

第4章 災害と都市機能

第1節 概要

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、浦上川及び支川の氾濫によって交通施設及び都市施設が冠水したために、都市機能は重大な障害を受けた。

図4-1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時30分頃までに自動車、国鉄列車、路面電車及び路線バス等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時頃から河川の氾濫が始まり、建物の1階部分の事務室及び売場に濁流が押し寄せ、病院、

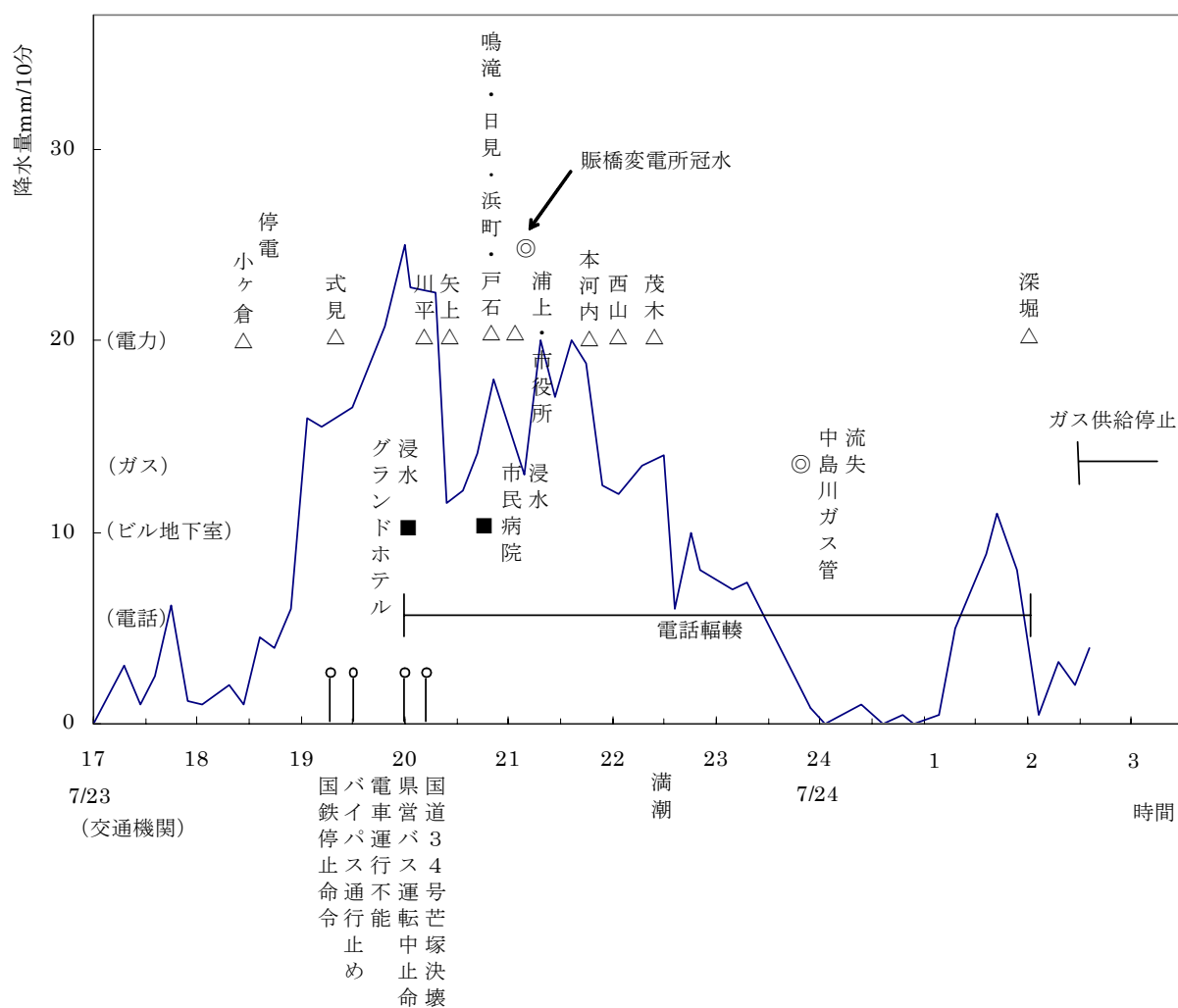


図4-1 都市災害の発生状況 (作成：高橋和雄)

ホテル及びデパート等の地下室を水没させた。地階に電気設備、空調設備等を備えた中高層ビルはその中枢機能が完全に麻痺した。

落雷、河川の氾濫による護岸の決壊等による電柱の倒壊及び脈橋変電所の冠水等によって、20時頃から停電が市内の各所で生じた。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及び電話機の冠水等による機能障害等で、20時から24日24時まで電話が輻輳した。

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時30分に42,566戸のガスが供給停止となった（停止率44.4%）。

市内の5つの浄水場が冠水によって浄水機能を失い、他の浄水場でもポンプ系統等が停止して101,200戸が断水した（断水率62%）。

山腹では山崩れ、土石流が至るところで発生し、多数の死傷者を出した。また、道路網が寸断され、国鉄長崎本線及び路面電車の軌道等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麻痺した。

翌24日には道路上及び河川等に放置自動車が無残な姿をさらし、流木、粗大ごみ及び堆積土砂が市街地に溢れた。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、道路網の寸断で、長崎市に入る幹線道路は国道206号1本となって、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文献¹⁾に基づいてその概要を述べるものである。

第2節 交通施設の被害と復旧

1. 道路

(1) 長崎市の交通の現状

図4-2は長崎市の主要幹線網と国鉄（現JR九州）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、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、茂木地区とは一般国道324号で結ばれている。西部方面には一般国道202号がある。長崎市の道路網は地形的制約もあって、災害当時、次のような大きな制約をもっていた。

- ①幹線道路網は都市部を中心として放射状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いべき長崎駅前には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、交通量はいずれも容量の1.2倍を超えている。特に国道34号には容量の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彫りにされた。

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（現JR九州）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（現JR九州）2%である。

(2) 道路の被害と復旧

道路の項で述べたように、国道34号、同長崎バイパス及び県工事担当の国道、県道及び市町村工事担当道が各所で決壊、山崩れ等による被害を受けた。図4-2に示した主要道路の大きな災害地点の復旧状況は表4-1のとおりである。図4-3は国道34号が復旧する8月20日までの道路及び交通機関の復旧状況をまとめたものである。

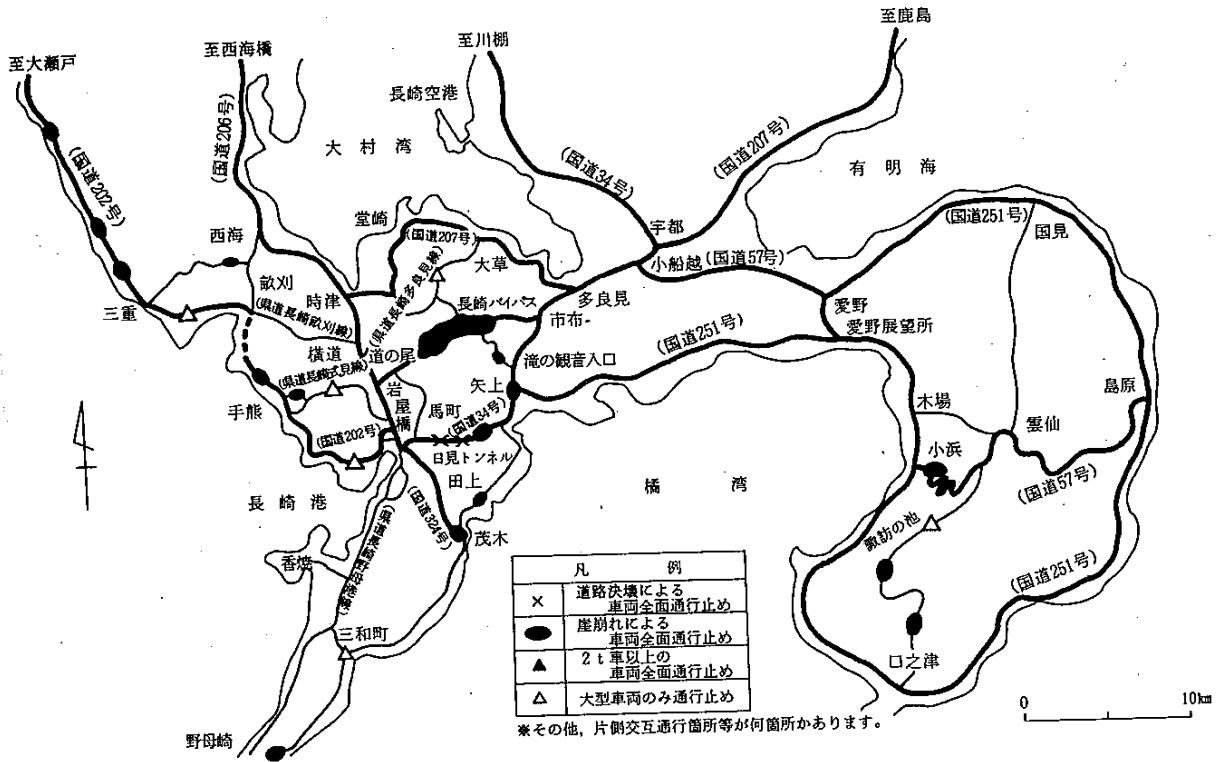


図4-2 長崎市の主な交通網 (提供：長崎県災害対策本部)

表4-1 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	長崎市芒塚町	決壊	7月24日				8月20日
	長崎市平間町	決壊	7月24日				7月26日
34号バイパス	長崎市三ツ山町	山崩	7月24日				7月28日
202号	長崎市見崎町	決壊	7月24日				8月9日
206号	時津町元村バス停	決壊	7月24日	7月24日 8:30		7月26日 8:30	
207号	長与町堂崎	決壊	7月24日	7月25日 15:30	7月28日～ 8月20日 4トン以下		7月28日
	多良見町大草	橋梁	7月24日	7月24日 17:00	7月27日～ 8月20日 4トン以下		7月27日
251号	長崎市侍石	山崩	7月24日	7月26日 9:50			8月3日
342号	長崎市茂木町黒橋付近	山崩	7月25日		8月1日 4トン以下	8月7日 13:00	
野母崎宿線	長崎市 千々～大崎～宮摺	決壊 山崩	7月24日		8月12日 2トン以下		
長崎多良見線	長与町高田郷	決壊	7月24日			7月31日 12:00	8月23日 8:00

作成：高橋和雄

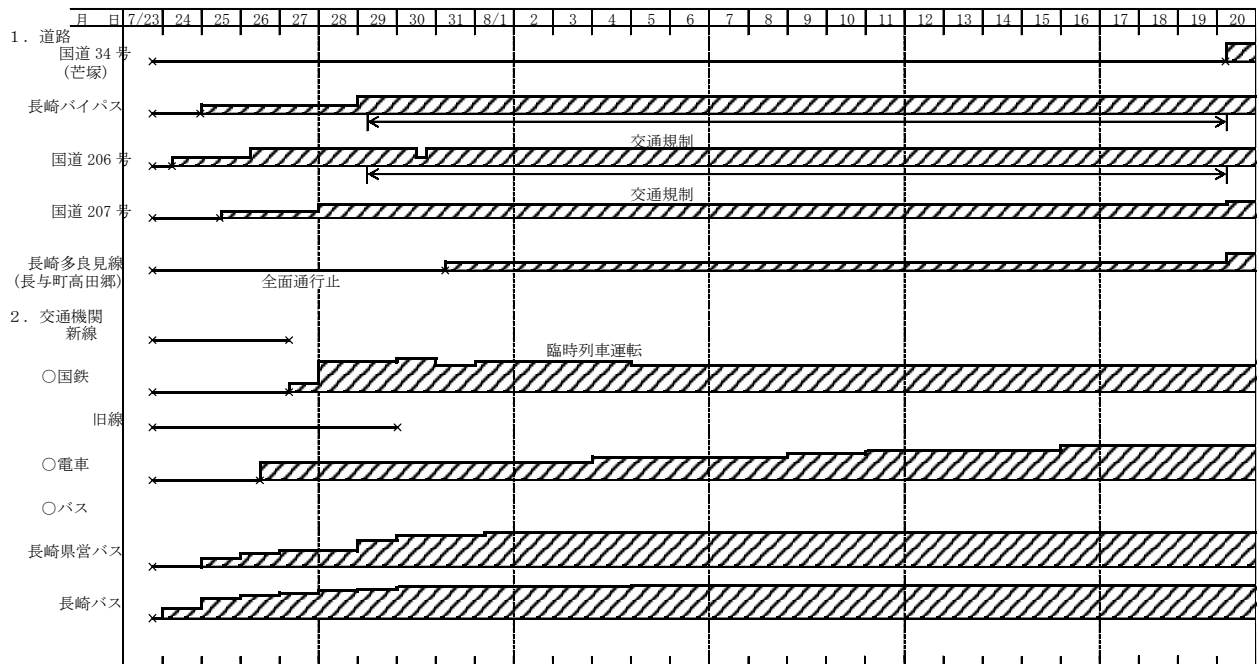


図4-3 主要道路及び交通機関の復旧状況
作成：高橋和雄

図4-3及び表4-1のように、災害直後の長崎市の動脈である国道34号、同長崎バイパス及び国鉄（現JR九州）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1路線で結ばれるに過ぎなかった。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、式見地区等が孤立した。応急復旧を第一とした電力、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



写真4-1 国道34号芒塚の道路流失
提供：DEITz(株)

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。上水道の給水等も同様の手段を用いた。

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 号芒塚町付近(写真 4-1)及び主要地方道野母崎宿線の大崎・千々地区等は復旧が遅れた。この間、災害復旧の効率をあげるために国道 206 号と長崎バイパス等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 車線同時に全面開通した。

2. 交通信号機

市街地の冠水によって、道路上の堆積土砂、流木及び放置自動車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、矢上等の地区で 34 個のリレー部等が冠水したために、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。

3. 国鉄(現 J R 九州)

(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 時 16 分発)が豪雨のために長崎駅ホームで立ち往生した。19 時 18 分に C T C(列車集中制御法)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 4 号の他に発車準備中の 8 両編成の電車かもめ 26 号(19 時 57 分発)及び予備車両 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 時 11 分発の佐世保行きの普通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 時 57 分発の肥前山口行きが現川^{うつつがわ}駅でストップした。下り方面では喜々津^{ききつ}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^{いちぬの}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(現 J R 九州)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 C T C 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(現 J R 九州)は最初に運転中止となった。

(2) 土木及び軌道の被害

国鉄(現 J R 九州)長崎保線区の土木及び軌道被害は、旧線の線路が海岸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 119.900km 左(鳥栖^{とす}を起点としたキロ数)の切取災害と、長与一道ノ尾間 124.780km 左と 124.960km 左の護岸災害の 3 か所である。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。軌道については流失か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（現JR九州）の通信・信号設備の主な被害を表4-2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、模写受信機の他に各種の電話機等の通信施設が被害を受けた。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始め、長崎駅、浦上駅、諫早駅構内の転轍機、沿線の信号装置、浦上駅を挟む梁川橋、竹屋橋等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。

表4-2 国鉄の主な通信・信号設備の被害

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	5km	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
	電気転轍機	67台	浦上(10)、長崎(26)、諫早(22)、その他(9)
	軌道回路	26個	浦上-三川
	信号装置	35個	
	A T Sリレー 多進路表示器	26個	
	踏切設備	64か所	梁川橋、竹屋橋踏切など
信号ケーブル	5.5km		

作成：高橋和雄

(4) 復旧

復旧工事は被害が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駅装置及び継電連動機の復旧があい路となった。CTC駅装置の製作は2か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図った。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（現JR九州）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時35分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旧が遅れ、大草-浦上が28日24時に開通し、喜々津-大草が31日1時57分に開通した。

水害に伴う国鉄（現JR九州）の列車運転状況を表4-3に示す。7月27日に新線が開通した後、国鉄（現JR九州）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

表4-3 国鉄列車運転状況

種別 月日	旅客		貨物	備考
	特急	普通		
7月23日	31	35	8	19:18 運転停止指令
7月24日～7月26日	0	0	0	全面運休
7月27日	15	11	1	市布経由開通 (13:35)
7月28日	36	45	11	正常ダイヤ (大草経由を市布経由へ)
7月29日	36	45	12	”
7月30日	36	45 (+12)	12	大草経由開通、長崎-大草間 (6往復)
7月31日	36	45	12	平常運転
8月1日～8月4日	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月5日	36	45	12	平常運転

作成：高橋和雄

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-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4-4に示すとおりである。7月28日からの国鉄(現JR九州)の利用客は通常の3倍以上となっており、国道34号の不通及び国道206号の交通

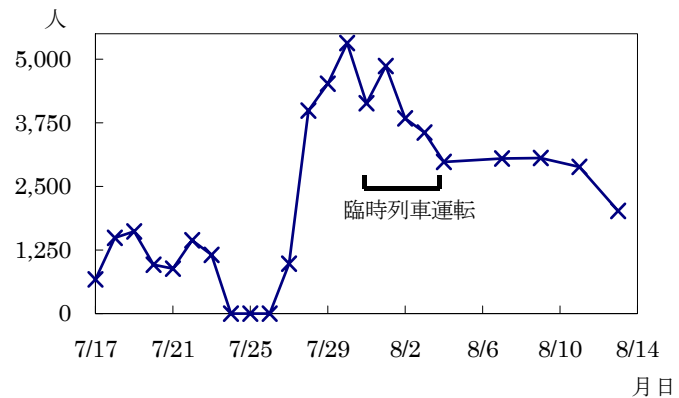


図4-4 国鉄長崎駅の近距離切符の販売状況
作成：高橋和雄

規制中の交通手段として国鉄(現JR九州)が利用されていたことがうかがえる。なお、水害後観光客等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(現JR九州)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。

4. 路面電車

(1) 路面電車の被害

7月23日19時35分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始め、次いで運行中の電車内冠水のため乗客及び運転手が避難して、車両は軌道上に放置された。20時10分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、下の川下水路及び中島川の氾濫によって、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4-5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、新大工町、築町及び入江町の13両が床上若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両は、いずれも冠水した。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、川口及び出島の3変電所が冠水した。路面電車の中核というべき変電所が被災したことが復旧を遅らせる原因となった。この他に、浦上車庫構内、入江町等の4か所の信号設備、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-大橋、宝町-長崎駅前、西浜町-思案橋、西浜町-賑橋等の被害が大きく、流木散乱及び堆積土砂延長は1,090mに、道床及び舗装損壊延長は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。

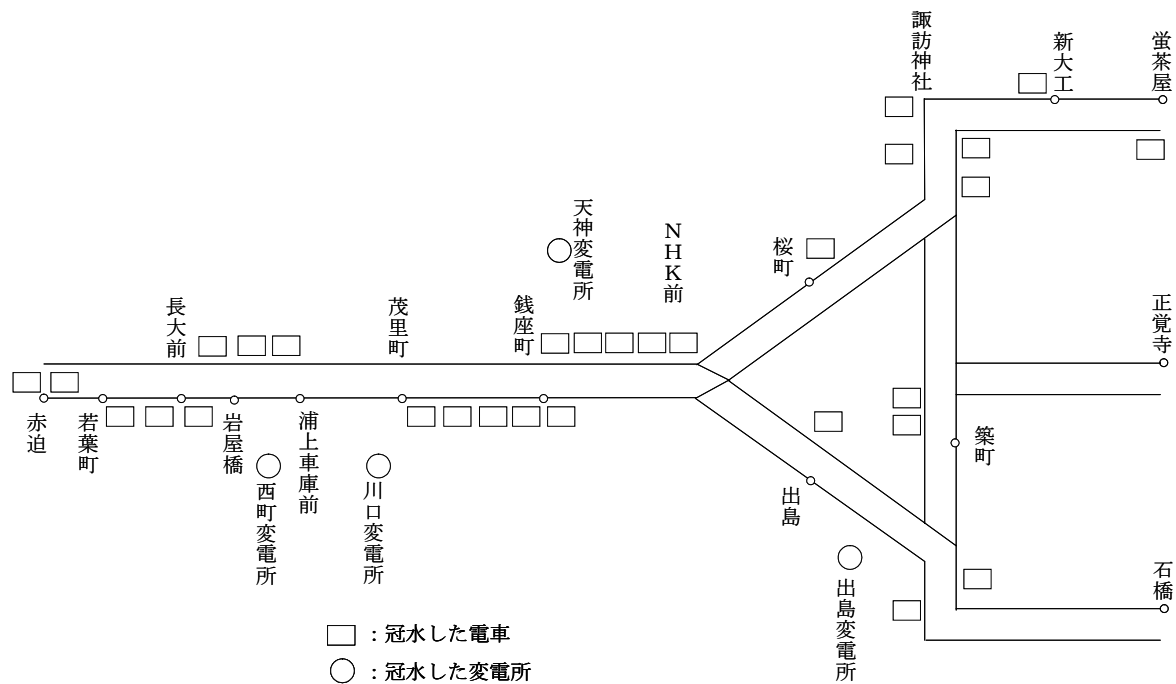


図4-5 電車留置状況
作成：高橋和雄

(2) 復旧

復旧は7月24日に西町変電所及び浦上車庫信号機器の泥水・泥土の除去から着手された。復旧作業は県外からの同業者・メーカーの応援を得た。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時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両及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4-4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。

表4-4 電車の運行状況

月 日	7月26日- 8月3日	8月4日- 8月8日	8月9日- 8月10日	8月11日- 8月15日	8月16日- 8月31日
車両数					
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

作成：高橋和雄

5. 路線バス

(1) 当日の状況

豪雨の発生とともに側溝から溢れた濁流によって19時過ぎから路面冠水が市内の低地で生じた。斜面都市である長崎では、河川はみるみるうちに増水し、都市下水路等の中小河川に続き、市街地を流れる中島川、浦上川

及び八郎川が20時過ぎから氾濫し始めた。これらによって、タクシー(19時15分 ラッキータクシー引上げ指令)、路面電車(19時35分 運行不能中止)、路線バス(20時 長崎県営バス運転中止指令)と交通機関が次々とストップした。また、山間部の国道34号芒塚に見られるような道路決壊が、市内への入口付近で相次いで発生した(表4-5)。このように、路面冠水、路面決壊あるいは道路を塞いだ放置自動車車両のために、夕方のラッシュ時に数多く運行していた路線バスは各地で立ち往生し、運行中止となった。例えば18時以降運行中の長崎県営バスの長崎、矢上及び長与営業所所属のバスのうち、その42%は途中で運行中止となった。

マイカーに比べて大型の交通機関である路線バスも中島川及び八郎川等の河川沿いの路上では流出被害を、また、山間部では土砂崩れによる被害を受けたが、人的被害は幸いにも零であった。なかには、次のような人的被害にいたる危険な状態も数ケース含まれていたが²⁾³⁾、運転手及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。長崎市矢上町の東公民館前国道34号上で、長崎県営バス2台が流されて立ち往生し、車内が冠水した。運転手が

表4-5 交通機関の対応状況

時 刻	内 容
19:15	ラッキータクシー引上げ指令
19:18	国鉄長崎本線停止指令
19:30	国道34号長崎バイパス通行止
19:30	浦上タクシー引上げ指令
19:35	市内電車運行不能
20:00	長崎県営バス運転中止指令
20:12	国道34号芒塚決壊

作成：高橋和雄

大きな金槌で窓ガラスをたたき割って車体の流出を防ぎながら、バスの屋根に乗客 67 人を避難させた。次いで、近くにたまたまあった歩道橋からカーテンをつなぎあわせたロープを吊るしてもらい、乗客及び運転手は危機一髪のところで安全な場所に避難した。

長崎市中央部の賑橋でも長崎県営バスが洪水に浮かび流され始めた。10 人位の乗客が自己紹介をし始め、もし生き残った人がいたらこのバスにこういう人が乗っていたということを伝えていこうとした。運転手は乗客を励まし、江戸町の県庁前の坂に無事バスを避難させた。

この他、国道 34 号上で最大のがけ崩れ（約 70m）が発生した芒塚のカーブ近くで危険を事前に察知した長崎県営バスの運転手の判断で、多数の乗客ががけ崩れによる被災から逃れた。また、長崎自動車(株)のバスも滑石のがけ崩れの直撃によって大破したが、乗客は直前に避難して無事であった。

(2) 機能障害

表 4-6 に長崎県営バスと長崎自動車(株)の車両の被害状況を示す。バスの大破・中破は少なく、殆どが冠水によるエンジン、冷房機、バッテリー、ワンマン機器、ブレーキ等の電気及び機械系の機能障害である。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、前述の八郎川の氾濫によって矢上バス停付近で濁流に押し流されたバスに流木等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崩れにあったものである。長崎自動車(株)の大破は滑石のがけ崩れの直撃を受けたもので、約 70 名の乗客は既に避難していた。他の 1 台は、流合地区で停車中ががけ崩れによる土石流が流入して破壊されたものである。次に、路線上若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(株)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、神ノ島及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(株)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、コンプレッサー及び検査機器関係の被害が出た。整備工場は 7 月 27 日まで排水、水洗い等

表 4-6 バスの被害台数

会社名	大破・中破	浸水修理	浸水点検整備	計	在籍車両
長崎県営バス	3	55	61	119	476
長崎自動車(株)	2	178	125	305	604

作成：高橋和雄

表 4-7 バスの被害区分及び主な整備内容

注) ○緊急分解手入、△漸次分解手入、×点検不用 (長崎自動車(株))

冠水状況	エンジン ワンマン機器	冷房機 バッテリー	運賃箱 ライト	ブレーキ
シート以上	○	○	○	○
床面～シート	○	○	○	△
床面まで	△	○	△	△
ステップ下段まで	×	△	×	△

作成：高橋和雄

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(株)5,899 万円である。

冠水レベルによる主な整備内容（長崎自動車(株)の場合）を表 4-7 に示す。ステップ下段（40cm）からブレーキ、冷房機及びバッテリーの障害が始まる。特に泥水が潤滑油の役目をしてブレーキの利きが悪くなる。床面（90～100cm）からエンジンの障害が起こる。エンジンを一旦停止させると、次の発進は無理であるが、エンジンをかけたまま進めば水位が床面くらいなら運行できるようである。

(3) 復旧

長崎市の交通に占めるバスのウエートは高く、長崎県営バス及び長崎自動車(株)の 2 社によって市内の至る所が結ばれている。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、長与町及び西彼杵半島は主として長崎自動車(株)のカバー領域である。

被害の大きかった長崎自動車(株)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、8月4日に応急復旧した。図 4-6 に水害直後の長崎県営バス及び長崎自動車(株)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早期に回復した。特に長崎市内をカバーする長崎自動車(株)の復旧は順調であった。長崎自動車(株)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、諫早及び矢上への長崎バイパス、国道 34 号経由をもつ長崎県営バス

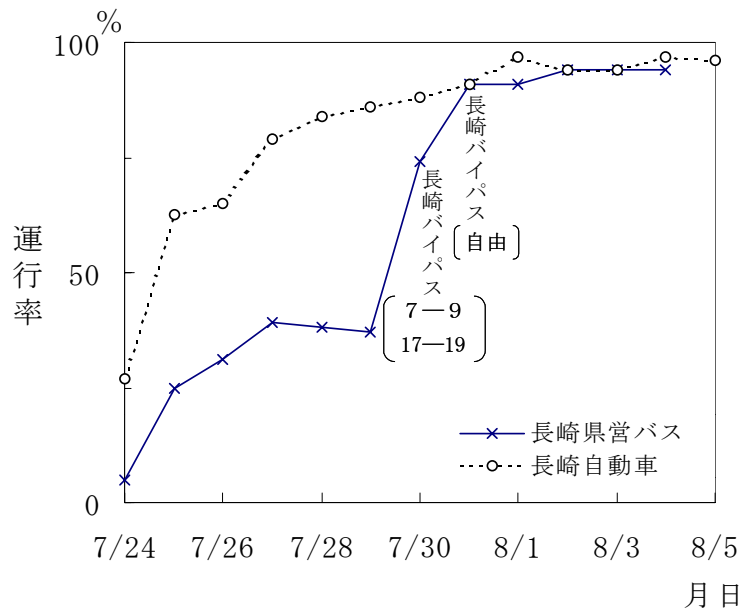


図 4-6 バスの運行率（作成：高橋和雄）

表 4-8 長崎バイパスの規制の段階的解除状況

期 日	内 容
(1) 7月30日	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月31日	路線バス } 7:00～20:00
	遠距離バス } 20:00～4:00
(3) 8月1日	タクシーの解除
	4トン以上の貨物自動車の解除 12:00～4:00
(4) 8月3日	バスの全面解除
(5) 8月4日	3トン以上の貨物自動車の解除 12:00～4:00

作成：高橋和雄

の復旧はこれら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号の開通によって99%まで復旧した。また、長崎県営バスでも国道206号を臨時に使うことで時津までの路線を増便し、これと時津港と長崎空港間の旅客船航路を結んだ。この航路は他の道路が復旧する間、長崎市と諫早市間の有効な旅客用の幹線となった⁴⁾。

国道34号長崎バイパスに適用された災害対策基本法第76条による交通規制は緊急自動車のみ通行を認めるものである。ところが長崎東部との連絡に路線バス以外に有効な交通手段がないために、災害復旧担当者の通勤の足も無くなってしまいう有様であった。つまり、厳しい交通規制は災害復旧の障害ともなりかねないものであったが、交通量に余裕のあったこともあって、長崎バイパスの規制はバスの通行の許可を契機として段階的に解除された。このバイパスの運行経過を表4-8に示す。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号の開通によって99%まで復旧した。

(4) アンケート調査による運転手の行動・判断⁵⁾

洪水時における路線バスの運行面の防災対策を検討するため、災害に直面した運転手個々の行動・判断について調査した。調査対象は長崎市内の路線バス会社である長崎県営バスと長崎自動車(株)の2機関とした。対象者は7月23日当日の運行表をもとに豪雨となった18時以降運転中で、災害に直面した路線バスの運転手とした。アンケートの回収率は75.7%である。アンケートの主な結果をまとめると、

- (a) 洪水による路面冠水、路面決壊の他に、マイカーが道路を塞いだために、路線バスは運行障害を受けて、運行中止となった。しかし、バスの機能障害や流されたケースは少なかった。路線バスは洪水に強い交通機関である。
- (b) 電話の輻輳などによって、営業所との連絡ができにくかったために、運行中止及び乗客の避難誘導は運転手の判断による部分が多かった。運転手の土地勘・プロ意識に基づいた的確な判断が、バス被害、乗客の混乱、更に人的被害を食い止めた。
- (c) 路線バスは特別な情報伝達手段をもたないために、運行中の運転手は災害情報及び交通情報をほとんど知らなかった。水害後の防災対策は、路線バスにラジオが装備されたケースがあるのみで、まだ長崎では確立していない。

(5) 路線バスの異常気象時の運行体制

バス会社の運輸課、運転課及び営業所において、路線バスの異常気象時の運行体制などについて、ヒアリング調査した結果をまとめると、次のとおりである。

a. 異常気象時の運行管理

各バス会社は運行管理規程をもち、それに基づいて運行管理者等の職務及び権限、並びに路線バスの運行の安全確保に関する事項が定められている。

異常気象時における運行管理者の処理事項（長崎県営バスの場合）によれば、「運行管理者は、災害風雪その他天候異常、それに伴う道路状況の変化等の恐れがあるときは、あらかじめ所属路線の状況調査など、臨機に必要な予防措置を講じ、その状況を所属長に報告するとともに、関係営業所長に連絡・通報しなければならない。運行管理者は、異常気象時の安全運行を確保するために、『異常気象時における運行制限及び中止基準』に従って運行の制限又は中止をするものとする。（後略）」と規定されている。

運転手に対しても安全運行サービス規程に異常気象時等の運転要領が決められている。これによれば、「運転手は営業所の運行管理者などにより道路事情を聴取し、必要に応じて防護安全措置を講ずるとともに、その状況を旅客に通報するなど適切な処置を行い、事故発生若しくは運行不能が予測されるときは、運行管理者の指示又は自らの判断に基づいて運行を中止し、安全なる地帯に退避しなければならない。この場合、すみやかに最寄りの営業所の運行管理者に連絡するものとする。」

このような規程に基づいて、バス会社では、異常気象時に事前対策として路線調査を実施している。危険箇所がある場合は危険箇所に杭を打ち、その箇所を営業所に掲示するとともに、運行管理者は運行前に運転手に事前調査の結果を指示している。しかし、この対策は台風・大雪時における後の運行の対策には有効であるが、集中豪雨のような、急激な気象の変化に対しては役に立たない。運行中のバスに指示するシステムが必要となってくる。

b. 気象・交通情報の伝達体制

異常気象時の気象・交通情報の入手及び伝達方法は、気象台・長崎県警察本部の交通管理センターに電話による問合せをし、その内容を各営業所に伝達するシステムである。気象台から気象警報を直接受け取る契約は結んでいない。長崎県営バスでは、水害を契機に電話を輻輳に強い重要加入電話に切り換えた。長崎自動車(株)もほぼ同じであるが、同社では電話は水害以前から重要加入電話を使用していた。

c. 運行中止指令の伝達方法

運行中止指令が出された場合に、営業所からの発車中止は容易である。しかし、運行中のバスに連絡することは非常に困難である。運行中のバスの運転手からの電話連絡などがない限り、事実上、連絡が取れない。長崎県営バスは指令の流れを二通りもっている。「停留所と契約して、どこでバスを止める」と連絡を伝える方法は水害以前からあるが、実際問題として、豪雨のなかで時間どおりに到着しないバスに伝えることは容易でない。ラジオを活用する方法は水害後に実施されたものである。その内容は、まず、路線バスの全車両にラジオを整備し、運輸課から放送局（NBCラジオ）に運行中止指令の放送を電話依頼するシステムである。NBCラジオでは「ラジオの役割は災害情報伝達にある」との使命感から、災害情報の放送に熱心である。昭和59年1月18日の大雪による交通混乱の際にも、定時番組を打ち切って気象・交通情報を流した。この放送

でラジオがこれらの情報伝達に役立つことが立証された。運転手からの連絡手段は依然としてできないために、一方通行であるが、1つの改善とみてよいであろう。長崎自動車(株)の場合は路線バスに無線機を携帯させる方法や長崎市の防災行政無線を活用する方法を検討した。長崎市の地形的な制約から、無線も届く範囲が狭くて効果的でないこと、経費の問題及び豪雨中には防災行政無線がバスの車内では聞こえない恐れがあることなど検討すべきことが多く、課題とされている。

6. 交通渋滞及び交通規制

(1) 交通渋滞

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号だけであること
- 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、極めて悪くなっていた。そこへ交通機関の麻痺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、災害応援車及び災害見舞いの車等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、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、長崎県及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等のマイカー自粛の広報活動を行った。しかし、呼掛けの効果は上がらなかった。図4-3に示したように、路線バス、路面電車(7月26日)及び国鉄(現JR九州)長崎本線(7月27日)等の復旧によって公共輸送機関が次第に確保されてきた。

(2) 交通規制

7月29日7時から、国道206号及び202号観潮橋からNHK長崎先までの長崎市中心部向けの自動車通行に対して表4-9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号が開通する8月20日早朝まで実施された。署長規制は道

表4-9 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 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	表4-8参照	8月20日 6:00	公安委員会 災害対策基本法 第76条
国道202号 国道206号	佐世保市早岐町観潮橋から長崎市西坂町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 ○4トン以上の貨物自動車 ○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長崎市宝町交差点まで (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 第5条

作成：高橋和雄

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か月以内の規制である。災害直後、交通量が平均よりも増えていたが、規制後7,000台ほど減少した。この間ベッドタウンの時津町、長与町、滑石等から市街地へのマイカー出勤者は一部バス、国鉄（現JR九州）及び電車へ乗り換えていたようである（図4-4及び5(3)参照）。

長崎バイパスは7月24日18時20分に工事用の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、表に示すように7月28日13時から県公安委員会は災害対策基本法第76条に基づき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災害応急対策を的確かつ円滑に行うために緊急の必要がある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等から表4-8に示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、通常の数に近づいている。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テまで2.4km開通後はこの区間に路線バス及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。

国道206号及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彫りにした象徴的なものであった。この間、一般の商業活動等の社会活動が大きな制約を受けた。

(3) 許可車両の範囲

長崎バイパスの交通規制は当初災害対策基本法第76条による緊急輸送車両のみを通す法規制であったが、交通量に余裕があったために、この他、表4-8に示したようにトラック等の生活維持の車両及び経済復旧にかかわる車両（バス、タクシー）の通行も段階的に認めた。7月31日から夜間（午後8時から午前4時）は全面解除となったが、これ以後の時間帯にはマイカーのみが最後まで規制された。このように車両に優先順位をつけ、緊急自動車以外の車両を通行させ、マイカーのみを規制することが災害対策基本法上可能かどうか、長崎県災害対策本部輸送班で議論された。その実施が危ぶまれたが、結果的には大きなトラブルもなく、マイカー規制は実施された。マイカー規制は長崎市にとって重要な二大行事、8月9日の原爆祈念日、8月15日の盂蘭盆の精霊流しにも解除されなかった。このような災害対策基本法の弾力的な運用は初めて実施された。このようなことが実施された背景には、バイパスを使用しないと災害復旧担当の職員も通勤できないなど、バイパスを災害復旧以外にも使用せざるを得なかったこともある。このいわば長崎方式は、災害復旧において必要な選択であった。バイパスの段階的解除の手続きは、長崎県災

害対策本部から長崎県警察本部へ要請する形をとった。車社会といわれる現代においては、災害復旧時に交通をどのようにさばくかが、早期復旧、社会・経済活動の復興にとって極めて重要な問題である。

災害対策基本法に災害復旧用の車両の他に経済復興用の車両（バス・タクシー）と通勤用の一般車両を区別する規定がない以上、今後もこのような事例が生ずることが予想される。長崎の例は先例になると思われる。この問題については、更に議論が必要であろう。

なお、災害復旧期間中、長崎バイパスに無料化の手続きが取られた。この無料化は地震による災害（昭和53年伊豆大島近海地震）のときに先例があるという。

(4) 公用車の不足と借上げ

このようなマイカーラッシュの一方で、復旧に要する公用車の不足が問題となった。例えば長崎市清掃部のごみ収集車85台のうち、車両故障及び道路寸断による車庫の孤立のために62台が稼働不能となった。このため民間の建設業者、長崎県トラック協会を通じて、最大時153台/日、延べ5,827台、給水車も民間から延べ604台借り上げた。

7. 車社会と自動車の被害⁶⁾

(1) 情報がなかったマイカー

長崎県南部地方に7月23日夕刻から降り始めた雨は午後7時頃から滝のような雨となって長崎市内各地を襲った。激しい雨のために自動車のワイパーも役に立たないほどであった。長崎駅



写真4-2 流失した車（提供：DEITz株）

前や浦上駅前のような幹線道路に面した位置に営業所をもつタクシー会社では降雨が強くなった約15分後に路面冠水に気が付いて、

- 1) 車庫に戻れ
- 2) 高台の平地に行け

と無線連絡して被害を免れた。一方、情報のないマイカーは孤立状態の中で、交通渋滞、路面冠水による交通途絶、急激な出水等のために自動車が高台まで行けず、路上で浮いて流されるか、冠水によるエンジン停止のために立ち往生した（写真4-2）。特に河川脇の路上では出水は急激で、あっという間に自動車の機能を失うような状況になった。自動車が流失したところでは人的被害が生じた。また、あくまで自動車に執着して新車から離れられず車ごと流されたケースや再三の避難勧告にもかかわらず自動車を放置できなかつたケース等があった。

今回の水害で、豪雨時には自動車は脆いことが端的に示された。またパワーウィンドウ付の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。

冠水した自動車では漏電のために停電中の市街地の駐車場等でライトが突然点灯したり、クラクションが鳴り出したりする光景が見受けられた。また、河川脇の路上ではライトをつけた自動車がクラクションを鳴らしながら川の中に流される光景が見受けられた。

(2) 放置自動車

翌24日には放置自動車、駐車場、マイカーセンターから流出した自動車が市街地、河川等に散乱していた。国道34号矢上地区では自動車がバス・流木等とともに堰を作り、ダムアップの原因となった。市中央部の浜町一帯では流された自動車が商店のシャッターを破ったり、重なりあつたりした姿が見受けられた。特に路上の放置自動車は一般交通や災害復旧用の緊急車両通行の妨げとなった。このために、長崎県警察本部では関係当局に呼び掛け、早急に車両の撤去に当たった。長崎県警察本部で把握した長崎市内各警察署管内の罹災放置自動車台数は表4-10に示すとおりである。特に市中央部の長崎・東長崎警察署管内で多い。撤去方法は直接、車両ナンバーによる車籍照会を行い、所有者に引き取らせたほか、一部地域では県・市当局に協力を呼び掛け、周辺の空地等を確保し、レッカー等で撤去した。河川や河口に流された自動車については所有者を追跡調査し、行方不明者がいないかどうかの調査をした。

表4-10 放置自動車の台数（長崎県警察本部調べ）

	長崎	大浦	稲佐	浦上	東長崎	計
路上の放置自動車台数（撤去台数）	724	88	57	118	217	1204
その他（河川・空地・駐車場等）の流出台数	92	26	11	58	177	364
計	816	114	68	176	394	1568

作成：高橋和雄

(3) 交通渋滞を招いたマイカー

自動車は災害復旧時においても災害復旧用の車両通行の妨げとなった。路線バス、国鉄（現J

R九州)、路面電車等の公共交通機関の麻痺によるマイカーラッシュと災害復旧車、災害応援車、災害見舞車等で激しい交通渋滞が生じた。災害復旧用の自動車がなかなか被災地に入れないという状態になった。長崎県警察本部の広報車が連日マイカー持出自粛を呼び掛けて奔走した。しかし呼掛けの効果は上がらなかったために、交通規制が実施された。

(4) 自動車の被害規模

冠水・流出した自動車の被害状況を把握する機関はない。被災自動車の後処理は自己点検、修理、中古車として販売、代替、廃車等と非常に複雑であるため、正確な被害台数は不明である。長崎県自動車販売店協会が水害直後に各自動車販売店等の協力をもとに集計した結果によると、約2万台に達するものとされている。各関係機関で把握した自動車の被害台数は表4-11に示すとおりである。

表4-11 自動車の被害状況

区 分	冠水	流出	計
①タクシー	169	13	182
②営業トラック	195	17	212
③販売店の商品車	972	160	1132
④罹災証明発行	1959	526	2485
⑤保険金支払			1669
⑥修理			7593

作成：高橋和雄

以下、各項について簡単な補足をすると、

①タクシーの被害（長崎市タクシー協会：在籍車1,737台）

タクシーは無線をもつため、情報の収集が早く対応が早かったこと及び運転手に土地勘があることもあって、走行中の被害は少なかった。タクシーの被害の大半は市街地にある地下駐車場等の冠水によるものである。

②営業トラック（長崎県トラック協会：在籍車4,500台）

営業トラックの車庫及び集配所は市周辺部の高台に集中しているために、トラックの被害の割合はタクシーの約半分と少なかった。

③自動車販売店の商品車

長崎県自動車整備振興会長崎支部加盟の販売店・修理工場（224か所）の商品車の被害台数である。地域別には八郎川流域の東長崎地区に集中している。

④罹災証明書発行数

長崎市消防局で罹災証明書を発行した自動車の台数である。証明書は保険、ナンバープレートがなくなった自動車の廃車、自動車取得税の減免等に使用された。

⑤車両保険支払台数

日本損害保険協会自動車保険部で集計した車両保険支払台数である。一般車両のみを示した。

⑥修理自動車

長崎県自動車整備振興会所属の自動車整備工場201か所に電話連絡によって一般車両の修理台数を調査した台数である。

水害直後の長崎県陸運事務所登録課における乗用車の月別抹消登録件数によれば、8・9月には前年比46.2%、29.6%抹消件数が増えており、大部分は水害によるものと考えられる。また、

年度末の2月及び3月も前年比48.8%、21.9%と増加している。月別新車新規登録件数を調べると、水害直後の8月及び9月は前年比43.1%、30.4%と増えている。特に原付自動車(250cc以下)は前年比80%増え、自動車の代替として使用されたことが推定される。

(5) 機能障害

自動車が大規模に浮いて流されるほどの洪水に遭ったのは、日本では長崎豪雨災害が最初である。冠水水位による機能障害を明らかにすることは、防災対策を考えるうえで重要である。

長崎市内の13か所の自動車整備工場のサービス担当者を対象に、冠水水位による自動車の機能障害、冠水自動車の修理区分及び過去の修理経験についてヒアリング調査した。このヒアリング調査結果及び後述の当日のドライバーへのアンケート調査によって明らかになった自動車の機能障害及び修理区分について述べる。

以下、本報告では形状が箱形の乗用車のみを対象に議論を進める。

a. 水位による機能障害

水位による自動車の挙動を表4-12に示す。

- ①タイヤ半分(10cm)：ブレーキのドラムに水が入るためにブレーキの利きが悪くなる。
- ②ドアステップ(床面)：マフラーの位置と一致するために、ローギアでふかし気味に、マフラー内に入ろうとする水を排除しながら走行する必要がある。この水深では排気系が機能停止するのであまり長く走ることはできない。水の抵抗と路面のスリップで通常の倍以上の駆動力が必要である。一旦停止すると次の発進は困難になってくる。自動車を高台、歩道側へ避難させるぎりぎりの限界といえる。もし、自動車を避難させられないときは、自動車を放棄すべき水深である。一般には、ハンドルが利かなくなったら車を捨てろ、といわれている。
- ③ドア上10~20cm：エアコンディショナーの使用等で最近の自動車は室内の気密性が高くなっているために、急激な出水で自動車が浮き出す。そのときの水深である。

今回の水害では、ドア上10~20cmになっても走り続けようとした自動車が各所で見受けられた。自動車には洗車等で水がとんで水滴がかかってもいいぐらいの防水しか施されていない箇所がある。特に電気系統が冠水に弱く、ガソリン車では配線等が水をかぶるとエンジン停止となる。マイクロコンピューターを使用した電子式燃料噴出装置をもつ自動車では、コンピューターのコントロールユニット、センサーが低い位置にあるために、冠水によるエ

表4-12 水位による自動車の挙動

区 分	内 容
①タイヤ半分(10cm)	ブレーキが利きにくくなる
②ドアステップ(床面)	マフラーからの水の逆流によるエンジン内への水の浸入が始まる
③ドア上10~20cm	車が浮く
④ドア半分	ドアが開けにくくなる

作成：高橋和雄

ンジン停止が生じた。ディーゼル車では電気系統が簡単なためにある程度走れた。

- ④ドア半分：ドアが水圧のために開けにくくなる。自動車が浮いて流され出したとき、ドアを開けての避難が困難となる。その場合、ドライバーは窓ガラスを開けて脱出している。しかし、パワーウィンドウ（電動窓）付の自動車では、ドア内にあるモーターのリレー部が冠水のためにショートするか、バッテリーの能力低下のために窓ガラスが開けられない状況が生じた。自動車の窓ガラスは合わせガラスになっているので、室内に工具でもなければ割ることができない。自動化の進んだ自動車の便利さの裏に潜む脆さがさらけ出された例といえる。

b. 冠水自動車の修理

冠水自動車の修理は機能に対するものである。冠水自動車の修理区分については経験がないこともあって、最初のうちは部品交換の基準がはっきりしないなどの混乱が生じたが、最終的に図4-7に示すような3ランクの修理区分がほぼ確立した。この区分は車両保険の修理区分と同じものである。

具体的には、

1. 床下（オイル中心、シートの被害なし）
2. メーターパネル下（ドア半分）
3. メーターパネルまで（ドア全部）

である。

これらの区分に伴う作業内容を表4-13に示す。

今回の水害では市街地の冠水水位が高かったこと、動かない自動車を優先して修理したこともあって、修理された自動車の90%は2ランク以上であった。

サービス工場ではメーカーからの応援を得て、修理体制を組んだ。その修理体制は、

- ◎メーカーからの応援（本社及び近隣の県）
- ◎部品は航空便で翌日届く体制
- ◎電装品については関連メーカーの応援
- ◎商品車の場合レンタリースの紹介

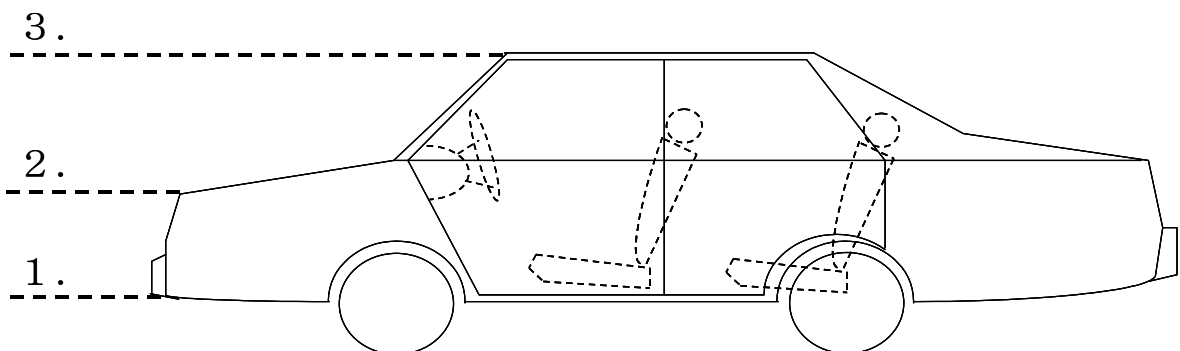


図4-7 水位による修理区分（作成：高橋和雄）

表4-13 冠水自動車の水位による作業内容

区分	作業内容
1. 床下	a) ブレーキの分解、ブレーキオイルの抜替え、清掃、防錆 b) ディファレンシャル、ミッションのオイルの抜替え c) エンジンオイルの5回抜替え（オートマチック車の場合）
2. メーターパネル下 （ドア半分）	1. の他に d) キャブレター、オイルエレメントの分解、洗浄、交換 e) リレー（ワイパーなど）の交換 f) コンピュータの分解、洗浄 g) スターターモーター、オイルネーターの分解、清掃 h) 室内のフロアマットのヘドロの除去、シートの脱着、シートの清掃
3. メーターパネル （ドア全部）	1. 2. の他に i) メーターの脱着、水洗 j) ラジオ、ステレオ使用不能

作成：高橋和雄

自動車を冠水させた水は、洪水による泥水であるために泥の微粒子が電気系統、エンジン、室内の内装に入り込んで、その除去に手間がかかった。自動車における室内のにおいの除去も困難で、感覚的な問題のために、再入庫、廃車となったケースも多い。修理が遅れた自動車ではさび発生等のために修理代が高くなった。

今回の修理で問題となったことに、同じメーカーの自動車でも車種によって部品が異なり、特に新車では部品の入手が遅れて修理が遅れたことがある。基本的な部品については互換性が必要である。

自動車の修理・代替・廃車は持主の意向次第で決まるが、標準的な判断の基準は1. 金銭的な問題、2. 感覚的問題、3. 車に対する価値観である。このように自動車の場合、金銭的以外の要素が入ってくるのがわかる。1 ランクでは修理費は数万円であるが、3 ランクでは最高 200 万円程度（ターボコンピューター車）に達する。一般にキャブレター式に比べてマイクロコンピューターを使用した電子式燃料噴射装置式の自動車の修理代が高い。

c. 自動車の被害とドライバーの取扱いの関係

ドライバーは緊急自動車の通行路の確保や自動車の流失による下流の家屋の破壊、撤去のことを考える余裕もなく、自動車を放置した。路上で流された自動車は、冠水のほかにボディの被害も受けてほとんど廃車になった。流失の危険性があるときは水を車内に入れて流失を防ぐのが得策であろう。また、水の流れが自動車の進行方向に平行な場合は自動車の流失の被害は少なかったが、水流が横、斜めからの場合には流された。道路のカーブの内側に駐車した自動車や歩道側に乗り上げた自動車も流失の被害が少なかった。

自動車を放置する場合に、エンジンキーを抜いてドアロックした自動車が多く、ハンドルがロックされているため、自動車が流されそうになったとき、自動車を押して高台に行けないことがあった。更に、翌日からの自動車の撤去の際にも自動車を路肩に移動できないことがあった。自動車

を放置する場合、自動車を左側に寄せて停車し、エンジンキーをつけたまま、ドアロックをしないで離れるようにドライバーを防災教育することが望まれる。その際、自動車の流失、室内冠水及び復旧時の自動車の移動を考慮すると、車検証を持ち出すことが必要である。

一般のドライバーは冠水した自動車の取扱いを知らないために、自動車整備工場へ運ぶ前に自動車のエンジンキーを入れて、エンジンや電気系統に二次被害を生じ、自動車の被害を大きくした。

水洗いは、さび発生防止、ブレーキ性能低下防止、ガタ発生防止等の点から極めて有効な応急措置で被害を小さくした。これらの諸点は、自動車の防災対策を考えるうえで、参考にすべきである。

(6) 人的被害

自動車に関する長崎市内の人的被害は土砂5人、出水12人と推定されている。この出水による被災者12人は出水による全被災者31人の40%を占める(図4-8)。出水による被災者には推定が含まれている。遺体が車内で見つからない場合、自動車に乗ったまま被災したのか、自動車を放棄した後に被災したのかの区別が不明であるためである。自動車が河川に流された場合には、遺体はすべて車外で発見されている。出水による被災が確実な場合の被災の状況によれば、自動車が河川に転落したケースが5件、路上で自動車内の溺死が2件である。

矢上町でのタクシーは、実車中で2人の乗客がいたものと推定されている。昭和町での被災者は新車から離れられずに被災している。川上町での男性は2ドアの軽自動車を運転中に被災した。路上で浮いて流され出したがドアが開かなくなって、自動車の後部窓ガラスを手でたたき割って同乗者(母親)を車外に出した。しかし、本人は自動車に閉じ込められたまま溺死した。急激に出水した河川脇では、翌日の状況からみて、人的被害に至る状況が各所で発生したと予想される。そこで、当日のドライバーにアンケート調査を実施した。

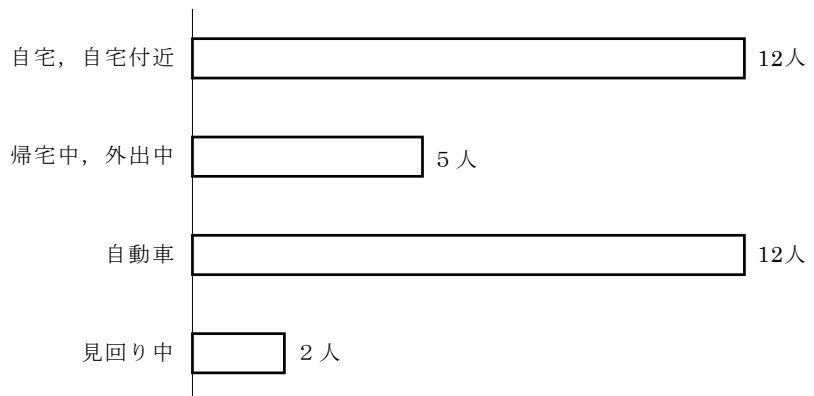


図4-8 出水による犠牲者の被災場所
作成：高橋和雄

(7) アンケート調査によるドライバーの行動・判断

a. アンケート調査の概要

豪雨時に運転中で洪水に遭ったドライバーに、自動車の被災状況、ドライバーの行動、予備知識の有無及び今後の防災対策等について、アンケート調査を行った。冠水自動車の持主等の545

人に郵送若しくは手渡しで配布し、回収数は 245 名（回収率 45%）であった。このうち、豪雨発生時に運転中 225 人を分析の対象とした。

b. 水害時のドライバーの行動

災害当時のドライバーの行動を尋ねたところ、「高台に移した」は 15%で割合が低く、半数以上のドライバー53%は路上で身動きができなかった。その理由を調べるために、災害時の交通状況について尋ねたところ、当日の交通の状況が「路面冠水のために運行不能」56%、「渋滞」22%、「通行止め」5%と、自動車が物理的に身動きできなかったことが挙げられる。長崎市内の道路網は放射状になっているのみで、ネットワークとなっていない。また、幹線道路の幅員も不足しているために、普段でも混雑度は交通容量の 1.2 倍を超えている。災害時に身動きができなかったのは、このような長崎の地形、道路事情も大きく作用している。出水の状況は「急激」31%、「早い（1～2分）」50%となっている。斜面都市である長崎では豪雨による出水が非常に早く、あっという間に自動車の機能を失うような水深になったものである。自動車の周囲の状況を尋ねたところ、「タイヤ半分（10cm）の水深」15%、「ドアステップ（床面）」30%、「ドア半分以上」43%と70%以上がドアステップ以上の水深となっている。路上にそのままいた自動車は冠水水位が高く、しかも浮いて流されるケースが多く、自動車の被害は大きかった。

ドアステップの水深のとき、前に進もうとしたかどうかを確かめたところ、豪雨の中を走行中のドライバーの 59%がドアステップまで冠水しているのに走り続けようとした。この水深では自動車はすぐに走れなくなるので、自動車を早急に近くの高台、歩道側等へ移すべきであるが、ドライバーは自動車の機能を知らずに、なお走ろうとした。

c. 自動車からの避難

災害当時路上にそのままいたドライバーに自動車を放置したかどうかを尋ねたところ、路上にいたドライバーの 88%は自動車を放置している。放置したドライバーのうち 51%は自分だけ逃げ出すのがやっとなで、自動車を見捨てた。次に、自動車を放置したドライバーにそのときの状態と判断を尋ねたところ、「自動車が浮き出す前に危険を感じて放置した」は 28%に過ぎない。自動車の安全を過信してぎりぎりの瞬間まで自動車にとどまろうとした。流され出した自動車からの避難行動を聞いたところ、表 4-14 の結果が得られた。浮いて流され出した場合、水深がドア半分ぐらいになっているために、ドアを開けて脱出できたのは 36%、すなわち 3 人に 1 人、半数近くの 55%は窓ガラスからやっとな脱出したケースや、窓ガラスを手で割って同乗者のみが救出されたケースがある。自分では脱出できずに、結局周囲の人にロープ等を投げてもらって助けられたケースも 2 件あった。なかには、自動車ごと川に流され、泳いで脱出したケースもあった。同乗者に幼児がいる場合、ドライバーが女性である場合には脱出が困難であった。自動車から脱出するとき、流木等で頭を打って失神する可能性がある。自動車から離れるとき、足のほうから車外に体を出して脱出したという体験談を聞いている。このように、自動車が流れ出してからの避難

表4-14 自動車からの避難方法 (33人)

1.	ドアを自力であけて脱出した	36%
2.	ドアがあかないので窓ガラスをあけて脱出した	55%
3.	ドアがあかないので窓ガラスを割って脱出した	3%
4.	周囲の人々に救出された	6%

作成：高橋和雄

表4-15 流出直前まで自動車内にいた理由 (42人)

1.	自動車内にいた方が安全と思った	19%
2.	自動車内にいることが絶対に安全とは思わなかったが、車を捨てることにためらいをもった	
a	自動車に愛着をもっていた	14%
b	自動車は高価であり、簡単に見捨てるわけにはいかなかった	22%
c	自分の自動車でないので、責任を感じていた	26%
d	その他	19%

作成：高橋和雄

は、人的被害に至る可能性が高いといえ、自動車が流れ出す以前の対応が是非とも必要である。

流失直前まで自動車にとどまった理由について尋ねた結果を表4-15に示す。このほかに、「商品を多く積んでいた」、「国道上にいるために、あとの交通の支障になることを心配した」、「自動車が流されると人が乗った後続車にぶつかることを心配した」、「豪雨のために外に出られなかった」、「しばらく様子を見ていればこれ以上の危険はないと思った」、「自分の財産であり、これが一家を支えている個人タクシー営業車だから」などで対応が遅れた。いずれも直ちに自動車を放置できない十分な説得理由をもっているといえよう。自動車を放棄させるためには流失の危険をはっきりドライバーに周知させることが大切である。

自動車のキーの状態を尋ねたところ、46%がキーを抜いて自動車から離れている。また、避難後に自動車が流され始めたとき、何か処理をしたかどうか尋ねたところ、79%は流れるに任せて、手のつけようがなかった。流失対策は道路標識、ガードレール、消火栓、街路樹等にロープ、ワイヤで固定等であった。

(8) 長崎豪雨による自動車被害の要因のまとめ

自動車関係者へのヒアリング及びアンケート調査より要因をまとめると、

- ①長崎の地形上の特性から、豪雨は一気に側溝や河川に流れ込み、溢れた洪水流が街路を川のようにした。増水が急激であったために、自動車は浮いて流された。
- ②洪水発生時と帰宅時間が重なったために交通渋滞が生じ、かつ、路面冠水のために身動きが取れなかった。
- ③自動車内での唯一の情報源はラジオで、的確な情報がなく、一般のドライバーは孤立した。しかも夜間であったために、状況判断が遅れた。

- ④一般のドライバーは幹線道路の通行が主で、安全な迂回路がわからなかった。
- ⑤自動車が水に脆いということをドライバーは知らずに、自動車の中が安全という過信があった。
- ⑥自動車は高価なもので、愛着があったために、簡単に放棄できなかった。
- ⑦ドライバーにとっては洪水時の自動車の運転に関する予備知識がなかった。
- ⑧自動車の機能も防水対策がほとんどなされていないので、電気系統、エンジンの冠水によって、エンジン停止が続出した。
- ⑨ドライバーにどうしても家に帰りたいという意識があり、無理を生じた。

第3節 都市施設の被害と復旧

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及び送水管を図4-9に示す。表4-16は水害による主な浄水場施設の被害状況、断水戸数、完全給水日及び応急措置をまとめたものである。浦上・本河内及び矢上の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及び送水・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システムの損傷によるものであった。管路の破断はほとんどなく、大きな破断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、平地及び東部の3浄水場、茂木水道、太田尾、飯香浦及び千々簡易水道が被害

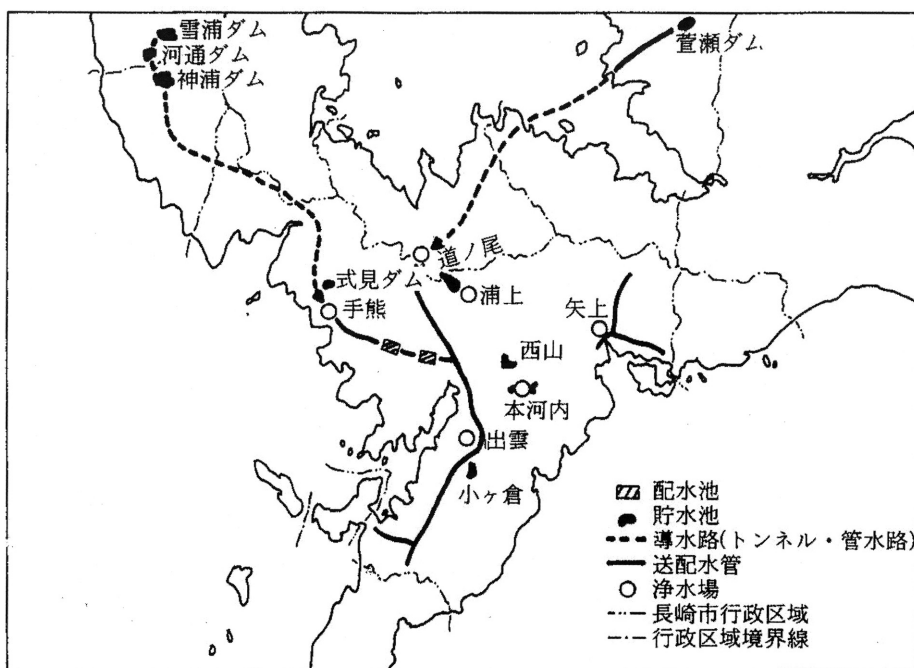


図4-9 長崎市の主な貯水池及び浄水場
作成：高橋和雄

表4-16 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月25日)	○ (7月24日)	○ (7月31日)		○ (7月26日)
	送水ポンプ停止と復旧日		○ (7月26日)	○ (7月24日)	○ (7月31日)		○ (7月29日)
	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月29日	7月30日	7月27日	8月8日	7月24日	7月25日
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

作成：高橋和雄

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4-16のように浦上及び本河内浄水場の浄水施設の機能回復とポンプ及び電気系統の点検補修は順調に進んだ。しかし、八郎川

の氾濫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。浄水場の復旧に当たっては、モーター等の電気系統の点検補修に最も時間を要した。

図4-10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、各浄水場の復旧の前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手洗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。最も復旧が遅れた矢上水系の長龍寺配水池系統は8月8日に完了した。

復旧過程において、水系の切替えによる送水管内の流れが逆になってさびが落ちたこと、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。市街地の清掃に伴い、水の使用量は昼間通常の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・佐賀県及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・茂木地区等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日まで延べ1,232台の給水車(船)による9,703m³の応援給水がなされた。従事人員は延べ3,054人に上った。被害額は17億5,000万円である。

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、

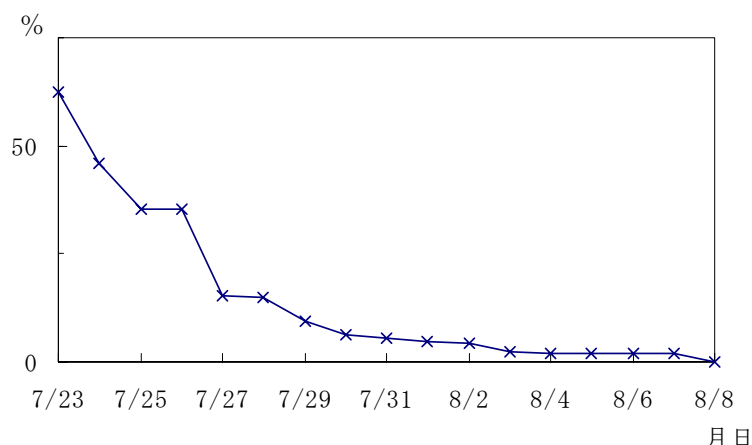


図4-10 上水道の断水率
作成：高橋和雄

西部小江原の3処理場が完成稼動中であった。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部の浦上水源池流域及び小江原第2団地を対象として下水処理が行われていた。下水道の普及率は20.4%（昭和54年度末）である。水害によ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冠水し地下施設が水没した。また、長与川の氾濫で北部下水処理場が冠水した。この2つの処理場では、汚泥処理施設等のポンプ及び操作盤等が被害を受けた。7月24日から水没部の排水、冠水機器の水洗い、モーター取外し、乾燥、据付けの順序で復旧し、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いに集中している。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内には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か所で練積ブロック、擁壁コンクリート等が被害を受けた。特に、鳴滝、岩屋、下の川及び笑の4路線の被害が大きかった。鳴滝及び下の川都市下水路では山崩れで河道が土砂に埋まった。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溢水した。岩屋及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、本川との取付け部で水がはけないことなどから、溢水して市街地の冠水の原因となっている。被害額は2億6,700万円である。

3. 電力

(1) 電力施設の被害と停電の発生状況

河川の増水と電柱の土砂崩れによる倒壊及び流失により、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4-17に示した。長崎支店管内の総需要家戸数は557,900戸あり、そのうち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央部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。

表4-17 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 26日19時00分

作成：長崎大学学術調査団

(2) 復旧状況

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	23日 19時 10分～25日 18時 46分
矢上	23日 20時 21分～25日 17時 48分
日見	23日 20時 25分～25日 22時 45分
茂木	23日 21時 59分～25日 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。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。復旧の状況を図4-11に示した。

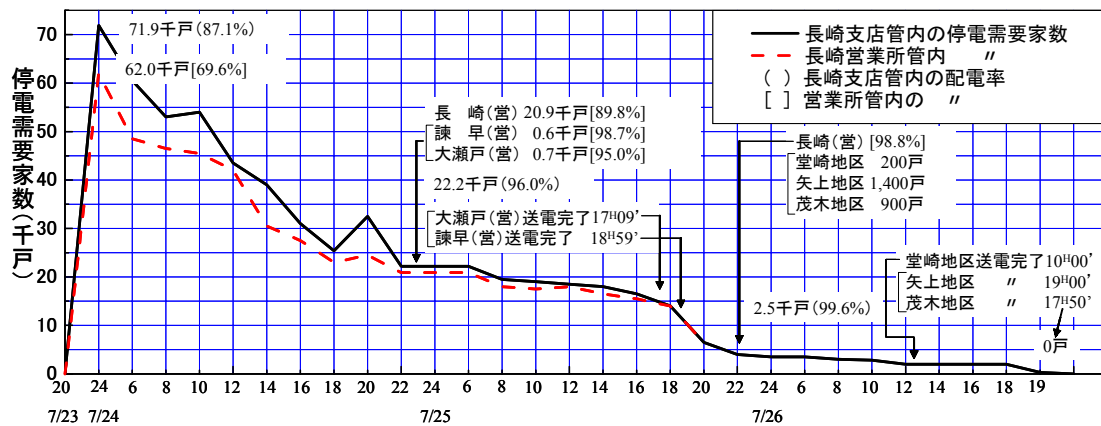


図4-11 電力の供給支障状況

作成：長崎大学学術調査団

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、18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、長崎市内における都市ガス総需要家数95,892戸のうち42,566戸のガス供給が停止した。

ガス本管の被害は表4-18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。

表4-18 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月25日 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月24日 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月24日 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月24日 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月24日 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月27日 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月24日 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月1日 H鋼にて補強

作成：長崎大学学術調査団

(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。本部は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更に開栓作業に当たった。体制

表4-19 都市ガスの復旧状況

	26	27	28	29	30	31	1	
本管	高麗橋・銭屋橋を仮配管復旧 24日午前2時	長崎工場中圧ガス元栓閉						
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	供給のための開栓巡回 12,051戸合格	残りを開栓巡回 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	供給のための開栓巡回	開栓件数 16,677戸(19,672戸) 供給開始	

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	1,014人

復旧の状況は表4-19に示した。7月31日現在の状況は次のとおりであった。

	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	332

作成：長崎大学学術調査団

5. 電 話

(1) 被害の状況

電話・通信施設の被害は多岐にわたっている。これらは、電話機の冠水による故障、土砂崩れや護岸の流失による電柱の倒壊、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、更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加入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か所である。

市外ケーブルを含む路線設備の被害を表4-20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。更に、土木設備の被害を表4-21に示した。これらは専用橋の流失、橋梁の損壊、路肩の流失等によって発生した。

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。本局にはC23形交換機が2台設置されており、そ

表4-20 路線設備の被害

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 光ファイバーケーブル	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	2400Pケーブル折損・浸水障害
市内地下ケーブル	400P×2条切損・浸水障害

作成：長崎大学学術調査団

表4-21 土木設備の被害

保守局名	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)	がけ崩れに伴う流失(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(多良見)	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)

作成：長崎大学学術調査団

のうちの1台は使用不能、1台は暫定使用可能であった。罹災加入数は659加入台である。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17時までにはすべて復旧した。

また、「3. 電力」で述べたように長時間停電になったところでは、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り替えられるが、長時間の停電のために不通になったところもある。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5分頃まで不通となった。

茂木局：23日23時より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艘を使用した。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時より25日19時まで約47時間停電。発動発電機の陸路輸送は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日陸路輸送が可能となったため、12時頃から移動電源車(50AVA)に切替え措置をした。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) 電話の輻輳と電報の集中

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、一般加入電話の通話

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、多くの市民は買い物中や帰宅途中であった。河川の増水とともに多くの市民は近くのビルや高台の建物に避難し、自宅に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、更に電話機の水没、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時過ぎより輻輳した。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。24日は一般の加入電話の制御はしていない。7月25日13時5分から19時45分の市内全域一般加入電話50%の規制を含め、26日にかけて一般加入電話の25～75%の通話規制をしている。市外電話は、7月25日及び26日一部加入電話50%の通話規制を行った。

電話の輻輳と一般加入電話の通話規制により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。

6. 地下洪水と建物附属設備⁷⁾

(1) 建物地下室の被害

長崎市の市街地に溢れた濁流は、ビルの1階部分の事務室や売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、ボイラー設備等を地下室に備えた中層ビルは、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。

a. 病院

中島川下流の新地町にある長崎国立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なかった。

長崎中央部の中島川、銅座川の下流に位置する長崎国立市民病院は河川の氾濫に伴い、21時20分頃から浸水がひどくなり、最初は排水ポンプも稼働していたが、地下階出入口スロープ（幅員4m）、ドライエリア（空堀）から侵入した大量の水には対応できず、地階は完全に水没し、1階も最高床上30cmまで浸水した。23日夜の濁流は病院裏側の地下室へのスロープ等から5分位の間に地下室を水没させた。玄関側にはあびき（長崎港の場合、主に周期30～40分くらいの海面の上下動を指す）対策の防潮板が設置できるようにされていたが、想定していないところから浸水した。居合わせたボイラー系の職員は電源を切って避難するのがやっとであった。

地階部分は建物附属施設の中核ともいべき電力設備（高圧受電設備、非常用発電機設備、中央監視盤装置、防災盤、動力操作盤他）、機械設備（ボイラー冷房用冷凍機、空調機、ポンプ類他）やR I施設関係の高度な医療機器（コンピュータX線断層撮影装置、超高圧X線治療装置（リニアック）、コバルト体腔照射装置（ラルストロン）、レノグラム、オートウェルカウンター、放射線モニタリ

表 4-22 長崎市立市民病院の地下の冠水した設備品

区 分	主 な 設 備 名
建物及び附属設備	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 [大口徑高分解能ガンマカメラ]

作成：高橋和雄

ングシステムが冠水し、完全に機能を喪失した。地階は病院の心臓部で表4-22に示すような建物設備及び医療機器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日当時入院患者は389人(うち未熟児5人)であったが、未熟児及び診療できない患者は大学病院等に転院若しくは退院し、最低時(8月8日)222人が残った。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。設備の復旧に時間がかかるため、応急措置として電力及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等を除く病院の機能は維持されたが、ボイラーと冷房は夏場にもかかわらず停止したままであった。

淵町の成人病センターも浦上川下流近くにあり、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。大浦町の長崎通信病院も被害を受けた。

b. 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、上水道設備等が冠水した。地下室が冠水して主電源が切れた後、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、被害は大きくなった。当日の170人の宿泊客とロビーに避難していた100人は、ろうそくの灯のもとに夜を明かした。ホテルも病院と同じ24時間体制の維持及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。被害額は設備及び売上げを含めて1億2,000～1億3,000万円である。

この他、常盤町のホテル・ニュートンダ、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、浜町の浜せんビル及び浜ビル、浜町の浜屋百貨店、川口町の清掃センター等も同様な被害に遭っている。

c. 被害を受けなかった施設

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。例えば、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もち、合計3トン/分の排水ポンプにより排水していたため地下室の貸金庫及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用発電機を地階と10階に分散させていたことなど対策が十分だったといえる。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。

(2) 長崎市立市民病院の復旧

地下室の排水作業は7月24日から開始され、31日に完了した(排水量9,000トン)。このように排水に時間を要したために被災の実態を調査することに困難を生じた。第1回目の被害額の見積額が報告されたのは8月6日で、建物施設関係3億3,120万円(要原形復旧見積額)、医療機器関係5億9,350万円、計9億2,470万円に達した。

冠水した機器類に重量物が多く、解体、搬出及び搬入に苦慮した。電気、機械、ボイラーダクト、配管類がすべて長時間冠水したために、電気関係の計装継電器類は使用不能となり、取替えとなった。ボイラーを除いて機械的なポンプ、空調機、冷凍機等は現場にて洗浄、乾燥し部分的に取替え整備し、再使用した。また、高度な医療機器は修理不可能となった。市民病院で8年間かかって苦労して購入した医療機器は、一夜にして屑鉄(地金屋10万円)と化した。

復旧に当たっては、長崎市立市民病院の設備担当者の間ではこれまで建物の地下階に設備されていた建物設備器やR I施設関係の高度な医療機器を現状の地下階から地上階に配置替えるよう、いろいろと議論した。しかし、最終的に長崎市役所建築課と技術的な立場から検討した結果、現在の敷地並びに建物の構造上、移転は不可能であり、現状復旧を前提とした復旧工事に着手した。

現状復旧の後、この大水害程度の洪水に対応できるように出入口等の水の侵入口に可動式防水板、落下込み防水板、水密性扉等の設備の設置や開口部分のコンクリート壁による閉鎖、コンクリート擁壁の改善、排水ポンプの増設整備を講じた。

これらの防水対策工事の内容は次のとおりで、大雨洪水警報発令時には必ず取り付けることにした。

1) 工事の内容

- ①可動式防水板 2か所
- ②落下込み式防水板(アルミパネル、高さ1m) 5か所
- ③水密性扉(スチール) 13か所
- ④開口部(地下階の電気室・非常用発電機室) コンクリートブロック壁による閉鎖
- ⑤スロープ側及びドライエリア側コンクリート擁壁の補修・改善
- ⑥排水ポンプ2基新設(5.5kw 1基, 3.7kw 1基)

2) 工期

昭和58年1月29日～昭和58年3月30日

3) 工事費

2,000万円

この防水板は、防潮用設備として既にアルミサッシ業者によって製品化されているものを転用したものである。水害用に特に開発されたものではない。長崎市役所建築課で工事の内容を定め、

市民病院の他に、成人病センター、長崎市民会館の長崎市管理の公共施設にも同じ防水工事をした。

市民病院では、このような防水対策の諸設備を運用定着化させるために「長崎市立市民病院風水害対策要項」を昭和 58 年 5 月 1 日に制定した。

この要項によれば、台風・大雨・洪水・高潮警報が発令された時、市民病院事務局内に市民病院風水害対策本部が設置される。防水板の設置の係員は直ちに防水板を設営することになっている。この災害の記憶を後に残すために、要項には防潮訓練の実施を定めている。この防潮訓練は、毎年梅雨期の前の 5 月 23 日（水害の日（7 月 23 日）の 2 か月前）に市民病院の被害を教訓として永久に引き継ぎ、2 度とこのようなことがないよう災害から病院を守ることを目的としている。防潮訓練では、防水板の設営訓練が行われる。

(3) 建物附属施設に関するアンケート調査

a. アンケート調査の概要

建物の地下階に建物附属施設を配置している建物に対象を絞り、水害の影響を受けた地区に対して、アンケート調査を行った。実施期間は昭和 60 年 12 月 13 日～昭和 61 年 1 月 20 日であった。

水害による冠水区域にある建物の地下階に建物附属施設を配置していた建物に対象を絞って、アンケート調査表を配布した。アンケートの回収率は 93.2%であった（44 配布、41 回収）。

アンケートの配布は冠水地域の建物の設備担当者に直接手渡しして、後日郵送によって返送してもらう方法によった。アンケートを回収した建物の所在地を地域別に見ると、都市の再開発によって中層化した建物が多い中島川下流域に集中している（39 件）。残りの 2 件は浦上川下流である。

回収したアンケート 41 件について建物の地下室の用途を表 4-23 に示す。電気設備、空調設備及び排水ポンプを置いた建物が多い。

b. 水害以前の防水対策

水害以前に地下階に防水対策が取られていた建物は 43.9%と、予想外に高い割合を示す。その具体的内容を調べると、「排水ポンプの設置」88.9%、「防水板を取り付けていた」22.2%と明らかに水に対する配慮と思われる設備が導入されている。このような意外な結果は、被害に遭った建物の立地条件と密接に関係がある。すなわち、中島川下流域は埋立地であるため、地下水の湧水が多い。そのため、排水ポンプは地下水を排除するために設置されている。また、防水板の設置はあびき等の異常潮位対策でもある。いずれも水害を意識したものではない。結果的に、これら

表 4-23 地下室の用途（有効回答数 41）

施設名	件数	施設名	件数
電気設備	36	エレベーター	19
防災設備	25	店舗	11
空調設備	32	倉庫	17
機械・ボイラー	25	駐車場	8
医療設備	2	その他	4
排水ポンプ	36		

作成：高橋和雄

の防水施設が有効であったのは22.2%と低率であった。開口部、ドア等の入口からの大量の浸水でポンプの容量が不足したこと及び防水板の高さが不足したことによるものである。また、夜間で建物内が無人化していたために人手が足りずに対応できなかった。「1階床面を道路面より高くしていた」55.5%及び「電気設備等を地下床面より高い位置に設置」等は通常の場合有効な防水対策であるが、今回は冠水水位が高かったために役に立たなかった。この他に地下階の駐車場、倉庫等への車の出入り用スロープがあるため、スロープより大量の水が浸水し、全く排水ポンプが無力であった場合、排水ポンプの排水口が地表面近くにあったために、冠水による水圧が排水口にかかって排水できなかった場合、停電のために排水ポンプが稼動しなかった場合等、実際面での運用対策の配慮がなされていなかったことも被害の拡大要因になっている。

c. 建物附属設備の被害の実態と復旧

中島川下流域の浸水状況は市街地の冠水深は最大2mにも達した。このような市街地の冠水によって建物の地下階への浸水の程度を聞いたところ、「2m～水没」が70.8%と地下室内の設備が水没した割合が高い。設備に被害が少なかったと思われる50cm以下の冠水は14.6%に過ぎない。中島川下流域の冠水水位が高かった区域で、冠水被害が軽微であった建物が2件ある。このうちの1件（銀行）は、900トンの貯水槽と毎秒3トンの排水ポンプをもつこと、電気系統が地下階と地上階に分散されていたこと、1階面が路面より高く造られていたことなど備えが十分であった。建物が銅座川のすぐ横にあり、地下階に貸金庫をもつためにこのような対策が取られていた。排水ポンプが有効に働いて水没を免れた。他の1件（NTTビル）は地下階の駐車場へのスロープがなく、カーリフトで運ぶようにしていたが、それだけでは冠水を防ぎきれものではなかった。たまたま会議のため、人が残っていたこと及び多量の電話帳が土嚢^{どろう}の代わりに使用され、水の屋内への侵入防止に役立った。

この他のところでは、浸水が20時以降に始まったため、既に営業終了後で浸水を防止するのに十分な人がいないこと、建物の構造が浸水に対して無防備であることもあって、あつという間に水没した。ある建物では、地下階にあった200kwの自家用発電機（予備発電機）が作動したために、設備の担当者、空調機等他の設備のスイッチ・オフができずに被害が拡大した。また、ある建物では地下階の防火扉が冠水のため誤作動して閉じ出した。この扉が水圧のため開放不能となって人が閉じ込められかかった。

冠水による建物附属設備の被害の内訳及び復旧状況を表4-24に示す。冠水に対して特に弱かった機器については、表4-25に示したように特に電気系統（リレー、メーター、照明、モーター、配電盤、受電盤等）が多い。表4-24からわかるように復旧においても電力設備は取り替えた割合が高い。なお、エレベーターは機械室が屋上にあるため取替えが少ない。機械系統は、分解・水洗い・乾燥によって再利用できたところが多い。電気系統も冠水後、直ちに洗浄・乾燥すれば再利用できる部分もある。しかし、多量の水の侵入、停電、排水ポンプの入手困難、洗浄のための水が断水のため使用できないことなどから、排水・洗浄・乾燥までに時間を要した。このために

配線の絶縁の低下、リレー部のさび発生・ヘドロの除去不可能等で使用不能となった。このように、電気系統に耐水性がないことは自動車の電気系統及び上下水道の電気施設でも同じであった。

表4-26は、復旧に時間を要した設備名を示す。復旧においても電気系統が復旧に時間がかかっている。完全復旧までに要した時間は表4-27に示すとおりである。被害が軽微であったのは1週間で復旧している。しかし、電力設備、空調整備等の建物附属設備が冠水したところでは、1か月以上を要した。非常用発電機、中央監視盤等の完全復旧及び防災工事をした後を本復旧としたところでは、2か月以上を要している。更に、4か月以上を要したところも13.5%を占める。このような建物附属設備の復旧には時間を要するので、その結果業務再開も遅れることになる。したがって、休業による間接被害も大きくなる。公共施設では修理して現状復旧を図ったケースが多いが、デパート等は修理するよりも新しい施設を購入して業務を再開している。このようなことを考慮すると、水に弱い電気設備等は可能な限り、地上階に移転することが効果的であり、通常使用機器と非常用機器とは別個に設置することが望まれる。

d. 水害後の防水対策

本復旧に当たって半数以上の59.0%が現状復旧に留まらず、新たな防水対策を導入している。水害による直接・間接被害が

表4-24 建物附属設備の被害実態

設備名	被害件数	復旧状況		
		全部取替	一部改修	再利用
自家発電機	16	6	8	2
配電盤	28	16	11	1
変圧器	19	13	0	6
照明	22	13	5	4
冷凍機	22	5	12	5
ボイラー	20	6	12	2
空調機	23	8	9	6
送風機	20	9	4	7
ダクト	15	5	3	7
火災報知器	11	6	4	1
スプリンクラー	12	8	4	0
消火栓	2	1	1	0
給水ポンプ	25	10	8	7
排水ポンプ	25	12	5	8
消火ポンプ	19	4	8	7
エレベーター	19	2	13	4
エスカレーター	7	0	4	3
電話	15	9	4	2
医療機器	2	2	0	0

作成：高橋和雄

表4-25 冠水に対して、特に弱かった施設は

(有効回答数 30)

1. 電気機器 (モーター、リレー)	16(30)
2. 配電盤、受電盤	15(29)
3. ガラス、シャッター	5(30)
4. コンピュータ回線	3(3)

()の数字は該当数

作成：高橋和雄

表4-26 復旧に時間がかかった設備

(有効回答数 30)

1. 配電盤、受電盤	15(30)
2. 自家発電機、冷凍機	16(25)
3. エレベーター	9(19)
4. 配管ダクト、貯水タンク	7(15)

()の数字は該当数

作成：高橋和雄

表4-27 地下階はいつ頃完全復旧しましたか

(有効回答数 37)

1. 1週間以内	21.6%
2. 2週間以内	5.4%
3. 1か月以内	29.8%
4. 2か月以内	8.1%
5. 4か月以内	21.6%
6. 4か月以上	13.5%

作成：高橋和雄

大きかったこともあって、水に対する防災意識が高まったことを反映しているといえよう。なお、新たな防水対策を考えなかった理由は、今回の被害が少なかったこと、建物の建替えまで待つことなどである。新しく導入された防水対策の具体的内容を調べると、地下階にあった設備のうち、主として受配電盤を「建物上層部へ分散若しくは全部移転したこと」30.4%を除けば、地下階に建物附属設備を配置したまま、防水対策を考えている。防水対策は地下階への水の侵入口を無くすもので、具体的には長崎市立市民病院の例のようにこの水害での水の侵入口に防水板、防水扉を設置、建物のドライエリア（空堀側）に防水壁を施工するものである。また万一地下階に浸水した場合でも、ある程度は対応できるように排水ポンプの増設を行っている。水害時に停電のために排水ポンプが役立たなかったことを反省して、予備電源でも稼働できるように設計された例もある。また、排水口が建物の1階部分にあったために排水できなかった建物は排水口を2階に移転した例もある。

本復旧時における防災対策の差異を業種別に調べると、銀行及び病院は防水対策を実施した割合が高い。銀行、病院等は業務がほとんど電化されているため、電気系統の麻痺によって業務が全くできなくなる。このことから防災意識は他の業種より高く、防水対策も導入した割合が高い。

なお、電気設備等を地上階に移転できない理由を尋ねた結果によれば、重量が大きくしかも騒音の問題がある設備を地上階に移転することは「場所の確保」64.0%、「工事費の問題」56.0%等から困難なようである。このことは、建物の計画段階から検討すべきことを示唆している。更に、この水害と同じような規模の水害が発生するかどうか尋ねたところ、半数以上の56.1%が「思わない」と答えており、この面からも本格的な防災対策に取り組めない結果となっているようである。電気設備等の耐用年数を考えると水害が発生する可能性は低い。したがって、防水対策に経費をかけるよりは、その経費を他の設備投資にまわす方が得策と考えているようである。

次に、ソフト面の対応を調べてみよう。火災等の緊急時における職員の動員体制は87.5%が「あった」としている。そのときの動員・連絡体制は、大部分87.5%が「一般加入電話」に依存していた。当日の電話の輻輳と停電でその呼出しは困難を極めた。水害を経験して連絡体制を改善した施設は20%である。その具体的内容は無線の導入、重要電話加入の増設等である。常時使用するものではないために、連絡体制の新しいシステムの導入は少ないといえる。

水害後、各種の防水対策を導入しているか、抜本的な対策を取り入れた建物は少ない。このために、万一被災した場合に備えて設備に保険をかけることが考えられる。通常建物は、火災保険に加入している場合が多いが、水害当時は風水害特約付の火災保険は掛金が高いために、加入しておらず保険金が支払われなかった。このような反省から風水害も対象とした建物、商品、附属設備全般にわたる保険への加入が見直されている。業種別に調べたところ、特に多くの商品をもつデパートに加入者が多い。

水害後、水害を教訓として防災訓練をしているかどうか尋ねたところ、31.7%が「実施している」。また、9.8%が「計画中」である（いずれも調査時点）。防災訓練の内容を見ると、消防訓練、地震訓練と同時に防水訓練を行っているところが大部分であり、水害だけを対象として防水板の

取付け等をしているところはわずかである。このように、水害を対象としたソフト面の対策はハード面の対策に比べて遅れているようである。緊急時に防水板を素人が設置できるものではないので、梅雨期には防水板の設置等の防水訓練が必要であろう。

e. その他

自由記入欄を設け、復旧に苦心したこと、今後の防水対策について意見を求めた。アンケートの分析結果と重複しない範囲でまとめると、

(a) 復旧作業における問題点

- ・地下階で冠水した廃棄物の処理が通信・交通施設の被害による業者との連絡不能及び運搬不可能なために時間を要した。(1件)
- ・電力、水道の使用が復旧の基本になるが、水道の場合、水道が復旧しても再び使用できるまでに地下貯水槽の排水、清掃、水道局による検査、許可に1週間を要した。(2件)
- ・空調設備、ボイラー等大型機械の搬入の際、地下階への通路が狭く、完成品として搬入できずに組立てを地下階で行う必要があったため時間を要した。(1件)

(b) 今後の防水対策

- ・防水板の強度、高さについては余裕をもった設計が望まれる。(2件)
- ・通常使用機器と非常用機器とは別々の階に設置すべきである。(2件)
- ・可能な限り、電力、防災設備等は地上階に設置すべきである。(4件)

(c) 都市計画・土木工学への要望

- ・市街地が冠水するような氾濫を起こさないような河川改修が急務である。現在の河川改修は時間、費用がかかり過ぎているのではないか。(2件)
- ・マンホール及び側溝の整備を早急にして欲しい。(2件)

7. 清掃作業及び防疫活動

(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、道路の寸断及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で呼掛けを行った。

- ①被害家財等の粗大ごみは長与町高田郷コンポスト工場で受け付ける。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、梅香崎中

学校に運ぶことができる（7月26日西浦上中等、更に11校追加）（写真4-3）。

7月26日から次の順序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、応援奉仕車等通常の2倍以上の清掃車がフル回転した。

勝山小学校、西浦上中学校等の市内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、校庭の土砂及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及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、野焼き、減量の後、残砂は東長崎清掃工場埋立地、土砂は長与町長与港埋立地に搬出された。

最終的にまとめた被災ごみ及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、借上げ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。



写真4-3 校庭に集められた被災ごみ
提供：DEITz(株)

(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、腸チフス等の消化器感染症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、浸水家屋等及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。防疫活動の実施状況は次のと

おりである。

①浸水家屋等

実施戸数：24,609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＋クレゾール石鹼液

②外部環境

ア．消毒活動 浸水家屋周辺の外部環境

イ．衛生害虫の駆除 蚊とハエを対象に、蚊の幼虫の発生及び発生可能水域、ハエの幼虫の発生源並びに蚊の成虫の潜伏場所等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べ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。

参考文献

- 1) 長崎大学学術調査団：昭和57年7月長崎豪雨による災害の調査報告書、全145頁、1982.11
- 2) 日比野世己、岩本富一：長崎豪雨災害と公共交通（とくに県営バス）、環境論叢、pp.78-87、1983.3
- 3) THE NAGASAKI、pp.3-19、1982.9
- 4) 染谷昭夫：長崎大水害と緊急輸送対策、MOBILITY、No.55、pp.41-44、1984.4
- 5) 高橋和雄：昭和57年7月長崎豪雨時の路線バスの運転手の行動・判断、自然災害科学、Vol.4、No.2、pp.56-68、1985
- 6) 高橋和雄、高橋裕：クルマ社会と水害－長崎豪雨災害は訴える－、九州大学出版会、全182頁、1987.12
- 7) 高橋和雄、伊勢田哲也、吉次俊博：昭和57年7月長崎豪雨による建物付属設備の被害と復旧、自然災害科学、6-1、pp.24-37、1987.3