎川以東の井樋ノ尾火山岩により構成された溶岩円頂丘においては、大規模な土石流が山頂近くより発生し、山麓の谷の下流部におびただしい円味を帯びた巨大な岩塊を堆積させている。運搬された岩塊はすべて白色の角閃石安山岩である。

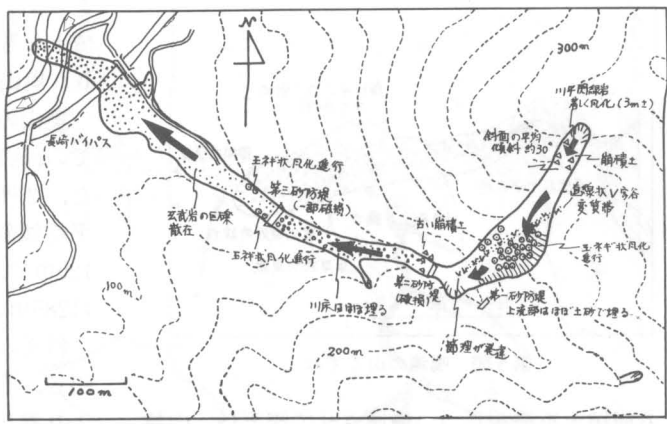
今回の長崎大水害によって起きた斜面崩壊の発生地域を地質的に分類するとおよそ次の5つの区分がなされ、それぞれにやや異なった崩壊型式が認められる。()内は主な発生個所を示す。

1. 川平閃緑岩地域 (川平)
2. 長崎火山岩地域 (鳴滝、奥山、芒塚、小江原、西山木場)
3. 井樋ノ尾火山岩地域 (千束野、瀬古、侍石、上戸石、補加)
4. 古第三紀層地域 (古賀中里、矢上、赤松)
5. 西彼杵変成岩地域 (野母半島北部、西彼杵半島の各地)

(1) 川平閃緑岩地域 (第4図)

浦上川上流の川平～三ツ山一帯には細粒閃緑岩が分布し、川平閃緑岩とよんでいる。本岩は深成岩であり、新鮮な部分はきわめて堅硬な岩質をもつが、交差する節理にそって風化が進むと中心に未風化の原岩を取り巻くような玉ねぎ状構造をもつ亀裂を生じる。斜面崩壊が起きると、その中心の堅硬な閃緑岩は玉石として転がり落ちることになる。

川平地区 筒水平においては、川平閃緑岩の風化帯の山くずれに端を発した土石流が渓谷を激しい勢いで流下したため、死者32名を出す惨事となった。谷中には3個所に砂防堰堤が築造されて



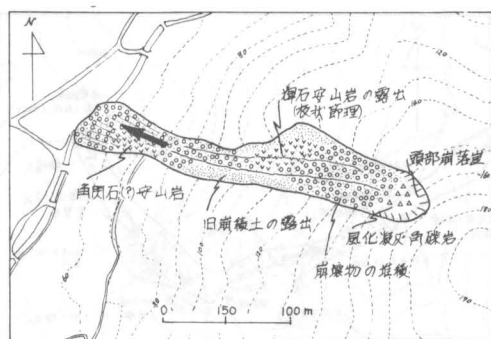
第4図 川平の土石流

いるが、第2砂防堤から北東に延びるV字型の直線谷の北側の斜面が大きな山くずれを起して崩落し、反対側の表層部をも剥ぎとって崩壊物が流下した。崩壊斜面は28～33°の傾斜をもち、最も急な部分は40°になる。この斜面における閃緑岩の風化帯の厚さは地表から約3mに及んでいる。山くずれを起した北東に延びる直線谷は、閃緑岩中にN 38°E方向に走り、硫化鉄をともなう鉍化帯が弱線となって刻み込まれたものである。直線谷の南東斜面も40°に近い急傾斜をなし、風化帯では玉ねぎ状構造が形成されている。

川平の土石流は第2および第3砂防堰堤を越流して浦上川まで流下したが、谷底には至る所閃緑岩の角ばった岩塊や、玉ねぎ状構造の核となる玉石および玄武岩の転石が散在している。溪流の両側にも崩積土や閃緑岩の風化帯が侵食された跡も見られ、土石流の流下の際に削られたことが知られる。また、板状節理の発達する玄武岩は、天竺山の山頂部を構成する玄武岩の残留転石であり、比較的小さい岩塊はこの土石流で再移動しているが、巨礫の中には全く移動しなかったものも多い。

(2) 長崎火山岩地域

長崎火山岩地域の斜面崩壊を起した場所には多くの住宅の集まった所もあり、被害は甚大であった。とりわけ、鳴滝、奥山、芒塚の人的被害は大きく、それぞれの場所で、24人、24人、23人の死者、行方不明者を出している。これらの被災地における基岩の地質は、いずれも輝石安山岩と凝灰角礫岩とが重なり合う長崎火山岩類から構成されている。これらの、斜面崩壊の原因としては、傾斜地の浅い谷地形に降雨が集中し、表層部を被覆

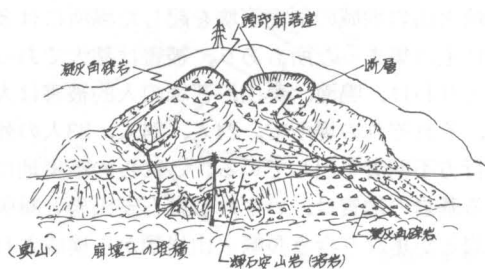


する崩積土を洗掘しつつ崩壊させて流下し、山麓部の家屋を押しつぶしたことが考えられる。芒塚においては、さらに地すべりと土石流をともなっている。

この他の長崎火山岩地域の斜面崩壊の著しかった個所としては、長崎東部では、矢上地区の現川川、中尾川上流地域、茂木地区の太田尾、飯香ノ浦、北浦などがあり、西部では、小江原や上浦などの各地で山くずれや土石流が発生している。

a) 鳴瀆 (第5図)

鳴滝における斜面崩壊は、海拔55mから175m付近までの、約120mの高低差をもつ西向きの浅くくぼんだ斜面が崩れたもので、平均傾斜は約22°である。崩壊斜面の幅はおよそ40mで、約300mの延長をもつ。その下部の階段状の宅地の部分には、白色のやや軟い安山岩（角閃石安山岩？）が露出している。中部は、段々畑の部分の崩積土は流水により洗掘されて流出し、その跡には、板状節理の発達した輝石安山岩が露出する。上部には古い崩積土の上に、頭部崩落崖からくずれ落ちた土石が厚く被覆する。最上部の崩落崖は幅26.5m、高さ約10mの弧状をなし、地表部の強風化の赤褐色土壌の下に、風化した凝灰角礫岩が露出する。山麓



第6図 奥山の山くずれスケッチ

までくずれ落ちた土石の大部分は、中部の古い崩積土と考えられる。

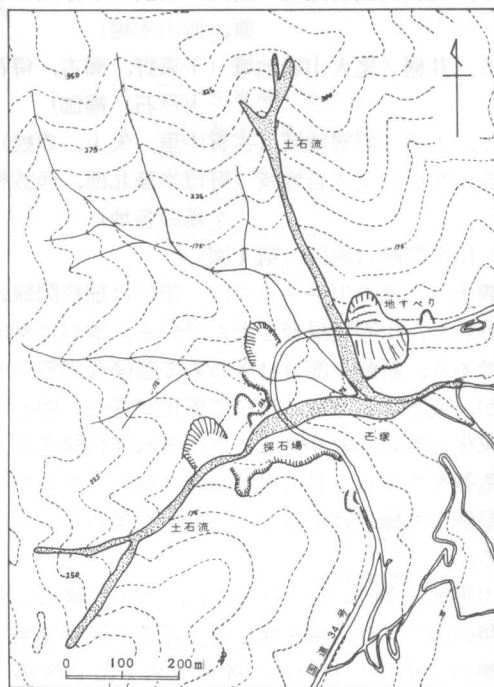
b) 奥山 (第6回)

奥山の山くずれは、海拔100mから220m付近までの、約120mの高低差をもつ南向きの浅くくぼんだ、2列の双頭斜面が合わさってくずれたもので、平均傾斜は約25°である。崩壊斜面の幅はおよそ120mで、中央に地形的高まりをもち、斜面の延長は285mに達する。

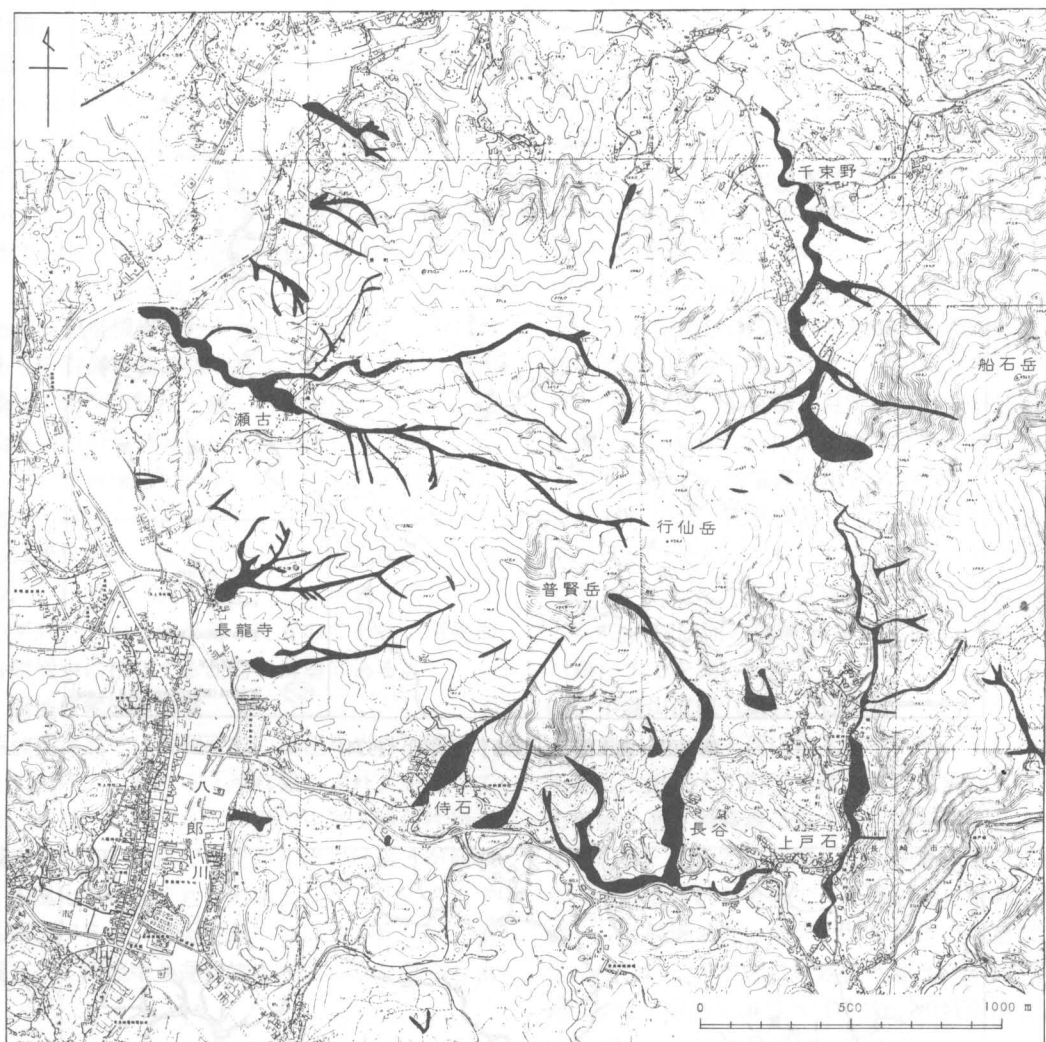
斜面の下部の急崖には、凝灰角礫岩の岩盤が露出し、その上には、被覆していた崩積土の流出により露出した、板状節理をもつ輝石安山岩が重なっている。上部には凝灰角礫岩が分布するが、大部分は崩土に覆われる。頭部の崩落崖は2つに分れ、幅は両方とも約50mあるが、東側は高さ30mの30°の斜面、西側は高さ20mの40°の斜面をなし、凝灰角礫岩を露出させている。東側の崩落崖にはN42°W方向の横ずれの断層が走り、谷状のくぼみが刻まれている。奥山の山くずれは、主として斜面の中部の安山岩と、上部の凝灰角礫岩上を被覆していた崩積土が流れ落ちたことに起因する。

c) 芒塚 (第7図)

国道34号線の日見トンネルの北方約700m先の
 芒塚を襲った災害は、2条の土石流と地すべりお
 よび欠壊した道床の埋土の流出が、国道のカーブ



第7図 芒塚の土石流と地すべり



第8図 井樋尾火山岩地域の土石流

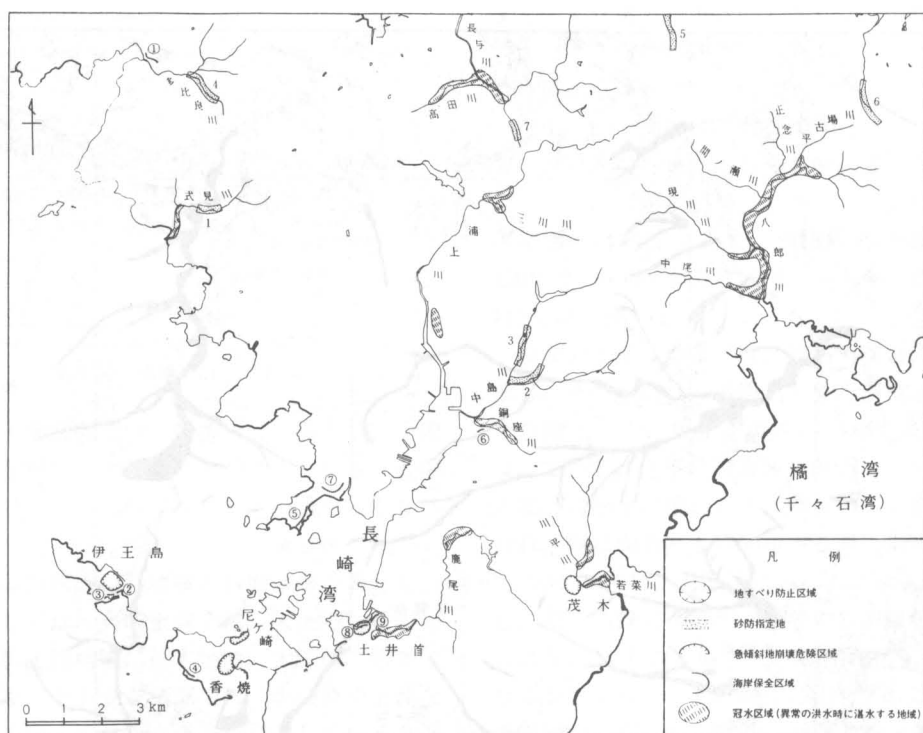
下の谷間で合したため、被害を大きくしている。土石流では、輝石安山岩の転石をもつ溪流堆積物を洗掘して流下させている。地すべりは国道の北斜面に幅約100mにわたって発生し、舌端部は住宅地付近までくずれている。この他、土石流を起きなかった2～3条の放射状の谷の水も芒塚の住宅地が扇の要となって集まり、被害を助長したものと思われる。

3) 井樋ノ尾火山岩地域 (第8図)

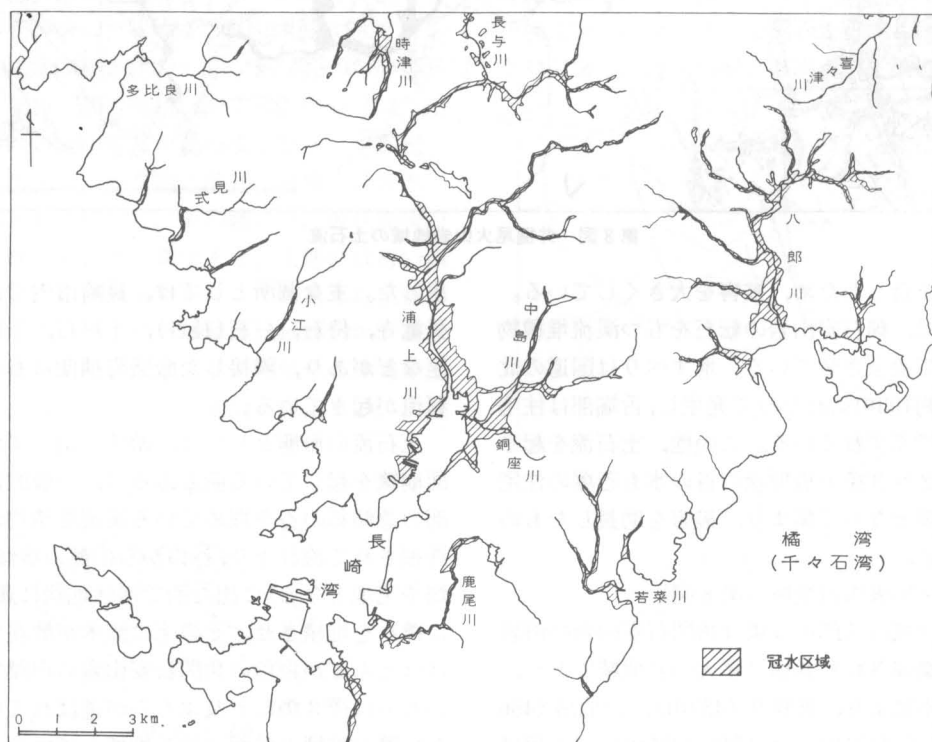
東長崎地域の八郎川以東は角閃石安山岩の溶岩円頂丘で構成された井樋ノ尾火山岩地域であり、今回の豪雨により、普賢岳 (433m)、行仙岳 (456m)、船石岳 (451m)、松尾岳 (395m) の山頂付近に端を発して、ほぼ放射状に多くの土石流が発

生した。主な個所としては、長崎市内では瀨古、長竜寺、侍石、戸石 (長谷)、上戸石、千束野、上座などがあり、隣接した飯盛町補伽にも著しい土石流が起きている。

土石流の形態としては、頭部で山くずれの斜斜面崩壊を起している所もあるが、一般的に、上流部の急傾斜の谷を埋めている溪流堆積物が一気に洗掘されて流れ下り、谷口から山麓の緩傾斜地 (田畑や宅地となる) に出た所で扇状地状に運搬物 (主に礫) を堆積させ、その上に流木が散在する。礫はほとんどが白色の角閃石安山岩の円礫で、大きいものは径3mにも及ぶものが運ばれている (侍石)。礫の堆積の前面に砂の堆積している所もあるが、一般に砂泥の堆積に乏しい。円礫の多い理由



第9図 国土調査「長崎」防災図 (1974)



第10図 長崎大水害 (昭和57年7月23日) における冠水区域

には、(1)角閃石安山岩の亀裂から風化作用が行われた際に生ずる玉ねぎ状構造の芯の円球状の未風化部がくずれて運ばれる場合、(2)古い土石流堆積物中に含まれる円礫の再侵食によって転がってくる場合、(3)岩質が比較的やわらかいためである。

千束野の土石流の最上流部では大規模な地すべりが発生しており、地すべり末端部から土石流が起きているのはこの地区の特異な現象である。

(4) 古第三紀層地域

古第三紀堆積岩の分布地域は地形的にも丘陵性であり、斜面崩壊の個所数は少ない。しかし、東長崎矢上地区の赤松・館、古賀地区の中里や、四牛山西斜面および多良見町喜々津ゴルフ場付近に山くずれが発生している。赤松のものは泥質岩の風化帯の崩壊と考えられる。しかし、古賀地区のものは諫早層群の地層面の向きが地形面と同一方向の、いわゆる「流れ盤すべり」現象を起して砂岩のブロックがくずれ落ちたものである。滑動面は砂岩層中に挟在する泥岩の薄層である。

(5) 西彼杵変成岩地域

西彼杵半島では数個所で、黒色片岩の片理面からくずれる、いわゆる「流れ盤くずれ」を生じている。また、野母半島では黒色片岩と緑色片岩が互層するため、風化した黒色片岩の砂質土が崩壊し、未風化の緑色片岩を岩塊として取込んでくずれる場合が多い。野母半島では山くずれと共に土石流として溪流中を運搬物が流送された個所も多い。

1. 5. 浸水地域の実態調査

(1) 調査の概要

長崎大水害における被害は山くずれや土石流のような斜面崩壊によるものと、河川の氾濫による浸水災害が顕著である。これは平野部における大河川の堤防決壊による長時間にわたる洪水災害とは異なり、長崎市街地を流れる主要河川の溢流に加えて、住宅地内の小排水路の流水が斜面を走って低地内の市街地に流れ込んで急速に湛水水位を上昇させて建物に浸水し、数時間のうちに水が引くといった現象が起きた。従って、24日明方にはすでに水は引いており、浸水時の状態の全体像を示す写真は皆無といってよいのではなかろうか。

長崎地域の異常洪水時における冠水予想地域と

しては、昭和48年度の国土調査における「長崎」図幅の防災図に示されている(第9図)。これは主として耕地関係の調査によって図示したものであるため、市街地としては銅座川のみを指摘しているが、郊外のものとして八郎川、若菜川、鹿尾川、三川川、長与川などを冠水予想地域として挙げている。規模の大小はあるが、今回の冠水地域はほぼ予想地域と合致している。

今回の浸水地域の調査は、まわりを傾斜地で囲まれた地域における流れの動向や水流の侵食・運搬・堆積作用を知る目的で、とくに地質、地形班でも取上げた。調査は7月27日より8月12日までの間の約10日間に行い、筆者ら3名の他に、長崎大学教育学部の地学専攻生8名が協力した。調査項目としては、浸水深度(水位)、最大水位の時刻、流れの速さと方向、堆積物の厚さや性状などである。とくに水位測定は市街地であれば、原則として建物前面の側溝の蓋の上面より最大水位(跡)までを測った。

(2) 中島川流域(第11・12図)

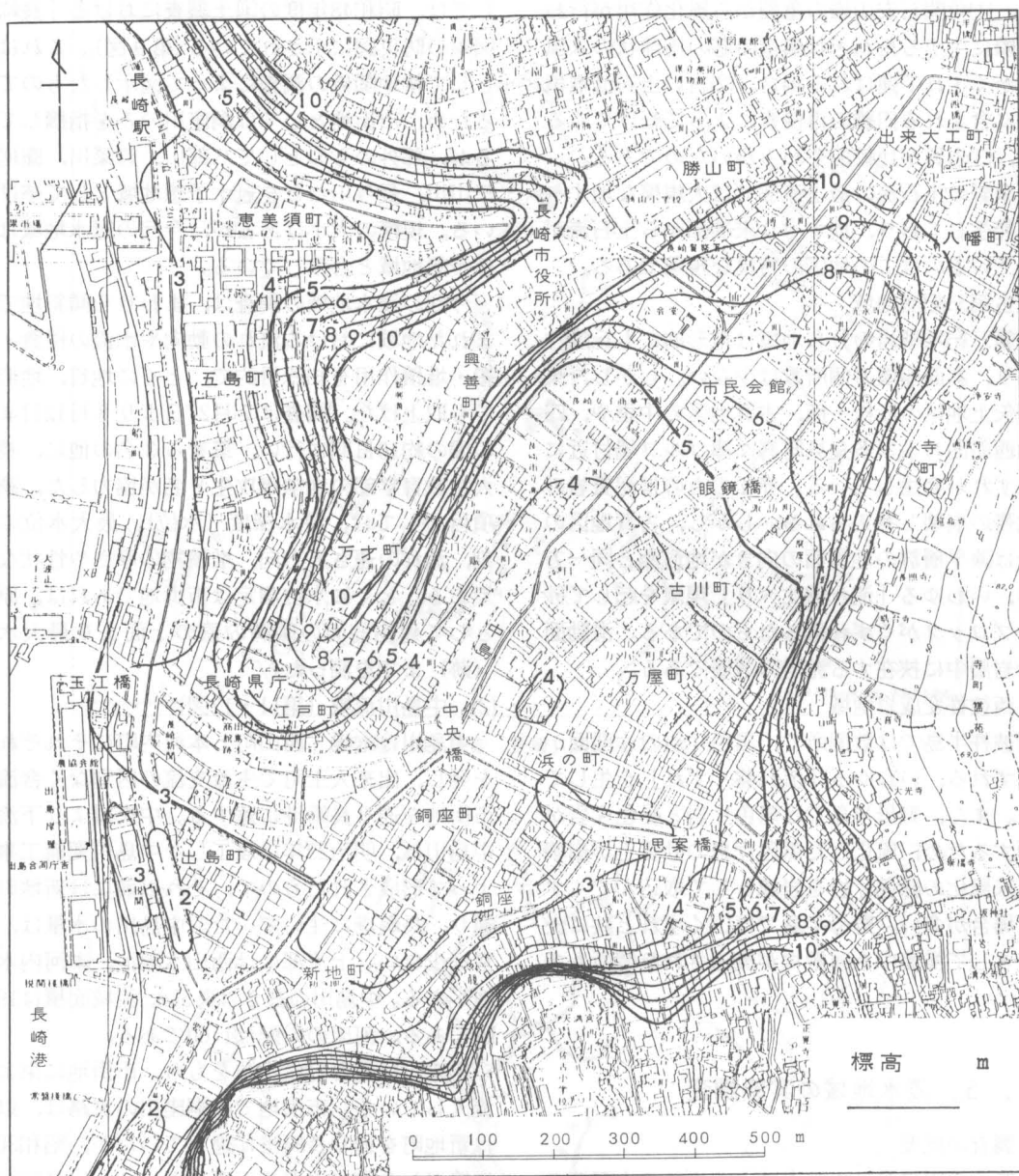
中島川は木場・西山町と本河内町にそれぞれ端を発し、出来大工町で主流支流の区別なく合流し、市街地を通り長崎港に達する。中央橋より下流の中島川は、明治23年に竣工した中島川変流工事によって形成されたもので、それ以前には新地町を通り、長崎港に注いでいた。中島川の水量は、通常は少ない。上流部には西山水源池、本河内水源池がある。中島川の長さは6.5km、流域面積は19.1km²である。河床の勾配は1/60である。

銅座川は愛宕町に水源をもち、市街地に東より流入している。市街地での銅座川の流路は、以前は新地町を通り長崎港に達していたが、昭和30年に竣工した銅座川変流工事によって、出島町で中島川と合流している。

これら中島川や銅座川の下流域は、長崎市内で最も商業活動が盛んな市街地となっている。この市街地は標高2～4mの平坦地である。この中央橋付近の平坦地は、含貝殻泥質砂である出島貝層の上の埋立によって形成された後に、市街地として発展してきたものである。

中島川にかかる眼鏡橋付近は、標高が4～5mである。この高さの地域より、標高約10mの出来大工町にかけては緩い傾斜地となっている。

中島川の溢流は、標高約12m付近の所から始ま



第11図 中島川流域の標高

り、浸水地域は下流側に拡大し、標高2～4mの地域で広範囲となっている。中島川流域における浸水の状況は、眼鏡橋付近を境として上流域と下流域で異なっている。

上流域では、激しい流量の増加に対する河積の不足、橋に流出物がからみ上流側での水位上昇、橋梁、とりわけ石橋による流れの疎通不良などが原因となって溢流が始まった。出来大工町付近で中島川より溢流した水は、中通り商店街を浸水させ万屋町方向へ流れた。眼鏡橋から上流域には、

多くの石橋がかけられていたが、石橋の上流側で溢流した水は、周辺地域に流れた。流域が浸水し始めた時刻は、午後7時半～8時頃である。浸水が最大の深さに達した時刻は、午後9時～9時半頃である。石橋が河水の流れを不良にしていたことは、石橋の流失と共に浸水した水位が低下した地域があることから推定される。以上のような上流域での浸水は、溢流した多量の水が緩やかな傾斜地を低地に向い流れる際に生じたものである。

眼鏡橋より下流の左岸には、古川町、万屋町、



第12図 中島川流域の浸水状況

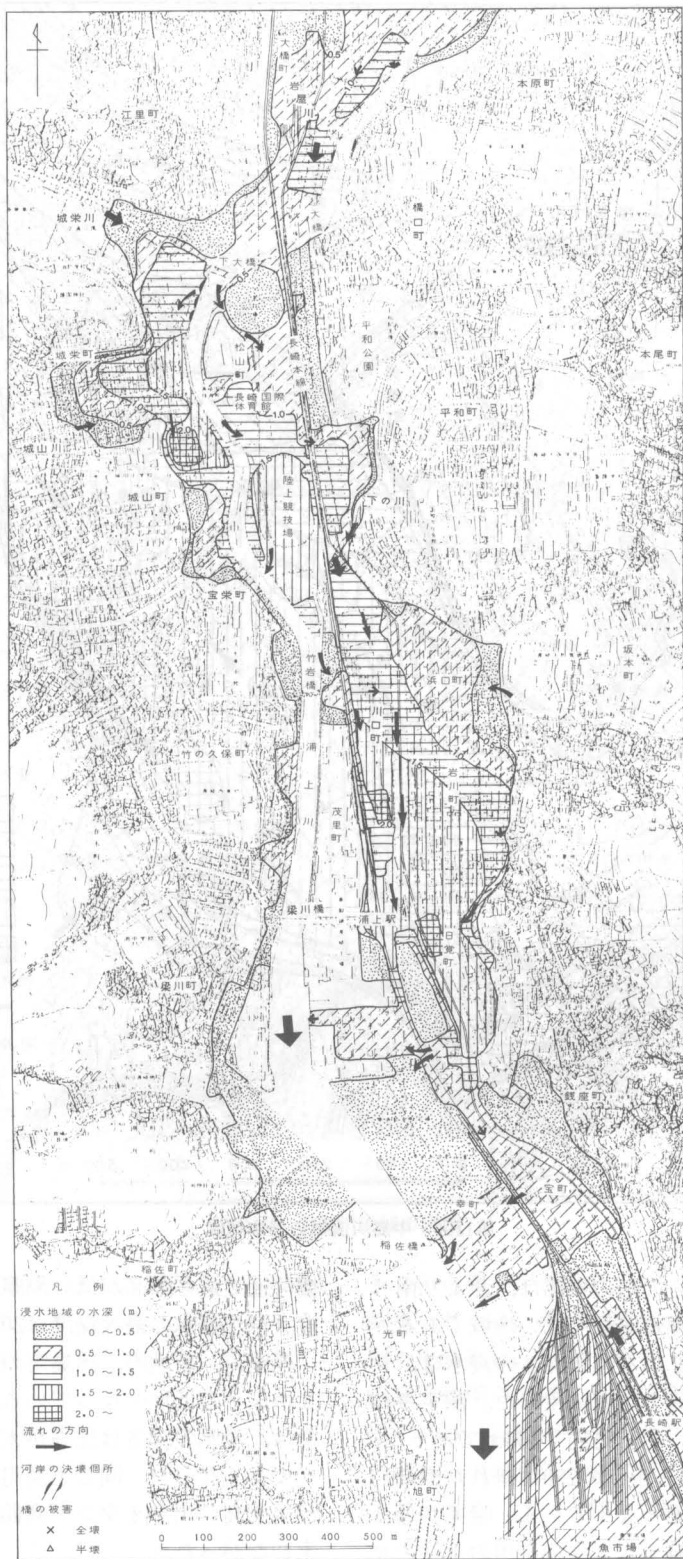
浜の町がある。これらの町の東部は、北より南へシシキ川が流れ、標高が最も低い地域である。これらの町内では、2mを越す深さの浸水は、シシキ川に沿った周辺の地域に生じた。測定された浸水の最大深度は、古川町内で238cmであった。

銅座川は、思案橋から上流の250m離れた標高約12m地点の所より暗渠となっている。暗渠が通る思案橋では、午後7時すぎより銅座川の水は、マンホールより激しく噴出した。流れ出た水は、南あるいは西の方向へ通路上を流れていった。思案

橋付近で最も標高が低い銅座市場の一帯では、測定された浸水の最大深度は208cmであった。

銅座町、新地町、出島町の一部の地域は、標高3m以下の低地となっている。おおむねこの低地では、浸水の深さは比高が大きい周囲の地域よりも大きくなった。同じ出島町内においても、標高がやや高い出島オランダ商館跡地一帯の地域は浸水しなかった。

以上のように眼鏡橋から下流の中島川流域および銅座川の下流域に広がる標高2~4mの平坦地



第13図 浦上川流域の浸水状況

にみられた浸水状況、とくに浸水の最大深度は、地形の僅かな起伏に強く関係している。これらの地域への中島川や銅座川から溢流した水による浸水は、午後7時～8時頃より始まった。これらの平坦地に流れ込む水量は、満潮の2～3時間前である長崎港へ排水される水の量を上まわり、浸水の深度は除々に増大したと思われる。浸水が最高の水位に達した時刻は、長崎港における満潮時刻の午後10時35分頃であった。満潮時頃、一部の地域では、海側から逆流する水の流れが認められた。満潮後になると浸水の水位は下がり出し、中央橋付近では、24日午前3時には浸水した水は引いてしまっていた。

以上のように、標高2～4mの地域での浸水は、上流域から流れ込んだ水が、その地域内に急速に溜ることにより生じたものと考えられる。

浸水した地域に見られた堆積物は、粗粒な砂は比較的少なく、細粒な泥が多く見られた。これは、上流の木場町や本河内町奥山などでは土石流が発生して川へ流れ込んだが、礫や粗い砂は西山水源池や本河内水源池のなかで堆積し、泥分の多い濁流が下流に流出したためと考えられる。

(3) 浦上川流域 (第13図)

調査地域は、河口より約3.5km上流の大橋町までの幅約500mの範囲である。この地域に広がる平坦地は、大橋町で標高約10m松山町で標高4～6mとなっている。浜口町や川口町では、平坦地の標高は約3mである。さらに南へゆくにつれ標高は低くなり、目覚町では標高は1.5～2.0mの低地となっている。特に浦上駅の南方の地域では、標高が1.3mの低地となり、大潮時には浸水することがある。この低地に雨水が流れ込んで溜った水は、1.4mと1.8m径の排水管により梁川橋の左岸部に導かれ、3台のポンプで排水されるようになっている。ポンプの排水能力は、合計610トン/分である。

竹岩橋から梁川橋に至る左岸には、標高約4.2m、幅約100mの南北に約1km続く微高地がある。この微高地は、浜口町から目覚町に広がった低地の堤防の役割を果たしている。この低地は、明治34年の1/5万地形図によると、水田であった。その当時は浦上川の河口は、梁川橋付近にあった。浦上川では感潮域は竹岩橋の上流まで及ぶこと、および浦上駅近くの地下には、強内湾性の貝類遺骸

を有する砂泥、シルトの出島貝層が分布することより、ここの低地は、干拓又は埋立により形成されたと考えられる。

幸町から長崎駅にかけての平坦な土地は、明治37年港湾改良工事の結果形成された埋立地である。

浸水は、大橋町より長崎駅に至る平坦地のほぼ全域で起きている。浸水の状況は、竹岩橋付近を境にして、上流の大橋町、松山町地域と下流の浜口町～目覚町地域で異なっている。

上流域では浦上川はゆるく蛇行して流れ、岩屋川、城山川、城栄川が合流している。この地域における浸水の原因は、本川の流量に対する河積不足や本川の水位上昇による支川の排水不良により生じた溢流である。このほか、溢流は、橋桁による河積の減少や橋桁や欄干に流木、ゴミなどがからまり水が疎通不良となり発生した。一例として、大橋町ラッキーボーリング場より下流の鋼橋に流木がからみ、溢流を起して流域には多量に流木が集積し、大橋町公民館付近に砂泥が堆積した。また、松山町国際体育館前にある橋付近で生じた溢流により、体育館前～陸上競技場一帯には、多量の砂が堆積した。

浸水が始まった時刻は、午後7時～8時頃、最大水深となった時刻は午後10時～10時半頃である。水が引いたのは24日午前1時～2時頃と推定される。なお、最大水深に達する前に、1回減水したことが注目される。

下流域では、下の川は浦上川と合流する地点近くにおいて、国鉄橋梁下の河積不足、本川の水位上昇による排水不良により左岸から氾濫した。水は川口町方向へ激しく流れ出た。浦上川の増水した水は、竹岩橋上流の左岸部で堤防状の微高地を越え、川口町方向へ流れた。これらの水は、南へ流れ浜口町～目覚町の広い地域を浸水させた。このほか、東の金比羅山の斜面を流れる小河川や地表を流れた水が、この地域に流入した。浸水深度は、浜口町から浦上駅にかけて漸次大きくなっている。測定された最大深度は212cmであった。浸水が最大になった時刻は、長崎港が満潮になった午後10時半頃である。梁川橋の左岸にある排水ポンプは23日の夜は運転されなかったが、24日朝から運転が開始され、浦上駅一帯に溜った水が排水された。

目覚町南部に達した水は、西に流れる排水路お

よびその周辺の低地を西へ流れ浦上川へ流入した。一部の水は宝町に流れた。宝町では稲佐橋方向につづく低地を水は西へ流れ、浦上川へ流入した。

長崎駅の北部地域に浸水した水は、南から流れ込んだものである。しかし、浦上川の氾濫水がこの地域まで流れ込んだか否か、詳しいことは不明である。宝町から長崎駅の一帯における最大の浸水深度は1m以下であった。

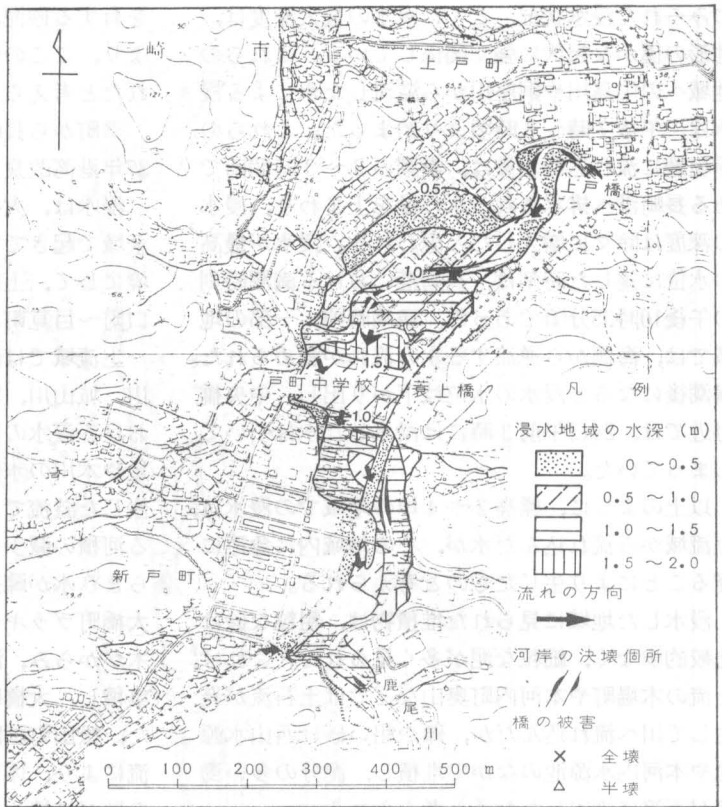
鹿尾川流域（第14図）

長崎市南部を流れる鹿尾川は、戸町岳の東方を源として、西方の長崎湾に注ぐ全長7kmの河川である。流域面積は、9.5km²であり、氾濫が始まった上戸橋より上流域では3.7km²である。

上流域は西彼杵変成岩類とよばれる結晶片岩により構成されるが、小ヶ倉水源池より下流の浸水被害地域となった中流部が流れる山間盆地とその周辺は、長崎火山に属する火山碎屑岩によって構成されている。下流部は再び結晶片岩が分布する地域を流れ、その河道は先行谷をなしている。

被害を受けた新戸町地域の山間盆地は、標高40～50m、南北約1km、東西の幅約250mの広さである。盆地内の平坦地は、殆んど宅地化されている。この盆地内を鹿尾川は、小規模な穿入蛇行をなして流れている。

この山間盆地の北半分の地域で起きた浸水は、鹿尾川の氾濫により起きている。周辺にある山の小渓流や地表を流れた水が流入した南部では、浸水は起きていない。氾濫は、上戸橋のすぐ下流の曲流部で始まっている。その原因は曲流部における流速の低下による水位の上昇、橋による流水の疎通不良であると考えられる。この地点では、橋が全壊し川岸が決壊した被害が見られた。ここから下流においても、河川の曲流部の攻撃斜面側で川が氾濫し、水の流れは直進している。規模が大きい溢流は、鹿尾川が南方向から東方向へ大きく曲っている戸町中学校の前に見られる。攻撃斜面



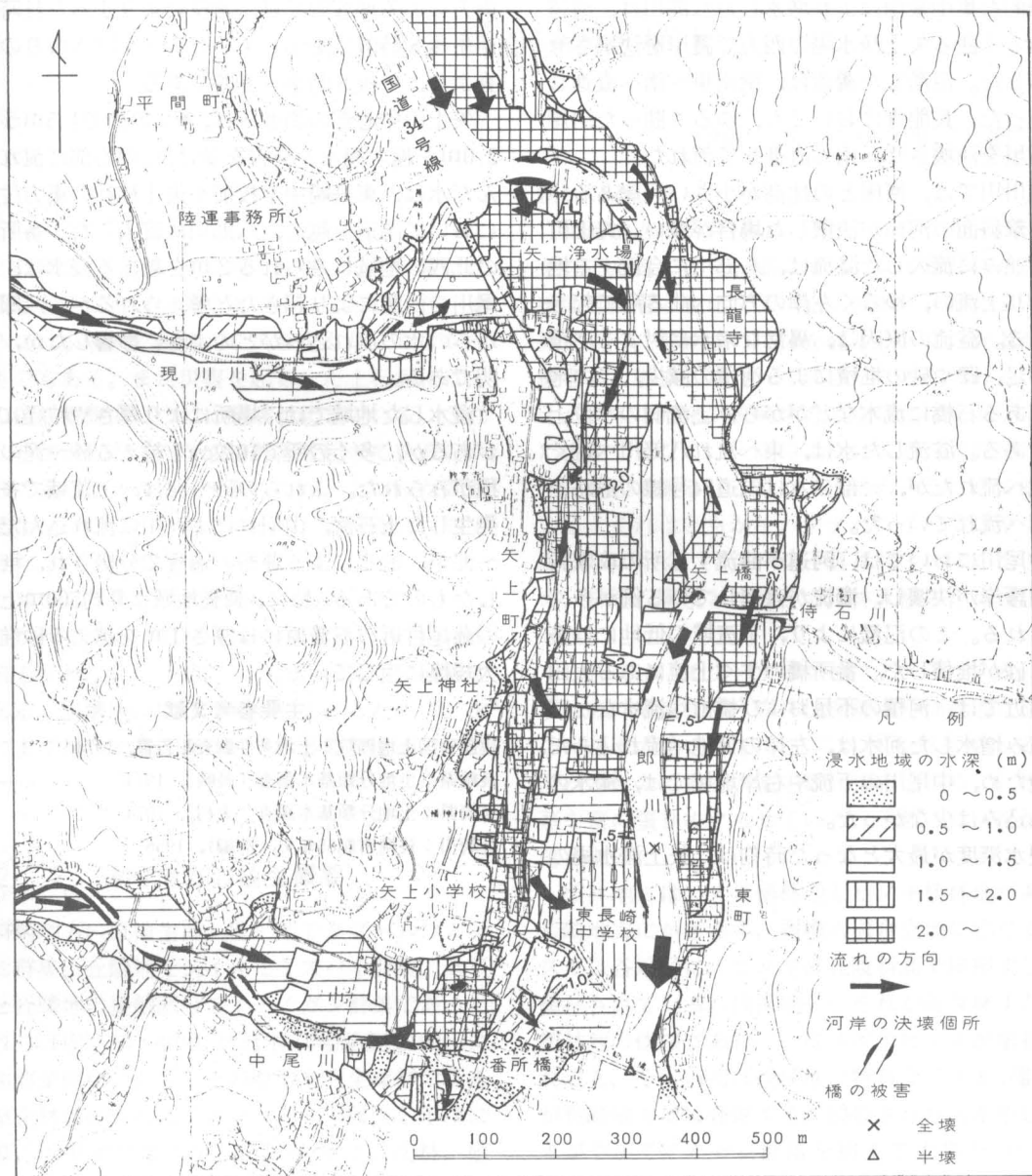
第14図 鹿尾川流域の浸水状況

の護岸を決壊させ氾濫した濁流は、流れに直交して建っている校舎内に侵入した。校舎の内側および正門前では、ダムアップのため1.5m以上の深さまで浸水した。この氾濫水は、中学校グラウンドへ流れ、その南の住宅地域に流れ込み、県道を越えたのち鹿尾川に流入した。浸水が最大深度となった時刻は午後10時頃である。

(5) 八郎川流域（第15図）

長崎市東部の八郎川は、南北に細長くのびた構造谷内の低地帯を南に向って流れ、橘湾に注いでいる。この八郎川には、8つの支流が流入し、全流域の形態は放射状である。その流域面積は、32.2km²である。これらの支流の各所において、山崩れ、土石流などが多く発生した。その結果、多量の礫や砂泥が本支流に流れ込み、それらの下流域では、主に砂や泥が堆積している。

調査地域は、八郎川の河口から約2.5km上流までの約400m幅の谷底平野的な地域、および中尾川、現川川の下流域である。矢上神社付近およびその北方200～400mの地域、矢上小学校付近は、標高約5～20mの緩傾斜地である。北部の陸運事務所



第15図 八郎川流域の浸水状況

がある地域は、標高10～20mの段丘的な平坦地である。一方、八郎川の左岸部には山地がせまっている。

矢上町の街並みの多くは、標高約5m以下の地域にある。標高5mに達しない土地の多くは、かつては八郎川の氾濫原であった所を埋め立て形成されたと考えられる。そのため、町内の地区ごとに標高が異なる傾向がある。その例として、昔の宿場町の面影を残す古い街並み地区は、盛土により築造された国道34号線沿いの地区より標高が低

くなっている。あるいは矢上浄水場の南方には、盛土が薄く低い標高である宅地もみられる。

以前は八郎川の河口は、中尾川が八郎川と合流する所の近くにあった。昭和40年頃の地形図によれば、その当時、河口の沖合には砂地が広がっていた。その砂地一帯が埋立てられ、現在の川口は、以前と比べ約1km南に移っている。

浸水が起きた所は、通常は水田などとして耕作されている氾濫原の場所、および矢上浄水場より南にある住宅地や商店街の大部分の地域である。

記録的な集中豪雨により増水した八郎川は、河道がゆるく曲る矢上浄水場の西方で護岸を決壊させ氾濫した。氾濫した濁流は、南南東～南へ直進していった。長龍寺においても、ゆるく曲った川岸の石垣を決壊させ、南へ直進して流れた。

現川川では、河床との比高が小さい河岸あるいは攻撃斜面の河岸が決壊したことが多い。矢上町の街並みに流入した溢流は、八郎川に合流する地点より上流の、ゆるく左岸の方向へ曲る所で起きている。溢流の原因は、異常な増水に対する河積の不足、礫や砂の堆積による河積の減少、この地点にある石橋に流木などがからみ上流側の水位上昇である。溢流した水は、東へ流れ八郎川へ続く低地へ流れたが、一部の水は国道34号線の道路上を南へ流れていった。

中尾川においては、河道が曲流する所の攻撃斜面の護岸が決壊し、濁流が直進している例が多くみられる。この氾濫により、下流域の低地には多量に砂が堆積した。番所橋のすぐ上流にある太田橋付近では、河積の不足および橋桁へ流木などがからみ増水した河水は、左岸の低地へ流れ込んだ。そのため、中尾川の下流や右岸地域では、濁水の流れ込みは少なかった。

浸水深度が最大となった時刻は、矢上浄水場の

南方にある理容院では、水没により止った柱時計が午後8時37分を示していたことや聞き取りの調査より、午後8時半～9時である。

矢上の中心部の街並みは、多くの所で1.5mから2.0mを越す浸水の被害を受けた。中心部に流れ込んだ水は、東長崎中学校前や矢上神社の東方付近において国道を越え、八郎川に流入した。番所橋の北西の地域にみられる2mを越える浸水は、中尾川の氾濫により起きたと考えられるが、八郎川からの水の流れ込みがどのように影響したか、不明である。

浸水した地域では、場所により厚さや粒径に差があるが、多くの所で10数cmを越える砂～泥の堆積がみられた。これらの砂～泥は、上流域で多く発生した土石流、山崩れにより川に流れ込んだ礫～泥が、流水による運搬の過程で分級され、堆積したものである。特に、調査地域より約500m上流の藤尾付近の氾濫原には厚さ1mを越える砂堆が大規模に生じている。

主要参考文献

- 建設省国土地理院：土地条件調査報告書，1974
- 長崎県：土地分類基本調査「長崎」，1974
- 長崎県：土地分類基本調査「大村」，1974
- 長崎市：長崎市制65年史（前編），1956

4. 2. 斜面崩壊と植生

伊藤 秀三*・中西 弘樹**

2. 1. はじめに

1982年7月23日に長崎地方を襲った集中豪雨は、丘陵地各所に斜面崩壊や崖くずれを起こした。それらには小規模で直接的な災害をもたらさなかったものもある。また災害を起こした土石流には、その頂部や側方につねに崩壊が起きている。これらの崩壊がどのような植物群落で起きているのか、崩壊の過程はどのようであったか、といった問題を植生学の立場から解明するのが本調査の目的であった。

なおここで扱う崩壊地とは、災害の有無大小とはかわりなく、山地・丘陵地に起きた単独の(土石流を伴わない)崩壊地と土石流の頂部の崩壊地である。崩壊地の群落の理解を助けるために、次節にまず長崎地方の森林植生の概要を記述しておく。

2. 2. 長崎地方の植生概要

長崎地方の原植生は、低平地でタブームサシアブミ群集、丘陵地でシイーミズバイ群集、低平地と丘陵地の接触部分でイチイガシ群集であった。それらは樹高25~30m、林冠木の胸高直径100cmに及ぶ照葉樹林である。その原型を完全な形で伝える原生林は長崎近辺にはない。人の居住と干渉により、低平地は都市化し、丘陵地は二次林、植林、農地に変えられている。

二次林の主要なものはシイ・カシ萌芽林である。過去何百年にわたる森林伐採により、萌芽林は樹高が10mまで、胸高直径20cmまでのものに変えられている。水源池の傍にある水源涵養保安林も、以前はこうした萌芽林であったが、最近30年~100年間の禁伐のため、樹高15~20m、胸高直径50cm程度まで復元し、種類組成のうえからも自然林とよぶことができる。この自然林では林床植生がよく繁茂しているのに対し、萌芽林では林冠が繁茂しすぎるため林内の光量が不足して林床植生は貧

弱となる。

長崎地方の萌芽林は、ほとんどがシイ・カシ萌芽林である。ごく一部にマテバシイ萌芽林をみる。後者は前者の中にマテバシイの殻果を埋めこんで発芽させ、何回かの伐採を経るうちに、前者から後者へと転換して行って成立したものである。マテバシイは本来、長崎地方の丘陵地に繁茂していた植物ではなく、上記のように人為下で発達してきたものである。この点で次のべる竹林に似ている。それはともかく、マテバシイの葉は厚くて腐敗しにくく、マテバシイ萌芽林の林床を敷きつめ、林冠の繁茂と相俟って、林床植生を貧弱化させる。

竹林には、モウソウチクとマダケとがある。いずれも外来植物で、森林伐採跡地や畑跡地に植えつけられたものが拡大して竹林の形態をとるに至ったものである。地中数10cmのところに、地下茎を密に張りめぐらせている。一部にはメダケ群落もある。

植林地には、スギ植林地とヒノキ植林地がある。長崎地方にかぎらず、両種の適合立地に応じて、スギは谷地形に、ヒノキは丘陵斜面や尾根すじに植林されている。伐採地——それが萌芽林または植林地の伐採であれ——にスギやヒノキが植栽されると、その当初は伐採地に特有なアオモジ群落が長崎地方では発達する。植栽されたスギやヒノキがやがてアオモジ群落を抑えて生長をつけると、植栽当初は適当な植栽密度であったスギやヒノキは、樹高5m以上になると過密な状態になる。こうならないように時期をみて間伐してやらねばならない。しかし長崎近辺の植林地では間伐が充分に行われておらず、過密状態になっている植林地が多い。こうした植林地では、林冠が繁茂して閉じてしまい、陽光は林内にとどかず、林床は完全に欠如している。このような植林地は、外部からみると緑豊かに見えるが、林内に入ってみるとそこは裸地同然である。

*教養部・**広島大学理学部

2. 3. 調査地と調査内容

長崎市内の下記の場所において、計42地点を調査した。昭和町、川平町、三川町、西山台、木場町、平間町、松原町、現川町、東町、上戸石町、鳴滝町、本河内町。調査地点とその群落・地形などを付表に一括して文末にあげておく。

各調査地点においては、小規模な崩壊地ではその全体について、大規模な崩壊地や土石流ではその頂部について、地形、その傾斜角度、崩壊の規模、周辺の植物群落、および崩壊した植物群落を調査した。崩壊した植物群落はすでに存在しないものであるが、落下倒伏している林木や植物の断片の観察と計測、周辺群落の状態から復元して知ることができた。調査は7月28日～8月25日に行った。

2. 4. 調査結果

42の調査地点の崩壊地の植物群落は、スギ・ヒノキ植林地(24地点)、シイ・カシ萌芽林(11地点)、マテバシイ萌芽林(4地点)、竹林(4地点)、アオモジ群落(1地点)であった。(同じ地点に2つの群落があったときは重複して挙げている。以下の記述において調査地点の例をあげるときは、付表の番号のみを記す。)

2. 4. 1. シイ・カシ萌芽林とマテバシイ萌芽林

シイ・カシ萌芽林の崩壊の多くは、単独の小規模崩壊地にみられた(例：1, 2, 10, 19, 30)。とくに傾斜地の下部が道路または畑地で垂直または急傾斜で切り取られている個所で、その上部が崩壊している(図1)。このような小規模崩壊が道路上に落下して、交通を遮断した。長大な崩壊地や土石流の頭部のシイ・カシ萌芽林の崩壊もあった(例：7, 39, 40)。これらの地点での崩壊が、頂部で最初に起こったのか、あるいは下方でまず起こって、そのためその上方の林地斜面の脚部が切りとられた形となり、順次上方へと崩壊が及んでいったのか厳密には明らかでない。地点4や39では、頂部から落下倒伏した林木の若干が直下に残っていることから、少なくとも頂部の崩壊は、下方が崩壊したあと脚部がすくわれた形で、あと

になって起こったものと推察される。

マテバシイ萌芽林は、外観上はシイ・カシ萌芽林と区別しにくい(図2)。その小規模崩壊は1例観察された(18)(図3)。地点40, 41, 42では、土石流の頂部にあった。

シイ・カシ萌芽林とマテバシイ萌芽林の崩壊件数は、調査地点での例数からみても前者がずっと多い。しかしこのことは、前者が崩壊しやすいことを意味しない。というのは、長崎地方での両萌芽林地の面積比は、前者が特段に大きいからである(恐らく100:1以上であろう)。両萌芽林に共通するのは、貧弱な林床植生と浅い根系である。当地方のシイ自然林では、林床には豊富に低木類・草本類が生育している。これにひきかえ、シイ・カシまたはマテバシイの萌芽林では、林冠が繁茂し過ぎて林内は光量が不足し、林床植生は貧弱になり、ほとんど欠如することさえある。とくにマテバシイ萌芽林では、マテバシイの落葉は厚くて腐植しないまま林床にたまるので、林床植生が欠如することが多い。林床に植物が生育していない林地は、通常の雨では何事も起こらないであろうが、過度の集中豪雨のときには、裸の林床を雨水が流れることになる。土壤表層の浸食を起こしやすい。

萌芽林の根系が浅いことは(図2参照)、今回の崩壊地調査で明らかとなった。もし地中に滑りやすい面があり、そこに水が入ったときでも、萌芽林の浅い根系では支え難いであろう。林床植生が発達していて根系も深い自然林と比べて、萌芽林の方が崩壊しやすい。事実、今回の豪雨時に自然林の崩壊地は見当らなかった(ただし自然林地の合計面積は極めて狭小である)。

2. 4. 2. スギ・ヒノキ植林地

スギは谷地形に、ヒノキは斜面や尾根に植林されている。崩壊地の調査地点数は、スギ植林地14地点、ヒノキ植林地10地点、合計24地点であった。ヒノキの植林地は斜面に広がり、その中に起きた崩壊地はヒノキ植林地に囲まれている。このような例が多い(5, 6, 16, 34)。しかしスギ植林地は谷地形に限られており、そこに崩壊が起きたとき、なお周辺にスギ植林地が残る例は少なく(15, 24, 37)、シイ・カシ萌芽林に囲まれている例が多かった(4, 9, 17, 20, 21, 23, 26, 27, 31,

35, 36, 37. うち26と27はシイ自然林)。すなわちシイ・カシ萌芽林が広がる丘陵地のうち、谷すじに沿ってスギが植林されていて、崩壊はそのスギ植林地を掻き取ったような形で起きている。

スギは谷地形のところに植栽されているので、当然そこへは表層の流れが集中するので崩壊しやすい。このことに加えて、前述したように、スギ植林には林床植生を欠くものが多い。植栽時のままの立木密度では、スギが生長するにつれて過密状態となり、林冠は閉じて林内に光を入れず、下枝の葉は枯れ上って林床にたまり、そこからは植物が完全に姿を消すことさえある。そうなる前に間伐を行うのが植林地の適正な管理なのだが、都市周辺ではそれを行う山林労働者はほとんどいない。スギ植林地は、林床植生を欠いたまま放置されることになる（ヒノキ植林地についても同じである）。

こうした植林地は外部からみると緑濃い林地に見えるが、林内は裸地である。通常の降雨では、密な林冠に一度は雨が受けとめられ、ついでに林内に落下あるいは樹幹を伝って流下する。しかし長時間続いた豪雨では、林冠は緩衝の役目を果たせず、雨はじかに林床の裸地をたたくことになる。そこは谷地形で周囲から流水も集まり、表層土壌は容易に浸食される。そのうえ、密な林冠の葉層は雨をふくんで重くなっている。浅い根系は重くなった地上部を支え切れなくなり倒壊する（図4）。一部がこうして崩壊すると、その上方は足元をすくわれた形となって次々と崩壊が続き、谷部のスギ植林地がまとまって崩壊し、周辺のシイ・カシ萌芽林が残った形となった。

2. 4. 3. 竹林とメダケ群落

竹林にはモウソウチクとマダケがある。3例の崩壊地を調査した（11, 14, 39）。竹林は地下に根茎を網の目状に張りめぐらしている。その根茎の網のため、竹林は崩壊に対して強いという固定観念は、地点11の調査でくつがえされた。ここではモウソウチクは、数本ずつの桿の株に分断されて崩壊していた（図5）。しかし一方では、崩壊し落下して来た土石にたたかれて、地上桿はなぎ倒されていても、地下の根茎の網は地面をつかんでくずれていない個所もある（図6）（例：15, 20, 40）。恐らく竹林の網目状の根茎は、下方が崩壊し

て支えを失ったときは分断されて崩壊するが、上方から流下する土石に対しては簡単には分断されないのではないか。いずれにせよ、根系は深くない。

メダケ群落の一部が小規模に崩壊していた（33）。下方に道路があり、その上部が落下した例である。

2. 4. 4. アオモジ群落

アオモジ群落は、森林伐採跡地や土砂放棄地、路肩などに成立する。1例の崩壊地を調査した（13）。そこは造成された住宅地の上部の伐採跡地であった。

2. 4. 5. シイ自然林

シイ萌芽林から復元して、自然林の形態と種組成を具えている林地が若干個所にある。代表例は浦上水源池、西山水源池、本河内水源池の水源涵養保安林である。これらの自然林には1例も崩壊が起きていない。大木が土壌や岩石を抱えて生長しているからであろう（図7）。自然林とは、その地の気候風土に最も適応した最高形態の植物群落であるから、崩壊が起きにくいのは当然のことである。

2. 5. 考 察

崩壊地の42例は、5種類の群落で起きていた。ではこれらの群落は崩壊し易い群落なのか、あるいは崩壊し易さについて序列が見出し得るのか。この問題に今回の調査内容だけから結論は出せない。そこで別の観点も加えて考察しておく。

もしある地方にA群落とB群落が同面積に存在し、崩壊個所がA群落において特に多いならば、A群落がB群落よりも崩壊し易いといえる。この観点を長崎の森林群落に適用してみる。群落ごとの面積の資料はないが、森林を針葉樹の人工林と常緑広葉樹林に大別した統計では、その面積はそれぞれほぼ3,400haと8,200haで、その比は1:2.4となる。前者はスキ・ヒノキ植林地に相当し、後者にはシイ自然林、シイ・カシ萌芽林、マテバシイ萌芽林がふくまれる。ただしシイ自然林とマテバシイ萌芽林の面積は極めて狭小だから、上記の比はほぼ植林地：シイ・カシ萌芽林の比に近い。



図1. シイ萌芽林の小規模崩壊地（地点2）

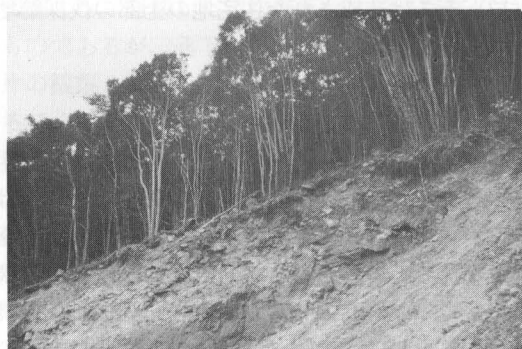


図2. マテバシイ萌芽林の崩壊（頂部のみ）（地点40）



図3. マテバシイ萌芽林の崩壊。株が分断されている。（地点18）

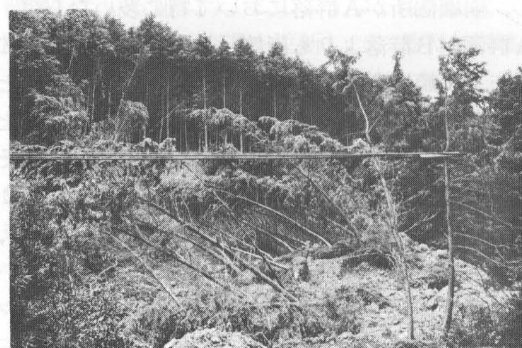


図4. スギ植林地の崩壊（地点15）



図5. モウソウチク林の崩壊。数桿ずつの株に分断されている。（地点11）



図6. 土石流傍のマダケ林。地上桿は倒伏しても地下茎は壊れていない。（地点4の下方）



図7. 土石流傍のアラカシ、ムクノキ、タブノキの大木。古い土石流の中に根をおろしている。胸高直径45 cm、樹高20 m。（地点31の中ほど）

調査した42例のうちでは、スギ・ヒノキ植林地24個所、シイ・カシ萌芽林11個所、マテバシイ萌芽林4個所であった。面積比を考慮して群落に崩壊し易さの序列を与えるならば、植林地—萌芽林となる。スギ植林地とヒノキ植林地の間、およびシイ・カシ萌芽林とマテバシイ萌芽林の間の相違は、面積比が不明であり例数も少ないので言及できない。

上記のことは、植林地が崩壊の原因となるといった結論に単純に結びつくものでないことを、とくに付言しておく。というのは、例えばスギ植林地に崩壊の例がいくつかあったが、谷地形にあり林床植生を欠いていて崩壊していないスギ植林地は数多く存在するからである。谷すじはその群落が何であれ、雨水が集まる地形である。スギはそうした地形に限って植林されているので、崩

壊の例数としてはスギ植林地が多くなる。そのとき、林床植生を欠くことは浸食を起こしやすい条件を作っていたことになる。すなわちスギ植林地であることが直接的な原因となったのではなくて、ひとつの条件を与えたのである。しかもその条件が与えられたとき、つねに崩壊が起きているのではない。要約すればスギ植林地が崩壊の原因ではなくて、雨水が集まる谷地形にスギが植林されているので、結果的には豪雨時の崩壊例が多くなり、林床植生の欠如は浸食、さらに崩壊に対して条件のひとつになるということである。

文 献

- 伊藤秀三 1977. 長崎県の植生, 147pp.
長崎 市 1976. 長崎県統計年鑑第23刷, 409pp.
長崎 市 1978. 長崎市の植生, 95pp.

付表. 斜面崩壊地の植物群落と地形

番号	調査地点	崩壊地の植物群落*	周辺の植物群落**	地形	傾斜	規模(幅×長)***
1.	昭和町浦上水源池傍	シイ萌芽林 d=2cm, h=2m	シイ萌芽林	斜面	30	10×20
2.	昭和町浦上水源池登り道傍	シイ萌芽林 d=20-34cm, h=10m	シイ萌芽林	斜面	40	10×10
3.	川平町赤水平上部	スギ植林地 d=20cm	スギ・ヒノキ植林地	谷	20	10×10
4.	川平町筒水平対岸上部	スギ植林地, シイ萌芽林	シイ萌芽林, スギ植林地	谷	30	30×30
5.	〃	ヒノキ植林地	ヒノキ植林地	谷	30	—
6.	川平町三宝橋上	ヒノキ植林地	ヒノキ植林地	斜面	30	7×20
7.	三川町入口対岸	シイ萌芽林 h=6m	シイ萌芽林 d=7cm, h=6m	谷	35	20×70
8.	三川町御手水(1)	ヒノキ植林地 d=7cm, h=6m	シイ萌芽林	斜面	30	10×20
9.	〃 (2)	スギ植林地 d=13cm	シイ・モウソウチク混生	谷	15	20×100
10.	〃 (3)	シイ萌芽林 d=15cm, h=9m	シイ萌芽林, 下方は畑	谷	20	20×20
11.	〃 (4)	モウソウチク林	モウソウチク林	斜面	30	40×50
12.	三川町～西山台登り	シイ萌芽林 d=10cm, h=7m	シイ萌芽林	斜面	10	30×50
13.	西山台(1)	アオモジ群落 h=1m	アオモジ群落	谷	35	30×50
14.	〃 (2)	モウソウチク林	上:モウソウチク, 右:アラカシ	斜面	15	20×20
15.	〃 (3)	スギ植林地 d=12cm, h=7m	左:スギ植林地, 右:アオモジ	斜面	25	10×20
16.	西山水源池(1)	ヒノキ植林地 d=10cm, h=8m	ヒノキ植林地	斜面	30	30×20
17.	〃 (2)	スギ植林地	シイ萌芽林	谷	35	15×150
18.	木場町	マテバシイ萌芽林 d=7cm	アオモジ群落	斜面	35	20×30
19.	木場町奥(1)	シイ萌芽林	下方:ミカン畑	谷	—	30×20
20.	〃 (2)	スギ植林地 d=15cm, h=15m	シイ萌芽林	谷	—	20×30
21.	平間町門前(1)	スギ植林地 d=18cm	シイ萌芽林	斜面	20	20×20
22.	〃 (2)	アラカシ萌芽林 d=15cm, h=10m	アラカシ萌芽林	斜面	35	70×70
23.	〃 (3)	スギ植林地 d=15cm, h=10m	上:シイ萌芽林, 側方:スギ	斜面	35	20×30
24.	平間町滝ノ観音入口近く	スギ植林地	スギ植林地	谷	30	7×60
25.	〃 (2)	ヒノキ植林地 d=10cm, h=8m	—	斜面	35	10×20
26.	〃 下方(1)	スギ植林地	シイ自然林	斜面	35	10×30
27.	〃 (2)	スギ植林地	シイ自然林	斜面	40	10×40
28.	東町瀬古(1)・	ヒノキ植林地	シイ萌芽林	斜面	40	15×20
29.	〃 (2)	ヒノキ植林地	右方:アラカシ萌芽林	斜面	40	20×20
30.	〃 (3)	アラカシ萌芽林 d=10cm, h=7m	アラカシ萌芽林	斜面	40	20×20
31.	東町瀬古(4)	スギ植林地	シイ・カシ萌芽林, ヒノキ植林地	谷	40	10×80
32.	現川町(1)	ヒノキ植林地	ヒノキ植林地	尾根	30	30×40
33.	〃 (2)	メダケ群落	メダケ群落	斜面	25	10×20
34.	〃 (3)	ヒノキ植林地 d=20cm, h=20m	ヒノキ植林地 d=15cm	谷	40	20×10
35.	〃 (4)	スギ植林地	シイ萌芽林 d=10cm	谷	55	30×30
36.	〃 (5)	ヒノキ植林地 d=10cm, h=10m	シイ萌芽林	谷	35	40×40
37.	東町侍石(1)	スギ植林地	シイ萌芽林, スギ植林地	谷	—	—
38.	〃 (2)	シイ・カシ萌芽林	シイ・カシ萌芽林	谷	35	—
39.	鳴滝町	モウソウ・メダケ混生竹林, 萌芽林	シイ自然林, 畑地	谷	—	25×20
40.	本河内町奥山(1)	マテバシイ萌芽林, シイ・カシ萌芽林	マテバシイ萌芽林	谷	40	50×33
41.	本河内町奥山(2)	マテバシイ萌芽林	シイ・カシ萌芽林	谷	40	53×50
42.	〃 (3)	マテバシイ萌芽林	マテバシイ萌芽林	斜面	35	7×10

* ここにいう崩壊地とは、小規模崩壊地 (<30m×30m) ではその全体を指し、大規模崩壊地または土石流では凹形跡を残すその頭部を指す。それらの上に存在していた植物群落は、崩壊して落下・倒伏している林木の観察と計測によって判定した。dは林木の胸高直径、hは樹高。

** 上記の崩壊地の上方および側方に残っている群落。

*** 上記の意味での崩壊の幅と長さの目測で、全体規模を指すとは限らない。単位はm。

4. 3. 土砂崩壊の実態と降雨特性との関係

伊勢田哲也*・落合 英俊*・棚橋 由彦*

たが、長崎特産のビワ畑は壊滅的な被害を受けた。

3. 1. 土砂災害の概要

7月23日夕刻から長崎県南部地方を襲った未曾有の大豪雨は、死者・行方不明者299人（長崎市内262人）という大惨事をひきおこしたが、その9割近くが土石流、山崩れ、崖崩れなどの土砂崩壊によるものであった。長崎市という都市を中心とした比較的せまい地域内で、しかも短時間のうちに起きたこの事実はわが国の戦後の災害史のなかにも例がなく、今回災害の大きな特徴であった。

土石流、山崩れ、崖崩れなどの土砂崩壊箇所はおびただしい数になっており、その実数はいまだに不明なところもあるが、長崎県下で4,457箇所（長崎県調べ）、災害復旧を要する箇所だけでも2,364箇所（長崎県警察本部調べ）にのぼるといわれている。とくに、長崎市およびその北部に位置し、ベッドタウンとなっている時津、長与、多良見の3町でその7割近くが発生しており、なかでも長崎市東長崎地区では中小の溪流沿いにおびただしい数の大規模な土石流や山崩れが発生し、人的・物的被害はとくに甚大なものであった。また、この地区では八郎川が氾濫し、その際、土石流や山崩れによる多量の崩壊土砂を混入した河水が市街地に流れ込み、浸水地域には多量の泥砂を堆積させ、被害をさらに大きなものとした。昭和30年代後半より宅地化が急速に進んでいる長崎市北部および時津町、長与町では、東長崎地区に比べると、大規模な崩壊箇所は比較的少なかったが、開発区域やその中に残された小高い山の周縁部に多数の山崩れ、崖崩れが広範囲に発生した。宅地に隣接した箇所での崩壊が多かったために、崩壊規模の割には、死者・負傷者等の人的被害は大きかった。一方、長崎市中央部では、本河内町奥山地区、鳴滝、西山木場などで山崩れが発生し、多数の死者を出したが、崩壊箇所数は他の地区に比べて比較的少なかった。長崎市南部は千々石湾沿いに土砂崩壊が多発し、とくに土石流は東長崎地区に次いで多かった。この地区での人的被害は少なかった。

3. 2. 土砂崩壊の素因と誘因

土砂崩壊発生の原因は素因と誘因に分けて考えられる。一般的には素因として地質条件、地形条件、植生等があげられる。一方誘因としては降雨、融雪、地震、火山噴火などがあげられる。今回の災害の誘因はいうまでもなく降雨である。

ある斜面が崩壊を起こすには、これらの素因を十分備えていることが必要条件であり、誘因となる現象が発生することが十分条件である。両者が同時に満足するとき、はじめて崩壊が起きる。

土質工学的にみて、降雨と土砂崩壊の因果関係は、図-1のように模式化できる。

図-1を少し詳しく説明すると、

- (1)地盤の飽和による滑動力の増加と強度低下
- (2)地下水位の上昇・水圧の増加に伴う有効応力の減少
- (3)崩積土と基岩などのような異層境界面の浸潤による弱化
- (4)浸透流による滑動力としての浸透圧の発生
- (5)表流水による洗掘・侵食および溪床堆積物の移送
- (6)異層境界面の浸透水や節理・亀裂に集中する裂か水によるパイピング現象

この他に、(7)降雨が地盤の浸透能をはるかに越

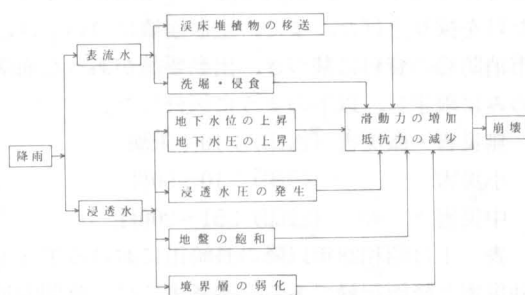


図-1

*工学部土木工学科

えるような場合には表面水がある厚さをもって流下し、流水表面と地表面の間で速度勾配が生じることによって、滑動力に寄与するせん断力の発生が考えられる。

今回の雨についてみると、10日から20日までの11日間で600mmの先行雨量があり、特に20日には日雨量243mmを記録していた。この20日の降雨は、時間雨量10mmから30mmの雨が約14時間継続しており、地下水位の上昇・地盤の飽和・境界層の弱化をもたらし、きわめて不安定な地盤状態になっていたと考えられる。

23日の豪雨はこの先行雨量と初期の大きな降雨強度のため、主として表流水として流出し、上記要因のうち主に(4)、(5)、(6)、(7)に寄与したと考えられる。そのため早い時期に土石流、山崩れ、崖崩れを発生させ、さらに時間雨量100mmを越す強い雨が約3時間にわたり継続したため、上記の全ての要因が動員され、広範囲かつ多くの土砂崩壊をもたらしたと考えられる。

3. 3. 降雨と土砂崩壊の関係

3. 3. 1. 長崎市における過去の土砂災害と降雨との関係

今回の降雨は超過確率年で100年を越す異常な雨であったといわれている。この史上稀な豪雨と土砂災害との関係については後述するが、地域防災計画の一助とするため、長崎市における過去の土砂災害を調査し、降雨特性(先行雨量・日雨量・降雨強度など)との関係について検討した。併せて、7月20日の雨が過去の降雨記録の中でどのような位置を占めていたかについても検討を加えた。なお、台風時の土砂災害は風の影響がかなりあると考えられるので、これを除いて豪雨によるものだけを採り上げた。また、土砂崩壊については、市消防局の資料に基づき、出動要請があった崩壊のみに限定し、以下のように区分した。

無災害・微災害(△印): 10件未満
小災害(○印): 10～50件
中災害(◎印): 51～200件

表1は昭和28年以降の長崎市における主な土砂災害と降雨記録である。参考までに、時間雨量102mmを記録した56年9月25日と、57年7月20日の記録も載せてある。

土砂崩壊の立場から見れば、当日の降雨状況だけでなく、事前の雨量も重要な因子となる。災害前の数日が、たとえ晴天であったとしても、地中の水分は単純には蒸発しないし、事前の降雨で受けた地盤のダメージはすぐにはなくなるからである。図-2(a)、(b)は2週間事前雨量と当日の最大時間雨量および日雨量との関係である。長崎市の場合、いずれも限界雨量線ともいえる線を描くことができる。2週間事前雨量が約200mm程度であった場合には、最大時間雨量では約25mm、日雨量では約70mm程度が災害発生の限界といえそうである。2週間事前雨量が少なく、20～30mm程度の場合には、56年9月25日の雨が土砂災害発生の一つの目安になりそうである。

図-2(c)は、長崎市地域防災計画の急傾斜地崩壊危険区域災害応急対策計画における警戒配備基準雨量との関係で、過去の土砂災害記録を整理したものである。この結果から判断すると、現在の基準はほぼ妥当なものといえる。

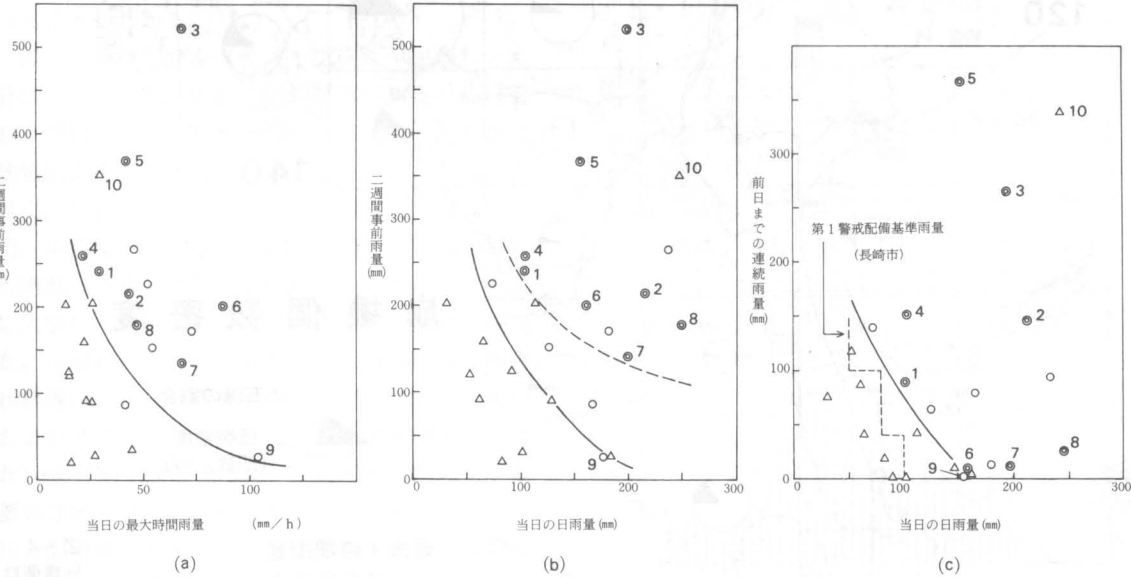
最後に、7月20日の雨(図中△印10番)についてみると、以上の過去の記録からみて、かなりの土砂災害が起こっていても不思議ではなかった雨であった。長崎県警察本部調べによると、この日の災害は長崎市で、死傷者・負傷者、家屋の全半壊はなく、家屋の一部破損1棟、床下浸水1棟、崖崩れ8カ所という軽微なものであった。しかし、山間部ではいくつかの亀裂らしきものが認められていたとの情報もあり、崩壊にまでは至らなかったとしても、この20日の雨で地盤はかなり軟弱化して不安定な状態になっており、場所によっては崩壊寸前の状態にあったと考えてもおかしくないであろう。このような地盤状態のところに、過去の降雨記録(図-2)からはるかにみだしてしまふような未曾有の豪雨が襲来し、大規模かつ多数の土砂崩壊が広範囲に発生したと考えられる。

従来から、長崎市は雨に強く、土砂災害が少ない都市といわれてきた。確かに他の都市に比べると地盤は強く、土砂災害は少なかったが、起こっていなかった訳ではない。事前に以上のような土砂災害の記録と降雨との関係が調べられておれば、もう少し違った対応がとられていたかも知れない。

表－１ 長崎市における過去の主な土砂災害と降雨記録

図中の 番号	年 月 日		降 雨 記 録				土 砂 崩 壊 (件数)	人的被害		家屋被害		土砂災害 ランク	長崎市の主な被災状況 (長崎新聞より)
	昭和 和 (年)	月 日	日 雨 量 (mm)	連 続 前 日 ま で の 雨 量 (mm)	事 2 前 週 雨 量 間 (mm)	雨 最 大 時 間 雨 量 (mm)		行 死 方 不 明 者 (人)		全 壊 ・ 半 壊 (戸)			
1	28	6. 26	102.0	89.0	240.0	29.2	—	—	—	—	◎	◎	南山手町・本河内町・西泊町他崖崩れ多発
2	29	6. 29	212.0	146.0	214.0	43.0	—	0	—	—	◎	◎	国道34号で山崩れ、城山町・戸町他崖崩れ多発
3	40	7. 02	194.0	265.0	521.0	67.0	212	12	19	◎	◎	◎	神の島(6名)、千歳町(16名)生き埋め、国道34号大曲で崖崩れ
4	44	6. 30	103.0	151.0	258.0	22.0	102	3	9	◎	◎	◎	滑石町(3名)生き埋め、国道34号崖崩れのため不通
5	46	7. 25	152.5	367.5	368.0	42.0	187	1	14	◎	◎	◎	道路損壊42ヶ所
6	47	6. 27	158.0	10.0	200.0	86.0	188	—	24	◎	◎	◎	河川氾濫、古賀町・錦町他崖崩れ多発
7	48	5. 08	196.0	12.0	134.0	67.0	171	5	27	◎	◎	◎	潮見町で土石流、国道34号芒塚で崖崩れ、上戸石崖崩れ
8	56	6. 30	245.0	26.0	179.0	46.5	113	1	6	◎	◎	◎	国道34号芒塚で崖崩れ
9	56	9. 25	175.5	1.0	25.5	102.0	16	0	1	○	○	○	小島川の暗きょ崩壊、八千代町で国道202号冠水
10	57	7. 20	243.0	339.0	352.0	30.0	8	0	0	△	△	△	琴平町で崖崩れ
11	57	7. 23	448.0	0.0	586.0	127.5	2,364	262	1,041	●	●	●	

(長崎海洋気象台、長崎市消防局記録より)



図－２ 長崎市における過去の土砂災害と降雨特性との関係
(△：無災害・微災害，○：小災害，◎：中災害)

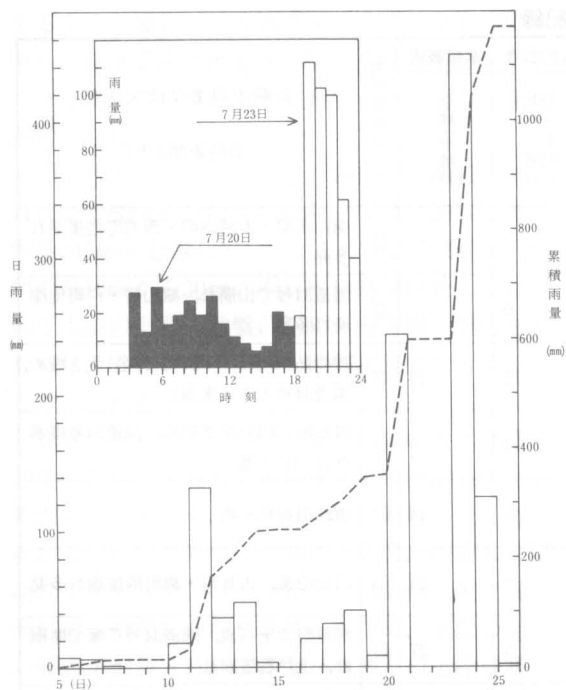


図-3 7月5日-25日の降雨記録(長崎海洋気象台)

3. 3. 2. 今回降雨と土砂崩壊

7月5日から25日までの長崎海洋気象台観測の降雨記録は図-3に示すとおりで、22日までの先行雨量は約600mmにも達していた。とくに、20日には日雨量243mmの雨が降っていた。21, 22日両日の全日照時間はそれぞれ10.8, 1.3時間であった。20日の雨は、過去の降雨記録からみてもかなりの土砂災害発生があっても不思議ではないものであったが、23日の雨との相違は図-3中に示すとおりである。これら両日の雨を比較して顕著な特徴は、20日は時間雨量20mm前後の雨が14時間継続していたのに対し、23日の雨は日雨量448mmの約70%が19時から22時までの3時間に集中していたことである。23日の雨は、長与町役場で観測史上最大の187mmの時間雨量を記録しているように、地域によって降雨パターンはかなり異なっており(図-5参照)、土砂崩壊が多発した地域では10分間雨量が40mmを越す想像を絶する豪雨が記録されている。

図-4は、規模の大小を問わずに崩壊個所を航

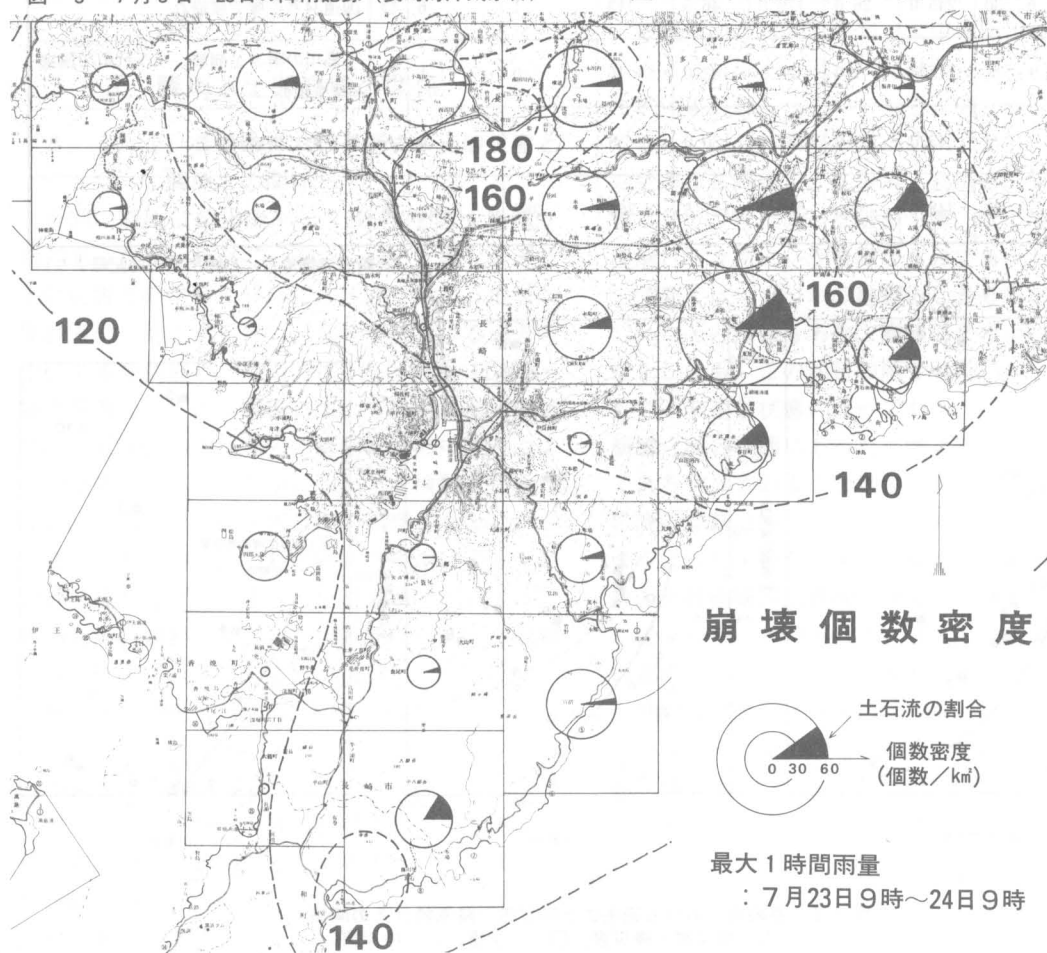
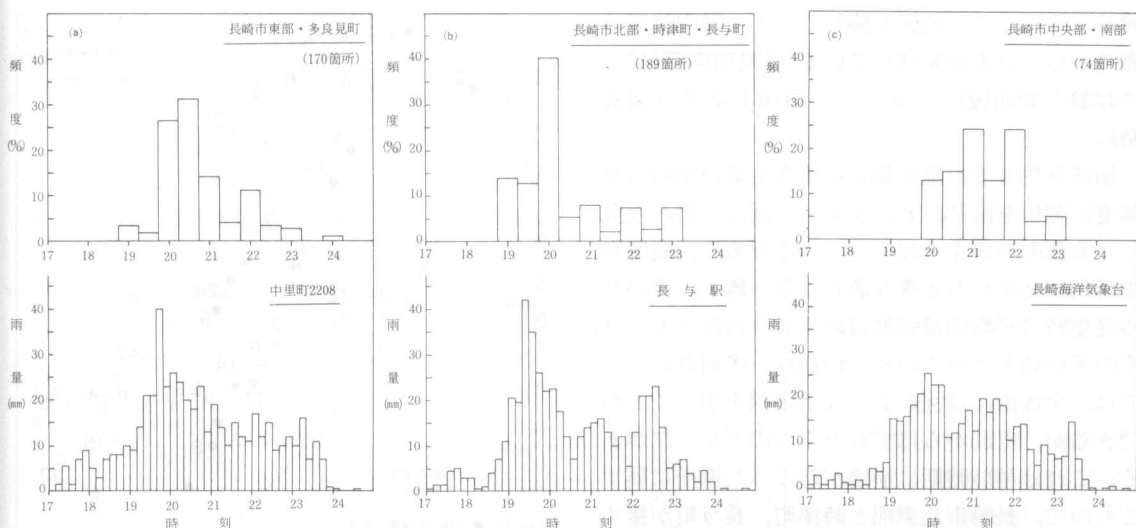


図-4 崩壊個数密度分布



図－5 崩壊発生時刻の頻度分布（山崩れ，崖崩れ）

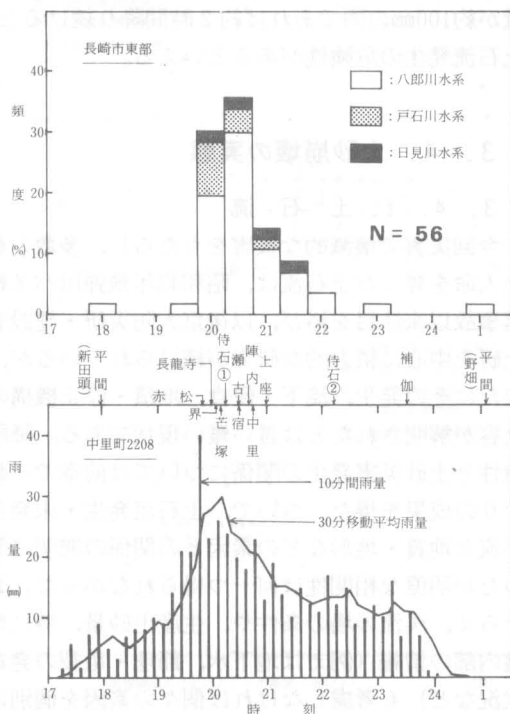
空写真から読み取り，陸地部の単位面積（1平方km）当たりの個数密度を示したものである。対象とした区域内での総崩壊個数は実に8,905個にもものぼっており，個数密度の平均値は26.7（個数/km²）である。個数密度が最も大きいのは，八郎川流域の東長崎地区で，その平均値は63.6であり，長与町の43.0がこれに次いでいる。土石流についてみると，これも八郎川流域とその東部地区，および長崎市南部（茂木一為石）の千々石湾沿いに多数発生している。図中には，7月23日9時～24日9時までの間の最大1時間雨量分布も記しているが，強雨域と個数密度の大きい地域が一致していることがわかる。

以下，崩壊形態を土石流と山崩れ・崖崩れとに分けて，それぞれ人的・物的被害があった86溪流および442箇所について検討した。なお，土石流は地質的条件を加味して，長崎市東部（八郎川，日見川，戸石川水系），長崎市中央部・北西部（浦上川，中島川水系，他）（以後中央部と略称），長崎市南部（茂木一為石，三和町の各溪流）の3地区に大別し，降雨記録は溪流至近距離の記録を用いた。山崩れ，崖崩れは降雨記録，崩壊個数，被害状況等から，長崎市東部（日見トンネルより東）および多良見町，長崎市北部（ほぼ長崎大学より北）・時津町および長与町，長崎市中央部および南部の3地区に分け，それぞれの代表降雨として，10分間雨量がわかっている中里町2208，長与駅，長崎海洋気象台の記録を用いた。

図－5 は山崩れ，崖崩れの発生時刻分布である。

とくに，長崎市北部，東部では10分間40mmを越す強い雨が降っており，この雨のピーク直後から崩壊が頻発している。これは，前にも触れたように，20日までの雨で水を十分に含み軟弱化していた地盤が一度に強い雨を受けたために，2で述べたような種々の要因が重なりあって動員され，崩壊したものと考えられる。

図－6 は長崎市東部の土石流について同様の整理をしたものであるが，山崩れ，崖崩れの場合と



図－6 崩壊発生時刻の頻度分布（土石流）

同じように、この地区を襲った大きな降雨強度の直後から土石流が頻発している。長崎市南部（ピークは21：30前後）についても同様である（図省略）。

崩壊発生までの降雨量と崩壊発生時の平均雨量強度の関係を図7、8に示す。今回の災害が夜間、しかも豪雨の最中に起こっているために、崩壊発生時刻は必ずしも正確な値とは言い難く、そのため発生時の平均雨量強度は前後30分の幅をもたせ、その平均値をとっている。山崩れ、崖崩れについては、全体的には図のような下限線を引くことができるが、それからはずれた1つのグループがある。これは早い時期に崩壊が起こった個所に属するもので、長崎市北東部と時津町、長与町が接する地域での崩壊である。この地域の地質は変朽安山岩地帯に属しており、変質作用がかなり進んでいた可能性が高い。また、このグループの崩壊土砂量は200m³以下がその70%を占めている小規模な崩壊であった。図-8は諫早水害時の多良岳での土石流と今回の長崎市での土石流について、同様の整理をしたものである。長崎市の土石流は今回限りの特殊な降雨条件の下ではあるが、図中に示すような限界雨量線を引くことができる。累積雨量が約400mmであれば時間雨量が約50mm、時間雨量が約100mmの雨であれば約2時間降り続けると、土石流発生の危険性があるといえる。

3. 4. 土砂崩壊の実態

3. 4. 1. 土 石 流

今回災害で壊滅的な被害をもたらし、多数の尊い人命を奪った土石流は、昭和43年飛弾川バス転落事故以来注目を浴び、以後京大防災研・建設省土研を中心に精力的な研究が続けられているが、未だにその発生、流下・侵食、堆積・停止機構の全容が解明されたとは言い難い現状である。降雨特性と土砂災害発生の関係については前章でそれなりの成果を得た。ついで、土石流発生・未発生溪流と地質・地形などの素因との関係の究明に努めたが明瞭な相関性は何一つ得られなかった。おそらく、溪流の場の条件や、生産土砂量、特に地盤内部の情報（例えば地下水、節理・亀裂の発達状況など）も考慮しなければ個々の素因を個別に採り上げて、成果は得られないものと思われる。

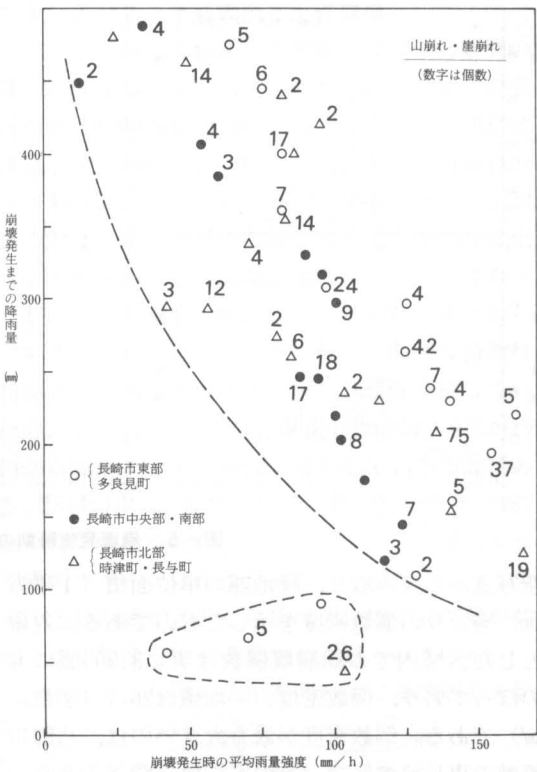


図-7 崩壊発生時の平均雨量強度と発生までの降雨量の関係（山崩れ、崖崩れ）

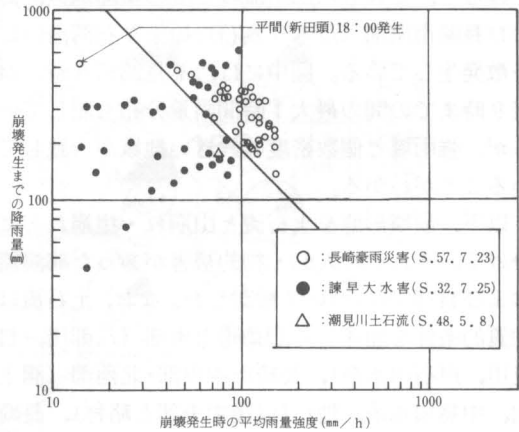


図-8 崩壊発生時の平均雨量強度と発生までの降雨量の関係（土石流）

今後も現地踏査，資料解析を続ける予定だが，遺憾ながら現時点では中間報告的な実態報告にとどまらざるを得なかった。

1) 規 模

調査対象とした86溪流の地区別の土石流規模を表-2に示す。先述のとおり長崎市東部が他地区に比べて、件数，流出土砂量ともに流域面積に対し大きかったことが数量的にも明らかである。特

表－2 対象とした土石流の規模

地 区	水系	流域面積 (km ²)	件数	流出土砂量 (m ³)	比流出土砂量 (m ³ /km ²)	比件数 (件/km ²)
長 崎 東 部	八郎川	32.6	43	295,050	9,051	1.32
	戸石川	4.7	3	71,200	15,149	0.64
	日見川	5.0	8	100,150	20,030	1.60
	その他	14.4	6	64,600	4,478	0.42
	計(平均)	56.7	60	531,000	48,708	(1.06)
長崎中央部	浦上川	38.6	6	34,400	891	0.16
	中島川	19.1	6	37,500	1,963	0.31
	手熊川	2.9	2	47,000	16,207	0.69
	その他	10.3	4	23,600	6,287	0.39
	計(平均)	70.9	20	142,500	25,348	(0.28)
長 崎 南 部	千々川	5.4	1	10,400	1,926	0.19
	大 川	7.3	1	6,400	877	0.14
	その他	4.4	4	23,800	5,413	0.91
	計(平均)	17.1	6	40,600	2,374	(0.35)

に日見川水系（芒塚・界・宿）の規模の大きさが注目される。

土石流の規模を表わす量をいくつか採り上げ、その頻度分布（図省略）から次のことがいえる。平均流下幅は20m未満が67%を占め、平均侵食深も1m未満の比較的浅い溪床堆積物の侵食が多く全体の60%にも達する。流出土砂量は3,000m³未満が50%，3,000～10,000m³と1万m³以上がともに25%ずつである。小規模土砂量と大規模土砂量にピークがあるU字形分布となる。なお地区による際立った特長はみられない。ちなみに最大流下幅は芒塚の80m，最大侵食深は芒塚・上戸石（陣内）・山川河内の5m，流出土砂量は最大が芒塚（5.4万m³），以下山川河内（5万m³），侍石（4.2万m³）と続く。

次に保全対象物に衝撃力として作用し、大きなダメージを与える堆積最大粒径（dmax）と流出土砂量（Vs）との関係を図－9(a)に示す。長崎市の場合、堆積最大粒径の上限値として図中の実線 $d_{max} \leq 110 \log_{10} Vs - 95$ が与えられそうである。地質からみると、径2m以上の巨礫の流下は川平閃緑岩を除いた火山岩地域（図中○、●印）に多くみられ、上座で4m，侍石・千束野・瀬古・陣内などで3m径の巨礫が流下堆積している。結晶片岩（□印）は片理が発達しているため、流下中に劈開が進行し1.5m径以下にとどまるのが多い。古第三紀層に属する堆積岩（△印）はその生成過

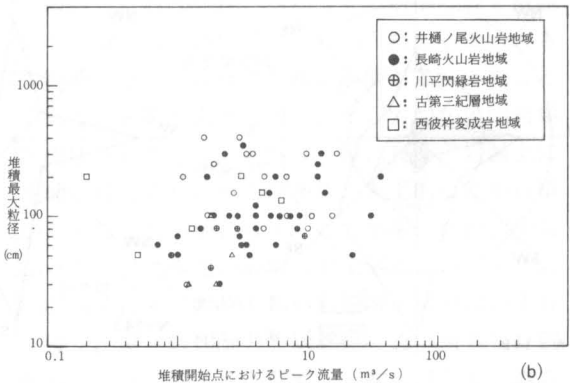
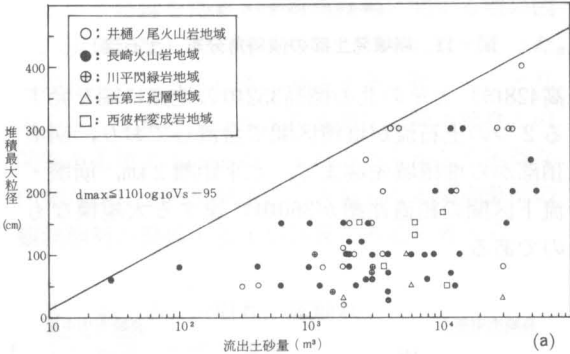
程を反映して径1m以下の泥流型土石流となる。

堆積最大粒径と堆積開始点におけるピーク流量（Qp）との関係（図9－(b)）には、相関係数0.30の弱い正の相関がある（ $d_{max} = 74Qp^{0.24}$ cm）。なおピーク流量の計算は合理式（流出係数 $f = 1$ ）に依った。

2) 形 態

作成した86溪流の縦断面図から、堆積開始点を原点にとり直し数溪流について縦断勾配状況を図－10に示す。鳴滝は中腹の畑々畑の石積が残っており、集合運

搬の形態をとっていないのでむしろ掃流に近いと考えるが参考のため示してある。芒塚・千束野は崩壊土量が大きいため流下長に比して堆積区間が長いのが特徴である。瀬古は行仙岳の山頂附近（標



図－9 土石流の堆積最大粒径

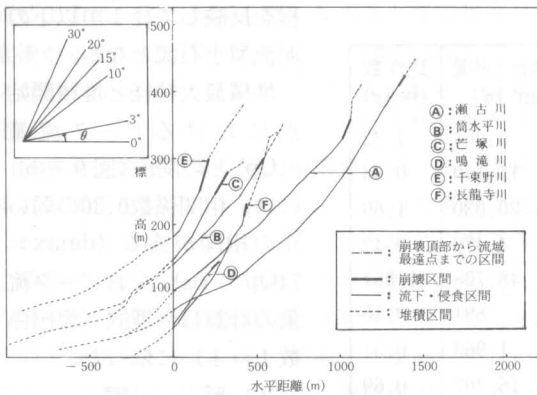


図-10 主な土石流の縦断面図

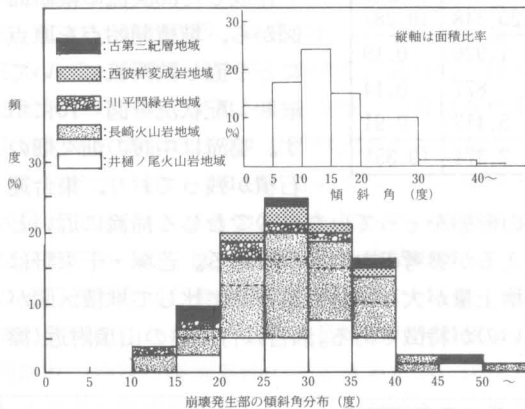


図-11 崩壊発生部の傾斜角分布 (土石流)

高428m)とその北の標高352mの地点に端を発する2つの土石流が堆積区間で合流しており、崩壊頂部から堆積域先端まで、水平距離2km、崩壊・流下区間の鉛直距離が360mに達する大規模なものである。

次に崩壊頂部の傾斜角の頻度分布を図-11に示す。平均値29°、標準偏差9°の正規分布で近似できる。すなわち86溪流を抽出サンプル、長崎市に発生した全土石流を母集団と考え、20°～38°の傾斜角で約70%の崩壊(土石流)が生じ、20°以下の緩勾配でも約15%の土石流が発生したとみなしてよい。右上の図は長崎県土地分類基本調査(長崎・野母崎)の傾斜区分図から、それぞれの傾斜区分の面積比率を求めたものである。『長崎は平地に乏しく急峻な山地に囲まれ……』とよく言われるが、傾斜角30°以上の斜面の面積比率はたがだか3.5%、40°以上になると0.6%にすぎない。傾斜角区分の面積比率で除して図-11を正規化すると(図省略)、やはり急斜面ほど崩壊発生の確率は大きくなっている。

次に地区別に航空写真より読み取った土石流発生部斜面の方位分布を図-12に示す。長崎市東部、中央部は南斜面の崩壊が顕著でともに似かよった分布をなす。東部の特に八郎川左岸側では瀬古・長龍寺をはじめ、普賢岳・行仙岳・四牛山・井樋ノ尾岳の西斜面に土石流の発生が多かったためであり、東部全体の9割を占めている。八郎川右岸側は南西斜面での崩壊が目立つ。これは中尾川・現川・間ノ瀬川を刻む峡谷の南および南西斜面の発生が多かったことを示している。概して長崎市東部・中央部では南斜面で土石流が多く発生している。この理由としては南斜面は日気温変化が激しく、物理的風化作用が進み易く移動可能土砂を生産し易いことや、7月23日の夜は南南西の風(最

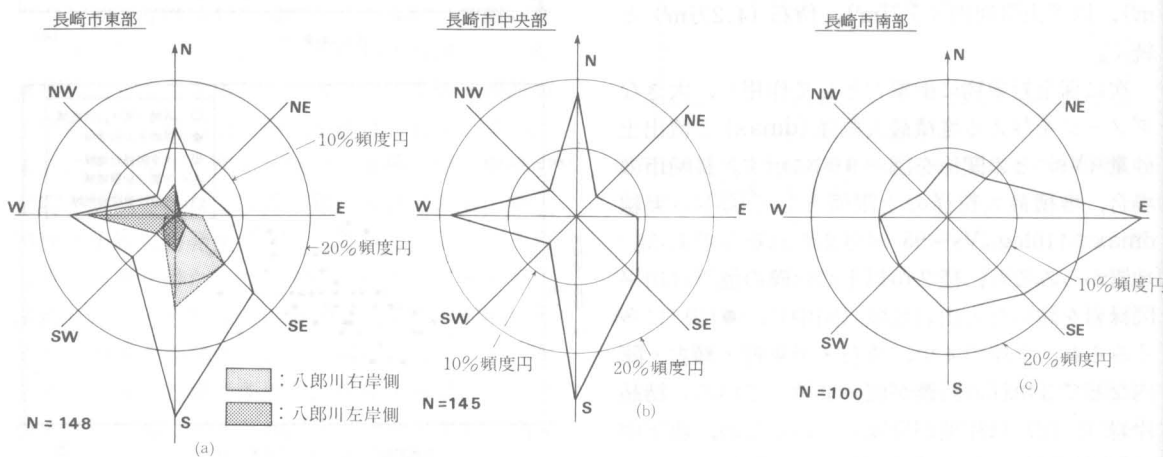


図-12 土石流崩壊発生部の斜面方位分布

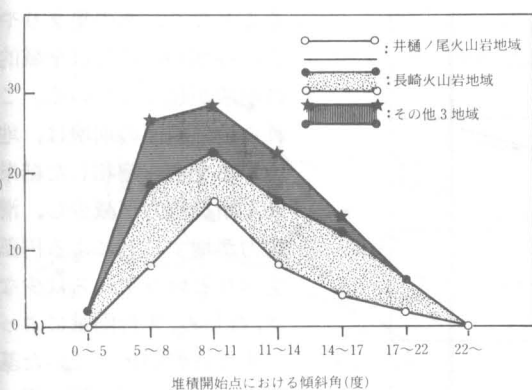


図-13 堆積開始点における傾斜角分布 (土石流)

大風速7.7m/s) が吹いていたことが挙げられよう。一方長崎市南部は東斜面での発生が卓越している。これは野母半島が南に伸びその中央を戸町岳から八郎岳にかけて山脈が連なり地形的に東西斜面が多いこと、また地質的な要因として、野母半島は西彼杵変成岩に属する結晶片岩により構成され、茂木一為石にかけての東海岸の地域においてはその片理面が流れ盤になっているため、西斜面より東斜面で土石流が多く発生したものと考えられる。

土石流の堆積開始点は勾配急緩点や、流路幅が急拡している地点ではじまり、一般に15°未満の勾配で生じるとされている。土石流の堆積開始点における傾斜角分布を図-13に示す。正に歪んだ分布を示し、最頻値は8.5°、平均値は8°である。地質別にみると、井樋ノ尾火山岩地域で約10°で明瞭なピークをなす三角形分布、長崎火山岩地域では

5°~20°までほぼ一様分布を示す。長崎市全域では堆積開始点はほぼ5°~17°の間にあるとみなしてよいだろう。

3) 土石流発生・未発生と素因との関係

最後に土石流発生・未発生と素因との関連性を究明するために行った作業の一例を紹介する。

まず土石流発生に最も影響を与えそうな因子、誘因としての降雨と素因としての地質を一定にするため、地域を限定する。ここでは長崎市東部のうち井樋ノ尾火山岩地域に限定した。次に土石流発生に影響しそうな因子を採り上げる。ここでは流域面積、溪流に不安定土砂として堆積している砂礫の平均粒径、溪床堆積物の分布状況(等厚分布は均一、不等厚分布は不均一と称す)の3つの因子を採り上げ、図-14に示した。図中丸印は今回土石流発生溪流、三角印は未発生溪流、白抜きが均一、黒塗りが不均一である。図から砂礫平均粒径が30cm以下の溪流で今回未発生だった溪流が多いが、85cm以上の粒径でも未発生が4溪流あり、発生・未発生溪流を分別できる因子はない。すなわち、この図からは流域面積、砂礫平均粒径、溪床堆積物分布状況は、土石流発生の主要因ではないという結論を得る。土石流発生に関する他の因子、溪床勾配、河幅等を採用しても同様であった。

現在のところ土石流の発生予測は難しく、とりあえず、3章のような土石流発生と降雨特性との関係を蓄積することと(それさえもかなり困難な作業だが)、土石流発生の引き金となる集中豪雨の観測態勢の整備・強化が急務であると考えられる。

3. 4. 2. 山崩れ, 崖崩れ

1) 崩壊の形態・規模

検討した442箇所について、その崩壊形態を整理したものを図-15に示す。今回の斜面崩壊の大きな特徴のひとつは自然斜面の崩壊が多かったことである。長崎市街地周辺は、その大半が火山岩類で構成されており、地盤は一般に良く、岩盤上に宅地が建てられた所では多数の人工的な崖や石積があったにもかかわらず、その崩壊は比較的少なかった。自然斜面の崩壊は対象箇所だけでもその約63%を占めており、しかも崩壊土層厚はいずれも浅く、厚さ数10cmの表層部分のみが滑落した箇所もかなりの数ある。基盤の崩壊はほとんどみられず、また強雨域では基岩の地質をとくに選択す

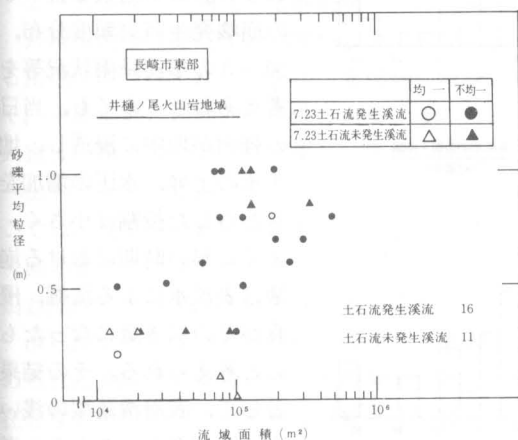


図-14 土石流発生・未発生溪流と素因との関係

自然斜面			—	—	279 (63.1%)
切土・盛土斜面					76 (17.2%)
石積・擁壁				—	38 (8.7%)
畑地			—	—	33 (7.4%)
他	16(3.6%)				

図-15 山崩れ、崖崩れの形態

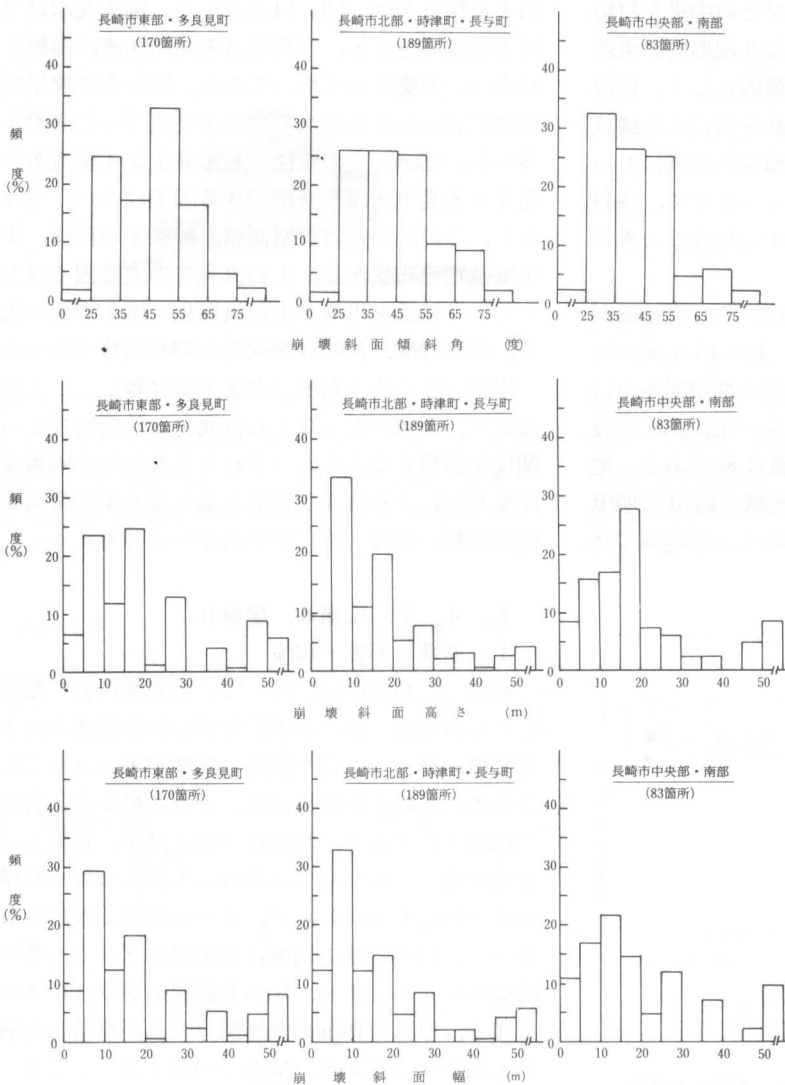


図-16 山崩れ、崖崩れの規模

ることなく、水の集まりやすい谷地形の所では全域的に崩壊が起こっている。これら自然斜面の崩壊は、地山が水を含み飽和した結果、せん断抵抗力が減少し、滑動力が増すことによる円弧すべりというケースは少なく、むしろ、先行雨量によってすでに軟弱化していた基盤上の表層土が、強い雨による表流水によってまず洗掘、侵食され、それが引き金となって滑落したと考えられるケースが多い。ちなみに、北栄町より採取した土を内径20cmの塩ビ管内で締固めた試料について、水の透下速度を実験により調べた。試験は水頭勾配が生じないように試料表面に注水して行われた。その結果によると、1時間で水が地中に透下する深さは、飽和度50%で約30cm、飽和度70%で約4cmに過ぎない。この実験が、どのような雨に相当するかは不明であるが、実際の雨の場合にも大きな差異がでるとは考えられない。この結果と図-5の崩壊発生時刻頻度分布、図-3の事前降雨状況等を考えあわせてみても、当日の強雨が地中に浸透し、地下水の上昇、水圧の増加をもたらした役割は小さく、とくに早い時期における崩壊は表流水による洗掘、侵食がその引き金になったものと考えられる。その結果として、表層滑落型の浅いすべりが多かったものと考えられる。



図-17 滑石団地周辺の市街化区域境界線と崩壊箇所

図-16は崩壊斜面の傾斜角、高さ、幅の頻度分布である。傾斜角については、全体的にみて25～55度のものが多かったが、25度以下の緩斜面においても崩壊が起きている。従来、傾斜角30度以上が急傾斜地として危険区域に指定されているが、再考の余地があろう。高さ、幅については、いずれも20m以下が大半を占めているが、50mを越す大規模な崩壊もかなりの数にのぼっている。

2) 大規模宅地開発と土砂崩壊

長崎市街地は標高200～300mの火山岩類よりなる山地に取り巻かれ、短小かつ急傾斜な河谷が多く、平地に乏しい地形的条件にある。そのため、人家は山腹をうように密集し、宅地の開発は山へ山へと上り、山頂付近にまでも及んでいる。ここでは、長崎市における代表的な大型開発団地で、今回の豪雨により死者をだした滑石団地周辺と西山台団地について、その土砂崩壊の実態を述べる。

滑石団地周辺は、昭和30年代後半より開発が進められた長崎市の草分け的な大型開発団地で、現在なおその周辺での宅地化は進んでいる。この地区の一画北栄町では昭和44年6月の豪雨で死者3名をだした土砂災害が起こっており、その箇所

は今回再び崩壊を起こしている。図-17は滑石団地周辺の市街化区域境界線と土砂崩壊箇所を●印で示したものである。図中、A、B、C、D、Eは土砂崩壊により死者をだした箇所であり、破線で囲まれた区域は市街化区域内に残された小高い山である。時津町、長与町と接するこの地区の北東部では、強雨域とも重なり、規模は小さいがおびただしい数の斜面崩壊が起きている。とくに注目すべきことは、斜面崩壊の大半は市街化区域の周縁部で起きていること、および区域内での崩壊をみると、その中に残された小高い山の周縁部で多数の崩壊が起きていることである。死者をだした箇所についてみても、市街化区域外にある裏山や、道路をへだてて区域内に残された山の斜面の林地が崩壊源となっており、その流出土砂により被害を受けている。なお、区域内での他の崩壊箇所については、石積等の人工の崖の崩壊は少なく、自然斜面の草地や林地が多い。

西山台団地は既設の住宅地に隣接した丘陵を削って造成された開発団地である。団地の北側(三川町側)には3つの谷があり、盛土により造成されている。そのうちの1つ、三川町に通ずる道路

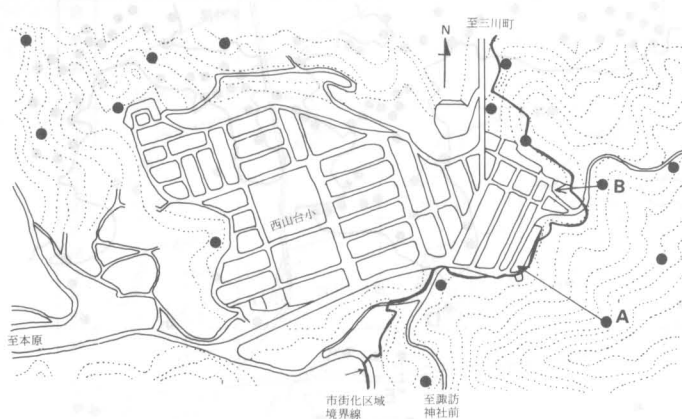


図-18 西山台団地周辺の崩壊箇所

沿いの盛上部は造成工事中に問題が起り、設計変更をされた個所であるが、今回の豪雨では無傷であった。図-18がこの団地周辺の土砂崩壊箇所である。A、B 2 箇所は、いずれも団地外（市街化区域外）の裏山ともいえる緩斜面（平均傾斜角 18～20 度）で崩壊が起り、その流出土砂によって家屋が破壊され、死者をだした個所である。この 2 箇所を除けば、この団地周辺の崩壊はいずれも小規模なものばかりであった。

長崎市の地形的条件からみて、丘陵部への宅地開発を否定することはできない。以上の 2 つの事例は今後の宅地開発や市街化区域の設定に際して大きな教訓を与えている。市街化区域内の小高い山は指定から除外すること。市街化区域や宅地開発区域の山側境界線の内側にはある距離の緩衝地帯を設定することなどである。市街化区域外で斜面崩壊が起ったとしても、それが区域内の家屋に被害を及ぼさないよう防災措置を講ずべきである。上からの流出土砂を直接的に受け止めることは家屋の場合には難しく、ある距離を置いて対処するという考えも必要であろう。また、丘陵部、山地部での開発にあたってもう一つの問題は、雨水の排水に関することである。低地の市街地や住宅地に多量の水を流出させないためにも、また斜面崩壊の誘因となる水を供給しないためにも、排水設備には特に留意すべきである。

3. 4. 3. 土質工学的取り扱いとその限界

今回の山崩れ、崖崩れは表層すべり型の崩壊が多かったことは前に述べたとおりである。死者 24 名をだした本河内町奥山地区の山崩れについて若

干の土質工学的考察を加え、その問題点を検討した。この山崩れは、海拔約 100m から 230m 付近までの約 130m の高低差をもつ浅くくぼんだ斜面（平均傾斜角 25 度）がくずれたものであり、崩壊斜面幅は約 120m にも達している。基岩は輝石安山岩と凝灰角レキ岩が何枚か重なっており、その崩壊は起こっていない。岩盤上の厚さ 0.5～2 m 程度の崩積土が滑落した個所である。なお、付近の住民の話によると、山崩れは 2 度にわたって起こっている（午後 8 時 15 分

と 9 時頃）。上部の崩壊崖より採取した土の土質試験の結果は次の通りである。統一分類 ML、比重 2.81、液性限界 48%、塑性限界 45% である。締固めた供試体（湿潤密度 1.68 g/cm^3 、含水比 40%、間げき比 1.39、飽和度 82%）の一軸圧縮強度は 1.09 kg/cm^2 、一面せん断試験による結果は $c' = 0.54 \text{ kg/cm}^2$ 、 $\phi' = 15.3$ 度である。岩盤面に沿うすべりであったことと、さらに安全を見込んで、粘着力 c' 、摩擦係数 $\tan \phi'$ はその $\frac{1}{2}$ に低下させ、 $c' = 0.27 \text{ kg/cm}^2$ 、 $\phi' = 7.8$ 度として、水位が地表面まで上昇し、完全飽和した無限長斜面とみなして安定計算を行った。安全率と崩壊土層厚の関係は、土質定数や土の内部摩擦角と斜面傾斜角の大小関係によって変わってくるが、この斜面の計算結果は図-19のとおりである。試験結果の強度定数を $\frac{1}{2}$ に低下させ、かつ崩壊土層厚が約 4.5m 以上になってはじめて安全率は 1 以下になる。実際の崩壊土層厚が深い所でせいぜい 2 m 程度であったことを

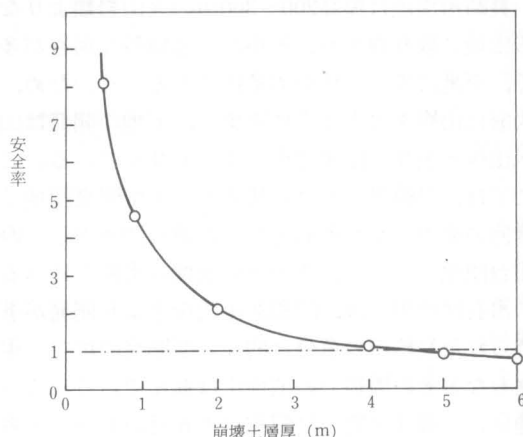


図-19 安全率と崩壊土層厚の関係

考えれば、この斜面の崩壊は、現在の土質工学的
手法では説明できず、他に何かの原因があったと
考えざるを得ない。パイピングの可能性（上部崩
壊崖で幅約1.2m、高さ約0.4mの空洞が発見され
ている）、豪雨時にある厚さをもって流下する表流
水のせん断力やその重量の影響、地中に閉じ込め
られた空気圧の影響などが考えられる。このこと
は、土質工学的手法を適用し、安全率等の数値的
判断を示す場合には、十分な注意が必要であるこ
とを示すものであり、あわせて豪雨時の斜面安定
計算法の確立が望まれる。

謝辞

本報告をまとめるにあたって、次の関係各位か
ら貴重な資料を提供していただくとともに、有益
な助言もいただいた。心から感謝の意を表します。

長崎県土木部・河川砂防課・林務課・耕地課・
環境保全課、長崎県長崎土木事務所、長崎市都市
計画課・企画課、長崎海洋気象台測候課・予報課、
長崎市消防局警防課、長崎県警察本部警備課、大
洋技術開発コンサルタンツ。

また現地調査・土質試験・資料整理に協力いた
だいた本学部土木工学科持下輝雄技官および土質
研究室の学生諸君にも感謝の意を表します。

5. 道 路

5. 1. 道路災害の概況

長崎大水害では道路に大きな被害を受け、市民生活に甚大な影響を与えた。

特に長崎市は45万の人口をかかえ、長崎市に通じる交通手段は道路では国道34号、バイパスの34号と2級国道202号の3本、鉄道は長崎本線市布經由と長与経由の2本であったが、災害の直後は2級国道202並びに鉄道の市布線がたいした災害に合わず、またバイパスの34号、鉄道の長与線も被害が少なかったため大混乱は免がれた。然し国道34号線の被害の傷は深く応急復旧でも1ヶ月の時間を必要とした。

さて道路災害の都市別の被害は表-1のとおりである。

表-1 道路災害

都 市 名	災害ヶ所数	被害金額(千円)
長 崎 市	913	4,038,000
諫 早 市	177	451,000
時 津 町	96	422,000
長 与 町	140	339,000
多 良 見 町	258	496,000
香 焼 町	21	96,000
長崎県全体	4,969	16,820,000

これを路線別に示すと表-2のとおりである。

表-2 路線別災害ヶ所

路 線	災 害 ヶ 所
1 級 国 道	34号 11 57号 3
2 級 国 道	202号 53 204号 3 206号 39 207号 32 251号 43 324号 10 383号 2 444号 1
主要地方道	273
一般県道	342

伊勢田哲也*・落合 英俊*・棚橋 由彦*

災害が大きかった国道34号、主要地方道野母崎宿線について、災害の内容で災害の箇所を分けると表-3の通りとなる。

表-3 国道34号の災害

災 害 の 形 態	ヶ 所	摘 要(地点)
歩道の崩壊	1	
切土のり面の崩壊	5	①, ②, ③, ④, ⑤
道路の欠壊	2	⑥, ⑧
盛土のり面の崩壊	2	⑦, ⑨
石積損傷	1	

表-3について災害の内容は次の通りである。

①は切土のり面が延長30m、高さ3mにわたって道路上に崩落。

路面上に堆積土量約900m³。

②は斜面(切土のり面及び民地)が延長100m、のり長約55mにわたって道路上に崩落し厚さ3mで堆積。

路面上堆積土量約600m³。

③は自然斜面が延長20m、高さ12mにわたって崩落し路面上に堆積。

路面上堆積土量約1,200m³。

④は切土のり面が延長120m、高さ15mにわたって崩落。路面上に厚さ2mで堆積。崩落土量約54,000m³。

路面上堆積土量約2,000m³。

⑤は土石流及び延長100mにわたる斜面崩壊により、道路が延長約150m、平均厚2~3m埋没。崩落土量約90,000m³。

路面上に堆積土量約3,000m³。

⑥は盛土部が延長80m、高さ23mにわたり全幅流失。

流失土量約5,000m³。内道路部流失土量は約15,000m³。

⑦は路面上に土石流による土石が延長150m、厚さ平均40m堆積、また盛土部谷側の路肩が延長60mにわたって洗掘、崩壊。路面上堆積土量約800m³。全体流失土量約9,600m³。内道路部流失土量6,000m³。

*工学部土木工学科

⑧は盛土部が延長10m、高さ3.7mにわたり全幅流失。

道路部流失土量800m³。

⑨は高さ13mの盛土部で延長20mにわたり谷側片側車線が流出水の洗掘により流失。

道路部流失土量約1,300m³。

上記の被害内容を大別すれば、単なる斜面崩壊によるものと、道路に接する山地窪地斜面、溪流に発した土石流が流下し、おびただしい土石・流木のため道路に施設されている暗渠を詰まらせた結果、道路路面上に土石が堆積されたり、谷側盛土部等を洗掘したり、その勢力が強かったため一気に道路自体を押し流したりしている。

即ち単なる斜面崩壊によるものと土石流によるものに大別できる。

5. 2. 国道34号線に見る災害の特徴

概況にも述べた通り、道路の被害の原因が単なる斜面崩壊によるものと、土石流によるものがあり、その夫々について考察を加えて行きたい。

(1) 土石流にもとづく被害

土石流の発生した箇所は谷地形・山地窪地斜面で雨水が集まり易い状況の地形で、常時は溪流があるか或は降雨時に溪流化するような所である。

土石流の規模その他については、土石流の項を参照されたいが、山地は急峻であるが山はさほど高くないため比較的小規模なものが多いが、下部に道路や人家があるとその被害は頗る大きなものとなる。

土石流の流速は分らないが、かなりの速度で、流下する土石流は径1mを越す巨石を先端に土石のみならず流木も含んでいる。

一方道路には路面排水には側溝、溪流には道路を横断して暗渠が設置されている。

土石流の流下のため暗渠は満杯となり、暗渠の疎通能力を超えたものは道路の路面上に溢れ（例えば⑦の地点）、谷側の路肩部を洗掘・流失せしめ（例えば⑦、⑨の地点）、或は全く路体を一気に押し流している（例えば⑥、⑧の地点）。

そこで暗渠がどの程度の役割を果たしたものであるかを検討することにし、土石流による被害があった箇所に設けられた暗渠の排水能力を算出し

て見た。

勿論計算に用いた雨量強度は現地附近で今回生じた時間最大雨量150mmである。

〔暗渠排水能力の計算〕

1) 長崎市芒塚町（箇所⑥地点）

$$Q = \frac{1}{3.6 \times 10^6} C I a$$

ここに

Q：雨水流出量（m³/sec）

C：流出係数

I：流達時間内の降雨強度（mm/hr）

a：集水面積（m²）

$$a = 162,300 \text{ m}^2$$

$$c = 0.50 \text{（こう配の急な山地）}, 0.80$$

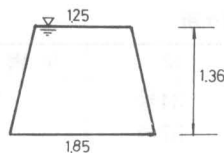
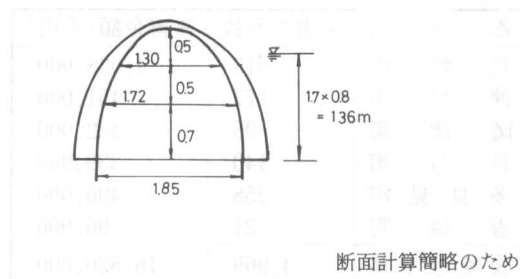
(i) $c = 0.50$ の場合

$$Q = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \times 0.50 \times 150 \times 162,300 = 3.38 \text{ m}^3/\text{sec}$$

(ii) $c = 0.80$ の場合

$$Q = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \times 0.80 \times 150 \times 162,300 = 5.41 \text{ m}^3/\text{sec}$$

暗渠の構造：函渠



$$\text{排水断面積 } A = \frac{1}{2} (1.25 + 1.85) \times 1.36 = 2.11 \text{ m}^2$$

$$\text{径深 } R = \frac{2.11}{(1.39 \times 2) + 1.85} = 0.46 \text{ m}$$

粗度係数 $n = 0.016$ （現場施工コンクリート）

水路こう配 $i = 0.05$

$$\text{平均流速 } v = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2} = \frac{1}{0.016} \times (0.46)^{2/3} \times (0.05)^{1/2} = 8.33 \text{ m/sec}$$

排水流量 $Q = Av = 2.11 \times 8.33 = 17.58 \text{ m}^3/\text{sec}$

いま排水断面積を $1/2$ とすると $1.36 \times \frac{0.5}{0.8} = 0.85 \text{ m}$

$$1.25 + \frac{(1.36 - 0.85)(1.85 - 1.25)}{1.36} = 1.475 \text{ m}$$

排水断面積

$$A = (1.475 + 1.85) \times 1.85 \times 1/2 = 1.413 \text{ m}^2$$

$$\text{径深 } R = \frac{1.413}{(0.86 \times 2) + 1.85} = 0.396 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{平均流速 } v &= \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2} = \frac{1}{0.016} \times (0.396)^{2/3} \\ &\times (0.05)^{1/2} = 7.53 \text{ m/sec} \end{aligned}$$

排水流量 $Q = Av = 11.413 \times 7.53 = 10.64 \text{ m}^3/\text{sec}$

2) 本河内町 (箇所⑦地点)

$$a = 374,000 \text{ m}^2$$

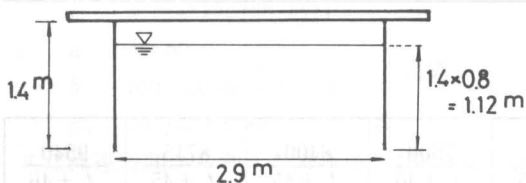
(イ) $c = 0.50$

$$Q = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \times 0.50 \times 150 \times 374,600 = 7.8 \text{ m}^3/\text{hr}$$

(ロ) $c = 0.80$

$$Q = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \times 0.80 \times 150 \times 374,600 = 12.49 \text{ m}^3/\text{hr}$$

構造: スラブ橋



排水断面積 $A = 1.12 \times 2.9 = 3.25 \text{ m}^2$

$$\text{径深 } R = \frac{1.12 \times 2.9}{(1.12 \times 2) + 2.9} = 0.63 \text{ m}$$

粗度係数 $n = 0.016$ (現場コンクリート)

水路こう配 $i = 0.05$

$$\begin{aligned} \text{平均流速 } v &= \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2} = \frac{1}{0.016} \times (0.63)^{2/3} \\ &\times (0.05)^{1/2} = 10.27 \text{ m/sec} \end{aligned}$$

排水流量 $Q = Av = 3.25 \times 10.27 = 33.38 \text{ m}^3/\text{sec}$

いま排水断面積を $1/2$ とすると

$$1.4 \text{ m} \times 0.5 = 0.7 \text{ m}$$

排水断面積 $A = 0.7 \times 2.9 = 2.03 \text{ m}^2$

$$\text{径深 } R = \frac{0.7 \times 2.9}{(0.7 \times 2) + 2.9} = 0.472 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{平均流速 } v &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2} = \frac{1}{0.016} \times (0.472)^{2/3} \\ &\times (0.05)^{1/2} = 8.47 \text{ m/sec} \end{aligned}$$

排水流量 $Q = Av = 2.03 \times 8.47 = 17.19 \text{ m}^3/\text{sec}$

3) 本河内町 (箇所⑧地点)

$$a = 559,400 \text{ m}^2$$

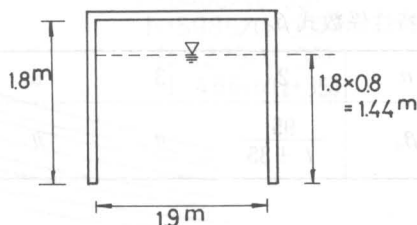
(イ) $c = 0.50$

$$Q = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \times 0.50 \times 150 \times 559,400 = 11.66 \text{ m}^3/\text{sec}$$

(ロ) $c = 0.80$

$$Q = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \times 0.80 \times 150 \times 559,400 = 18.64 \text{ m}^3/\text{sec}$$

構造: 函渠



排水断面積 $A = 1.44 \times 1.9 = 2.74 \text{ m}^2$

$$\text{径深 } R = \frac{1.44 \times 1.9}{(1.44 \times 2) + 1.9} = 0.57 \text{ m}$$

粗度係数 $n = 0.016$

水路こう配 $i = 0.05$

$$\begin{aligned} \text{平均流速 } v &= \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2} = \frac{1}{0.016} \times (0.57)^{2/3} \\ &\times (0.05)^{1/2} = 9.61 \text{ m/sec} \end{aligned}$$

排水流量 $Q = Av = 2.74 \times 9.61 = 26.33 \text{ m}^3/\text{sec}$

いま排水断面積を $1/2$ とすると

$$1.8 \text{ m} \times 0.5 = 0.9 \text{ m}$$

排水断面積 $A = 0.9 \times 1.9 = 1.71 \text{ m}^2$

$$\text{径深 } R = \frac{0.9 \times 1.9}{(0.9 \times 2) + 1.9} = 0.462 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{平均流速 } v &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2} = \frac{1}{0.016} \times (0.462)^{2/3} \\ &\times (0.05)^{1/2} = 8.35 \text{ m/sec} \end{aligned}$$

排水流量 $Q = Av = 1.71 \times 8.35 = 14.28 \text{ m}^3/\text{sec}$
 $> 11.66 \text{ m}^3/\text{sec}$
 $< 18.64 \text{ m}^3/\text{sec}$

なお時間最大150mmの雨量の評価について通常道路で行なわれている確率降雨強度算定式により求めてみると次のようになる。

長崎市における確率年がそれぞれ2, 3, 5, 7, 10, 20, 50, 100年の降雨強度の算定(道路排水工指針による)

$$I_n = R_n \cdot \beta_n = R_n \cdot \frac{a'}{t+b}$$

ここに

I_n : n 年確率の降雨強度 (mm/hr)

R_n : n 年確率60分雨量強度

β_n : n 年確率特性係数

1) R_n および β_n^{10}

n	2	3	5	7	10	20	50	100
R_n	48	55	63	68	75	80	83	90
β_n^{10}	2.11	2.11	2.11	2.11	2.00	1.91	1.91	1.90

2) 特性係数式 β_n

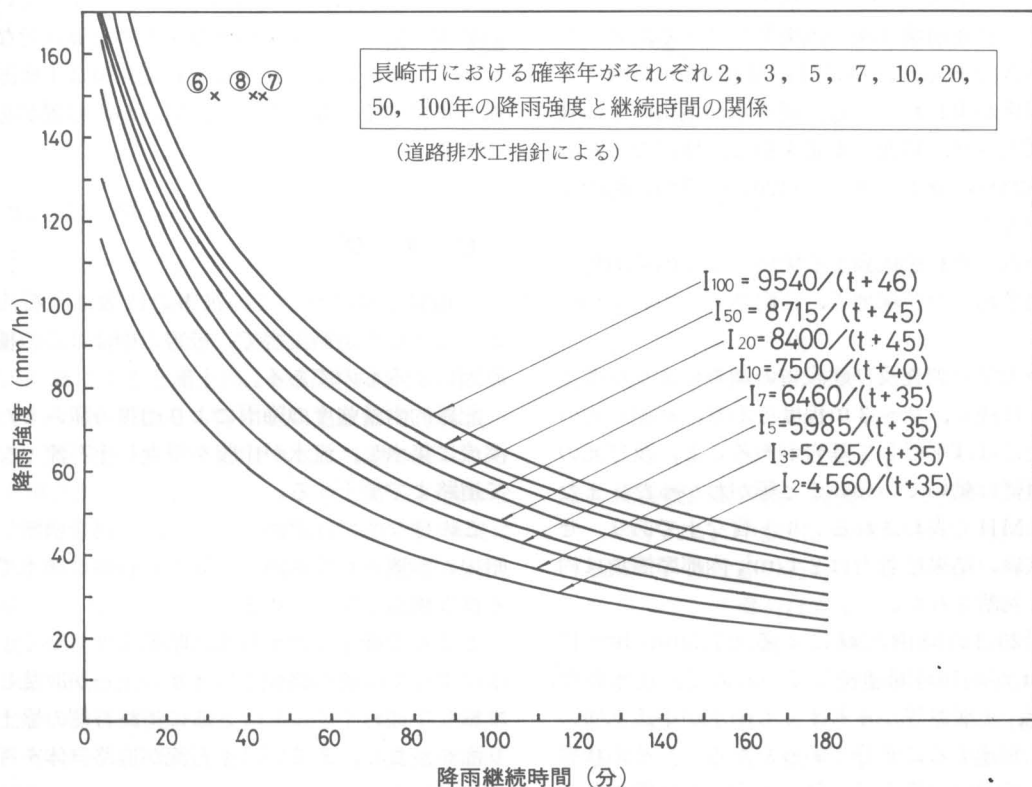
n	2	3	5	7	10	20	50	100
β_n	$\frac{95}{t+35}$	〃	〃	〃	$\frac{100}{t+40}$	$\frac{105}{t+45}$	$\frac{105}{t+45}$	$\frac{106}{t+46}$

3) 降雨強度 I_n

n	2	3	5	7	10	20	50	100
I_n	$\frac{4560}{t+35}$	$\frac{5225}{t+35}$	$\frac{5985}{t+35}$	$\frac{6460}{t+35}$	$\frac{7500}{t+40}$	$\frac{8400}{t+45}$	$\frac{8715}{t+45}$	$\frac{9540}{t+46}$

4) 確率年別の各継続時間に対応する降雨強度

確率年 継続時間 t (分)	$\frac{4560}{t+35}$	$\frac{5225}{t+35}$	$\frac{5985}{t+35}$	$\frac{6460}{t+35}$	$\frac{7500}{t+40}$	$\frac{8400}{t+45}$	$\frac{8715}{t+45}$	$\frac{9540}{t+46}$
5	114.00	130.63	149.63	161.50	166.67	168.00	174.30	187.06
10	101.33	116.11	133.00	143.56	150.06	152.73	158.45	170.36
20	82.91	95.00	108.82	117.45	125.00	129.23	134.08	144.55
30	70.15	80.38	92.08	99.38	107.14	112.00	116.20	125.53
40	60.80	69.67	79.80	86.13	93.75	98.82	102.53	110.93
50	53.65	61.47	70.41	76.00	83.33	88.42	91.74	99.38
60	48.00	55.00	63.00	68.00	75.00	80.00	83.00	90.00
120	29.42	33.71	38.61	41.68	46.88	50.91	52.82	57.47
180	21.21	24.30	27.84	30.05	34.09	37.33	38.73	42.21



t : 降雨継続時間 (分)

$a' = b + 60$

$b = (60 - 10\beta_n^{10} / (\beta_n^{10} - 1))$: 定数

β_n^{10} : 10分間 n 年確率特性係数

また流達時間から考えた降雨強度150mm の評価をするため⑥, ⑦, ⑧の地点の流達時間を次式により求めた。

$$t = \left\{ \frac{2}{3} \times 3.28 \times L \times \frac{n_d}{\sqrt{S}} \right\}^{0.467}$$

ここに

t : 流入時間 (分)

L : 集水区域最遠点からの流路長 (m)

S : 上記集水区域のこう配

n_d : 遅滞係数 (針葉樹林等 $n_d = 0.80$)

地点	$L(m)$	S	t (分)
⑥	550	0.351 (19.3°)	31.6
⑦	1000	0.282 (15.7°)	43.9
⑧	925	0.274 (15.3°)	42.6

降雨強度150mm を図-1におとすと、確率雨量としては著しく大きな値を示す。但し流達時間の式は50mm/h 前後の降雨強度を対象条件として

いる。

以上の計算で暗渠の断面の8割を取っているのは、開水路としてほぼ最大を、また5割としたのは疎通能力として排水断面の一つの目安として考えた値である。

計算の結果、事故のあった暗渠は雨水のみを流すものとするならば、全て疎通能力は充分であったと言えよう。そして疎通能力は時間降雨量150mm の値に対して約2倍程度またはそれ以上のものであった。

然し土石流に対しては、その程度の通水断面では不充分であることが分った。

「道路排水工指針」(日本道路協会)ではこのことは「溪流等における各種カルバートは豪雨の際に水だけでなく、多量の土砂および流木が堆積し、その機能が失われぬように断面に相当の余裕をみて大きく取ることが望ましい。」等が書かれているが具体的どの程度余裕を取れば充分かは分らない。

然し山岳道路を多くさん有しているわが国では、この点の重要性を再確認するとともに、土石流の研究もさらに進めて行く必要がある。

(2) 斜面崩壊にもとづく被害

降雨と斜面崩壊は深い因果関係にある両者のむすびつきであるが、特に日雨量200mmを過すとその関係が現われてくる。浸透水が地山の土の強度を低工させ、斜面の安定を損なう様になったのは7月23日の降雨の外に7月20日の降雨に起因する所が大きい。

その点でそれを代表する箇所として国道34号で大崩壊を起した芒塚地点、宿町地点について述べたい。

長崎大学の調査及び建設省の調査により崩壊土層厚さは浅く、2～3m程度であり、斜面の元のこう配にほぼ平行して基岩があること、及び元の道路擁壁は動いていないこと等がわかった。また崩土はMHで表わされるシルト質な土であり、せん断試験の結果粘着力は2 t/m²、内部摩擦角は約20度と判断された。

7月20日の降雨記録によると7.5mm/hr～15mm/hrが約10時間連続しているので、透水時間、浸透能、土層厚等から考えても雨水が不透水層の岩盤に到達するに充分であっただろう。その状態に加えて23日の降雨で一氣に不安定な状態となった。

また斜面崩壊を起した箇所のほとんどが嘗って崩壊した所で耕地に近接しているのも問題がありそうである。

5. 3. 他の路線における道路災害

国道34号以外の道路災害箇所は非常に数多く、長崎県全体で4,969ヶ所16,820,000円になっている。

然し被害量、額とも大きい主要地方道野母崎一宿線(86ヶ所)を取り上げてみる。

この路線は被害箇所は86ヶ所であるが、その中でも甚大な被害のあったのは茂木と千々の区間であり、災害箇所数33ヶ所である。

その内容は土石流にもとづいているもの14ヶ所、斜面崩壊が15ヶ所、それに地沁り地帯指定で地沁りによるもの4ヶ所である。

国道34号の災害の特徴の所で述べたように斜面崩壊は7月20日の降雨も影響されているが、7月23日の降雨が直接的に原因となっているのは土石流によるもので14ヶ所にも及び、土石流によって

被害を受けた状況は国道34号線に似かよっている。

災害の箇所では暗渠の排水量を夫々計算は行なわなかったが、いずれにせよ土石流対策は1級国道並とまでやる必要はないが、何らかの処置が必要である。

む す び

国道34号線についての被害の特徴は土石流によって生じた道路災害で、被害の中ばはこの種の原因によるものである。

記録的雨量強度の降雨により山腹の窪みまたは溪流に集水し、流水が山腹を浸食し土石流となって道路まで流下する。

この様な所には道路としては、道路を横断して暗渠が設置されて道路の山側から谷側に排水できる様な構造となっている。

ところで発生した土石流は暗渠を埋めつくし、所によっては道路路面上に多量の土石が散乱し、堆積して通行不能にし、さらに道路谷側の盛土のり面を浸食し、あるいは土石流が道路自体を押し流している。

暗渠の排水容量を災害当時の雨量強度を用いて試算したが、いずれの暗渠も雨水のみならず排水能力は充分あることが分ったが、土石流は土石、流木等を含んでおり、さらに土石流の先端はその特徴であるところの径1m以上にも及ぶ巨石が流下するので、暗渠を塞いでしまい災害の原因となっている。

また斜面崩壊も比較的浅い表層沁りや岩盤沁りの箇所が多かった。

被害の大きかった主要地方道野母崎宿線では茂木—千々の区間に被害が集中しているが、災害の原因別では国道34号とほぼ同じであった。

6. 橋 梁

小西 保則*

6. 1. 概 況

7月23日の長崎地方の集中豪雨で浦上川、中島川、八郎川等の各河川の流量が増加し、橋梁の上部構造まで冠水した。又流速はかなり速く、例えば、計算によると浦上川、松山競技場付近での本川で3.5m/sとなる。特に山間上流部では奔流となり、直接原因としては流水による動水圧により下部構造が洗掘され、流失、又は土石流、流木などの流出物などにより落橋流失するなど、橋梁に多大の被害を与えた。今回の災害で被害を受けた橋梁は116橋、被害額は28億円(長崎県昭和57年8月16日調査)にも達した。長崎市道関係の橋梁は619橋(延長4,484m)の内被害を受けた橋梁は47橋である。その内38橋を調査した。他に長崎県管理、琴海町、時津町、多良見町管理等の被害橋梁17橋計55橋について被害状況、被害を受けた原因について調査した。

6. 2. 被害を受けた橋梁

被害を受けた橋梁の内調査した橋梁55橋の主な被害状況を表6-1に示す。表中の番号は橋梁番号を示す。橋梁の分布を図6-1、図6-2に示す。図中の番号は橋梁番号を示す。これらの橋梁を構造形式により分けると、石造アーチ橋25橋、鉄筋コンクリート橋(プレストレストコンクリート橋を含む)16橋、鋼橋11橋、木橋2橋、暗渠1橋である。

図6-1、図6-2に示すように被害を受けた橋梁(調査の橋梁)は浦上川系は2橋と少ない。中島川系はほとんどが石造アーチ橋である。又八郎川系は河口の2橋を除いて山間上流部に多い。

被害調査を行った橋梁を形式別に分類し、被害状況、橋梁数、橋梁番号を表6-2に示す。

6. 3. 被害状況

表6-2に従って被害調査橋梁について被害状況を述べる。

(I) 石造アーチ橋

1) 妙相寺橋……被害形式(1)

本河内高部貯水池アースダムのすぐ下流にあり、ほとんど損傷してない。

2) 桃溪橋、眼鏡橋、袋橋……被害形式(1)

いずれも、中島川、中島川支流西山川にある橋梁で、側壁部の石および、高欄石が流失している。アーチ環石は完全である。(写真6-1、写真6-2、写真6-3)中島川系の流失損傷を受けた、石造アーチ橋9橋の中では袋橋を除いてはスパンはいずれも短い。又袋橋は大井手橋を除いては最も扁平で、アーチ環石の高さも大きい。

3) 大井手橋、編笠橋、古町橋、一覧橋、芋原(すすきはら)橋、東新橋……被害形式(3)

いずれも中島川にある橋梁で、6橋共全壊流失した。流失前の編笠橋(写真6-4)、古町橋(写真6-5)の写真を示す。(写真は長崎市交通土木部管理課提供)これらの橋梁はいずれも控石垣があって、橋台は川の中に寄っている。

編笠橋の右岸側橋台は深く洗掘されている。(写真6-6)大井出橋右岸側、古町橋左岸側(写真6-7)、一覧橋両岸、芋原橋両岸(写真6-8)はいずれも橋台石が残存しているが、他の部分はすべて流失した。

4) 千束野橋、現川橋、山川橋……被害形式(2)

いずれも八郎川系上流に架かる橋梁であって千束野橋(都通川)、山川橋(現川川支流)の下流側は石造アーチ橋、上流側は鉄筋コンクリート橋であって、アーチ環石の一部が流失したが右岸側アーチ環石は残存している。(写真6-9)又現川橋(現川川)は右岸側アーチ石積護岸に保護され流失しなかったものと思われる。(写真6-10)

*工学部土木工学科

表 6－1 橋梁の主な被害状況

番号	橋 梁 名	架 設 地 点		橋長 (m)	径間 数	幅員 (m)	型 式	被 害 状 況
		河 川 名	路線名又は地点					
1	無 名 橋	浦 上 川	川平町		1		鋼桁歩道橋	上部構造流失
2	昭 和 橋	浦 上 川	市、昭和25号線	22.0	1	2.0	鋼方杖Ⅰ形桁	上部構造及び方杖流失
3	乱 林 橋	西山ダム上流	市、片淵町木場線	5.3	1	6.75	RC	左岸橋台洗掘
4	西 山 橋	西 山 川	市、610号線	12.0	2	3.7	鋼Ⅰ形桁	左岸橋台背面洗掘
5	妙相寺橋	本河内ダム 中島川上流	市、奥山道線	11.0	1	3.8	石アーチ橋	側壁石脱落（1部）
6	桃 溪 橋	西 山 川	市、529号線	12.0	1	3.5	〃	〃
7	銭 屋 橋	中 島 川	市、448号線	16.2	1	3.3	鋼Ⅰ形桁	左岸橋台洗掘沈下、上部構造破損
8	大井手橋	〃	市、馬町八幡線	18.3	1	4.4	石アーチ橋	全 壊
9	編 笠 橋	〃	市、勝山町八幡線	16.1	1	3.8	〃	〃
10	古 町 橋	〃	市、524号線	14.6	1	4.3	〃	〃
11	一 覧 橋	〃	市、勝山町麴屋線	16.6	1	4.4	〃	〃
12	茅 原 橋	〃	市、紺屋第1号線	15.3	1	4.3	〃	〃
13	東 新 橋	〃	市、新橋第1号線	17.1	1	4.0	〃	〃
14	眼 鏡 橋	〃	市、磨屋第1号線	20.0	2	4.1	〃	右岸側側壁石・橋面流失
15	袋 橋	〃	市、銀屋町鍛冶屋線	18.0	1	3.9	〃	左右岸側壁石、右岸側橋面流失
16	大 平 橋	大 平 川	県、長崎式見港	5.0	1	6.0	RC	左右岸共橋台下洗掘
17	無 名 橋	手 熊 川	手熊附近		2		鋼工桁橋	右岸橋台洗掘、傾斜、上部構造流失
18	下 郷 橋	式見川支流	市、式見第1号線	10.4	1	3.6	H形鋼桁	右岸橋台洗掘沈下
19	中 城 橋		市、上戸町第15号線	10.6	1	2.9	RC	右岸橋台洗掘流失、上部構造落橋流失
20	無 名 橋		市、江川5号線	4.8	1	2.3	鋼Ⅰ形歩道橋	右岸橋台洗掘傾斜
21	大 川 橋	大 川	市、平山13号線	9.8	2	3.9	鋼溝形桁パイ プ支柱	左岸橋台流失
22	為 石 橋	〃	県、深堀三和線	11.5	1	5.3 +歩	RC	左岸橋台下洗掘、側歩道橋落橋
23	大 川 橋	川 平 川	県、茂木26号線	17.5	3	5.0	PC	左岸橋台流失
24	柳 山 橋	若 菜 川	市、柳山転石線	9.6	1	2.5	石アーチ橋	全 壊
25	二 双 橋	二 双 船 川	市、曲田線	5.3	1	3.5	〃	〃
26	山 口 橋	木 場 川	市、山口線	4.0	1	4.0	〃	〃
27	山 下 橋	〃	〃	4.0	1	4.0	〃	〃
28	す さ き 橋	〃	市、中川内線	6.7	1	3.6	〃	〃

番号	橋 梁 名	架 設 地 点		橋長 (m)	径間 数	幅員 (m)	型 式	被 害 状 況
		河 川 名	路線名又は地点					
29	桜 橋	木 場 川	市。木場線	5.0	1	3.5	RC	左右岸橋台洗掘，左岸橋台流失
30	千 束 野 橋	都 通 川	市。上戸石千束野線	9.4	1	5.3	上流側RC 下流側石アーチ橋	石アーチ左岸側橋台洗掘，アーチ半壊
31	角 橋	八 郎 川	市。木場線	6.0	1	4.2	石アーチ橋	全 壊
32	谷間の神橋	現 川 川	市。谷間神線	4.0	1	3.8	〃	〃
33	小 藤 石 橋	〃	現川	3.0	1	2.2	〃	〃
34	現 川 橋	〃	市。現川線	5.8	1	4.4	〃	拱頂部流失
35	山 川 橋	現川川(支線)	現川	7.5	1	2.5~ 3.0	石アーチ橋	〃
36	^{みかづき} 山 橋	中 尾 川	市。辻田線	3.5	1	9.3	〃	全 壊
37	田 川 内 橋	〃	市。田川内線	5.7	1	3.7	RC	左岸橋台流失，上部構造落橋
38	大 星 橋	八 郎 川	市。浦田線	50.0	?	3.0	鋼橋+木橋	左岸橋台流失，橋脚流失，落橋流失
39	^{かき} 蛸 道 橋	〃	市。蛸道橋線	60.0	6	4.0 +歩	鋼橋	左岸橋台洗掘傾斜，橋脚流失，上部構造落橋，右岸2径間残存
40	上 戸 石 橋	戸 石 川	市。上戸石千束野線	4.4	1	4.5	RC	流失（上部構造橋台共）
41	上大屋敷橋	〃	市。川内線	4.5	1	3.6	RC	〃
42	田 の 頭 橋	〃	市。田の頭線	7.0	1	4.0	鋼H桁橋	左右兩岸橋台下洗掘沈下
43	第1大江橋	大 江 川	琴	25.1	4	3.85	木橋	木橋脚破壊，落橋
44	岩 瀬 戸 橋	手 崎 川	〃	8.38	1	4.05	RC	右岸橋台洗掘流失，上部構造落橋
45	上 木 場 橋	〃	〃	10.63	1	2.97	PC	左岸橋台背面洗掘傾斜
46	神 上 橋	〃	〃	8.17	1	3.1	〃	左岸橋台洗掘，流失，落橋破壊
47	大 井 手 橋	戸 根 川	〃	8.34	1	3.07	RC	両岸橋台洗掘流失，落橋破壊
48	城 の 尾 橋	〃	〃	10.48	1	3.53	〃	右岸側橋台洗掘沈下
49	村 松 橋	〃	〃	29.2	5	2.65	木橋	橋脚流失，落橋流失
50	平 原 橋	〃	時	4.0	1	3.0	RC	左岸側取付道路流失
51	浜 田 橋	〃	多	5.0	1	2.6	〃	右岸橋台洗掘流失，落橋
52	下釜割橋	〃	〃		1		石アーチ橋	全 壊
53	椎 の 木 橋	中里川支流	〃		1		暗渠	下流側落橋
54	多留角橋	喜々津川	〃	9.5	1	5.5	石アーチ橋	側壁部，洗掘
55	中 橋	〃	〃		1	3.6	〃	全壊，左岸橋台冠石のみ残存

註1. 県：県道，市：長崎市道，町：琴海町管理(琴)，時津町管理(時)，多良見町管理(多)

註2. RC：鉄筋コンクリート橋，PC：プレストレストコンクリート橋



図6-1 被害調査を行った橋梁の分布図 (I)
 (長崎市付近)

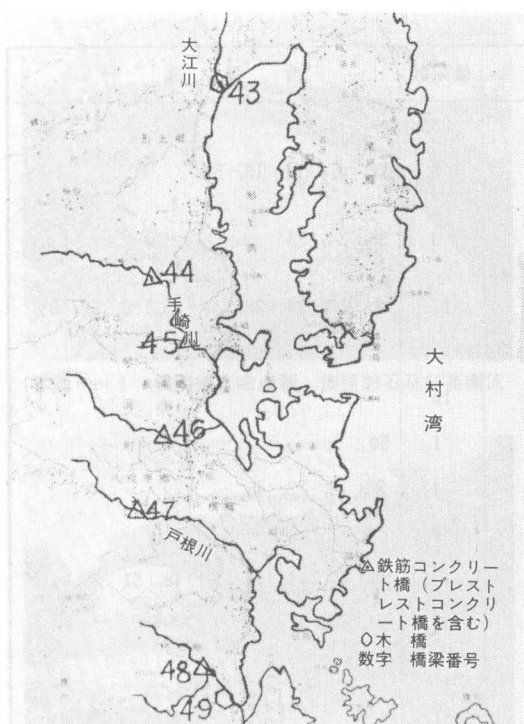


図 6-2 被害調査を行った橋梁の分布図 (II)
(琴海町)

5) 柳山橋……被害形式(3)

茂木の若菜川に架かる、図 6-3 に示す石造アーチ橋で左岸側が橋台共すべて流失し、全壊した。

6) 二双橋、山口橋、山下橋、すさき橋、角橋、谷間の神橋、小藤石橋、朧山 (みかづきやま) 橋……被害形式(3)

いずれも八郎川又は八郎川支流の二双船川、現川川、中尾川の上流に架かる石造アーチ橋で、

奔流により流失した。流失前の角橋を写真 6-11 (長崎市交通土木部管理課提供) に示す。

7) 下釜割橋、中橋……被害形式(3)

多良見町管理の石造アーチ橋であって、全壊している。中橋は左岸側の橋台石が残存している。右岸側は橋台共すべて流失した。

(II) 鉄筋コンクリート橋 (プレストレストコンクリート橋を含む)

1) 平原橋……被害形式(1)

上、下部構造損傷なく、左岸側に河川が氾濫し左岸側取付道路が、12~13mの間流失した。

2) 乱林橋、大平橋、為石橋、上木場橋……被害形式(2)

乱林橋は西山貯水池に流入する小河川上流にある橋梁で、石積護岸を橋台とした鉄筋コンクリート床版橋で、左岸橋台半分位が洗掘された。(写真 6-12)

大平橋は大平川上流に架かる県道長崎式見港線の鉄筋コンクリート床版橋で、両岸橋台下が洗掘された。為石橋は県道深堀三和線のプレストレストコンクリート橋で、大川の下流の屈曲部に架かっている。左岸側が屈曲部の外側に当たっているため、左岸側、橋台下が洗掘され、橋台が沈下し、上部構造は傾斜している。その下流側にはプレストレストコンクリート橋の歩道橋があり、左岸橋台は洗掘、破壊し、上部構造は落橋している。(写真 6-13)

上木場橋は琴海町管理の橋梁で、左岸橋台下及び背面が洗掘され橋台が沈下、傾斜し、上部プレストレストコンクリート橋が傾斜している。

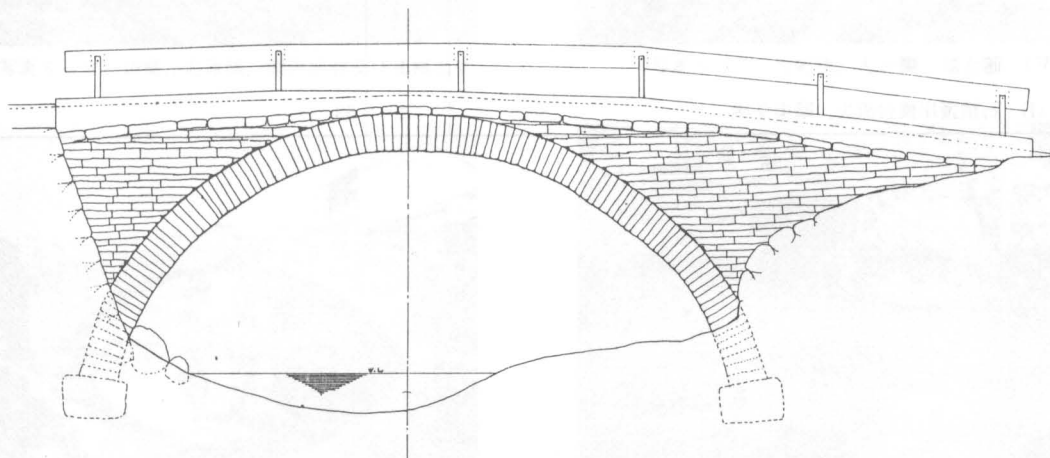


図 6-3 柳山石橋側面図 (長崎市教育委員会管理部文化課提供)

表 6－2 形式別被害状況分類表

被 害 状 況 (被害形式)	橋梁数	橋 梁 番 号
(I) 石造アーチ橋	25	
(1) アーチ環石損傷なく、側壁部等一部損傷	5	5, 6, 14, 15, 54
(2) アーチ環石 1 部又は大部分破壊 (コンクリート橋・護岸の支持によりアーチ石 1 部残存)	3	30, 34, 35
(3) 全 壊	17	8～13, 24～28, 31～33, 36, 52, 55
(II) 鉄筋コンクリート橋	16	
(1) 上下部構造損傷なく、橋台背面取付道路流失	1	50
(2) 上部構造損傷なく、橋台洗掘	4	3, 16, 22, 45
(3) 上部構造損傷なく、左岸橋台流失 (連続桁)	1	23
(4) 上部構造落橋破壊、下部構造流失	7	29, 37, 44, 46, 47, 48, 51
(5) 上下部構造流失	3	19, 40, 41
(III) 鋼 橋	11	
(1) 上下部構造損傷なく、橋台背面取付道路流失	1	4
(2) 上部構造損傷なく、橋台洗掘沈下	3	18, 20, 42
(3) 上部構造損傷なく、左岸橋台流失 (連続桁)	1	21
(4) 上部構造被損、橋台洗掘沈下	1	7
(5) 上部構造流失、下部構造損傷なし	2	1, 2
(6) 上下部構造共に流失 (1 部流失を含む)	3	17, 38, 39
(IV) 木 橋	2	
(1) 橋脚破壊又は流失により上部構造折損又は落橋流失	2	43, 49
(V) 暗 渠	1	
(1) 石積護岸橋台流失、暗渠落橋	1	53

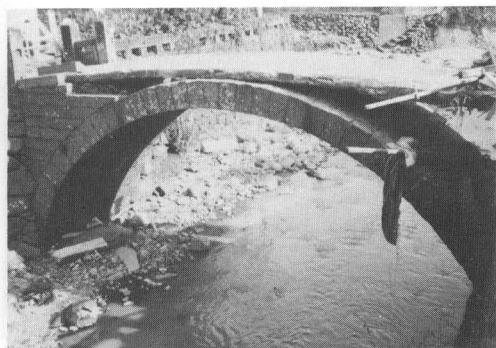


写真 6-1 桃溪橋，右岸側，側壁部石及び高欄流失



写真 6-5 古町橋，流失前

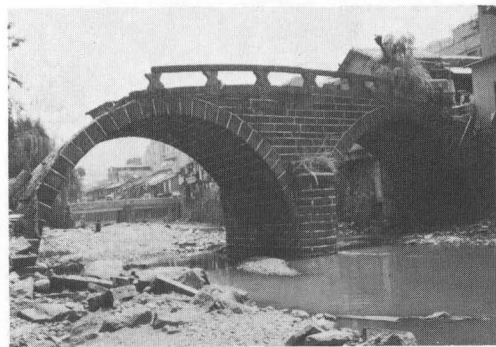


写真 6-2 眼鏡橋，右岸側，側壁部石及び高欄流失

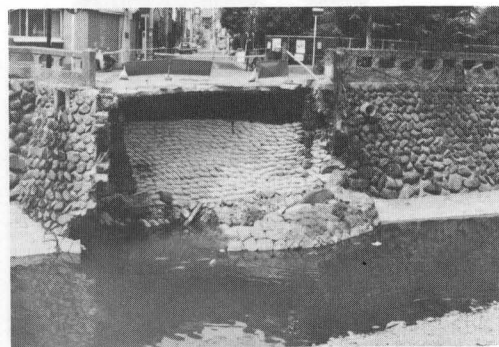


写真 6-6 編笠橋，右岸側，橋台洗掘

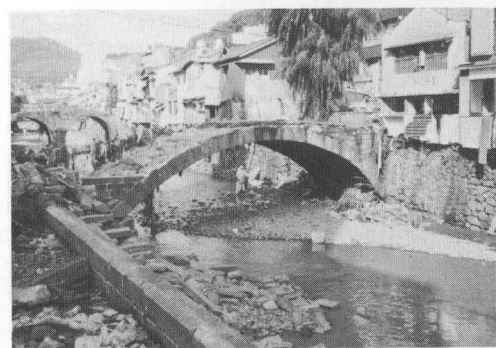


写真 6-3 袋橋，右岸側，側壁部石及び高欄流失



写真 6-7 古町橋，左岸側，橋台石



写真 6-4 編笠橋，流失前



写真 6-8 芋原橋，左岸側，橋台付近破壊状況



写真 6-9 千束野橋，左岸 橋台洗掘状況（上流側鉄筋コンクリート橋）



写真 6-10 現川橋，流失しなかった右岸側アーチ石



写真 6-11 角橋，流失前の石造アーチ橋

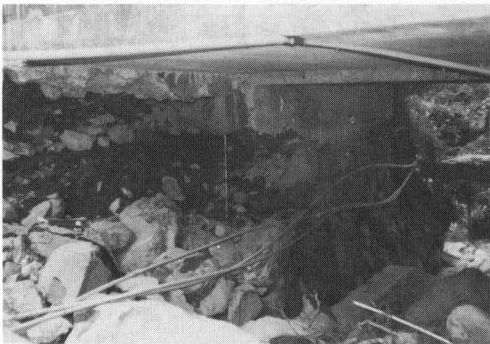


写真 6-12 乱林橋，左岸石積 橋台洗掘

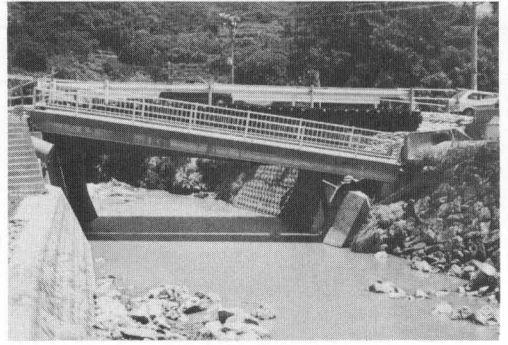


写真 6-13 為石橋，歩道橋左岸側橋台洗掘破壊，上部構造落橋

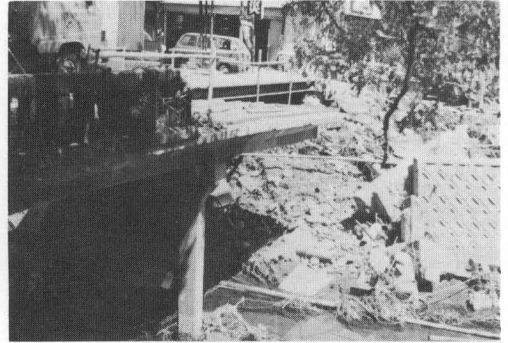


写真 6-14 大川橋，左岸橋台流失，上部構造は張出桁状態である



写真 6-15 浜田橋，右岸橋台流失，上部構造落橋破壊



写真 6-16 田の頭橋，兩岸橋台下洗掘，橋台沈下，上部構造傾斜



写真 6-17 大川橋，左岸石積護岸橋台流失，上部構造は仮支柱で支持されている



写真 6-19 蛸道橋，右岸側 2 径間残し，左岸側 4 径間橋脚・橋台共流失



写真 6-18 昭和橋，流失した鋼 I 形桁



写真 6-20 蛸道橋，残った橋脚，コンクリートパイルの簡易橋脚構造

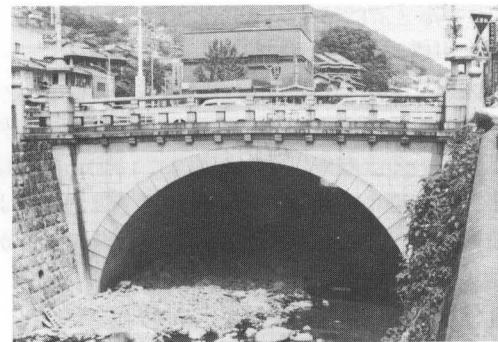


写真 6-21 鎮西橋，鉄筋コンクリートアーチ橋

3) 大川橋……被害形式(3)

茂木近くの川平川に架かる 3 径間連続プレストレストコンクリート橋で石積護岸の橋台，鉄筋コンクリート角柱 3 本の簡易橋脚の橋梁である。左岸側橋台が洗掘，流失し，上部構造は張出桁の状態になっている。(写真 6-14) 2)，3) の 5 橋はいずれも上部構造は肉眼の観察では損傷は見られないが，永久ひずみ，又はコンクリートに亀裂が生じている恐れがある。

4) 桜橋，田川内橋，岩瀬橋，神上橋，大井手橋，城の尾橋，浜田橋……被害形式(4)

桜橋，田川内橋は八郎川支流の木場川，中尾川上流に架かる橋梁で橋台は石積護岸を利用していたため，洗掘，流失し，上部構造が落橋，破壊した。

岩瀬戸橋，神上橋，大井手橋，城の尾橋はいずれも琴海町管理の鉄筋コンクリート橋又は，プレストレストコンクリート橋で，橋台が洗掘，沈下，破壊又は流失して，上部構造が落橋，破壊している。岩瀬戸橋は河川の屈曲部に架けられている。

又神上橋，大井手橋は石積護岸の橋台であり，

流失した。

浜田橋は多良見町管理の橋梁で右岸側橋台は石積護岸を利用していたため流失し、上部構造は落橋した。(写真6-15)

5) 中城橋，上戸石橋，上大屋敷……被害形式(5)

中城橋は鉄筋コンクリート橋で、左岸橋台が石積護岸であったために流失し、上部構造は落橋，10数メートル下流まで流された。

上戸石橋，上大屋敷橋共に戸石川上流にあって、石積護岸橋台と考えられ上下部構造共流失した。

(III) 鋼 橋

1) 西山橋……被害形式(1)

2 径間の単純鋼 I 形桁で、保守管理が不十分で腐蝕が甚だしい。が、上下部構造共水害による被害は見当たらない。左岸側橋台背面取付道路が洗掘され、流失している。

2) 下郷橋，田の頭橋，他 1 橋……被害形式(2)

いずれも橋台下面が洗掘され沈下し、上部構造の I 形桁が傾斜した。上部構造は、肉眼による観察では損傷は見られないが、永久ひずみが生じている恐れがある。田の頭橋は写真6-16に示す。

3) 大川橋……被害形式(3)

大川に架かる 2 径間連続鋼溝形桁で橋脚はパイプの支柱である。橋台は兩岸共石積護岸を利用している。左岸側橋台が流失し、上部構造は張出桁状態になっている。上部構造は内眼による観察では損傷は見られないが、永久ひずみが生じている恐れがある。(写真6-17)

4) 銭屋橋……被害形式(4)

中島川上流に架かる鋼 I 形桁で、左岸の石積護岸の橋台が洗掘され、上部構造が沈下、桁端の床版がねじれている。

5) 昭和橋，他 1 橋……被害形式(5)

いずれも浦上川上流に架かる鋼桁である。昭和橋は鋼方杖 I 形桁である。2 橋共下部構造は損傷なく、上部構造が水流による動水圧で流失したものである。この形式の破壊は鉄筋コンクリート橋には見られなかった。(写真6-18)

6) 大星橋，蛸道（かきどう）橋，他 1 橋……被害形式(6)

大星橋，蛸道橋は八郎川下流に架かる橋梁であって、今回調査した被害橋梁の内で最も橋長

の長い橋梁である。大星橋は左岸側橋台、橋脚共に洗掘され流失、上部構造が流失したものと思われる。又蛸道橋は左岸側より 3 橋脚が洗掘され流失、6 径間単純 I 形桁の内、4 径間が流失した。橋脚基礎の根入が浅くて洗掘されたものと思われる。(写真6-19，写真6-20)

(IV) 木橋，暗渠

1) 第 1 大江橋，村松橋

いずれも琴海町管理の木橋で、橋脚が破壊、又は流失のため落橋、又は流失したものである。

2) 椎の木橋

多良見町管理の暗渠であって、下流側石積護岸橋台が洗掘されたため暗渠が落橋した。

6. 4. 被害原因

被害原因を調査した結果は次の通りである。

1) 石造アーチ橋

石造アーチ橋は、流水による動水圧が水平に作用するものと仮定すると、ねじり、アーチ面外曲げ、およびせん断力が生じ、目地での回転、滑動、圧縮、破壊が起こる。この回転に対して、アーチの推力により安定し、滑動に対してアーチ推力の圧縮による摩擦抵抗によって安定を保つ。動水圧が大きくなると推力及び、推力による摩擦抵抗より回転力、滑動力が大となって回転し、滑動して破壊する。又橋台の洗掘流失によっても破壊する。

中島川のアーチ橋，9 橋について調査の結果、

表 6-3 石造アーチ橋の破壊限界流速比及び河積減少率

橋梁番号	橋 梁 名	破壊限界流速比	河 積 減 少率(%)
14	眼 鏡 橋	0.71	23
6	桃 溪 橋	1.00	21
15	袋 橋	0.88	38
8	大 井 手 橋	0.66	35
9	編 笠 橋	0.66	36
10	古 町 橋	0.83	54
11	一 覧 橋	0.58	44
12	芋 原 橋	0.58	37
13	東 新 橋	0.57	36

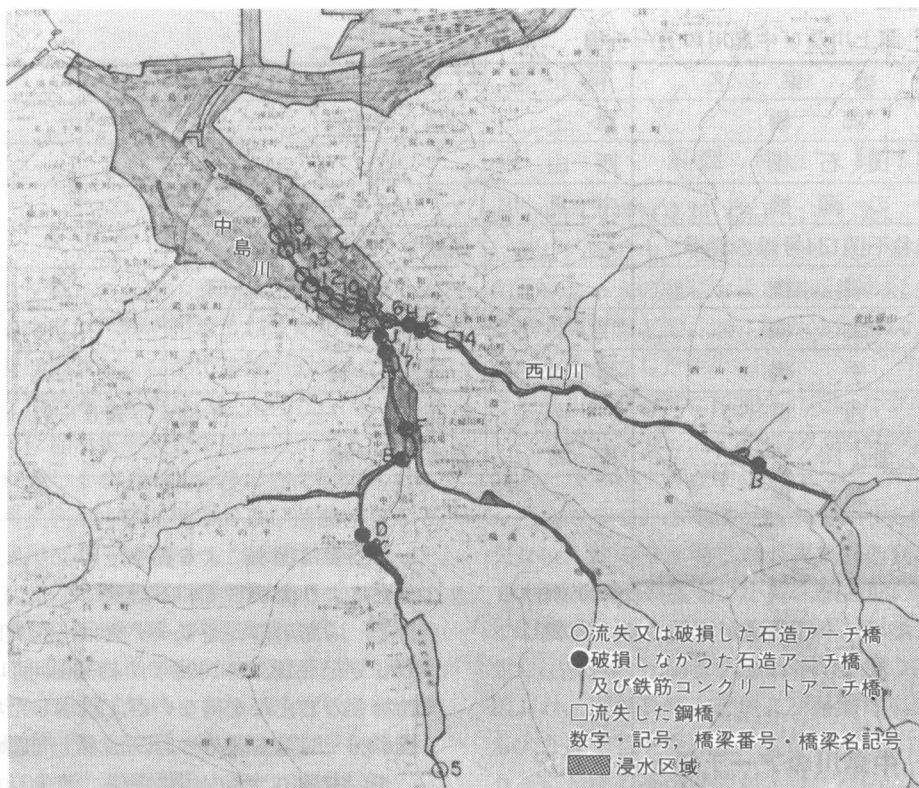


図 6-4 中島川のアーチ橋分布と浸水区域図

破壊機構、流水中の特体の抗力、物体の背後の渦の影響、水中のアーチ推力によるアーチ石間の摩擦係数等、従来の研究の調査、及び実験的研究が必要で教値的には確定不可能であるが、流失しなかった眼鏡橋、桃溪橋、袋橋と流失した大井手橋、編笠橋、古町橋、一覽橋、芋原橋、東新橋の9橋の破壊の限界流速比の計算の結果を示すと表6-3のようになる。

ここに破壊限界流速とは動水圧により破壊に至る最小の流速であって、破壊限界比とは破壊限界流速の最も大きい桃溪橋を1.0とした時、他の各橋梁の破壊の限界流速の桃溪橋に対する比を示す。又河積減少率とは冠水した場合の(アーチ橋がない場合の河積)-(アーチ橋がある場合の河積)に対する(アーチがない場合の河積)の比(%)を示す。

各橋梁共、面外曲げ、せん断力に対しては十分安全であり、主としてねじれによる目地の回転により支間の点付近のアーチ環石が回転、脱落、流失して破壊するものと思われる。

流失しなかった3橋の内、眼鏡橋は破壊の限界流速比は比較的小さい。又この橋梁が流失し

なかったのは河積の減少率が23%と小さいことも原因していると思われる。

流失した古町橋は破壊限界流速比は0.83と大きい、これは控石垣が左右両岸に造られていて、アーチ支間が小さいので大となった。しかしこの橋梁の橋台が河川の中心に寄っていたため右側橋台が洗掘され、又河積の減少率も54%と大きいので流水による動水圧により橋梁全体が流失したものと思われる。又大井手橋、編笠橋の破壊限界流速比は0.66で他の流失した橋梁より僅かに大きい、これらの橋梁は西山川と中島川との合流点に近く流速も早く、橋台共橋梁全体が洗掘され流失したものである。他の流失橋の破壊限界流速比は0.57~0.58と低い。

2) 鉄筋コンクリート橋、鋼橋、暗渠

破壊した橋梁のほとんどは、下部構造の基礎の根が浅いため、下部構造の橋台、橋脚が洗掘され、沈下して上部構造が落橋破壊している。

又石積護岸を利用した橋台が多く見受けられるが、これらは洗掘流失し、上部構造が落橋破壊している。

鋼橋の内、昭和橋、他1橋は水流による動水

表 6 - 4 浦上川及び中島川のアーチ橋

符号	橋 梁 名	河 川 名	形 式	摘 要
A	二 郷 橋	浦 上 川	石造アーチ橋	
B	西 山 石 橋	西 山 川	〃	
C	一 の 瀬 橋	中 島 川	〃	
D	橋名不明(34号線の橋梁)	〃	鉄筋コンクリートアーチ橋	
E	一 の 橋	〃	〃	
F	中 之 橋	〃	〃	
G	大 手 橋	西 山 川	石造アーチ橋	
H	鎮 西 橋	〃	鉄筋コンクリートアーチ橋	写真 6 - 21
I	阿 弥 陀 橋	中 島 川	石造アーチ橋	
J	高 麗 橋	〃	〃	

圧で押し流され流失した。

又河川の屈曲部、狭小な位置に橋梁が架けられているため、下部構造が洗掘され、破壊した橋梁も多く見受けられた。

6. 5. 中島川のアーチ橋と浸水状況

アーチ橋は冠水の時河積が前述のように20%～54%も狭められ、治水上問題がある。中島川には流失した石造アーチ橋も含めて18橋ある。中島川の浸水区域とアーチ橋との分布状態を、図 6 - 4 に示す。

浦上川では使用していない石造アーチ橋、二郷橋が1橋あった。表 6 - 4 に橋梁名と構造形式を示す。

6. 6. 結 論

橋梁の破壊は、交通の支障となり再建にはかなりの期間がかかり、住民の生活に多大の影響を与え、都市災害上非常に重要である。

今度の長崎地方の集中豪雨で浦上川、中島川、八郎川等の各河川の流量が増加し、橋梁の上部構造まで冠水した。又流速はかなり早く、特に山間上流部では奔流となり流水による動水圧により、橋梁にも多大の被害を与えた。

被害を受けた55橋について被害状況、被害を受けた原因について調査した結果をまとめると、

1) 石造アーチ橋は、動水圧に対して比較的稳定であった桃溪橋、眼鏡橋、袋橋以外は冠水

した橋梁は流水による動水圧により、又基礎の洗掘により全壊している。

2) 中島川の石造アーチ橋は、歴史的な橋であって紀元1634～1699年の約300年前に建造されたもので止むを得ないが、冠水した場合は河積が20～54%も狭められ、治水上問題がある。

3) 中島川、西山川に損傷、流失しなかった石造アーチ橋を含め鉄筋コンクリートアーチ橋が、9橋架設されており計画洪水水位が不明であるが、この橋梁計画も治水上問題がある。

4) 鉄筋コンクリート橋、鋼橋では下部構造の基礎の根入が浅いため、洗掘沈下して上部構造が落橋破壊している。

5) 石積護岸を利用した橋台が見受けられるが、これは洗掘流失、上部構造が落橋破壊している。

6) 石造アーチ橋、八郎川河口の2橋を除いて被害を受けた橋梁は、山間上流部に多い。調査の結果、下部構造が洗掘され、被害を受けた橋梁は、

- 1) 河川の屈曲部に架けられている。
- 2) 河幅の狭い所に架けられている。
- 3) 基礎地盤が砂礫層である。
- 4) 下部構造の根入が浅い。
- 5) 橋梁桁下空間が小さい。
- 6) 河積を狭くする構造形式である。

これらを考慮して架橋計画を実施して居れば、もう少し橋梁の被害は少なかったであろう。

今後も橋梁の再建に当たってはこういったことを考慮すべきであろう。

7. 都市災害

高橋 和雄*・岡林 隆敏*

7. 1. ま え が き

7月23日夕刻からの集中豪雨によって市内中央部を流れる中島川、浦上川および支川のはんらんによって交通施設および都市施設が冠水したために、重大な機能障害を受けた。

図7. 1は都市災害の発生時刻を示すものである。降雨が激しくなって30分後の19:30頃までに自動車、国鉄列車、路面電車および路線バスなどの交通機関が運行不能となり、運転中止となった。これらの車両は路線上に放置された。

20:00頃から河川のはんらんが始まり、建物の1階部分の事務室および売りに濁流が押し寄せ、病院、ホテルおよびデパートなどの地下室を水没させた。地階に電気設備、空調設備などを備えた中高層ビルはその中枢機能が完全にまひした。

落雷、河川のはんらんによる護岸の決壊などによる電柱の倒壊および振橋変電所の冠水などによって、8:00頃から停電が市内の各所で生じ始めた。九州電力長崎営業所管内の停電は最大時

62,000戸（停電率30.4%）に達した。

激しい雨の中で帰宅できない人の安否連絡や救出を求める人の通話および電話機の冠水などによる機能障害などで、20:00から24日24:00まで電話がふくそうした。

中島川の石橋群に添加されていたガス管が流失したために、24日2:30に42,000戸のガスが供給停止となった（停止率43%）。

市内の5つの浄水場が冠水によって浄水機能を失ない、他の浄水場でもポンプ系統などが停止して、93,000戸が断水した（断水率62%）。

山腹では山くずれ、土石流がいたるところで発生し、多数の死傷者を出した。また、道路網が寸断され、国鉄長崎本線および路面電車の軌道なども大きな被害を受けた。このようにして、一夜のうちに長崎の都市機能がまひした。

翌24日には道路上および河川などに放置自動車が無残な姿をさらし、流木、粗大ごみおよび堆積土砂が市街地にあふれた。24日から都市施設の機能を回復するための復旧作業が開始されたが、道

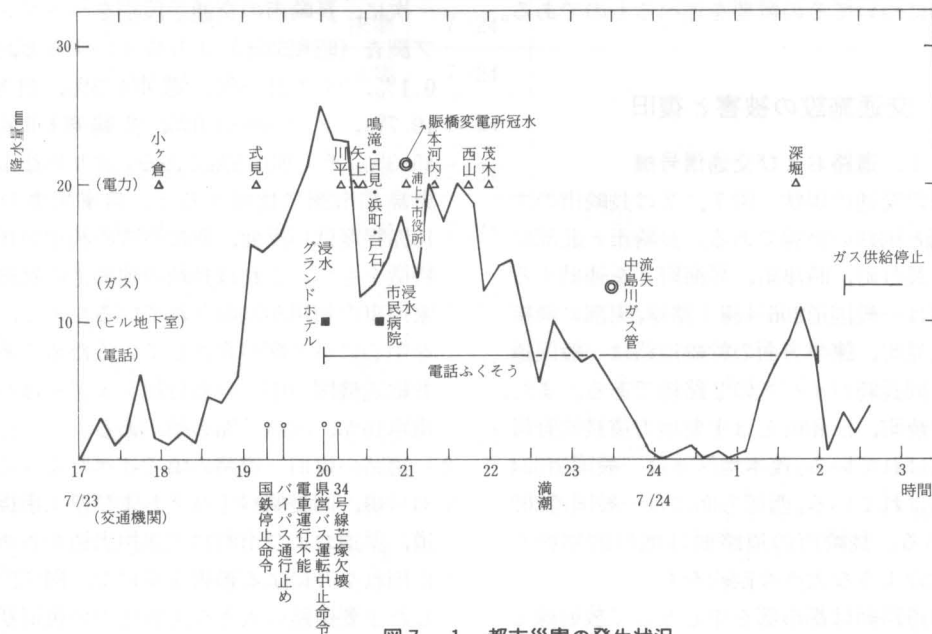


図7. 1 都市災害の発生状況

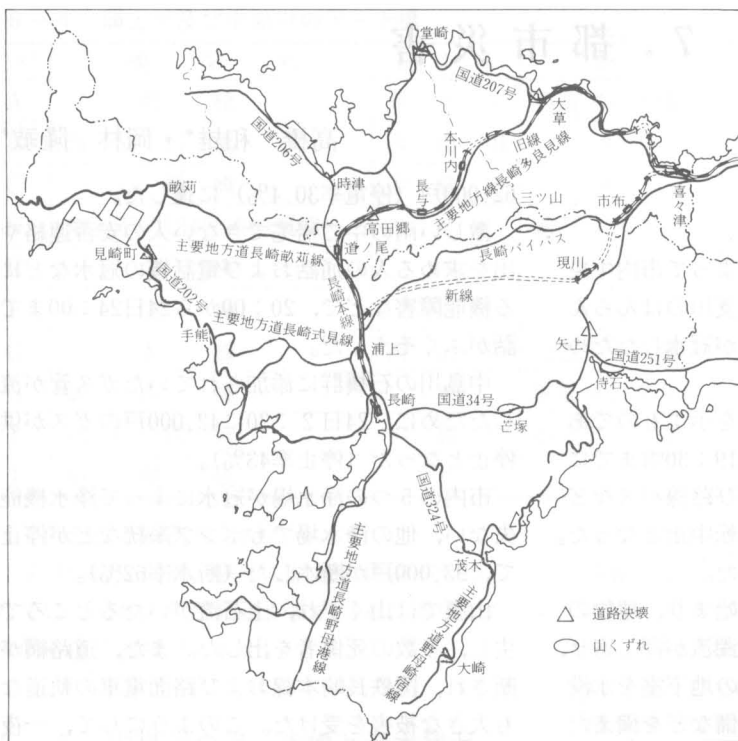


図7. 2 長崎市の主な交通網

路網の寸断で、長崎市に入っている幹線道路は国道206号線1本どなって、マイカーラッシュによる交通渋滞が生じた。以下の節はこのような都市災害の状況と復旧についてその概要を述べるものである。

7. 2. 交通施設の被害と復旧

7. 2. 1. 道路および交通信号機

1) 長崎市の交通の現状 図7. 2は長崎市の主要道路網と国鉄の路線である。長崎市と北部に隣接する長与町、時津町、琴海町とを連結する幹線道路は一般国道206号線1路線、東部に隣接する多良見町、諫早方面の幹線道路は一般国道34号線、同長崎バイパスの2路線である。また、南部の香焼町、三和町とは主要地方道長崎野母港線で結ばれている。茂木地区とは一般国道324号線で結ばれている。西部方面には一般国道202号線がある。長崎市の道路網は地形的制約もあって次のような大きな制約をもつ。

① 幹線道路網は都市部を中心として放射線となっているのみで、都市間を連結するネットワークとしての幹線道路網の整備が遅れてい

る。放射状道路の中心とも言えるべき長崎駅前には94,531台/日という九州一の交通量である。

② 数少ない幹線道路網に交通が集中しているために、道路の混雑度はいずれも1.2を越えている。特に国道34号線には容量の2.5倍の交通量がある。このために、災害時に代替道路として、他の幹線の交通量をさばくことができない。

上記の①、②が今回の水害の復旧過程ではっきりと浮きぼりにされた。

道路の他に、長崎市と長与町、多良見町、諫早市を結ぶ交通手段として、国鉄長崎本線がある。長崎本線には道ノ尾・長与経由の旧

線と、現川・市布経由の新線の2線がある。また、長崎市内の交通手段として、市内の中心部を結ぶ路面電車がある。

次に、長崎市の交通手段別をパーソントリップ調査（昭和52年）より抜粋すると、鉄道の0.1%、バス21.8%、電車4.3%、自家用車19.7%、タクシー3.0%、2輪車4.9%、徒歩45.3%、その他0.5%である。北九州都市圏や鹿児島都市圏に比較すると、自家用車の利用が10%程度低い反面、逆にバスの利用が10%高い特徴をもつ。これは長崎の地形上の制約から自家用車の利用が制限されているためと、長崎市を中心にバス網が発達しているためである。公共輸送機関の中での各分担シェアはバス82%、電車16%、国鉄2%の順である。

2) 道路の復旧 道路の頃で述べたように、国道34号線、同長崎バイパスおよび県工事担当の国道、県道および市町村工事担当道が各所で決壊、山崩れなどによる被害を受けた。図7. 2に示した主要道路の大きな災害地点の復旧状況は表7. 1のとおりである。図7. 3は国道34号線が復旧の8月20日までの道路および交通機関の

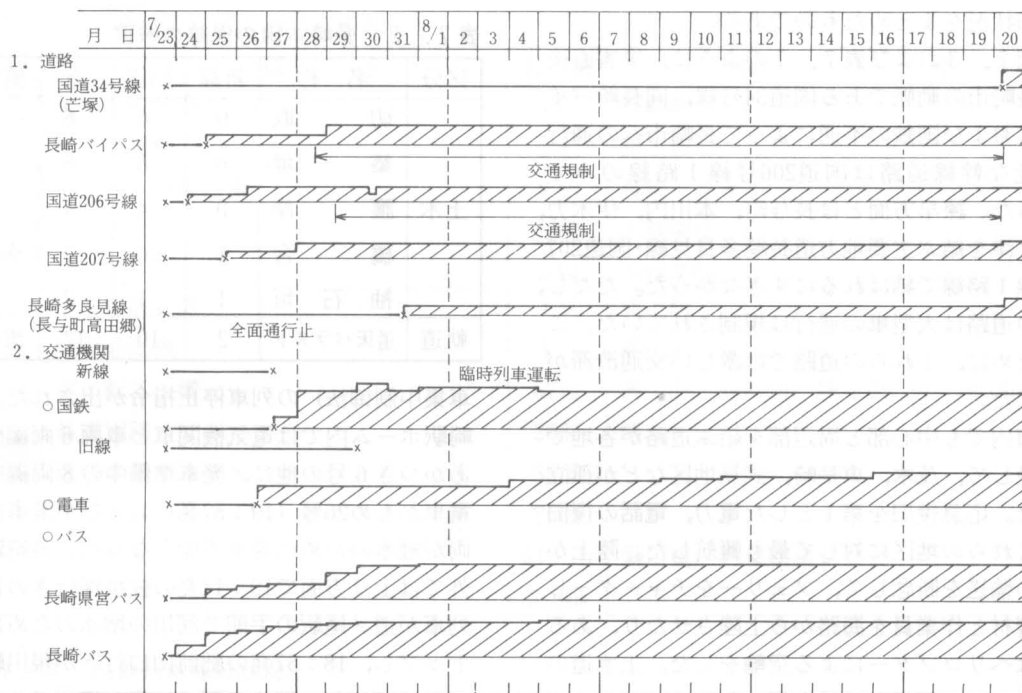


図 7. 3 主要道路および交通機関の復旧状況

表 7. 1 主要道路の復旧状況

路線名	主な被害箇所	原因	規制状況				完了
			全面止	片交 (普通以下)	トン数制限	片交 (全車)	
34号	長崎市芒町	決壊	7/24				8/20
	長崎市平間町	決壊	7/24				7/26
34号バイパス	長崎市三ツ山町	山崩	7/24				7/28
202号	長崎市見崎町	決壊	7/24				8/9
206号	時津町元村バス停	決壊	7/24	7/24 8:30		7/26 8:30	
207号	長与町堂崎	決壊	7/24	7/25 15:30	7/28～8/20 4t以下		7/28
	多良見町大草	橋梁	7/24	7/24 17:00	7/27～8/20 4t以下		7/27
251号	長崎市侍石	山崩	7/24	7/26 9:50			8/3
342号	長崎市茂木町黒橋付近	山崩	7/25		8/1 4t以下	8/7 13:00	
野母崎宿線	長崎市 千々～大崎～宮摺	決壊 山崩	7/24		8/12 2t以下		
長崎多良見線	長与町高田郷	決壊	7/24			7/31 12:00	8/23 8:00

復旧状況をまとめたものである。

図7.3および表7.1のように、災害直後の長崎市の動脈である国道34号線、同長崎バイパスおよび国鉄の不通によって長崎市への通行可能な幹線道路は国道206号線1路線のみであった。諫早方面とは長与町、本川内、伊木力、喜々津を結ぶ主要地方道長崎多良見線・国道207号線1路線で結ばれるにすぎなかった。ただし、この道路は大型車の通行は規制されていた。このために、これらの道路では激しい交通渋滞が生じた。

市内でも中心部と周辺部を結ぶ道路が各地で途絶して、茂木、東長崎、式見地区などが孤立した。応急復旧を第1とした電力、電話の復旧もこれらの地区に対して最も難航した。陸上からの輸送を断念して、フェリーをチャーターして資材と作業員を海路から上陸させたり、あるいはヘリコプターによる空輸をした。上水道の給水なども同様な手段を用いた。

道路の復旧はバスの通行道路の確保を優先的に行ったために、バス路線を中心に順調に進んだ。しかし、被害の大きかった国道34号線芒塚町付近および主要地方道野母崎宿線の大崎・千々地区などは復旧が遅れた。この間、災害復旧の効率を上げるために国道206号線と長崎バイパスなどに交通規制が実施された。長崎市において最も打撃が大きかった国道34号線は当初の見込みよりも10日ほど早く、8月20日に2車線同時の全面開通した。

7.2.2 交通信号機

市街地の冠水によって、道路上の堆積土砂、流木および放置自動車などが交通の妨げとなったが、この他に、長崎県警察本部交通管制センターの交通信号機が浦上駅前、茂里町、中央橋、観光通り、矢上などの地区で34個リレー部など冠水したために、機能障害が生じた。市内の信号機は国道34号線の東長崎地区のものを代用することによって、2日後に仮復旧した。

7.2.3. 国 鉄

1) 車両の被害 乗客147名を乗せて発車寸前のあかつき4号(19:16発)が豪雨のために長崎駅ホームで立ち往生した。19:18にCTC(列

表7.2 長崎本線の保線の被害

区分	名 称	新線	旧線	計	備考
土木	切 取	0	6	6	
	築 堤	0	6	6	
	護 岸	0	4	4	
	橋 台	1	6	7	洗掘
	袖 石 垣	1	1	2	
軌道	道床バラスト	2	10	12	流失

車集中制御法)の列車停止指令が出された。長崎駅ホーム内では電気機関車と車両6両編成のあかつき6号の他に、発車準備中の8両編成の電車かもめ26号(19:57発)および余備車両8両が冠水のために発車不能となった。長崎駅以外では上り方面で19:11発の佐世保行きの特快列車が道ノ尾駅の手前で河川の増水のためにストップし、18:57発の肥前山口行きが現川駅でストップした。下り方面では喜々津駅で2本の列車が運転中止となった。長崎本線の雨量計は新線(市布経由)では現川駅に、旧線(長与経由)では大草駅にそれぞれ設置されている。国鉄の運行体制基準は雨量のデータをケーブル搬送で小倉のCTC中央装置に送って、時間雨量が50mmになると列車運行を中止して、軌道の安全を確認する方法である。このシステムによって、交通機関のうち国鉄は最初に運転中止となった。

2) 土木および軌道の被害 国鉄長崎保線区の土木および軌道被害は表7.2のとおりである。旧線の線路が海岸線沿いの低い位置にあるために被害が大きく、新線は高い位置でかつトンネルが多いために被害が小さい。主な被害は東園一大草線119K900M左(鳥栖を起点としたキロ数)の切取災害と、長与一道ノ尾間124K780M左と124K960M左の護岸災害の3箇所である。被害額は応急復旧費1億180万円、復旧費2億300万円である。軌道の流失箇所はなく、道床バラストの流失だけであった。(被害額3,000万円)。

3) 通信・信号関係の被害 国鉄の通信・信号設備の主な被害状況を表7.3に示す。長崎駅1m、浦上駅2mの冠水によって駅構内の座席予約装置、模写複写機の他に各種の電話機などの

表 7. 3 国鉄の主な信号通信の被害

区分	設 備 名	数 量	備 考
通信	座席予約装置	4 組	長崎駅
	模写受信機	2 組	浦上駅
	トンネル無線設備	2 組	長崎トンネル
	沿線電話機	9 組	旧線関係
	通信ケーブル	5 km	旧線関係
信号	CTC 駅装置	1 式	浦上駅
	継電連動機	1 式	浦上駅
	電気転てつ機	67 台	浦上(10), 長崎(26), 諫早(22), その他(9)
	軌道回路	26 個	浦上一三川
	信号装置 A T S リレー	35 個	
	多進路表示器	26 個	
	踏切設備	64 ヶ所	梁川橋, 竹屋橋踏切など
	信号ケーブル	5.5km	

表 7. 4 国鉄列車運転状況

種別 月日	旅 客		貨物	備 考
	特 急	普 通		
7 / 23	31	35	8	19：18運転停止指令
7 / 24～7 / 26	0	0	0	全面運休
7 / 27	15	11	1	市布経由開通（13：35）
7 / 28	36	45	11	正常ダイヤ（大草経由を市布経由へ）
7 / 29	36	45	12	〃
7 / 30	36	45(+12)	12	大草経由開通，長崎－大草間（6 往復）
7 / 31	36	45	12	平常運転
8 / 1～8 / 4	36	45(+7)	12	長崎－諫早(市布経由)，臨時列車(上り 3 本，下り 4 本)
8 / 5	36	45	12	平常運転

通信設備が被害を受けた。長崎トンネル内のトンネル防災用のトンネル無線機も 2 組冠水によって使用不能となった。通信ケーブルは主として旧線沿いで被害を受けている。通信ケーブルの切断部分はないが，伸びきっていた部分が張替えとなっている。通信関係の被害額は 7,000 万円である。

次に信号設備の被害については浦上駅構内の CTC 駅装置，継電連動機が冠水したのをはじめ，長崎駅，浦上駅，諫早駅構内の転てつ機，沿線の信号装置，浦上駅をはさむ梁川橋，竹屋橋などの踏切設備が被害を受けた。信号関係の被害額は 1 億 7,600 万円である。

4) 復旧 復旧工事は被害の少なかった新線から開始された。新線の復旧工程では浦上駅の CTC 駅装置および継電連動機の復旧が critical path（あい路）となった。CTC 駅装置の製作は 2 ヶ月ほどかかるために，駅員が操作する方式を採用し，また継電連動機は一部の機能を停止して仮配線による復旧をはかった。道路の寸断のために復旧資材の運搬に苦勞しており，国鉄では諫早から長与経由の長崎多良見線で小型トラックによる輸送を行った。浦上駅が 7 月 27 日 1：35 に復旧したことによって，新線は開通した。

旧線は土砂の撤去に時間を要したために，復

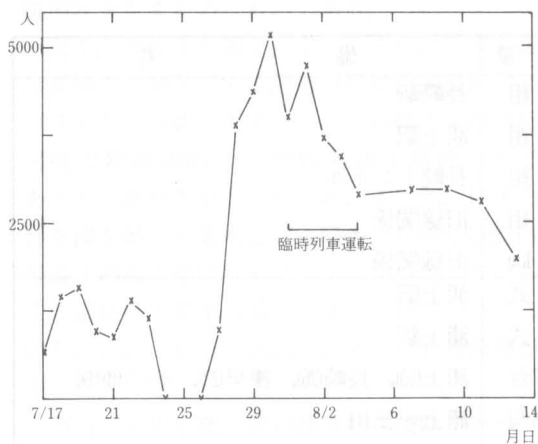


図 7. 4 国鉄長崎駅の近距離切符の販売状況

旧が遅れ、大草一浦上が28日24:00に開通し、喜々津一大草が31日1:57に開通した。

水害に伴う国鉄の列車運転状況を表 7. 4 に示す。7月27日に新線が開通した後、国鉄は28日から旧線の列車を新線にまわして正常ダイヤで運転している。旧線の復旧に伴って7月31日から所定の運転が開始された。この間の運休列車は327本である。8月1日から8月4日まで災害復旧用に諫早ー長崎に7本の臨時列車が運転された。

水害前後の長崎駅構内の自動発売機による近距離切符の販売状況は図 7. 4 に示すとおりである。7月28日からの国鉄の利用客は通常の3倍以上となっており、34号線の不通および206号線の交通規制中の交通手段として国鉄が利用されていたことがうかがえる。なお、水害後観光客などの長距離利用客は大幅に減少しており、乗客数は前年の9割程度である。国鉄の貨物は災害復旧用の資材運びを特にしなかったが、全国から寄せられた救援物資を17,609個(8月31日現在)、1日平均518個輸送した。

7. 2. 4. 路面電車

- 1) 路面電車の被害 7月23日19:35頃から豪雨による

軌道敷内冠水のため電車の運転不能が出はじめ、次いで運行中の電車内冠水のために乗客および運転手が避難して、車両は軌道上に放置された。20:10に西町制御室が冠水したために、変電所を制御室からスイッチオフにして、全面運行中止となった。岩屋下水路、浦上川、下の川下水路および中島川のはんらんによって、河川脇の軌道敷が河川となり、横切ることができないほどであった。特に岩屋川脇にある浦上車庫全体が1m近くの水深になり、茂里町付近は2m、中島川脇は2mの水深であった。

図 7. 5 に水害当時の電車留置状況を示す。営業線上の30両のうち岩屋橋、茂里町、銭座町、新大工、築町および入江町の13両が床上もしくは床下浸水で電気系統が故障して運行不能となった。浦上車庫の30両とも冠水した。蛍茶屋車庫の8両は無事であった。この結果、在籍車両68両のうち43両が冠水した。

図のように、4つの変電所のうち、西町、川口および出島の3変電所が冠水した。この他に浦上車庫構内、入江町などの4ヶ所の信号設備、西町制御指令室の通信施設、浦上車庫内の修理工場、機械設備も冠水した。

軌道の被害は岩屋橋一大橋、宝町ー長崎駅前、西浜町ー思案橋、西浜町ー賑町などの被害が大きく、流木散乱および堆積土砂延長は1,090m

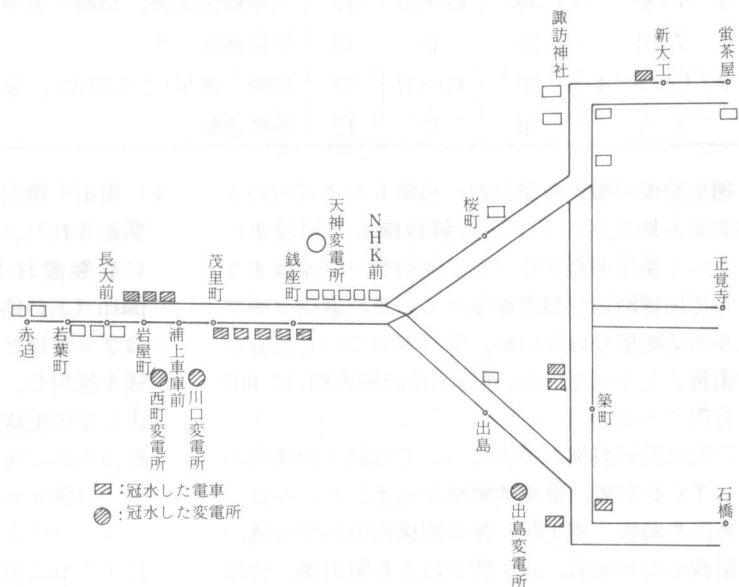


図 7. 5 電車留置状況

表 7. 5 電車の運行状況

車両数 \ 月 日	7/26－8/3	8/4－8/8	8/9－8/10	8/11－8/15	8/16－8/31
1 系統 (赤迫－正覚寺下)	10(6.5)	9(6.5)	10(6.5)	11(6)	13(5)
3 系統 (赤迫－蛍茶屋)	10(8)	9(7)	9(7)	10(6.5)	10(6.5)
4 系統 (正覚寺下－蛍茶屋)	0	0	0	0	3(10)
5 系統 (石橋－蛍茶屋)	0	4(10)	4(10)	5(8)	5(8)
計	20	22	23	26	31
運行率 %	52	65	66	76	89
備 考	1 系統 赤迫－築町				1 系統 赤迫－正覚寺下

() の数字は運転間隔 分

に、道床および舗装損壊延長は530mに達した。被害額は車両工場、機械設備関係 1 億2,100万円、土木電気関係 1 億2,600万円、計 2 億4,700万円である。

2) 復旧 復旧は 7 月24日に西町変電所および浦上車庫信号機器の泥水・泥土の除去から着手された。復旧作業は県外の同業者・メーカーの応援をえた。26日に営業線より電車の車庫入庫が完了した。車両検査の結果、22両が可動であることが判明した。冠水を免れた天神変電所の送電力でこのうち20両が動かせることから、26日 15:00から運転が開始された。車両の復帰状況（8月3日：運転可能車24両、11日：26両、13日：29両(1200形新造車 3 両)、15日：34両(1200形新造車 5 両)、20日：39両、30日：44両）および変電所の復旧状況（8月4日：西町変電所、10日：出島変電所、15日：川口変電所）に伴う電車の運行状況は表 7. 5 のとおりである。運行率の定義は走行距離を正常走行距離7,021kmで割ったものである。運休に伴う被害額は約 5,000万円である。なお、電車は 9 月10日に全面復旧している。

7. 2. 5. 路線バス

1) バスの被害 長崎市の交通に占めるバスのウェートは高く、長崎県営バスおよび長崎自動車の 2 社によって市内のいたところが結ばれている。市内中央部の競合地区を除いて、郊外の東長崎地区は長崎県営バスのカバー領域である。

一方、茂木地区、住吉より北部の市内、時津町、長与町および西彼杵半島は主として長崎自動車のカバー領域である。

豪雨によって道路が河川となったために、運行中止になるバスが各地で続出した。一例として表 7. 6 に当日18時以降に運転していた長崎県営バスの車両の状況を示す。表のように、長崎・矢上および長与営業所所属の車両の42%は途中で運行中止になり、放置された。

運転手および乗客の的確な状況判断によって、避難誘導が行われ、幸いにも人的被害はなかった。このなかには東長崎矢上町の東公民館前の国道34号で長崎県営バス 2 台が濁流に立ち往生、バスの屋根に避難した乗客が歩道橋からカーテンをつなぎあわせたロープで救助されるといった危機一髪の救出例も含まれている。

表 7. 7、7. 8 に長崎県営バスと長崎自動

表 7. 6 7 月23日18時以降に運行していたバスの状況

項目 \ 営業所	車両数	営業所に帰着した車両数	途中で運転を中止した車両数
長 崎	73	56	17
矢 上	34	20	14
長 与	34	6	28
諫 早	40	32	8
その他	68	64	4
計	249	178	71

表 7. 7 長崎県営バスの被害車両一覧表（在籍車両476）

営業所	区分	大破修理不能	小破修理可	浸水修理	浸水点検整備	計
長崎		0	0	0	26	26
矢上		1	0	55	7	63
長与		0	1	0	16	17
諫早		1	0	0	10	11
大村		0	0	0	1	1
小浜		0	0	0	1	1
計		2	1	55	61	119

車のバスの被害状況を示す。バスの大破・小破はきわめて少なく、ほとんどが冠水によるエンジン、冷房機、バッテリーおよびワンマン機器などの電気および機械系統の障害である。

まず、バスのボディの損傷に着目すると、長崎県営バスの大破の2台は前述の八郎川のはんらんで矢上バス停付近で濁流によって押し流されたバスに流木などが突き当たり破壊されたものである。小破のバスは女の都営業所で土砂くずれにあったものである。長崎自動車の大破は滑石でがけくずれの直撃を受けたもので、約70名の乗客はすでに避難していた。他の1台は流合地区で停車中がけくずれによる土石流が流入して破壊されたものである。

次に、路線もしくは駐車場で冠水したバスの被害状況については長崎市内に営業所をもつ長崎自動車の被害が大きく、在籍車両の50%が被害を受けた。特に茂里町、常盤町、大橋、松ヶ枝、神ノ島および稲佐橋営業所所属の車両の被害が大きい。長崎県営バスでは東長崎矢上営業所所属の車両の被害が大きい。

長崎自動車では車両の他に茂里町の整備工場が60cmほど冠水したために、機械設備、モーター、コンプレッサーおよび検査機器関係の被害がでた。整備工場は7月27日まで排水、水洗いなどでストップした。被害額は長崎県営バス4,510万円、長崎自動車5,899万円である。

2) 復旧 被害の大きかった長崎自動車のバスの修理は県外のメーカーの応援を受け、ステップまでつかったバス178台から重点的に開始された。8月4日に応急復旧した。

図 7. 6 に水害直後の長崎県営バスおよび長

表 7. 8 長崎自動車の被害状況（在籍車両604）

冠水状況 営業所	大破中破	浸水修理	浸水点検整備	計
茂里町	0	35	26	61
常盤町	1	31	16	48
大橋	0	49	21	65
松ヶ枝	1	23	18	42
神ノ島	0	11	21	32
稲佐橋	0	19	12	31
田上	0	9	9	18
時津	0	6	2	8
計	2	178	125	305

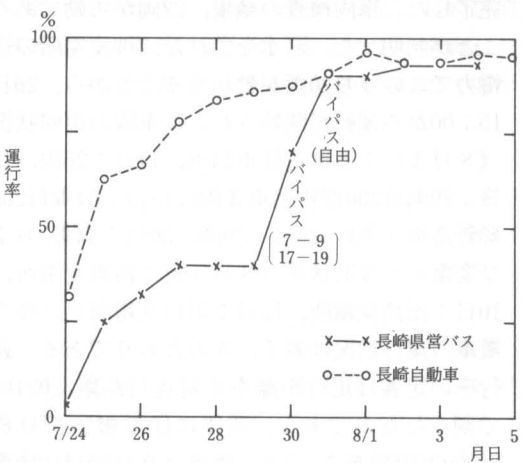


図 7. 6 バスの運行率

崎自動車のバスの運行率を示す。運行率の定義には両者の間に若干の相違がある。バスの通行道路の確保を優先した道路の復旧とそれに続くマイカー規制によるバスへの依存度の増大とで、バスの復旧は急を要したために、順調に回復している。特に長崎市内をカバーする長崎自動車

の復旧は順調である。長崎自動車では7月29日からは長与町、滑石方面のバスを最大8台増便して、交通規制中の通勤の足を確保した。一方、空港、佐世保、諫早および矢上への長崎バイパス、国道34号線経由をもつ長崎県営バスの復旧はこれらの道路の寸断の影響を著しく受けた。長崎バイパスの開放によって90%まで復旧し、さらに8月20日の国道34号線の開通によって99%まで復旧した。

7. 2. 6. 自動車

今回の水害の特徴として、濁流に流された自動車の被害がある。帰宅時間と重なったために、多くの自動車が濁流に流された。道路が河川となったために、運転中のドライバーは避難するのがやっと、自動車に乗ったまま流されるケースもかなりあった。今回の水害で豪雨時には自動車はもういことが端的に示された。またオートマチック自動車では電気系統の障害によって窓が開かないという防災上の問題が生じた。市街地が冠水したために、駐車場および自動車販売店の自動車も数多く冠水もしくは流失した。

翌朝には自動車が流木とともに濁流をせきとめた跡や自動車が商店街のシャッターを破って突っこんだ姿が見受けられた。

長崎市内の幹線道路や県道・市町道のいたるところに堆積土砂や粗大ごみとともに放置自動車が散乱し、災害直後の一般交通や緊急輸送車両等の通行の大きな障害となった。長崎県警は車両のナンバーによる車籍照会によって所有者に直接引き取らせるか、あるいはレッカーなどで周辺の空地に移すことによって、放置自動車を撤去した。長崎県警で把握した長崎市内各警察所管内の放置自動車の台数は表7. 9に示すとおりである。特に

長崎(市中央部)、東長崎警察署管内で多い。放置場所別では、道路上で1,204台、河川・空地・駐車場で364台である。これらの自動車は運転中に放棄されたものか、あるいは駐車中に流されたのかの区別は不明であるが、今後追跡調査を実施する予定である。これによって、豪雨時の自動車の防災対策を明らかにしたい。

この他に、自宅、駐車場、自動車販売店および自動車整備工場などでも冠水した自動車は相当数にのぼるとみられる。各機関などで把握した自動車の被害状況は次のとおりである。

- ① 長崎市消防局でり災証明を発行した自動車の被害
冠水1,959台、流失526台、計2,485台
- ② 長崎県陸運局登録課でナンバープレートをなくし、り災証明書をつけて廃車にした自動車145台
- ③ タクシー協会で調べたタクシーの被害
冠水169台、流失12台、破壊1台、計182台
- ④ トラック協会で調べた営業トラックの被害
冠水192台、流失6台、計198台
- ⑤ 自動車整備振興会で調べた自動車販売、整備会社の長崎支部の自動車の被害
冠水972台、流失160台、計1,132台
- ⑥ 長崎大学で調べた水害後、自動車整備工場201箇所に修理に出された冠水自動車 7,593台

7. 2. 7. 交通渋滞および交通規制

災害直後の長崎市内の交通事情は、
① 郊外からの幹線道路がわずかに国道206号線だけであること、および、
② 市内の道路も各所で寸断され、交通信号機の故障箇所が多いことなどできわめて悪くなっていた。そこへ交通機関のまひによるマイカーラッシュと道路、ガス、水道などの災害復旧車、災害応援車および災害見舞いの車などで交通渋滞が生じた。災害復旧用の車が被災地になかなか入れないという状況になった。このために、輸送路の確保と被災地域内の混雑緩和を図ることを目的として、長崎県警察本部、長崎県および長崎市災害対策本部はマイカー通勤をやめて、バスや電車を利用することなどのマイカーの自粛の広報活動を行った。しかし、呼びかけの効果はあがらなかった。図7. 3に示したように、

表7. 9 放置自動車の台数

区 分	署 別	長崎	大浦	稲佐	浦上	東長崎	計
道路の放置自動車台数 (撤去台数)		724	88	57	118	217	1,204
河川・空地・駐車場等の流出台数		92	26	11	58	177	364
合 計		816	114	68	176	394	1,568

(長崎県警調べ)

表 7. 10 災害復旧のための主な交通規制

規制路線名	規制区間	規制種別	開始日	規制の段階的解除状況	解除日	規制権者
国道34号線 長崎バイパス	長崎バイパス入口先から市布交差点まで(11.168km)	自動車通行禁止	7月28日 13:00	別表参照	8月20日 6:00	公安委員会 災害対策基本法76条
国道202号線 国道206号線	佐世保市早岐町観潮橋から西坂町NHK放送局先まで(早岐町から西坂町に進行するもの)(59.9km)	車両通行禁止 ○許可対象車両 ○大型自動車 ○4t以上の貨物自動車 ○タクシー ○二輪車を除く	7月29日 7:00	8月1日 ○区間短縮 西彼杵郡琴海町村松交差点から宝町交差点まで(16.5km) ○規制時間 終日を7:00～17:00に	8月20日 7:00	警察署長 道路交通法5条

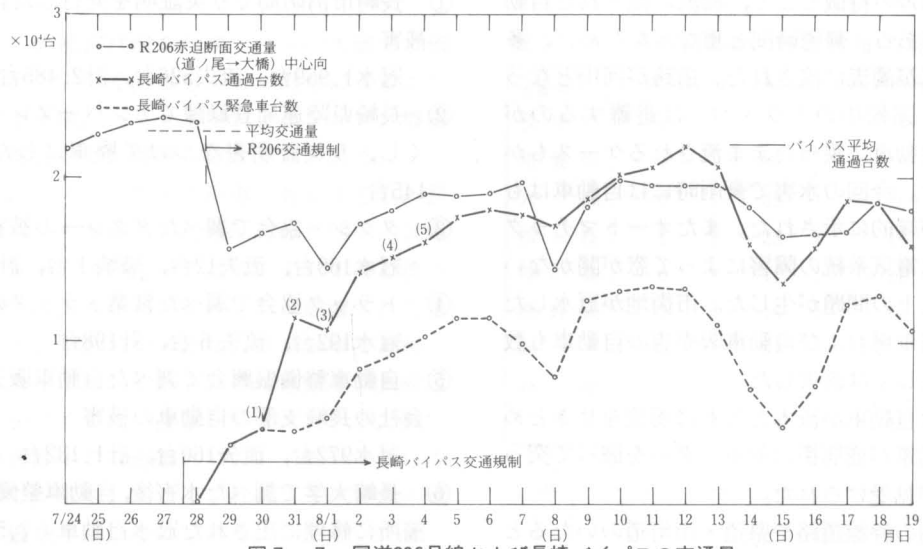


図 7. 7 国道206号線および長崎バイパスの交通量

路線バス、路面電車（7月26日）および国鉄長崎本線（7月27日）などの復旧によって公共輸送機関が次第に確保されてきた。

7月29日7:00から国道206および202号線観潮橋から長崎NHK先までの長崎市中心部向けの自動車通行に対して、表7.10に示すような警察署長による交通規制が実施された。この規制は8月1日に一部解除されたが、国道34号線が開通する8月20日6:00まで実施された。署長規制は道路交通法第5条に基づく交通の安全と円滑を目的とした1ヶ月以内の規制である。図7.7は国道206号線赤迫断面の中心部向けの交通量を示す。交通量は交通管制センターの車両感知器のカウンターによるもので、データの信頼性は95%程度である。災害直後、交通量が平均よりも増えていたが、規制後7,000台ほど減少している。規制期間中の交通量の変動は日曜

日およびお盆の期間を除いて少ない。この間、ベッタウンの時津町、長与町、滑石などから市街地へのマイカー出勤者は一部バス、国鉄および電車へ乗り替えていたようである（図7.4および7.2.5のバスの復旧の項参照）。

長崎バイパスは7月24日18:20に工事用の1車線が確保され、道路公団は7月25日から工事用作業車と緊急車のみを通した。7月29日に2車線が応急復旧した。長崎バイパス1本では多良見、諫早方面の交通をすべてさばく余裕がないために表に示すように7月28日13:00から県公安委員会は災害対策基本法第76条に基づく長崎バイパスの一般車両の通行を禁止した。災害対策基本法による規制は期間が1ヶ月以上に及ぶときに適用されるものである。規制直後から長崎バイパスの規制は通勤の足を確保するためや、緊急車両の通行状況などから表7.11に示

表 7. 11 長崎バイパスの規制の段階的解除状況

期 日	内 容
(1) 7. 30	路線バス } 7 : 00 ~ 9 : 00
	遠距離バス } 17 : 00 ~ 19 : 00
	空港バス } 7 : 00 ~ 19 : 00
(2) 7. 31	路線バス } 7 : 00 ~ 20 : 00
	遠距離バス } 7 : 00 ~ 20 : 00
	夜間の全面解除 20 : 00 ~ 4 : 00
(3) 8. 1	タクシーの解除
	4 t 以上の貨物自動車の解除 12 : 00 ~ 4 : 00
(4) 8. 3	バスの全面解除
(5) 8. 4	3 t 以上の貨物自動車の解除 12 : 00 ~ 4 : 00

すように段階的に解除された。特に夜間一般車両が解除された後には自動車通過台数が増大し、通常の値に近づいている。長崎バイパスの交通規制は 8 月 20 日に解除された。

国道 34 号線の東長崎地区については、道路管理者の建設省が交通規制をしてきた。しかし、本河内町道光バス停から芒塚町スズキフロントまで 2.4km 開通後にはこの区間に、路線バスおよび許可車のみを通すために警察署長による交通規制が実施された。

この他、主要地方道東長崎長与線の平間町東長崎トンネル上から畦別当間 2.2km も交通渋滞を避けるための交通規制が実施された。



図 7. 8 長崎市の主な貯水池および浄水場

国道 206 号線および長崎バイパスの交通規制は災害復旧を早めるうえでは妥当な方策であった。しかし、一方長崎市の道路事情の悪さを浮きぼりにした象徴的なものであった。この間、一般の商業活動などの社会活動が大きな制約を受けた。

7. 3. 都市施設の被害と復旧

7. 3. 1. 上 水 道

1) 上水道施設の被害 長崎市の主な上水道の浄水場および送水管を図 7. 8 に示す。表 7. 12 は水害による主な浄水場施設の被害状況、断水戸数、完全給水日および応急措置をまとめたものである。浦上・本河内および矢上の 3 浄水場は浄水場の冠水による土砂流入のために浄水機能が停止した。さらに、送水ポンプ機能の停止および送水・配水管の損傷によって給水が不能となった。手熊浄水場の被害は落雷によるポンプ系統の損傷によるものであった。管路の破断はほとんどなく、大きな箇所は矢上水系の長龍寺配水池の管路のみであった。この他に相川、平地および東部の 3 浄水場、茂木水道、太田尾、飯香浦および千々簡水道が被害を受けた。道ノ尾浄水場関連施設は無事であった。これらの浄水場の被害によって長崎市水道局の給水戸数の 62% にあたる 93,000 戸が当初断水した。

2) 上水道の復旧 表 7. 11 のように浦上および本河内浄水場の浄水施設の機能回復とポンプおよび電気系統の点検補修は順調に進んだ。しかし、八郎川のはんらんで浄水場全体が冠水した矢上浄水場は交通が途絶したこともあって機能回復が遅れた。浄水場の復旧にあたってはモーターなどの電気系統の点検補修に最も時間を要した。図 7. 9 は上水道の復旧に伴う断水率の変化を示すものである。7 月 24 日には断水率が 46% に減少している。これは浄水場が冠水しなかった手熊水系の断水戸数が 29,000 戸から 8,700 戸に減少したためである。長崎の地形上の制約から小さい水系ごとの浄水場が

表 7. 12 浄水場関連施設の被害状況

区 分		手熊浄水場	浦上浄水場	本河内浄水場	矢上浄水場	出雲浄水場	鹿尾川水道
被害区分	冠 水		○	○	○		○
	浄水機能停止と復旧日		○(7/25)	○(7/24)	○(7/31)		○(7/26)
	送水ポンプ停止と復旧日		○(7/26)	○(7/24)	○(7/31)		○(7/29)
	導水施設損傷	○	○		○	○	
	送水管の損傷		○	○	○		○
当初断水戸数 (断水率%)		29,000 (50.0)	32,000 (100.0)	11,200 (100.0)	11,000 (100.0)	3,318 (33.2)	2,900 (100.0)
完全給水日		7/29	7/30	7/27	8/8	7/24	7/25
応急処置	給水車による給水	○	○	○	○	○	
	他の水系からの応援		○	○	○	○	○

○：該当あり

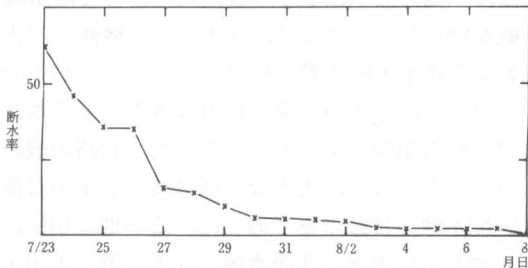


図 7. 9 上水道の断水率

分散しているが、これらの水系の間には道ノ尾水系を除いて、他の水系と交流できるネットワークシステムとなっている。このシステムのために各浄水場の復旧のまゝに、水系を切り替えることによって給水を早めることが一部の地域でできた。すなわち手熊浄水場から浦上、本河内水系に応援給水の措置が7月25日から取られた。本河内浄水場の機能回復後には本河内水系から矢上水系の御洗水配水池への送水が始まり、同水系統の給水を開始している。最も復旧が遅れたところは矢上水系の長龍寺配水池系統で8月8日に完了した。

復旧過程において、水系の切り替えによる送水管内の流れが逆となってサビが落ちたことやダムの原水の濁度が高いことなどから赤水の問題が生じた。市街地の清掃のために水の使用料は昼間通常の3～4倍となったために、高台地区では断水が低地よりも2～3日長くなった。

断水地区には民間借上給水車、ボランティア給水車、福岡県・佐賀県および県内市町村応援

給水車、陸上自衛隊、海上自衛隊による給水が行われた。道路不通によって孤立した東長崎・茂木地区などには民間借上給水船、ボランティア給水船、海上自衛隊給水船による海上輸送がなされた。7月25日から8月10日まで延1,232台の給水車(船)による9,703m³の応援給水がなされた。従事人員は延3,054人にのぼった。被害額は17億5,000万円である。

7. 3. 2. 下 水 道

1) 公共下水道 長崎市の公共下水道は7つの処理区域に分けられている。これらの処理場のうち中部、北部、西部小江原の3処理場が完成稼働中である。処理形式は中級の分流式である。市の中央部、滑石団地とその周辺の浦上水源地域域および小江原第2団地を対象として下水処理が行われている。下水道の普及率は20.4%(昭和54年度末)である。水害による被害状況は表7. 13に示すとおりである。処理場の被害については茂里町の中部下水処理場の一部が1m冠水し地下設置が水没した。また、長与町のはんらんで、北部下水処理場が冠水した。この2つ

表 7. 13 公共下水道の被害

区 分	箇所	施 設 名 など
処 理 場	3	中部・西部小江原・北部
ポンプ場	3	北部滑石中継・北部女の都中継・中部茂里町雨水
管 渠	16	主として中島川の護岸沿

表 7. 14 都市下水路の主な被害状況

路線名	個所数	内 訳
鳴 滝	12	練積ブロック10, 浚渫 2
岩 屋	7	練積ブロック 5, 浚渫 1, 擁壁コンクリート 1
下 の 川	9	練積ブロック 6, 浚渫 2, 根継コンクリート 1
笑	9	擁壁コンクリート 8, 擁壁・根継コンクリート 1

表 7. 15 電気設備被害の概要

設備別	被害状況	復 旧 状 況
変 電 設 備	賑橋の変電所(出力40MVA)が冠水のため停止(23日20時52分)	隣接変電所から配電線切替により送電。24日14時45分 応急復旧 26日22時10分
配 電 設 備	支持物の折損, 転倒, 流失など 755本	応急復旧終了 26日19時00分

表 7. 16 復旧に使用した特殊機材 (26日現在)

特 殊 機 材	7/24	7/25	7/26	使 用 先
チャーター船	3	11	5	佐世保→時津, 時津→大村 茂木↔千々, 小浜→矢上, 大瀬戸↔神浦・
ヘリコプター		1	1	長崎営業所(7/27本復旧資材運搬)

の処理場では污泥処理設備などのポンプおよび操作盤などに被害がでた。7月24日から水没部の排水, 冠水機器の水洗い, モーター取りはずし, 乾燥, 据付の順序で復旧し7月28日に完了した。西部小江原処理場の被害は放流管のみであった。管渠の被害は中島川の護岸沿に集中している。被害額は1億3,070万円である。

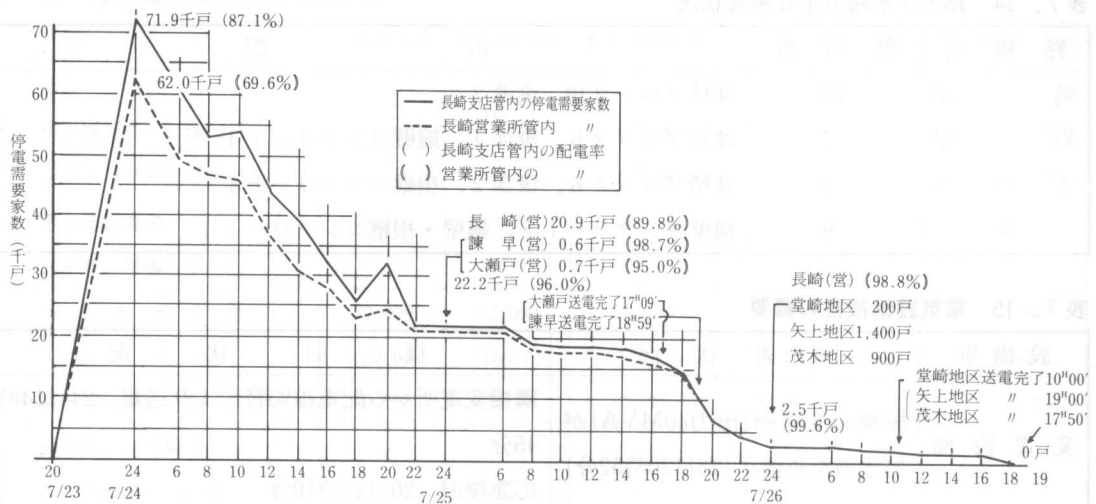
2) 都市下水路 都市下水路は市街地の雨水排除の機能を有する下水路で, 長崎市には17路線が指定されている。このうち, 下の川, 岩屋, 笑, 戸町の4路線が改修済である。今回の水害で11路線の64箇所で練積ブロック, 擁壁コンクリートなどが被害を受けた。被害の大きな4路線の被害の内訳は表7. 14のとおりである。鳴滝および下の川都市下水路では山崩れで河道が土石流で埋った。岩屋都市下水路の主な被害は護岸の崩壊である。笑都市下水路では出雲町で暗渠が破れていっ水した。岩屋および下の川都市下水路はいずれも浦上川の支川で, 河道断面の不足, 本川との取り付け部で水がはけないことな

どからいっ水して市街地の冠水の原因となっているが, これらについては河川災害の項を参照のこと, 被害額は2億6,700万円である。

7. 3. 3. 電気関係設置

河川の増水と電柱の土砂崩れによる倒壊及び流出により, 長崎市を中心として広い地域で停電となった。電気設備被害の概要を表7. 5に示した。長崎支店管内の総需要家戸数は557,900戸あり, その内, 停電した需要家戸数は, 発生最大時(24日0時)71,900戸(配電率87.1%)で, 停電需要家総数は94,800戸であった。停電戸数の状況は, 市中心部32,000戸, 矢上地区15,000戸, 茂木地区2,000戸, 式見地区6,000戸, 堂崎地区4,000戸, 諫早地区8,500戸, 大瀬戸地区1,400戸, 長浦地区3,000戸である。

特に, 賑橋変電所が冠水したために, 長崎市役所を含む長崎市の中央部が停電になった。また, 矢上地区と茂木地区では, 停電のために電話が一時不通になった。いくつかの地区の停電の状況は,



次のようであった。

市役所	23日20時52分～24日7時15分
式見	〃 19時10分～25日18時46分
矢上	〃 20時21分～〃 17時48分
日見	〃 20時25分～〃 22時45分
茂木	〃 21時59分～〃 19時10分

復旧作業は、主要な道路が寸断されているために困難であった。東長崎、茂木地区の孤立地区については、フェリー・ヘリコプターをチャーターして資材を搬入している。特殊機械の使用状況を表 7. 16 に示した。周辺から約180名の応援を受け、25日24時の配電率は、99.9%に復旧した。復旧の状況は図 7. 10 に示した。

7. 3. 4. 都市ガス

1) 被害状況

長崎市の都市ガスの供給地区は、中島川中・下流域の市の中央部、浦上川流域の北部及び大浦方面の市の南部である。東部の東長崎地区には供給されていない。西部ガス・長崎工場は、浦上川の下流、河口近くにある。

最初の被害の通報は、6時30分頃の土砂崩れによるガス管の切断であった。豪雨が持続するのに伴って、土砂崩れ・護岸の流失によるガス管の切断及びガス漏れ事故が続発した。中島川・浦上川が氾濫するに至り、特に中島川を横断している本管の折損及び流失が生じた。24日午前2時、長崎市中央部及び南部のガスの供給を停止するために、西部ガスはこの方面の中圧

ガス元栓を閉じた。ガスの供給が停止した地区は、中島川より南のA地区と北のB地区である。この結果、長崎市の都市ガスの総需要家95,892戸の内約42,000戸のガス供給が停止した。

ガス本管の被害は、表 7. 17 に示した。B地区の復旧が遅れたのは、この本管を使っているためである。長崎工場は浸水しなかった。またガバナリーの損害もなかった。

2) 復旧状況

復旧体制は、西部ガスと全国の応援によるガス事業者によって組まれた。応援によるガス事業者は、26日夕刻までに長崎に到着し、西部ガス災害対策本部（23日22時30分設置）に合流した。供給開始に必要な、各需要家の閉栓作業、ガス導管の修復工事さらに開栓作業に当たった。体制の規模は、次のようであった。

	同業他社	西部ガス	合計
車両	86台	162台	248台
人員	407人	607人	1,016人

復旧の状況は、表 7. 18 に示した。7月31日現在の状況は次の通りであった。

	供給停止件数	開栓件数	不在件数
A地区	22,016	18,989	210
B地区	19,672	16,350	122
計	41,688	35,339	322

7. 3. 5. 電 話

1) 被害の状況

電話・通信施設の被害は多岐に渡っている。

表 7. 17 都市ガス本管の被害

被害箇所	圧力・管径・延長	管種	被害状況	原因	応急措置
高麗橋 (中島川)	低圧ガス本管 200φ×18m	鋼管	折損	河川氾濫	7/25 200A×33m高麗橋上に仮配管
大井手橋 (中島川)	低圧ガス本管 100φ×25m	铸铁管	折損流失	橋梁崩壊	7/24 河川両端カップ止め
古町橋 (中島川)	低圧ガス本管 100φ×25m	铸铁管	折損流失	橋梁崩壊	7/24 河川両端カップ止め
西山橋 (中島川)	低圧ガス本管 100φ×36m	铸铁管	折損	河川氾濫 橋梁半壊	7/24 50A×11m, 40A×21mを仮復旧工事
昭和橋 (浦上川)	低圧ガス本管 150φ×22m	鋼管	折損	橋梁崩壊	7/24 河川両端カップ止め
無名橋 (浦上川)	低圧ガス本管 150φ×12m	鋼管	折損流失	河川氾濫	7/27 150φ×14.7mを仮連絡工事
大手橋際左岸側 (中島川)	低圧ガス本管 100φ×31m	铸铁管	折損	道路崩壊	7/24 50φ×14m支管, 仮連絡工事
銭屋橋 (浦上川)	低圧ガス本管 250φ×23m	鋼管	橋梁損壊による ガス管変形	橋梁半壊	他の橋, 紅葉橋に鋼管200φ×33m仮設
上道ノ尾橋 (浦上川)	中圧ガス本管 200φ×9m	鋼管	流出物による ガス管変形	河川氾濫	8/1 H鋼にて補強

表 7. 18 都市ガスの復旧状況

	26	27	28	29	30	31	1
本管	高麗橋・銭屋橋を仮配管復急	長崎工場中圧ガス元栓閉					
	24日午前2時						
Aブロックの復旧	閉栓ほぼ完了 21,698戸	導管の修復安全点検を完了	供給のための閉栓巡回 12,051戸合格	残りを閉栓巡回 供給開始	開栓件数 19,390戸(22,016戸)		
Bブロックの復旧	閉栓ほぼ完了 15,240戸			導管の修復安全点検	導管の修復安全点検の完了	供給のための閉栓巡回	開栓件数 16,677戸(19,672戸) 供給開始



図 7. 11 加入者ケーブル故障箇所

表 7. 19. 線路設備の被害

被 害 箇 所	被 害 状 況
長 崎～大瀬戸 市外ケーブル	電柱折損・ケーブル切断
多良見～飯 盛 市外ケーブル	電柱折損・ケーブル切断
長 崎～諫 早 同軸ケーブル	橋梁添架区間・ケーブル切断
長 崎～長 与 光ファイバケーブル	ケーブルガス漏れ
長 崎～茂 木 市内中継ケーブル	電柱折損・ケーブル損傷・浸水障害
市内地下ケーブル	2400 P ケーブル折損・浸水障害
市内地下ケーブル	400 P × 2 条切損・浸水障害

表 7. 20 土木設備の被害

保 守 肩 名	被 害 状 況
長 崎 (長 崎)	一覧橋専用橋流失 (鋼管 4 条×15.8m)
長 崎 (東長崎)	樋渡橋下部工流失 (鋼管 4 条×15m)
長 崎 (茂 木)	崖崩れに伴う流失 (マンホール 1 個, 鋼管 2 条ビニール管 3 条×24m)
長 崎 (浦 上)	
大瀬戸 (松 島)	大井手橋管路破損 (ビニール管 7 条×12.5m)
諫 早 (発良見)	道路決壊に伴う流失 (鋼管 3 条×40m)
小 浜 (雲 仙)	路肩流失 (多良見)

これらは、電話器の冠水による故障、土砂崩れや護岸の流出による電柱の倒壊、路肩流失や橋梁の流失に伴うケーブルの切断、河川の氾濫による交換設備の冠水、さらに停電に伴う電力施設の障害である。

長崎市内の加入電話の障害は、12,000加入台であり、その中で8,000加入台は冠水によるもの、4,000台はケーブルの損傷によるものと推定されている。長崎市内の電柱の倒壊は421本、ケーブルの故障箇所は20箇所である。長崎市内を中心とする加入者ケーブル故障箇所を図7.11に示した。

市外ケーブルを含む路線設備の被害を表7.19に示した。これらは、電柱の折損、橋梁の損傷等によって生じている。さらに、土木設備の被害を表7.20に示した。これらは、専用橋の流失、橋梁の損壊、路肩の流失によって発生している。

交換設備の被害は、神ノ浦局で生じた。23日20時頃、神の浦川の氾濫により、1mの濁流により交換設備が冠水し、全加入者が不通となった。本局はC23形×B2台設置されており、そのうちの1台は使用不能、1台は暫定使用可能。罹災加入数659加入である。罹災加入者は隣接交換機へ収容替えの措置を行うことにより、26日午後5時までにすべて開通した。

また、(3)電気関係設備で述べたように、長時間停電になった所では、電話の電力設備に障害が生じた。停電になると、電源は蓄電池に自動的に切替えられるが、長時間の停電のために、不通になった所もある。長崎市内の主要な被災箇所の状況を次に示した。

東長崎局：24日1時45分より25日10時45分まで約33時間停電。措置状況は次のようであった。深堀～東長崎間海路輸送した(5KVA2台)。また、自衛隊ヘリコプターにより空輸した(5KVA)。発動発電機により措置するための準備中に、商用電源が再開された。船舶1艘、ヘリコプター1機を使用した。なお、24日21時10分頃より25日11時05分頃まで不通となった。

茂木局：23日23時00分より25日19時08分まで約44時間停電。小ヶ倉～茂木間海路輸送し措置した(5KVA)。船舶1艘を使用。

なお、25日7時30分頃より25日19時50分頃まで不通となった。

式見局：23日20時00分より25日19時00分まで約47時間停電。発電発電機の陸路輸送が道路決壊のため不可能であったので、海路輸送の措置をした(5KVA)。25日陸路輸送が可能になったため、12時頃から移動電源車(50AVA)に切替え措置した。船舶1艘、車両2台を使用した。なお、不通にはならなかった。

2) 電話のふくそうと電報の集中

一般加入電話は、災害等の非常事態が発生した場合、重要加入電話を除き、一般の加入電話の制限をすることができる。長崎市の重要加入電話は、約1,500回線ある。

23日の豪雨は、18時30分頃より次第に激しくなった。この頃、多くの市民は買物中であつたり、帰宅中であつた。河川の増水と共に、多くの市民は近くのビルや高台の建物に避難し、自宅へ帰れぬまま主に中心街に孤立した。この人々の安否の電話と災害の通報・救助の依頼、さらに電話器の水没・ケーブルの切断による交換機の機能低下により、市内の電話は23日20時過ぎよりふくそうした。一方、長崎の災害がラジオ・テレビで報道されると、市外電話も23日21時30分頃より急激に増加した。市内電話の状況を図7.12に示した。23日の記録は取れていないが、ほぼ24日と同じ状況が発生していたと推定できる。24日は重要加入の制御はしていない。7月25日の13時05分から19時45分の市内全域一般50%規制を含め、26日にかけて一般25～75%の規制をしている。市外電話の状況を図7.13に示した。図(a)は、23日から24日にかけての状況である。図(b)は比較のために、平日

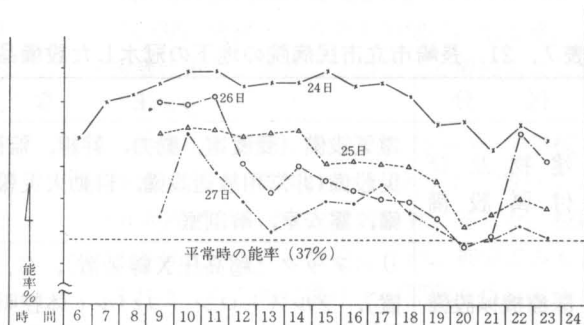


図7.12 市内電話の状況

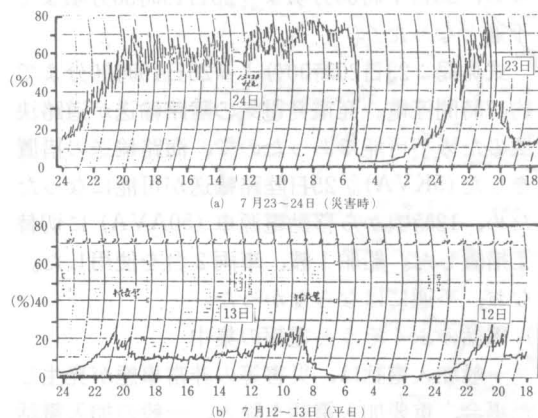


図 7. 13 23日～24日の市外電話の状況

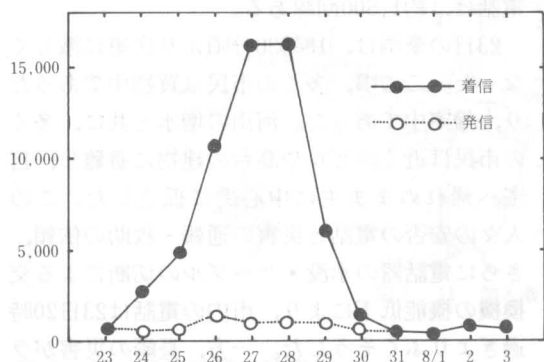


図 7. 14 水害繁忙に伴う電報取扱通数

の例として7月13日の状況を示したものである。市外電話は、7月25日・26日1部一般50%の規制を行った。なお、ふくそうの状況については、9. 人的被害と災害情報伝達の章で詳細に説明した。

電話のふくそうと一般加入電話の規制のために、市外電話が通じにくくなったために、電報の取扱量が急増した。長崎市で見ると、発信通数は26日には平日1日平均通数の1.81倍になり、

また着信通数は28日には平均の実に24倍に達した。図 7. 14は、電報の取扱い数を発信と着信に分けて図示したものである。

7. 3. 6. ビル地下室

長崎市の市街地にあふれた濁流はビルの一階部分の事務室や売り場を使いものにならないものにした。なかでも電気設備、災害停電時に使う自家用発電機、空調設備、ボイラー設備などを地下室に備えた中高層ビルは、その中枢機能を直撃された。流域別には市内中央部を流れる中島川に被害が集中している。

1) 長崎市長崎市民病院

中島川下流の新天地町にある長崎市長崎市民病院もその一つで、大災害時に本来の機能が発揮できずに注目を浴びた。

23日夜の濁流は病院地下室へのスロープなどから5分位の間に地下室を飲みつくした。居合わせたボイラー係の職員は電源を切って避難するのがやっとであった。地階は病院の心臓部で表 7. 21に示すような建物設備および医療機械設備が集中していたために、病院の機能は致命的な被害を受けた。7月23日当時入院患者389名(うち未熟児5名)であったが、未熟児および診療できない患者は大学病院などに転院もしくは退院し、最低時(8月8日)222名が残った。水害直後は外来患者も簡単な診療しかできなかったが、診療活動は継続された。地下室に貯った水は1トンにものぼり、排水作業は5日後の28日までかかった。以後設備の復旧にとりかかっているが、復旧に時間がかかっている。応急措置として電力および上水道は仮変電設備、消火栓工事で仮復旧した。手術、R.I.などを除く病院の機能は維持されたが、ボイラーと冷房

表 7. 21 長崎市長崎市民病院の地下の冠水した設備品

区 分	主 な 設 備 名
建 物 及 び 付 属 設 備	電気設備 (受変電、動力、幹線、監視盤)、自家用発電設備 (発電機、蓄電池)、防災設備 (非常用放送設備、自動火災報知設備)、上水道設備、ボイラー設備、空調設備、霊安室、解剖室
医療機械設備	リニアック [超高圧X線装置]、C.T. スキャナー [コンピュータX線断層撮影装置]、ラルストロン [コバルト体腔照射装置]、R. I. [同位元素検査装置]、シンチスキャナー [大口径高分解能ガンマカメラ]

は夏場にもかかわらず停止したままであった。

現在、電気設備および上水道は完全復旧しているが、空調設備、防災設備の復旧は10月末の見込み、ボイラーの復旧は11月末の見込みである。一方、冠水した医療機械の復旧は業者に対して修理の検討を依頼しているが、修理は不可能の状況にある。被害額は建物設備関係が3億3,120万円、医療機器関係が5億9,350万円（現時点での購入予定額7億5,050万円）で合計9億2,470万円（10億8,170万円）に達している。これに病院の診療費減収額が7・8月合計2億5,450万円である。

洸町の成人病センターも浦上川下流近くであり、地下室が冠水し機能が停止した。同センターでは人工透析の診療ができなくなった。

- 2) ホテル・デパート・その他 中島川近くの万才町のグランドホテルでは地下2階の電気設備、自家用発電設備、空調設備、ボイラー設備、防災設備、上水道設備などが冠水した。地下室が冠水して主電源が切れたあと、地下室の230kWの自家用発電機が作動したために設備の担当者は現場に入ることができずに被害が大きくなった。当日の170名の宿泊客とロビーに避難していた100名はろうそくの灯のもとに夜をあかした。ホテルも病院と同じ24時間体制の維持および冷房が必要であるために復旧に時間がかかり、8月7日に再オープンした。被害額は設備および売上げを含めて1億2～3千万円である。

この他、常盤町のホテル・ニュータンダ、大浦町のビューホテル、油屋町の二葉荘、浜町のダイヤモンドホテル、浜町の浜せんビル、および浜ビル、浜町の浜屋百貨店、大浦町の長崎通信病院、川口町の清掃センターなどが同様な被害にあっている。以上は地下室の冠水によって機能停止に追い込まれた例であるが、対応が良いために停止を免れた例もある。たとえば、銅座町の十八銀行本店にも地下室に50cm位浸水してきたが、容量900トンのマンホールの水槽を持ち、合計3トン/分の排水ポンプにより排水していたために地下室の貸金庫および建物設備は冠水を免れている。なお、十八銀行本店では自家発電機を地階と10階に分散させていたことなど対策が十分だったと言える。この他、浜屋百貨店も電気設備を5階に分散させていたために復

旧が早かった。

以上のように建物付属設備は水に対してきわめて弱く、冠水によって直ちに機能停止に追い込まれることになる。また、一度冠水すると復旧に時間がかかるために、機能停止期間が長く、この方面の被害も大きくなる特性をもつ。今後の中高層ビルの設計にあたっては防火対策と同様に防水対策も検討を要すべきと思われる。

7. 3. 7 清掃作業および防疫活動

- 1) 清掃作業 洪水によって市街地に流出した堆積土砂、被災家屋から出された大型ごみは膨大な量にのぼった。長崎市清掃部の川口町清掃センター所属のごみ収集車が29台冠水し、また、東長崎車庫所属の収集車が道路寸断のために33台孤立した。これによって、稼動不能車は62台にのぼり、北部車庫所属の23台のみが稼動可能であった。大量の土砂、ごみ、道路の寸断および収集車両の不足のために清掃作業は難航した。長崎市清掃部は7月25日の広報で水害ごみ等の回収について次のような内容の呼びかけを行った。

① 被害家財などの粗大ごみは長与町高田郷コンポスト工場を受けつける。可燃性ごみは木鉢町の清掃部西工場にも搬入できる。

② 道路上の土砂、ごみ等の処理は勝山、新興善、伊良林、西浦上、銭座の各小学校、梅ヶ崎中学校に運ぶことができる。（7月26日西浦上中などさらに11校追加）。

7月26日から次の順で収集作業に入った。

1. 河川沿いの被災地域を中心に商店街、幹線道路の被災ごみ。
2. 市場、生鮮食料品店等付近の被災ごみ。
3. 周辺部地域の被災ごみ。

この間、清掃部の直営車の他に、借上車、応援奉仕車など通常の2倍以上の清掃車などがフル回転した。

勝山小、西浦上中などの市内の小中学校の校庭に仮集積された土砂は7月29日には20,800m³にのぼり、収容限界に達した。校庭ごみは土砂のみと限定したが、被災ごみも含まれていたために衛生上の問題も生じてきた。このために、長崎市清掃部は校庭への土砂の最終搬入期限を7月31日とし、校庭の土砂お

よび被災ごみの緊急搬出のために自衛隊の派遣を要請した。7月31日から8月4日までに自衛隊員128人、車両45台が投入された。校庭の土砂等は神ノ島臨海工業団地内、小江工業団地土取り場跡および三重地区岸壁に移された。これらの地区に仮集積された土砂は野焼、減量の後、残砂は東長崎清掃工場埋め立て地、土砂は長与町長与港埋め立て地に搬出された。最終的にまとめた被災ごみおよび土砂の集積状況はそれぞれ106,900m³、91,300m³、計198,200m³である。7月26日から8月31日まで清掃作業に要した延車両数は直営1,949台、委託・応援127台、借上5,857台、計7,933台に達した。必要経費はごみ収集部分3,950万円、ごみの処分関係1億7,649万円である。

2) 防疫活動 水害で衛生的に危険な環境になったために、赤痢、コレラ、腸チフスなどの消化器伝染病の集団発生が憂慮された。長崎市環境保全部を中心に防疫班が結成され、浸水家屋等およびその外部環境を対象に7月24日から8月25日にかけて防疫活動が実施された。防疫活動の状況は次のとおりである。

①浸水家屋等

実施戸数：24,510戸（東部11,273戸、西部1,699戸、南部4,302戸、北部7,335戸）

使用薬剤：オルソ剤＋クレゾール石けん液

②外部環境

(a)消毒活動 浸水家屋周辺の外部環境

(b)衛生害虫の駆除 蚊とハエを対象に、蚊の幼虫の発生および発生可能水域、ハエの幼虫の発生源ならびに蚊の成虫の潜伏場所などに対して薬剤散布による駆除を行った。

防疫活動従事動員数は長崎市職員延632人、県内・県外地方公共団体311人、任意団体等533人、計1,476人である。

7. 4. ま と め

都市災害の調査結果より問題点を指摘すれば、次のとおりである。

1. 長崎市の道路網の不備が災害復旧の大きな障害となり、都市機能の復旧を遅らせた。災害に強い道路網の整備が必要である。
2. 豪雨時には道路が河川となるために、自動車は冠水によって機能障害を起こすか、もしくは流される可能性が高い。豪雨時にはマイカーによる外出が危険であることが裏づけられた。自動車は水にもろいということを認識することが大切である。
3. 交通機関、ライフライン、ビル設備などの電気設備の水に対するもろさがさらけ出された。特にビル設備が水没によって中枢機能を失ない、復旧に手間どることがはっきりした。防災対策の一環として防水も考慮に入れるべきである。
4. 都市災害の原因は市街地の冠水によるものである。本復旧にあたっては冠水の原因を明らかにして、支川を含めた河川の改修計画と防水対策を立てることが望まれる。

謝 辞

災害復旧の多忙中、下記各機関担当の方々より災害の状況について説明していただいた。さらに、各機関より貴重な資料の提供を受けた。下記の諸機関及び担当の方々に厚く感謝申し上げます。

長崎県災害対策本部、同土木部道路維持課、同道路建設課、同土木事務所、同交通局財務課、同下水課、長崎県警察本部交通規制課、同交通指導課、同警備部、浦上警察署、長崎市災害対策本部、同消防局、同水道局、同下水道部、同清掃部、同環境保全部、同都市計画課、建設省長崎工事事務所、日本道路公団長崎バイパス事務所、長崎県陸運事務所、長崎電気軌道、長崎自動車、長崎タクシー協会、長崎県自動車整備振興会、長崎トラック協会、OKボディ株式会社、国鉄長崎駅、同輸送部、同保線区、同信号通信区、日本電信電話公社長崎通信部、九州電力長崎支部、同長崎営業所、西部ガス長崎支店、長崎市立市民病院、十八銀行、長崎グランドホテル、ワシントンホテル、NHK長崎放送局、NBC長崎放送、朝日新聞長崎支局、各位。資料収集および整理に協力された土木工学科永田技官に感謝申し上げます。

8. 建築構造物の被害

小森 清司*・末岡 禎祐*・崎山 毅*・福地 信義*・蓼原 真一*

8. 1. はじめに

7. 23長崎大水害は建築構造物にも多大の被害をもたらした。そのきっかけは観測史上最高といわれる記録的な集中豪雨であったといえる。しかし集中豪雨が建築構造物の被害に結びつくためには、さまざまな因子と条件との重なりがあったものと考えられる。そこで被害の実体を究明するために、調査の範囲を長崎市内を流れる浦上川、中島川、八郎川の三大水系とその流域にしほり、さらに被害の種類を構造的なものに限定して実地調査を行った。調査の対象になった建築構造物は約500戸に及ぶ。その調査結果を一覧表にまとめ、被害の分布を地図に、被害の実状を写真で示して被害の実体を明らかにし分析した。また被害の要因となった損壊因子及び構造種別、立地条件などそれぞれの立場から建築構造物の被害の特徴を明らかにし、一方では被害をうけた構造物を媒介に作用外力と土石流及び水流の流速を推定するなどの考察を試みた。

8. 2 実体調査と被害状況

8. 2. 1 調査概要

建築物の被害に関する実体調査は水害直後の報道機関等の情報と予備視察を参考にして行い、建築構造物の損壊状況の把握、分析、記録を重点に置いた実地踏査とした。当初は調査能力の分散と調査精度の希釈を避けるために調査対象地区を様々な損壊原因で被害が生じていると考えられる浦上川水系に絞ることにしていたが、跡絶えていた東長崎地区の情報が回復するにつれて被害が広範囲に及んでいたことが次第に明らかになってきたので、中島川水系を含めて八郎川水系も調査対象とし長崎市内の三大水系のほぼ全域について実施することにした。

その内訳を河川流域別に浦上川水系では浦上川と三川川、大井手川、岩屋川各支流域を、中島川

水系では中島川と鳴滝川、西山川各支流域、若干傍系の大浦川を、そして八郎川水系では八郎川と都通川、現川川各支流域、若干傍系の日見川、傍系の戸石川流域をそれぞれ対象とした。しかし、中尾川流域の被害を見落したきらいがないではない。それらの調査地区の詳細を表-1に示した。ただし、ここで調査の主眼を建築構造物の損壊に置いたためそれら河川の下流域での浸水被害についてはほとんど割愛することにした。

表1 被害調査区域一覧表

水系	河川名	流 域	町 名
浦上川	浦上	川平、三ツ山、大手、昭和、石神、扇	
	三川	三川、西山台2～3、川平	
	大井手	北陽、北栄、大園、滑石2～3	
	岩屋	葉山、若竹	
中島川	中島	本河内、矢の平、中川1、新中川、桜馬場2	
	鳴滝	鳴滝1～3	
	西山	木場、片淵1～2、4～5、西山2～3、下西山、新大工	
	大浦	出雲1～3、上田	
八郎川	八郎	中里、古賀、松原、東、矢上	
	都通	船石、中里	
	現川	現川、平間、矢上	
	日見	芒塚、界、宿、田中	
川	戸石	上戸石	

末調査被害地区一浦上、中島、八郎各川下流域、中尾、間の瀬各川流域、鳴見、戸町、茂木、川内各町、西彼杵郡大瀬戸、琴海、時津、長与、多良見各町、北高来郡飯盛町等。



図1 調査地域と被害分布図との関係図

*工学部構造工学科



図2 浦上川水系と中島川水系の被害分布図



図4 滑石地区被害分布
(浦上川水系)



図5 大浦地区被害分布
(中島川水系)

表2 損壊建築構造物因子別件数一覧表 (上段—全損壊範囲について, 下段—全壊のみ)

水系	調査 地区建物No注1)	因子					損壊原因 注2) (件)					構造種別 注3) (件)					立地条件 (件)					損壊程度 注4) (件)					
		A	B	C	D	計	W	S	SRW	RW	B	その他	計	斜面	崖地	沢	川	後背地	計	0	I	II	III	IV	計		
浦上川	川平等	16	9	23	41	89	65	14	5	4	1	89	17	8	25	39	0	89	0	34	23	3	29	89			
	No1~No89	10	1	14	3	28	22	3	0	2	1	28	10	1	14	3	0	28	—	—	—	—	28	28			
	三川等	19	2	0	35	56	46	7	0	2	0	55	19	2	0	35	0	56	0	25	12	1	17	55			
	No101~No155	9	1	0	8	18	14	2	0	1	0	17	9	1	0	7	0	17	—	—	—	—	17	17			
中島川	滑石等	6	5	0	8	19	11	3	3	1	0	18	6	5	0	8	0	19	0	6	3	1	8	18			
	No201~No218	3	3	0	2	8	7	0	0	1	0	8	3	3	0	2	0	8	—	—	—	—	8	8			
	本河内等	16	2	21	19	58	52	1	4	1	0	58	16	2	23	17	0	58	0	29	9	0	20	58			
	No301~No358	15	0	2	2	19	18	1	0	0	0	19	15	0	2	2	0	19	—	—	—	—	19	19			
八郎川	鳴滝等	14	0	0	16	30	26	2	0	0	0	28	15	0	0	17	0	32	0	13	5	1	9	28			
	No359~No386	7	0	0	2	9	9	0	0	0	0	9	7	0	0	2	0	9	—	—	—	—	9	9			
	木場	9	0	4	3	16	15	0	0	0	1	16	11	0	6	0	0	17	0	5	2	0	9	16			
	No387~No402	6	0	2	1	9	9	0	0	0	0	9	6	0	3	0	0	9	—	—	—	—	9	9			
川	片淵等	0	0	0	30	30	26	0	3	0	1	30	0	0	0	30	0	30	3	16	6	1	4	30			
	No403~No432	0	0	0	4	4	4	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0	4	—	—	—	—	4	4			
	大浦等	8	0	0	7	15	12	3	0	0	0	15	8	0	0	7	0	15	0	10	2	0	3	15			
	No501~No515	3	0	0	0	3	2	1	0	0	0	3	3	0	0	0	0	3	—	—	—	—	3	3			
川	船石等	17	0	8	27	52	43	3	4	1	1	52	17	0	9	26	0	52	1	17	20	4	10	52			
	No601~No652	4	0	1	7	12	8	1	0	1	0	10	4	0	2	4	0	10	—	—	—	—	10	10			
	東町長龍寺	4	0	20	31	55	42	4	5	3	1	55	4	0	18	3	30	55	3	19	21	4	8	55			
	No653~No707	0	0	4	4	8	4	0	1	3	0	8	0	0	1	3	4	8	—	—	—	—	8	8			
川	芒塚等	24	1	30	10	65	61	1	1	1	1	65	24	1	19	17	4	65	0	21	25	2	17	65			
	No708~No772	15	0	2	0	17	16	1	0	0	0	17	15	0	2	0	0	17	—	—	—	—	17	17			
	上戸石	0	0	7	1	8	8	0	0	0	0	8	0	0	7	1	0	8	0	0	2	0	6	8			
	No801~No808	0	0	6	0	6	6	0	0	0	0	6	0	0	6	0	0	6	—	—	—	—	6	6			
小計	割合 (%)	133	19	113	228	493	407	38	25	13	6	489	137	18	107	200	34	496	7	195	130	16	141	489			
	割合 (%)	27.0	3.9	22.9	46.2	100	83.2	7.8	5.3	2.5	1.2	100	27.6	3.6	21.6	40.3	6.9	100	1.4	39.9	26.6	3.3	28.8	100			
全壊小計	割合 (%)	72	5	31	33	141	119	9	1	8	1	138	72	5	30	27	4	138	—	—	—	—	138	138			
	割合 (%)	51.1	3.5	22.0	23.4	100	86.2	6.5	0.7	5.8	0.7	100	52.1	3.6	21.7	19.6	2.9	100	—	—	—	—	—	—	—		

注1) 建物Noは割愛した1次資料に付した整理番号である。

注2) 損壊原因別記号

A—山崩れ, B—崖崩れ, C—土石流, D—水流等,
E—基礎地盤流出等, F—ダムアップに依るもの

注3) 構造種別記号

W—木造, S—鉄骨造, R—鉄筋コンクリート造, B—ブ
ロック造, SW—下部がSで上部がW, RW—下部がR

で上部がW, SRW—下部が鉄骨鉄筋コンクリート造で
上部がW

注4) 損壊程度別記号

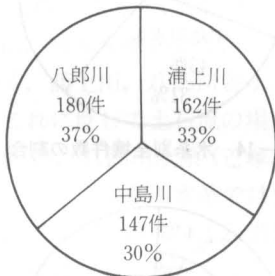
I—1%以上10%未満の損壊率のもの
II—10%以上50%未満の損壊率のもの
III—50%以上90%未満の損壊率のもの
IV—90%以上100%以下の損壊率のもの

以上の調査結果を損壊原因別，構造種別，立地条件別，損壊程度別の各因子別に分類して各地区ごとに集計したものが表－2である。表－2の元になる1次資料は紙面の都合で割愛した。さらに図－1に調査対象の各水系の位置関係を□で示し，その詳細を図－2から図－5に示した。図－2は浦上川と中島川各水系，図－3は八郎川水系，図4と図5はそれぞれ滑石地区，大浦地区を示す。そしてそれらの地図上には損壊建築物を損壊原因とその程度を表わす記号によって示した。なお図－1の二点鎖線は市町村の境界を，また図－2から図－5の一点鎖線は各水系の分水嶺を示す。

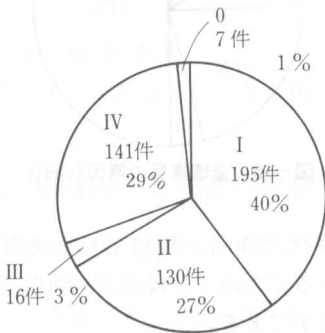
8. 2. 2. 被害分布と被害率

表2をグラフ化したものが図6～図16である。以下はその考察である。

1) 調査総数は無被害に近いもの7件を含めて



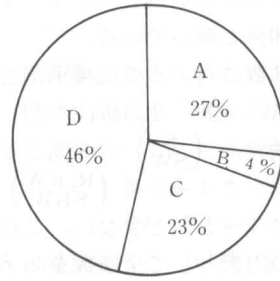
図－6 調査件数の水系別割合



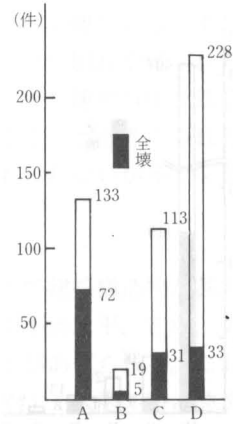
図－7 損壊程度の割合

489件，その水系別内訳は図－6に示す如く浦上川33%，中島川30%，八郎川37%とほぼ均等化している。

2) 調査総数に対する損壊程度別比率は図－7に示す如く損壊程度0（表－2の脚注参照）が1%，Iが40%，IIが27%，IIIが3%，IVが29%となっており，ほぼ全壊の程度IVが高率になっていることが注目される。

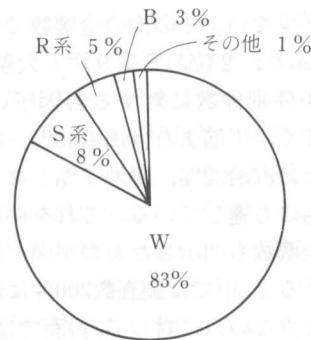


図－8 損壊原因の割合



図－9 原因別の件数

3) 損壊原因別件数に対する各因子の割合は図－8の如く水流(D)（表2の脚注参照）が46%と一番高く，山崩れ(A)の27%，土石流(C)の23%と続き，崖崩れ(B)は4%と少ない。これを件数で示しその内訳として全壊数も黒塗りで明示したのが図－9である。これによると，損壊数では水流(D)が228件と多く，次が(A)の133件，(C)の113件と続くが，その中に含まれる全壊数を見てみると，山崩れが72件と過半数



図－10 構造別の割合

に達していることが目立つ。また土石流、水流は共に約30件と続いている。

- 4) 全調査件数に対する構造種別割合は図-10の如く木造(W) (表-2の脚注参照) が83%を占め、次の鉄骨系 (S_{SW}) の8%より圧倒的に多い。鉄筋コンクリート系 (R, RW, SRW) はブロック(B)と共に3~5%と少ない。これを件数で表示し、その内訳として全壊数を明示したのが図-11である。損壊数では木造(W)が約407戸で群を抜いており、残りはS系38戸、R系25戸、B

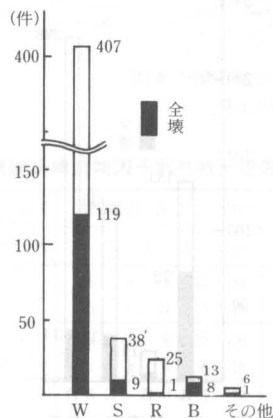


図-11 構造別の件数

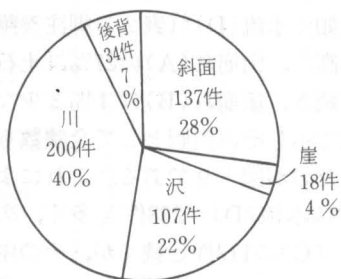


図-12 立地条件別割合

造13件と少ない。その内の全壊数で見てもWが119戸であり、2位のS系9戸と大差がある。

- 5) 立地条件別件数に対する各因子の割合は図-12の如く、川筋または川沿40%、斜面28%、沢筋または沢沿22%、崖地4%となり、斜面が川の70%にも達している。これを件数で表示し、内訳に全壊数も明示したものが図-13である。これによると、川では調査数200件に対して全壊が27件と少ないのに対して、斜面では137件に対して全壊が過半数の72件にも達し、全壊が起り易い立地条件であることがわかる。また沢筋も

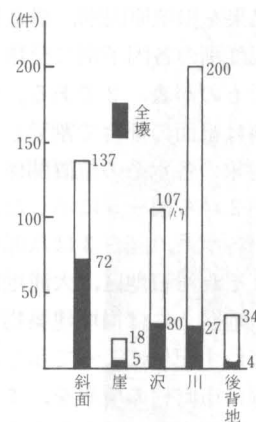


図-13 立地条件別の件数

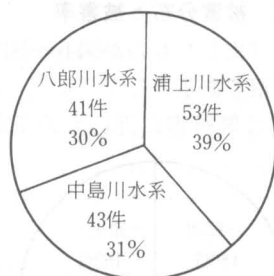


図-14 水系別全壊件数の割合

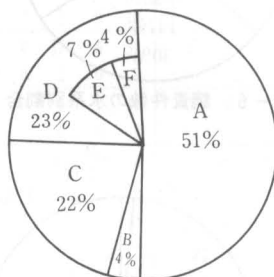


図-15 全壊家屋の原因別割合

107件に対して30件と川沿より全壊率が多いことがわかる。このことは図2~図5の被害分布でも明らかである。

- 6) 全調査件数に対する全壊件数の割合は28%で、それを水系別比率で示すと図-14となり、浦上川39%、中島川31%、八郎川30%とほぼ均等に分布している。しかし八郎川については今回未調査の支流の中尾川、間の瀬川各流域、川内地区を含めれば割合は若干増すものと考えられる。
- 7) 全壊件数の損壊因子別割合は図-15によると山崩れ(A)が51%と約半数を占め、次いで水流(D)の23%、土石流(C)の21%と続き、崖崩れ

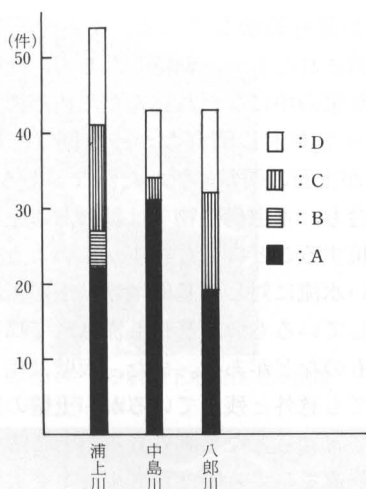


図-16 全壊件数の水系別原因別割合

は4%と少ない。しかし水流(D)の中には基礎地盤の流出したもの(E)及びダムアップによるもの(F)の要素を兼ねたものが含まれている。これを水系別にみると、図-16の如く山崩れ(A)は奥山、鳴滝を中心とした中島川水系で圧倒的に多く、浦上川、八郎川各水系の順となっている。これに反して土石流の場合は浦上川水系(川平地区)、八郎川水系(芒塚、長龍寺、上戸石等)で多く、中島川水系では少ない。しかし奥山の山崩れ(A)15件を土石流(C)と見なせばほぼ同じ位になる。水流による全壊は各水系共同程度で全体の約4割にとどまっている。

8. 2. 3. 被害事例

次に被害の実例を写真1から写真16に示す。

8. 3. 損壊因子と被害の特徴

災害の要因となったと考えられる損壊因子として、山崩れ、土石流、水流の三形態があげられる。次に、それらの諸因子による被害の特徴について述べる。

1) 山崩れ

山崩れとは山地において、その斜面の土砂が安定を失って落下流動する現象の総称であるが、今度の水害ではその被害の規模と激しさにおいて山腹斜面崩壊が卓越していた。本河内奥山、鳴滝、木場、芒塚、宿町はその代表的なものである。その特徴は居住者に避難する時間の余裕さえ与えない程瞬間的に発生することである。したがって、

山崩れがおこる領域内に建築構造物があると、山崩れによって発生した土砂や岩石がずれ落ちてきて建築構造物を直撃し、それを壊滅させてしまうことがある。しかし、運良く崩壊のコースからはずれていて難をまぬがれた例もみられる。これは次の土石流についても言えることである。これらの事を考慮すると、山崩れが発生しそうな場所には建築構造物を建設しないのが最も賢明な方法であることがわかる。しかし止むを得ず建てる場合には、日頃から予知や避難等防災に対して関心を持っていることが必要である。また斜面下の小規模な宅地開発では山崩れや崖崩れ対策が不十分になり勝であり、また建物自体を鉄筋コンクリート材料で堅固にすることも考えられるが、多少は防災に役立つかもしれないが多くを期待することはできない。

2) 土石流

土石流によって建築構造物が甚大な被害をうけた例として、川平筒水平、芒塚、東町長龍寺、侍石、上戸石などがあげられる。これらは山崩れした土石が留りやすく大雨の時に急流となる水道の沢や沢の延長上の沢筋に発生している。またそこには、昔から土石流が繰返された痕跡が認められる。ところがこの度は折り悪しく多くの建築構造物がその沢筋に建設されていたので被害が拡大してしまった。川平地区の場合、上流に砂防ダムが用意されていたが、土石流の巨大なエネルギーを全部は吸収しきれなかった。当然の結果としてその下辺流域に建設されていた多くの建築構造物は破壊された。砂防ダムの存在がかえって居住者に安心感を持たせ避難を遅らせる要因となった事実も見逃せない。

また一口に土石流といっても、土に含まれる石の量の多少によってその破壊力もさまざまであり、石の混入率が多いほど破壊力は大きく、構造物に与える衝撃力も大きい。殊に大きな岩石が含まれている土石流が木造建築構造物に直撃すると壊滅的な破壊を起こしている。ところが同じ土石流でも沢筋の傾斜が緩やかなものや扇状地になっている所では土石流の勢も減退し、構造物に与える被害も小さくなる。芒塚の下流部はその例である。また、土石流に勢がある場合でも、その本流からはずれていたために難を免れたという例もあり参考になる。

このことは土石流被害の特徴を示しており、被害が土石流の流れる谷間や沢筋や沢沿の極く狭い地溝に限定されているということを示している。したがって、できるだけこのような危険な環境に建築構造物を建設しないように努めるのが最も賢明な方法といえよう。

3) 水流

水流による建築構造物の損壊は、主として川筋、川沿に多い。水流の速度は3～5 m/sec. といわれているが、この程度の流速から得られる動水圧であれば建築構造物にとっては致命的な外力とはなり得ない。したがって水流のみで建築構造物が大破するということはまず考えられない。川幅が急に狭くなって流速が増すか水流に運ばれてきた木材や自動車等による衝撃力によって構造物が損壊を受けたと考えられる例もある。また川岸に建っている構造物が水流によって地盤を洗掘され、足元がすくわれて川中に転落した例（筒水平、写真16）や、基礎は露出したが宙ぶりのまま残った鉄筋コンクリート構造物（昭和町、写真15）もある。このような被害は川の曲り角やもろい石積の護岸の場合に起こり易い。また橋によるダムアップ（流出物により河積がせまくなり橋より上流の水位が上がり橋の周辺にあふれること）により勢を増した水流が基礎地盤をうがった例もあった。しかし水流による被害は山崩れの時のような惨事にまで発展することはまず考えられないが、被害をうける範囲の広いのが特徴である。

この種の水害から建築構造物を守る方法としては、しっかりした地盤に鉄筋コンクリートや重量鉄骨でピロティ柱を造るとか、地盤のかさ上げなどで対処することは出来る。しかしそれよりも山の保水力を高めるとか遊水池の設置、護岸のかさあげ補強、河川の拡幅、河川の直線化、放水路の新設などもっと基本的な治水対策が望まれる。

8. 4. 構造種類別と被害の特徴

建築構造物を構成する材料の違いによって、破壊の形態に特色がみられる。次はそれを構造の立場から観察したものである。

1) 木造

山崩れ、土石流の直撃をうけた構造物は全壊し、そのコースからややはずれたものは屋根、壁、基

礎などが部分破壊している。また土石流に乗って流されたもの、転落したものの、土石が壁を突き破り家の中になだれ込んだためその重量によりかえって安定し倒れなかった例（芒塚、写真5）、柱が土石の衝撃で折れた例などがあるが、いずれの場合も、木造構造物では勢のある土石流に対して抵抗することは甚だむずかしいようである。

激しい水流に対して基礎地盤の土が流出し基礎が露出しているもの、基礎も流されて構造物が宙ずりのものなどがある。また、板壁は相当痛めつけられても意外に残っているが、土壁の類は土が洗われて素通しとなり案外もろいところを見せている。筋違を有する壁は変形少なく丈夫であるが、無い場合は変形が大きくつぶれているものがある。しかし総体的に、水流だけでは部分的な損壊ですんでいるようである。大破しているものは水流の他に流木や自動車などの流出物による衝撃をうけそれが致命傷になったと考えられる。

2) 鉄筋コンクリート造

山崩れに対する例として鳴滝に地階が鉄筋コンクリート造で、1、2階が木造の複合建築構造物がある（写真4）。木造部分は背面からの土砂で全壊しているが、地階のRC部分は半地下形式のため土砂がRC部分の頭をなでるように通過し、片持スラブの端が一部欠けただけですんでいる。他に土石流の直撃をうけ屋根が大破し壁の一部が残った侍石の車庫の例（写真8）がある。また東町にあったRCの倉庫（2×3スパン、1階建）は3m高さの水流をうけたが、構造的には無被害であった。昭和町では構造物の基盤が洗掘され川沿側の基礎が浮いたが、地中梁等で支えられ転倒までに至っていないものがあつた。しかし一般的にピロティ形式を採用している構造物は基礎地盤の流出さえなければ水流の影響はあまりうけていないようである。

3) 鉄骨造

山崩れの土石によって全壊した例が本河内奥山、宿町にある。8. 6節において奥山の構造物に対して解析検討を行ったが、構造物の保有耐力が土石流の衝撃力にはるかに及ばないことがわかった。

土石流によって大破した例は川平町に軽量鉄骨構造物がある。

水流で被害をうけた例としては、筒水平の川沿に建っていて基盤を洗われ、川中に転落し、その



写真1 山崩れによる斜面下木造住宅の倒壊
(本河内奥山)



写真2 山崩れの土石流による鉄骨住宅の倒壊
(本河内奥山)



写真3 やや沢筋の斜面の山崩れによる損壊
(船石町)



写真4 山崩れによって上部2階建木造住宅を失った
半地下の鉄筋コンクリート造倉庫(鳴滝)



写真5 沢筋の土石流による被害(芒塚)



写真6 沢筋の土石流により約10軒の住宅が流された
(川平町)



写真7 写真6の中の鉄骨住宅の倒壊



写真8 土石流の直撃によるものとみられる鉄筋
コンクリート造車庫(東町侍石)



写真9 崖崩れによる木造被害（本河内町御手洗）



写真10 川の曲がり部分の水流による被害（下西山町）



写真11 山崩れで手前の川がせき止められその水流によるもの（三川町）

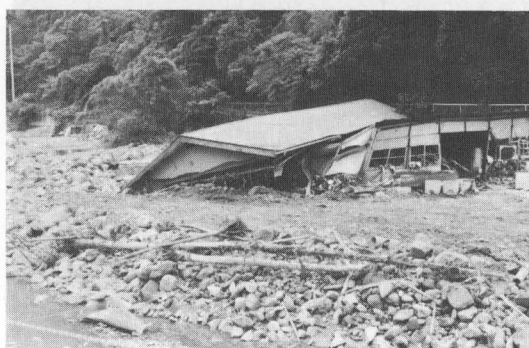


写真12 水流や流出物の直撃によるもの（三川町）



写真13 基礎を支えるコンクリート柱により倒壊を免れた例（片瀬一丁目）



写真14 橋のダムアップにより地盤が流出して倒壊した例（東町長龍寺）

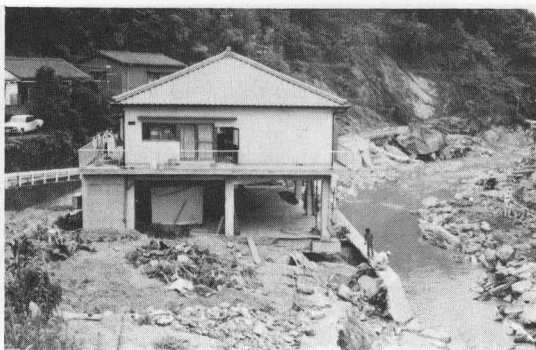


写真15 1階RCピロティ形式で基礎地盤が流出した例（大手町）

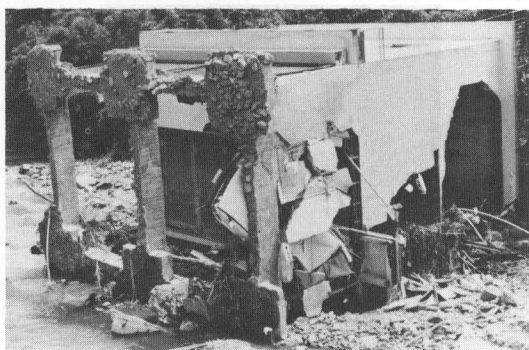


写真16 川沿で地盤流出のため転倒した鉄骨造建物（川平町）

後水圧をうけたものがある(写真-16)。水流で壁などは破損しているが骨組は殆んど被害をうけていない。その他、藤尾で倉庫が全壊している。

4) ブロック造
本河内奥山のブロック造2階建倉庫は階高は低い
が1階部分が山崩れの土石により全壊し、2階部分は健全であった。

RC塙とブロック塙が隣り合せて建っていた矢上の例では水流によりブロック塙は転倒したが、控壁のあるRC塙は健全であった。

一般的にブロック塙は土石流にはもろく、水流でも控壁がないとか鉄筋による補強の無い場合には転倒しているようである。

8. 5. 立地条件と被害

建築構造物は本来地震や風や雪に対しては荷重係数を定めて安全なように設計されている。しかしながら集中豪雨に対してはこの様な配慮がなされていない。とすれば、山崩れや土石流、水流の影響をうける斜面や崖地沢筋や川筋などは建築構造物の立地条件としては甚だ不適当な場所であることは明らかである。しかし、今度の大水害で大きな損壊をうけた構造物の多くがこのような地域に集中しているのを見ると、経済的な理由などがあるとはいえ、敷地選定が如何にあまかったかがわかる。したがって、このような災害を未然に防ぐためには、このような危険と考えられる敷地には自主規制や行政指導等によって建築構造物を建てないことが一番良いが、止むを得ない場合には、人命尊重の立場から避難体制を考えておくことである。また、川面上に張出して建てられた構造物がみかけられるが、全く敷地選定の論理を無視した不法建築物である。このようなものの考え方が災害を大きくしている要因となっていると思われる。

8. 6. 損壊建物による作用外力並びに流速等の推定

8. 6. 1. 土石流で倒壊した鉄骨造建物の場合 (写真2)

本河内町奥山の山崩れによる土石流で倒壊した鉄骨建物の水平耐力を求めることによって、土石

流の流速、衝撃力などを検討してみた。

いわゆる土石流は流れの先端に巨礫が集中して直進性と強大な破壊力をもつ砂礫型と、細粒物質を多く含有し先端部に段波をもつ泥流型とに大別される。奥山に発生した土石流は、その先端部に石礫の残存がほとんど認められないことから、泥流型であったものと判断される。この土石流によって倒壊した建物は底面が7m×3.6mの長方形をもつ鉄骨造2階建であり、土石流に対する建物の倒壊前後の位置関係はほぼ図-17に示す通りである。すなわち、建物は土石流の流れの縁端に位置しており、土石流は建物の長辺方向に対してほぼ直角方向に横転している。横転の状況は写真-2に示す通りである。

A) 家屋の倒壊様式の推定

(1) 柱およびはりに残る変形

家屋の倒壊様式は最終的に図-18(a)の柱A、Dの脚部の締結ボルトの破断および柱Jの頭端接統部の破断に基づく転倒であると判断されるが、転倒に至るまでの初期の土石流の衝撃力によって建物に生じた変化に関しても、主要な柱やはりに残る変形からある程度推定が可能である。

柱A、Dに残る変形は次の通りである。柱Aは下端より2.73mの部分すなわち2階の床部分およびその上方約50cmの部分の2ヶ所において折れ曲っている。柱Dは下端より98cmの部分および2階の床部分において折れ曲っている。

はりについては次の通りである。2階の床部分のはりAEHおよびNKHはE点およびK点において図-18(a)に点線で示すように水平面内で折れ曲っている。また、2階の床突出部のはりCDおよびIJは図-18(a)に点線で示すように水平面内で約20°の角度で折れ曲っている。

(2) 倒壊様式の推定

以上のような主要な柱やはりに残る変形から類推すれば、転倒に至るまでの間に建物に生じた変化は、既略次のようなものであったと判断される。すなわち、第1段階として、土石流による初期の衝撃力は図-18(a)に示す建物の短辺AEHKNを含む壁面に対して、ほぼ直角に近い角度で作用し、柱A、HおよびはりAEH、NKHを折り曲げると同時に、図-18(b)に示すように建物を水平面内で全体的に時計方向に回転させ、その結果はりCD、IJに約20°の折れ曲りが生じたものと判断さ

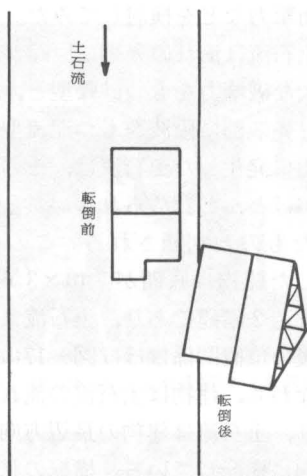


図17

れる。その際の建物の回転量は約 20° の折れ曲りを生じたはりに連結されていた柱の長さを考慮すれば 30° 程度には達したものと考えて良いと思われる。次に第2段階として、後続の土石流に対して傾斜を生じた建物の長辺 $ABCD$ を含む面に作用した衝撃力は、柱 D を折り曲げるとともに柱の折れ曲りによって前傾したこの面に強大な圧力を加えて押し上げたものと判断される。その結果柱 A 、 D 、 J に限界を越えた引張力が生じ、柱脚部ベースプレートの締結ボルトあるいは柱頭接続部の破断が生じて建物の横転に至ったものと考えられる。

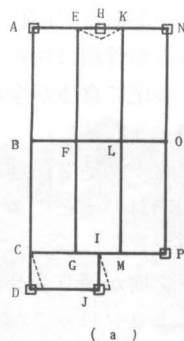
また、以上の考察結果からこの土石流が建物に加えた衝撃力の推定においては、土石流と家屋壁面とのなす角度を 30° とし、土石流の波高を 2 m としてさしつかえないものと判断される。

B) 家屋の水平耐力の推定

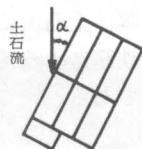
倒壊したこの建物の水平耐力は家屋重量および柱脚ベースプレートの締結ボルトの引き抜き耐力などに基づいて推定可能である。実測により家屋重量を求めることはほとんど不可能であるので、建築基準法に基づいて推定すると、家屋重量は 7.77 ton となる。また実測の結果、柱脚ボルトの直径は 16 mm であることよりボルトの引張耐力を1本当たり 3.62 t と仮定すると図18-(a)に示す柱 A 、 D の締結ボルトを引き抜き、家屋を NOP 辺を軸として回転させようとする高さ 1 m の位置に働く力 P_K は、

$$P_K = (3.62\text{ ton} \times 8 \text{ 本} \times 3.6\text{ m} + 7.77\text{ ton} \times 1.8\text{ m}) \div 1\text{ m} = 118.2\text{ ton}$$

となり、これをこの家屋の柱 A 、 D を含む壁面の



(a)



(b)

図18

底部より 2 m の位置までの $7\text{ m} \times 2\text{ m}$ の面に等分布する荷重に換算すれば、その分布荷重 P_K は 8.4 ton/m^2 と推定できる。

C) 土石流の衝撃力と流速の推定

(1) 泥流型土石流の衝撃力

泥流型土石流の衝撃力は先端部の段波の動水圧から推定され、単位幅当りの衝撃荷重 f は $f = \rho h u^2 / g$ で与えられる。ただし f は単位幅の衝撃荷重(t/m)、 ρ は土石流の単位体積重量(t/m^3)、 h は波高(m)、 u は土石流速度(m/s)、 g は重力加速度を表わす。

(2) 土石流速度の推定

土石流が家屋壁面に対して 30° の角度で衝撃力を加えたものと考えれば、転倒した家屋の水平耐力 P_K と単位幅衝撃力 f の間には次の関係が成立をする。

$$f/h \sin 30^\circ \geq P_K$$

ここで $h = 2\text{ m}$ と考えており、また土石流の単位体積重量 P はほぼ 2 t/m^3 であることを考慮すれば

$$2 \times u^2 \div 9.8 \times \sin 30^\circ \geq 8.4 \quad \therefore u \geq 9.1\text{ m/s}$$

となり、土石流の流速は毎秒 9.1 m を越えたものであったことが推定される。

8. 6. 2. 河川に転落したブロック壁鉄骨造建屋 (写真16)

浦上川沿いに建っていたブロック壁鉄骨造3階

建住宅が、流水の洗掘による地盤流出のために河川の中に転落した。このため、この建物のブロック壁は動水圧を受け破損し、大穴（5 m×2.7m）が孔いた。この壁面に作用した水圧を概算する。

A) ブロック壁の保有耐力

壁面はコンクリートブロック（390×190×100）より成り、その外壁面は25mm厚さのモルタルで仕上げてある。

2 箇に 1 本の割合で鉄筋の這入っているブロック壁の降伏モーメントは次式で計算される。

$$M_y = a \cdot \sigma_y \cdot j \quad (1)$$

ここに、 a は鉄筋の断面積（9 mm 鋼棒、 0.64 cm^2 ）、 σ_y は鉄筋の降伏応力（ 2400 kg f / cm^2 ）、 j は応力中心距離である。

i) ブロックのみの場合： $j = 4.2 \text{ cm}$,

$$M_y = 8060 \text{ kg f} \cdot \text{cm/m}$$

ii) 仕上げモルタルも含む場合： $j = 6.7 \text{ cm}$,

$$M_y = 12900 \text{ kg f} \cdot \text{cm/m}$$

B) 動水圧の推定

壁面を四辺固定のスラブ（ $5.0 \text{ m} \times 2.7 \text{ m}$ ）とし、これに等水圧が作用していると考える。

i) 壁面に亀裂を起させる水圧： P_1

$$P_1 \geq 12.2 M_y / \ell^2 \quad (2)$$

ここに、 ℓ はスラブの短辺長さ（ 2.7 m ）

ii) 壁面が崩壊するための水圧： P_2

$$P_2 \geq 30.1 M_y / \ell^2$$

	$P_1 (\text{kg f / cm}^2)$	$P_2 (\text{kg f / cm}^2)$
ブロックのみの場合	0.013	0.033
仕上げモルタルも含む場合	0.022	0.053

河川の水流は壁面を直撃しているものとして水圧に相当する流速 v を計算すると次のようになる。

$$v = \sqrt{2gP_2/\gamma} \geq 2.5 \sim 3.2 \text{ m/sec} \quad (4)$$

ここに、 g は重力の加速度（ 9.8 m/sec^2 ）、 γ は水の密度（ $10^{-3} \text{ kg f / cm}^3$ ）である。したがって流水速度は 3 m/sec 以上であった事が考えられる。

8. 7. ま と め

建築構造物の被害調査から得られた貴重な結果と教訓を総括すると次の通りである。

1) 集中豪雨による建築構造物の損壊の分布がその降雨全域に及ばず、山間や崖下、川沿の極く限られた地域とその周辺部に集中して現われる

のが、地震や台風などとは異なる、集中豪雨被害の特色といえる。

2) 建築構造物を崩壊に導いた元凶は一次外力である集中豪雨ということになるが、損壊に直接関与した要因を求めると、それは山崩れやそれに誘発された二次外力である土石流や水流ということになろう。

3) 山崩れや土石流の破壊力は想像を絶する程巨大であり、その直撃をうけた木造建築構造物は瞬時にして全壊し、人命を一呑みにしている場合が多い。したがって土石流の通過が予想される谷間、沢筋及び川筋に建築構造物を建設することは慎むべきことであろう。

ちなみに、今回損壊をうけた建築構造物によって、土石流及び水流の流速を推定してみたところ土石流では 9 m/sec 以上、水の流速は 3 m/sec 以上という結果が得られている。

4) 建築構造物を鉄筋コンクリート造等で頑丈にして土石流に備える方法もあるが、経済的にもそれは決定的な対策とはなり得ず、人命安全の立場から考えるとやはり危険である。

5) 砂防ダムによる防止策が採用されている場合もあるが、その効果には限界があり、逆にそれがあることによって居住者に安心感を持たせ防災に対する感を鈍らせるため、より大きな災害を招く危険性もあるので設置する場合は慎重でありたい。

6) 増水時の対策としては、木造建築構造物や土壁構造物よりも鉄筋コンクリート構造物の方が効果的である。

7) 護岸のかさあげや補強、川筋の直線化、拡幅化、さらに集中豪雨でも異状増水しないように山の保水力を高め遊水池を設けるなどの有効な手段が必要である。

8) この種の災害は何百年に 1 度の不可抗力的な自然現象かもしれないが、人命にかかわる災害に発展する恐れがあるから、その地域の過去の被害調査を行い、かつて災害があったと思われる危険な地域を明確化し、そのような区域内での開発造成を規制すべきであろう。

9) 建築基準法第 19 条（敷地の衛生及び安全）を改めて確認すると共に、宅地の乱開発造成や不完全な排水工事、または筋違が十分に配置されていないとか基礎が不十分であるなどの不完全

構造物、特に川面上に張出したものなどは災害を誘発し、拡大させる原因となるので十分な取締りと行政指導が必要である。

10) 今度の水害から、建築構造物の建設にあたって、敷地選定がどれほど大切なことであるかという貴重な教訓を学び得た。

謝 辞

本調査報告作成にあたり、その実地調査、資料整理及び図面作成等に対して構造工学科全教職員

の御協力を得た。ここに深く謝意を表します。

参 考 文 献

矢野勝正“水災害の科学”技報堂
建設省住宅局“建築基準法令集”(S57. 3)日本建築学会
伊勢湾台風災害調査特別委員会編“伊勢湾台風災害調査報告”(1961)日本建築学会
日本建築学会編“1975年台風13号による八丈島の建物被害の記録”(1978)日本建築学会

140.0	140.0
120.0	120.0

9. 人的被害・災害情報の伝達

岡林 隆敏*・高橋 和雄*

9. 1. 人的被害

9. 1. 1. 人的被害の概要

7月23日夕刻長崎県南部を襲った豪雨は記録的な集中豪雨となった。特に長崎市を中心とする人的・物的被害は甚大であった。時間雨量が100ミリを越す集中豪雨が3時間余り続いたために、長崎市内の中小河川は氾濫し、土石流・急傾斜地の土砂崩れが長崎市全域で多発した。昭和32年7月25日諫早水害以来の死者・不明者であった。

本調査団の人的被害・避難誘導の担当は、人的被害の調査のために、7月中に各被災地の調査を行った。続いて8月からは、防災関係機関すなわち、長崎県警察本部・長崎市消防局・長崎県及び長崎市災害対策本部の調査と資料の収集を実施した。最後に、死者の発生した市町村の消防担当に対して、電話による調査を行った。以下調査結果を報告する。

本節では、長崎県下で発生した人的被害の概要について述べ、次に長崎市内の人的被害の特徴を指摘する。

長崎県下と長崎市の人的被害の概要を述べる。長崎県下における被災者の発生状況を行政区別別



図－1 長崎県下の人的被害の発生箇所

に図－1に示した。長崎県下の被災者（死者・不明者）は、

土砂崩れによる被災者：262人(87.6%)

出水による被災者：37人(12.4%)

被災者の合計：299人(中4名は不明者)

である。全死亡者の約9割を土砂災害が占め、近年の気象災害の特徴を如実に示している。図を見てわかるように、災害はほぼ豪雨の通過域で発生している。

集中豪雨による自動車の災害が近年指摘されているが、今回の災害でも確証の得られる被災は次の通りである。

土砂崩れによる被災：4件

出水による被災：5件(8件)

なお、括弧は、被災者の発見された場所が車内ではないが、自動車で被災した可能性の強い災害を含めた件数である。

図－1からも明らかなように、今回の災害は長崎市に集中している。長崎市内の被災者の数は、

長崎市内の被災者：262人(87.6%)

長崎市以外の被災者：37人(12.4%)

である。不明者は全て長崎市内の被災者であり、不明者は4人である。長崎市内の人的被害の発生箇所を、土砂と出水による災害に分けて図－2に示した。長崎市内の土砂による被災者と出水による被災者の内訳は、

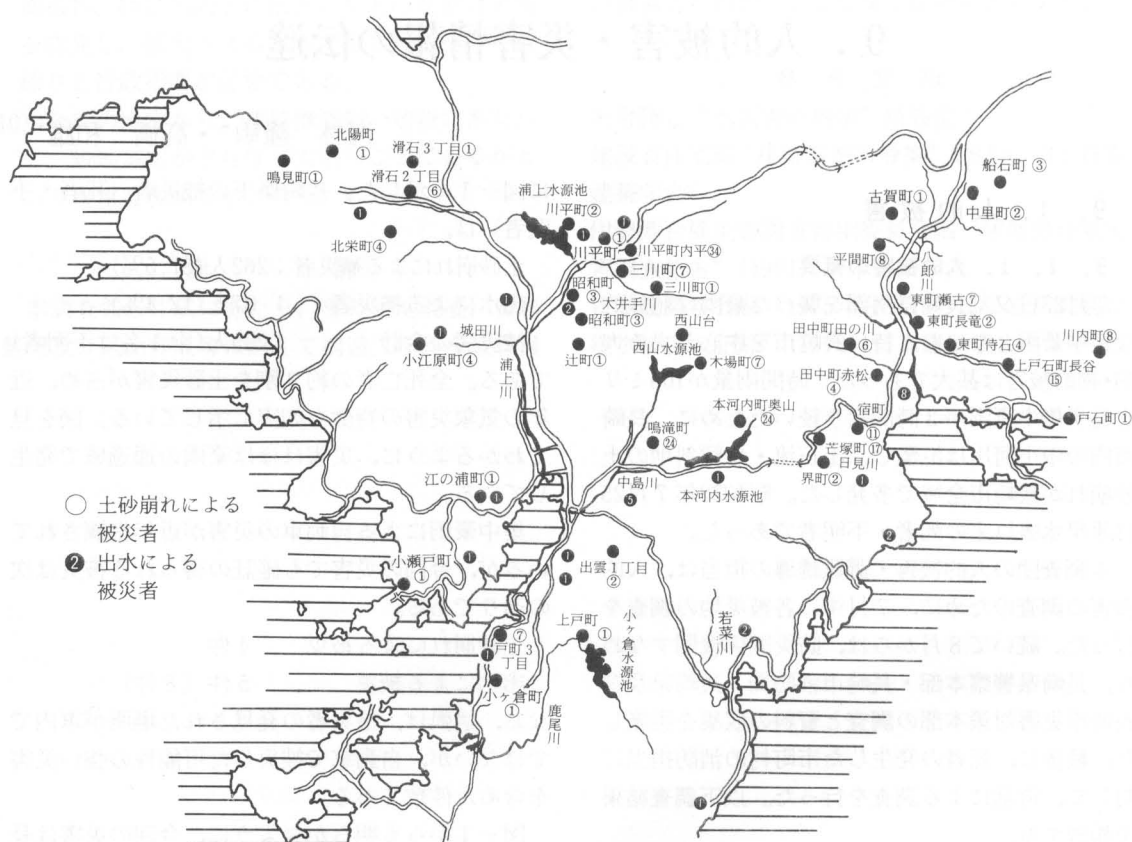
土砂崩れによる被災者：231人(88.2%)

出水による被災者：31人(11.8%)

被災者の合計：262人(中4名不明者)

である。長崎県下と同じく、被災者の約9割が土砂による災害で罹災している。長崎市内の災害は、長崎市内の主要な3河川、浦上川・中島川・八郎川の水系に集中している。中島川上流の鳴滝町及び本河内奥山の土砂崩れでは、多数の被災者が発生した。一方中・下流では出水による6名の被災者が発生している。また、浦上川上流の川平町では、土石流の発生により34人の被災者が発生した。中流域では、5人の流出による被災者が発生して

*長崎大学工学部土木工学科



図－２ 長崎市内の土砂崩れ・出水による災害箇所（長崎市消防局資料より）

表－１ 警察署別被害発生状況（長崎県警察本部）

警 察 署	死 者	不明者	負傷者	警 察 署	死 者	不明者	負傷者
長 崎	62	2	310	大 瀬 戸	2		7
大 浦	15		18	国 見	1		
稲 佐	8		1	口 之 津	3		2
浦 上	72	1	110	小 浜	1		
東 長 崎	120	1	353	大 村	1		
時 津	8		5	平 戸			1
諫 早	2		7	合 計	295	4	807

いる。豪雨が長崎市の東部に集中したために、長崎市の東部東長崎地区の被害が激甚であった。普賢岳周辺の数多くの土石流による災害、東長崎一円に発生した斜面崩壊、さらに八郎川の氾濫は、人的被害をこの地区に集中させた。

表－１は、長崎県下の警察署別の人的被害の発生状況を示したものである。これより長崎市の地区別の被害の概要を読み取ることができる。長崎署は長崎市の中心街を含むほぼ中央部、大浦署は

南部、稲佐署は西部、浦上署は北部、東長崎署は東部を管轄としている。管轄は長崎市内のみではないが、ほぼこれらの地区の被害を示している。この表からも、被害は東長崎地区に集中していることがわかる。

次に長崎市内の被害について詳細に検討する。基礎となる資料は長崎市消防局警防課調査に基づいている。



写真1 川平町内平

9. 1. 2. 長崎市内の土砂崩壊による災害

1) 土砂災害の概要

長崎市内の被災者の約9割が土砂崩れによるものである。市街地の近郊において、大規模な土砂崩れにより多数の被災者が集中している。小規模な土砂崩れにより被災者が発生した場所は、長崎市の北部と南部の住宅地に多く、かつ未開発の自然と接する宅地の外縁部である。ほぼ市街化区域の周辺で多発している。東長崎地区では、災害の発生箇所は、外縁地域全域に点在している。この中には、かなり古い集落が含まれる。

長崎市内で死者の発生した土砂崩れの箇所は、49箇所あり、231人の被災者を出しているが、大規模な災害箇所6ヵ所で実に、125人の被災者が発生した。これは、土砂による被災者の54パーセントを占めている。10人以上の被災者が発生した土砂崩れの場所は、次の通りである。

川平町内平	：34人
本河内町奥山	：24人
鳴滝町	：24人（中1人不明）
芒塚町	：17人
上戸石町長谷	：15人
宿町	：11人
合計	：125人（土砂による被災者231人に対して54%）

土砂による災害は、斜面崩壊と土石流に分類できる。しかし、土石流の定義は研究者によっていくつか提案されており、これらを明確に分類することは困難である。そこで、長崎市内の土砂災害で、明らかに土石流と考えられるものを17箇所と

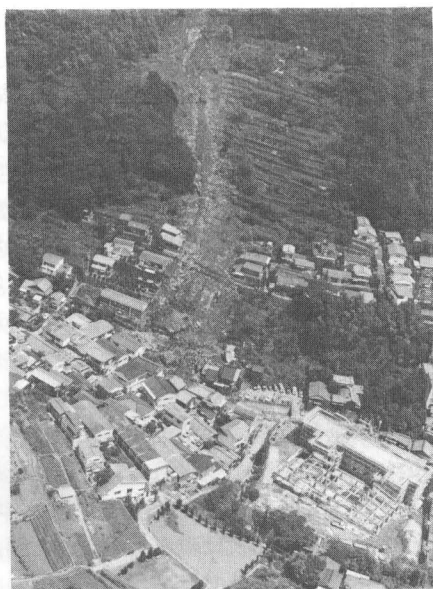


写真2 鳴滝町



写真3 本河内奥内

考え、他のものを斜面崩壊とした。この分類によれば、土石流による被災者は105人、斜面崩壊による被災者は126人となる。土石流の中で14箇所は東長崎で発生しており、普賢岳の周辺に集中している。

長崎市内の土砂災害は、新興住宅地の災害であるかのように受けとめられているが、災害は単純な構造をしていない。著者等の調査によれば、次のように3層に分類できるものと考えられる。それらは、①土石流の被害を受けたかなり古い集落、

②急傾斜な斜面の下にある20～30年前の住宅，③新興の宅造地に建てられた新しい住宅，である。今後，それぞれに適した対応，土石流の対策，急傾斜危険地域の指定さらに，危険箇所の住宅の規制等が望まれる。

2) 大規模な被災地（図－2を参照）

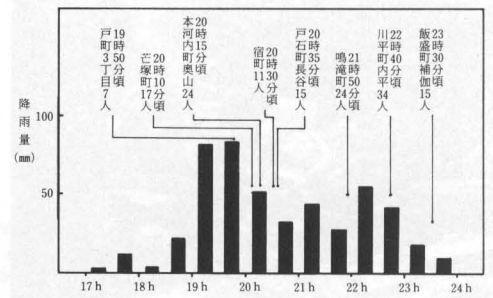
川平町内平：死者34名，全壊家屋26戸，半壊家屋4戸，被災地の写真を写真－1に示した。場所は図－2で示したように，浦上川の上流にある。災害の発生時刻は，23日22時40分頃と推定される。長崎市の土砂災害の中では，遅い時刻に発生している。住民の証言と現場の状況から判断すると，水を主体とした土石流が溪流沿いの家屋を押し流したものと考えられる。被災者の内9人は現場で発見されているが，25人は現場から離れた浦上川流域および長崎湾・湾外で発見されている。

鳴滝町：死者23人，不明者1人，全壊家屋7戸，半壊家屋9戸。被災地の状況を写真－2に示した。場所は中島川の支流である鳴滝川の流域にある。災害の発生時刻は23日21時50分頃と推定される。山腹が崩壊し，流下した土砂が斜面上に建てられていた住宅を破壊したものである。流出土量は多くないが，住宅が密集していることと，住宅が階段状の構成になっているために，被害が大きくなったものと考えられる。

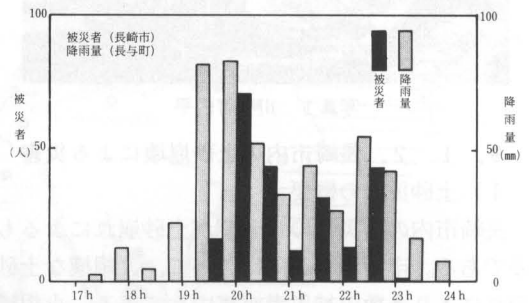
本河内奥山：死者23名，不明者1名，全壊家屋16戸，半壊家屋2戸。被災地の状況を写真－3に示した。場所は中島川の上流，本河内高部水源地に流入する川の流域である。災害の発生時刻は，23日20時15分頃と推定される。山腹が120m，高さ240mの大規模な斜面崩壊を生じ，山沿にあった住宅を破壊したものである。

3) 土砂災害の発生時刻

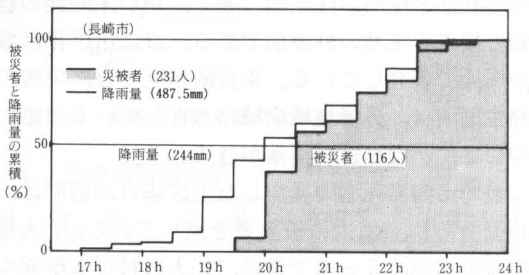
土砂災害の発生時刻は，降雨量と土砂崩れの機構を解明する上で，また土砂災害からの避難の問題を考える場合重要な因子となる。特に，避難の問題では豪雨が始まって土砂災害が発生し始める時刻，さらに土砂災害が継続した時刻は重要である。調査で得られた時刻にはかなりのばらつきがあった。時間雨量100mmを越す豪雨の最中に土砂崩れが発生しており，豪雨の音と増水した溪流の音に土砂崩れの音が消されている。また，停電中に災害が発生した場合，時刻の基準となるものがなく正確な時刻が確定できない。本節の時刻は著者



図－3 多数の死者が発生した土砂崩れの時刻と30分降雨量



図－4 土砂崩れによる被災者の数の推移と30分降雨量

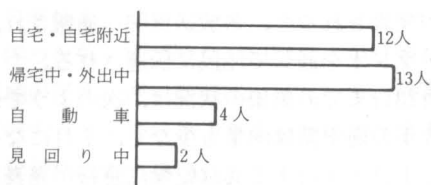


図－5 土砂崩れによる被災者と30分降雨量の累積

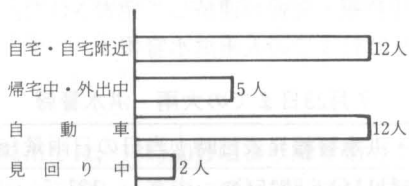
の被災地での証言，長崎市消防局の調査および新聞報道に基づいて推定したものである。

図－3は，多数の被災者が発生した土砂崩れの時刻と30分降雨量を示したものである。降雨量は，気象担当の荒尾助教授の収集した長与駅の雨量計のデータを用いた。他の地区の雨量と比較して豪雨の発生時刻及び継続時間はほぼ同程度と考えた。豪雨は23日19時頃より強くなり，約4時間程続いている。豪雨が始まり，1時間程経過した20時から21時にかけて災害は集中していることがわかる。

この点をさらに詳細に検討するために，30分雨量強度とその30分間に発生した被災者の分布を図－4に示した。被災者は，豪雨が始まって30分後に発生している。また，20時と20時30分の間に最



(a) 自動車による被災が確定している場合



(b) 自動車による被災を推定した場合

図-6 出水による被災者の被災場所

も多く発生している。土砂災害は、ほぼ3時間に渡って発生していることがわかる。図-5は、被災者と降雨量の時間に関する累積を表したものである。土砂災害による被災者のほぼ50パーセント(116人)は、21時までには罹災している。被災者の約50パーセントは、21時から23時の2時間に罹災している。このことより、次の点を指摘することができる。第1に、豪雨が始まってからの初動の対応が極めて重要であると考えられる。第2に、災害が集中した後の後続期間に適切な処置をすれば、被災者の数を少なくすることも可能であると考えられる。すなわち、初期の集中した災害に対する情報の収集と救助体制の確立と、後続する災害に対する効果的な避難体制・計画の検討が望まれる。

9. 1. 3. 長崎市内の出水による災害

土砂災害による被災者の多くが、自宅または自宅付近で罹災しているのに対して、出水による被災者の行動は多様である。豪雨が始まった時刻が19時頃であったために、市民は商用、通勤および買物等の最中にあった。

図-6は、出水による被災者を被災場所別に分類したものである。出水の時刻から見て、自動車での罹災した被災者が多い。自動車による災害では、遺体が車中で発見された確実な災害の外に、状況から判断して自動車による罹災の可能性が強い災害がある。そこで、図-6(a)は、自動車による罹災が確実な場合、図(b)は、自動車による罹災を推定した場合である。図から明らかなように、自動

車による罹災を含めて、外出中・帰宅中の罹災が最も多い。さらに、この被災者の中の男性と女性の平均年齢はそれぞれ31歳であり、商用・帰宅中の人々が被災したものと考えられる。一方、自宅・自宅付近で被災した場合、男性5人の平均年齢は70歳、また女性7人の平均年齢は58歳である。男性の場合高齢者が、女性の場合は主婦層が被災したものと考えられる。

次に、自動車による災害について述べる。長崎市以外では、自動車による災害は、吾妻町と小浜町でそれぞれ1件発生している。吾妻町の場合は通行中川に転落し流出、小浜町の場合は通行中に学校の土塀が崩れ下敷になった災害である。長崎市内では、

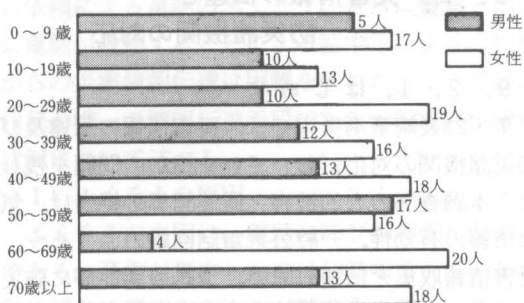
土砂崩れによる被災：3件

出水による被災：4件(7件)

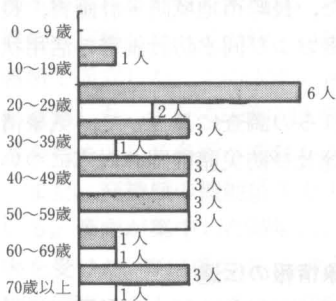
である。括弧の中は推定による件数を含めた場合である。しかし、当時、長崎市内の各地に散在した自動車の状況から判断して、数秒の時間が生死の境を分けたものと推察される。この点は、今後の水害に対する自動車の安全性を考える場合重要である。さらに続けて調査を進めたい。

9. 1. 4. 被災者の年齢構成

長崎市内の被災者の年齢構成を、土砂崩れによる災害と出水による災害に分けて図示した。土砂



(a) 土砂崩れによる被災者



(b) 出水による被災者

図-7 被災者の年齢構成

崩れによる災害では、被災者231人中
男性：94人（39.3%）
女性：137人（60.7%）

であり、女性がかなり多い。このことは、豪雨の始まる時刻が19時頃であり、男性が勤先より帰宅できなくなっている中で災害が発生したためと考えられる。また、0～9歳の幼年層と70歳以上の高齢者の被害がわずかに多い。土砂による災害では、災害当時自宅にいた人々が罹災している。

一方、出水による災害では、女性に比べ男性が罹災している。これは、商用及び通勤中に罹災しているためと考えられる。特に、20歳代の男性に該当する。40～50歳代の女性の被害は主婦層であると考えられる。さらに、70歳以上の高齢者は、自宅または避難中に罹災している。また、土砂による災害に対して、0～20歳代の若年層の被災者がほとんどいない。これは、災害当時が夏休みであったことと、子供のいる家庭では河川・側溝の増水を見て避難をしたのではないかと考えられる。

住民の避難行動及び消防団・自治組織の活動は、災害を防止する上で決定的な要因となる。これらの点については、本報告書の後に続く文部省・自然災害科学の調査において検討する予定である。

9. 2. 災害情報の伝達と 防災諸機関の対応

9. 2. 1. はじめに

7・23長崎豪雨災害では、災害情報の伝達及び防災諸機関の対応においていくつかの問題を残した。本調査団の人的被害・避難誘導の担当は、気象情報の有効性、一般公衆電話回線のふくそう、災害情報収集と伝達の障害、放送機関並びに防災諸機関の対応に関して、関係諸機関の聞き取り調査を実施した。また、長崎市地域防災計画書、長崎県地域防災計画書および同水防計画書の活用状況について調査した。

本報告では、これらの調査に基づいて、気象情報、災害情報の伝達及び防災諸機関の対応について検討した。

9. 2. 2. 気象情報の伝達

長崎海洋気象台では、気象情報は、専用回線によって、各関係機関16箇所へ伝達される。注意報・

警報が発表されると、各放送機関へ通報され、テレビ・ラジオを通じて住民に伝達される。

7月23日までの気象の状況は、次のようであった。今年の梅雨期は雨量も少なく、7月になってからも1日～5日まで異常乾燥注意報が発表されている。その後一変して、7月10日からは、連日各種の注意報・警報が連続して発表された。7月10日より23日までの大雨洪水警報は、

表－2 7月23日までの大雨・洪水警報

大雨・洪水警報発表日時	当日の日雨量(mm)
7月11日6時15分	131.5
13日8時15分	47.5
16日9時25分	21
20日6時20分	243
23日16時50分	488

のように、4回発表されている。警報時にはかなりの降雨量が見られ、7月20日には日雨量243mmの降雨があった。

次に、7月23日の気象情報について述べる。7月23日、長崎地方に警報が発表される前に、対馬地方に次のような注意報・警報が発表された。

11時45分 大雨・洪水・雷雨・強風・波浪注意報

14時20分 大雨・洪水警報、
雷雨・強風・波浪注意報

長崎地方では、

15時25分 大雨・洪水・強風・雷雨・波浪注意報
が発表された。続いて、これを

16時50分 大雨・洪水警報、
強風・雷雨・波浪注意報

に切替えた。

この警報は、ただちに長崎市の放送機関、NHK、NBC（長崎放送）、KTN（テレビ長崎）に通報され、各社はテレビ・ラジオを通じて放送した。警報の内容を次に示した。

16時50分発表 大雨・洪水警報

大雨・洪水・雷雨・強風・波浪注意報を大雨・洪水警報、雷雨・強風・波浪注意報に切り替えます。

対馬海峡に低気圧があつて東に進んでおります。

梅雨前線の活動が活発になって来ました。

長崎地方では今夕から明朝にかけて時々雷を伴った強い雨が降り、山崩れ、がけ崩れ、低地の浸水、河川の増水、はんらん、落雷などの大きな災害の発生する恐れがあります。十分警戒して下さい。

雨量は50～100ミリの見込みですが、局地的には150ミ리를こえる所もあり比較的短い時間に集中して降るでしょう。

………以下略

長崎市では、18時30分頃より降り始めた雨は、19時頃より激しい豪雨に変わり、3～4時間降り続くことになる。19時以後の降雨強度と人的被害の関係は、前節で述べた通りである。豪雨が始まり、1時間30分程経過した後、海洋気象台は大雨情報を発表した。

20時40分発表 大雨情報第1号

梅雨前線の活動が活発となっており、長崎地方では、夕刻よりかなり強い雨が降っております。

今日16時～17時まで平戸で84ミリ、17時～18時まで松浦で89ミリ、18時～19時まで大瀬戸で64ミリ、長浦岳153ミリまた19時～20時まで長崎で115ミリ、長浦岳118ミリ、諫早66、大村で68ミリとなっております。

この雨は長崎県中部・南部を中心にまだ1～2時間続き、またその後も断続的に明朝まで強い雨が降りますので厳重に注意して下さい。今夜の満潮は午後10時35分です。

22時20分発表 大雨情報第2号

21時現在、背振山のレーダー情報によれば強い雨の区域は長崎市・五島灘中部・佐世保市・大村市・諫早市を囲む広い範囲にあって、1時間前からほとんど動いておりません。今後明日の朝までには更に70～100ミリ、多い所では150ミ리를越えるみこみですから、引続き厳重に警戒して下さい。

降り出しからの雨量は、平戸190、佐世保188、大村236、諫早301、長崎358、長浦岳388、島原74ミリとなっております。

その後、23時35分に大雨情報第3号を発表し、7月24日までに4号から16号までを出している。

9. 2. 3. 一般電話回線の状況

災害時には通信施設に対する様々な損傷により、通信機能が低下している中で、異常に多くの情報が伝達されようとする。7月23日の長崎の災害では、専用橋の流出、地下埋設管の損壊、電柱の倒壊さらに電話器の水没による交換機の機能低下の下で、災害の通報、救助の要請および安否の問い合わせ等のような、平常時では考えられない多量の情報伝達により一般電話回線はふくそうした。

防災諸機関は、このような状況の中でも災害情報の収集・救助活動ができるように、独自の通信システムを保有している。警察・消防は、自営の通信網を設置し、また県・市等の行政機関は、災害応急復旧用無線及び孤立防止用無線を保有している。また、一般電話回線は、重要加入者(気象・防災諸機関)を優先するような処置を取ることができる。

一方、災害を受けた住民は、専ら一般回線を使って災害の通報・救助の要請をせざるを得ない。ケーブルの切断及び電話器水没による電話器の使用不能状態、安否の問い合わせ及び災害の通報・救出の依頼による電話のふくそう、さらに警察・消防に電話が殺到することによる話中等により、住民からの災害情報伝達は困難を極めた。ここでは、住民の唯一の情報伝達手段である一般電話回線の状況について述べる。

1) ふくそうの原因

ふくそうの主因は、電話の呼びが殺到したことである。豪雨が集中したのは19時頃であり、まだ勤め帰りや買物中の人々が繁華街に集まっていた。増水のためこれらの人々は、近くのビルや高台の建物へ避難した。その後、24日午前1時過ぎまで各所で孤立した。この人々の自宅への連絡が電話に殺到した。さらに、逆に自宅からは、110番・119番を始めとして各所へ電話がかけられた。

また、交換機の機能低下もふくそうに関与している。豪雨が集中した時期に、電気通信施設が被害を受けた。専用橋の流出、地下埋設管の損壊、電柱の倒壊によるケーブルの切断、さらに電話器の水没により、多くの一般加入電話は使用不能になった。

この数は市内で約1万2千台であり、この中でケーブルの障害によるもの4千台、電話器の水没によるもの8千台と推定されている。これらが全て通話中の状態になり、交換器の機能を低下させた。

2) ふくそうの状況

23日19時頃より豪雨が激しくなり、20時近くなると、災害の通報と救助の依頼が集中し始めている。20時を過ぎた頃よりNHK、NBCのラジオは、豪雨の状況を報道開始する。この頃より安否の電話が殺到し始めていると考えられる。21時頃になると、これらが集中してふくそうが始まったものと考えられる。著者が、長崎市の自治会長に出したアンケート調査では、電話がかかりにくくなった時刻または不通になった時刻は、20時から21時と答えている。

図-8 は、7月24日における長崎市の市内電話

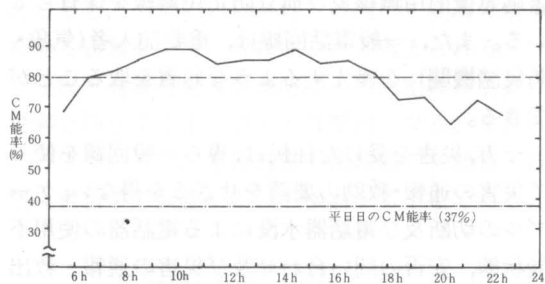
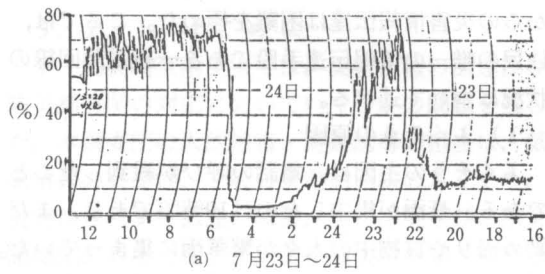
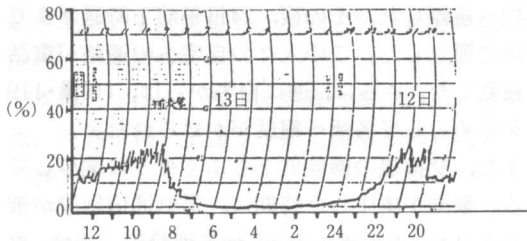


図-8 昭和57年7月24日の市内電話の状況



(a) 7月23日～24日



(b) 7月12～13日(平日)

図-9 昭和57年7月23・24日の市外電話の状況

のふくそう状況を示したものである。交換器は長崎市の中央にある新長崎である。23日の記録は取れていないが、23日の20時頃より、ほぼこのような状態が続いたものと推測される。また、図-9は市外電話の状況を示したものである。21時前後のテレビによって、長崎の災害が全国に放送されると、全国からの問い合わせ及び見舞の電話が殺到し、市外電話もふくそうした。図(a)は、7月23日から24日までの状況であり、図(b)は平日の状態である7月13日の状況を示したものである。

110番、119番による救助要請の通報が、警察・消防に届いたとしても、ここにも電話が殺到しており回線数不足のために話中になった場合も多い。電信電話公社が緊急以外の電話の自粛を各テレビ局に呼びかけたのは、23日の23時頃であった。

9. 2. 4. 市民からの通報と防災機関・放送機関の対応

1) 市民からの通報

被災した市民にとって、災害の通報・救助の依頼は、一般加入電話を使ってなされる。災害発生時は、電話のふくそうにより市内全域で電話はかかりにくくなった。場所によっては不通になっている。110番による通報は、長崎県警察本部の通信指令室で、119番は長崎市消防局の通信指令室で受理される。しかし、これらの回線数をはるかに上回る通報のために、溢れた通報は、長崎県警及び消防局の一般回線、各警察署・各消防署・消防団さらにNHK・NBCの各放送局に殺到した。

長崎県警察本部：110番の通報は20時頃より集中している。第1報は19時03分琴海町長浦川の氾濫の通報であった。通報は24日4～5時頃まで続いた。県警の110番は40回線ある。当夜は、4人で4件同時に処理できる体制をとっている。通報の中には、死亡者が発生して救助を必要とするもの以外に、「…はどこに避難しているのでしょうか。」等の問い合わせの電話、さらに軽微な災害「床下浸水」等の通報が渾然となっている。ふくそうの中を、110番に到達した措置を要する災害の通報は、比較的重要でない通報に阻まれて、受理されにくかったことが推測される。放送局で安否情報の対応をとり始めてからは、問い合わせの電話は放送局にかけるよう対応している。受理した件数を全て残すことはできないが、措置を要する通報

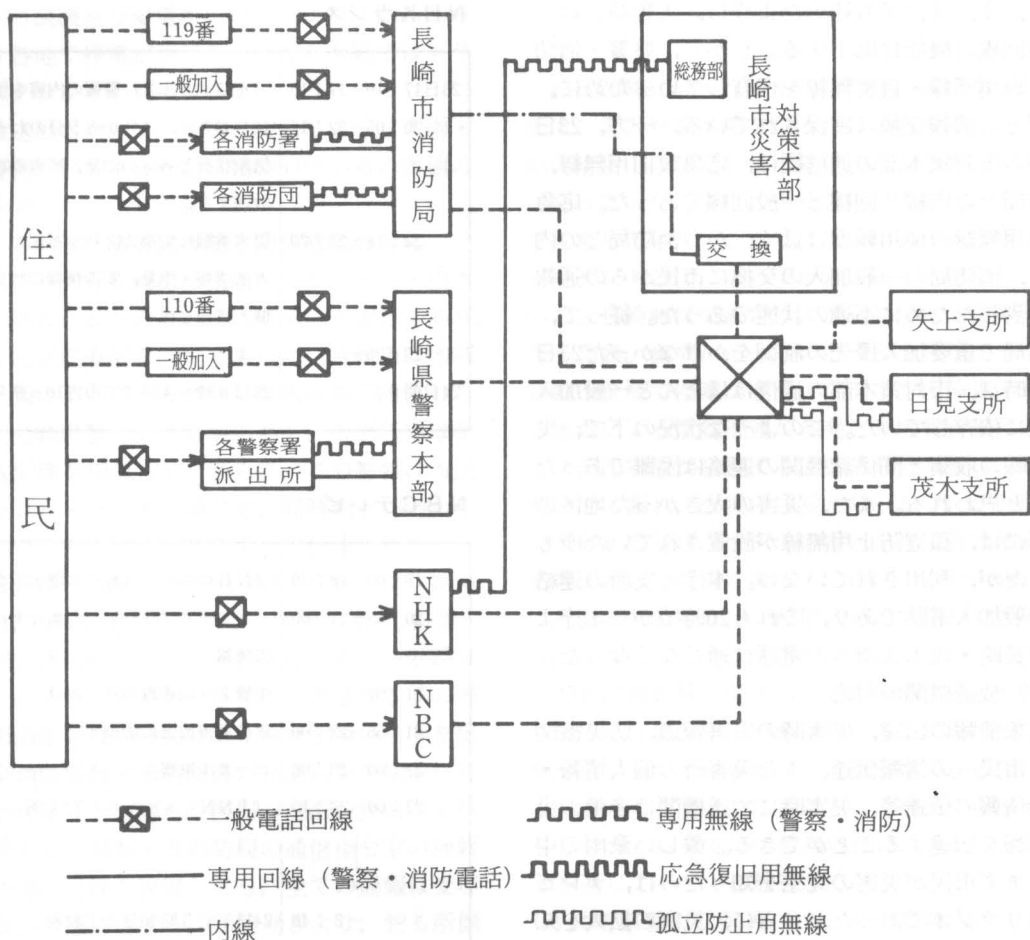


図-10 市民からの通報と防災諸機関の関係

だけでも328件に昇っている。24時頃より安否の電話は減少した。

また、県警の一般回線にも電話が殺到しているが、中には救助を要する通報も含まれている。交換は13回線あるが、全てふさがった状態であった。電話交換は3人で処理し、1人約500本の処理をしている。

長崎市消防局：119番の通報は、23日20時から24日3時までがピークになっている。119番は通常3回線であるが、緊急時には10回線に増設できる。23日は10回線全てを使って10人で通報の処理をした。18時49分に第1報を受理している。24日2時頃まで受けた通報は1140件、23日18時30分から24日5時頃まで受理した措置の必要な通報は、約580件であった。県警の場合と同様に、重要度の低い通報に悩まされている。

警察・消防に通じなかった電話は、各放送局に

殺到した。

NHK：21時頃より安否情報の放送依頼と救助の依頼が通報されている。電話通報は、23日21時過ぎより24日1時頃までがピークとなった。10数人が班を編成して、6台の電話で対応した。取扱った件数は2500件である。

NBC：20時過ぎより安否の問い合わせの電話がかかり始めた。電話通報は、20時30分頃より殺到している。交換は2～3人で対応した。23日20時30分よりほぼ2日間で2,000件の電話を処理している。これ以外にメモしなかった電話がかなりあった。

以上が主要な箇所への市民からの通報の状況である。次に、これらの通報を受理した防災関係機関と長崎市対策本部との関係について述べる。長崎市対策本部は、23日20時30分に設置された。市民からの通報の伝達ルートを図-10に示した。前

項9. 2. 3. でも述べたように、災害時には、一般回線の機能は低下する。しかし、県警・消防は、専用回線・自営無線を保有しているために、各署との情報交換は確保されている。一方、23日当時の市対策本部の通信網は、応急復旧用無線、消防局との内線2回線と一般回線であった。応急復旧用無線の使用頻度は低く、かつ消防局との内線は、消防局の一般加入の交換に市民からの通報が殺到したために不通の状態であった。従って、電話局で重要加入優先の制御をかけなかった23日の当時は、市対策本部の通信はほとんど一般加入電話に依存していた。このような状況の下で、災害情報の収集と関係諸機関の連絡は困難であったものと思われる。また、災害の大きかった地区の支所には、孤立防止用無線が設置されていた所もあったが、利用されていない。本庁と支所の連絡も一般加入電話であり、これも20時頃から本庁より東長崎・茂木支所への電話は通じなくなった。

2) 放送機関の対応

気象情報の伝達、災害時の災害報道、防災機関から市民への情報伝達、また災害時の個人情報・生活情報の伝達等、災害時に放送機関は多量の災害情報を伝達することができる。激しい豪雨の中で、まず市民が災害の発生を知ったのは、テレビでありラジオであった。さらに、災害の拡大を知り危険が迫った場合、避難のための多くの情報を、テレビ・ラジオは市民に伝達することができる。また、放送機関で個人情報を放送することにより、多量の安否情報が伝達できる。繁華街でビルの上階に避難し、孤立していた人々の生存の情報を多量に自宅に伝達した。河川の増水・土砂崩れによ

NHKテレビ	
23日16:30	大雨・洪水警報（テロップ）
18:30-19:00	（ニューススタジオ）警報を流す
20:00-20:50	災害情報をテロップで流す
20:50-21:00	（ローカルニュース）まとまった災害情報
21:00-21:30	（NC9）全国ニュースで流す この中で県警の呼びかけを放送
22:30-22:45	特別番組
22:45-0:00	災害情報に切替え
24日0:00-2:30	↓ この間全国放送で流す
2:30-5:00	↓ 災害情報

NHKラジオ	
23日17:10-17:15	（定時ニュース）警報の内容を伝える。
20:05-22:18	10分おきに、3分から5分のわくで、 気象状況と各地の雨量、被害の状況を 放送する。
22:18-23:20	災害番組に切換え。特別番組、 大雨情報・雨量、安否情報の放送、 個人情報を流す。
23:20-	↓
24日朝まで	24日0時～4時まで市内10ヵ所中で継

NBCテレビ	
18:00-18:30	（NBCニュース6）大雨・洪水警報
20:55-21:00	（ニュースフラッシュ）まとまった災 害情報
21:07	県警よりの避難の呼びかけ
21:56-22:00	以後災害放送に切換え
22:00-23:00	ローカル災害ニュース
23:00-23:15	（JNNニュースデスク）全国ニュース
↓	
- 3:40	24日午前3時40分まで放映

NBCラジオ	
17:10	（NBCニュース）大雨・洪水警報
19:44	第1回目の情報（スパー）
20:08	災害報道
20:～	細いニュースが入り込み番組の体をな さなくなる。
↓	
20:31	災害放送に切換え
↓	
21:01	県警より避難の呼びかけ
21:20	安否情報の第1報を流した。
↓	
23:30	初めて個人の名前が出た。 12時過ぎがピークになった。 24日深夜放送し、次の日まで続けた。
↓	

る電柱の倒壊及び変電所の冠水により、23日20時頃より各地で停電が生じた。停電の家庭ではトランジスタラジオが利用された。

各放送局の対応は、番組に表れている。大雨・洪水警報が発表された23日16時50分からの番組の変遷を表にして示した。

9. 2. 5. 防災諸機関と関係機関の対応

23日16時50分長崎海洋气象台より、大雨・洪水警報が発表された。この日は週末の金曜日であり、公官庁の退庁直前の時刻であった。長崎市は地域防災計画によって、同時刻に警戒本部を設置した。また、長崎県警は災害警備本部を、市消防局は第2警戒配備を指令した。さらに、この警報は市民にはテレビ・ラジオを通じて、同時刻と18時から19時のローカルニュースによって伝達された。

23日19時～20時：18時30分頃より強くなり始めた雨は、19時を過ぎると激しい豪雨に変わる。県警・消防局の通信指令室に災害の通報、救助の依頼が集中し始める。19時30分県警は災害警備本部の強化。市消防局は19時20分第4警戒配備の指令を出し、全消防署員・消防団員の非常召集を指令した。20時前後より土砂崩れ、河川の氾濫が長崎市全域で多発する。県警・市消防局の通信指令室の通報は、予備の回線を設置しても、全ての通報は受理できない状態に達する。20時過ぎより、到る所側溝の水が噴き上げ、道路は冠水して自動車の通行を不能にすると共に、長崎市の主要河川が氾濫を始める。召集した消防署員・団員は、濁流に道を阻まれて、その地点で独自の救出活動をせざるを得なかった。長崎の地形から、土砂崩れ・河川の増水のために、災害時に局所的に孤立する地区が多発する。19時45分県警は東長崎地区の県警管区機動隊30名を市中央部へ出動させた。豪雨の中を、土砂崩れの危険を押して、20時頃長崎署に到着。後続した県警機動隊は、大規模な土砂崩れに道を阻まれ、協議の結果折り返し東長崎地区の災害救助活動に当たった。

23日20時～20時30分：河川の氾濫が始まり、土砂崩れが引き続き市内全域で続発する。110番・119番の通報は、回線数をはるかに上まわっていると考えられる。各放送局は、県警記者室からの情報及び独自取材による災害の状況より、異常な災害であることを認識する。テレビ・ラジオは、災害情報を流し始める。20時30分頃になると、電話は

ふくそうし始め、被災市民からの通報は増々困難になる。

23日20時30分～21時：20時30分、長崎県・長崎市は、災害対策本部を設置。この頃までに、7・23長崎豪雨の23日の全雨量の50パーセントがすでに降っていた。また、長崎市内の主要な河川は全て氾濫していた。さらに、土砂による死亡者の40パーセント弱は、この頃土砂による生埋になっている。長崎海洋气象台は、20時40分大雨情報第1号を発表。満潮が迫っていることを呼びかけた。長崎市全域で停電が多発。ケーブルの障害・電話の水没による電話不通が多発。ガス管折損によるガス流出事故が続発する。20時40分県警は、避難時のガス漏れ、火災の注意を呼びかけた。20時31分NBC放送は、ラジオの番組を全て災害放送に切替える。21時近くなると、市内の電話回線はふくそう状態になり、一般加入電話の使用は困難となった。

23日21時以降：豪雨は多少の強弱はあるが激しく降る。主要河川の氾濫は広がる。22時35分の満潮が近づく。土砂崩れによる被害はさらに増加する。21時頃県警は、住民に対して注意の呼びかけをした。これを受けて放送各社は、テレビ・ラジオを通じて一せいに放送する。

『長崎県警より県民へ次のような異例の注意の呼びかけが出ています。まず長崎県各地でほとんどの道路が冠水しているため、車での外出は避けること。また低い土地に住んでいる人達は高台に避難することなどの、注意を呼びかけています。』

今回の災害において、これが防災機関から出された唯一の避難の呼びかけである。市対策本部からは、市民に対して、一度も避難の呼びかけはなされなかった。各放送機関は、それまで部分的に放送していた災害報道を、21時56分NBCテレビ、22時18分NHKラジオ、22時30分NHKテレビ、の時刻に全国的に災害番組に切替える。22時00分長崎市に災害救助法が適用された。24日午前2時自衛隊が長崎市に到着した。長崎市内の豪雨の強度は23時頃には衰え始め、23日23時30分頃には、集中豪雨は終わった。本格的な救助活動は、河川の氾濫の引き始めた24日午前1時過ぎからであった。なお、東長崎地区の被害の激しさは、翌朝24時になって明らかになった。

以上緊急時の防災関係機関の対応について報告

した。しかし、災害を防止するためには、平素の防災に対する対応が重要である。このような観点から、長崎県地域防災計画書・同水防計画書、長崎市地域防災計画書、及び諫早市地域防災計画書及び同水計画書の検討をした。

長崎県の水防計画書では、土石流・急傾斜地については調査がなされている。土砂災害については、現時点で予測が困難な点もあり、全国的に急傾斜危険地域の指定及び土石流対策が検討されている。しかし、河川の氾濫については、対応次第では十分予測可能であると考えられる。7.23豪雨は、長崎市では江戸期以来の豪雨であると言われているが、長崎県全域で見ると、今回の豪雨まではないにしても、昭和32年諫早水害、昭和42年佐世保の水害、昭和47年の天草の豪雨のように、長崎市の周辺では、近年豪雨災害が続発している。諫早・佐世保では都市河川が氾濫した。

7月23日当日、諫早市本明川では、警報の発表時点より、建設省長崎工事事務所が水位観測を続けている。諫早市は、長崎県、長崎市より30分早く、23日20時00分に災害対策本部を設置した。諫早市水防計画書により、20時30分本明川の水位が警戒水位に達したことを水防サイレンにより市民に知らせた。さらに、21時37分水防サイレンにより市民に避難告知を実施した。

長崎市地域防災計画書水防計画の中には、水位の通報の項がある。また、長崎県水防計画書の中には、水位の通報の規定がある。長崎市の市街を流れる浦上川には、警戒水位・危険水位の規定はあるが、今回の災害では全く通報されなかった。さらに、長崎市の中心街を流れる中島川は、水位計を設置する河川に指定されていない。独自の計測を実施していない河川管理の下では、災害の予測は不可能であった。すなわち、長崎市では、災害の通報により災害発生を知る結果になったのである。都市河川の氾濫は甚大な被害を生ずことは、すでに指摘されている。しかも、前述のように、長崎県は都市河川災害の洗礼をすでに受けている。さらに、長崎県地域防災計画の中に『大雨と出水の時間的遅れは1～2時間で非常に短い。したがって河川の氾濫は、大雨が起ったらすぐ手配しないと手遅れになってしまう。』と指摘されている。しかし、

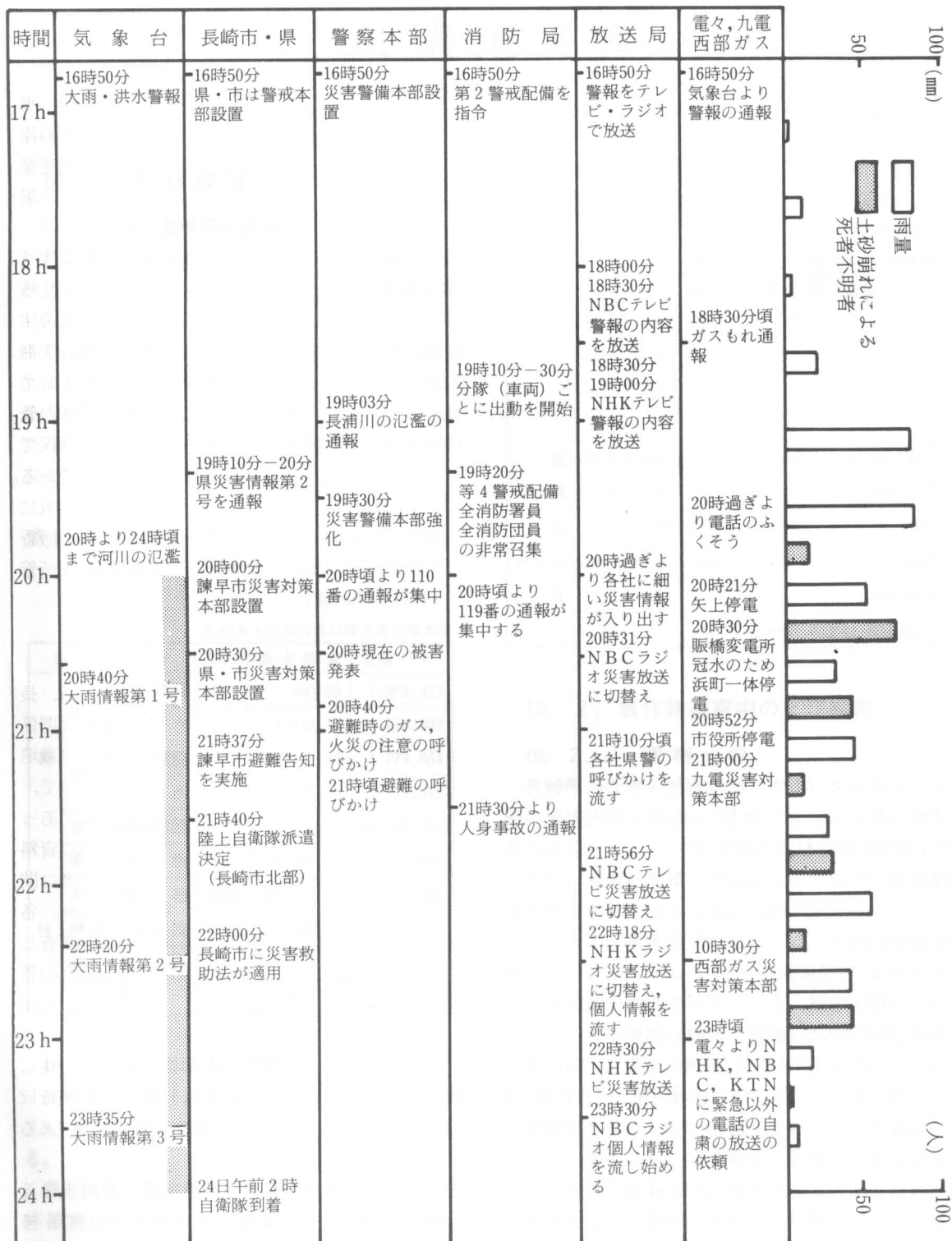
県管理の浦上川・中島川・八郎川については、災害前に河川縦・横断面図すら作成されていなかった。

9. 2. 6. おわりに

気象情報、災害情報伝達及び防災関係機関の対応について、気象警報の発表から災害の発生後までの調査を中心に報告した。また、長崎県・長崎市地域防災計画さらに水防計画にも触れた。以下に調査の結果を要約する。

- ① 長崎県は、梅雨末期の集中豪雨の頻発地であるにもかかわらず、気象情報が有効に生かされなかった。
- ② 長崎市全域で災害が発生したために、防災諸機関の災害情報収集に障害が生じた。この原因として次の点が指摘できる。長崎市の地形から、河川の氾濫と各所の土砂崩れにより被災地が局所的に孤立する。このために、現場の確認が困難であったこと。さらに、電話の110番・119番への殺到と電話のふくそう・不通のために、住民の通報が遅れたこと。
- ③ 長崎市対策本部の通信手段が、一般回線に依存しており、災害情報の収集・関係機関の連絡が円滑になされていない。災害時に信頼性のある通信手段の併設が望まれる。
- ④ 災害時の各種の通報の伝達、災害報道さらに個人情報伝達など、災害時における放送機関の重要さが再認識された。
- ⑤ 長崎市内の主要河川については、基礎資料の不足、水位計の不備のように、災害を予測する管理がなされていなかった。さらに、地域防災計画及び水防計画が初動において実行されていないことが指摘できる。

本調査を終るに当たり、災害復旧の多忙な最中、調査に快く御協力頂くと共に、貴重な資料の提出をいただいた下記諸機関、長崎県災害対策本部、長崎県警察本部、長崎市災害対策本部、同総務部、長崎市消防局、長崎県土木部河川砂防課、諫早市役所、NHK長崎放送局、NBC長崎放送、日本電信電話公社長崎電気通信部、九州電力長崎支店、西部ガス長崎支店各位に、謝意を表します。



10. 農地災害

池永 敏彦*

10. 1. 農林被害

10. 1. 1. 長崎県の被害

長崎県水害対策本部発表によると、長崎県内の農林被害額は84,260百万円に達し、全被害総額315,313百万円の27%を占めている（表1）。その中では農地農業用施設の被害が大きく、18,687箇所におよび、農林被害の66%を占める。その他、農作物等の農業関係だけの被害を加えると70,622百万円、農林被害の84%で、農業関係の被害が相当にひどいことを示している。

表1 昭和57年7月23日から25日にかけての梅雨前線による長崎県の大雨の被害状況
(農林関係抜粋)

1982年8月23日長崎県災害対策本部					
区	分	単位	被害数量	金額(千円)	
農	田	流出・埋没	ha	860.09	7,909,323
		冠水	//	1,333.13	159,802
	畑	流出・埋没	//	431.85	3,779,864
		冠水	//	37.03	33,512
	農地農業用施設		カ所	18,687	55,585,791
	農産物		ha	4,789.16	3,153,607
	畜産物		頭羽	72,632	82,646
	林地林産施設		カ所	835	13,171,950
林	林産物		トン	—	383,331
	計				84,259,826

10. 1. 2. 長崎市の被害

長崎市内の農林被害は41,860百万円であり（表2）、県内の50%の被害が長崎市内で発生している。

県と同様に農地農業用施設の被害が大きく、農林被害の63%を占め、農業関係だけの被害は33,523百万円で農林被害の80%を示している。

表2 昭和57年7月23日から25日にかけて梅雨前線による長崎市の大雨の被害状況
(農林関係抜粋)

1982年8月23日長崎県災害対策本部					
区	分	単位	被害数量	金額(千円)	
農	田	流出・埋没	ha	189.5	3,509,000
		冠水	//		
	畑	流出・埋没	//	130.2	1,845,500
		冠水	//		
	農地農業用施設		カ所	3,611	26,468,604
	農産物		ha	798	1,700,574
	畜産物		頭羽	22,196	36,650
	林地林産施設		カ所	463	8,110,400
林	林産物		トン	—	189,306
	計				41,860,037

10. 2. 農作物被害中のビワ被害

10. 2. 1. 果樹被害

長崎県の作物の被害状況（表3）をみると、水稻の被害面積3,234haが最大で被害総面積の58%を占めている。ついで、果樹の樹体被害面496haであるが、被害総面積の10%にしかすぎず、果実被害面積を加算しても602haで13%でしかない。

ところが、被害金額においては、水稻の被害面積が広いにもかかわらず、その被害額は748百万円で被害総額の22%を示す。一方、被害面積がそれほど広くない果樹は樹体被害額1,236百万円、被害総額の37%、果実の被害178百万円、5%で、合計1,414百万円、被害総額の42%を示し、農作物の中で果樹がかなりひどい被害を受けたことを表わしている。果樹は年内に種時から収穫までを完了する他の作物とは異なり、多年性木本であるため、生産手段である樹体に致命的な打撃を受けたことが被害額を大きくしている。

* 薬学部薬用植物園

表3 昭和57年7月23日から25日にかけて梅雨
前線による長崎県の大雨による被害状況
農作物の被害—農林被害の内訳（抜粋）—

1982年8月14日最終確定，長崎県農林部

作物	被害面積(ha)	被害金額(百万円)
水 稲	3,234	748
大豆・小豆	71	11
かんしょ	170	149
果樹（果実）	106	178
〃（樹体）	496	1,236
花 き	35	259
野 菜	435	722
桑	133	26
飼料作物	109	18
たばこ	—	—
計	4,789	3,347

10. 2. 2. ビワの被害

長崎県園芸課が種類別にまとめた果樹被害状況（表4）によると，温州ミカンの果実被害95.76ha，15,065万円，樹体被害296.18ha，91,728万円は果樹被害の中で最も大きく，果実は被害総面積の90%，被害総額の85%であり，果実の被害はほとんど温州ミカンで占めている。また，その樹体被害は前者60%，後者74%である。温州ミカンのつぎに樹体被害の大きなビワは，すでに果実の収穫が終わっていたために，果実の被害はでないが，樹体被害は174ha，24,589万円で樹体総被害の各々35%，20%を示し，温州ミカンとビワの被害で95%に達している。

被害が大きかった温州ミカンは作付面積も広く，その被害率は果実0.8%，樹体2.6%で低いが，ビワにおいては，他の果樹にくらべて極端に高い25.3%の被害率を示している。このことは，ビワの栽培地が他の果実より集中的に打撃を受けたことを意味している。

ビワのハウス栽培はここ数年前から始められているが，まだ普及していないため，その被害は少ないという。その他，ビワ栽培のためのモノレール，貯蔵庫，水槽等の施設が被害を受けているが，これらビワの施設の被害状況は把握されていない。

10. 3. 茂木地区のビワ被害

10. 3. 1. ビワの生産地茂木地区

茂木のビワは天保・弘化の頃（1830～40年）導入され，長崎の文化と経済を背景に漸次橘湾沿岸一帯に広がり，現在のビワが茂木地域に地場産業として発展するに至ったという（ながさきの果樹：長崎県果樹研究連合会，1964）。

最近のビワ生産量を昭和55年度農協別販売実績（昭和55年産茂木びわ販売反省会資料）から拾ってみると，長崎県の出荷量1,990tであり，その主な産地は太田尾から三和町に至る長崎半島の東海岸に集中し，県出荷量の96%（1,917t）を占めている。その中でも長崎農業協同組合茂木支所が管轄する茂木を中心に飯香浦から千々までの地区で県の70%以上を出荷している長崎のビワ所である。

今回の集中豪雨によるビワの被害もこの地域に集中していると推察されたため，茂木地区（飯香浦，北浦，茂木，宮摺，大崎，千々の茂木支所管轄6箇所）の被害を調査した。

10. 3. 2. ビワの被害

長崎農業協同組合の集中豪雨災害調書から，長崎農業協同組合管轄の集計および茂木地区に関係のある資料を表5に示した。この数値はビワ栽培者が個人別に申請した被害を集計したもので，少々の誤差が入るのも仕方が無いとのことであった。この程度の地域単位での被害状況を知る資料は他に入手できなかったし，県・市の関係者に聞いてもこの他に資料はないとのことであった。各地名の欄に，各地のビワ組合長から聞き取り調査したビワ栽培戸数を示した。長崎農業協同組合の管轄は三重，式見，滑石，古賀，戸石，茂木，太田尾，三和，川原，野母崎の各支所である。先に述べた県の96%を出荷する生産地はすべてこの中に含まれているし，長崎農業協同組合の集計がほぼ県内の被害を表わしていると判断していいであろう。

表5によると，長崎農協集計の被害の86%は茂木地区で集中して発生している。作物（ビワ）被害面積6,775a，ビワ畑の流出決壊1,394箇所・4,918a，流入423箇所・1,937aで70%以上は流出による被害である。

茂木地区の各地のビワ作付面積が調査されてい

表4 果樹被害額とりまとめ

57. 8. 10
園芸課

1. 果実被害

	栽培面積	予想収穫量	被害面積	減収量	被害金額	被害率		主な被害市町村名	被害の様相
						面積	収量		
温州みかん	11,600 ^{ha}	238,400 ^t	95.76 ^{ha}	2,118.7 ^t	15,065 ^{万円}	0.8%	0.9%	長崎市, 多良見町, 長与町, 時津町	樹体流失, 埋没による減収 (ハウス, 1.8a, 75万含)
中晩柑	1,327	16,951	4.35	90	1,097	0.3	0.5	多良見町, 長与町, 時津町	樹体流失, 埋没
ぶどう	254	2,260	3.3	31.2	1,141	1.3	1.4	長崎市, 長与町, 時津町, 琴海町	〃, 病害
なし	87	1,740	1.0	15.0	224	1.1	0.9	長崎市	〃
キウイ	27	27	1.8	1.8	125	6.7	6.7	長崎市, 多良見町, 長与町	樹体流失
その他	50.5	279	0.3	5.0	115	0.6	1.8	長与町 (イチヂク, 0.2ha), 北有馬町 (桃, 0.1ha)	〃
計	13,345.5	259,657	106.51	2,261.7	17,767	0.8	0.9		

2. 樹体被害

	栽培面積	被害面積	左のうち			被害金額	被害率		主な被害市町村名	被害の様相
			甚	中	軽		全体	うち, 甚		
温州みかん	11,600 ^{ha}	296.18 ^{ha}	95.58 ^{ha}	155.0 ^{ha}	45.6 ^{ha}	91,728 ^{万円}	2.6%	0.8%	長崎市, 多良見町, 長与町, 琴海町	樹体流失, 埋没
中晩柑	1,327	16.95	4.35	11.1	1.5	4,649	1.3	0.3	多良見町, 長与町, 時津町, 琴海町	〃
びわ	688	174.0	36.0	137.0	1.0	24,583	25.3	5.2	長崎市, 野母崎町, 三和町	〃
ぶどう	254	3.5	3.3		0.2	773	1.4	1.3	長崎市, 時津町, 琴海町	〃
なし	87	1.0	1.0			450	1.1	1.1	長崎市	〃
キウイ	27	1.8	1.8			427	6.7	6.7	長崎市, 多良見町	〃
その他	177.5	2.2	2.2			1,016	1.2	1.2	長与町 (イチヂク, 0.2ha), 外海町 (柿, 2.0ha)	〃
計	14,160.5	495.63	144.23	303.1	48.3	123,626	3.5	1.0		

3. 施設被害

	被害件数	被害金額	主な被害市町村名	被害の様相
貯蔵庫	4	845 ^{万円}	多良見町, 長与町	倒壊, 破損
ハウス	11	989	長崎市, 多良見町, 時津町, 南有馬町	〃
防除施設	5	2,950	長崎市, 琴海町	〃 (配管流失)
果樹棚	2	350	琴海町	〃
計	22	5,134		

被害総額

146,527万円

ないために、被害率が算出できなかったが、飯香浦、茂木、千々で被害が大きい。因に、一戸当たりのビワ被害面積を比較すると、飯香浦12.5a、千々11.2a、大崎9.7a、宮摺9.4a、北浦7.5a、茂木7.0aの順になる。いずれも流出によるビワ畑の決壊が70%以上である。

表 5 茂木地区のビワ被害
集中豪雨災害調査書（抜粋）

長崎農業協同組合				
	農作物被害面積（a）	農 地 被 害		
			決 壊	
			箇 所	面積（a）
長崎農協 集 計	7,918.91	流出	1,778	5,767.91
		流入	577	1,937.30
茂木支所 計	6,775.35	流出	1,394	4,917.93
		流入	423	1,555.70
内訳 飯香浦 (131)*	1,647.73	流出	377	1,266.48
		流入	138	431.30
北 浦 (108)	812.70	流出	180	543.90
		流入	64	195.40
茂 木 (220)	1,553.29	流出	402	1,431.79
		流入	44	313.40
宮 摺 (74)	696.80	流出	137	483.90
		流入	35	156.60
大 崎 (90)	872.00	流出	135	661.10
		流入	69	254.80
千 々 (106)	1,192.83	流出	163	680.96
		流入	73	204.20

* （ ）内はビワ組合長より聞取調査したビワ栽培戸数

10. 3. 3. ビワ畑の立地状況

今後さらに、被害の実態調査が詳細に公的機関によってなされるものと思われるが、不十分ながらこれまでの資料と調査に基づいて、被害とビワ畑の立地状況とを考え合わせると、つぎのように判断されよう。

茂木地区のビワ畑は長崎半島の中央部を縦断する300～400mの低山を背にして、天草灘に面した急傾斜地に段々畑として分布している。ほとんどが結晶片岩の風化物からなる砂壤土で各地とも平

坦な場所はまずない。水を求めて沢沿いか、道路が完備した付近を中心に存在したビワ畑は、モノレールの普及、農道の整備、エンビ管による簡易水道の設置可能等々の技術の進歩にともない相当奥深くまで、ビワの栽培ができるようになり、崩積土を求めて急斜面が開墾されていったようである。急斜地であるにもかかわらず、ほとんど石垣が築かれず、斜面を平にならした状態で畑として使用されていた傾向が強い。

この沢沿いと傾斜地に開かれたビワ畑が土石流や斜面崩壊によって決壊し(写真1, 2)、ビワの木が流出倒伏して根が露出している(写真3)。また、斜面の下方部の畑には土砂が流入して堆積し、1m以上も埋まっている木が至る所にみられる(写真4)。

表土が流出したり、倒伏して根系が露出したビワの木は再起不能である。また、土砂に埋まった木は根が窒息して枯死したり、樹勢が衰えて、ガンシュ病や紋羽病にかかることが恐れられている。これら土砂をできるかぎり急いで取り除き、根の呼吸を可能にし、樹勢の回復を促さなければならぬ(写真5)。病気に対しては土砂を除去した後、農薬を散布することによって防除されるべきである。しかし、被害の規模が大きく、人手不足で作業がほとんど進んでいない状態にある。

流出崩壊した畑には表土がほとんど残っておらず、畑を再び作ることは非常に困難であろうし、同じ場所に畑を作ることは、同じ被害を受ける危険性があるのであって避けられなければならない。

10. 4. 今後の対策

10. 4. 1. 被害調査

人的な被害や都市を中心にした被害状況はマスコミも取り上げ、人の関心も高くよく調査されるが、中心から離れた都市周辺地域や経済性が低い地域の被害状況は後々にまわされ、充分調査も行われないままに放置される可能性がある。農林被害はその最たるものであり、ましてや限られた地域にあるビワ産業は特殊性を持ち充分調査されるべきであるが、ビワの作付面積すら把握されていない現状やビワの被害が公的機関によって調査された資料がない事実からみてもその傾向は強い。今後、さらに、自治体や農業協同組合が軸になっ



写真1 土石流によって崩壊したビワ畑（宮摺）

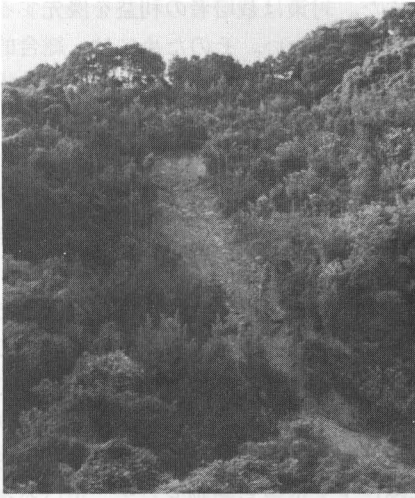


写真2 急斜面崩壊によって決壊したビワ畑（大崎）



写真3 倒木して根が露出したビワの木



写真4 土砂に埋まったビワの木



写真5 適切な処理がなされたビワの木

てきめ細かな罹災状況が科学的に調査されなければならない。それによって災害の原因も自ずと明らかになるであろうし、復旧対策の指針も得られよう。

ビワがこの地域に地場産業として発展してきた歴史的、社会経済的、地形的な背景を忘れることなく、総合的見地から調査が徹底的に行われることを切望する。

10. 4. 2. 緊急対策

現在、生き残っているビワの木については、樹勢を回復させ、これ以上枯死しないよう努めることが急務であり、これによって被害を最少限に食い止められよう。倒木枯死した木は、これを宿主にして病原菌の繁殖する可能性があるため焼却してしまう必要があろう。また、肥沃な表土が流亡したことにより、畑の地力は低下し樹勢の衰を招く恐れがある。タイ肥等を施すことによって地力を回復すべきであろう。

被害規模が大きく、人手不足もあって、土砂の排除、病気の防除策が遅れているようであるが、公的な災害復旧対策が投入され一刻も早く対処されなければならない。

さらに、この地域の立地条件から、災害の危険性は避けられないものであって、危険性を予知できる体制作りを進める必要がある。一つとして、気象観測の設置を急がねばならないであろう。

10. 4. 3. 長期対策

若い後継者が、この打撃によって、いなくなるのではないかという心配が栽培者の中にあると聞

く。ビワ作りが若者に支えられ、今後地場産業として発展して行くためには、つぎの点を留意すべきであろう。

ビワ栽培者はこれまでの体験から台風災害に対しては一応の心構えができてきたという。しかし、今回のような豪雨に対する体験は全くなく、困惑している現状である。この災害が今後の教訓となつて、栽培者からの創意・工夫が生まれることを期待したいし、その栽培者の意見が行政に反映されるような体制が作られなければならない。それには、栽培者→ビワ組合→農業協同組合→自治体というパイプラインが考えられよう。

また、対策は栽培者の利益を優先するものでなければならない。そのためには、総合的に調査された結果を冷静に検討し、栽培者の納得できる対策を講じる必要がある。

ビワの作付面積すら把握されていない現状、ビワ作りがもっぱら栽培技術の指導に片寄り、畑作りに当たっては新興のための補助・安全性の指導もなく個人の努力に依存していること、気象観測体制が全く存在していないこと等々をあげると、抜本的な農政の改革が要望される。この地域の立地条件からくる危険性は不可避であつて、安全にビワ作りができるよう、土地利用、ビワ畑作りの規制が確立されることもその一つであろう。この豪雨による災害を教訓として、災いが福に転じることを期待したい。

む す び

一ヶ月という調査期間で、折りから炎天下、交通の不便さなど色々な悪条件があつて調査には難渋した。

しかし一応の成果を得たのは調査に当たった各自が使命感に満ちていたからであろう。

だが、これで完全な目的が果たせたとは思っていない。これから調査・研究で補足して行く点もかなり多いと思う。

それにしても目を覆いたくなる様な痛々しい被災地のことを思い出すと、二度とこの様な災害が発生しない様したいものである。

299名の貴い犠牲者の冥福を心より祈るとともに、本報告者が災害の復旧に少しでも役立てば学術調査に当たった私どものこの上ない喜びと思う次第である。

昭和57年11月発行

昭和57年 7 月長崎豪雨による災害の 調査報告書

編集兼 長崎大学 7・23長崎豪雨災害学術調査団
発行者
〒852 長崎市文教町 1 番14号
長崎大学工学部土木工学科気付
電話 (代表) ④1111

印刷所 昭 和 堂 印 刷
〒854 諫早市幸町622- 4