

主要災害調査 第 27 号

1986年 8 月 5 日台風10号の豪雨による 関 東 ・ 東 北 地 方 の 水 害 調 査 報 告

昭 和 62 年 3 月

科 学 技 術 庁

国立防災科学技術センター

1986年 8 月 5 日台風10号の豪雨による 関東・東北地方の水害調査報告

木下武雄*・水谷武司*・八木鶴平*・岸井徳雄*・
佐藤照子**・植原茂次***・大倉 博***・幾志新吉***

国立防災科学技術センター

目 次

まえがき	1
1. 災害の概要	3
2. 気象概況	5
2.1 台風10号の進路と本土への影響	5
2.2 降雨の状況	6
3. 東京都足立区の水害	10
3.1 東京都の降雨状況	10
3.2 東京都の被害状況	12
3.3 東京都足立区の地形	13
3.4 足立区の水害	16
3.5 本章のまとめ	17
4. 小貝川の水害	18
4.1 小貝川の現況	18
4.2 降雨及び水位の状況	20
4.3 現地踏査	26
4.4 小貝川石下町豊田地先の破堤氾濫	28
5. 桜川の水害	37
5.1 桜川の概要	37
5.2 水害の特徴	39
5.3 氾濫の状況	41

*第1研究部, **第3研究部, ***第4研究部

5.4	避難と対策	53
5.5	被害	55
6.	那珂川の水害	60
6.1	那珂川流域の概要	60
6.2	出水特性	62
6.3	警報	68
6.4	避難	69
6.5	被害	69
7.	栃木県茂木町の水害	71
7.1	栃木県の降雨状況	71
7.2	茂木の地形条件	71
7.3	水害の経過	74
7.4	地形条件と防災	75
8.	大北川の氾濫	76
8.1	降雨・河川水位・被害の概要	79
8.2	氾濫水の流入個所	79
8.3	氾濫域	80
9.	福島県の水害	82
9.1	水害の概況	82
9.2	阿武隈川の洪水	84
9.3	郡山市の水害	87
9.4	本宮町の水害	91
9.5	福島市の水害	93
9.6	梁川町の水害	94
10.	宮城県の水害	97
10.1	県としての水害概況	97
10.2	仙台市の水害	100
10.3	吉田川の破堤水害	102
11.	ランドサットTMデータから分類した洪水氾濫状況	107
11.1	はじめに	107
11.2	最尤法による洪水氾濫状況の分類	107
11.3	マッピングの方法と位置精度の見積り	109
11.4	洪水氾濫状況図と地形情報の解釈	110
11.5	洪水氾濫状況図の利用上の評価	111

11.6	洪水氾濫状況と1月後の水稻被害状況との関係	112
11.7	終わりに	113
12.	ランドサットTMデータからの水稻被災状況の検出	113
12.1	調査の目的	113
12.2	現地調査とその成果	114
12.3	ランドサットTMデータの解析	122
12.4	成果と考察	125
13.	得られた教訓	126
謝 辞		127
付 表		128
写 真		129

図，表，写真一覧

表1.1	台風10号及びそれから変わった低気圧による被害表	4
表3.1	雨量状況	11
表3.2	昭和61年8月4日台風第10号による被災状況調	14
表4.1	破堤氾濫の歴史一覧表（小貝川）	20
表4.2	計画高水流量等改修計画の変遷	21
表4.3	現行改修計画	21
表4.4	小貝川日雨量表	25
表4.5	小貝川最高水位表	25
表4.6	雨量・水位ピーク発生時刻と時差	26
表4.7	氾濫水深の分布（水田面からの比高）	36
表4.8	最大氾濫水深の生起時	36
表5.1	洪水の種類	42
表5.2	筑波研究学園流出試験地の台風10号時の流出係数	49
表5.3.1	桜川流域の浸水家屋数	55
表5.3.2	明野町，筑波町，真壁町の台風10号による被害状況	55
表5.4	農作物の被害調査の一例	56
表5.5	個人の資産被害一覧表	57
表5.6	個人への救援対策	59
表6.1	那珂川の洪水のピーク流出係数・ピーク伝播時間等	65
表7.1	茂木町の被害	72
表7.2	茂木町の災害年表	72
表8.1	台風10号による北茨城市の被害	78
表9.1	福島県の被害	83
表9.2	福島県の主要洪水	83
表9.3	阿武隈川の水位	85
表9.4	郡山市の被害	90
表9.5	福島市の被害	94
表9.6	梁川町の水防活動実施状況	96
表9.7	梁川町の商工業関係被害	97
表10.1	宮城県下主要河川の水位	98
表10.2	宮城県の被害	99
表10.3	昭和61年台風第10号大雨・洪水災害・被害状況・被害額	105

表10.4	農業機械の被害と復旧状況（鹿島台町），被害戸数と浸水機種	106
表11.1	ランドサットデータから分類した桜川流域の洪水氾濫状況図の利用状況	111
表11.2	分類項目に対する水稻の反射輝度の度数分布／桜川中流域	112
表12.1	1986年10号台風による水稻被害調査	121
付 表	1986年台風10号災害空中写真・ランドサットデータ所在一覧	128
図2.1	1986年台風第10号の経路図（気象庁予報部，1986）	5
図2.2	1986年 8 月 4 日15時の地上気圧配置	6
図2.3	1986年 8 月 4 日21時の気象解析図（藤咲，1986）	6
図2.4	1986年 8 月 4 日 0 時から 8 月 5 日24時の 2 日間雨量，単位はmm	7
図2.5	花園の1986年 8 月 4 日と 5 日の 1 時間雨量の推移	8
図2.6	仙台の雨量の推移	9
図2.7	吾妻山の雨量の推移	9
図2.8	高根沢の雨量の推移	10
図3.1	東京都東部の雨量	11
図3.2	東京都足立区における1986年 8 月 5 日の水害の床下浸水・道路冠水域と 床上浸水発生丁目番の分布図	15
図4.1	小貝川流域一雨雨量分布	22
図 4. 2 a	益子における時間雨量	23
図 4. 2 b	黒子における時間雨量	23
図 4. 2 c	水海道における時間雨量	23
図4.3	最高水位発生時刻及び破堤時刻	24
図4.4	水位（黒子・上郷・水海道）	24
図4.5	茨城県結城郡石下町豊田地先の破堤による氾濫域	29
図4.6	氾濫域及びその周辺の地盤等高線	32
図4.7	8 月 6 日12時の氾濫域（黒色影の内側）	33
図4.8	8 月 6 日14時の氾濫域（黒色影の内側）	34
図4.9	氾濫水深痕跡調査地点	35
図5.1	桜川流域地形区分図	38
図5.2	台風10号による総雨量と浸水域図	38
図5.3	真壁・埴世橋水位ハイドログラフ	39
図5.4	水位ハイドログラフ（埴世橋・君島・栄利橋・匂橋）	40
図5.5	洪水流の動き	51
図5.6	筑波研究学園流出試験地の位置	47
図5.7	花室川上の室橋地点の流量 q (mm/10min)，雨量 r (mm/10min)	47

図5.8	蓮沼川八千代橋地点の流量 q (mm/10min), 雨量 r (mm/10min)	48
図6.1	那珂川流域の地形区分	60
図6.2	那珂川下流部の地形横断図 (水戸付近)	61
図6.3	流況図	61
図6.4	那珂川改修計画図	62
図6.5	那珂川流量配分図	62
図6.6	台風10号の総雨量	63
図6.7	台風10号による浸水域図 (那珂川下流部)	63
図6.8	水府橋の水位ハイドログラフ	64
図6.9	浸水域拡大図と浸水流の動き	65
図6.10	水位ハイドログラフ (小口・野口・水府橋)	66
図6.11	ピーク流下時間と水府橋水位	67
図6.12	ピーク流出係数と降雨継続時間	68
図7.1	茂木周辺域の地形	72
図7.2	茂木の被災域	73
図7.3	茂木における災害の経過	73
図7.4	山地洪水災害発生の限界雨量	75
図7.5	逆川の縦横断図	76
図8.1	大北川の位置 (点線は流域界)	77
図8.2	大北川流域図 (点線は水沼ダム流域, 数字は8月4日～5日の総雨量(mm))	77
図8.3	水位～雨量図 (雨量は水沼ダム地点, 水位は磯原地点の量水標水位, 平水位は0.5～0.7 m)	79
図8.4	北茨城市磯原町市街地の氾濫域	81
図9.1	福島県の主要災害地及び総雨量分布	82
図9.2	阿武隈川流域図	85
図9.3	阿武隈川下流における水位	86
図9.4	梁川町における阿武隈川水位及び破堤時刻	86
図9.5	郡山盆地の地形分類図	88
図9.6	阿久津 (郡山) における阿武隈川水位及び破堤時刻	88
図9.7	郡山市の浸水域	89
図9.8	明治41年当時の阿武隈川河道	90
図9.9	本宮町の浸水域	92
図9.10	福島市の浸水域	93

図9.11	梁川町の浸水域	95
図10.1	宮城県の災害地及び総雨量分布	98
図10.2	仙台市の浸水域	101
図10.3	落合における吉田川水位及び破堤時刻	102
図10.4	吉田川の破堤による浸水域	104
図10.5	大正元年当時の品井沼及び河道	104
図11.1	基準領域の分光反射特性	107
図12.1	水稻被害調査箇所（水海道・石下地区）	116
図12.2	〃（下妻・明野地区）	117
図12.3	〃（筑波地区）	118
図12.4	〃（恋瀬川河口）	118
図12.5	〃（那珂川・水戸地区）	119
図12.6	〃（涸沼上下流）	120
図12.7	〃（中丸川）	120
図12.8	水稻被害状況とTMバンドの反射特性	122
図12.9	現地調査による水稻の被害率とTMバンド4のCCTカウントとの関係	122
写真4.1	8月5日10時頃 高道祖付近	129
写真4.2	8月5日10時頃 祝橋より小貝川をみる	129
写真4.3	8月5日10時頃 下妻市砂沼	130
写真4.4	8月5日11時頃 関城町	130
写真4.5	8月5日11時頃 下館市西方、大谷川（左岸より見る）	131
写真4.6	8月5日12時頃 二宮町、久下田、松原、長栄寺	131
写真4.7	8月5日14時頃 二宮町、石島の段丘の下	132
写真4.8	8月5日14時頃 二宮町、高畦、五行川	132
写真4.9	8月5日15時頃 二宮町、三谷の下流小貝川右岸より水戸部橋を望む	133
写真4.10	8月5日15時頃 真岡市、小貝川右岸より道祖土橋を望む	133
写真4.11	石下町豊田地先の破堤地点（8月6日11時50分撮影、破堤幅約20m）	134
写真4.12	堤内地法尻からの漏水（右側の水面は、小貝川への排水路、写真4.12～ 写真4.19はいずれも写真4.11と同地点で、石下町役場提供）	134
写真4.13	表法面への土のう積み	135
写真4.14	漏水箇所からの漏水量の増加（右側の水面は、小貝川への排水路）	135
写真4.15	堤防に2条の亀裂がはいる	136
写真4.16	表法面の崩壊	136

写真4.17	裏法面も崩壊	137
写真4.18	破堤時（破堤幅7～10m）	137
写真4.19	氾濫水の流入（右側が堤内地）	138
写真5.1	桜川，筑波町付近の氾濫（右上の双峰の山が筑波山）	138
写真5.2	木橋（楔橋）	139
写真5.3	堰（君島）	139
写真5.4	堤防を横切る道路	140
写真5.5	筑真橋下の破堤点	141
写真5.6	サイカチ堂裏の破堤点（左が河道の側）	142
写真8.1	磯原町中心街の氾濫（8月5日 小野瀬栄氏撮影）	142
写真10.1	鹿島台町氾濫全景	143
写真10.2	鹿島台町下志田地先：シートを張って越水時の破堤を防ごうとした	144
写真10.3	遂に越水がはじまった	145
写真10.4	そして，その翌日	146
写真10.5	鹿島台駅東側の新興団地は水没した	147
写真11.1	氾濫域の画像（TMバンド3）	148
写真11.2	〃の画像（TMバンド4）と基準領域	148
写真11.3	洪水氾濫状況図	149
写真12.1	1986年8月6日台風10号による茨城県下の洪水氾濫状況 （ランドサットTM画像バンド1，2，3）	150
写真12.2.1	明野・筑波地区の氾濫状況	151
写真12.2.2	同上地域の水害後の画像	151
写真12.2.3	同上地域の水稲被害の検出	151
写真12.3.1	水海道・石下地区の氾濫状況	152
写真12.3.2	同上地域の水害後の画像	152
写真12.3.3	同上地域の水稲被害の検出	152
写真12.4.1	水海道市上蛇町三坂新田，道路北側水稲被害状況	153
写真12.4.2	下妻市高道祖本田東，本田上宿水稲被害状況	154
写真12.4.3	明野町中上野，水稲被害状況	155

まえがき

1986年（昭和61年）8月5日、台風10号から変化した温帯低気圧は南方洋上から本土に接近し、東海・関東・甲信・東北の諸地方に大雨を降らせ、その後三陸沖でほとんど停滞し、本州の東方洋上で消滅した。この台風（正確には、災害を引き起こした時点では温帯低気圧であったが、その温帯低気圧の前身が台風10号であったので便宜上台風10号と呼ぶことにする）による被害は静岡から青森までの16都県において報告されている。被害は主として水害によるもので、死者19名行方不明1名、負傷者107名、及び家屋の全半壊・床上浸水等が約33,000、床下浸水が約77,000で全国の統計は次ページに示す通りである。注目を集めた災害を南からみると、小貝川の石下町、明野町等における破堤、茨城県茂木町における土砂崩壊、那珂川水戸市付近の氾濫、阿武隈川ぞいの都市における氾濫、宮城県鹿島台町及び周囲の氾濫等であるが、この他にも多くの災害が発生した。今回の災害の特徴を一口で言うと、条件の異なるあちらこちらの河川での氾濫となる。

国立防災科学技術センターでは、次のような観点から主要災害調査としてこの台風による災害の調査を行うこととした。

- (1) 今回の災害は、茨城県のみならず、16都県にまたがり、数多くの河川で決壊・溢水が生じ、広範囲な地域で水害が生じているので貴重な資料が収集できる。
- (2) 現地調査及び災害関係資料・空中写真・ランドサット画像の収集をもとにしての調査解析により、今後の当センターの防災科学技術研究に大いに役立つことが予想される。
- (3) 当センターの付近でも大きな災害となったので、それを中心にすれば調査が効率的に展開できる。

そして、8月5日以来数次にわたって職員が現地調査等を行い、とりまとめたものが本報告書である。

国立防災科学技術センターでは大きな災害の度に主要災害調査を行っている。水害に関しては報告書の号とともに列挙すると、

第9号：1975年8月17日台風5号による高知県、

第10号：1975年8月台風6号による石狩川等、

第12号：1976年9月台風17号による長良川、

第18号：1981年8月前線と台風12号による石狩川、

第20号：1981年8月24日台風15号による小貝川、

第21号：1982年7月豪雨による長崎、

第22号：1982年台風10号と直後の低気圧による三重県及び奈良県、

第24号：1983年7月梅雨前線による島根県、

となる。今回の調査は東京都・栃木県・茨城県・福島県・宮城県等の各地でおこった災害をそれぞれの地理・水文条件と併せて考察し、地方自治体・住民の水害に対する対応、また生

活再建についても事情を聴取し、ランドサット画像の解析による広域な被害調査も含め幅広く調査したことを特徴とする。このような事例研究を積み上げて行くことは今後の防災科学技術の推進に重要なことであると著者らは考えている。主要災害調査は速報的な意味も含んでいるため、解析・研究が十分でないという面もあるが、著者らは本報告書刊行後も、得られた結果をもとにして新しく見つかった研究課題を攻究し、防災科学技術の発展に貢献して行く所存である。

なお、国土庁が昭和61年9月25日でまとめた一般被害状況は次表のとおりである。

一般被害（9月2日12時00分現在 消防庁調べ）

区 分		単位	被 害 数	区 分		単位	被 害 数
人 的 被 害	死 者	人	19	り 災 者 数		人	82,791
	行方不明者	〃	1	り 災 世 帯		世帯	28,920
	負 傷 者	〃	107	そ の 他	道 路	個所	10,190
住 家 被 害	全 壊	棟	130		橋 り ょ う	〃	330
	半 壊	〃	357		河 川	〃	10,960
	一 部 破 損	〃	1,043		崖 く ず れ	〃	2,128
	床 上 浸 水	〃	31,504		鉄 道 不 通	〃	68
	床 下 浸 水	〃	76,635				
非 住 家		〃	15,290				

今回の水害に際しては当センターの職員が水害中からその後の復旧状況までを視察し、そのうちの主要部分を本報告書としてまとめた。現地調査を行った職員・期間・調査内容を列挙する。

- (a) 東京都足立区：木下武雄，8月6日及び以後数回，浸水域調査
- (b) 茨城県小貝川・桜川：木下武雄・水谷武司・岸井徳雄・米谷恒春・八木鶴平・真木雅之・井口 隆・佐藤照子・植原茂次・幾志新吉・大倉 博・宮本 誠，8月5日及び以後数回，洪水流出・氾濫・浸水・被害の調査
- (c) 栃木県茂木町：水谷武司，8月12日及び以後数回，浸水・被害の調査
- (d) 那珂川（下流）及び大北川：岸井徳雄・佐藤照子，9月8日～9日，浸水・被害の調査
- (e) 福島県及び宮城県：水谷武司・大倉 博，9月17日～19日，浸水・被害の調査・宮城県鹿島台町においては木下武雄が9月5日に被害の調査を行った。

（木下武雄）

1. 災害の概要

木下武雄

台風10号崩れの温帯低気圧は、8月4日中部地方に接近し、翌5日午後東北地方を北上、6日朝に北海道の南東岸に近づき停滞した。

台風10号は典型的な雨台風で、コースに当たった東日本の特に太平洋側の各地で記録的な大雨となり、南は静岡県から北は青森県まで16都県の広範囲に災害を発生させた。中小河川は急激に増水して警戒水位を大幅に突破し、また大河川においても計画高水位を越え、各地で水害が発生した。

台風10号は南から北へ移動し、それにつれて降雨域も南から北へ移動した。時間雨量のピーク発生時でみると、東京は4日20時、水戸は4日21時、白河は5日1時、福島及び仙台は5日4時となっている。災害発生もほぼこれに応じて南から北へ移動した。

東京都では東部低地、すなわち足立区を中心として葛飾区、江戸川区において8月4日浸水の被害が発生した。

茨城県ではまず桜川での出水と氾濫があげられる。さらに8月5日一級河川利根川の支川である小貝川では上流で380mmの豪雨に見舞われ、河川水位が午前8時には計画高水位を越え、同13時30分ごろ明野町赤浜で決壊し、左岸の堤内地上下流へ氾濫水は広がった。増水が続いていた小貝川は、さらに6日午前9時58分結城郡石下町本豊田地区で堤防右岸が決壊した。決壊した場所は、長峰橋下流の200mで、幅10mにわたって決壊、その後、幅は60mに広がり、濁流が民地に流れ込んだ。石下町広報誌によれば、8月4日早朝から降りをはじめ、短期間に316mmと同町としては100年に一度の記録的な大雨であったと報道されている。県北地方では北茨城市の花園で降雨が424mm、水戸288mmを記録し、大北川や那珂川の下流部で広域の氾濫が発生した。これらの氾濫についてランドサット5号が観測した8月6日の画像を宇宙開発事業団地球観測センターが受信し、当センターでは小貝川、那珂川等の水害地域を拡大して画像解析した。

栃木県では県内各地で強い雨が断続的に降り、8月4日から5日にかけての総雨量は200～300mmと記録的な大雨になり、県東部を中心に160ヶ所で土砂崩れが発生、茂木町の逆川など中小河川が氾濫した。同町の道路はいたるところで寸断、町中心部はほぼ全域が床上浸水の被害を受け、一時は陸の孤島に変わり果てた。

東北地方も4日から5日午前中まで降り続いたため空前の大雨となり、各地で大きな被害が続出した。雨域は阿武隈川ぞいに南から北へ移動したため、白河・郡山・福島などの盆地では浸水被害を発生させた。殊に河床勾配が相対的に急な所では洪水波が一たん狭窄部に当れば浸水は深くなるわけで、深い浸水というのが特徴であった。また工業団地の浸水も目立った。仙台市の雨量は200年に一度の観測史上第1位で402mmを記録し、市内の北部、西部の住宅地を中心に132ヶ所でがけ崩れが発生しており、昭和53年宮城県沖地震の40ヶ所をはる

かにしのいだ。記録的な大雨により仙台東部の工業団地も浸水した。宮城県鹿島台町では、町内を流れる吉田川と鶴田川が5日早朝より数箇所で決壊した。このため穀倉地帯とされる品井沼干拓地が冠水し、大きな被害がでた。

今回の台風10号による被害地域は、1都15県に及び、1都6県38市町に災害救助法が適用され、9月26日の閣議決定により、台風10号災害「昭和61年8月4日から6日までの間の豪雨による災害」は激甚災害に指定された。

表1.1に台風10号による被害表を掲げる。数値については集計時点のちがいから、他表と若干の相違がある。

表1.1 台風10号及びそれから変わった低気圧による被害表

警察庁資料（昭和61年8月26日現在）

被害種別		県別	合計	静岡県	長野	山梨	神奈川	千葉	埼玉	群馬	栃木	茨城	東京	福島	山形	秋田	宮城	岩手	青森
被害者	人死者	人	20	1							6	4		3			5	1	
	行方不明者	人	1								1								
	被傷者	人	94					4			66	4		7			12	1	
		人																	
	全壊	棟	117					1			39	8		3			66		
	半壊	棟	322	2				2			99	19		18			182		
	流失	棟	1									1							
	全焼	棟																	
	半焼	棟																	
	床上浸水	棟	33,151	1			5	1,837	3,364	1	1,847	6,952	1,068	6,263	6	6	11,762	26	13
被害者	床下浸水	棟	64,227	35		1		3,896	19,176	100	4,831	6,900	991	7,294	123	25	20,118	691	46
	一部破損	棟	2,198			1	2	9			1,110	29		76			971		
	非住家被害	棟	3,623					28			2,873	119		194			376	23	10
被害者	水流失埋没	ha	792					25			557			195					15
	田冠水	ha	84,147					2,398			16,805	22,590		10,254	298	8	31,442		352
	流失埋没	ha	137					1			103			33					
	畑冠水	ha	14,875					789			2,449	3,986		2,741	62	3	4,606		239
道路損壊	カ所	4,671	2		3		62		2	1,553	2,277	7	174	14	1	532	44		
橋梁流失	〃	156					1			35	20		76	1		23			
堤防決壊	〃	144								7	49		43	11		33	1		
山(崖)くずれ	〃	1,503	1	1	6	9	181	4		164	160	3	328	9	5	625		7	
鉄軌道被害	〃	62		1			5			13	9	1	4	2		23	4		
通信施設被害	〃	3,151														3,151			
木材流失	m ³																		
船舶沈没	隻																		
船舶流失	隻	3															3		
被破壊	棟																		
害ろかい等の船	隻	6															6		
り災世帯数		39,247	3			6	1,906	3,369	1	1,923	13,699		6,278	6	6	12,011	26	13	
り災者概数		136,862	20			18	5,960	12,341	2	7,272	54,796		23,913	22	14	32,954	87	50	
備考																			

2.1 台風10号の進路と本土への影響

昭和61年7月29日21時、台風10号は日本列島のはるか南方洋上で弱い熱帯低気圧として発生し、図2.1（気象庁予報部，1986）に示すように、西進して8月1日3時ルソン島東方海

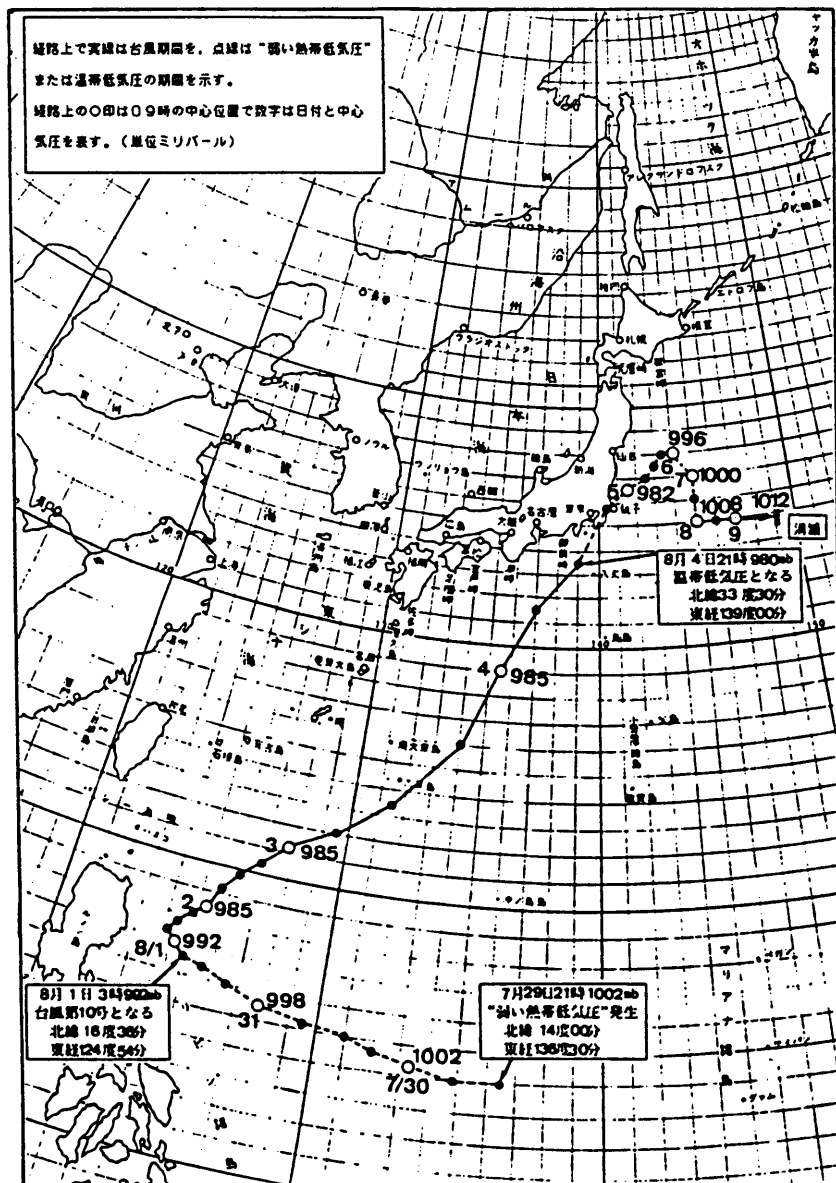


図2.1 1986年台風第10号の経路図（気象庁予報部，1986）

上で台風となった。中心気圧は992mbであった。その後中心気圧を985mbに保ち、速度を速めながら北東進し8月4日9時には本州の南方海上に達した。

一方図2.2に示すように千島付近に中心をもつ冷涼な高気圧があり、北日本から東日本に張出していた。このような状況にあって台風10号は8月4日21時、八丈島の西北西約50kmの海上で中心気圧980mbの温帯低気圧に変わり、8月5日未明房総半島を縦断したが、その後図2.1に見られるように、進行速度が非常に遅くなり、8月6日朝には三陸沖でほとんど停滞することとなった。

図2.3は決壊した小貝川流域を含む関東地方西部の8月4日21時の気象解析図である（藤咲，1986）。温暖前線は霞ヶ浦付近まで北上し、また千葉県中部には暖気が流入して、強雨域は茨城県中部にあることがわかる。寒冷前線は茨城県の西部から千葉県の北西部にかけて顕著となり、この西側にも強雨域が現われている。

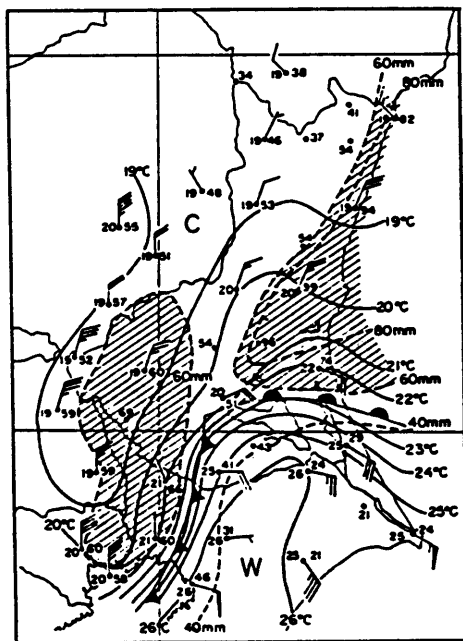


図2.3 1986年8月4日21時の
気象解析図（藤咲，1986）

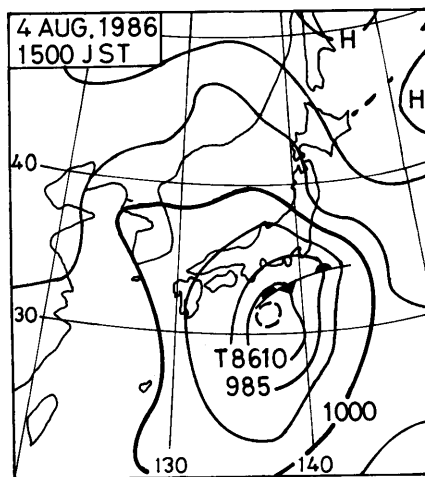


図2.2 1986年8月4日15時の
地上気圧配置

いる。この後前線帯は勢力を維持しつつ、低気圧の北上とともに茨城県を通過しゆっくりと三陸沖へぬけた。

この台風10号及びそれから変わった温帯低気圧により関東地方と東北地方の太平洋側を中心に広く多量の雨が降った。特に宮城・福島・栃木・茨城の各県の一部では8月4日と5日の2日間雨量で300～400mmに達した。その結果、後の章で詳しく述べるように、各地に河川の氾濫、山・崖崩れによる災害が多発した。

2.2 降雨の状況

このような大雨が降ったのは、北からの冷涼な高気圧性の気流と急速に接近した台風がもたらした高温多湿な気流とによって、台風から変わった低気圧に伴い前線が形成されたことと、その活発化が第1の要因と

して挙げられる。第2に重要なことは北の高気圧の存在により低気圧の移動速度がきわめて遅くなり、降雨が集中的に持続したことである。

図2.4に神奈川・千葉から山形・宮城の各県に至る昭和61年8月4日0時から8月5日24時までの2日間雨量を示す。図はアメダスの毎時の観測資料により作成した。同地方では8

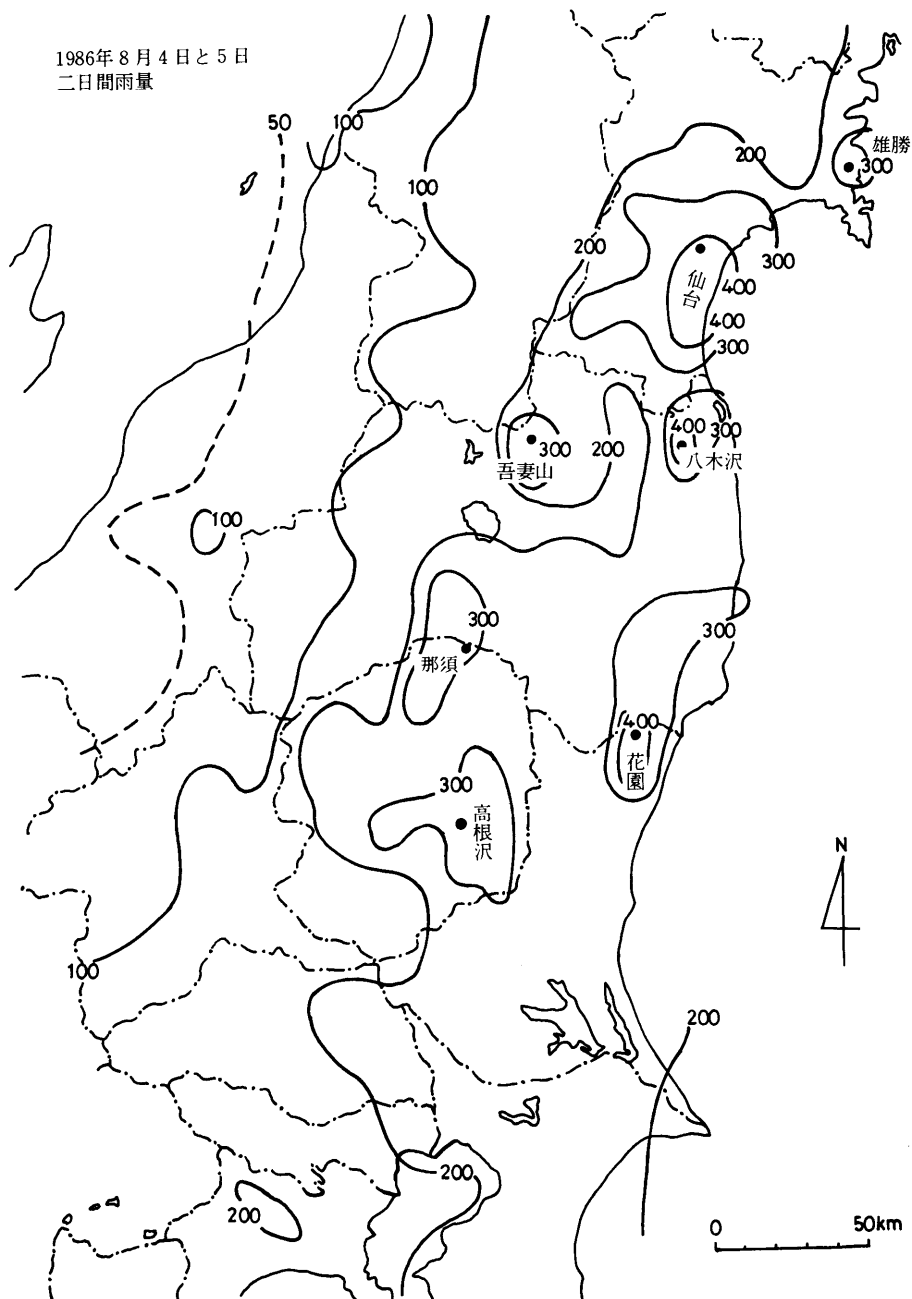


図2.4 1986年8月4日0時から8月5日24時の2日間雨量，単位はmm.

月5日24時以降も若干雨の残った所もあったが、この2日間雨量が今回の大雨の同地方の総雨量と考えて差しつかえないだろう。

雨量分布の顕著な特徴として、300mm～400mmといった多雨域は関東地方では平野部にあって、北西山岳地帯には至っていない。また東北地方では太平洋沿岸沿いと脊梁山脈の東斜面に集中していたことが分る。北陸地方から東北地方西部にかけては50mmから100mm強の雨にしか過ぎなかった。このような雨量分布は図2.1に示した台風及びそれから変わった低気圧の進路と密接に関係していることが分る。

また、各地で極値の更新がなされた。例えば広い範囲にわたって浸水被害を出した仙台の8月5日10時に至る24時間降水量381.0mmは昭和46年以降の年間最大値である。因みに総雨量は402.0mmに達した。

図2.5に総雨量424mmを記録した茨城県北部の花園の1時間雨量の推移を示す。これが茨

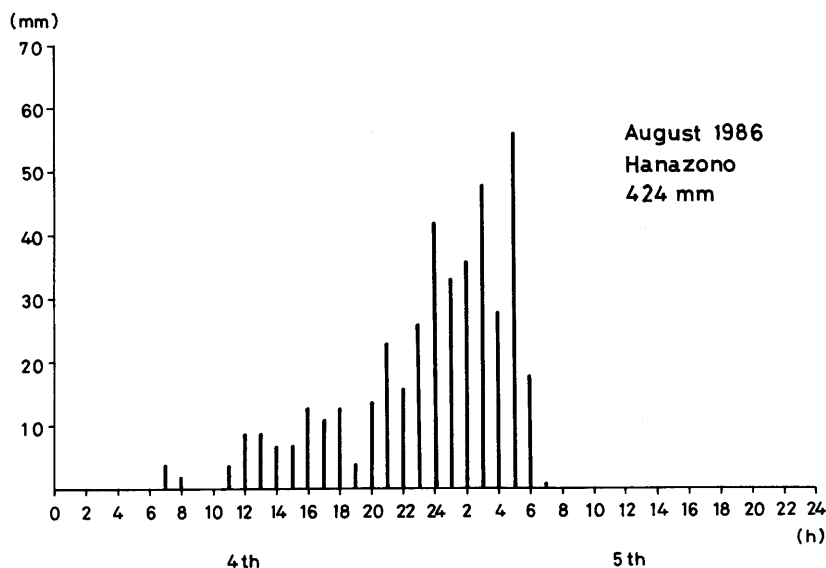


図2.5 花園の1986年8月4日と5日の1時間雨量の推移。

右上の数字はこの間の総雨量をさす。

城県北部から福島県の浜通りにかけての総雨量300mm以上の多雨域の代表的な大雨の降り方と見て良い。二宮（1983）は雨の降り方からみた梅雨末期の集中豪雨の実態として、次のような特徴を指摘している。(1)空間的集中性：豪雨は $(50\text{km})^2 \sim (100\text{km})^2$ の面積に集中する。(2)時間的集中性：豪雨は2～3時間の時間内に集中する。(3)準周期的な繰り返し：短時間に集中する豪雨が3～6時間の間隔をおいて繰り返す。

図2.5に示した花園の1時間雨量の時間的推移は、むしろ、(1)以外はこの指摘とは違った特徴を示しているのが分る。すなわち豪雨は(2)とは異なり約20時間にわたり持続し、(3)とは

異なり大きくみてピークは単一で繰り返しが無い。休みなく降り続いて総雨量424mmに達したことになる。この点が今回の台風の大雨と梅雨末期の集中豪雨の降り方との相違と思われる。ちなみに前述の仙台、及び東北地方の脊梁山脈の東にある吾妻山（総雨量399mm）、破堤氾濫した小貝川の谷頭近くの高根沢（総雨量332mm）の各1時間雨量の推移を、それぞれ図2.6、2.7、2.8に示す。大体、花園と同じ傾向の推移を示したことがわかるだろう。これら

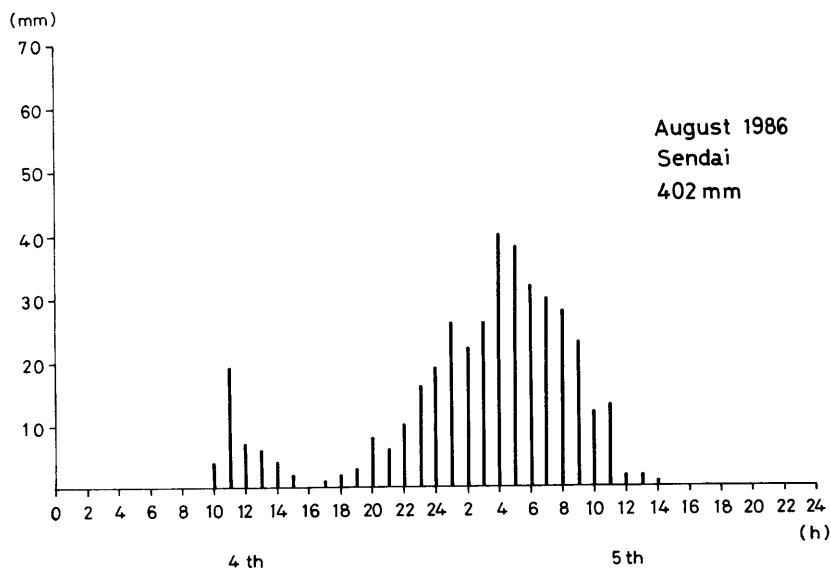


図2.6 仙台の雨量の推移。観測点が仙台であること以外は図 2.5 と同じ。

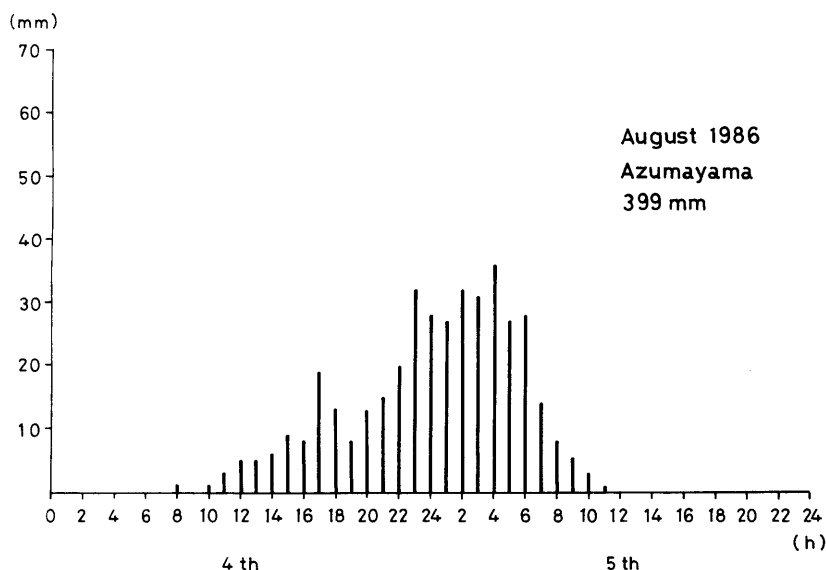


図2.7 吾妻山の雨量の推移。観測点が吾妻山であること以外は図 2.5 と同じ。

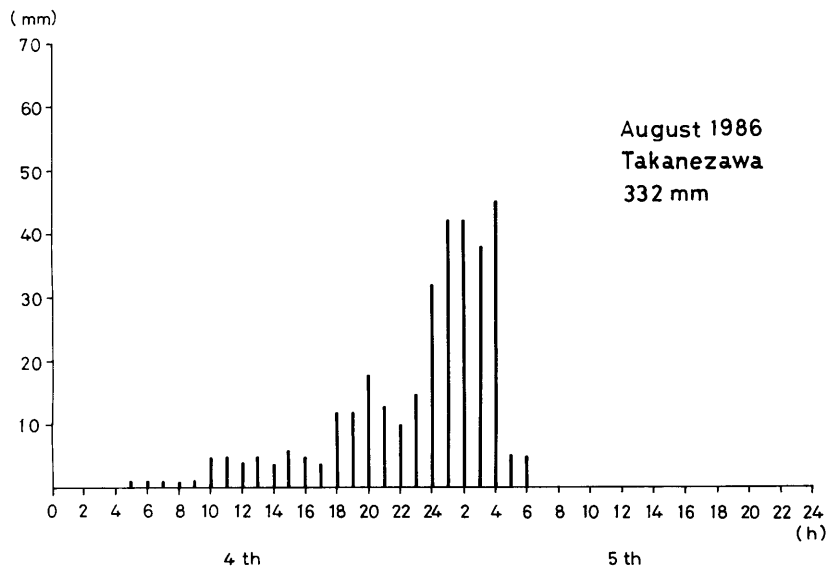


図2.8 高根沢の雨量の推移. 観測点が高根沢であること以外は図2.5と同じ.

は図2.1に示されたように台風から変わった低気圧が三陸沖に長く滞ったためと思われる. 一方空間的集中性については, 総雨量100mm以上という意味では列島の東3分の2全域にわたるが, 例えば300mm以上という豪雨の領域では, 北から雄勝を含む領域, 仙台を含む領域, 八木沢を含む領域, 吾妻山を含む領域, 那須を含む領域, 花園を含む領域, 高根山を含む領域とそれぞれ数10km四方から数10km×100km弱の集中性を顕著に示している. これらの集中的な降雨分布が各地に洪水氾濫・崖崩れなどを多発させたことになるとと思われる.

参 考 文 献

- 1) 藤咲盛次 (1986) : 8月の雨台風第10号, 関東北東部で大雨, 気象, **30**, **10**, 14-17.
- 2) 気象庁予報部 (1986) : 昭和61年8月4日, 5日の台風10号及びこれから変わった低気圧による東海, 関東・甲信, 東北地方の大雨, 災害時自然現象報告書1986年第2号. pp.35
- 3) 二宮洸三 (1983) : 集中豪雨の実態 (大雨の降り方), 予防時報, **132**, 50-55

3. 東京都足立区の水害

木下武雄

3.1 東京都の降雨状況

降雨は4日午前1時ごろから始まった. 4日の午前はあまり強い雨ではなかったが, 午後になって次第に雨は強くなり, 16時45分東京地方に大雨洪水警報が発令された. 夜に入って雨は一層烈しくなり, 21時30分ごろからが最も雨が烈しかった. 表3. 1に東京都東部の5

地点の一雨雨量及び最大60分雨量を示す。東京においては花畑（足立区）における一雨雨量264mm，最大60分雨量58mmが極値である。他の資料と併せて雨量分布を作ると図3.1のようになり，この図のほぼ全域で一雨雨量で約250mm，時間雨量で40～50mmとなっていることがわかる。雨は5日5時にはいずれにおいても止んだ。これに応じて予警報の発令状況は次の通りである。

表3.1 雨量状況

区 名	観測地点	一 雨 雨 量 (mm)	最大60分雨量 (mm)
荒 川 区	尾 久	254 (4日 1:00 ~ 5日 5:00)	40 (4日 21:30 ~ 5日 22:30)
足 立 区	花 畑	264 (4日 2:00 ~ 5日 5:00)	58 (4日 21:40 ~ 5日 22:40)
足 立 区	毛 長 橋	234 (4日 1:40 ~ 5日 5:00)	40 (4日 21:40 ~ 5日 22:40)
葛 飾 区	西新小岩	261 (4日 1:40 ~ 5日 5:00)	56 (4日 21:40 ~ 5日 22:40)
江戸川区	今 井	261 (4日 1:46 ~ 5日 5:00)	52 (4日 21:30 ~ 5日 22:30)

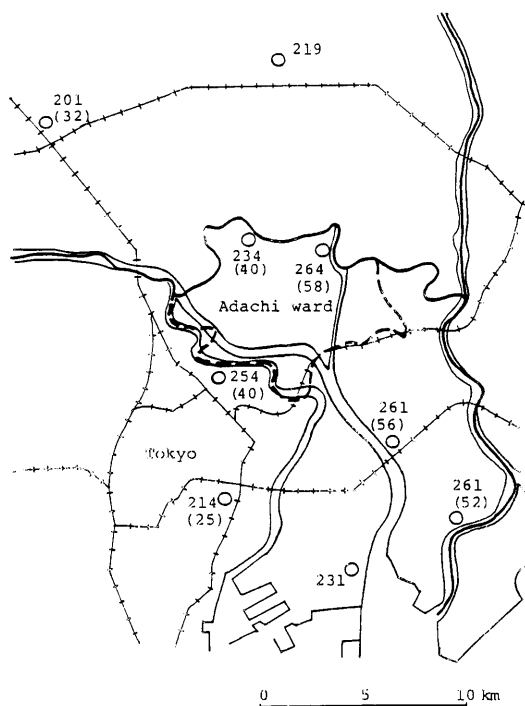


図3.1 東京都東部の雨量

数 字：一雨雨量 (mm)

括弧内数字：最大60分雨量 (mm)

予警報の発令状況

(1) 東京地方

8月4日 10:50 大雨, 洪水, 強風, 波浪注意報

16:45 大雨洪水警報, 強風波浪注意報

5日 1:20 洪水注意報に切り換え

5:45 洪水注意報解除

(2) 伊豆諸島については省略

3.2 東京都の被害状況

東京都は総務局災害対策部において次の措置をとった。4日16時50分には水防本部が設置された。

(1) 機関における措置状況

災害対策部 4日 16:45 情報連絡体制確保

16:50 水防本部設置

都各局の活動人員 約1,400名

区市町村 活動人員 約3,200名

(2) 災害救助法の適用 8月5日 9:20 足立区に災害救助法を適用

主な被害状況の報告を述べると次の通りである。(集計時点のちがいで、表ごとに若干の数字のちがいはまぬがれない)

(1) 床上浸水等

区市町村名	床上浸水	床下浸水	主な被害町丁名
足立区	609棟	4550棟	西伊興町, 栗原, 堀之内, 椿, 神明等
江戸川区	99棟	425棟	上篠崎, 春江, 東葛西, 南篠崎等
葛飾区	18棟	266棟	西水元, 東金町, 高砂
荒川区	5棟	84棟	西尾久, 荒川, 町屋, 南千住
文京区	4棟	51棟	千駄木, 根津, 湯島
練馬区	2棟	6棟	桜台, 中村
板橋区	1棟	0棟	徳丸
台東区	0棟	18棟	小島
豊島区	0棟	6棟	西池袋
東村山市	0棟	7棟	恩多, 美住
国分寺市	0棟	5棟	光
その他	0棟	7棟	港区, 稲城市, 八王子, 昭島, 調布, 多摩, 羽村
計	738棟	5425棟	

(2) 道 路

① 冠水箇所 251

② 損壊箇所 16 (区部 8, 多摩 6, 島しょ 2)

③ ガケ崩れ 7 (板橋, 文京, 北, 青梅, 武蔵村山, 檜原, 大島)

(3) 河 川

河川損壊 4 (町田, 小平, 東村山)

これで見えてわかる通り, 家屋の浸水被害が足立区においてとびぬけて多い。この点について調査したのが本章の内容である。

3.3 東京都足立区の地形

足立区は東京都23区の中でも北東に位置し, 面積53.25km², 人口約61万人である。東京23区は山の手と(東部)低地に分かれ, ここは低地に分類される。荒川, 綾瀬川, 中川(古利根川)によって形成された沖積平野である。これらの河川はつけ替えや放水路によって, 原形を留めぬまで変形され, 現在はそれぞれ大きな断面を持つ河川になった。同区の北縁は毛長川で埼玉県と接し, 西縁は荒川, 南西縁は隅田川, 南東縁は綾瀬川の旧河道, 東縁は中川によって他区等と接している。細かく見るとそれらの河川と境界が一致しないところもあり, その点を詳しく追求すれば, この治水史が洗い出されてくるかも知れないが, 今は概略の話に留めておく。また江戸時代よりの用水として見沼代用水, 葛西用水の幹線, その他細かい枝線の流末が網状に分布する。

国土地理院土地条件図東京東北部によってみると自然堤防が一面に不規則に分布していて, その間の土地はほとんどが盛土地となっている。部分的に氾濫平野・海岸平野が記されているがその分布からみて盛土地ももとは氾濫平野・海岸平野であったのだろうと推量される。今回の浸水は大河川とは高い堤防で分離され, 下水道の普及率の低い平地で発生した現象と解することができる。下水道の普及は現在足立区の荒川右岸, 環七通りの南側で東武伊勢崎線の東西にわたる地域を主としていて, このあたりでは浸水被害の発生は稀である。但し, 細かく見ると下水道の普及域でも浸水家屋は報告されている。今回の水害において, 下水道普及域以外の浸水家屋の発生は自然・人工を問わず微地形の凹凸に左右されたと考えて大きな誤はないであろう。

足立区を陸地測量部迅速測図(明治13年)についてみると, 市街地は「千住駅」(今の北千住駅前)のみで, 陸羽街道(今の日光街道)にも陸前浜街道にも人家はなく, 一面の水田で, 所々に団塊状に農村が分布している。国土地理院昭和12年測量昭和33年修正測量1/10000地形図花畑・西新井等によってみても, 足立区の大部分は上記と同じで, 若干の住宅団地と工場との進出がみられる。ただし注目すべきは, 多色刷りであるので, 池と水路が明瞭に描かれている。明治の迅速測図と比べてみて, 低地に人工的に作られたと見られる池がかなり増し, 用水路の幅も改良されたと思える部分もある。

表3.2 昭和61年8月4日台風第10号による被災状況調

足立区総務部災害対策課

8月9日9時00分現在

(上段世帯, 下段人員)

区民事務所名	床 上	床 下	計	
千住区民事務所		33	33	千住大川町(下3)千住五丁目(下30)
		102	102	
江北区民事務所	172	765	937	扇二丁目(上1.下4)江北一丁目(上9) 江北二丁目(上33.下240)江北三丁目(上80.下345)
	566	2,490	3,056	江北四丁目(上34.下30)江北五丁目(下30) 堀之内一丁目(上14.下116)堀之内二丁目(上1)
江北区民事務所宮城分室				
江北区民事務所新田分室	1		1	新田三丁目(上1)
	2		2	
興本区民事務所		70	70	本木東町(下1)本木西町(下14)本木北町(下1)扇一丁目 (下10)扇三丁目(下10)興野二丁目(下34)
		216	216	
関原区民事務所				
中央本町区民事務所	14	40	54	島根三丁目(上9.下20)青井三丁目(下20)弘道二丁目(上1 梅島三丁目(上4)
	33	94	127	
東綾瀬区民事務所		11	11	東和三丁目(下11)
		34	34	
中川区民事務所		7	7	東和四丁目(下7)
		21	21	
佐野区民事務所	28	651	679	大谷田三丁目(下15)神明二丁目(上28.下272)神明三丁目 (下230)六木四丁目(下100)大谷田四丁目(下30)
	84	1,953	2,037	六木一丁目(下3)佐野二丁目(下1)
保塚区民事務所	6	42	48	東保木間二丁目(下1)南花畑一丁目(下5)南花畑二丁目 (下5)南花畑三丁目(上5.下15)南花畑四丁目(下13)
	23	161	184	六町一丁目(上1.下3)
花畑区民事務所	28	639	667	花畑一丁目(下30)花畑二丁目(上9.下123)花畑三丁目 (上6.下107)花畑四丁目(下20)
	101	1,974	2,075	花畑七丁目(上10.下115)南花畑四丁目(下62)花畑六丁目 (上3.下182)
竹の塚区民事務所		14	14	六月一丁目(下10)竹の塚一丁目(下4)
		43	43	
西新井区民事務所	246	1,060	1,306	西新井本町一丁目(上1)西新井本町二丁目(上1) 西新井4丁目(上1)西新井一丁目(上26.下570)
	711	3,074	3,785	西新井二丁目(上7.下20)西新井五丁目(上8) 西新井六丁目(上9.下250)西新井七丁目(上1) 栗原一丁目(上161.下20)栗原二丁目(上2) 栗原三丁目(上29.下200)
伊興区民事務所	45	858	903	伊興町大境(上8.下52)伊興町見通(上1.下42) 伊興町前沼(上6.下164)
	149	2,810	2,959	東伊興町(上6.下244)西伊興町(上21.下356)伊興町本町 (上1)西新井四丁目(上2)
鹿浜区民事務所	50	250	300	加賀一丁目(下5)加賀二丁目(下5)皿沼一丁目(下10) 皿沼二丁目(上1.下14)鹿浜七丁目(上4)
	159	799	958	江北七丁目(上17.下23)椿二丁目(上20.下154)鹿浜二丁目 (上6.下34)鹿浜五丁目(上1.下5)鹿浜四丁目(上1)
舎人区民事務所	19	110	129	舎人三丁目(上5.下30)舎人四丁目(上14.下30) 舎人五丁目(下10)古千谷五丁目(下40)
	56	324	380	
計	609	4,550	5,159	
	1,884	14,095	15,979	

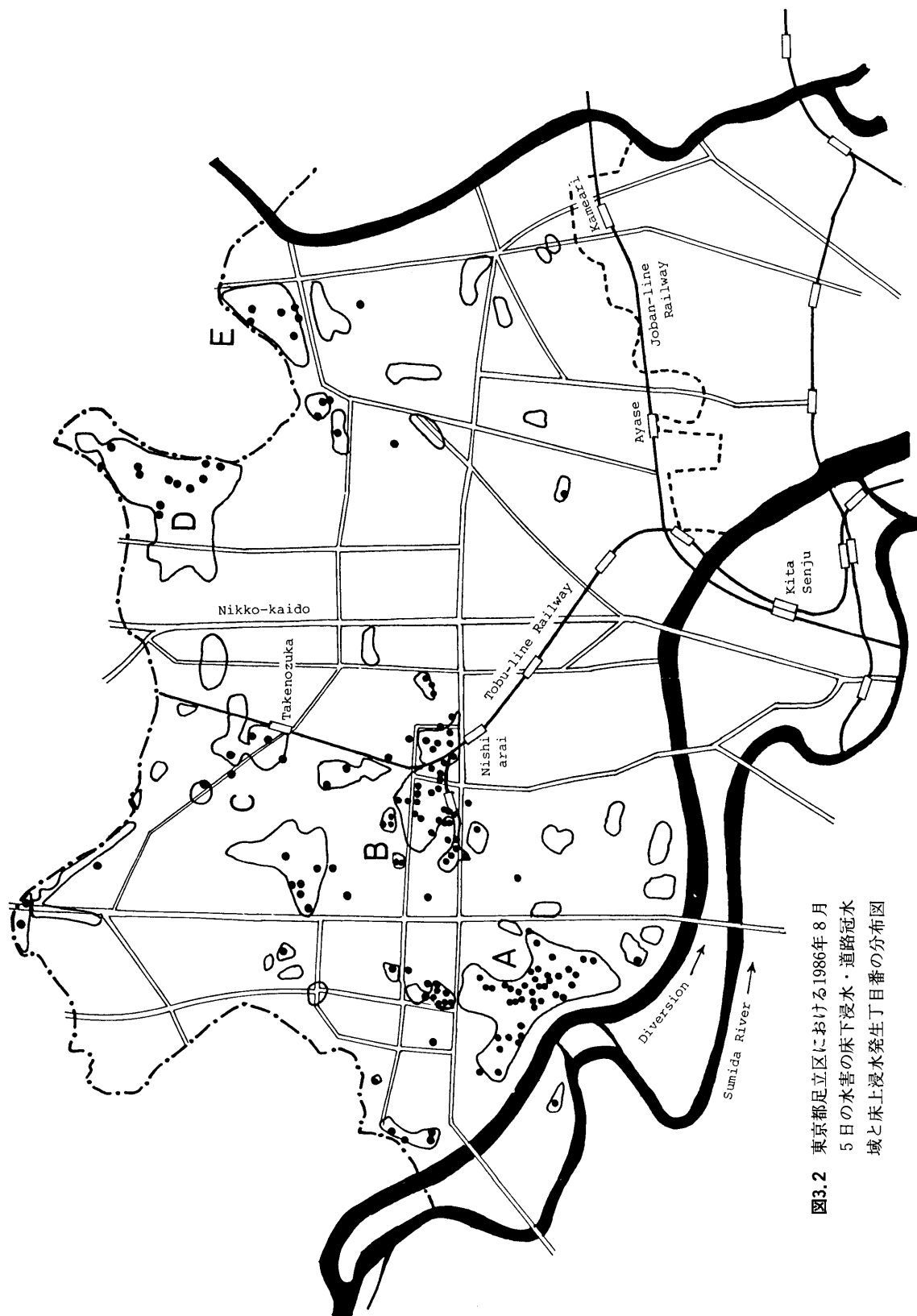


図3.2 東京都足立区における1986年8月
5日の水害の床下浸水・道路冠水
域と床上浸水発生丁目番の分布図

3.4 足立区の水害

足立区で発生した床上浸水家屋、床下浸水家屋と道路冠水域の分布は表3.2及び図3.2の通りである。床上浸水家屋の発生は区役所災害対策課の調査によるもので、発生した丁目番（東京23区内の住居表示は例えば中央2丁目3番4号というようになっていて、番は約50m×50m程度の区画である）に黒丸●がつけてある。床下浸水及び道路冠水の発生は区役所土木部の調査によるもので実線で囲ってある。この図を下水道現況図、迅速測図、1/10000地形図と比較してみると次のようなことが言える。

- (1) 下水道普及域においては浸水はまれである。
- (2) 旧荒川堤防の近く（図中Aと示す）では川へ向かって地盤がゆるく傾斜しているものと思われる。60年ほど前に荒川放水路（現在の荒川）が開削され、その堤防近くの江北・堀の内地区では160世帯ほどの床上浸水が報告されているが、ここへは北より南へ古い灌漑水路が通っていてそれらは枝分かれして消滅している。これらが北側より水を集めて来てここに水を溜らせた可能性がある。迅速測図にはそれら水路が数多く記入されている。1/10000地形図ではそれら灌漑水路が北（上流）で太く、南（下流）で細くなる様子をよく表現している。ここには熊の木樋門へ通じる排水路も北から南へ通っているが、現在ポンプ所の工事をしている。個々の浸水に対する因果関係を述べることはできないが、古い水路はそれなりの役割を果たして来たわけで、周辺が都市化して廃水路化したものを放置しておけば、環境の悪化をもたらす。ふたをすることが多いが、水を流す機能に変わりがなければ大雨の時、上流から水を集めてくるし、水路をどこかで埋めればそこであふれることは目に見えている。地域全体を見て排水路の計画を立てなければならないし、工事中の各段階の状況も想定して氾濫の防止を図らねばならない。なお迅速測図によれば隅田川左岸堤の堤内法尻にある水路以外に、この地区に排水路と判断される水路は記入されていない。旧村名にはホリ、ヌマ、ハマのつくものが多い。
- (3) 西新井地区（図中Bと示す）は環七通り北側においても240世帯の床上浸水がみられる。ここは北から南へ流れる本木堀と、西から東へ流れる水路とが合流し、また梅田堀が流れていて、しかも、道路工事中という事情もある。現地を歩いてみると、地形図の等高線等には表現できないような0.5～1.5m程度の凹凸がある。1/10000地形図では池又は水田として表現されている所が凹地であろう。現在、排水機場が2箇所あるということも、この地形が複雑で排水が困難なことを示している。足立区では全体的に水は北から南へ流れるので、浸水域が東西方向の道路や鉄道で区切られているのは何らかの因果関係を想像させるが、環七通りの南側は下水道の普及域であるため排水能力がいいことも忘れてはならない。又、寺院は浸水域から除外されている。この地区の中で床上浸水の発生した丁目番の分布をみると1/10000地形図の池又は水田と割によく対応している。

住宅建設にあたっては基礎を高くして浸水をまぬがれた住宅もあり、地元の人々もその

ような利点はよく認識している。都市域ではすべての宅地が一様に地上げをすれば相互に同じことになって効果がなくなるわけで、排水設備の一貫した方針による整備、具体的には下水道の整備が急がれるわけである。

- (4) 伊興地区（図中Cと示す）は竹の塚駅前と西伊興町に分かれて浸水が報告されている。床上浸水は約40世帯であるのに床下浸水が800世帯を越しているのが特徴である。この地区は、迅速測図又は1/10000地形図によると、明瞭な農業集落があり、それが現在の伊興本町：図ではCの文字のある位置で、ここでは床上浸水1世帯が報告されているだけである。その周辺に床上、床下の浸水が多数発生している。これは上記の地図によれば水田となっている所である。単純に言えば旧農業集落は浸水せず、周辺の水田のあとに家を建てた地域で浸水したということになる。ここでは北から南へ流れる竹の塚堀、本木堀、西新井堀があっても多数の床下浸水が発生した。又はこれら水路によって床上浸水が床下浸水の割に少くてすんだと解釈されるかも知れない。
- (5) 花畑地区（図中Dと示す）は綾瀬川に沿った自然堤防のある地域であるが広く浸水した。ここでは土地条件図における分類から判断して自然堤防と言ったが、1/10000地形図における家の並び方から判断すると著しく区別されるほど自然堤防ではなさそうである。自然堤防の上の道路を水が流れていたことが区役所職員により確認されている。この付近で床上浸水20世帯ほどあり、そのうちのいくつかは自然堤防に隣接する後背湿地において発生している。河川からみるとこの地区は綾瀬川とその右支川である伝右川、毛長川が合流する地点で、一般にこのような所は水害の可能性の高いところである。都県界は複雑であるが、水は単に低い方へ流れるわけであり、排水対策は総合的に計画されねばならないであろう。
- (6) 神明・六木地区（図中Eと示す）は圀川の南、葛西用水の西の地区で、ここはDと同じく、一般に北から南へ流れる足立区の地形からすれば、圀川の南側の堤防などで北からの水は防がれている筈の所である。ここで床上浸水約30世帯、床下浸水600世帯が発生した。土地条件図によれば圀川ぞいには自然堤防があり、その南に後背湿地があり、この後背湿地において主として浸水が発生した。葛西用水は遠く利根川より導水している関東地方でも屈指の用水であり、これを伝って水が北から流れこんで来たと言うことである。葛西用水、圀川には水門があるが、大雨の時にはあふれることも十分ありうる。

3.5 本章のまとめ

足立区における床上浸水（図中●印）及び床下浸水と道路冠水（実線で囲む）の分布をみると次のようなことがまとめられる。

- (1) この程度の降雨においては下水道が整備されると浸水はほとんどなくなる。
- (2) 足立区は全般に北から南へ水が流れる。これまでの灌漑水路が都市化に伴って、逆に雑

廃水・雨水を流すようになる例も多い。灌漑水路は地形により曲がり、下流（南）へ行くに従い分岐して細くなる。又部分的に川幅を広くしたりすればそのあたりの水を迅速に下流へ送り、新たに下流で水があふれることにもなる。つまり水路はこれまで灌漑などに役に立っていたとしても、場合によっては思いがけないところに浸水を発生させるものとなるかも知れない。水路管理は足立区のような平面都市では上流・下流の利害を考えて決してゆるがせにできない。

- (3) 古い地図は昔の集落・池などの存在を示していて、安全・要注意の区別を無言で語っている。古い地名を知るだけでも危険地を予測する手がかりとなる。
- (4) 工事中の個所の周辺で浸水が発生することはよくあることである。工事は多少なりとも自然の流れを変えるものであるから、周辺の住民の理解も求めて十分の対策をたてつつ実施しなければならない。

4. 小貝川の水害

木下武雄・岸井徳雄

4.1 小貝川の現況（建設省資料による）

(1) 流域

小貝川は源を栃木県那須郡南那須町大赤根の山地に発し、茨城県利根町押付新田地先において、利根川に合流する。本川の流路延長は111.8 kmのうち栃木県内36.1km、茨城県内75.7 km、流域面積は1,043.1km²で、その71%は平地である。

支流には上流から桜川、大川、大羽川、五行川（勤行川）、大谷川、高木川、糸繰川、八間堀川、中通川等があるが、なかでも、茨城県下館市付近で合流する右支川の五行川は栃木県塩谷郡氏家町から発し、流路延長58km、流域面積279 km²で、本川上流部の規模に匹敵する大支川である。

流域内には65,800ha（平地の93%）の耕地が広がり、灌漑面積は28,000haに及び栃木、茨城両県の米産地帯を形成している。これに伴って、小貝川は用排水の動脈としての役割を担い、用水堰9ヶ所、用排水樋管74カ所、用排水機場3カ所等の施設を擁して、地域経済の発展にも寄与している。用水堰のうち、下流部の福岡堰、岡堰、豊田堰は関東の三大堰として歴史的に有名である。

沿川には真岡、下館、下妻、水海道の各市があり、首都圏整備計画の開発拠点となる重要地域も多く、筑波研究学園都市の一部も流域に含まれる。

(2) 河状

小貝川が山間部を脱する栃木県真岡市の田野橋（改修終点）から、大谷川合流点付近（茨城県下館市南方）まで、及び五行川の大部分は未改修箇所が多く、無堤または小堤防しかなく、川幅も狭く、蛇行が著しい。河床材料は砂礫を主とし、河床勾配は1/500程度で、水深

や流速の変化が多い。大谷川合流点付近から下流は、川幅が広がり、河床勾配も緩やかとなって1/4000程度であり、河床材料の粒度も細くなる。常磐線鉄橋付近（利根川合流点から7 km）ではさらに勾配が緩慢となる。高水時には利根川の逆流の影響は岡堰（利根川から17 km）まで及ぶ。

全川を通じて、湾曲部が多く、土砂の移動は少なく、河床はおおむね安定している。

(3) 小貝川の過去の洪水

小貝川における歴史的記録は乏しいが、治水工事の記録から考えて、古くから相当規模の洪水に見舞われていたことが伺われる。下館の地史によれば、安政3年（1856年）には、大風雨（支川五行川の出水と考えられる）により、家屋の全半壊が387戸に及んでいる。明治、大正時代についても明らかなではないが、明治34年8月洪水は、昭和13年6・7月洪水に匹敵する規模だったと推測される。昭和に入ってから13年6・7月洪水は最大規模のもので、当時の計画流量 $450\text{m}^3/\text{s}$ をはるかにしのぎ、川又地点で $521\text{m}^3/\text{s}$ を観測した。堤防が各所で破堤したため、これを勘案して同年12月計画高水流量は $750\text{m}^3/\text{s}$ に改められた。更に昭和16年7月の出水により再度上流部で破堤し計画を再検討した結果、大谷川合流後黒子において $850\text{m}^3/\text{s}$ と改められた。36年6月洪水は、梅雨前線による集中豪雨がもたらした出水で、上流部では雨量、水位ともに最大級のものであり、中流部では、内水による多大の被害を受けた（表4.1）。

又昭和57年9月台風18号出水は各観測所で警戒水位を上廻った。中でも黒子観測所では昭和13年の既往最高水位を上廻る大出水となり、下館市母子島では、小貝川右岸からの越水で床上床下浸水を合せ120戸の被害を受けた。

小貝川単独の出水は小さいものであっても、利根川本川の逆流を受けて、下流部に被害をもたらした出水には、10年9月、23年9月、25年8月、56年8月洪水がある。

昭和56年（1981年）8月台風15号による小貝川における氾濫は利根川上流に降った雨により利根川に発生した洪水が小貝川に逆流して来て竜ヶ崎市高須、小貝川の左岸で破堤したものである。この災害については主要災害調査第20号1981年8月24日台風15号による小貝川破堤水害調査報告に精しく述べてある。今回の氾濫は小貝川流域に降った雨による氾濫であるので、前回の氾濫とはその様相がちがうことを指摘しておこう。

(4) 小貝川の改修計画とその変遷

小貝川の本格的改修計画は、昭和8年に下流部8 kmをもって始まって以降、計画規模、改修区間等は、表4.2のような変遷を経ている。

(5) 現行改修及び流量配分

現行改修区間は、利根川の合流点から7 km上流を起点とする延長78 km区間において、 $1,300\text{m}^3/\text{sec}$ （上流部は $650\text{m}^3/\text{sec}$ ）の計画高水流量を築堤及び河道掘削により疎通させることを基本としている。表4.3参照。

表4.1 破堤氾濫の歴史一覧表（小貝川）

洪水発生年月日	原因	最高水位 (H.W.L.)	浸水面積	浸水家屋数	被災人数	(61p) 総被害額	破堤箇所数	破堤原因
昭和2年9月	台風	——	——	—— (床上289 戸)	——	——	1	
昭和10年9月	不連続線	——	275ha	—— (——)	——	——	4	
昭和13年7月	台風	黒子 5.082 m (黒子 6.082 m)	——	—— (床上4436戸)	——	——	4 (越水3)	越水×2
昭和13年9月	台風	黒子 4.282 m (黒子 6.082 m)	990ha	416戸 (床上325 戸)	1,700人	——	1 (越水1)	越水
昭和14年8月	台風	上郷 4.153 m (上郷 5.542 m) *黒子資料なし	——	——	——	——	3	
昭和20年10月	台風	黒子 4.882 m (黒子 6.082 m)	2,017ha	——	——	12億円	2	
昭和22年9月	台風	黒子 4.582 m (黒子 6.082 m)	260ha	44戸 (床上 1 戸)	180人	4,700 万円	1	
昭和25年6月	梅雨	黒子 4.882 m (黒子 6.082 m)	——	——	——	——	3	
昭和61年8月	台風	黒子 6.860 m (黒子 6.082 m)	4,304ha	3,057 戸 (床上1808戸)	11,000人	236億円	2	越水×1 漏水×1
						※被害人数は浸水家屋数により推定 ※浸水区域既往1位……………昭和13年7月 2位……………昭和61年8月 3位……………昭和20年10月 (但し浸水区域がわかるものに限定)		

4.2 降雨及び水位の状況

台風10号による降雨は小貝川の流域では8月4日未明から、南部から降りはじめ8月5日明け方まで24時間以上にわたって降り続いた。一雨雨量は黒子で388mm、中館で381mmなどと300mmをこえる所も多く、利根川合流点までの総流域平均雨量で300mmとなる。図4.1に降雨分布図を示す。

最大時間雨量の発生も南から北へと移動していて、山王：4日23時50.0mm，黒子：4日24時50.0mm，宇都宮：5日1時55mm，益子：5日1時59mm，となっている。時間雨量を図4.2，日雨量を表4.4に示す。日雨量はいずれも既往最大である。

表4.2 計画高水流量等改修計画の変遷

計 画 策定年度	計画高水流量 (m³/sec)		利根川への合 流量 (m³/sec)	改修区域 ③	備 考
	上流 ①	下流 ②			
昭和 8 年 (1933)	300	450	— ※	(常磐線鉄橋から) 8 km	河道による遊水量 (上流80, 下流30 m³/sec) を見込み, 川又から下流の 計画高水流量を450m³/secと定めた
昭和13年 (1938)	—	750	— ※	(常磐線鉄橋から) 42km	改修区間は昭和10年に42kmまで延伸 された。流量改訂は昭和13年 6 月 の出水実績 (川又の実測550 m³/secに 溢水量を加味) を基礎に検討された
昭和17年 (1942)	600	850	0	(常磐線鉄橋から) 42km	昭和16年 7 月の出水時に上流部に いて破堤を生じたため, 再改訂され た。
昭和21年 (1946)	600	850	0	(常磐線鉄橋から) 83km	上流部の改修に着手することとなり 支川 (大谷川 6 km五行川33.2km野元 川3.3 km) を含めて, 区域が大巾に 延長された。
昭和56年 (1981)	650	1,300	500	(常磐線鉄橋から) 78km	安全度を大巾に向上させるための工 事実施基本計画の改訂。本川78.15 km大谷川3.7 kmとした。

①五行川 (勤行川) の合流点から上流 ②大谷川の合流後 ③常磐線鉄橋より下流は利根川の背水区間として別途
の改修計画が立てられている。
※数値不詳

表4.3 現行改修計画

項 目	上流部 (黒子橋から上流)		下流部 (黒子橋 から下流)	備 考
計 画 高 水 流 量	五行川合流 点より上流	五行川 (勤行 川) の合流点 から黒子橋間	1,300 m³/sec	
	650m³/sec	1.150m³/sec		
法線間距離 (川幅)	120 ~ 345 m		150 ~ 655 m	
計 画 河 床 勾 配	$\frac{1}{510} \sim \frac{1}{740}$		$\frac{1}{1,600} \sim \frac{1}{5,250}$	
粗 度 係 数	0.035		0.035	
堤 防 天 端 幅	5.00 m		5.50 ~ 7.50 m	下流部の 9.5~58.6km (養蚕 橋) 間は5.50 m
堤 防 余 裕 高	1.20 m		1.20 ~ 2.00 m	

Isohyetal map (Typhoon 8610)

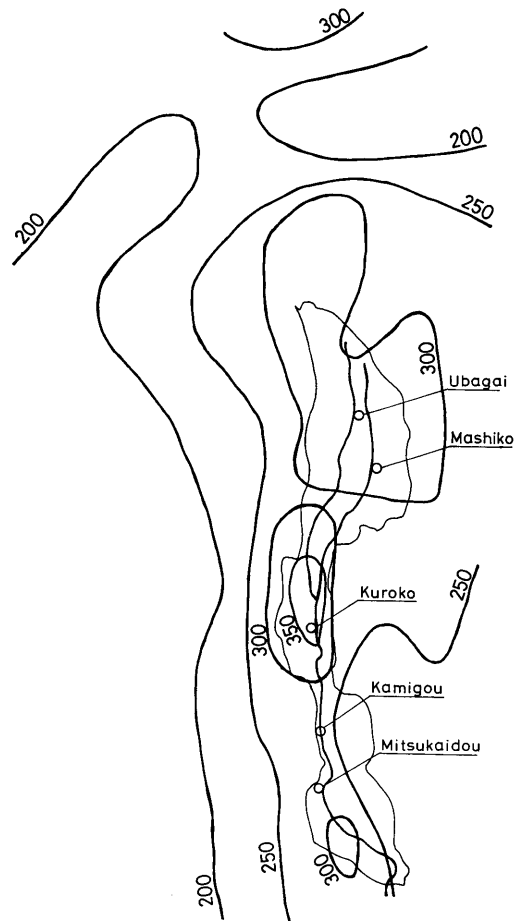


図4.1 小貝川流域一雨雨量分布

これによる河川水位は4日の昼ごろにはすでに上昇していて、雨がはげしくなるとともに急激に上昇した。最上流の水位観測所田野橋では5日7時に最高水位に達している。以下に水位の観測について述べるが、すべての水位観測所で警戒水位を越え、ほとんどの水位観測所で計画高水位を越え、また既往最高水位となっている。表4.5参照。各水位観測所における最高水位の発生時刻を上流から下流へたどると図4.3のようになる。田野橋－養蚕の20kmを約7時間、黒子－上郷の約17kmを約19時間、福雷－文巻橋33kmを5時間ということになるが、これは実は破堤等の影響で水位波形が変形をうけたものと解される。この点について、他の洪水の例も入れて精しくみよう。

対象とする水位観測所は資料の長期間整っている三谷、黒子、上郷、水海道でそれぞれの水位波形は図4.4に示し、三谷より上流の降雨のピークの時刻、上記4地点の最高水位の時

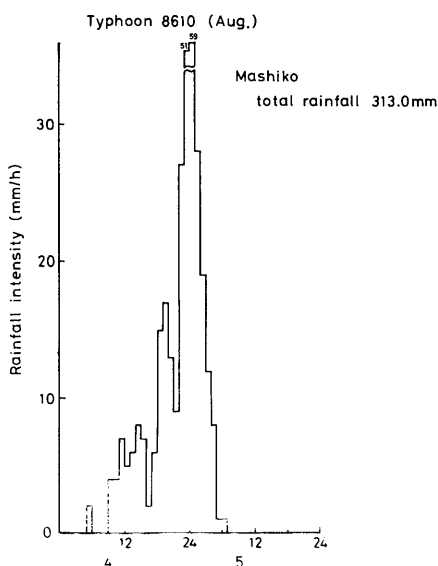


図4.2a 益子における時間雨量

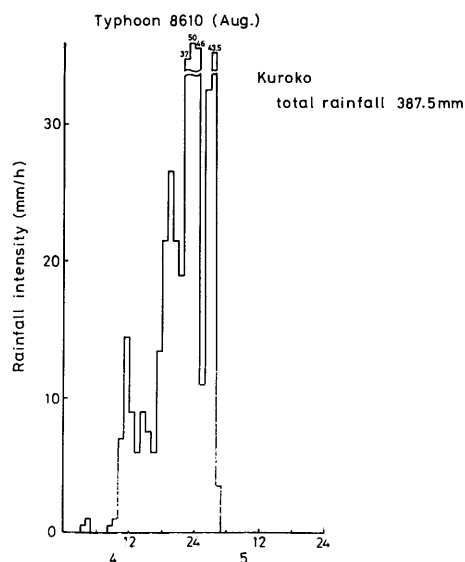


図4.2b 黒子における時間雨量

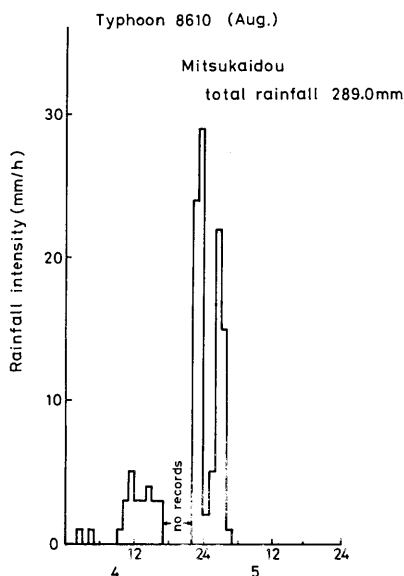


図4.2c 水海道における時間雨量

刻を表4.6に示す。これによると、降雨ピークから三谷の最高水位までは、今回の洪水は8時間で、他の洪水のほぼ平均値とみられる。後述するように大変な氾濫をして流出して来ても、洪水到達時間に変化がないということは、意外である。三谷から黒子へは今回は5時間で、他に比べて若干早い。これは赤浜破堤のためと解釈することもできるが、ピーク付近の水位の形が十分解明できないとはっきりしたことは言えない。黒子から上郷までの最高水位の伝播が19時間かかったことは前にも述べたが、他の洪水と比べても約2倍である。

上郷の水位は欠測を補ったものであり、かつ赤浜破堤の影響を全面的にうけているためであろう。ただこの2点を目視で修正して水位波形

を想像しても上郷の水位がこんなに遅くに立ち上がるのはおかしい。上郷から水海道へは今回の洪水は2時間で、他の洪水よりは3～7時間も短い。豊田の破堤によって、それより下流の水位波形が変形されたことによる可能性がある。このように破堤によって水位波形が

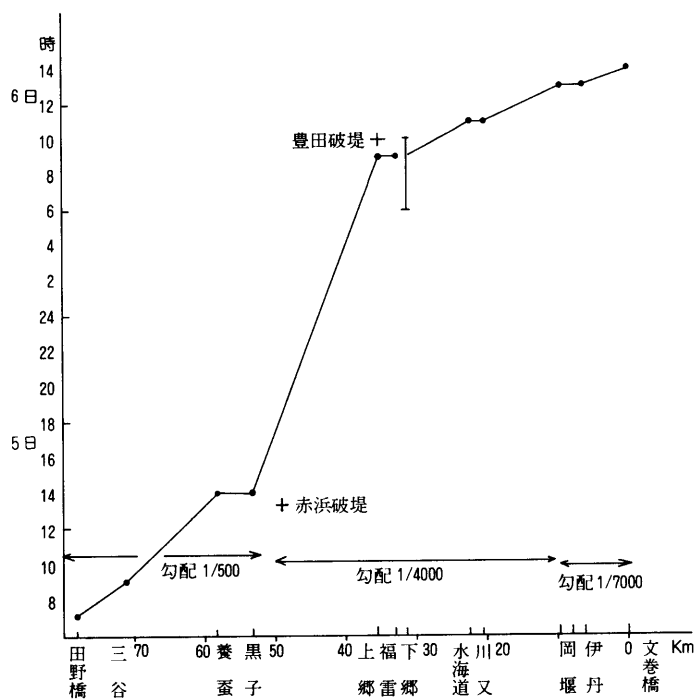


図4.3 最高水位発生時刻及び破堤時刻

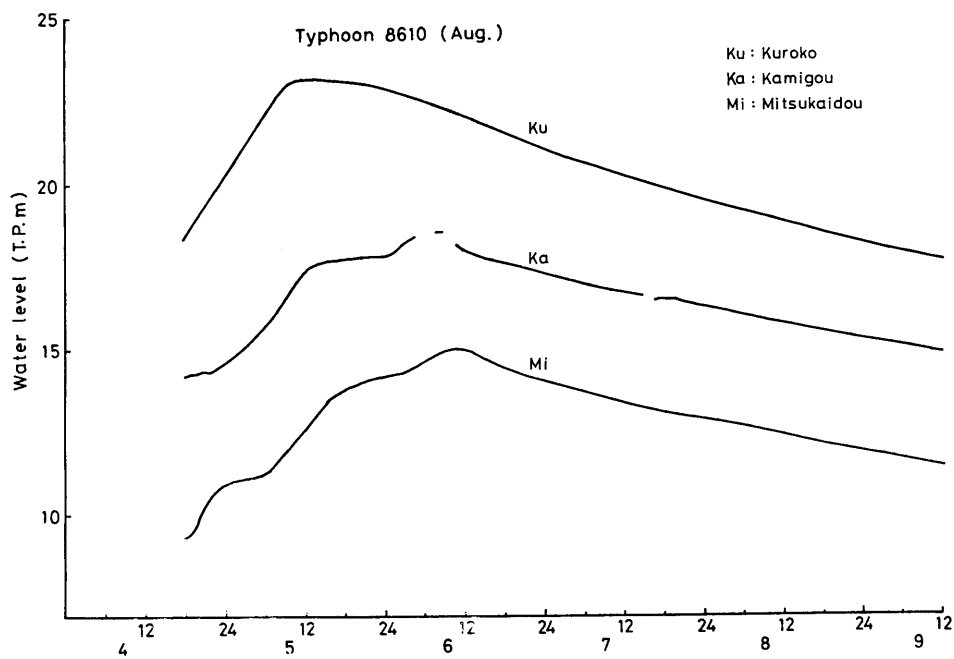


図4.4 水位(黒子・上郷・水海道)

表4.4 小貝川日雨量表

観測所名	所 属	種 別	標 高	日降水量 (mm)		総降水量 (mm)	既往最大総降水量		総 計 年 数
				3 日	4 日		年月日～月日	降水量 (mm)	
益 子	建設省	テ レ	90	4	309	313	昭和61.8.3～4	313	S55～S61 (7)
黒 子	〃	テ レ	30	2.0	385.5	387.5	36.6.23～30	400.4	S29～S61 (33)
水海道	〃	テ レ	15	2.0	287.0	289.0	13.6.27～30	473.9	S13～S61 (49)
山 王	〃	自 記	12	1.5	308.5	310	61.8.3～4	310.0	S37～S61 (25)
高根沢	〃	テ レ	142	5	287	292	61.8.3～4	292	S54～S61 (8)
祖母井	〃	テ レ	110	3	299	302	13.6.26～28	345.6	S11～S61 (51)
真 岡	〃	自 記	72	3	284	287	25.6.11～14	299.6	S23～S61 (39)
中 館	〃	自 記	50	3	378	381	61.8.3～4	381	S23～S61 (33)

表4.5 小貝川最高水位表

河川名	観測所名	種別	零点高 (m)	指定水位 (m)	警戒水位 (m)	計画高水位 (m)	最 高 水 位		既 往 最 高 水 位		統 計 年 間
							日 時	水位 (m)	年 月 日	水位 (m)	
小貝川	田野橋	テレ	Y P + 61.877	—	—	4.885	5・7	4.78	61.8.5	4.78	S54～S61 (8)
〃	三 谷	テレ	Y P + 51.644	2.00	2.40	3.380	5・9	3.78	61.8.5	3.78	S23～S61 (39)
〃	養 蚕	自記	Y P + 26.251	1.60	1.80	3.656	5・14	2.88	61.8.5	2.88	S23～S61 (39)
〃	黒 子	テレ	Y P + 17.118	2.50	3.80	6.082	5・14	6.86	61.8.5	6.86	S5～S61 (57)
〃	上 郷	テレ	Y P + 13.247	3.00	3.60	5.542	6・9	6.10	61.8.6	6.10	S11～S61 (51)
〃	福 雷	普通					6・9	5.60			
〃	下 郷	自記	Y P + 12.250	3.90	4.50	5.503	6・6～10	5.53	61.8.6	5.53	S42～S61 (20)
〃	水海道	テレ	Y P + 8.824	3.80	4.60	6.596	6・11	7.03	61.8.6	7.03	S4～S61 (58)
〃	川 又	自記	Y P + 8.605	3.90	4.50	6.356	6・11	6.48	61.8.6	6.48	S12～S61 (50)
〃	岡堰(下)	普通	Y P + 6.102	2.90	3.60	5.880	6・13	6.10	61.8.6	6.10	S11～S61 (51)
〃	伊 丹	普通	Y P + 5.301	3.10	3.60	6.123	6・13	5.79	61.8.6	5.79	S8～S61 (54)
〃	文 巻	テレ	Y P + 4.117	3.60	4.00	6.431	6・14	4.68	16.7.23	7.02	S13～S61 (49)
五行川	仙 在	普通					5・12	4.81			
大谷川	川 神馬	普通					5・13～14	3.92			

複雑に影響されているので、大きく見て、黒子から水海道への時間でも今回は21時間となり、他の洪水より長くなっている。なおこれより下流は利根川の水位が背水として効くことがありうるため、比較しなかった。図4.3に関して述べたように、今回は水海道以下の最高水位の伝播が極めて速かったが、それは利根川の水位が低かったためである。

表4.6 雨量・水位ピーク発生時刻と時差

	雨量	水位				上段	生起日時
		上流	三谷	黒子	上郷	中段	最大値
			18km	18km	13km	下段	時差
1981年 8月 台風15号	祖母井	23日11時	23日16時	24日2時	24日9時		
	23日5時 14mm/h	T.P. 52.51 m	T.P. 19.70 m	T.P. 15.50 m	T.P. 11.67 m		
		6時間	5時間	10時間	7時間		
1981年 10月 台風24号	祖母井	23日4時	23日14時	23日23時	24日6時		
	23日0時 27mm/h	T.P. 53.37 m	T.P. 20.61 m	T.P. 16.32 m	T.P. 12.52 m		
		4時間	10時間	9時間	7時間		
1982年 8月 台風10号	祖母井	3日17時	4日1時	4日11時	4日20時		
	3日7時 29mm/h	T.P. 52.81 m	T.P. 20.44 m	T.P. 16.02 m	T.P. 12.32 m		
		10時間	8時間	10時間	9時間		
1982年 9月 台風18号	高根沢	13日2時	13日11時	13日18時	13日23時		
	12日18時 46mm/h	T.P. 53.67 m	T.P. 21.60 m	T.P. 17.15 m	T.P. 13.50 m		
		8時間	9時間	7時間	5時間		
1986年 8月 台風10号	祖母井	5日9時	5日14時	6日9時	6日11時		
	5日1時 58mm/h	T.P. 54.60 m	T.P. 23.14 m	T.P. 18.50 m	T.P. 15.01 m		
		8時間	5時間	19時間	2時間		

T.P.は28ページ脚注参照

4.3 現地踏査

8月5日。早朝まで降っていた雨は7時ごろには止み雲が切れて来た。8時、当センター構内は林も造成地も一面5～10cmの透明な水で覆われ、水は雨水渠へどうどうと音を立てて流れ込んでいた。つまり表面流出が構内一帯で発生していたわけである。注意すべきは湛水の浅い所で、土を掘ってみると、いずれも土壌は水で飽和していなかった。勿論、土に穴をあけると（表面流が流入しない場合でも）数秒で水が土の中から湧き上って来て、すぐ飽和してしまう状態であった。

9時すぎに現地踏査のため、出発した。東大通りの北端：筑波町田中は何事もなかった。この点後述する。下妻市高道祖（たかさい）付近の浅い谷には水が集まり、小川はあふれ、

カルバートが飲めないため道路に冠水している所が2、3あった。水は比較的透明なのは森林・水田等の表面を浸食等せずに流れて来たためであろう（写真4.1参照）。小貝川の祝橋へ出たが、小貝川水位は堤防天端までまだ2 mほどあるため、事態の深刻さは感じられなかった（写真4.2）。その時点ではまだ赤浜（この3 km上流）も豊田（この10 km下流）も破堤していない。糸操川は一ぱい水をたたえていて、排水機場はフル運転の様子だった。

下妻市砂沼が満水になっていないか見に行くと、意外に水位が低かったが、大町の凹地の農家数戸が浸水し、消防車が排水に努めている所へでくわした。ここも水は透明で、局地的な浸水という感じがした（写真4.3）。天気はいいし、表通りは乾いている。様子が把握できぬまゝ、鬼怒川まで行ったが、水は高水敷にのるかのらないかぐらいなので、事態の深刻さがわからず、下館市ぐらいまで行ってから帰ろうと思った。関城町の台地の上の凹地でも道路冠水が何箇所あった。写真4.4は道路（向かって右の画面外）の路面が高く作られたために、こんな浸水してしまったとこの家の主人（麦わら帽の人）に訴えられているところである。

いよいよ下館市に近くなった所で交通が著しく渋滞しだした。ラジオによれば下館市に避難命令が出されたという。写真4.5は大谷川を渡った所で撮ったが、洪水ピークは過ぎていると思った。この後2時間後に最高水位になろうとは予測できなかった。

下館市街へははいらないで久下田方面へ出た。道の両側の水田が冠水している。とにかく久下田の段丘の上へ出た。そこから五行川へ下りる道を幾つか選んだが、いずれも橋の手前が冠水していてダメ。上流では落橋もあったと聞き不安になるが、青空の下、もう水は急速に引いていると思いこんでいた。やっと二宮町松原で五行川を渡ったが、その対岸は写真4.6の通り。左手の長栄寺もすっかり水没。しかし住民はしたたかと言えるほど落ちついて日常生活を営んでいた。ここも道路の堰あげ効果が目立つ。

写真4.7の右下は川ではない。氾濫である。あとからわかったことだが、上流から流下して来た洪水ピークと下流から上って来た我々がこのあたりで行き違ったのである。左手の陰に流れている水は段丘からの表面流出である。再び五行川へ出た。写真4.8は二宮町高畦の五行川である。波うつ川。向こうの静水（内水）の方が低く、ほんの形ばかりの堤防でへだてられているのがわかるであろう。遠景は筑波山。

道路が氾濫水を堰止めるのはいいこともある。我々は海に突き出した半島のような道路を伝って、やっと小貝川へ出た（写真4.9）。向こうの水戸部橋を渡って丘陵を越えれば岩瀬を経て帰れると思いきや、とても橋へ近づける状態ではない。但し村人の話では、これで30 cmほど水が引いたとのこと。ここで明瞭に洪水波の減水部へはいったわけである。

迂回を重ねて真岡市まで来た。道祖土橋手前の冠水した道を、我々を追抜いて行った青の2トントラックが途中でエンストした。（16時撮影の空中写真にもうつっている。）たゞし、水は恐ろしいほど澄んでいた（写真4.10）。

この後、真岡市根本で小貝川を東へ渡り、益子町を経て、岩瀬町へはいった。桜川の流域だ。河道内は2 mほどの洪水の跡を残して水が引いていた。

加波山山脈の西麓を一路南下したのだが、椎尾、菅間などで道路冠水により、またまた迂回を余儀なくされた。筑波町北条から田中の方が一面の浸水なのを見て、ざくりとした。朝は何でもなかったのに。地元の老人に「まだ水かさが増してるね。ほら、足もとがぬれて来た。」と言われた。「大穂町へ帰るんだけれど。」と交通規制をしていた警官に言ったら「土浦を廻って帰れ。」と言われたのには困ったけれど水には勝てない。幸い栗原で桜川を渡って、帰ることができた。5日18時半頃であった。桜川を上流から下った我々は16時頃筑波町で洪水のピークを追い抜いたことになったのである。

4.4 小貝川石下町豊田地先の破堤氾濫

8月6日9時57分（石下町役場の公式破堤時刻）、小貝川中流の右岸堤が長峰橋下流約500 m地点の茨城県結城郡石下町豊田地先で破堤した。

破堤地点から上流約100 mの建設省上郷水位観測所の水位記録によると、最高水位は、同日10時の18.51 m (T.P.*) であった。同水位観測所地点の計画高水位は、17.95 m (T.P.) であり、この水位よりさらに0.55 m高い水位であった。

破堤地点の堤内地地盤高は、15～16 m (T.P.) である。従って氾濫水は、2.5 ～3.5 mの水位差（落差）で堤内地へ侵入した（写真4.11）。

氾濫水は、小貝川とその西側を流下する鬼怒川に挟まれた低地を流下し、石下町からその南側（下流側）の水海道市にかけて、1088.5 haの地域を浸水させた（図4.5）。この氾濫により、床上365棟、床下407棟の浸水被害が生じた。

破堤の過程は、破堤時約1時間前から石下町職員によって、逐次写真撮影されており、この写真を用いて簡単に、その経過を以下に記す。

破堤地点の堤内地側の法尻付近、排水樋管胸壁の下流側に亀裂が生じており、そこから漏水がある（写真4.12）。表面に陥没が生じ、その上に土のうが投げ込まれた（写真4.13）。その後、堤内地側の漏水量が増加し（写真4.14）、堤防天端に亀裂がはいり、その部分の堤防が沈下した（写真4.15）。表法面が天端から崩れ落ち（写真4.16）、さらに裏法面も崩れ（写真4.17）、幅7～10 mの区間が破堤し（写真4.18）、氾濫水が堤内地に流入（写真4.19）した。これらの写真は石下町の好意により提供して下さったものである。

4.4.1 氾濫水の拡がり

（1）氾濫水の拡がりに及ぼす地形、土地利用

氾濫水の拡がりは、破堤地点の河川水位のみならず、堤内地の地形、土地利用に大きく影

* T.P.とは東京湾中等潮位を意味する。

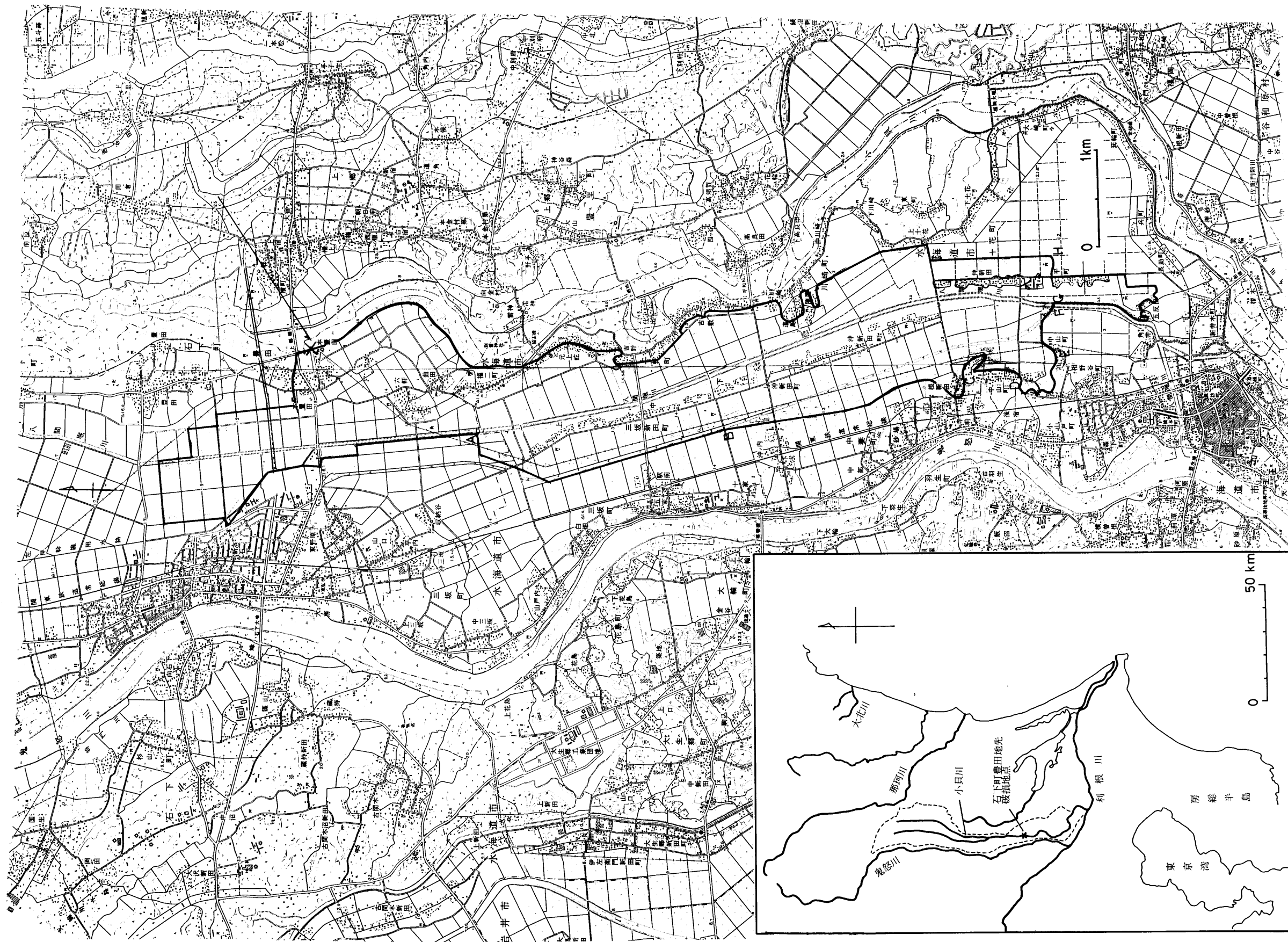


図4.5 茨城県結城郡石下町豊田地先の破堤による氾濫域

響を受ける。ここでは、地形、土地利用について記す。

まず、地形の内、破堤地点付近の地形は以下のとおりである。破堤地点の北側には旧河道と推定される標高15m(T.P.)以下の低地がある。破堤地点の南約400mには、北東～南西方向に旧河道と推定される低地がある。また破堤地点の南西200～300mには標高16m(T.P.)以下の低地の間を排水路が通っている。この排水路末端で排水樋管が堤防を暗渠で貫いている個所で破堤が生じた。氾濫水が流下したさらに南側（下流）の地形の概要を知るため、等高線及びそれから得られる地盤勾配について以下に記す。図4.6に氾濫域及びその周辺の等高線を示す。これは、土地条件図（国土地理院発行、2万5千分の1）より転写したものである。等高線間隔は1mとなっている。氾濫域となった小貝川及び鬼怒川との間の平地は、それらの河川によって運搬された土砂が、堆積し、両川に近づくに従ってその堆積が多くなるため、凹型をしている。地盤高は、破堤地点付近で前述したように15～16m(T.P.)、氾濫域の下流端で11m(T.P.)である。破堤地点から下流端まで8.5kmであるから、氾濫域の平均地盤勾配は $(15\text{m} - 11\text{m}) / 8,500\text{m} \approx 1 / 2,000$ となる。

次に土地利用について述べる。土地利用の内、氾濫水の拡がりに主として影響するのは、水路、道路等の盛土、及び集落（家屋群）である。氾濫域内の集落は、ほとんどが微高地にある。まず水路としては、氾濫域のほぼ中央を北から南へ流下する八間堀川がある。この河川は、小貝川と鬼怒川の間の水田地帯の用排水路である。その位置は、丁度、両川間の平地のほぼ最低地盤高の部分に対応している。従って等高線の谷の部分を通っていることになり、八間堀川の左右兩岸の地盤高は等しいと見なしてよい。例外として、地盤高が13m(T.P.)及び14m(T.P.)の等高線は、八間堀川の西側（右岸側）の方が、東側（左岸側）より上流にある、即ち、西側が東側より地盤高は低い。これらのことから氾濫水は、全体としては、八間堀川へ集まるが、地盤高13m～14mの地帯では東側から西側へ流れたと推定される。八間堀川の河道断面は、破堤地点の西方地点で、左右兩岸堤防間距離30m、堤防天端と川床との比高6m、堤防天端と田面との比高は1.5mある。この他に八間堀川とほぼ平行して、八間堀川より小規模の水路が数本ある。次に道路は、八間堀川と直交して東西方向に走るものが数本、水田地帯の中の農道等がある。しかしこれらの道路は、路面と水田との比高が数10cm、高々1m以内であり氾濫水の拡がりに対して余り大きい影響がない。最もその影響が大きいのは八間堀川の西約600mの距離を南北に走る国道294号バイパス（工事中）である。この道路は2車線の幅があり、路面と水田との比高は約1.6mある。集落は、破堤地点付近においては、旧河道に沿った地帯、小貝川左岸に沿った地帯、鬼怒川に沿った地帯、八間堀川に平行する地帯上にある。これらの集落は、いずれも微高地（自然堤防）上にある。

（2）空中写真の判読による氾濫水の拡がり

空中写真（カラー）が、8月6日12時（破堤後2時間）及び14時（破堤後4時間）に撮影されており、これを用いて氾濫水の拡がりを調べる。撮影縮尺はそれぞれ、1万分の1及び



図4.6 氾濫域及びその周辺の地盤高等高線

1万3千分の1である。これらの空中写真には、氾濫流の先端ばかりでなく、氾濫水面の日光の反射、流紋等が判読できる。ここでは主として氾濫水の先端部分から判読した氾濫域の変化を上述の2組の空中写真から調べる。

図4.7に、12時に撮影された空中写真（以下、空中写真Aと呼ぶ）を用いて求めた氾濫域を示す。この図から、氾濫域の上流側（北側）は、長峰橋の西側の取付道路の下を横断する道路・水路等の開口部を通過した氾濫水により形成されていることが推定される。一方、破堤地点から西側へ向った氾濫水は、破堤地点の西約200～300mの微高地上の集落を浸水さ

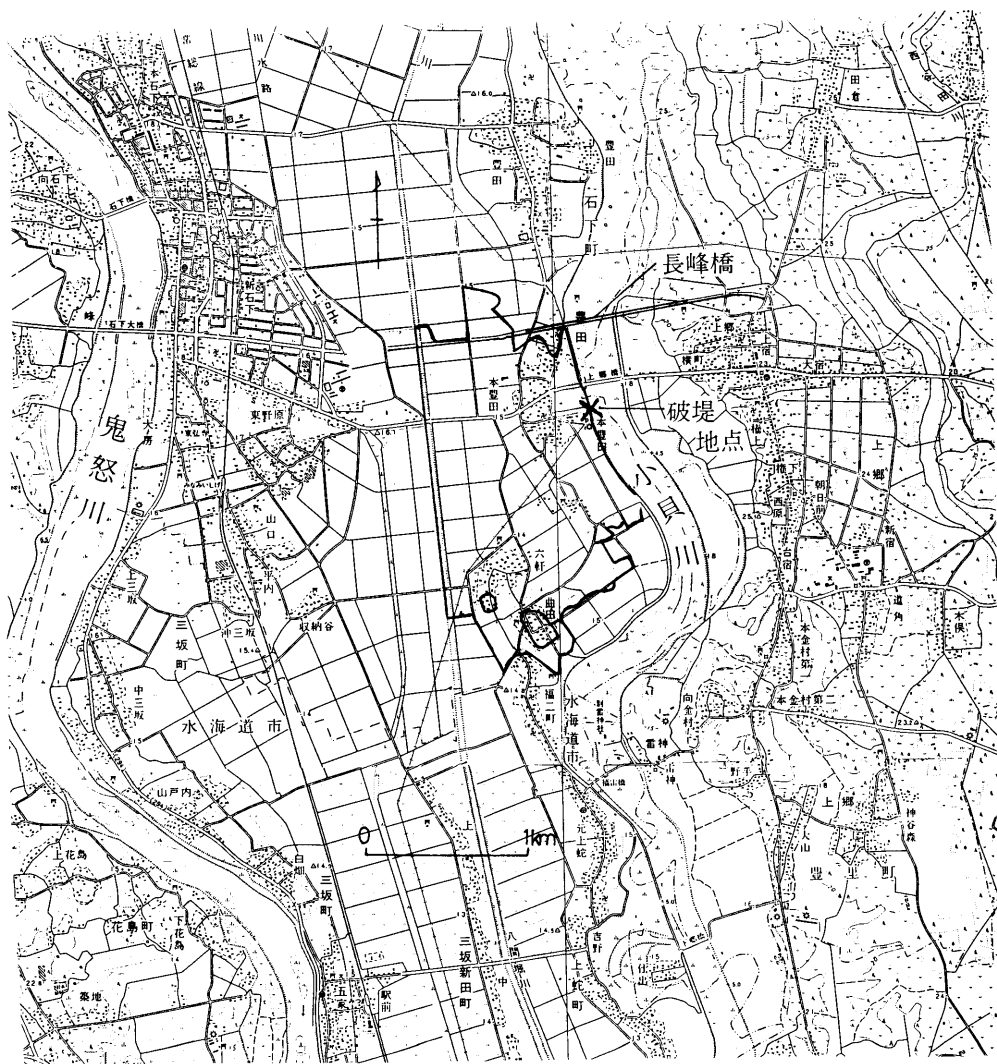


図4.7 8月6日12時の氾濫域（黒色影の内側）

せ、さらに、西進し、八間堀川の左岸まで達している。

この左岸堤に達した氾濫水は、一部は堤防を越流して八間堀川の河道に流入しているが、残りのほとんどの部分は、左側堤を越流するまでに到っていない。下流へ向った氾濫水は、六軒、曲田の集落の一部を浸水させ下流へ向かっている。両集落の地盤の高い部分は浸水をまぬがれている。このことは、空中写真Aから、集落内の道路が白色（乾燥した路面）として写っていることから判読できる。図4.7から氾濫域の面積を求めると197haとなる。今水深は、稲穂の先端が冠水していること、氾濫域を南北に走る道路（水田との比高0.8m）が冠水していること等から約1mと仮定して前述の氾濫域の面積を乗じて総貯水量を求めると $2 \times 10^6 \text{ m}^3$ となる。

次に14時に撮影された空中写真（以下、空中写真Bとよぶ）によると、氾濫域の上流側はさらに北方に拡がり、その一部は、八間堀川を越えその右岸側の田に流入している。破堤地点の西方では氾濫水は、八間堀川の左岸堤に沿ってほとんどの部分から越流し、八間堀川へ流入している。しかしこの部分では、右岸堤を越流するまでには至っていない。破堤地点の南側においては、六軒の集落内の地盤の高い部分は12時（空中写真Aによる）には浸水していなかったが、14時においては、集落内の敷地はすべて浸水している。その南隣の曲田の集落内の非浸水域はかなり減少している。14時時点の氾濫域を図4.8に示す、氾濫域の面積は279haである。

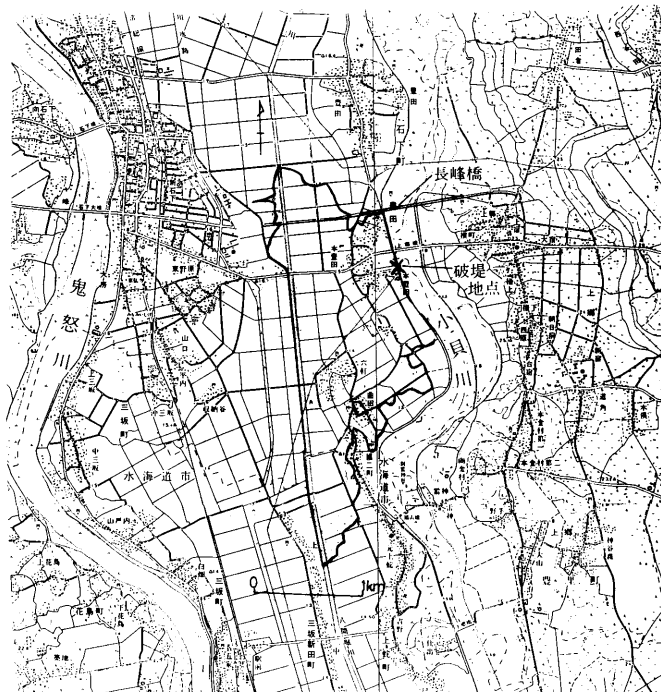


図4.8 8月6日14時の氾濫域（黒色影の内側）



図4.9 氾濫水深痕跡調査地点

(3) 痕跡調査による氾濫水深

氾濫域の氾濫水深の分布を得るため、水害後、氾濫水の痕跡調査を実施した。調査の方法は、痕跡の上端から最寄の水田までの比高をポール及びハンドレベルにより測定し、それを氾濫水深とした。痕跡が氾濫水の水面に対応するかは確定的なことはいえないが、一般にゴミ、木片等の浮遊物は水面近くにあることから考えて、ほぼ最大氾濫水深と見なして良いであろう。

この痕跡調査地点を図4.9中に番号で示し、それらの地点の氾濫水深を表4.7に示す。

図4.9、表4.7から破堤地点から数百m以内の氾濫域では氾濫水深は、1.6～2.5mと大きく、破堤地点からさらに離れると氾濫水深は1m前後に減少することがわかる。このように破堤地点付近で氾濫水深が大きく、破堤地点から離れるに従って氾濫水深は小さくなる。この傾向から見ると地点⑤及び⑬は、特異な氾濫水深をしめしている。しかし、以下に述べる理由により、妥当な氾濫水深であると考えられる。それは、地点⑤は、土地条件図上で自然堤防と記されている微高地であり、このことが氾濫水深を小さくさせたのであろう。次に、地点⑬は、その南側に道路があり、かつ氾濫域の最下流端に位置しており、流下してきた氾濫水がこの道路によりせき止められた結果、氾濫水深が大きくなったのであろう。

次に、空中写真及び痕跡調査時において得られた最大氾濫水深の生起時を表4.8に示す。

表4.7 氾濫水深の分布（水田面からの比高）

地点番号	氾濫水深（m）	地点番号	氾濫水深（m）
①	1.85	⑦	1.25
②	2.30	⑧	1.0
③	2.50	⑭	1.20
⑫	1.60	⑨	1.25
④	1.70	⑩	0.9
⑤	0.5	⑪	0.85
⑥	1.6	⑬	2.35

表4.8 最大氾濫水深の生起時

地点	最大氾濫水深 生起時	破堤地点からの 直線距離（km）	破堤からの 時間（hr）
破堤地点	8月6日9時57分	0	—
⑭	8月7日0時～2時	2.8	14～16
⑨	8月7日2時～4時	4.3	16～18
⑬	8月7日20時	7.3	34

4.4.2 氾濫域を決定した地形・土地利用等の条件

最大氾濫域は前掲の図4.5に示した。この図は建設省下館工事事務所が8月5日から8月8日の間に現地調査した結果である。この図を用いて、著者等が現地調査した結果と合わせて、氾濫域を決定したその周縁の土地利用について記す。

氾濫域の上流は、破堤地点から約1.7kmまで達している。上流へ向った氾濫水の経路は、長峰橋の取付道路下の開口部と八間堀川である。

図中A地点より上流の八間堀川の西側（右岸側）へは、氾濫水が到達していない。これは、八間堀川の左岸堤を越流した氾濫水は八間堀川の河道に流入し、その流入量が疎通能力以下であったためと考えられる。

A地点より下流で八間堀川の西側は氾濫域となっている。上流からA地点までの八間堀川への氾濫水の流入量の累加が疎通能力を越えたため、八間堀川の右岸堤を氾濫水が越流した。この氾濫域の西端は、前述した国道294号の盛土に沿っている。この盛土によって氾濫水の進行が妨げられた。この盛土に沿って南下した氾濫水は、図中B地点より下流では、この盛土を越流し、さらに西進して用排水路（千代田堀）に沿った地帯まで達している。

氾濫域の下流端は、水海道市に達した。図中C～Dの間は、水田と集落の境界では、比高0.5～0.7mの段差があり、この段差に沿って氾濫域となった。図中E～Fの間は、盛土（道路となっている）がある。この盛土は、相当以前からあるとされ、小貝川の氾濫による被害を軽減するため、その盛土の上下流の住民の合意でその天端高が決定されたとされている。

八間堀川の東側（左岸側）の地域では、氾濫水は、小貝川右岸に沿う微高地（自然堤防）により、進行を妨げられた。下流では、図中G～Hに沿って新道（水海道～学園都市間）があり、氾濫水の流下が妨げられ、一部は新道下を通る水路を通して南下した。図中H～Iの部分、直線となっている。これは、水田に沿った小水路（巾約1m）の疎通能力以下の氾濫水流量であったため、小水路を溢れないで流下したためであろう。

5. 桜川の水害

佐藤照子・木下武雄・岸井徳雄

5.1 桜川の概要

（1）地形

桜川は、流域面積365km²、流路長54kmの比較的緩流の中小河川である。茨城県岩瀬町付近の山に源を発し、筑波山の西麓を南下し、台地に幅1～3kmの氾濫原を作って土浦市で霞ヶ浦に流入している。この沖積地は、最下流を除くと、1/800～1/900とほぼ一様な勾配となっている。この沖積地が今回の洪水の主な浸水域となっている。

図5.1に地形区分図を示しているが、源流部と左岸側は、山地（最高所、筑波山876m）、丘陵となっている。一方右岸側は、台地（標高30～40m）となっている。

図5.2の浸水域図に河道を示しているが、左岸には、山地から流れ出す河道距離の短い、急な河床勾配を持つ沢が多数ある。右岸側には、台地上を流れ下る、河床勾配の緩やかな流域面積の大きい支川（観音川・大川等）がある。

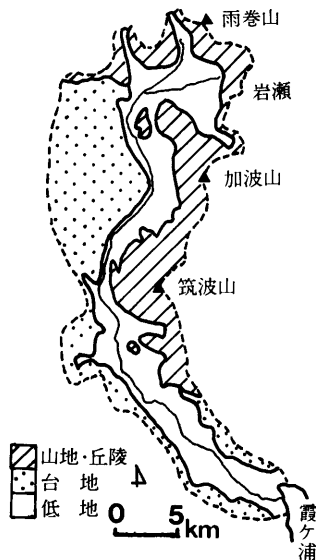


図5.1 桜川流域地形区分図
(水谷：1982を一部変更)

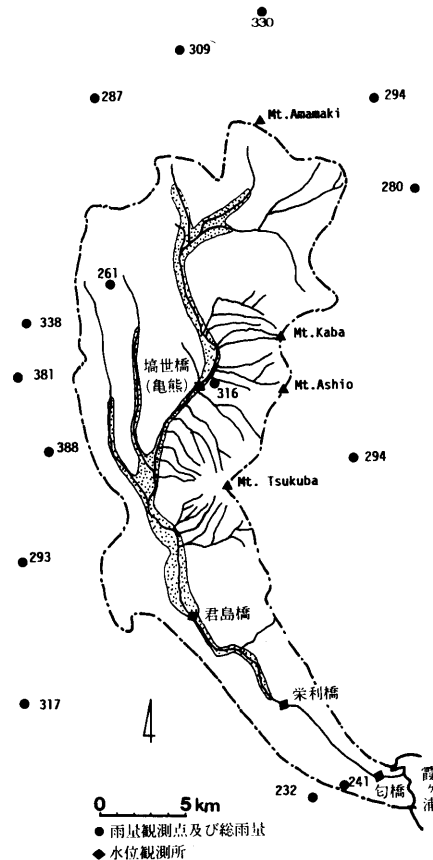


図5.2 台風10号による総雨量と浸水域図

桜川においては、昭和に入ってから、13年6月、16年7月及び36年6月と大きな洪水が発生している。いずれも、下流部の土浦市で大きな被害をうけている。

今回は、上流部・中流部で大きな被害がでているが、下流部では被害が発生していない。

(2) 桜川の河川改修状況（水谷：1982）

『桜川の河川改修事業は、昭和13年の出水に基づき、翌14年から7か年事業として総工費150万円で計画され、計画流量 $1000\text{m}^3/\text{sec}$ 、霞ヶ浦計画水位T.P. 2 mに基づいた築堤工事が河口から10km区間でほぼ完了している。計画流量 $1000\text{m}^3/\text{sec}$ という、超過確率1/10程度のものでしかない。また、河口から10km地点（桜村の北端）よりも上流では、小規模な堤防が断続的に設けられているだけである。このため河口から国鉄水戸線（岩瀬盆地内）に至る42

km区間を対象とし、下流部の計画流量を $1600\text{m}^3/\text{sec}$ （年超過確率 $1/30$ ）とする改修工事計画が茨城県土木部によって検討されている。』流域5個町村では、昭和51年に桜川上流改修期成同盟会を結成し、河川や、堤防の早期改修を国・県に要請してきている。

5.2 水害の特徴

（1）雨量と浸水域

図5.2に流域内及び流域に近い雨量観測点の総雨量及び浸水域を示す。4日午前3時頃から5日午前5時頃までの約1日の間に、上流部では 300mm 以上の、下流部では、 250mm 近い雨量が降っている。さらに、図5.3の時間雨量図で分かるように、5日の午前0時頃に2時間で 100mm と大きな短時間雨量が降っている。

このため、桜川の水位は上昇し、真壁町・亀熊橋、新治村・栄利橋付近では、4日23時頃に警戒水位を越している。水位のピークは、塙世橋付近で5日8時頃、栄利橋で6日の3時頃である。

この大雨によって、桜川流域では、本川・支川で破堤・溢流が生じ、上流の岩瀬町から下流の新治村に至るまで、図5.2に示すように、広い地域で浸水した。また、写真5.1に筑波町付近の氾濫の様子を示している。

浸水戸数は、桜川流域全体で、1803世帯（床上浸水782世帯、床下浸水1021世帯）である。幸い人命の損傷はない。災害救助法が明野町・筑波町・真壁町に適用された。

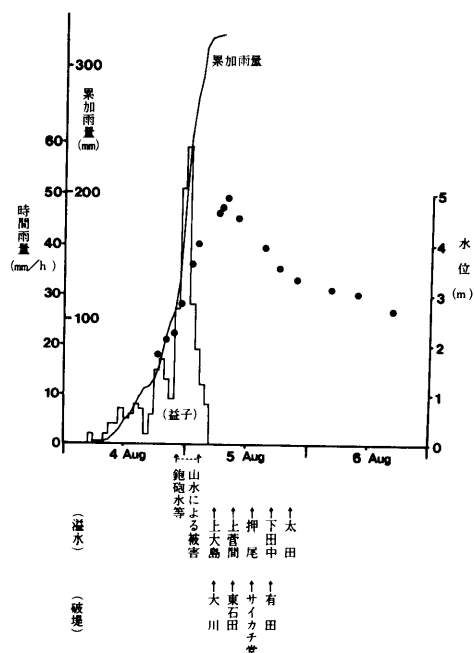


図5.3 真壁・塙世橋水位ハイドログラフ

前述のように、今までの洪水は、下流の土浦市に大きな被害をもたらしているが、今回は改修のほぼ終わっている下流部では、氾濫が起きていない。河口に近い勾橋（土浦市桜町）では、警戒水位にもなっていない。更に、上流部の改修が遅れている所で氾濫が生じたために下流部では、水位の上がり方がおさえられたのであろう。（図5.4参照）

（２）洪水のピーク伝播

図5.4に水位ハイドログラフ（埴世橋・君島橋・栄利橋・勾橋）を示す。観測所の位置は、図5.2中に示す。

上流部の真壁町・埴世橋では真壁消防署員が量水標を目視で観測した水位ハイドログラフがあり、それによれば４日20時頃2 mを越えてから、14時間でさらに3 m近く上昇している。ピーク直後には、急に下降しているが、18時頃からは、下降の速度がゆるやかになり、1 m下がるのに1日かかっている。栄利橋では、雨が降り止むまでは、水位は急激に上昇し、その後ゆっくりと上昇・下降しピークの手前では、ハイドログラフには頂点が欠けたような、

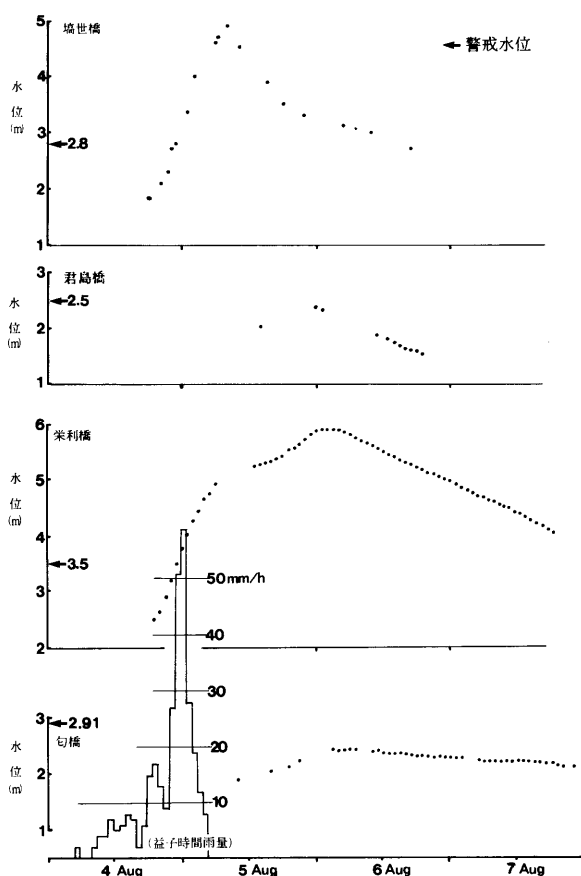


図5.4 水位ハイドログラフ（埴世橋・君島橋・栄利橋・勾橋）

平な部分もみえ中流部での破堤・溢水の影響を受けているのが分かる。また、桜川下流の霞ヶ浦に近い勾橋では、水位の変化幅が小さい。

塙世橋、栄利橋とも4日23時には、警戒水位となっている。真壁町付近では、この頃から、溢水が始まっている。一方栄利橋より少し上流側での溢水は次の日の夕方である。

警戒水位を越えてから水位のピークが現れるまでの時間は、塙世橋と栄利橋では、大分異なる。栄利橋でも警戒水位を越えた直後は、水位が急上昇している、上流部での氾濫の影響がみられるようになると、水位の上昇速度が落ちている。そこで、洪水の伝播速度をみるために、両地点のハイドログラフのピークの時間差から、ピークの伝播速度を調べてみる。距離は、5万分の1の地形図上で、河道の中央をデジタイザーで計測している。

	(警戒水位)	警戒水位開始	ピーク水位	警戒水位終了	ピークの伝播速度
塙世橋 (2.5 m)	4 日	23 : 00	5 日 8 : 16	6 日 20 : 00	
	(25km)		(19時間)		(A) 1.3km/hour(0.4 m/sec)
栄利橋 (3.5 m)	4 日	23 : 00	6 日 3 : 00	8 日以降	
	(7 km)		(2 時間)		(B) 3.5km/hour(1.0 m/sec)
勾 橋 (2.91 m)	警戒水位以下	6 日 5 : 00			

洪水のピーク伝播速度は(A)区間で0.4 m/sec、(B)区間で1.0 m/secとなる。(A)区間では、溢水、破堤による氾濫が全区間で生じ、洪水流は河道の外まで広がっている。このため、(B)区間より、大分小さい値を示すのであろう。(B)区間では、氾濫は、生じていないが、洪水は、雑木林や畑のある高水敷にいっぱい広がって流れている。このように、氾濫が起きると洪水の流下速度が遅くなる現象が見られるが、これについては、次の那珂川の洪水の章で述べている。このため上流側で氾濫のあった栄利橋では、警戒水位になってから、洪水のピークが現れるまでに、時間が掛かっている。そして、約3日にわたって警戒水位を越えた状態が続いた。

5.3 氾濫の状況

台風10号では、桜川の本川・支川を問わず、下流部の氾濫原を除いて、上・中流の氾濫原のほとんどが水に浸った。また筑波山地周辺では、沢からの溢水により、浸水被害が生じている。

特に被害の大きかった真壁町、明野町、筑波町付近の洪水の氾濫状況について、現地調査と空中写真（撮影時刻8月5日16時頃、8月6日9時頃（白黒1 : 10000））から述べる。

洪水の氾濫の状況を知っておくことは、洪水による被害を減少させるために大切である。

(1) 洪水の流出

地形の概要で述べたように、桜川の左岸は山地で急傾斜、右岸は平な台地と、その地形が大きく違う。そのため、洪水の発生時刻や継続時間が異なっている。例えば、5日の空中写真では、山水による出水は、すでに終わっており、空中写真から氾濫域は、確認できない。しかし、右岸の支川と本川の氾濫原では、まだ浸水が続いているし、これから浸水する所もある。そこで、3つの特徴のある地形、左岸の山地の沢からの出水、桜川本川の出水、右岸の台地上の支川の出水に分け、それが発生する場の傾斜・集水面積及び被害等について異なる点を比較してみると表5.1のようになる。

これらの出水の違いは、後述するように、その出水による被害の発生時刻・被害の受け方の違いとなって現れる。

表5.1 洪水の種類

	左岸の山の沢からの出水	桜川の氾濫原の出水	
		右岸の台地上の支川の出水	桜川本川の出水
集水面積	小	< 中(観音川28km ²)	< 大(365km ²)
河道長	短(最大5km位)	< 中(最大16km位)	< 大(54km)
河床勾配	勾配が変化(1/2～1/100) > 一様な勾配 (1/600) > 一様な勾配(1/800～1/900)		
雨量のピークと 流出ピークとの 遅れ	※1 短(10分位)	< 中 (2 時間位)	< 長 (真壁で 7 時間)
被害発生時刻	早い	< 早い	< 遅い
＊ 面積	小	< 中	< 大
＊ の内容	土砂等による家屋の 破壊あり		
		浸水による被害が大部分をしめる	

※1 裏筑波流出試験地(1982;石崎らのハイドログラフから読取)の資料から

※2 筑波研究学園都市流出試験地の資料から

(ア) 左岸の山地からの山水による出水

左岸の沢からの出水は、降雨と流出のピークとの遅れが短く、大雨が降るとすぐに沢の水量の増加となって現れるため、被害が起こる時刻が早い。建設省・土木研究所の裏筑波流出試験地(1982;石崎らのハイドログラフから読取)の山口川では、今回の降雨パターンに似た、次第に降雨強度が大きくなるような一連の降雨の例では、降雨と水位のピークとの差は

10分位である。真壁町の災害記録から山水に関するものを抜き出すと次のようになる。いずれも、4日夜半から被害が出始めている。

8月4日 22:31 桜井地区床下浸水始まる。
22:54 下小幡地区床下浸水始まる。
22:55 羽鳥地区床下浸水始まる。
22:56 上小幡地区床下浸水始まる。
23:05 長岡グランド下床下浸水始まる。
23:20 白井地区床下浸水始まる。
23:31 古城地区床下浸水始まる。

8月5日 1:35 南椎尾地区河川増水
2:55～3:44 山間部で鉄砲水多発

図5.3の時間雨量図の中に、これらの発生時刻を記入してある。累加雨量が、100mmをこえて、急に、降雨強度が大きくなった頃に、山からの水による浸水が始まっている。

下小幡地区では、沢を埋め、沢から溢れた山砂は、家を土台ごと移動させている。真壁町は、筑波山麓の扇状地の上にある。この筑波山からの水が市街地を通り抜けたため、浸水被害を起こしている。また、山口川の屈曲部にある農業高校では、あふれた水の勢いが強く、温室や実験棟が被害を受け、またテニスコートを土台からだめにしている。

これらの沢からの溢水による浸水は、急傾斜のため滞留時間が短く、水が通りぬけるような状態であったとのことである。

筑波町でも4日の夜半から筑波、上大島、白井、立野、平沢、山口地区の一部で沢をあふれた水・土砂や山くずれにより、家屋浸水・農作物の被害が起きている。更に、八幡川の氾濫（4日23時頃道路通行止め）により、北条新田・小田地区の一部に家屋と農地の被害が起きている。

筑波町の上大島・下宿では、筑波山からの水による内水氾濫が4日2時30分頃におこっている。

山からの出水は、このように、被害の発生時刻が早く、滞留時間も短い。5日16時頃真壁町・筑波町を調査した折には山水はすべて引いて、路上に土砂が残されている所はあっても、ほぼ通行に支障はなかった。

しかし、5日16時の空中写真に、本川に排けきらない沢からの水が浸水域のへりに添って広がっている所もあり、山からの出水でも遅い流出成分の流出は続いている。

（イ）桜川本・支川の氾濫原の出水

桜川本川・支川の流出についてみると、左岸の沢と比べて、河床勾配も緩く、降雨に対する流出の遅れが大きいと考えられる。近くの同じ台地の上を流れ、流域面積もほぼ同じ河川（筑波研究学園都市流出試験地・蓮沼川講和橋地点22km²）で、洪水と降雨のピークとの遅れ

時間を調べると、約2時間である。桜川右岸側の支川からの流出も似たようなものであろう。

なお、桜川本川では、真壁町・埴世橋地点でみると、洪水のピークは、降雨のピークより8時間遅れている。

桜川本川・支川沿いの氾濫原での浸水は、山水による出水の騒ぎが治まるところに始まり、5～6日頃まで続いている。しかし、無堤部からの溢水と、次に示す人工構造物が堤防高を下げている所からの溢水は、4日23時～5日2時半頃と暗いうちに始まっている。

この地域の浸水原因を空中写真と現地調査で、いくつか分け、その例を示した。

a. 溢水 河道の洪水流下能力不足によるもの

a-1 無堤

a-2 堤防高不足によるもの

人工構造物に起因するもの

a-3 堰・橋脚等による堰上

a-4 道路・橋の高さが堤防より低いため堤防をそこだけ下げているもの

b. 破堤

c. 内水氾濫（本川と支川の合流部）

d. 窪地への湛水

浸水原因別に例を上げて述べる。（地名は、図5.5を参照）

a. 溢水

a-1 無堤の所からの溢水には、筑波町・上大島があげられる。桜川の右岸には、町が誘致した工業団地がある。ここは無堤のため、しばしば浸水被害を受けており、今回も990mにわたって溢水している。無堤部での溢水時刻は堤防がある所に比較して大分早く4日2時30分には、すでに始まっている。

a-2 堤防高不足による溢水は、数個所に見られる。下流部では、改修もほぼ終わり、流下能力も大きく、溢水はなかった。上・中流部では、前述の様に堤防があっても規模は小さく、断続的であり、随所で溢水がおきている。本川沿いのものについて溢水の時刻を示すと次のようになる。溢水の時刻は、下流にいくほど遅くなっている。

溢水時刻

有田	1450m	右岸	8月5日	08:30頃
上菅間	1300m	右岸		07:00頃
下田中	900m	右岸		14:00頃
泉	130m	左岸		14:30頃
太田		左岸		17:00頃

a-3 堰・橋脚等による堰上

堰・橋脚等による堰上には、2つのタイプがみられた。1つは、堰や古い木橋で水没して

流れを妨げるもの。もう1つは、新設のコンクリート橋で、橋脚の間隔が狭いものである。

前者の例では、橋が木製で小さく、橋げたが低いものや橋が小さく低水路上だけに架かっているものがある。写真5.2に上菅間・楔橋の例を示した。

また、地形図からも分かるように、桜川には、多くの用水堰がある。空中写真でも、堰のある所では、白い波が立っているのを見ることができ、堰の高さが高いように思われる。写真5.3に君島地区にある堰の写真を示すが、奥にみえる川岸（＝堤防）の高さと比べると堰の高さが高いのがわかる。取水のためには高い方がいいが、高い堰は洪水時には、流れを阻害するように働いたであろうことが想像出来る。

後者の例では真壁町の、桜川大橋がある。桜川大橋付近では、川をあふれた水の勢いにより、家屋が半壊している。ここでは、桜川本川が右岸方向にカーブし、更に、左岸側から山口川が合流しているため、水の流れが悪くなっている。そのため、以前には、河道の疎通を良くするために、直径1.5mの太い土管が河道の両側の取付道路下に2本ずつ計4本埋設されていたが、桜川大橋の新設に伴い撤去された。さらに、桜川大橋の橋脚の間隔が狭く、川幅を狭めた状態となっている。そのため、本川は堰上げられ、溢水を激しくしていると思われる。河道が曲がっているため、溢れ出た水は真っすぐ進んだ。

a-4 道路・橋の高さが堤防より低いため堤防をそこだけ下げているもの

堤防を横ぎる道路・橋の高さが堤防高より低いため堤防をそこだけ掘り下げよう形となっている所がある。写真5.4に真壁町の例を示すが、堤防高より2m近く下っている。図5.5に菱形で示してあるように、真壁町付近には、こういう場所が数箇所あり、警戒水位を越える4日23時頃に、まだ堤防高には余裕があるにもかかわらずそこから逆流が始まっている。

b. 破堤

真壁町から筑波町へかけて堤防の決壊箇所は、5箇所あり、総て右岸である。破堤場所（図5.5）中の星印と時刻、状況等を示す。いずれの箇所も洪水の後に破堤している。

	溢水開始時刻	推定破堤時刻	
☆0 東押尾	?	5日 11:00	半壊
☆1 有田	5日 8:30	5日 14:00	8時30分頃約8km上流の真壁で最高水位を記録 11時頃同じ溢水部の上流側が半壊
☆2 大川	?	5日 9:40	7時20分頃から土のう積み
☆3 東石田	5日 7:30	5日 10:15	
☆4 サイカチ堂	5日 7:00	5日 10:00	（昭和13、36年にも切れている）
☆5 池田	?	?	上流からの洪水流が一部ここで河道へ逆流

c. 内水氾濫（本川と支川の合流部）

桜川の左岸側には、山から流れてくる沢がある。真壁町付近では、この沢との合流部で、桜川が警戒水位を越える頃（4日20時頃）に、本川からの逆流が生じて、浸水が始まっている。

桜川の右岸には、観音川と大川の2つの大きな支川がある。この2つの河川の合流部では、浸水被害が大きくなっている。空中写真で見ると、両支川の合流部は、1つの大きな池のようになってしまっている。さらに支川の少し上流側では、排け切らない水が観音川の河道から溢れているのがみえる。

d. 窪地への湛水

浸水期間が一週間に及んだ例がある。明野町下山地区は昔から土地が低く、水が出る所として、地元の人々には知られていた。そのため、排水路が桜川まで、掘られていた。そこが、住宅地として乱開発に近い状態で開発された。さらに悪いことには、排水路用地は、国有地であったが、圃場整備の時に払い下げられてしまった。その為浸水が始まってから、排水ポンプで水を汲み上げて、桜川へ排水していた。しかし、5日の6時頃には、桜川の水位の上昇に伴う内水位の上昇によって、ポンプが使えなくなった。浸水は床上に及び、自衛隊のヘリコプターによる救助が行われている。

水の引きも悪く、9日の朝には住宅と山林との間に3000袋の土のうを積んで、住宅地のみの排水を続けた。浸水が始まってから9日後の8月13日の12時になって排水作業を完了し、ようやく土のうの撤去ができた。

(ウ) 右岸台地上の支川の出水

右岸台地上には、筑波研究学園流出試験地がある。これは、厳密には桜川流域ではないが、本試験地で観測された結果は重要である。

台風10号の大雨による洪水流出量が、当センターの管理する筑波研究学園流出試験地において観測されたのでこの時の流出係数について報告する。

本試験地は、東側を流れる桜川の流域と隣り合っており、筑波研究学園都市内を流下する花室川及び蓮沼川流域からなる（図5.6）。

ここでは、花室川上の室橋地点（流域面積：12.46km²）及び蓮沼川八千代橋地点（流域面積：14.86km²）の水位観測所の記録を水位流量曲線を用いて流量を計算し、その結果を図5.7及び図5.8にハイドログラフとして示す。

以上の流量、雨量記録を用いて合理式の流出係数をもとめる。ここでは、10分単位の雨量記録を用いたので合理式は、

$$Q_p = \frac{1}{0.6} \cdot f_p \cdot r \cdot A \quad (1)$$

と書くことができる。ここで：洪水ピーク流量（m³/s）、 f_p ：流出係数、 r ：洪水到達

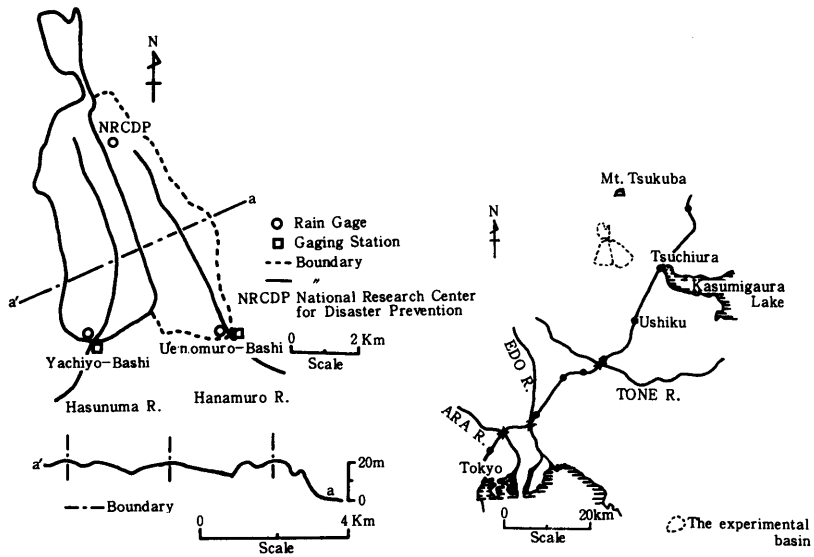


図5.6 筑波研究学園流出試験地の位置

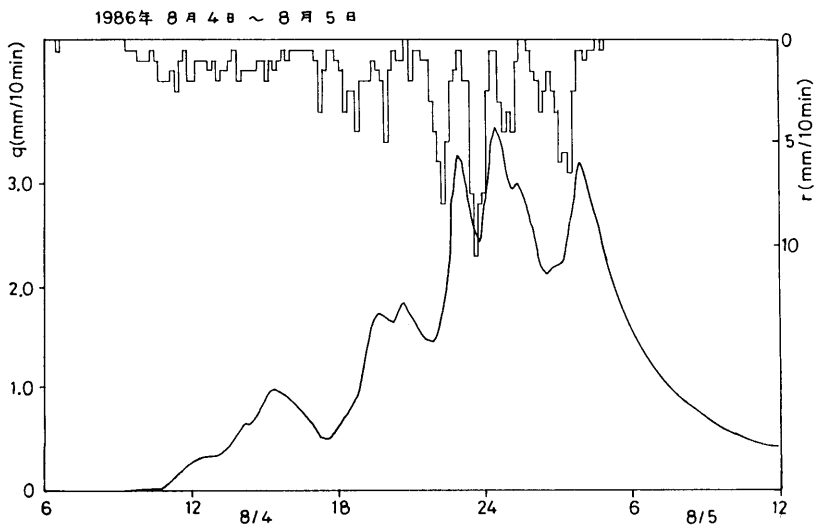


図5.7 花室川上の室橋地点の流量 q (mm/10min), 雨量 r (mm/10min)

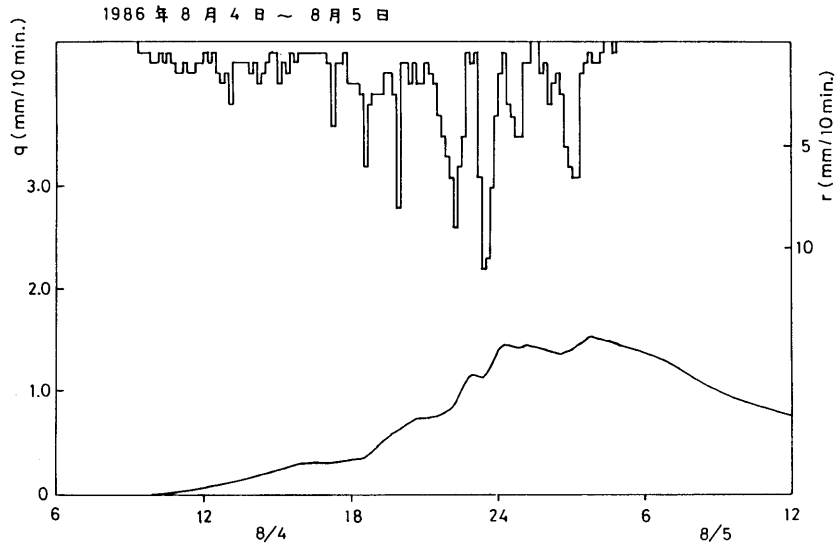


図5.8 蓮沼川八千代橋地点の流量 q (mm/10min), 雨量 r (mm/10min)

時間内平均降雨強度 (mm/10min), A : 流域面積 (km^2) である。洪水到達時間は、今までの洪水の雨量ピーク時と流量ピーク時の時間差の2倍とした。その結果、洪水到達時間は上の室橋地点で 100分, 八千代橋地点で 120分とする。これらの到達時間を用いて r が計算された。 Q_P 及び A は既知であるから, 流出係数 f_P は, (1)式より,

$$f_P = \left(\frac{0.6}{A} Q_P \right) / r \quad (2)$$

と書ける。

(2)式を用いて, 流出係数 f_P を計算した結果が表5.2である。

この表からわかるように都市化が進んだ上の室橋流域では, 流出係数が 0.6 ~ 1.0程度となる。今まで本試験地で観測された洪水時の流量, 雨量記録から求められた流出係数は, 0.1 ~ 0.7程度であった。台風10号による洪水時に得られた流出係数は今までの値に比べてかなり大きくなっている。このことは, 大雨時においては, 流出係数はかなり大きくなることを例示したものである。今後とも, 洪水時における流出現象を明らかにするため, 観測・研究を充実して行く。

表5.2 筑波研究学園流出試験地の台風10号時の流出係数

上の室地点（総雨量 231.5mm，最大時間雨量37.5mm：防災センター雨量記録より）

洪水ピーク流量時	流出高 (mm/10min)	洪水到達時間内平均 降雨強度 (mm/10min)	流出系数
8月4日 15時20分	0.983	1.6	0.61
〃 19時40分	1.730	2.3	0.75
〃 22時50分	3.271	3.25	1.01
月 日 0時20分	3.56	4.25	0.84
〃 3時50分	3.20	3.45	0.93

八千代橋地点（総雨量 250mm，最大時間雨量39.0mm：八千代橋地点雨量記録より）

洪水ピーク流量時	流出高 (mm/10min)	洪水到達時間内平均 降雨強度 (mm/10min)	流出系数
8月4日 16時20分	0.314	1.0	0.31
〃 23時00分	1.170	4.55	0.26
8月5日 0時20分	1.454	5.30	0.27
〃 3時50分	1.549	3.85	0.40

（2）氾濫した水の動き（図5.5参照）

前節は浸水の原因を分け、それぞれの浸水域から、特徴のある地域を抜き出して述べた。本節では氾濫した水がどのような動きを示したかについて、空中写真から読みとった結果について述べる。

浸水被害の大きかった真壁町から筑波町へかけての洪水の氾濫状況を空中写真からみる。図5.5中にかかれた矢印は、5日の16時頃に撮られた空中写真から読み取った洪水流の動きである。洪水流は複雑な流れ方をしているが、大きく次の3つの地域（ア）真壁地区、（イ）東押尾～池田地区、（ウ）池田～君島地区に分けて述べる。

（ア）真壁地区

桜川は、図5.3の塙世橋の水位に示すように、4日22時頃には、通報水位（2.3m）を越した。水位が2.5mを越える23時頃には、道路への冠水が始まり、橋高の低い亀熊橋では、水位の目視観測ができない状態となっている。その頃から図5.5中に菱形で示す堤防の低い所、即ち、道路・橋等の構造物によって、堤防が低い所から堤内地への、逆流がおこっている。支川の合流個所では、本川の水位の上昇により、逆流による浸水が、起きている。また、桜川大橋付近では、橋脚による堰上げにより溢水が起きている。

16時頃には、塙世橋の水位は、3.8mとピークから1m近く下っている。夕方17時頃になると、市街地では、床下浸水の地域が少し残っている程度となっている。すなわち、空中写真が撮影された16時頃は水の引きはじめた状態である。

21時頃には、真壁町の全域から水が引き、道路の交通止もなくなっている。

真壁地区であふれた水は、地形の影響を受け、堤内へ出ても、また河道へ、戻っている。右岸側にあふれた水は、水田を流れ下り、須津賀地区で台地が突き出しているため川に戻っている。一方、左岸側を流れ下っているものは、中村橋の土手で止まり、河道へと戻っている。

左岸側の浸水域には、水の色異なる部分が浸水域のへりに沿ってみえるが、これは内水氾濫によるものと考えられる。

真壁地区では、右岸・左岸とも、あふれた水は、それぞれ河道に戻るような流れ方をしている。

(イ) 東押尾～池田地区

この地区の右岸が、浸水による被害の大きい地区で、洪水流は低い右岸側を6kmわたって南下した。この地区では2つの大きな支川が合流し、内水氾濫を起こし、また、本川では、溢水に加えて、右岸側で、5箇所破堤している。左岸側は、椎尾、楔橋のすぐ上流で浸水がある。

桜川支川の大川の上流部の、明野町松原では、4日の20時5分には、浸水が始まっている。また、地盤高の低い中根地区では、5日の0時45分には、すでに、浸水した水を排除するために、ポンプの要請をしている。右岸側の支川の、観音川との合流部の有田でも、5日7時には、救命ボートが出動している。支川との合流部では、内水氾濫によって早く浸水が始まっている。翌日の6日の明方5時には、中根地区で減水が始まっている。

本川の溢水が始まったのは、5日の8時半頃で、明野町の東押尾地区の堤防で300mにわたって溢水が始まっている。この地点では、11時頃に堤防の一部が半壊(☆0)し、さらに、その下流よりで、14時に破堤(☆1)が生じている。

溢流した水と、破堤した水は、有田の集落の北側を、回りこむようにして観音川へ流れ込み、観音川を、横切るように進み、中根地区や上大島の工場地帯を突っ切るように大川へと流れこむ。この2つの支川と本川との合流部は、1つになっている。

大川の右岸側の道路と併用している堤防は、9時40分頃に決壊(☆2)している。

東石田付近では、右岸の氾濫原の幅が狭くなっている。また、ここに県道赤浜線が横切っている。洪水流は、県道をのり越えて、また道路の下を通る排水路を通して南下している。

この道路は、この溢流により、16時頃に決壊している。

筑真橋の下流でも、2箇所の破堤(☆3, ☆4) (写真5.5)があった。上菅間地区では、5日7時頃に右岸の堤防からの溢水が始まり、集落では、8時頃から浸水が始まった。そして、その一部のサイカチ堂付近で、10時頃に破堤(☆4) (写真5.6)している。溢水と破堤による水を加えて、洪水流は、上菅間の広い区画整理された水田地帯を、台地の縁まで幅一杯広がり、下流に向かって流れている。地物・樹木より水深1.5m程度と判断されるところもある。しかし、池田・上菅間地区周辺では、台地がくちばしのように突出し、洪水流の

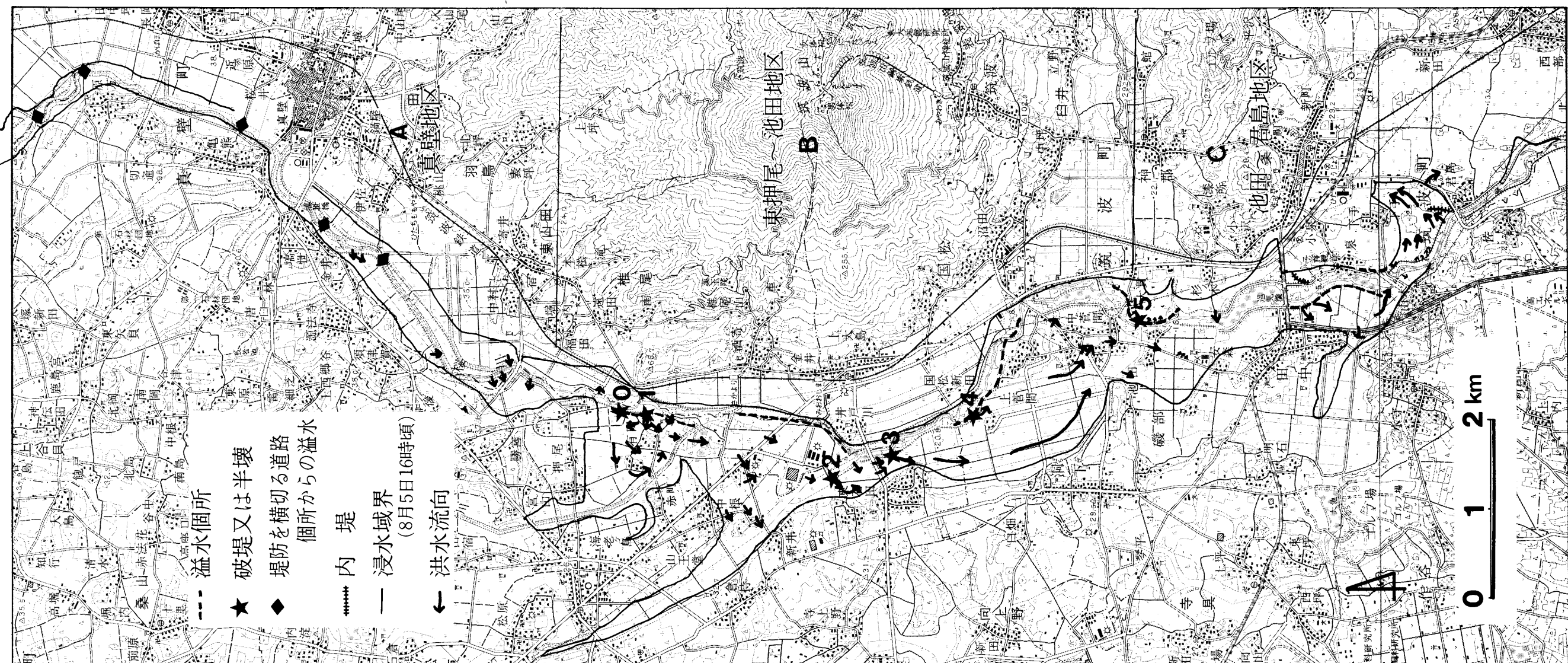


図5.5 洪水流の動き

流れる幅が狭まり、洪水水流が、河道へ流入している。そのため、堤防の一部が決壊(☆5)している。洪水流は、集落を通りぬけている。

(ウ) 池田～君島地区

池田地区を通り越した水は、田中地区へと向かって流れる。安森地区では、堤防の切れ目からの流出がある。この対岸の杉の木地区は無堤であり、浸水している。

16時頃は、この地域の浸水域は、氾濫原全体へと拡大している最中である。

国道125号を乗り越えて田中地区へと、流れ下っている。

筑波町田中地区では、左岸では溢水が9時頃から900mにわたり、右岸では、13時頃から始まった。この水を加えて流下を続けようとするが、山木地区では、台地の縁が河道まで迫っている。そのため、右岸側を流れ下ってきた洪水流は、行き場を失い、対岸へと流れ込んでいる。左岸側へ渡った水は、君島の集落の北側にある内堤と道路に阻まれて、下流側へ流れこめず下手地区のほうへむかって北進している。

内堤がないとしたら、君島の集落は洪水流の直撃受けたことになる。上流側から流れ下ってきた洪水流は5日16時頃では、ここが終点となっている。そして下流へと向かっている洪水流の先端を君島地区にみることができる。

(エ) 君島地区の下流

5日16時の空中写真では、洪水流の先端は、君島地区にある。

これより下流では、君島と北太田の間の取水堰の水路に沿って少し浸水がはじまっている。太田地区では、17時ごろ左岸で溢水が始まり、集落では、17時30分頃に浸水が開始している。

右岸でも、4日の16時頃には、堤防に近い水田の中の排水路周辺に湛水し、17時頃より水防活動が開始された。6日の空中写真によると、乾島と堤防の間に水の通った跡がついている。更にその水は、左岸側を下り上境にある内堤に阻まれて、河道へともどっている。

大杉地区あたりの左岸では、堰の上流側から溢水している様子が見られる。6日の空中写真によると、その水は田土部の方へ流れている。しかし、両集落の中ほどにある内堤の所で水は止まっている。

5.4 避難と対策

浸水の起きた市町村では、住民の安全のために、水防活動を行ったり、避難命令を出したりする。

真壁町では、台風10号の通過している8月4日に消防訓練があり16時に終了した。防災担当者も出席していた。その時には、累加雨量がすでに50mm(益子)に達し、近くの中学校の校庭では、水が排けきらない状態になっていた。今までの経験から異常事態を察知し防災担当者は、通常長びく訓練後の懇談会を早めに終らせ、18時30分に消防団員18名に自宅待機命令を出し、同時に町役場の関係職員に非常待機をかけた。

21時30分には、災害対策本部を真壁消防署内に設けると同時に災害状況の調査に出動している。災害対策本部が、役場に置かれずに、消防署内に置かれるのは、(1)水害時には、役場周辺が浸水し関係職員の出入りが困難になることが考えられるため、地盤高の高い消防署内におくこととしている。(2)消防署には、相互交信のできる無線装置があるので、現地との連絡が取りやすい。(行政無線は、単信である。)

各区長、消防分団長の家には、防災無線の受信機が置かれている。22時30分頃から山からの水による浸水が始まり、各消防分団長へ、団員の待機命令を出している。また河川の増水による、浸水の警戒を呼びかけている。その頃から、各地で山水によって床上浸水が起き、分団への出動命令が出されている。

桜川本川の水位は、亀熊橋で、4日23時には警戒水位2.8mを越した。

5日0時21分頃には、区長を通じて、自衛消防団への待機・出動を依頼している。避難勧告を0時30分に古城地区に、2時5分には、真壁全域に出している。各戸への、避難勧告の電話や畳上げの指導が消防団員によって行われている。

水防対策は、山間部の鉄砲水に対する、土のう積みと水路変更作業が行われた。桜川本川ぞいの浸水については、前述のように、人工構造物で堤防が低くなった所や支川の合流部からの逆流で浸水するため、溢水を防ぐような水防活動は、できなかった。

真壁町では、テレビの台風情報や町内での情報収集、桜川の水位の目視による観測等から担当職員が判断して、緊急時の指揮をとった。

筑波町の場合も現地との相互交信を確保するため、役場の持っている無線車両5台を現地へ出動させ、情報の収集を行なっている。

避難命令は、広報車3台で町内を回るとともに、区長へ電話連絡をし、各戸への連絡を取っている。避難命令は桜川本川の溢水・破堤の下流への拡大に伴って、順次出された。消防団員や町の職員の誘導で避難を行なった。避難所へ、逃げた人々は少ないが、集落の中で、高い安全な家へと、避難した人も多いとのことである。

避難所の菅間小の浸水により、避難所が変更されている。また、君島地区では、逃げ遅れた人のために、大型消防車を出動させている。消防車は、車輪が大きく腰高のため、まだ水の中を走ることができた。

筑波町では、無線車からの現場の情報によって対策を指示した。判断の材料として、桜川上流の水位の情報があったらとのことである。また、雨量計も設置されていないため、協和町の情報を用いている。

水防作業は、土木業者の協力を得て行なった。土のう5000袋は用意してあったが、足りずに近隣市町村に聞いたが手に入らなかった。

明野町では、20時に関係職員に非常待機命令をかけている。この頃松原地区では、床下浸水の被害が出はじめている。低い中根地区では、5日0時45分に業者にポンプ排水を要請し

ている。7時頃には、有田地区が冠水し、消防本部に救命ボートを要請した。7時30分になって有田地区35戸150人と中根地区107戸452人に避難命令が出された。

8時頃には、桜川本川の水位が上昇し押尾地区で、町職員と消防団員による土のう積みが始まった。

救命ボートによる救出が11時頃に有田地区で、14時30分頃には、中根地区で開始し、更に、夕方近くになった16時45分には、ヘリコプターによる救助が行なわれ8名が救助されている。

5.5 被害

(1) 被害の特徴

台風10号の浸水域となった地域は、ほとんどが水田として利用されている。その中の、自然堤防上に集落が形成されている。この集落も水についている。市街地が被害を受けたのは、上流の岩瀬町と、真壁町である。表5.3に、市町村毎の被害を示した。

表5.3.1 桜川流域の浸水家屋数

(昭和61年8月25日現在)

町村名	家屋	浸水家屋		負傷者	水防の為の出動人数		
	全・半壊	床上	床下		消防職員	消防団員	
	棟	世帯	世帯	人	延人	延人	
岩瀬町	3	45	223	—	21	300	小貝川含む ()内は小貝川含む
大和村	—	1	19	—	13	60	
協和町	—	9	175	—	34	94	
明野町	—	88	147	—	—	—	
		(267)	(228)	—	(111)	(688)	
筑波町	—	490	268	—	90	720	()内は小貝川含む
真壁町	10	132	142	1	42	350	
大穂町	—	13	13	—	—	137	
桜村	—	—	4	—	—	240	
新治村	—	4	30	—	37	572	
計	13	782	1,021	1	348	3,161	

表5.3.2 明野町、筑波町、真壁町の台風10号による被害状況

	明野町	筑波町	真壁町
	世帯	世帯	世帯
浸水家屋 床上	267	490	132
床下	228	268	142
	千円	千円	千円
農作物等	989,982	595,000	174,964
農地・農業用施設	340,000	8,500	25,110
商工業	70,500	1,367,660	256,600
文教施設	0	3,000	3,500
公共土木施設等	11,727	60,061	105,054
計	1,412,209	2,088,321	565,228

浸水家屋数は、桜川流域全体で1803世帯（床上 782世帯，床下1021世帯）となっている。筑波町が最も多く、明野町がそれに続く。家屋の全壊・半壊は、合わせて13棟である。また、明野町では、浸水家屋の統計の外に、非住家 657棟という数が集計されている。これは、農村地帯なので納屋等であろう。

被災時刻は前述のように、暗い内に、沢沿いの被害から始まっているが、幸い人命の損傷はない。桜川本川の溢水及び破堤のほとんどは、日中の明るい時に起こっており、対応も夜に比べて楽であつたろう。

前述の様に、浸水域のほとんどは水田として利用されている。そのため農作物の被害額の8割以上は、水稻の被害である。例えば、筑波町の農作物の被害をみると、86%が水稻によるもので、残りの14%をトマト、胡瓜、ナス、葱、大豆、桑、とうもろこし、カボチャ、芝で分けている。農作物の被害については、どこの市町村でも作物別に、詳細にわたり調査されている。参考のため被害作物の一覧の例を表5.4に掲げておく。農地・施設の被害は、破堤による農地への土砂の流入や、排水機場、農道の被害がこれに入る。

商工業の被害についてみると、筑波町が大きい額を示している。これは、上大島付近の工業団地が浸水し地下の機械設備が被害を受けた為である。この団地は、町で誘致したものである。ここは無堤で、しばしば浸水被害を受けている。真壁町では、特産の石の加工業者のモーターが被害を受けている。

表5.4 農作物の被害調査の一例（筑波町）

作物名	作付面積	被害程度別面積						収穫増減 換算面積	被害 減収量	単価 円	被害額 千円	平均 反収量 kg	被害地 域名 (大字等)	被害状況			救済対策 の 方向
		30%以下	30-50	50-70	70-90	90-100	計							被害者数 A	被害者数 B	B A %	
水 稲	1,428.9	311.0 (-)	216.0 (86.4)	140.0 (84.0)	145.0 (116.0)	50.0 (47.5)	862.0 (333.9)	333.9	1,602	311円/kg	496,222	480	上青間 外22				
芝	372.2	170.7 (-)	2.0 (0.8)	- (-)	- (-)	- (-)	172.7 (0.8)	0.8	8,000	225円/束	1,800	1,000束	上青間 外10				
大 豆	56.5	12.5 (-)	7.7 (3.1)	14.6 (8.8)	- (-)	1.0 (1.0)	35.8 (12.9)	12.9	18.6	287円/kg	5,338	144	上青間 外15				
桑	112.2	14.2 (-)	7.8 (3.1)	4.5 (2.7)	1.6 (1.3)	- (-)	28.1 (7.1)	7.1	2.7	1800円/kg	4,860	38	上青間 外 5				
葱	8.0	0.5 (-)	3.0 (1.2)	1.0 (0.6)	1.0 (0.8)	- (-)	5.5 (2.6)	2.6	57.5	194円/kg	11,155	2,210	上青間 外 4				
ナ ス	5.8	2.0 (-)	2.0 (0.8)	1.1 (0.7)	0.4 (0.3)	0.3 (0.3)	5.8 (2.1)	2.1	77.7	165円/kg	12,820	3,700	上青間 外 3				
と う も ろ こ し	3.5	- (-)	1.5 (0.6)	1.0 (0.6)	1.0 (0.8)	- (-)	3.5 (2.0)	2.0	25.0	122円/kg	3,050	1,250	上青間 外 5				
ト マ ト	4.1	- (-)	0.9 (0.4)	1.5 (0.9)	1.1 (0.9)	0.6 (0.6)	4.1 (2.8)	2.8	164.5	171円/kg	28,129	5,875	上青間 外 6				
胡 瓜	2.0	- (-)	- (-)	0.1 (0.1)	0.8 (0.6)	1.1 (1.1)	2.0 (1.7)	1.7	70.6	208円/kg	14,684	4,150	上青間 外 6				
南 瓜	0.7	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	0.7 (0.7)	0.7 (0.7)	0.7	15.8	144円/kg	2,275	2,260	上青間 外 3				

個人の方々が受けた被害については、行政側では、通常浸水及び破壊家屋数についての調査を行なうのみである。今回、明野町役場では、個人の被害について、水害直後に、詳しい調査をしている。その資料を、幾つかに分類して、整理したのが表5.5である。

農村地域であるので、トラクター、乾燥機、田植機、コンバイン等、農機具の被害が目立

表5.5 個人の資産被害一覧表（明野町調査から）

品 名	数 量	品 名	数 量	品 名	数 量
(家財・生活用品)					
壁	4				
たたみ	3,957	流し台	7	農薬	2
障子・ふすま	46	ガス	7	肥料・飼料	97
ジュウタン	71	レンジ	7	むしろ	70
本箱・戸だな	29	ストーブ	81	苗箱	10
机	34	ミシン	5	たばこ関係	1
ベット	7	時計	1	ダンボール箱	100
タンス	535	自転車	6	ポンプ	3
応接セット	1	温水機	1		
イス	9			(その他)	
仏壇	4	食料	63	トレンチャ	1
		米 30Kg入	443	ころばし機械	1
本	1	食器類	5	オートカルチ	3
ふとん	605			サーモスタット	1
座蒲団・毛布	154	乗用車	191	動力	6
衣類	多数	貨物車	56	キック	10
				エンジン	4
ピアノ・オルガン	11	(農業関係)		発動機	10
こたつ	11			大工・工場機械	15
ステレオ	15	モーター	75	ファクシミリ	1
そうじき	8	コンバイン	33	ヒーガル	2
ドライヤー	1	バインダー	41	リフト	2
テレビ	94	田植機	75	自動販売機	1
冷蔵庫	227	乾燥機	84		
洗濯機	156	トラクター	37		
電気ガマ	1	テラー	86	ドラム油	7
扇風機	6	精米機	8	プラスチック製品	2,500
カラオケ	2	モミすり機	16	水道配管部品	1 式
クーラー類	22	耕運機	25	医療器具	1
ビデオ	5	ハーベスター	9	凝固剤	50
		草刈機	5	I C 板	5
ボイラー	16	粉ひき機	2		
風呂	19	もちつき機	2		

つ。そして、乗用車と貨物車を合わせると、249台の車の被害がある。生活用品では、たんす、畳、ふとん、衣類の被害が大きい。電気製品では、冷蔵庫、洗濯機等が目につく。また農村地帯らしく米43袋（30kg入）が被害をうけている。

明野町では、後述するように農協の保険によって、被害の補填が行なわれているが、その支払額は、一世帯当たり、170万円に及んでいる。200万円近い被害額が想像される。また、災

害後出されたゴミの量1300ton からみると、床上浸水した家では、約 5 ton 近いゴミが出されている。これは、通常のゴミの量の 5 年分に当る。

また災害という緊急事態に際して各自治体とも、当初計画していなかったさまざまな経費を支出している。例えば、筑波町では、8月5日に臨時町議会を開き、応急処理の費用5600万円の支出を採択している。ゴミ処理費だけで370万円の支出をしている。明野町の場合は、災害対策費として4246万円、災害復旧費として町費で2866万円支出している。また、住民税の減免等による、約1600万円の税の減収が見こまれる。合わせると、8700万円の臨時出費である。

(2) 救援対策（被害の軽減）

罹災された方々の被害を軽減するために、国、県、市町村、公的機関、金融機関そして個人レベルでの、さまざまな救援対策がとられている。その対策には、返済の必要のない、被災者への、金銭の補助、物資の供給、保険による補填、また、返済しなければならない融資がある。

個人の場合、同じような、浸水深になった場合でも、被害の程度は、大分異なるであろう。被害の種類・程度は物的なものから、生活の不便さ、精神的なものまで、多岐にわたる。被災者の方々への救援対策は、物的な損害への援助、生活の不便さを解消するための支援が中心となる。同じ様な、物的損失を被っても被災者の資力等により、その相対的な被害の重さは変わってくる。更に災害からの立ち直りの手助けをする、救済対策の成否によっても、被害の重圧感は変わってくる。

そこで、個人の方々への救援対策を表5.6へ示す。

被災者全員に関わるものは、国の対策では、災害救助法が適用された地域へ支給される日用品、市町村レベルでは、災害見舞金の支給である。この地区では、近くの町の災害担当者同士が情報交換を行なって見舞金の額を決めたとのことである。床上浸水2万円、床下浸水5千円が支給されている。有志から贈られた義援金・見舞物資も、全員に分けられている。明野町では、1千万円もが寄せられ、床上浸水の方に4万円、床下浸水の方に1万円が分けられた。見舞物資についても、衣類が100箱近く寄せられた。10月に入ってから、各自必要な物を、持っていってもらえるようにしたところ、冬物衣類中心だったためか、好評のうちに分配された。

市町村税及び県税の減免が行なわれる。町税についてみると、明野町の場合は、住民税237件 599万円、固定資産税 428件 223万円、国保保険料 142件 794万円、合わせて1625万円が減免される予定になっている。

県税については、10月末現在県全体で、住民税3500件、自動車税370件、個人事業税8件の申請があるとのことである。自動車税のうち、約300件は、水戸市内からの申請で、他の地区からの申請件数は少ないとのことである。

表5.6 個人への救援対策

	返 却 不 要			返 済 要	掛 金 要
	補 助 金	見舞金・物資	そ の 他	融 資	保 険
国	・ 求職者給付の支給 (土浦職安管内 該当者なし)	・ 災害救助法 によるもの (全員)		・ 災害復興住宅 資金 県全体 5 件	
県	・ 県税の減免 (61. 10. 末現在) 県全体 住民税 3500件 自動車税 370件		・ 県営住宅へ の優先入居 県全体 35件	・ 世帯更生資金 (低所得者層) 県全体 1 件	
市 町 村	・ 市町村税の減免 明野町 (概算) 住民税 237名 約 599万円 固定資産税 428件 約 223万円 国保保険料 142 件 約 794万円	・ 災害弔慰金 ・ 〃見舞金 床上浸水 2 万円 床下〃 1 万円	・ 生活相談 ・ 生活環境の 保全	・ 災害援護資金	
公 的 機 関		・ 義援金 明野町 床上浸水 4 万円 床下〃 1 万円 ・ 見舞物資	・ 災害時の 情報	・ 生活災害資金 (農協) ・ 災害特別融資 (銀行)	
個 人		・ 見舞金 ・ 見舞物資	・ 手伝い		
被 災 者					・ 水害保険 県全体 損害保険協会2600件 28億 8 千万円 全労済 1300件 4 億 3 千万円

また、被害者が入っていた保険により、被害が補填されたのは、どのくらいあるだろうか。
農村地帯であり、農協で取扱っている保険の支払件数を調べた所、次の通りであった。

	件数 (A)	支払額 (B)	(B/A)	床上浸水世帯数 (C)	(A/C)
明野町	130 件	2 億2900万円	176万円/世帯	266世帯	49%
筑波町	97 件	8300	86	490	20%
真壁町	43 件	3584	83	132	26%

明野町では、床上浸水世帯の半数は、この保険による支払を受けており、その支払額は、176万円に達する。また、筑波町、真壁町でも20%～25%の人々が、保険からの支払いを受

けていることになる。

真壁町では、被災しなかった近所の人々が炊き出しをしてくれた、また明野町では、被害を受けた人の家に手伝いにきていた人が、破堤による、浸水位の再上昇により、車の被害を受けたとの話をきいた。このように、親戚や知人による手伝いもされている。

農業関係の救援対策は充実している。農作物の被害については、国の制度である農業共済の制度により補填される。また、農地・農業用の施設の復旧については、前者については50%、後者については、65%の費用が助成される。

また、経営資金と施設復旧資金ということで、県の農林漁業対策で、低金利の融資と助成している。農協での融資も行なわれている。

商工業関係では、農業関係のような補助金等の助成は、行なわれていない。融資の制度は、いくつかある。最も低利なのが、県で行なっている中小企業緊急対策融資で年利4.9%である。これの利用者は、茨城県全体で54件、5億7,770万円の融資額(11月5日現在)となっている。国民金融公庫の災害貸付は、土浦管内で12件8,600万円となっている。

参 考 文 献

- 1) 石崎勝義ら(1982)：山地小流域の流出特性に関する研究－裏筑波流出試験地における解析例－，土木技術資料 24－3。
- 2) 水谷武司(1982)：茨城県南西部 桜川流域の防災地学環境，国立防災科学技術センター研究報告第27号，25－47

6. 那珂川の水害

佐藤照子

6.1 那珂川流域の概要

(1) 地形

那珂川は流域面積3270km²，幹川の距離150km，支川の距離あわせて1610kmの河川である。この流域面積は日本で18番目の大きさである。

図6.1に那珂川流域の概略の地形区分を示すが，次のように，大きく4つに分けられる。

①源流部の山岳地帯(標高1917m～500 m)

那須岳(標高1917m)を頂点とし急峻な山岳地帯を流れ下る。

②上流部の高原地帯(標高 500m～ 300m)

高原を 200～ 300mの浸食谷を形成して流れ下る。

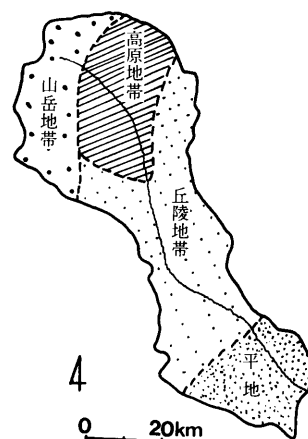


図6.1 那珂川流域の地形区分

③中流部の丘陵地帯（標高 300 m～30 m）200～300 m の山波が続く山間部を流下する。

④下流部の平地（標高30 m～0 m）

茨城県御前村で平地に出て、河道は台地を開析して流れる。

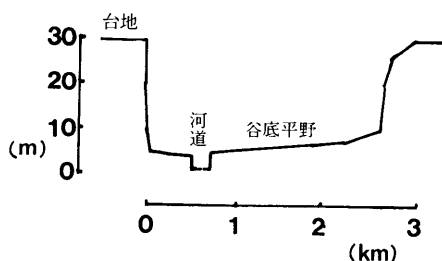


図6.2 那珂川下流部の地形横断面図
(水戸付近)

この河川での水害危険地帯は下流部の平地である。下流部の地形断面の典型的な例を図6.2に示す。水戸周辺では、谷底平野の幅が約1 km, 谷底平野と台地との比高が約25 mである。このような地形のため、那珂川本川からの氾濫による水害の危険地帯はおのずと谷底平野に規定される。谷底平野は、主に水田として利用されている。自然堤防上には、古い集落や畑がある。最近、住宅が谷底平野に、広がり始めている。

那珂川流域問題研究会では、浸水実績図を作成して、市役所等に掲示している。その図には、昭和36年6月と、57年9月の洪水の浸水域が示されているが、いずれも、谷底平野に沿って広がっている。このパンフレットによれば、那珂川流域は昔から、たびたび洪水に見舞われ、昭和に入ってからでも、13年7月、16年7月、22年9月、33年9月、36年6月、41年6月、57年9月と大きな洪水に見舞われている。

(2) 流出特性

平常時の那珂川の流出特性について、みておく。

植原ら(1983, 1985)は、長期水収支解析により、流域の保水性を検討しているが、那珂川・野口地点は、全国的にみても、保水機能の大きい地域に分類されている、また、流量年表から野口地点(流域面積2181km²)とほぼ同じ流域面積を持つ河川を、気候の著しく変わらない関東・東海の河川から抜き出して、豊水・平水・低水・渴水流量を比較してみた(図6.3)。比較した河川は、ほぼ同じような値を示している。那珂川は鬼怒川(水海道地点)とほぼ同じような水文特性を持つ河川で、流域の保水機能の大きい河川といえる。

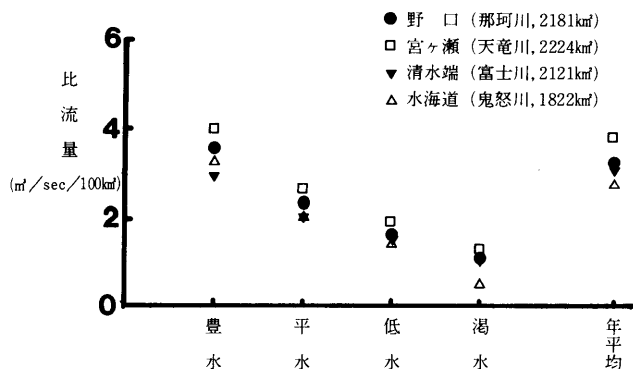


図6.3 流況曲線

(3) 河川改修

那珂川の河川改修の進捗状況は、計画の30%といわれる（建設省、常陸工事事務所）。

図6.4に今回の氾濫域となった下流部の河川改修状況を示す。太い実線が堤防の既設区間、太い破線が暫定堤防区間となっている。水府橋の下流右岸側と、千代橋上流側に一部堤防の完成区間があるが、那珂橋より下流側では、無堤が暫定改修区間である。

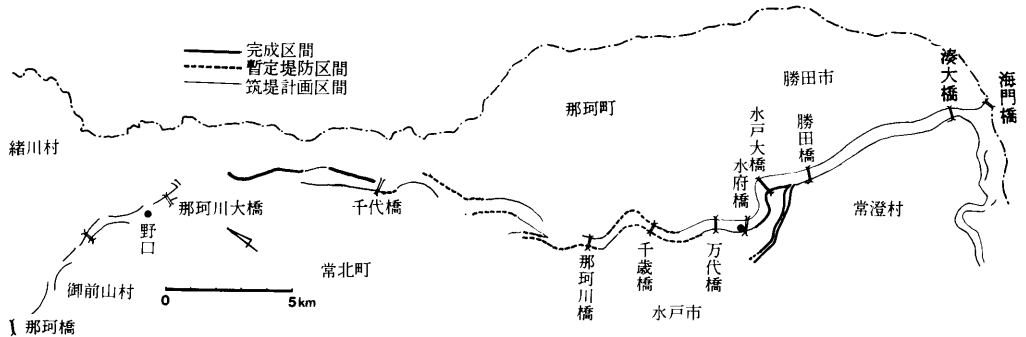


図6.4 那珂川改修計画図

流量配分図

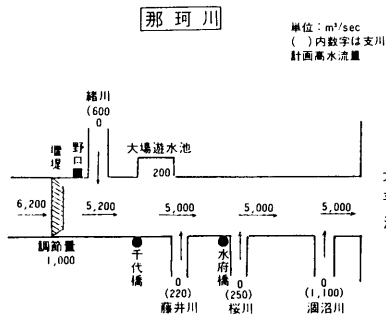


図6.5 那珂川流量配分図

常陸工事事務所の話によると、隣の久慈川の河川改修率は、80%近くにおよんでおり、これは久慈川流域では、住民が改修に熱心なためとのことである。那珂川流域でも、災害後堤防築造の要求が強く出ている。

那珂川の流量配分図を図6.5に示す。水戸周辺で計画高水流量5000m³/secとなっている。現在の河道の流下能力は、2000m³/secである。これを、築堤と川底の掘削によって計画流量を流下できるようにしようとしている。今回の最大流量は4400m³/secと推定されるので、約半分があふれ出したことになる。

6.2 出水特性

(1) 雨量と浸水域

那珂川流域の台風10号の各地点の総雨量を図6.6に示すが、左岸側で、若干少ないようにみえる。

図6.6中で、流域内にある観測所の雨量を平均すると245mmとなる。流域雨量は250mmに近かったといえる。この雨は、約1日の間に降り、水戸では24時間降水量の最大値（昭和46年

以降) 199.5mmを更新し、288mmを記録した。

表6.1に最近の大きな6つの洪水の雨量が示してあるが、これと比較しても総雨量、短時間雨量とも今回の洪水は大きい値である。

この大雨により、那珂川下流部の低地では、氾濫が起きている。浸水戸数は、流域全体(茨城県内)で、4200戸に及び、家屋の半壊・一部破損も11棟ある。下流部の浸水域は、図6.7に示してある。水戸市には、災害救助法が適用されている。

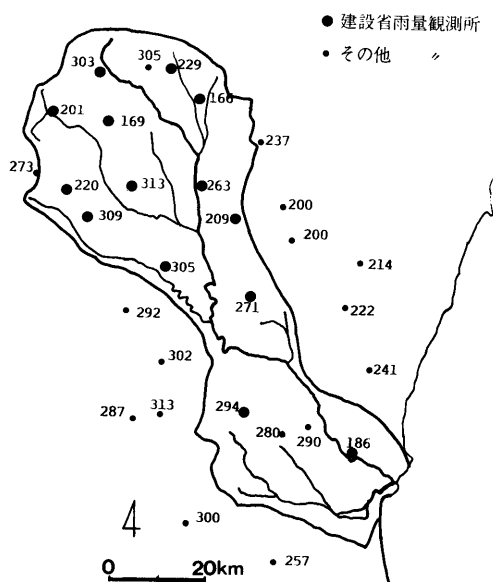


図6.6 台風10号の総雨量分布図

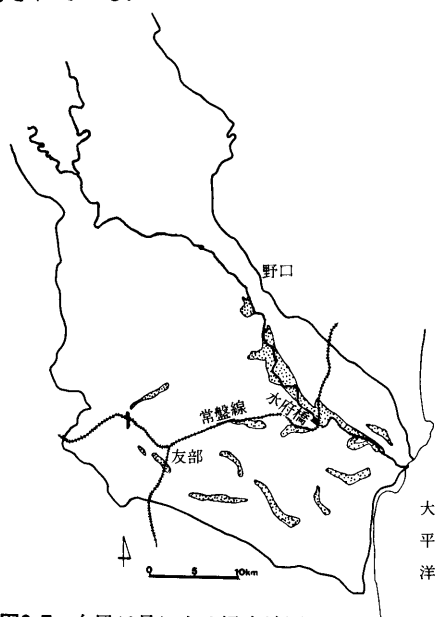


図6.7 台風10号による浸水域図
(那珂川下流部)

図6.8に水府橋のハイドログラフを示す。5日2時には、警戒水位4.0mを越し、5日10時には計画高水位 8.152mを越し、16時30分には最高水位9.15mを記録している。溢水は9時頃から始まっている。

図6.9は、5日14時30分頃撮影された空中写真から、水戸の被災地の中心部の浸水域と洪水流の状態を判読したものである。水府橋の水位のピークが16時30分頃であるので、水位上昇中の空中写真である。浸水域は、河道沿いに谷底平野に広がっている。県庁や水戸の中心街は、台地上の安全な所にあるが、住宅地が谷底平野に拡大してきている。浸水被害の大きかった水戸市水府町や青柳町、勝田市枝川町は、水戸の中心街からも近く、空中写真からも、住宅の密集しているのが分かる。

水戸周辺では、河道は谷底平野の右岸寄を、大きく蛇行している。浸水域も右岸寄の谷底平野となっている。左岸側の台地に近い所では、浸水していない。また、水戸大橋周辺で築堤が完成している城東地区では、浸水していない。暫定堤防からは、溢水している様子が見

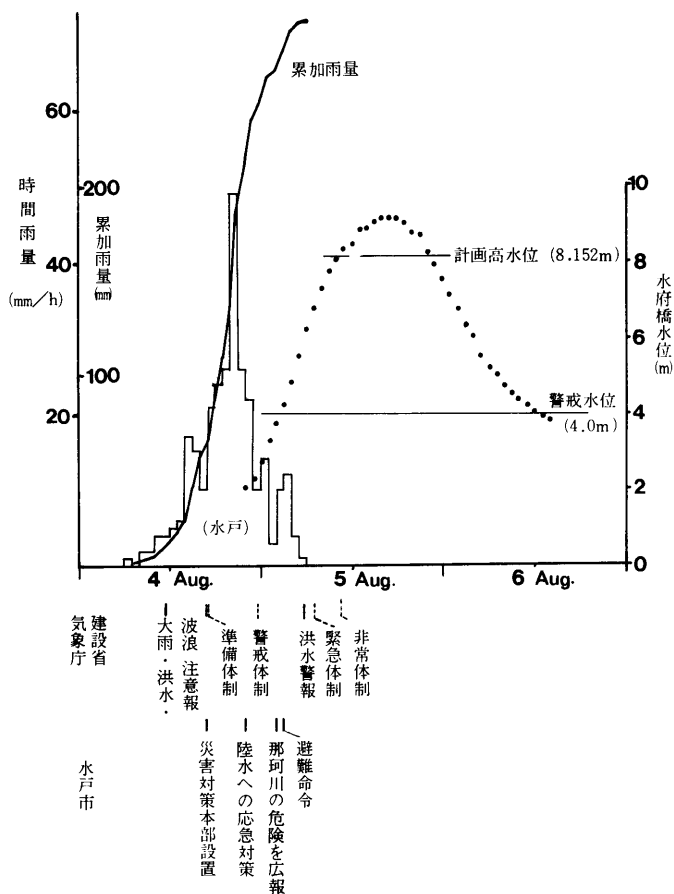


図6.8 水府橋の水位ハイドログラフ

えるが、溢水した水の勢いは、強くない。しかし、無堤部では、河道からあふれた水は、波をたてて激しい動きをしている。

根本町付近は、無堤であり、河道も少し曲がっているため、河道から溢流した水は、下流の河道へと向かって勢いよく流れている。ここでは、大きな納屋が流された家もある。根本町の対岸（左岸）も無堤である。暫定堤防が終っている所から、洪水流が弧を描くように空地に広がり、一部は万代橋の方へ、一部は青柳町の方へ流れている。青柳町も水府町も無堤で、しかも河道が屈曲してポケットのようになった所にある。河道からあふれた水は、最短

距離を進むかのように、下流の河道めざして家屋の間を通り抜けながら流れていく。水戸大橋周辺では、河道の屈曲に沿って、完成堤防があり、洪水が流下できる幅が狭くなっている。そのため、水府町、青柳町、枝川町では、浸水深も大きくなり、被害も大きくなったのであろう。

(2) ピークの伝播速度

台風10号による、今回の出水について、那珂川の既往の洪水と比較しながら、その出水の特性を述べる。

表6.1に最近の6つの洪水について幾つかの出水の特徴を表す数値が示してある。これは、建設省発行の高水速報のデータを用いて求めたものである。降雨量は、記載されている全部の雨量観測点の観測値を単純平均したものを流域雨量として用いている。ピーク流量は、洪水時の流量観測値から求めた、また今回の流量については、今までの水位－流量観測値から、

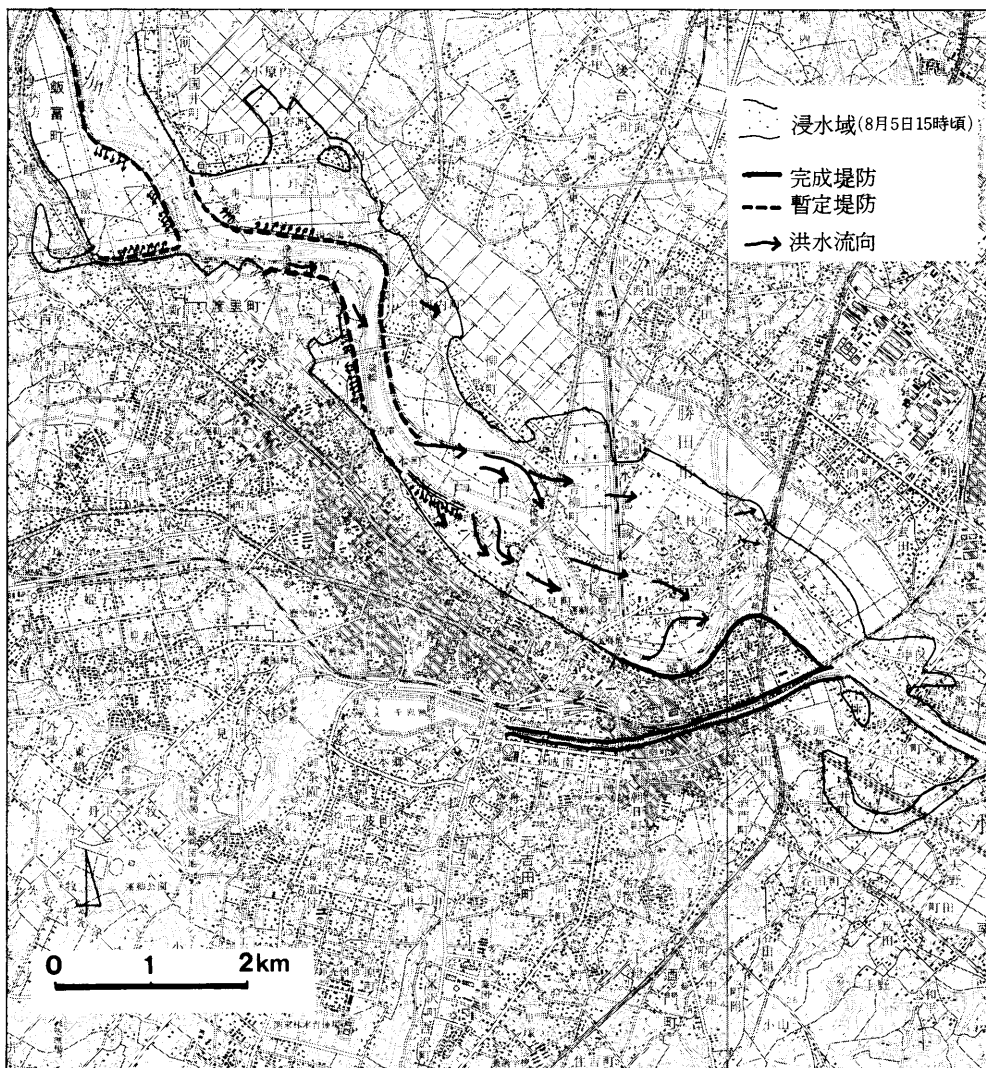


図6.9 浸水域と浸水流の動き（8月5日14時30分頃）

表6.1 那珂川の過去の洪水の流出係数・伝播時間等

洪水月日	流域平均雨量 ()内最大 3時間雨量	降 雨 継続時間	水 府 橋				野口 — 水府橋間		小口 — 野口間		備 考
			最大水位	最大流量	平均 (r) 降雨強度	ピーク流出 係数(f)	ピーク出現 の時間差	ピークの 伝播速度	ピーク出現 の時間差	ピークの 伝播速度	
年 月	mm	時間	m	m ³ /s	mm/h		hr	m/s	hr	m/s	
S 54. 10	143 (47.0)	44	2.15	2,000	6.2	0.46	3	2.4	5	2.4	
S 56. 8	124 (29.0)	51	2.00	1,600	5.3	0.43	4	1.8	4	3.0	
S 56. 10	128 (54.5)	20	1.93	1,500	5.8	0.36	5	1.4	—1	—	
S 57. 8	67.5 (21.2)	78	1.70	1,200	2.2	0.77	5	1.4	6	2.0	降雨、ハイドログラフも とも2つのピークあり
	36.0 ()						5.5	1.3	3.5	3.5	
S 57. 9	178 (56.0)	65	7.05	2,900	5.8	0.71	4	1.8	7	1.7	
S 61. 8	249 (66.8)	29	9.12	4,400	11.1	0.56	5.5	1.3	5	2.4	

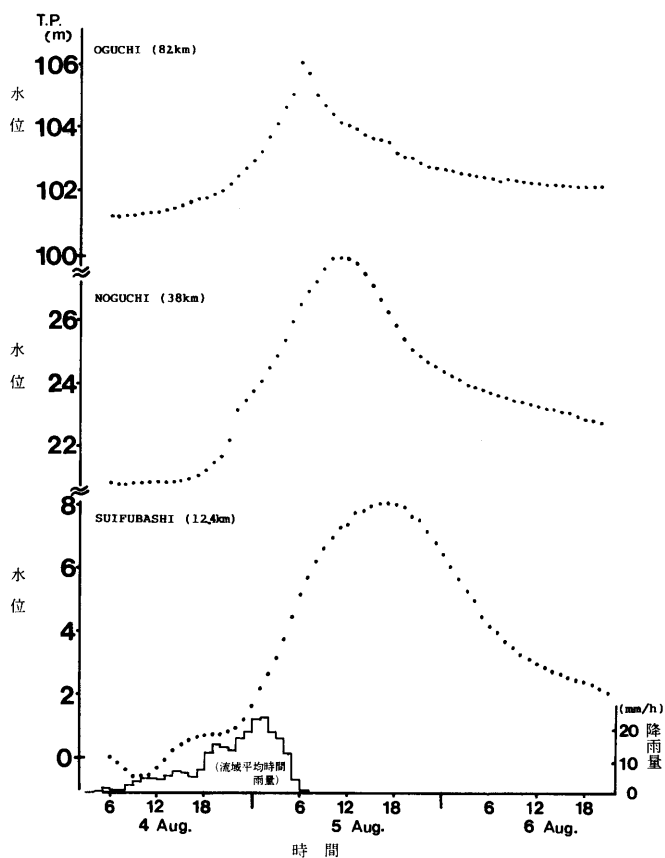


図6.10 水位ハイドログラフ（小口・野口・水府橋）

水位－流量曲線を作り求めた。

最初にピークの伝播速度について述べる。

図6.10に那珂川の3地点（小口・野口・水府橋）の水位ハイドログラフを示す。溢水の起きている水府橋地点では、ハイドログラフの頂上が平になり、溢水が生じている様子が分かる。

各水位観測点の最高水位の出現時刻の差から、洪水のピークの流下時間を求める。

	ピーク水位	ピーク発生時刻	河口からの距離	平均河床勾配	ピーク伝播速度
小 口	6.1 m	6 日 6 : 00	82.0 km		
(A)		(5 h)	(43.7 km)	1 : 550	2.4 m / sec
野 口	5.9 m	6 日 11 : 00	38.3 km		
(B)		(5 h 30)	(25.9 km)	1 : 1100	1.3 m / sec
水府橋	9.1 m	6 日 16 : 30	12.4 km		

ピーク伝播速度は、小口・野口間（A）で 2.4 m / sec, 野口・水府橋区間（B）で 1.3 m / secである。氾濫のあった下流部の方、つまり後者の方は前者の半分のピーク伝播速度となっている。

ピーク伝播速度の概略の評価として平均流速を用い、水位、河床勾配等によって生じる速度の違いを、マンニングの式から求めると、B区間の流下速度はA区間の 0.8程度、つまり 1.9 m / sec程度が妥当である。しかし今回は約半分となっており、B区間の流速がA区間に比べ遅いように見える。

そこで、既往の洪水の野口・水府橋間のピークの流下時間を水府橋の水位との対応でグラフにしたのが図6.11である。今回の洪水では、上・中・下流の降水量がそれほど変わらないが（図6.6参照）、洪水によっては、降雨分布が著しく異なるものもあり、距離の短い野口・水府橋間（25.9km）のデータを用いている。

図6.11において星印を除くと、水位が高くなる、つまり流量が増えると、ピークの流下時

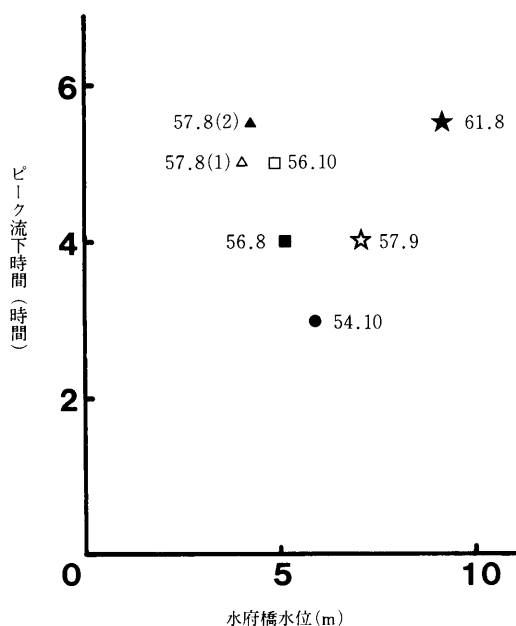


図6.11 ピーク流下時間
と水府橋水位

間が短縮している傾向がはっきり現れている。この図は、水府橋の水位との対応で書いているが、野口の水位との対応で書いても同じ傾向になる。黒星印は、今回の洪水で氾濫が起きている。白星印は、最近では大きな洪水で氾濫が生じている。このように、氾濫があった場合、水位が高いにもかかわらず、流下時間が大きくなっている。

河道から洪水敷へ水があふれ出した時の平均流下速度の低下の現象については、木下（1985）が指摘しているように、洪水敷の水の流れは、水深が浅く、しかも洪水敷の粗度は、灌木等により大きい為、流速が遅くなる。そのため、低水路に限れば、流下速度は増加するが、河道全体としての平均的な流下速度は、減少することになる。そのため、ここでみられるように、ピークの伝播速度も遅くなるのであろう。この傾向は、桜川においてもみられた。

（3）ピーク流出係数

洪水においては、ピーク流量の大小が直接に浸水深の大きさに結びつく。よく知られているように、合理式では、ピーク流量は、次のように表されると考える。

$$Q_p = f_p \cdot r \cdot A / 3.6$$

ここで、 Q_p ：ピーク流量（ m^3/s ）， r ：洪水到達時間内の平均降雨強度（ $mm/時$ ），

A：流域面積（ km^2 ）で、 f_p をピーク流出係数と呼んでいる。 f_p は、ピーク流量に寄与する有効雨量の比率を意味し、実用的によく用いられている。

ここでは、水府橋地点（流域面積 2,551 km^2 ）でのピーク流出係数を求める。洪水到達時間は22時間（ルチハの式より）とし、 r は降雨のピークを含む最大22時間降雨から求めた平均降雨強度を用いた。表6.1に今回の洪水と最近の5洪水について、その値を示している。

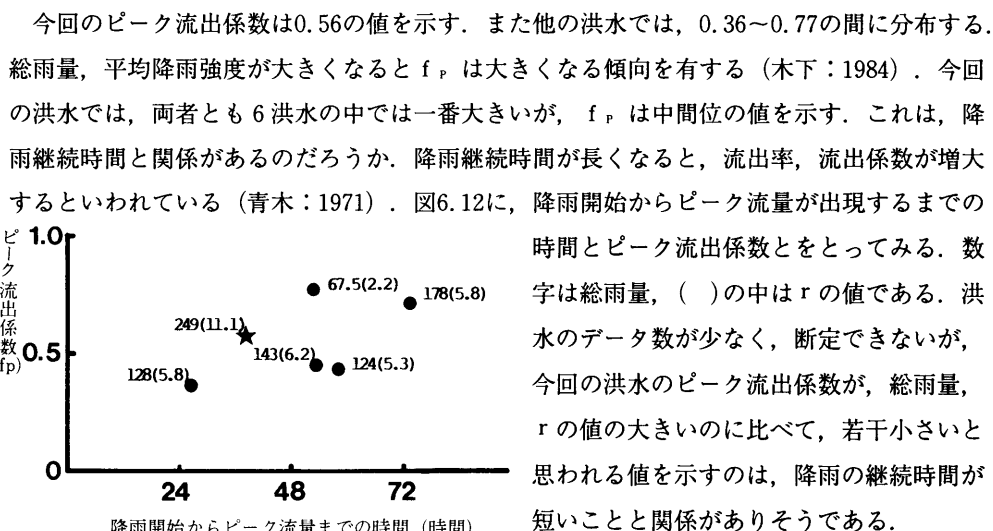


図6.12 ピーク流出係数と
降雨継続時間

6.3 警報

気象庁・水戸地方気象台では、台風10号にともなう大雨に対して次の様な気象警報等を発表している。

8月4日 11:30 大雨・洪水・波浪注意報

16:50 大雨・洪水警報、強風・波浪注意報

8月5日 5:50 洪水警報・波浪注意報

水戸市内では、8月4日の午後4時頃になると、内水による浸水が各地で起き、道路等が通行止になっている。そのため災害対策本部を午後4時50分には設置している。

建設省常陸工事事務所でも、那珂川流域の雨量の状況により、17時に準備体制に入っている。この時までの総雨量は、上流の塩原で54mmである。23時30分には、注意体制から、警戒体制に移っている。

水戸市では、8月5日の午前2時（水府橋水位 3.7m）には、那珂川流域の住民に対し、洪水の恐れがあるため、十分注意するように広報活動をしている。午前3時には、水府橋で警戒水位の 4.0m を越えたため、水戸市では、避難命令を出し避難所を設置している。

建設省常陸工事事務所・洪水対策本部では、計画高水位（8.152m）を越える出水を予想し、5日午前7時10分に緊急体制に入っている。計画高水位を越えたのは、午前10時すぎである。

氾濫原への浸水は、5日の午前9時頃から始まっている。すでに人々が活動を始めている時間である。

6.4 避難

水府町で被災者の方に、インタビューしたが、それによると、『増水していたので、川の様子を、何度か見に行ったが、あふれるとは思わなかった。』、『川があふれるとは思わなかったので、川岸のホテルの土のう積みを手伝いに行っていた。川が、あふれたので、あわてて戻ったが、あっという間に水が床上までできてしまった。』、また、よく浸水被害を受けている根本町でも、『浸水すると思っていたので、（いつもは、畳すれすれ位なので、）畳等を上げて準備していたが、水が侵入を始めるとすぐ、水かさは増し、床上1m位になってしまい逃げ遅れた。』等、川の状態を知っていた、あるいは、川に注意を払っていたのに、異常事態を予想できずにいる様子がみられた。

浸水が始まってから避難するまでの時間については水府町では、『9時すぎに道路に水がでて、避難したのは、12時30分～13時頃である。』土のう積みに行っていた人も『溢水が始まった9時には家に戻っているが、避難したのは、水嵩が増してからである。』

上述の様に避難が遅れた様子は、救助者の数からも想像できる。水戸市内では、2431人が、ヘリコプター（8機）やボート（28隻）で救出されている。この数は、床上浸水による被災者数の約40%にあたる。

避難に当たっては、近所の人々と声を掛け合って避難した様子がインタビューからも伺えた。水府町では、町内会の若い人が、船を使って、逃げ残った人々を救出したとの話もきいた。

避難はとりあえず、高い道路にしたり、近所の高い家に世話になったり、2階に避難していた人もいた。

避難所の利用者の数も多く、最高1857人となっている。

6.5 被害

那珂川流域での、浸水戸数（茨城県内）は床上浸水2943戸、床下浸水1301戸にのぼっている。家屋の崩壊は2棟、一部破損は9棟に及んでいる。死者1名は、洪水の写真を撮影しようとして水路に落ちたらしい高校生である。浸水被害のほとんどは、水戸市でおきている。

ここでは、水戸市での被害を中心に述べる。水戸市内の被害の内、那珂川の氾濫原の被害が、95%を占める。5%は、台地上の浸水被害（陸水と呼んでいた）である。

農作物の被害について見ると、田畑の冠水は、1262haに及び、被害の総額は、12億7千万

円となっている。この内、水稻の被害は、約20%である。桜川流域での水稻の被害率80%と比べると、大分小さい値を示す。これは、大都市近郊のため野菜作りが盛んなためと考えられる。

また、単位浸水面積当たりの被害額を水戸市と明野町で比較すると、水戸市では、1ha当り、100万円、明野町では、72万円となり、水戸市の方が大分大きい値を示す。此は、水戸周辺の農業が、大都市近郊型の集約農業によるためであろうか。

	田畑の冠水面積	農作物の被害額	単位面積当たりの被害額
明野町	1367ha	989,983千円	724千円/ha
水戸市	1261ha	1,273,690千円	1,100千円/ha

浸水すると、畳を初めとして、衣服、家具等、家庭内の物品が使えなくなり、ゴミとして捨てられる。行政側では、特別にゴミ収集を行なう。ゴミの量は、一般世帯の被害を受けた物品の量の比例すると考えられる。

水戸市では、約 12,000tonのゴミが出されている。明野町では、約 1300tonが出ている。これを、単純に、床上浸水の世帯数で割ると、水戸市5.6ton/世帯、明野町4.9ton/世帯となる。両者共5ton近くの値を示す。ゴミはもちろん床下浸水でも出るし、浸水深・浸水時間・被災者の資産の量・暮らし方等によってもその量や被害額は変わってくる。尚、ゴミは、北茨城市の炭田跡で処理されている。

参 考 文 献

- 1) 青木佑久 (1971) : 洪水の流出率とラショナル式の流出係数. 土木技術資料13-2.
- 2) 植原茂次・佐藤照子 (1983) : 日本の河川流域の月単位水収支と水文特性 (第1報). 国立防災科学技術センター研究報告第30号, 25-64.
- 3) 植原茂次・佐藤照子 (1985) : 日本の河川流域の月単位水収支と水文特性 (第2報). 国立防災科学技術センター研究報告第35号, 155-228.
- 4) 大山年次 (1977) : 地学のガイド・茨城県, コロナ社.
- 5) 木下武雄 (1984) : 到達時間流出率を用いた流出係数の解明, 土木学会第39年会次学術講演会, P 37.
- 6) 木下武雄 (1985) : 都市化による河道改修が流出に及ぼす効果. 第29回水理講演会論文集, P 37.
- 7) 那珂川流域問題連絡会: 那珂川流域の浸水実績

7. 栃木県茂木町の水害

水谷武司

7.1 栃木県の災害状況

栃木県では雨は東部で強く降り、総雨量は多いところで300mmを越えた。鬼怒川上流流域などではあまり多くなかった。東部では雨は8月4日の朝4時ごろから降り始め、夜に入ってから一段と激しさを増し、5日の2時ごろピークに達して朝8時までには降りやんだ。1時間雨量の最大は50～60mm程度と、この地方としては大きなものではなかったが、かなり強い雨が休みなく降り続いたため、総雨量としては記録的なものとなった。この大雨で県内の16河川が警戒水位を越え、茂木町を流れる逆川、宇都宮市を流れる山田川などの小河川が氾濫した。

栃木県の被害は、死者6、住家の全壊39、半壊99、床上浸水1847、床下浸水4831、被害額は約550億円である。被害が大きかった茂木町、益子町および芳賀町には、栃木県では初めての災害救助法が適用された。降雨強度が小さかったので山崩れの発生は少なく、被害の大部分は河川の氾濫によるものであった。ただし、死者6人のうちの4人は、山崩れによって生じている。

県東南部の八溝山地内に位置する茂木町は、24時間雨量330mmという豪雨により、死者3、住家の全壊・流失22、半壊76、浸水898などの大きな被害を被った（表7.1）。このうち山崩れによるものは死者2、全壊2で、これ以外の大部分は、那珂川の支流、逆川の氾濫によって生じた。

7.2 茂木の地形条件

逆川は、流域面積115km²、流路長26kmの山地小河川である。八溝山地はこのあたりでは起伏が小さく、逆川は比較的緩やかな、幅狭い谷底低地面をつくって流れている。茂木町（人口19,500人）の中心市街は、この谷底低地を閉ざすようにして展開している。逆川の流路は市街地内ではほぼ直角に曲り、比較的大きな支流である坂井川がそこへ合流している。また、図7.5に示すように、市街地部分において谷底低地面勾配は上流よりもやや大きくなり、約1/200である。これらは氾濫を助長し、その水深・流速を大きくする要因となるので、茂木市街は、地形的条件からみれば、山地洪水の危険度が大きい場所と判断される。

このため茂木は頻繁に水害を被っている。表7.2は茂木町報から引用した災害年表である。これによると茂木は平均して30年に1回大きな水害に見舞われている。今回のような規模の水害の最近のものは、66年前の1920年（大正9年）における水害であると推定される。しかし、水害の危険が大きい土地であるという意識は、住民にはあまりなかったようである。

表7.1 茂木町の被害

区 分			被 害	
人的被害	死 者		人	3
	負傷者	重 傷	人	4
		軽 傷	人	54
住家被害	全 壊		棟	23
	半 壊		棟	76
	一 部 破 損		棟	11
	床 上 浸 水		棟	735
	床 下 浸 水		棟	163
公立文教施設			百万円	28
農林水産業施設			百万円	1,011
公共土木施設			百万円	2,509
その他の公共施設			百万円	220
農 産 関 係			百万円	616
林 産 関 係			百万円	20
商 工 関 係			百万円	6,546
被 害 額 計			百万円	10,950

表7.2 茂木町の災害年表

1728年（享保13年）9月1日～2日、60年来の大
 雨で逆川洪水、山崩、川欠、田畑損し田作3分
 作、世上困窮となる。

1786年（天明6年）7月14日～17日、大雨降り続
 き逆川大洪水、上流小貫村の田地は砂河原とな
 り、山崩れで家多く潰れる（上郷9軒、吹田23
 軒7人死、仏の山・笠間城崩れる）那珂川も大
 洪水、田方残らず 荒て米価100 文で5号に上
 昇困窮す。

1846年（弘化3年）7月～8月、逆川大洪水。用
 水堰流出20カ所、橋渠同20カ所、山崩50カ所、
 川際堤防決壊3カ所、長さ300 間余の被害が出
 る。

1878年（明治11年）9月13日～16日、暴風雨によ
 り逆川が出水し、茂木町全体が江河のようにな
 る。

1910年（明治43年）8月11日、逆川河水氾濫して
 、茂木の大半が浸水し、安養寺橋・寺町橋・正
 明寺橋・裏町橋・下橋流出する。

1920年（大正9年）10月、暴風雨により逆川氾濫
 し、茂木町内で床上浸水610 戸の被害を出し、
 茂木電燈の供給区域である茂木・七井・長倉・
 益子・祖母井・市塙は長期停電となる。

1938年（昭和13年）9月15日、大暴風雨のため逆
 川、那珂川大洪水。須藤村内で浸水20戸、流出
 3戸の被害出る。上河井河岸流され廃業。

1949年（昭和24年）8月31日～9月1日、キティ
 台風により逆川氾濫。

1986年（昭和61年）8月4日～5日、台風10号崩
 れの集中豪雨（328.5 ミリ）で、逆川大洪水
 （死傷者62人、全半壊家屋99棟、浸水家屋1,585）
 棟、河川決壊90カ所、道路決壊302カ所）。

（町報「もてぎ」による）

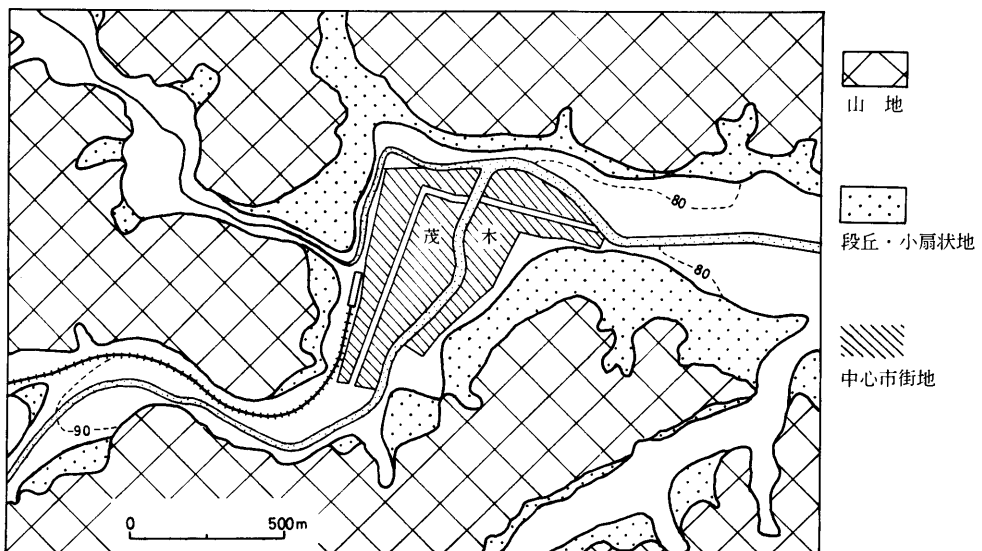


図7.1 茂木周辺地域の地形

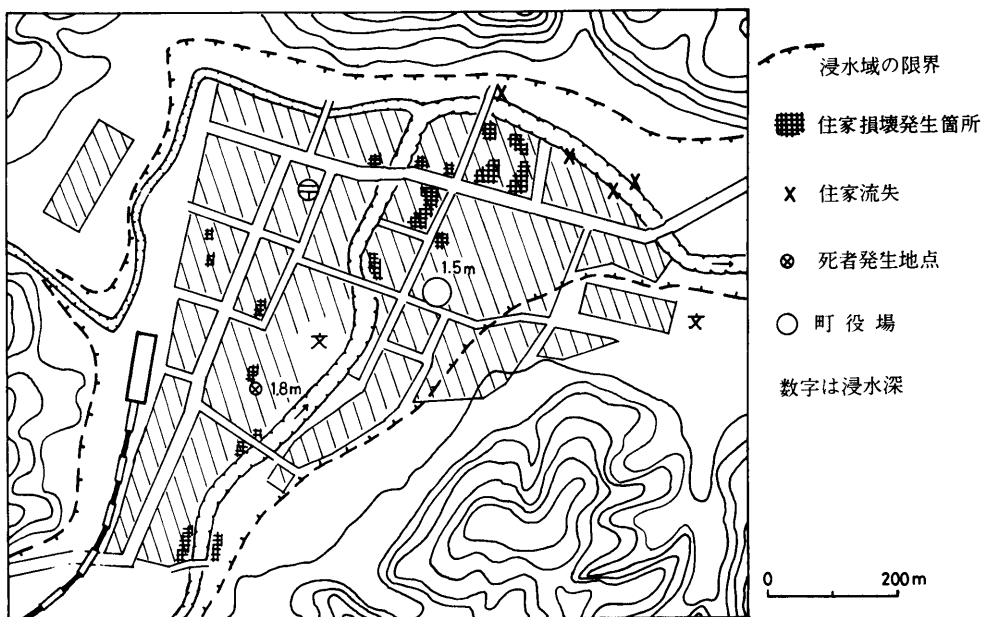


図7.2 茂木の被災域

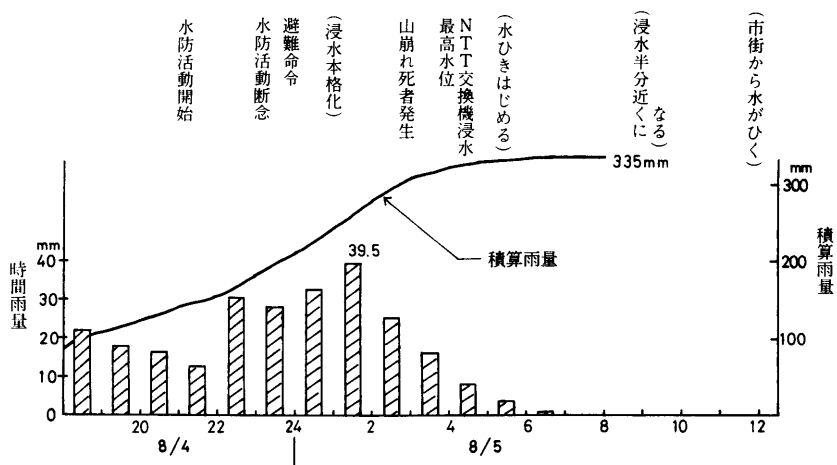


図7.3 茂木における災害の経過

7.3 水害の経過

雨が一段と激しくなってきた4日20時すぎ、逆川が溢れはじめたので、土のう積みの水防活動が21時ごろから実施された。20時30分には大雨・洪水警報が出された。雨はさらに激しくなり、逆川の流量も増して、土のうが流されはじめたので、夜半すぎには水防活動が断念された。23時45分には町役場から避難命令が出された。

この非常事態は、広報車のマイク、消防自動車のサイレンなどによって町内に伝えられた。水防活動を中止した消防団員らは、各戸を巡回して避難をよびかけた。しかし信用しない人は多かった。テレビも利用して避難のよびかけがなされた。ここはテレビ難視聴地域で共同受信が行われており、あいている2チャンネルを利用して、サテライト局から町内へのお知らせを行っている。この2チャンネルにテロップを流して情報を伝えた。

指定避難所である茂木小学校体育館と茂木町民センター（いずれも浸水域市街地内にある）に避難した人は約400人で、多くの人は自宅の2階や近所の家の2階に、水に追われて緊急に避難していた。増水が急なためやをえず電柱によじのぼって朝を待ったという消防団員が3人いた。明るい時であっても浸水市街地を行動するのは危険が大きいため、ましてや深夜の場合、手近な2階などに難を避けて水が退くのを待つというのが賢明である。

5日1時ごろから市街地内への氾濫が本格化した。3時には停電して暗闇となった。4時すぎに最高水位に達したが、このときの浸水深は1.5m前後で、谷底低地面の家のほとんどが床上まで浸水した。町役場の1階は机の高さにまで浸水した。4時40分にはN T Tの電話交換機が浸水して、5400回線が完全に不通となった。

家屋の全半壊は、街の北東部、谷底低地面中央部（やや外カーブ側）で多く生じた。ここは谷底低地面幅が狭くなっており、また大きな支流が合流していて、水深・流速がますますにあたっている。流速がとくに大きい河道側面部では、家屋の流失が生じた（図7.2）。

しかし洪水による死者は1名にとどまった（図7.2中のX印の箇所にて65才の女性）。山地洪水の常として増水が急激であり、また真夜中のこととて行動もままならず、2階へ逃れてただ夜明けを待つという状態であったことが、人的被害を少なくすることにある程度あざかったものと考えられる。このような洪水は水が退くのもまた早い。

山崩れによる死者は、3時15分に、市街から北西に6km離れた山間小集落で生じた。建物に近接していた高さ10mの崖の表層土が崩れ落ち、幅1間のサッシ戸を破って6帖間を埋め、母子が死亡した。隣の部屋は腰高の窓であったため土砂は窓下の板壁によって止められ、中で寝ていた人は無事であった。雨が強いときには崖側の部屋から離れているように心掛ける必要がある。また家の構造も、少しでも土砂の衝撃に抵抗するかあるいは、それをかわすようにしておくことが望ましい。

明るくなるころには水は退きはじめた。雨は朝7時に降りやんだ。9時ごろには半分ほどの家から水が退き、昼ごろには浸水家屋はなくなった。後には泥とゴミの山が残された。夕

方には電気が通じ、上水道の供給も始まった。

ほとんど総ての家庭のタタミや家具類，商店の商品類が水びたしとなり，これらがゴミとして路上に積み上げられた．その量は2万 m^3 ，2トントラックで1万台分にも達した．路上のゴミとその運搬のために町内の交通は混乱し，数日間役場職員は交通整理におおわらわであった．家の中のヘドロを洗い流したり，家具等を掃除するために，水道の使用量は普段の3倍にも達した．

重要な産業がコンニャクイモの栽培であり，茂木が終点である国鉄真岡線は廃線の対象となっているという過疎の街に，この水害は大きなダメージを与えた．明治のころから現在の規模の街並が揃い，商店数は多く，タバコ耕作が盛んで，かつてはこの地域を中心であった．しかし，近年過疎の町に転じ，観光の町として再出発しようとしていた矢先であった．これによって客離れが生じ，周辺地域の人の足がますます遠のくことが懸念されている．直接の被害額は，商工被害だけでも65億円に達したと算定されている．

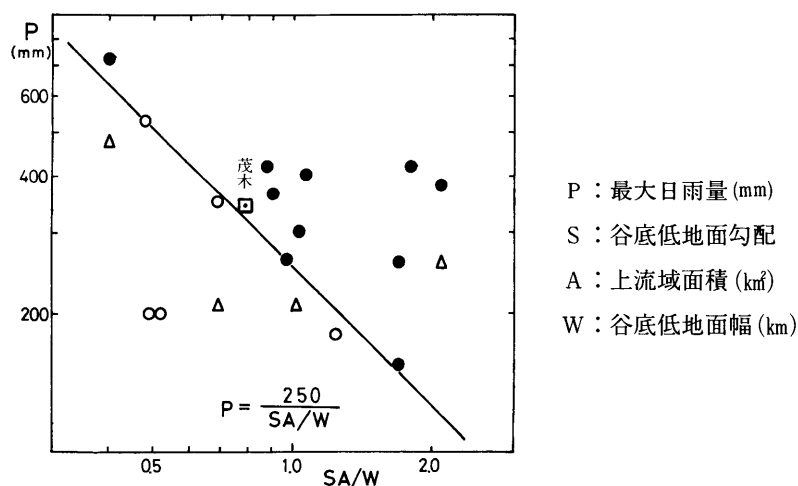


図7.4 山地洪水災害発生の限界条件

7.4 地形条件と防災

山地内に大雨が降ると，急勾配で幅狭い谷底低地では水深や流速の大きい激しい洪水が発生する可能性がある．これまでに大量の人的・物的被害を引き起こした水害の大部分は，茂木のような山地内谷底低地に位置する市街地で生じている．過去の山地洪水災害事例の分析結果に基づき，茂木のような地形条件（谷底低地面勾配1/200，上流域面積68 km^2 ，谷底低地面幅300～500m）のところに，家屋の流失をもたらすような洪水を引き起こす限界の日雨量

を求めてみると、約300mmとなり、今回の雨量にほぼ一致する（図7.4）。

山地内谷底低地では、河道の流下能力とはいわば無関係に、低地面内全面を流れ下る洪水が、かなりの頻度で繰り返されるとしなければならない。したがって、河川改修だけに依存せず、警報・避難の態勢を高め、また浸水から家財、商品等を守る手段を準備しておく必要がある。図7.1に示すように、山地縁辺には小扇状地や段丘などの比較的平坦な地形が、小規模ではあるが形成されている。ここは谷底面よりはやや高いので、浸水を被っていない。市街地はこのような少しでも高い地形面上に立地することが望まれる。

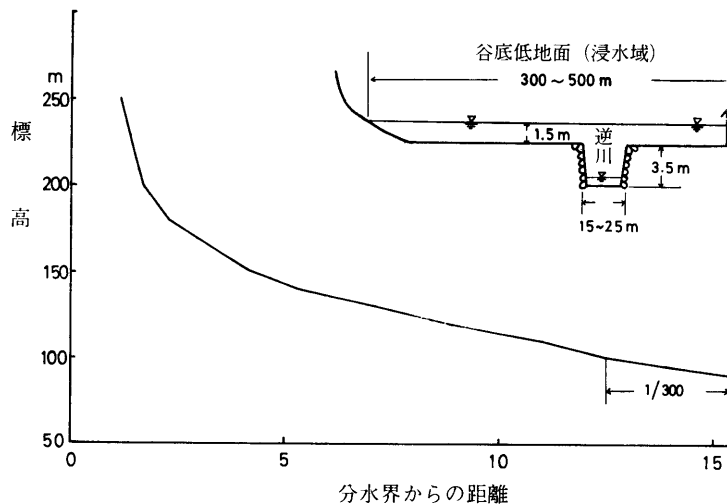


図7.5 逆川の縦横断面図

8. 大北川の氾濫

岸井徳雄

大北川は、茨城県の北部、福島県との県境近くにある（図8.1）。地形図（国土地理院発行、5万分の1）によると流域は、東西20km、南北10kmの大きさで、流域面積は河口地点で192 km²である（図8.2）。流域最高点は872m（T. P.）でここからはほぼ東へ向かって流下し、河口から上流約3 kmの間に平地があり、その他の流域は山地となっている。河口近くで北から流入する支川花園川と合流し、北茨城市磯原町南側の常磐線鉄道橋を過ぎた地点から流路を北東に転じ、約1.2km下流して太平洋に注ぐ。流路を東北に転じた地点から下流右岸側は、細長い河口洲を形成している。

この大北川下流域の低地は、水害を受け易い地域で、最近では、昭和54年10月の台風20号により、北茨城市で床上浸水141世帯、床下浸水389世帯の被害を生じている。

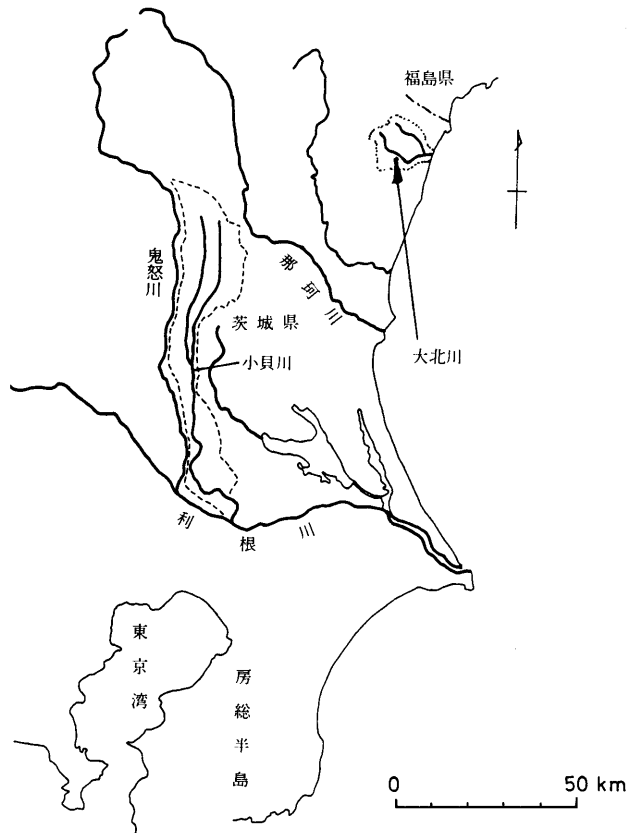


図8.1 大北川の位置（点線は流域界）

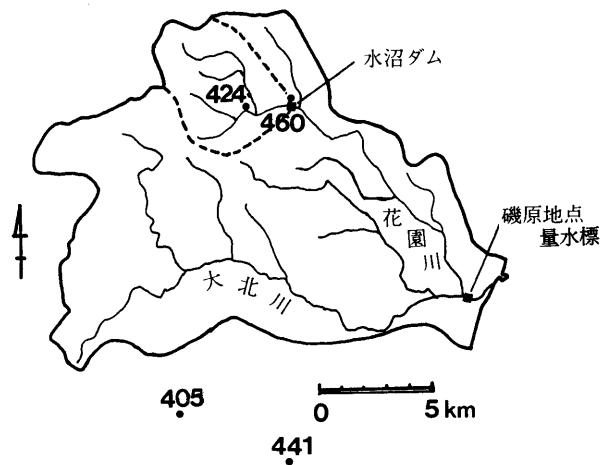


図8.2 大北川流域図（点線は水沼ダム流域，数字は8月4日～5日の総雨量(mm)）

561.8.12

- 78 -

8.1 降雨・河川水位・被害の概要

8月4日午後から降り始めた雨は、同日夜半から翌日早朝にかけて強雨となった。磯原町の西北約9kmにある水沼ダム地点の総雨量は460mm、最大時間雨量強度は57mm(8月5日4時～5時)を記録した。

この大雨により大北川の水位は急上昇し、常磐線鉄道橋地点で、8月4日21時に警戒水位3m(量水標水位)に達した。その後も水位は上昇は続け、8月5日午前7時に最高水位4.89m(量水標水位)に達した(図8.3)。

この水位上昇で、8月5日6時30分頃、常磐線鉄道橋の直上流及び直下流から、洪水が越流し、氾濫水は、磯原町の駅西部、さらには鉄道路床を越流して駅東部の磯原町の中心街を浸水させた。この中心街は、駅西部からの氾濫水に加え、北方の河口の無堤部からの流入、鉄道橋直下流からの流入により、浸水被害を生じた。

台風10号による水害被害は北茨城市において浸水家屋783世帯(床上浸水479世帯、床下浸水304世帯)、田畑の流失・冠水計614ha、その他の公共施設・農林水産被害等合計15億円に上った(表8.1)。この被害のほとんどは大北川の氾濫による磯原町の水害によるものである。

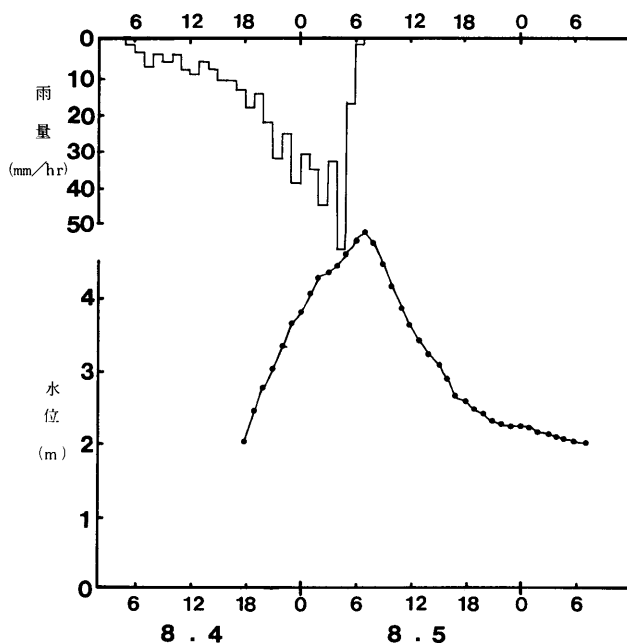


図8.3 水位～雨量図(雨量は水沼ダム地点、水位は磯原地点の量水標水位、平水位は0.5～0.7m)

8.2 氾濫水の流入箇所

氾濫水の流入箇所は、前述したように、鉄道橋直上流の左岸延長100m及び直下流左岸延長

5 mである。これらの個所から越流した原因は以下のように推定される。第1は鉄道橋地点での疎通能力が小さくなっていることである。この地点での河幅（左右岸堤防間距離）は約650 mであるが、左岸から右岸へ向かって350 mは、鉄道盛土で、残り右岸まで約300 mは、プレートガーダの橋梁である。そしてこの橋梁部分の桁下空間約3 mのみが河川の流下できる断面となっている。このように鉄道橋地点で河道の流水断面積が狭くなり、その結果、洪水はこの地点で堰上げられ、直上流左岸へ越流したと推定される。また、この地点の直下流で洪水が左岸で越流した。この個所は、延長5 mの区間の堤防天端が低くなっており、この部分から越流した。河口近くでは、住家がないため未改修区間である。洪水はこの区間の無堤部から流入したものである。その他越流を生じるまでには至らなかったが、左岸の市役所の裏側約500 mの区間で堤防法尻からの漏水があった。この漏水は、市役所職員等の懸命の水防作業により破堤を免がれた。尚、現在の鉄道橋の直上流に、左右両岸間全区間橋梁とした新鉄道橋が工事中である。

8.3 氾濫域

鉄道橋直上流の左岸堤防を越流した氾濫水は磯原駅の西側を浸水させた。この地区の地盤高は、3 m～5 m（T. P.）で浸水深は大きい個所で1.5 mに達した。氾濫域は、地盤高4 m～5 m（T. P.）の地区まで及んだ。

その後、氾濫水は、鉄道路床を越えて磯原町の中心街へ向かった。鉄道路床の地盤高は、大北川左岸堤防付近で5.6 m（T. P.）であるが、磯原町の中心街へ向かうに従って低くなり、左岸堤から約450 mの距離にある磯原駅付近で最も低く、3.6 m（T. P.）の標高となる。駅西部からの氾濫水は、この地盤高の低い磯原駅へ向かって流れたものである。

磯原町中心街の地盤高は、駅前で2 m（T. P.）、西方へ向かってやや高く3.2 m（T. P.）となる。浸水深は、磯原駅付近で1 m程度であった。

磯原町中心街は、その他、鉄道橋直下流からの氾濫水及び北東部の河口付近からの流入水が加わって大きな浸水被害が生じた。

以上述べた磯原町の市街地の浸水域を図8.4に、浸水状況を写真8.1に示す。



図8.4 北茨城市磯原町市街地の氾濫域

9. 福島県の水害

水谷武司

9.1 水害の概況

雨は阿武隈、吾妻、那須などの山地部で多く、総雨量は300～400mmに達した。中央盆地内ではこれよりも100～150mm少なかったが、それでも福島市における24時間雨量264mmは、福島地方気象台開設（1889年）以来の記録となった。県西部の会津地方では150mm以下であった（図9.1）。

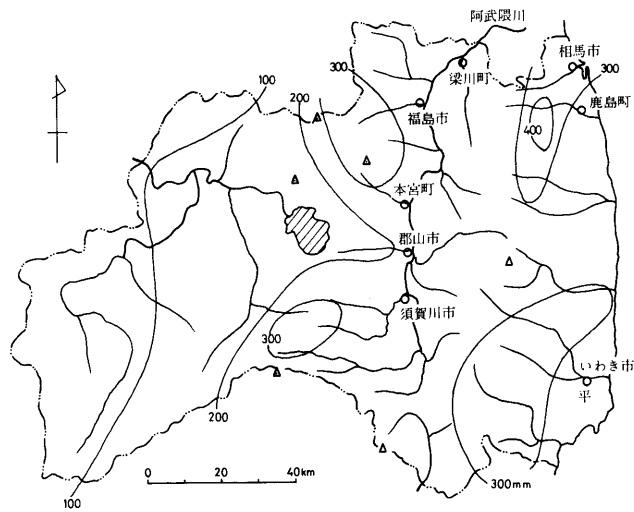


図9.1 福島県の主要災害地及び総雨量分布

この大雨により県中央部および東部のほとんどの河川の流域で氾濫が生じた。中央盆地内を北に流れる阿武隈川は、既往最大規模の出水となり、本川堤防が1箇所、合流点近くの支川堤防が3箇所破堤し、また各所で越水氾濫した。総雨量は多かったものの、その強度はあまり大きくはなく、1時間最大値は50mmに達しなかった。このため土砂災害は非常に少なかった。警察の調査による崖崩れ件数は5である。

郡山盆地および福島盆地では、阿武隈川の支川が本川に合流する付近での破堤、越流や、水門閉鎖による本川の河岸低地部での内水の湛水が目立った。被害が著しかったのは、郡山市、福島市、須賀川市、梁川町、本宮町などである。郡山市では支川堤防が左右両岸で破堤して、中央工業団地や卸売市場などが浸水した。福島市では小支川合流部の凹地に位置する市街地が、軒先にまで達する浸水を被った。須賀川市では阿武隈川の水位が計画高水位を63cm超過して越水が生じ、釈迦堂川合流点付近の低地が広範囲に浸水した。梁川町では2箇所破堤氾濫が生じて、地場産業に大きなダメージを与えた。本宮町では、水門閉鎖による小

支川の氾濫と本川の越水による浸水が生じた。これら以外のところでも、阿武隈川低地では各所で外水および内水による浸水が生じた。

県東部では夏井川の破堤・越流によるいわき市平の北部市街地の浸水、宇多川の氾濫による相馬市における浸水、真野川の溢水による鹿島町の浸水などが著しかった。

県全体の人工的被害は、死者 3、負傷者 8 で、記録的な大雨であったわりには少なかった（表9.1）。住家被害は全壊13、半壊31、床上浸水5,541、床下浸水8,464である。全半壊被害の大部分は洪水によって生じた。過去の主要洪水と比較してみると（表9.2）、今回の雨量は最大である。浸水被害戸数では、昭和16年の水害に次ぐ規模である。

表9.1 福島県の被害

区 分		被害	備 考		区 分	被害額	備 考	
死 者		人	3	郡山市 1 岩代町 1 川俣町 1	商 工 業	(百万円) 44,463	郡山中央工業団地 31,661	
負 傷 者		人	8	重傷(岩代町 1)			郡山食品団地 4,950	
							郡山卸売市場 1,172	
住 家 被 害	全 壊	棟	13	梁川町 4 福島市 3 郡山市 1 いわき市 1	土木施設	38,716	梁川町製造業・商店街 1,824	福島市 〃 1,230
	半 壊	棟	31	郡山市 8 梁川町 7 岩代町 7 相馬市 2			本宮町 〃 1,197	
	一部破損	棟	125	三春町 27 岩代町 10 飯野町 9 二本町市 7	農地林業	19,294	河 道 29,234	川 橋 6,979
	床上浸水	棟	5541	郡山市 1242 福島市 1202 いわき市 755 本宮町 711			治 農 地 1,378	
	床下浸水	棟	8464	いわき市1530 福島市 1315 郡山市 1310 相馬市 1115	農水産業	4,212	農業用施設 9,843	治 農 地 6,211
					そ の 他	1,005	山 地 1,962	農 作 物 3,558
				計	107,690			

（福島県の資料による）

表9.2 福島県の主要洪水

昭和年月	気象原因	二 日 雨 量 (mm)				死 者 行方不明	床上浸水	床下浸水
		福島	郡山	若松	平			
13.8	台 風	169	167	92	84	28	2211	3402
16.7	台 風	162	224	149	200	46	12011	13394
22.9	カスリン台風	158	174	204	118	11	544	1320
23.9	アイオン台風	194	116	109	127	16	2475	7304
31.7	梅 雨 前 線	126	114	125	55	33	1909	7465
34.9	伊勢湾台風	55	86	92	47	6	106	1182
41.9	台 風 26 号	151	109	67	114	14	2393	8133
52.9	台 風 11 号	109	81	98	205	2	2501	6716
57.9	台 風 18 号	128	33	128	82	3	561	4026
61.8	台 風 10 号	264	206	152	248	3	5541	8464

大雨洪水警報は4日18時に県全域に、阿武隈川上流に対する洪水警報は5日3時40分に出された。雨のピークは5日の未明であり、河川の氾濫は朝から昼までの時刻に生じている。避難勧告による住民の避難状況は、避難地区数62（いわき市、梁川町、本宮町で多い）、避難人員は5日4757人、6日1995人である。浸水が長びいた福島市南町と郡山市水門町では、避難所への避難が8月10日まで行われた。いわき市内郷小島地区では、地すべりが発生して8月の9日から14日まで41人が避難した。

一般住宅分を除く被害額の総額は1077億円と算出されている。この額は台風10号によって被害をうけた16都県中最大である。このうちの41%、445億円が商工業被害である。谷田川の破堤により水没した郡山中央工業団地の被害はとび抜けて大きく、317億円にも達し、造成工業団地の防災面での立地が改めて問題となった。

福島市、郡山市、須賀川市などでは、阿武隈河岸低地に設置されていたし尿処理やゴミ処理の施設12が浸水して、機能を停止した。

9.2 阿武隈川の洪水

阿武隈川は流域面積5400km²、流路延長239kmで、日本の河川中、面積で11位、長さで7位という大河川である。標高1900mの那須火山を最上流山地とし、福島県の中央に南北に並ぶ白河盆地、郡山盆地および福島盆地内を北に向かって流れ、阿武隈山地北端を回り込むようにして、仙台平野南端にて太平洋に注いでいる。流域の大部分が山地と台地で、沖積平野は狭い。北に向かって流れているので、台風の進行に伴う雨域の移動と、洪水波の進行とが重なりやすいという条件にある。今回の雨は流域の南部と北部とで2時間程度の時間差があった。

雨は4日の朝8～9時に降り始め、夕方ごろから一段と強さを増した。1時間15～30mmの雨が10時間程度も継続して明瞭なピークはないが、5日の1～3時ごろ最も雨が強かった。降り終わりは5日の朝である。福島県では雨量は那須山地、吾妻山地および阿武隈山地で多く盆地内で少なかった。一方宮城県では沿岸の平野部で多かった。流域平均雨量233mmで、これは1/90の確率規模である。総雨量としては、既往最大である昭和16年の7月の台風による大雨をしのぐものであった。

この大量の雨によって阿武隈川は大規模な出水をみた。出水の規模は昭和16年洪水に匹敵するものである（表9.3）。最高水位は、郡山で既往最大を11cm、計画高水位8cm上回った。須賀川では計画高水位を63cm上回った。1974年に改訂された岩沼（河口から8km）の計画高水流量は9200m³/s（これ以外にダム群で1500m³/s調節）であるが、今回の流量はこの計画流量に近いものであったと推定される。最高水位を観測した時刻は、中流部で5日の12～13時、下流部で14時ごろであって、時間差はわずかである。計画高水位を上回った時間は、須賀川で9時間、郡山で4時間であった。また、警戒水位を越えていた時間は、丸森で30時間、岩

沼で32時間であった（図9.3）。

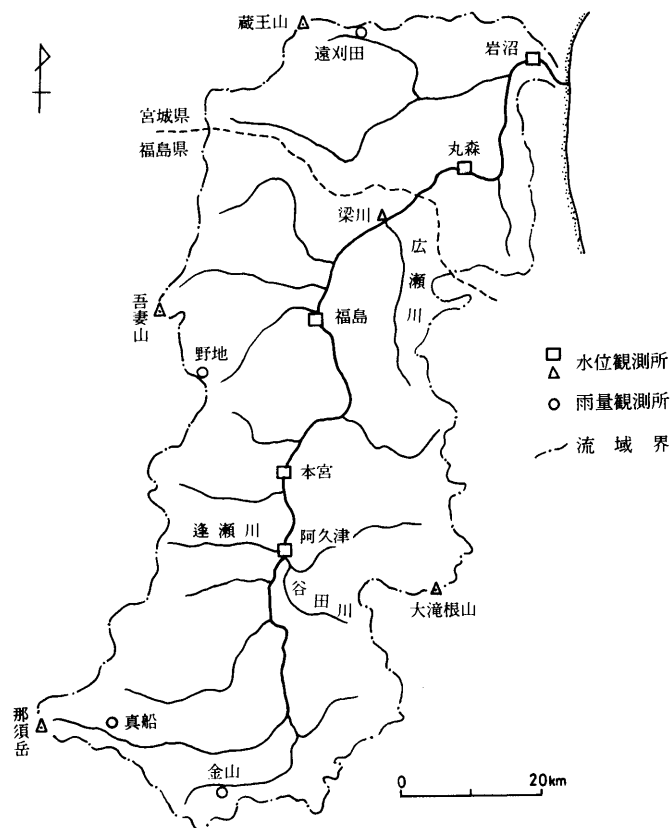


図9.2 阿武隈川流域図

表9.3 阿武隈川の水位

観測地点	計画高水位	既往最大水位 (昭和16年 7 月)	昭和61年	台風10号
			最大水位	日 時
須賀川	7.92 m	9.00 m	8.55m	5 日13時
郡山	8.67	8.64	8.75	5. 13
本宮	9.18	9.63	8.48	—
福島	6.47	5.95	5.90	—
梁川	—	9.00	(8.56)	5. 12
丸森	23.697	22.65	22.22	5. 14
岩沼	8.246	8.04	7.62	5. 14

() は梁川町水位観測所での測定値

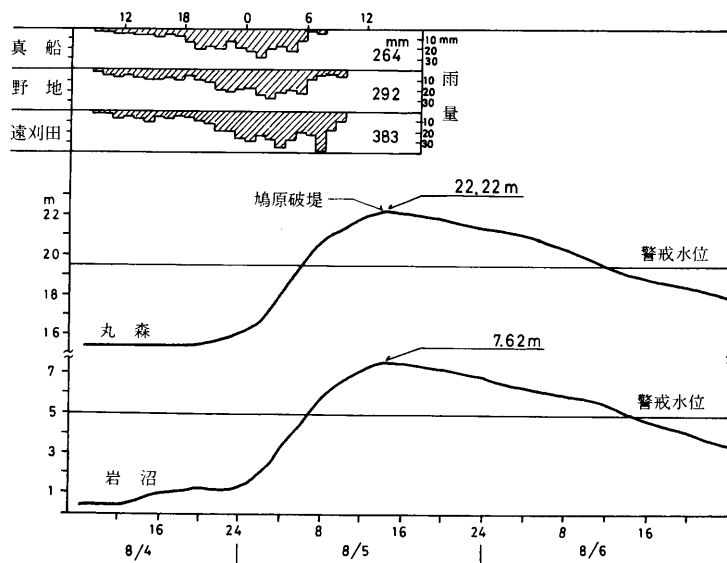


図9.3 阿武隈川下流における水位

洪水警報は、阿武隈川上流（福島県内）に5日3時40分、阿武隈下流（宮城県内）には6時30分に出された。水防警報第3号（出動）は、郡山盆地に1時30分、福島盆地内には4時に、宮城県内に対しては5時30分と7時5分にそれぞれ出された。水防警報が解除されたのは6日の15時5分のことである。

この大規模な出水によって、阿武隈本川堤防は梁川町船場地先および角田市鳩原地先の2箇所において破堤した。船場地先では5日8時に延長110mにわたって、鳩原地先では14時10分に65mにわたって、それぞれ越水が生じた後破堤した。支川で生じた破堤は、直轄区間

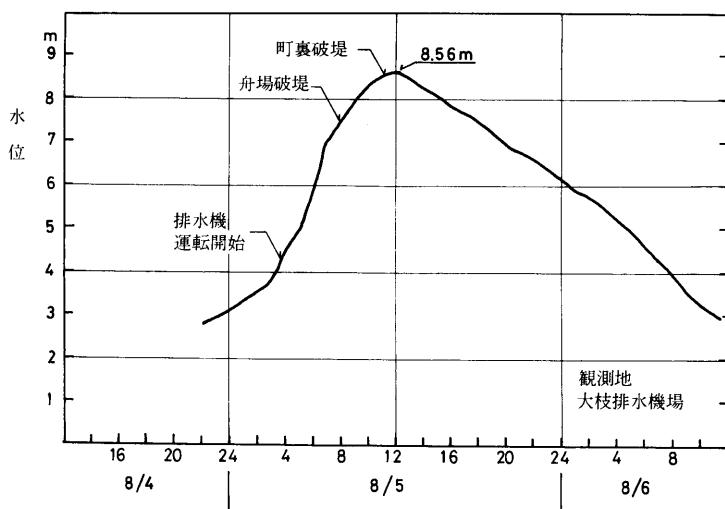


図9.4 梁川町における阿武隈川水位及び破堤時刻

で2箇所（梁川町の広瀬川と福島市の荒川）、県管理区間では3箇所（郡山市の谷田川、逢瀬川と表郷村の辻川）である。しかし破堤氾濫が生じて、それによる浸水域は狭かった。

白河盆地には火砕流堆積面が広く分布している。郡山盆地では洪積砂礫台地が盆地床の大部分を占めている（図9.5）。福島盆地南部には、吾妻火山から流れ出す河川が大規模な扇状地をつくっている。阿武隈川はこれらの地形面よりも一段低いところを、狭い氾濫原をつくらせて流れている。この氾濫原は、阿武隈川がやや下刻傾向にあるので、河道に向かってかなりの勾配で傾斜している。支流は台地面や扇状地面を削りこみ、狭い谷底低地内を流れている。このため、破堤が生じて氾濫域はあまり拡大しない。ただし、河岸部では浸水深は大きくなる。

梁川町船場での本川堤防破堤による浸水域面積は、0.35km²である。広瀬川の破堤（合流点から1.2kmの地点）による浸水域は0.22km²、逢瀬川の破堤（合流点から0.5km）による浸水域は1.5km²である。これに対し、広い低平な平野で生じた破堤氾濫である小貝川石下の場合、浸水面積は10km²、吉田川の鹿島台の場合は30km²と非常に大きい。

阿武隈川の直轄区間における河川被害は、福島県内で65箇所、79億円、宮城県内では44箇所、30億円であった。

9.3 郡山市の水害

逢瀬川合流点近くの阿久津における阿武隈川水位は、5日13時に計画高水位を10cm越える8.75mを記録し（図9.6）、昭和16年の8.64mをしのぐ既往最大値となった。阿武隈本川の氾濫は生じなかったが、支川の谷田川および逢瀬川の破堤氾濫、および本川への排水の阻害による内水の湛水によって、阿武隈川沿いの低地約7km²が浸水した（図9.7）。

郡山における雨のピークは5日の3～4時であって、4時ごろから逢瀬川北岸低地の市街地東縁部などにおいて、内水による浸水が始まった。逢瀬川の6時の水位は、警戒水位の3mを60cm越える程度であった。これに対し雨が多かった阿武隈山地内に発する谷田川の出水は早く、6時には警戒水位を2m越える4.2mに達していた。阿武隈川の水位が警戒水位に達したのは3時、計画高水位に達したのは12時である。

谷田川の氾濫は、合流点に近い水門町付近で、6時40分ごろ始まった。これによる住宅地の浸水は深さ20cm程度であった。8時すぎ合流点から2.5km上流で左岸堤が破堤し、阿武隈川と谷田川とにはさまれる袋状の低地に位置する郡山中央工業団地（102社）が、平均1.5m、最大2mの深さに浸水した（表9.4）。また、合流点近くの水門町と十貫河原町の住宅が軒近くまで浸水した。

図9.8は、明治41年地形図に示されている阿武隈川本川河道を、現在の地形図に書き込んだものである。これからわかるように、中央工業団地のある場所は、阿武隈川の蛇行帯の中に完全に収まっている。したがってつい最近までの氾濫原であったところで、地名には河原

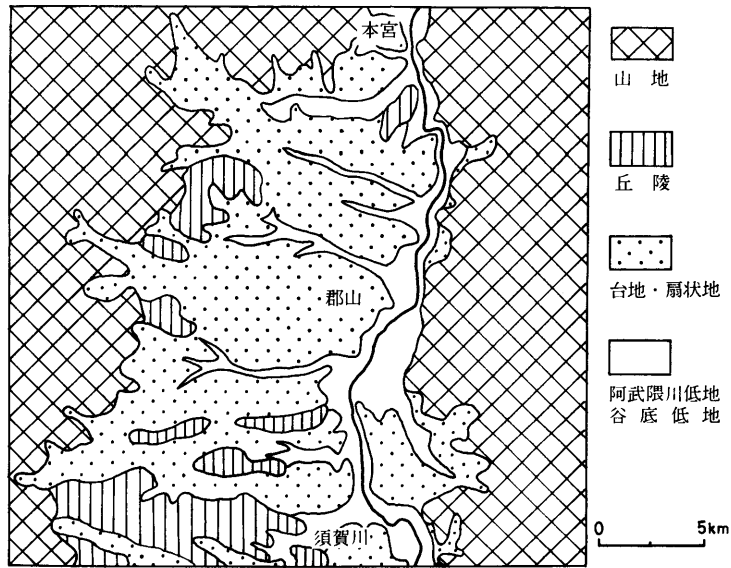


図9.5 郡山盆地の地形分類図

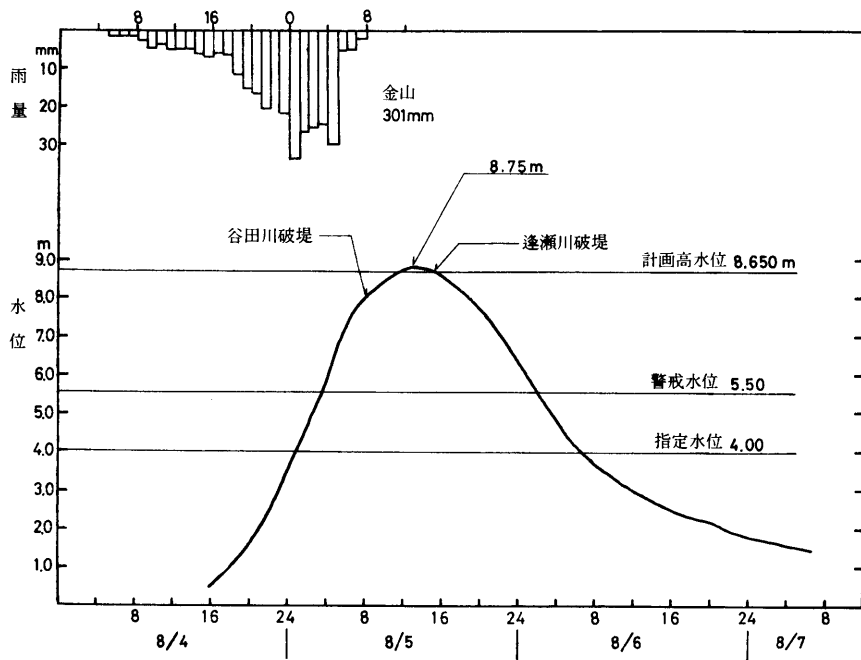


図9.6 阿久津（郡山）における阿武隈川水位及び破堤時刻

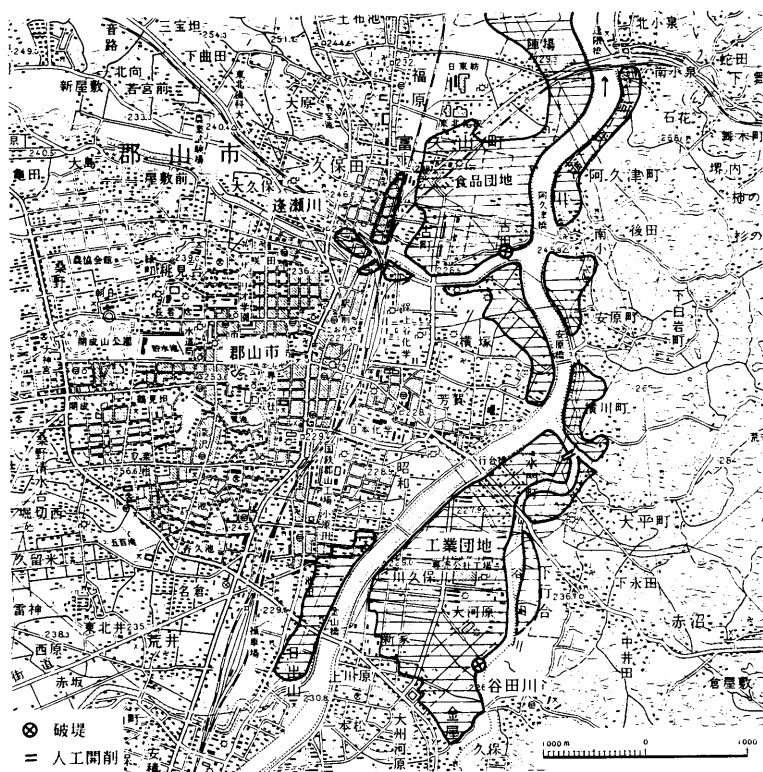


図9.7 郡山市の浸水域

がつくものが多い。大正以降この蛇行流路は直線河道に改修され、また谷田川は阿武隈旧河道の蛇行側端部をつなぐようにして延長され、以前よりも2.3km下流で阿武隈川に合流するように、流路が変更された。この結果、川にはさまれた細長い土地が出現したが、このようなところなところは閉ざされたいわば袋状の低地で、氾濫が生じた場合浸水規模が大きくなりやすい。

破堤箇所は谷田川の旧流路が分岐するところにあっており（図9.7）、堤内地には明瞭な溝状凹地が破堤地点から派生している。工業団地の下流側に隣接する十貫河原町は、阿武隈川の旧河道内にあるので地盤高がとくに低く、浸水深および浸水期間は大きかった。水が退いたのは4日後のことであった。排水を促進するために、6日16時30分、谷田川橋下流 300 mの地点の堤防が長さ6 m開削された。

雨が止んで7時間経った5日15時23分、逢瀬川左岸堤防は、合流点から500 m上流のところで破堤した。この時刻、阿武隈川は計画高水位以上の水位を保っており、その背水のために逢瀬川の水位は非常に高く、また流れはほとんど停滞している状態にあった。逢瀬川における水防活動はここよりも少し上流で行われており、この破堤箇所は全く無警戒であった。

表9.4 郡山市の被害

区 分			被 害
死 者		人	1
住家被害	全 壊	世帯	1
	半 壊	〃	8
	床上浸水	〃	1,317
	床下浸水	〃	1,369
公共施設被害	橋	梁 百万円	395
	道	路 〃	199
	そ の 他	〃	518
	計	〃	1,112
農 作 物 等		〃	231
商工業被害	中央工業団地	〃	1,661
	食品工業団地	〃	4,950
	地方卸売市場	〃	1,172
	その他の企業	〃	875
	計	〃	38,658

(郡山市の資料による)

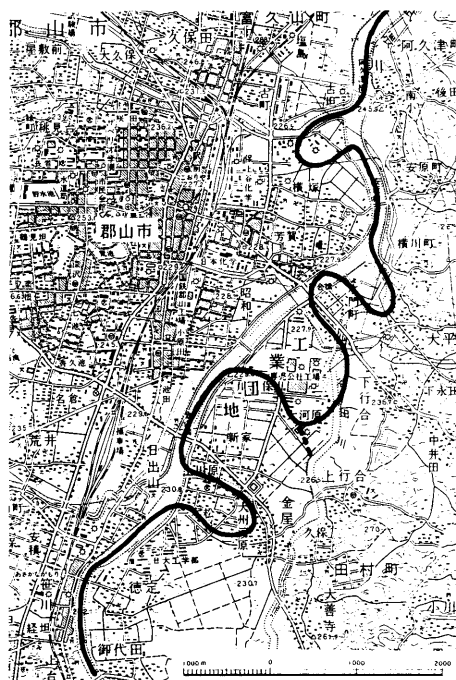


図9.8 明治41年当時の阿武隈川河道

したがって不意をつかれたかたちとなり、氾濫地区に避難命令が出されたのは、破堤から15分後のことであった。

氾濫流は、破堤口に直面する食肉流通センターを直撃し、ついで地方卸売市場、食品工業団地、富久山町の住宅地などを水没させた。突然の氾濫のため、食肉流通センターの従事者や住民など多数の人が水の中にとり残されたが、救助用ゴムボートは谷田川の氾濫地区で使われており、救助活動が開始されたのは1時間後のことであった。救助活動は22時まで続けられ、500人が救出された。

これらの破堤氾濫により大きな商工業被害が発生した。現在は中央工業団地となっている土地は、かつては桑畑として利用されており、戦時中は一時飛行場ともなっていた。昭和39年に郡山市が新産業都市に指定されたことにより、市はこの地を工業団地とする計画をたて、市開発公社によって団地造成が進められた。44年には第1号の企業がここに誘致された。市街地内にあった専売公社郡山工場はこの団地に移転した。現在では189haの造成地に64社が誘致されて操業を行っている。誘致外の企業38社もここで操業している。大手企業には、クラリオン東北事業所（従業員750、カーラジオ、カーステレオ）、東北アンリツ（同216、電話

機、コンピューター周辺機器)、日豊通信工業(同560、電子交換機、電子部品)、日本ビクター郡山工場(同194、ビデオヘッド)、松下電工郡山工場(同480、プリント配線用積層板)など、ハイテク電子機器類の製造工場が多い。

これらの工場が平均1.5mの深さに浸水して、コンピューター内蔵の製造機械類や製品が水びたしとなった。中央工業団地102社の被害総額は317億円にも達した。

一方逢瀬川の破堤氾濫によって64億円の商工業被害が発生した。食肉流通センターは県内の食肉の40%を取り扱っている。ここは破堤口に面していて、最大2.8mの深さに浸水した。このため大型冷蔵庫や枝肉などが水びたしとなって、3.2億円の被害を被った。地方卸売市場は青果物および水産物を取り扱い、卸売5社、仲卸10社、付属店12社が入っている。この27社の被害額は11.7億円であった。食品流通への影響を小さくするために、場内の清掃、消毒を急ぎ、7日朝には業務を再開した。入荷量は水産部門が平常の2割、青果部門は8割であった。食品工業団地には、市内の麺、豆腐、菓子、仕出し弁当などの製造企業が12社集まっている。丁度お盆用の原材料の仕込みが行われていたこともあって、浸水により大きな被害をうけた。被害額は49.5億円と算定された。

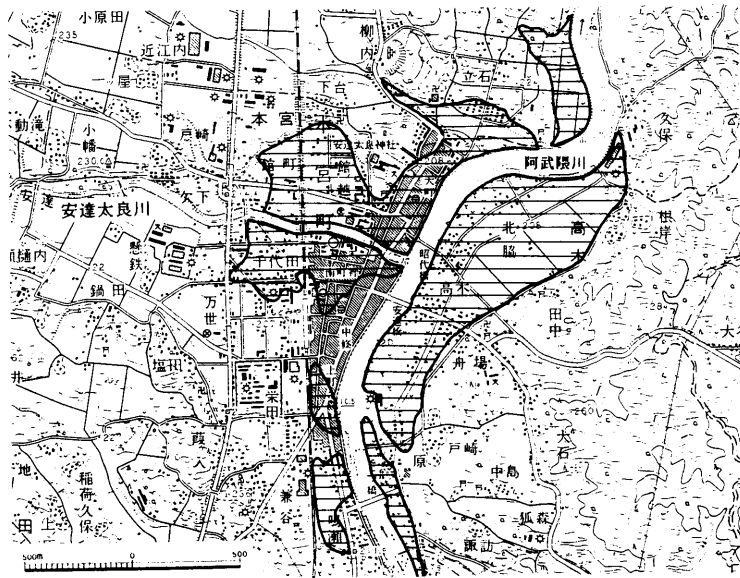
郡山市はテクノポリスを目指して、企業の誘致を積極的に進めている。また、新幹線や高速道路の開通によって中央からの工場進出は増加している。災害を被った場合の社会経済的影響が大きい施設の配置にあたっては、防災面の配慮も十分なされねばならない。また、個々の企業も自らの判断で防護する必要がある。郡山盆地内には水害の危険がほとんどない台地が広く分布しており、工業団地選定の余地は大きい。

9.4 本宮町の水害

本宮町は、郡山盆地の北端(下流端)に位置する、人口18,000の町である。中心市街地は阿武隈川の河岸に接し、市街の中央を、安達太良火山から流れ出す小河川、安達太良川が貫流して、阿武隈川に合流している。市街の北東にみられる阿武隈川の屈曲部の河床には、一枚岩とよばれる岩盤があり、これが河床高を決定する基準面となって、洪水時の水位上昇は大きい。このため本宮は、低い段丘面上にあるものの、しばしば洪水に見舞われている。昭和16年の水害では、最高水位は今回よりも1.2m高い9.68mに達し、市街地が最大4m深さに浸水した。最近では55年と57年に、安達太良川が合流点近くで氾濫して、周辺市街が浸水した。

本宮における雨量は185mmと比較的少なかったが、西方の安達太良山地では300mm近くに達したため、安達太良川は大きく増水した。阿武隈川も記録的な出水となり、本宮における最高水位は計画高水位にあと70cmと迫る8.48mに達した。この本川水の逆流を防ぐため、安達太良川の合流点に設置されていた水門が閉鎖された。このため増水した安達太良川の水が滞留して、市街地に氾濫した。市街地南部では、阿武隈川の特設堤(高さ約50cmのコンクリート胸壁)からの漏水による浸水が生じた。東岸の高木地区は無堤のため、阿武隈川の溢水に

たびたびの水害経験に基づいて、雨足が強まった4日22時には水防本部が設置され、警戒体制に入った。5日の3時に阿武隈川水位は、警戒水位の5mを越えた。安達太良川の溢水は5時ごろから始まった。7時50分には最初の避難命令が出された。また、消防署の大サイレンを鳴らして非常事態を知らせた。正午すぎに阿武隈川の水位はピークに達した。安達太良川の河畔に位置していた町役場は床上約30cmまで浸水した。



本宮町の浸水戸数は、床上737、床下304、被災者は3155人であった。中心商店街が浸水したため、商工業被害は12億円に達した。町南部の五百川左岸低地に立地していた、操業開始もない松下電子の工場は、阿武隈本川の逆流をうけた五百川からの溢水により、1.8mの深さに浸水した。

市街南部の阿武隈川河畔には、東北地方では仙台に次ぐ2番目のものという「防災センター」が設置され、船、ゴムボート、土のうなどが収められている。

9.5 福島市の水害

福島市における24時間雨量は264mmで、既往最大を記録した。西方の吾妻山地では総雨量が400mmに達した。阿武隈川の最高水位は5.90mで、計画高水位よりも約1m低かったが、既往最大である昭和16年洪水の5.95mに匹敵するものであった。

福島市街は、吾妻火山から流れ出る荒川および松川がつくる扇状地の扇端部に位置している。この扇状地はやや段丘化しているので、浸水を被る危険はかなり小さい。このため、図9.10にみられるように、阿武隈川沿いの低地が部分的に、主として排水障害により浸水しただけであった。しかし、浸水深は局地的に大きなものとなった。

被害が最も著しかったのは荒川南岸の南町である。ここは、荒川と阿武隈川とが合流する箇所、大森川と濁川の小河川が流入している袋状の凹地で、本川水の氾濫ならびに内水の湛水が生じやすい水害常襲地である。昭和16年の洪水のときにも、この土地は大規模な氾濫を被った。しかし、この土地が市街化されたのは昭和30年代以降のことで、今回のような大きな被害が発生したのは初めてのことである。

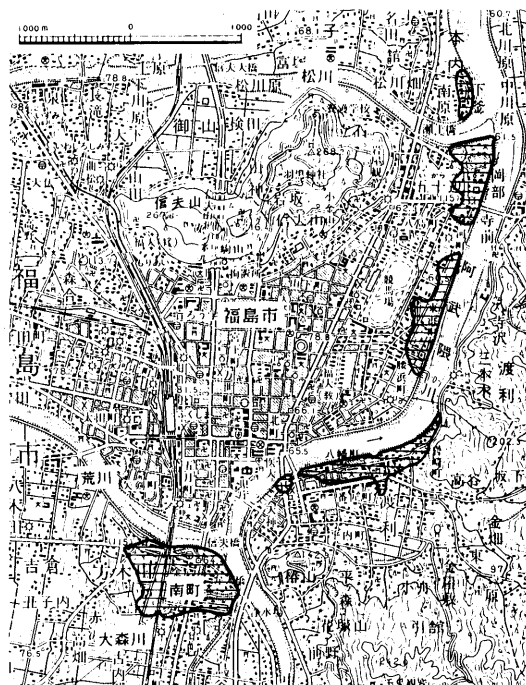


図9.10 福島市の浸水域

大雨洪水警報は4日18時に福島地方気象台から発表され、市の水防本部が設置された。雨は5日2～3時ごろピークに達した。水防本部には2時ごろから浸水の報告が入るようになった。南町地区では3～4時ごろから急に増水し、6時前に最高の水位になった。浸水深は深いところで1階の軒先まで達した。2時ごろから避難のよびかけが行われたが、深夜のことで徹底せず、910名がボートで救出された。南町、郷野目地区の住家浸水棟数は床上308、床下104であった。

市街地東部の阿武隈川河岸低地では、本川への排水障害による内水の湛水が生じた。市北東部の東浜町、堀河町地区では床上113、床下97、松川北岸の下釜地区では床上70、床下114、阿武隈川東岸の渡利、川岸地区では床上181、床下171の住家浸水被害が生じた。

市全体では3棟の住宅全壊が生じたが、このうち2棟は山崩れによるものである。市中心部から南西へ約8km離れた小田遅沢地区では、5日4時すぎ、ミニ開発の住宅団地で山崩れが生じ、1戸が土砂に押し流された。1階部分は土砂に埋まったが、家族4人は2階に寝ていたので助かった。この地区では、昭和60年7月の台風6号によって山崩れが生じたので、地すべり防止地区の指定が行われて工事中であった。

雨が全くあがった5日の正午すぎ、市南部の伏拝地区において、山腹をまくようにして通じている旧国道4号の路盤が長さ10mにわたって崩れて通行不能となり、大きな交通障害を引き起こした。

福島市における公共施設等の被害は約26億円、製造業・商店街の被害は約12億円と算定された。

表9.5 福島市の被害

区 分			被 害
住 家 被 害	全 壊	棟	3
	半 壊	〳	1
	一 部 破 損	〳	5
	床 上 浸 水	〳	1,171
	床 下 浸 水	〳	1,307
農 地	流失・埋没	ha	14
	冠 水	〳	1,059
公 衆 施 設 等 被 害	道 路	百万円	363
	河 川	〳	503
	下 水 道	〳	387
	水 路	〳	272
	そ の 他	〳	1,055
	計	〳	2,580
商 工 業 関 係		百万円	1,230

(福島市の資料による)

9.6 梁川町の水害

広瀬川と塩野川とが阿武隈川に合流する地点に位置する梁川町は、阿武隈川堤防および広瀬川堤防の破堤等により、大きな浸水被害を被った(図9.11)。ここは福島盆地の北端にあたり、阿武隈川はここから約10kmの区間峡谷状となって山地内を流れて、宮城県の平野に入る。峡谷の途中には、巨岩が河道の半ばまで突き出た狭さく部もある。このため梁川町付近

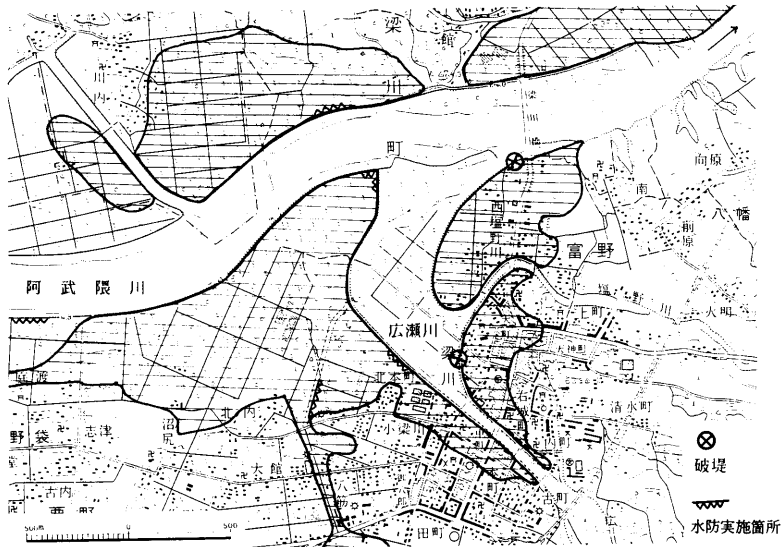


図9.11 梁川町の浸水域

では、背水の影響により、本川および支川の水位が上昇しやすい。町の水位観測所（建設省八幡観測所の600m上流、左岸）では、5日12時に最高水位8.56mを観測した（図9.4）。

大きな水位上昇によって、越水および破堤が生じたものの、氾濫低地面の地形条件から、浸水域は河道付近の狭い範囲に限られた。梁川町の被害は、住家の全壊4、半壊7、床上浸水380、床下浸水109、被害総額60億円で、地場産業のニット・メリヤス工場の浸水被害が大きかった。

町役場は5日0時30分に防災体制に入った。町に2箇所、5台ある排水機は、3時40分から順次運転が開始された。阿武隈川と広瀬川との合流点にある船場地区についての警戒がまずなされた。ダンプカーを使い本川堤の堤内のり尻に押盛土が実施された。船場地区住民には、6時20分に避難命令が出された。7時43分越水が始まり、8時に決壊した。最終的には延長110mにわたって堤体が深く洗掘されたような状態に破壊された。ここは阿武隈川にかかる梁川橋の直上流部であり、また、2本の樋管が通っている。堤内地はかなりの勾配で東に向かって高くなっているため、浸水域は塩野川の堤防とで囲まれる35haの範囲に限られた。破堤口近くの家屋は氾濫流によって3戸が全壊、2戸が半壊した。浸水深は破堤地点付近で4m近くに達した。

河川水位は上昇を続け、市街地でも越水の危険が迫ったので、10時ごろ広瀬川河畔地区に避難命令が出された。また、10時18分には役場のサイレンを鳴らして非常事態を告げた。組

表9.6 梁川町の水防活動実施状況

河川名	水防実施箇所	水防工法実施延長	水防活動に要した労務、資材、機械			
			土のう	土砂	延人員	出動機械
広瀬川	下川原（左岸）第1水源池	詰土俵 L = 100m	300袋	9m ³	100人	バックホー 4台
広瀬川	新中島（左岸）合流点	詰土俵盛土 L = 50m	500	534	150	フォークリフト 1
広瀬川	町裏（左岸）				20	4tダンプ 13
阿武隈川	塩野川（左岸）	押盛土 L = 100m		4	20	2tダンプ 11
阿武隈川	中島（右岸）大東農場	詰土俵盛土 L = 100m	1,500	46	100	タイヤショベル 1
阿武隈川	大枝 小中島	詰土俵盛土 L = 80m	500	15	30	
伝樋川	下川原（右岸）	積土俵 L = 360m	1,800	55	150	11tダンプ 7
東根川	向河原 沼端	積土俵 L = 300m	7,100	160	200	ブルドーザー 2
計	8箇所	L = 1040m	11,700袋	823m ³	770人	39台

(梁川町資料による)

織率100%という自主防災組織も活動して、戸ごとに危険を知らせ、老人などの避難誘導にあたった。避難所は段丘面上に6ヵ所設置されていた。

もう一箇所の破堤点である町裏の堤防については、ほとんど警戒がなされていなかった。町裏地区に避難命令が出されたのは10時50分のことで、その20分後の11時12分に越水破堤した。堤内地はかなりの勾配で傾斜し、市街の西部が乗る標高50～60mの広い段丘面の崖下が続いている。浸水域は標高がほぼ45m以下のところに限られた。浸水面積は22haと小さかった。しかし、これによって中心街の西部が浸水し、住家の半壊5、床上浸水211、床下浸水30の被害が生じた。また、この地区に多いニット・メリヤス工場のうちの8社が浸水被害を被った。浸水深は破堤口付近で1.8m、万代橋際では2.6mであった。

広瀬川の左岸域は、越水による浸水を被った。浸水深は広瀬橋際で60cm程度であった。この地区の浸水戸数は、床上13、床下43であった。

外水の氾濫防止のための水防活動は8箇所で行われた。11,700袋の土のう、823m³の土砂、39台の重機が使用された。出動延人員は770人、うち消防団員は525人であった。この水防活動によって、今回の浸水域とほぼ等しい面積の地域が、浸水をまぬがれ、あるいは浸水が軽減されたと評価されている。

この水害は、ニット・メリヤスの地場産業に大きなダメージを与えた（表9.7）。梁川町の商工業被害額は14.6億円と算定され、このうちの9.5億円がニット・メリヤス16社の被害である。コンピューター編み機、自動ミシンなどの機械類、および原料系・製品が、それぞれこの被害額のほぼ半分ずつを占めている。広瀬川堤防沿いにあり、床上2mの浸水をうけた最大手のメリヤス工場は、1社で5億円に近い被害をうけた。丁度、秋・冬物の製造、出荷のピークにあたっており、操業停止による売上げ減の間接被害も大きい（約6億円と推定さ

表9.7 梁川町の商工業関係被害

工 業 関 係

	被 害 額	うちニット (16社)
建物 34棟	107,200千円	107,200千円
機械・備品	470,130	436,130
製 品 材 料	389,320	382,318
外注品損失	249,700	28,200
小 計	1,216,350	953,848
間 接 被 害	679,000 (売上げ減少予想額等)	
計	1,895,350	

商 業 関 係

	被 害 額
建物 104棟	76,955千円
食 料 品	25,505
建 材 等	83,085
雑 貨	25,405
家電・装飾品	28,130
小 計	239,080
間 接 被 害	85,000 (予想)
計	324,080

(梁 川 町 資 料)

れている)。

かつては養蚕業がこの地域の基盤産業で、今回浸水した低地面はほぼ桑畑で占められていた。水田は山側の低湿地や段丘面上につくられていた。現在ではニット産業がこれに代わった。梁川町は隣の保原町と並ぶ県内有数のニット産地である。最近の円高の影響で外国の安いニット製品が大量輸入されて、地場産業を圧迫しており、これに水害がもたらした被害が重なって、地域経済に深刻な影響をもたらしている。

10. 宮城県の水害

木下武雄・水谷武司

10.1 県としての水害の概況

宮城県下では雨は4日の朝9時ごろから降りはじめ、5日の2時ごろに降りやんだ。雨量は沿岸部で多く、仙台平野南部では総雨量が400mmを越える記録的な大雨となった(図10.1)。このため県内の主要河川はすべて警戒水位を越えた(表10.1)。とくに、仙台平野中央部を流れる吉田川では、計画高水位を越える出水で4箇所が破堤し、かつては大きな沼沢地であった下流域低地が長期間湛水した。水が完全に退いたのは11日後のことであった。また、仙台平野南部および阿武隈下流域が、小河川の氾濫や内水により、ほぼ全面浸水した。これによって、県内の水田面積の約30%が冠水した(表10.2)。

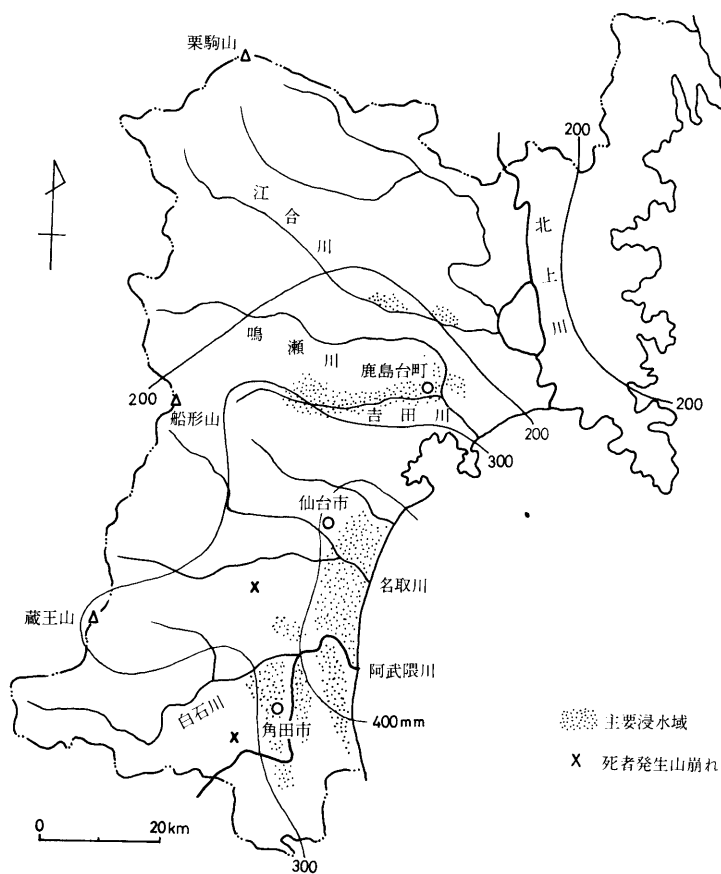


図10.1 宮城県の災害地及び総雨量分布

表10.1 宮城県下主要河川の水位

河川名	観測地点	警戒水位	計画高水位	既往最大水位 (年月)	S 61.8最高水位・日時
阿武隈川	岩沼	5.00 m	8.246m	8.04 m (S 16.7)	7.62m 5日14時
名取川	袋原	4.50	7.690	8.27 (S 25.8)	6.38 5. 9
吉田川	落合	5.00	7.408	8.10 (S 25.8)	7.89 5. 14
鳴瀬川	三本木	5.00	7.88	8.50 (S 22.9)	5.70 5. 14
江合川	桶谷	4.20	—	6.02 (M43.9)	4.75 5. 23
北上川	登米	9.00	13.45	11.95 (S 22.9)	9.01 6. 10
旧北上川	和渕	5.30	6.44	6.02 (S 41.6)	5.64 6. 11
迫川	佐沼	4.20	5.81	5.50 (S 25.8)	4.97 6. 2

表10.2 宮城県の被害

区 分		被 害	備 考	区 分	被害額	備 考
死 者		人	5	村田町3 鹿島台町1 丸森町1	医療衛生 百万円 1,130	水道施設 392 清掃施設 310
負 傷 者		人	12	うち重傷 4	商工関係 25,436	商店 16,847 工場 7,218
住 家 被 害	全 壊	棟	65	1 市 7 町	耕 地 16,120	水田 2,269 農業用施設13,120
	半 壊	棟	198	5 市 8 町	農 作 物 17,691	稲 14,286 野菜 2,657
	一 部 破 損	棟	864	9 市 19 町	林 業 5,105	林地・林道・治山 5,064
	床上浸水	棟	10,714	11 市 38 町	土木施設 34,505	河川 25,589 道路 7,146
	床下浸水	棟	22,183	11 市 57 町 1 村	交通施設 1,182	仙台地下鉄 阿武隈急行 臨海鉄道
農 地	水田冠水	ha	31,422	全水田の29.3%	そ の 他 3,083	教育施設 836
	畑 冠 水	ha	4,606	全畑地の14.7%	計 104,252	

(宮城県の資料による)

宮城県の死者は5名で、このうち3名は県南部の村田町菅生における山崩れ、1名は丸森町大張川における山崩れによるものである。これらの山崩れの発生は朝7時ごろであった。宮城県における山崩れ数（警察調べ）は1835で、他の県に比べ非常に多い。なお、一時間雨量の最大は40mm程度とさほど大きくはなかった。

住家被害（全半壊 263、浸水 32295）は、台風10号による被災都県中最大である。被害額（一般住宅被害を除く）は約1000億円で、福島県のそれにはほぼ匹敵する。商工業被害は約250億円で、これの約75%は、仙台市東部低地に位置する流通・工業団地の浸水によって生じた。

水田の約30%、31422haが冠水（葉先まで完全に水面下）したため、水稻に大きな被害が生じた。被害額は143億円（約4.6万トンの減収に相当、全収穫量の約10%）と算定されている。宮城県はササニシキの本場であり、米の収穫量は全国第5位である。今回の冠水は出穂期の7～10日前にあたっていた。この時期には幼穂の形式が最も急速に進むので、浸水した場合のダメージは最も大きい。この時期に1日冠水すると70%の減収、冠水が3日以上続くと幼穂は全部枯死してしまう。葉先が水面上に出ていると、被害は半分ですむ。なお10月15日現在における宮城県の米の作況指数は99と平年作で、その後もち直したというかたちとなっている。畑も全体の15%が冠水して、野菜等に27億円の被害が生じた。

河川施設被害は、吉田川で4箇所、阿武隈川で1箇所、県管理河川で5箇所の破堤が生じたこと等のため、256億円に達した。生活関連では、停電が32700戸（3市5町）、電話不通が3300戸、水道の断水が10000戸（4市10町1村）等であった。交通関係では、国鉄在来線が

5日はほぼ全面不通となった。東北本線が開通したのは6日の14時であった。新幹線は運転を一時見合わせた。雨の最後のピークが過ぎたばかりの5日10時15分、運転を再開した。

記録的な出水となった阿武隈川の河口部の亘理町荒浜海岸には、洪水によって運び出されてきた大量のゴミが長さ500m、幅20mにわたって堆積し、その撤去に5千万円を要するという災害も発生した。

避難の指示・勧告は、鹿島台町の1520戸、大河原町の1000戸など、4市6町の26地区、4747戸、7144名に対して出された。災害救助法は、仙台平野沿岸域の6市5町に適用された。

宮城県における近年の水害で最も大きなものは、昭和23年9月のアイオン台風によるものである。そのときの被害は、死者44、住家全半壊252などであった。今回の総雨量はアイオン台風を上回るものであったが、1時間最大値が40mm程度と、短時間強度が小さくて土砂災害が少なかったこと、雨が平野部に多くて比較的穏やかな氾濫形態をとったこと等のため、人的被害は少なくて済んだ。

10.2 仙台市の水害

仙台における総雨量は402mmに達した。日最大降水量は372mmで、昭和2年に観測を開始して以来の最大を記録した。これは、既往最大であった昭和23年のアイオン台風時の328.5mmを大きく上回る。アイオン台風による仙台市の被害は、家屋の流失1、床上浸水612、床下浸水1130であった。なお、昭和25年8月に、2個の熱帯低気圧がもたらした大雨により、死者11、家屋の流失169、全壊13、床上浸水2810、床下浸水720という大きな被害が発生している。

今回の大雨では、短時間の強度が小さかった(1時間最大43mm、アイオン台風では94.3mm)ので、総雨量のわりには被害は小さかった。しかし、排水施設の能力を上回る出水が生じて東部の七北田～名取川低地が浸水し、住家の床上浸水4083、床下浸水5948の被害が生じた。また、流通工業団地を中心に、1365棟の事業所等が浸水して、178億円の商工業被害が発生した。

雨は5日の4時ごろから急に強くなり、4～5時に43mm、4～7時の3時間に112mmを記録した。台地面上にある中心市街地では、浸水は局地的であった。しかし、道路が国鉄線をくぐるガード下は各所で浸水して、道路交通が遮断された。中心市街からの排水を集めて梅田川や貞山堀(海岸沿いの運河)に導く多数の水路が東部低地を横断している。これらの水路に大量の雨水が流入して低地内で氾濫した。水路から梅田川に排水するポンプ場が、停電によって機能停止して、氾濫が助長された。浸水は東部低地の全面に及んだが、とくに、梅田川の南岸に接する扇町と日の出町において著しかった。ここに立地する機械金属工業団地や自動車整備工業団地などの多数の事業所は、床上1m近くの浸水をこうむった。

アイオン台風当時には、この東部低地には昔からの集落が散在するだけであった。昭和30年代後半から、ここに金属団地、印刷工業団地、卸商団地、中央卸売市場、トラック団地な

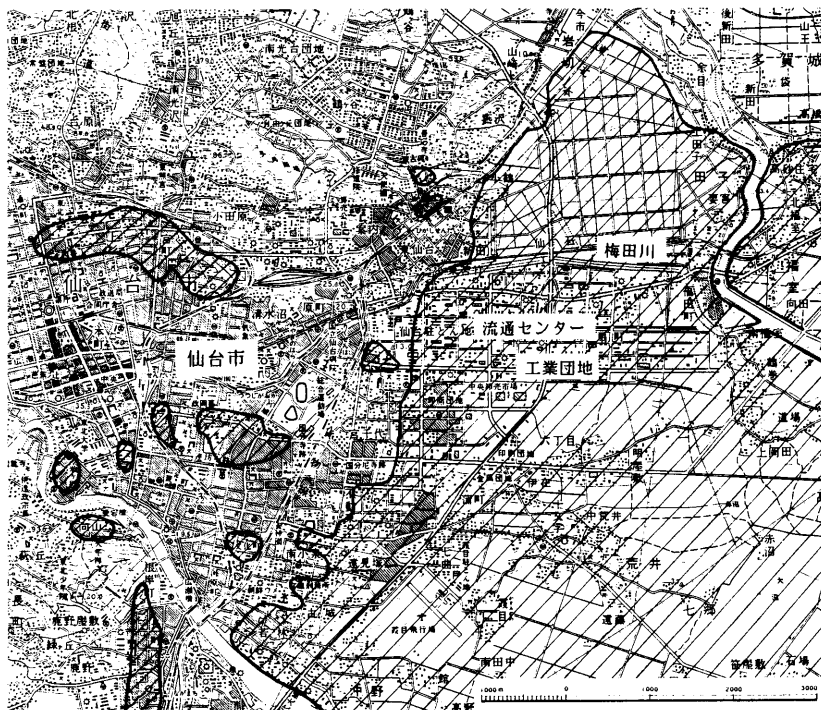


図10.2 仙台市の浸水域

どが次々とつくられ、現在では国道4号仙台バイパス沿いの地域一帯は、一大工業・流通センターとなっている。この地盤は軟弱な沖積層からなるので、昭和53年の宮城県沖地震の際にも流通センターはかなりの被害をうけた。

崖崩れは、市の南部および北部の市街化丘陵地を中心に、132箇所が発生した。これは宮城県沖地震の際の40箇所よりも多い。崖崩れは、30年代以前のミニ開発による古い住宅団地において、排水処理の不備によって生じているものが多い。崖崩れによる被害は、負傷2、住家半壊2、一部破損51であった。

2ヵ所にあるごみ処理工場の1ヵ所が浸水によって稼動を停止したため、予備の炉を加えても処理能力が平常の2/3、600トン／日に低下した。一方、浸水した家庭や事業所から8000トンの災害ごみが排出された。これに、3日間の七夕まつりのごみ（130トン）が加わったので、ごみ処理の遅れが生じた。また、雨水が侵入して汲み取りを要するトイレが1万件を越え、市の処理能力を大きく上回った。

仙台市を南北につらぬく地下鉄が62年7月開通を目指して建設中であったが、オープンカット工法による覆工板のすき間や資材搬入口などから、計10.7万トンの水がトンネル内や駅構内に流入し、最大3.7mの深さに浸水した。このため、信号、配電系統などに被害が生じ、

10月予定の試運転が不可能となった。

10.3 吉田川の破堤水害

吉田川は、宮城県の中央部を東に向かって流れ、鳴瀬川に左岸から合流し、石巻湾に注ぐ、流域面積340km²の中規模河川である。総雨量300mmを越える大雨により、吉田川の水位は、流域のほぼ中央の落合地点において、計画高水位を50cm上回った（図10.3）。この出水によって本川堤防が4箇所、また支川堤防が4箇所破堤して、鹿島台町を中心とする下流域の広い範囲が、長期間の浸水を被った。浸水域の中心部は、品井沼とよばれた大きな沼がかつて存在した、凹地状の低湿地である。

品井沼は元志田郡に属し、仙台支族松山領主茂庭氏の所領であった。貞享・元禄（1680～1700年）の頃品井沼は氾濫して沿岸地方に被害が著しかった。当時この沼は東西約5km、南北約3.5km、周囲20km、面積1789haであった。そこで潜穴（トンネル）及び高城川を開き、洪水を排水することにより、この沼において新田開発を行うことになった。竣工したのは元禄11年（1698年）とも同14年（1701年）とも言われている。

明治になってから排水工事が完成して、数100戸が移住したという。

内務省直轄による吉田川の改修は、1921年（大正10年）から始められた。吉田川と品井沼（およびその排水河川である鶴田川）とは切り離され、品井沼低地の水はサイホンによって吉田川の下をくぐり、南へ流された。また、鳴瀬川洪水の逆流を防ぐために、延長10km近い

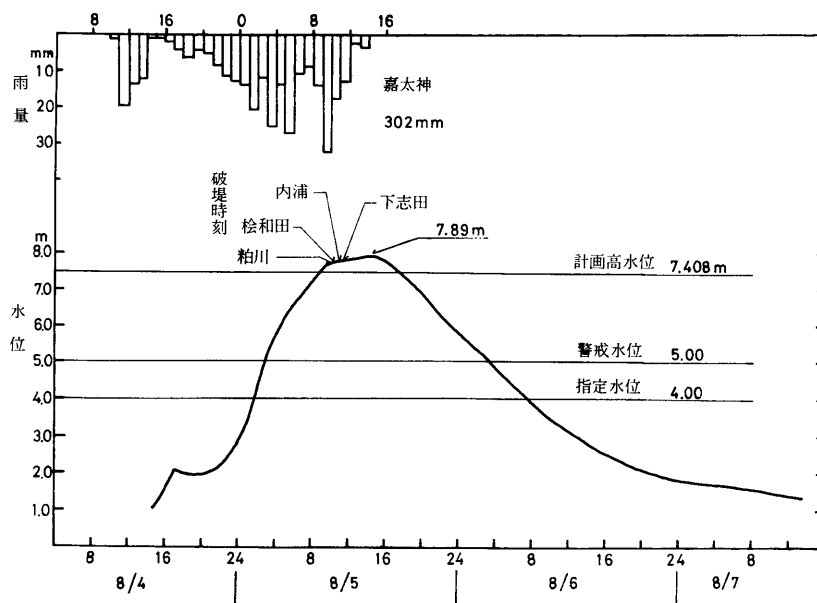


図10.3 落合における吉田川水位及び破堤時刻

瀬割堤を築き、吉田川を鳴瀬川から完全に分離して、石巻湾に直接に放流するようにした。

かつては自然の遊水地であった品井沼低地は、現在は完全に水田化されている。しかし、最低標高0.3mという低い凹状低湿地であることにかわりはなく、しばしば水害に見舞われている。鹿島台町史によると、明治・大正に9回、昭和になって7回、破堤などによる水害が発生している。最近の大きな水害は昭和25年8月の台風によるもので、今回の破堤箇所近くで堤防決壊が生じている。

雨は4日の昼ごろ激しく降った後小やみになったが、夕方から再び強くなった。鹿島台町の町役場は危険箇所でも水位観測を始めた。大雨洪水警報は22時40分に出された。吉田川水位は、5日3時に落合地点で警戒水位を越え、水防警報第3号（出動）が出された（図10.3）。4時ごろには鶴田川の越流堤で越流がはじまった。鹿島台町には5時10分に災害対策本部が設置された。8時ごろには機関場（ポンプ場）から吉田川へ水を出さないという決断を下した。9時には計画高水位を越えた。12時A M e D A S 鹿島台観測所（内ノ浦にある標高3m）が水没した。降りはじめてから271mmと記録されている。この頃雨も止んでいたもので、それが一雨雨量であろうと推定される。14時に7.89mの最高水位に達した。計画高水位以上の水位の継続時間は9時間であった。

内ノ浦、志田谷地など、鹿島台町の低地部には、8時35分に避難指示が出された。避難場所は丘陵地にある小中学校4箇所であったが、多くの婦女子等は親戚等へ避難したようである。吉田川堤防は、10時10分まず粕川地先で230mにわたって破堤、ついで10時40分檜和田地先（4箇所中最上流）で延長70m、11時5分内浦地先（4箇所中最下流）で130m、11時10分川前で、11時15分下志田地先で120mと、それぞれ越水による破堤が生じた。これらはいずれも左岸側であり、河道距離10kmの範囲内にある（図10.4）

破堤は堤防高が不足しているところで生じた。吉田川の計画高水流量は、数回の改訂を経て、1980年に落合地点において $1600\text{m}^3/\text{s}$ と定められた。しかし、計画規模を有する完成堤の延長は、全体の24%であって、高さも断面も不足している在来堤は、なお10km（22%）も残っている。下志田地先では、在来堤部分に越水の危険が迫ってきたので、シート張りによって決壊を防ぐ水防作業が行われたが、越水開始後約20分で破堤に至った。旧品井沼低地の排水河川である鶴田川では3箇所、右支川の西川では1箇所、それぞれ破堤した。

破堤氾濫水は、たちまち旧品井沼低地を2～3mの深さに水没させ、翌6日には東北本線を越えて、鹿島台町市街地の北にまで達した。4箇所での破堤氾濫による浸水域は 35km^2 に及んだ。凹地状の低湿地であり、また、鳴瀬川と吉田川とによって下流側が閉ざされた状態にあるので、排水ははかどらず、完全に水が退いたのは、破堤から11日後の8月16日のことであった。日に日に残って行く水面は、古い干拓の地図とよく対応していた。

排水を促進するために、7日13時、鳴瀬川に近い鎌巻地先において、吉田川堤防が幅5m開削された。また、最も下流にある内浦の破堤箇所は、排水口とするために締切りを遅らせ、

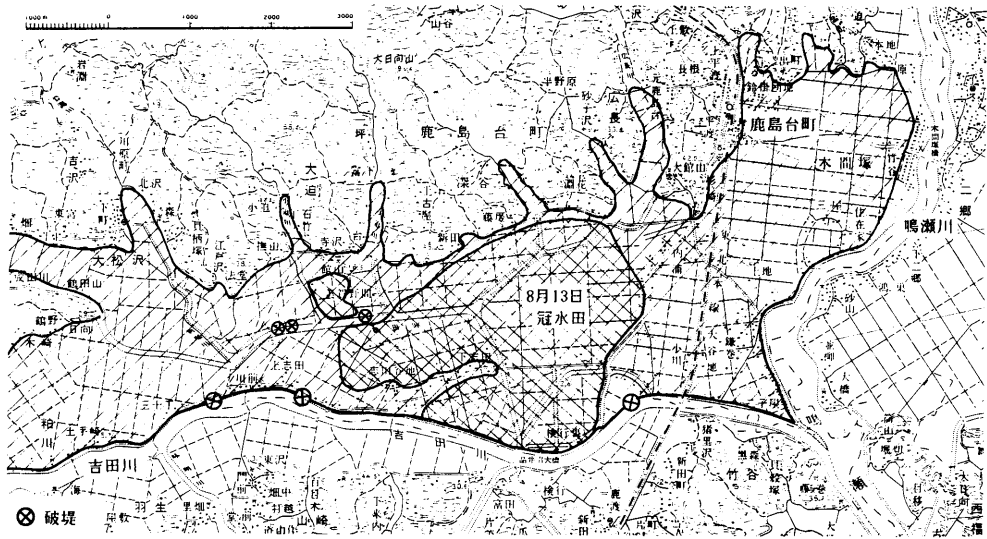


図10.4 吉田川の破堤による浸水域

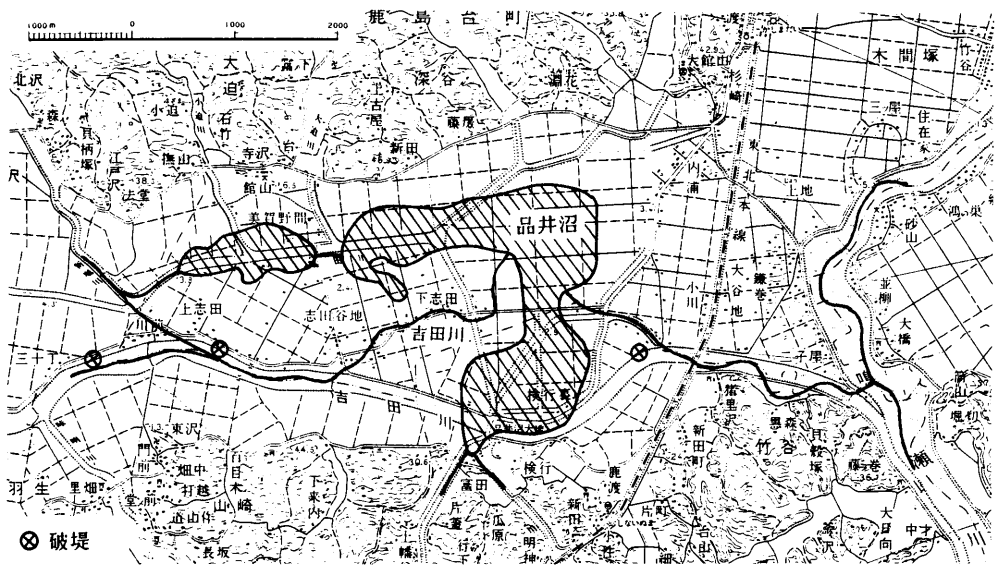


図10.5 大正元年当時の品井沼及び河道

9日23時になって締切り作業が始められた。凹地の排水のため、大阪、名古屋、新潟、札幌といった遠方からポンプ車が派遣されてきて、14日まで排水作業にあたった。札幌からのポンプ車が到着したのは、13日1時のことであった。水中ポンプ63台も排水のために使用された。

鹿島台町の水田面積は1880haであるが、その76%にあたる1436haが完全に水没（冠水）し

た（表10.3）．冠水域が半分に減少したのは11日のことであり，13日にはなおも480ha，全水田の25％が冠水していた．このような長期間に及ぶ冠水のため，丁度穂ばらみ期にあった稲は著しい損傷をうけた．浸水域の中央部では広い範囲にわたって完全に枯死している．鹿島台町の農業被害額は約25億円と算定されている．

表10.3 昭和61年台風第10号大雨・洪水災害・被害状況・被害額

（鹿島台資料による）

区 分		鹿 島 台 町
住居被害（世帯）		1,133
床上浸水	全 壊	43
	半 壊	161
	一 部 破 損	713
	床上浸水のみ	20
床 下 浸 水		196
冠水面積（ha）		2,670
うち水田・畑		1,693 すべて水田
被害額（億円）		100.0
農 林 業		23.0 すべて農業
商 工 業		8.5
公 共 土 木		10.0
住 居		35.0
家 財		15.0
そ の 他		8.5

氾濫流による家屋の損壊は生じなかったが、長期間の深い浸水により、壁が溶け崩れたり、ゆるんだ基礎が減水時に吸い出されて傾斜したりした。鹿島台町の調査では、床上浸水937世帯、うち43棟が全壊、161棟が半壊と判定されている。住居の被害額算定には町営住宅の修理の実費をもとに1世帯平均350万円と推定された。また家財についても同様に、実費の例から1世帯平均150万円と推定された。

避難指示は、鹿島台町の10地区、1520戸と、大郷町の2地区、137戸に出された。鹿島台町では、1317世帯、5127人が小・中学校などの避難所で5日の夜を過ごした。

鹿島台駅の東側の低地につくられている新興団地（写真10.5）は、床上数十cmの浸水を被った。ここに氾濫水が到達したのは破堤の翌日、6日のことであった。5日の午後避難の指示があったので、まさかこんなに水が来るとは思わなかった大多数の住民は、家財を2階に上げるなどの浸水対策を殆ど行わずに避難したので、あたら家財を水びたしにしまった。

農業機械の被害は表10.4に調査された分を示す。自走できるものは高所へ避難したが、動かせないもの（乾燥機、田植機）などはすべて被害をうけた。1戸あたり約1,000万円の農業機械を持っていて、ローン（返済は7年）によるものも多いため農家は経済的に苦しい。農協としては1年間のつなぎ資金として、1年間2.5%の低利で、上限700万円（営農500万円、生活再建200万円）を融資する予定である。25～30人の農機具メーカーのサービス要員が修理をしている。部品交換等の実費は農家の負担としている。風呂・ボイラー等のガス器具は農協がメーカーを呼んで全面的修理を行い、5割を援助して更新した。

氾濫の混乱中は町からの情報は末端まで届きにくい。こんな時にセスナ機を飛ばして、空から広報したのは成功であった。特にプロパンガスの元栓を締めて、またボンベの浮き上がり防止などをして、というような指示はこのような場合有効であり、ガス漏れ等の事故は全くなかったということである。

表10.4 農業機械の被害と復旧状況（鹿島台町）、被害戸数と浸水機種

	上地	鎌	巻	測	花	内の	浦	深	谷	美加野間	志田一	志田二	志田三	志田三の一	志田四・五	合 計
調査戸数	12戸	17戸	6戸		28戸	6戸				12戸	20戸	13戸	15戸	14戸	21戸	164戸
被害戸数	2戸	2戸	1戸		26戸	2戸				7戸	14戸	11戸	12戸	11戸	15戸	103戸
コンバイン					3 (3)					1	3 台(3)	4 (4)		1 (1)	2 (2)	14台 (13)
乾燥機	1 台	2			17	2		2	5		7	4	4		8	52台
バインダー	1 (1)	1 (1)	1 (1)		6 (5)			2 (2)	5 (5)	2 (2)	5 (3)				1 (1)	24台 (21)
ハーベスタ					8 (2)				4 (1)	1 (1)	3 (1)	2 (1)			1 (1)	19台 (7)
もみすり機					2 (1)			1	3	2	6 (1)	4			3 (3)	21台 (5)
田植機	1 (1)			1 (1)	14 (11)				5 (4)	5 (1)	4				2 (2)	32台 (20)
-	1 (1)				6 (8)			2 (2)	1 (1)		4 (1)	3			2 (2)	15台 (15)
管理機					6 (1)				1 (1)	1			1		(1)	9台 (3)
耕うん機					5 (2)				1 (1)	3 (1)						9台 (4)
トラクタ					1 (1)			1 (1)	1 (1)	2 (1)				2		7台 (4)
その他	2 (2)				5 (12)	3 (1)	13 (7)	6 (8)	3 (1)		11 (5)	5 (2)		10 (8)		58台 (46)
																260台 (138)

() 内数字は機械化センターへ引上げ修理した台数を示す。

11.1 はじめに

1986年8月6日に観測されたランドサットTMデータから、8月4日夜半をピークとする台風10号の豪雨による桜川と小貝川の中流域の洪水氾濫状況を、最尤法により分類し、実用上の見地から8色ペンを備えた汎用プロッタを用いて地形図上に直接マッピングした。また、洪水氾濫状況と、1月後の9月7日に観測されたデータにおける水稻の被害状況の関係についても調べた。

災害調査では、災害状況の調査結果を何らかの形で既製地形図に対応させることが不可欠である。本報告に述べる事例は、地方自治体などのエンドユーザーの要求に重点を置いた衛星リモートセンシング技術の実用化手法の一端である。

11.2 最尤法による洪水氾濫状況の分類

GCP（地上基準点）座標とアフィン変換により対象地域の画像を予め地理補正した。つぎに、2万5千分の1地形図「筑波」と「上郷」を上下に接続した範囲のデータを対象に、

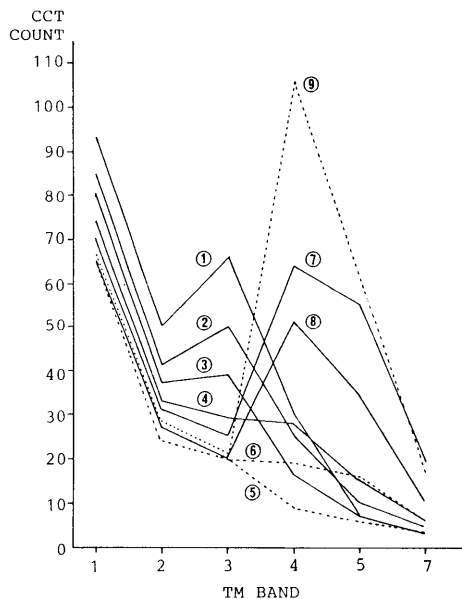


図11.1 基準領域の
分光反射特性

最尤法分類のための基準領域（トレーニング・エリア）を選定した。この範囲において、桜川と小貝川はそれぞれ研究学園都市が立地する筑波台地の東西を北から南へ流れているが、画像から見た洪水氾濫状況は、前者の流域の方が氾濫面積は小規模であるが多様性があるので、基準領域は主に桜川流域から選定した。

対象地域の主部のTM画像を、可視域のバンド3と近赤外域のバンド4に関し、それぞれ写真11.1と写真11.2に示す。また、基準領域の位置を写真11.2の画像中に、基準領域の分光反射特性を図11.1に示す。

さて、対象物ないしは対象領域は、分光反射特性から、無機物、植生、水を三要素として構成されているものと考えることができる。ここでは、濁水を構成する無機物としての土砂ないしは土粒子、植生としての水稻、ならびに水を3要素とする分光反射特性から、基準領域を記述する。

- ① 桑畑ないしは水田に氾濫した外水：可視域の反射輝度が基準領域の内で最大で、浮遊している土粒子の量が最も多い、すなわち濁度が最大と考えられる濁水域。
- ② 河川水：濁度が①に準ずる濁水域。
- ③ 河川敷に隣接した荒地ないしは水田に氾濫した外水：濁度が②に準ずる濁水域。
- ④ 氾濫した外水と湛水した内水の境界付近の水田：可視域の反射輝度は、上記①、②、③の外水と、下記⑤、⑥の内水の間隔的な濁度を示す。同時に、近赤外域の反射輝度は水田と水域の中間に位置し、稲が冠水状態ではないことを示している。
- ⑤ 桜川合流点付近の支流側の水田：可視域、近赤外域とも反射輝度が弱く、濁度の低い内水で冠水している。
- ⑥ 同支流上流部の水田：可視域の反射輝度は⑤に同じであるが、近赤外域に僅かな反射が認められる。⑤の上流部で水位がより下がっている状態と説明される。
- ⑦ 台地直下の水田：近赤外域の反射輝度が、正常な水田⑨と水域の中間に位置し、浸水跡の水田と説明される。一方、中間赤外域のバンド5がやや高く、転作による畑が混在している可能性がある。
- ⑧ 内水の湛水域に隣接した水田：⑦同様、浸水跡の水田であるが、近赤外域の反射輝度はやや低い。小貝川流域の唯一の基準領域。
- ⑨ 洪水の影響を受けていない正常な水田：近赤外域にスペクトルのピークを有し、前年同季（1985年8月3日）と同じ分光反射特性を呈する。

以上の領域を基準領域として、前記の範囲のデータを対象に最尤法分類を行った。そのさい、図11.1の分光反射特性から、相関が小さく分類に有効な変数はバンド3、4、5の三つと判断した。

分類の結果、浸水跡の水田については、針葉樹林ならびにこれに準ずる集落などと分光反射特性が酷似し過剰に抽出されたため、前年同季のデータから抽出した水田と重ね合わせて

水田のみを分離した。

11.3 マッピングの方法と位置精度の見積り

衛星モートセンシングによる災害状況把握の利点はその広域性にあるが、実用面からは同時に細部についても位置精度の高い情報抽出が要求される。また、グラントルース・データや解析の中間結果と、地形図その他の調査図との照合を能率的に行う必要もある。そのためには、抽出した情報を地形図そのものか、そのコピー、または地形図を重ねて見ることができるトレーシング・ペーパーに、可能な限り色情報としてプロットする方法が効果的である。

マッピングに用いたプロッタ装置（HP-7580A）の特長は、8色ペンによる通常のプロット機能のほか、地形図などの任意の紙面（A1版以下）を装置両端のローラーに噛ませることにより装着することができ、ペンの代わりにディジタイズサイト（グラスファイバー製のレンズ）をセットしジョイスティックを操作すれば、紙面上の目標点のXY座標を仕様上25 μ mの精度で入力できることにある。一方、本装置による画素ごとのプロット方式の難点は、装置が本来画像出力用ではないため、長大な所要時間を費やすことである。

地形図上への直接マッピングは、装着した地形図の4隅点のXY座標をディジタイズサイトで入力し、画像ファイル上の画素の地形図上における位置を、その画素の画像座標が地形図の向い合う辺を同じ向きに比例配分する場合のXY座標として定め、プロットすることにより行う。

つぎに、マッピングの位置精度を検討する。分類に先立つ地理補正では、対象地域を含む約25km²の範囲に24点のGCPを選定し、画像座標と地図座標（緯度・経度）を入力した。GCPにおけるアフィン変換の位置ずれ誤差は、最大0.4画素、中等誤差で0.2画素であった。

再配列のメッシュは、地形図のたて・よこを整数個に分割し、かつできるだけ原画素に等寸で、また正方形に近くするという条件から、たて0.9375"、よこ1.1250"とした。これは、2万5千分の1地形図のたてを320等分、よこを400等分した大きさで、対象地域の中心の北緯36°10'で、1メッシュが約28.9 $\times$ 28.1m、面積にして約812m²となる。

なお、地理補正の再配列は、原データがバルク処理を経てすでに平滑化されていることも考慮して、最近隣法によった。

以上の説明から、マッピングの位置ずれ誤差は、地理補正から来る誤差と、プロットのさいの地形図のセッティング誤差を合わせても、高々半画素以内、中等誤差で $\frac{1}{4}$ 画素程度と考えられる。地理補正後の画素の大きさは一辺約28.5mであり、2万5千分の1地形図上で約1.1mmである。したがって、マッピングの位置ずれ誤差は、高々約0.5mm以内、平均約0.25mmであり、この精度は十分、地形図利用上の許容誤差の範囲内であるといえよう。実際、この位置精度の高さは、マッピングされた浸水フロントが、農道などに良く一致している例から

も確認される。

11.4 洪水氾濫状況図と地形情報の解釈

最尤法による洪水氾濫状況の分類結果をマッピングした2万5千分の1地形図「筑波」と、同「上郷」の北半分を接続した図を、「洪水氾濫状況図」として写真11.3に示す。

凡例の各項目に付した番号は、分類のさいの基準領域の番号である。ここに、項目⑦の浸水跡の水田は、基準領域⑦と⑧の分類結果を合併したものである。また、基準領域⑨に分類された正常な水田は、これをプロットすると主に色あいの関係から氾濫状況が識別しにくくなるため表示していない。

「洪水氾濫状況図」が、水害直後の迅速な被害状況調査において、分類精度および位置精度の上から、実用上極めて正確であったことは、空中写真との照合、現地調査ならびに後述する地元自治体の利用評価から実証されたところである。このことはまた、前述した分類のための基準領域の設定とその内容が適切であったことを意味している。

さて、洪水地形分類または微地形分類では、流域を主に地形の生成過程から、台地、自然堤防、後背湿地、旧河道などに分類するが、ここでは当該河川の氾濫原の水田地帯を対象に、氾濫水の濁度ないしは水稻の冠水程度から、地形情報としての地盤高の高低を推察する。

この図を一見してわかることは、桜川と小貝川では氾濫の状況が、面的分布の細かさにおいて大きく異なっていることである。すなわち、前者は細かい地域的変化を呈しているのに対して後者は大まかである。これは、前者が筑波山系を東側に抱えていて河川に向かう流域の傾斜が急であるのに対し、後者の流域は平たんで傾斜が緩やかであることも一因とみられる。

また、対象地域において、両川とも8月5日午後に破堤したわけであるが、その約20時間後のランドサットの観測時点における河川水そのものの濁度は、桜川の方が高く、小貝川の方がそれより1ランク下がっていることも特徴的である。これは、前者が、土砂の供給源としての山系に接しているためと説明することもできよう。

さて、一般に外水に関しては、洪水の初期ほど濁度が高いといわれている。氾濫水の濁度と氾濫の時間的順序が対応しているならば、一時期のランドサットデータから、濁度を尺度として氾濫水の時間的挙動を追うことができる可能性がある。そこで、「洪水氾濫状況図」を、8月5日の14時から16時にかけて撮影された空中写真に見る氾濫初期の状況と対照してみたところ、時間的に早く氾濫した外水ほど濁度が高くなっていることを確認した。

さらに、桜川に関しては、ランドサットの観測時点で洪水はピークを過ぎており、地形に従って流れ停滞している場所ほど地盤高が低いという見方をするならば、河川に接した濁水域から浸水跡の水田へかけて、比高が徐々に高くなって行く様子が随所に明瞭である。

同様に、桜川支流の小河川流域で内水が湛水した水田においても、図中の領域の色調が青

から紫を経て緑に至る過程は、稲が水面上に顔を出す程度を表わしており、そのまま地盤高を反映しているものとみられる。

小貝川流域に関しては、河川と台地との間に広がる一様でほぼ水平な田畑に、小貝橋のたもとの破堤箇所から河川水の供給が続いており、その北方に、前日からの濁水域と、台地から小貝川伝いに流入した内水により濁度が低下したと思われる領域が交錯している様子が把握されるが、地形情報との対応は桜川流域ほど明確ではない。

ところで、地盤高の高低が推察できるということは、すなわち湛水深の浅深を推察できるということであり、水稻の背丈などを指標として水深を推定することも考えられよう。

なお、いずれの流域においても、氾濫状況の各領域の境界が、自然の地形に対応していると思われる場合のほか、道路、水路、造成地などの人工的な地形の境界に明瞭に対応している箇所も多く認められる。図の右下の赤領域の上部に接して東西に白くぬけている部分は、地形図には記入されていない整備中の広い道路である。

11.5 洪水氾濫状況図の利用上の評価

ここで、「洪水氾濫状況図」を、実際に被害調査に利用した地元自治体がまとめた評価を、内容が客観的で当を得ており改めて表現しなおす必要がないので、原表のまま表11.1に掲げておく。

表11.1 ランドサットデータから分類した桜川流域の洪水氾濫状況図の利用状況

課 名	利 用 内 容	利 用 結 果
総 務 課	洪水氾濫状況の把握 ① 被害状況調査基礎資料として利用 ② 国、県等被害状況視察及び査察の説明資料として利用 ③ 今後の水防対策の基礎資料として利用	① 各課への被害状況調査指令の徹底が図られた。 ② 被害の区域が一目で判り手作業に比べて時間的にも正確さにも格段の差があった。
農 政 課	被害状況調査に利用	① 水田の被害状況調査を行ったところ、図の濁りの大きい部分1～3について被害が集中しており解析結果と一致した。 ② ただ残念なのは、データが一元的であるため時間をおって解析できないという点である。しかしランドサットの物理的条件で致し方のないことであり、6日の冠水状況の把握ができただけでも幸いであった。
建 設 課	国の査察の説明資料として利用	航空写真だけでは概略的な説明に終わってしまうが、地形図におとすことにより、被害状況が一目瞭然でありランドサットのデータということで信憑性も高く説得力があった。
土 地 改 良 課	国及び県の査察の説明資料として利用（今後）	

(筑波町役場総務課調べ)

水稻などの植生の活力状態は、近赤外域のバンド4の反射輝度に鋭敏に反映される。ここでは、先に8月6日のデータから分類した洪水氾濫状況と、その1月後の9月7日のバンド4のデータの反射輝度との関係を、写真11.2の左側4分の1を除いた地域、すなわち小貝川流域を除いた地域の全水田について調べた。

表11.2は、氾濫状況の各分類項目に対する1月後のバンド4の輝度値の度数分布である。この表から、氾濫直後に設定した分類項目の番号と、1月後のバンド4の輝度値の間にはほぼ正の相関関係が認められる。

つぎに、9月7日のバンド4における水稻の反射輝度を、表11.2から、(1)69以下、(2)70～89、(3)90～99、(4)100～109、(5)110以上の5段階にスライス(区分)し、それぞれに色調を割り当て、水稻被害状況図として地形図上にプロットした(図省略)。この図を8月6日の洪水

バンド4の値																		計	平 均	標準偏差
(9月7日)																				
分類項目 (8月6日)	-69	70-74	75-79	80-84	85-89	90-94	95-99	100-104	105-109	110-114	115-119	120-124	125-129	130-134	135-					
1 (外 水)	0	2	11	29	37	26	39	47	4	0	0	0	0	0	0	195	92.2	8.6		
2 (外 水)	2	4	11	20	27	54	67	46	21	7	0	0	0	0	0	259	94.4	8.9		
3 (外 水)	0	9	26	54	95	199	209	198	54	17	4	2	0	0	0	867	95.2	8.1		
4 (内水・外水)	3	2	8	30	48	144	359	455	192	91	12	4	0	0	0	1348	99.9	7.2		
5 (内 水)	0	2	11	25	73	59	53	41	36	15	6	0	0	0	0	321	94.6	9.4		
6 (内 水)	1	0	0	15	28	76	144	141	75	49	14	4	0	0	0	547	100.0	7.9		
7 (浸 水 跡)	0	0	5	6	10	151	455	642	528	296	130	54	11	5	0	2293	104.1	7.5		
8 (浸 水 跡)	0	0	0	0	2	12	74	179	175	122	49	13	4	2	0	632	106.3	6.8		
9 (非 浸 水)	4	3	3	12	7	207	909	1642	1856	1754	1139	580	218	99	14	8447	108.8	8.6		
計	10	22	75	191	327	928	2309	3391	2941	2351	1354	657	233	106	14	14909				

- 112 -

氾濫状況図（写真11.3）と対照すると、二期間の各分類項目の地域的分布に概略の対応関係が見られる。具体的には、主として外水による冠水田が段階(2)に、外水または内水による浸水田が段階(3)に、浸水跡の水田が段階(4)に、洪水の影響を受けていない正常な水田が段階(5)に概略対応している。ここに、段階(1)の水田は小貝川左岸に集中して分布しているものである。

以上のことから、水稻の被害程度は氾濫水の濁度と相関関係にあるとみられる一方、湛水深あるいは湛水時間とも相関関係にあるとみることができる。このことはまた、氾濫直後の状況から、1月後あるいは収穫時期における水稻の被害程度を定量的に予測することの可能性を示唆している。

11.7 おわりに

「洪水氾濫状況図」に表われている地形情報から、氾濫水の湛水時間の長短を予測することができ、したがって氾濫水の濁度とともに、水稻被害の見積りが可能となる。洪水氾濫状況と水稻被害との関係は、水害1月後の9月7日のTMデータからも実証することができた。

コンピュータ・マッピングによる洪水氾濫状況図は、地形情報としての地盤高、換言すれば湛水深に関する情報を表現しており、水稻被害の見積りを効率化するとともに、今後の水防対策資料としての浸水実績図を高精度で実現しているものといえよう。

この成果はまた、地元自治体の災害調査に実用され、航空機による調査法に対し、別段の利用価値が認められた。このような利用上の評価と現地調査は、筑波町の協力で進められた。

12. ランドサットTMデータからの水稻被災状況の検出

植原茂次・大倉 博

12.1 調査の目的

台風10号による洪水氾濫は、関東東部から東北南東部に広範な水害をもたらしたが、この地域は主として水田耕作地であり、水稻の被害が顕著であった。

このような広域の洪水氾濫と、それによる水稻被害状況の把握には、ランドサットMSSデータの解析が非常に有効であることは、既に植原ら（1983）、（1984）が、1981年8月の石狩川下流域及び1982年7月の熊本県緑川流域の洪水氾濫について実証している。

今回の台風10号による水害に関しては、MSSデータに比し、地上分解能が80mから30mへと更に向上し、分光バンドも短波長赤外線2バンドが追加されたTMデータが利用可能なことから、さらに詳細な水害の状況が解析可能であると期待された。

水稻の被害状況を検出することは、被害の定量的評価に止まらず、その地理的分布によって、洪水氾濫の特性、即ち水害地形の分類及び氾濫水の湛水深及び湛水時間等を評価することが可能となり、洪水の地域的な危険度評価につながるものである。

今回の水害調査には、TMデータの利用可能性を検証する意味で、現地調査の容易な茨城県下を対象としたが、TMデータのクラウドカバーの状況を考慮して、解析対象区域は茨城県西部の小貝川及び桜川の氾濫域とした。

即ち、本調査は水害被害状況の調査にランドサットTMデータを利用したというよりも、TMデータの利用可能性の検証及び上述した観点から種々な情報の判読について知見を得ることを目的としたものである。

12.2 現地調査とその成果

12.2.1 TM画像に基づく第1回現地調査

8月6日午前9時37分に受信されたTMデータは、台風一過の快晴に恵まれ、洪水氾濫が未だ継続していた茨城県下の水害状況を、非常に明瞭な画像として示した(写真12.1)。

このデータから得られた諸情報は既に前節で述べたとおりであるが、洪水氾濫中の映像が撮れたのは、ランドサットによる地球観測が始まって以来、我国では初めての貴重なデータであった。そのため、宇宙開発事業団地球観測センターと協力して、急ぎ受信データの処理を行い、バンド3、5、7等のフォールスカラー画像を作成し、観察された知見を8月8日午後にマスメディアを通じて公表した(写真12.2.1、12.3.1参照)。

このTM画像に基づく第1回目の現地調査は、8月18日、19日にわたって桜川・小貝川の水害地について行ったが、TM画像により発生した洪水氾濫の状況が十分理解されていたため、2.5万分の1地形図等と照合しながら効率の良い現地調査をすることができた。

この時点では、洪水痕跡が可成り残っていたが、水稻に及ぼした氾濫の影響について正確に判定することは困難であった。しかし、以下のような観察結果を得ている。

(1) 明野町赤浜地先の小貝川左岸堤小貝橋上流で破堤し、最も広範な氾濫地域となった東保末より下流の小貝川左岸低地区は、明瞭に濁水の湛水がみえるが、この地域では農家の一階は完全に水没し、植込みを含めて極めて明瞭な泥色の洪水痕跡がみられた。

この地区の水稻は泥土が付着し、全体に灰緑色を呈し、洪水の影響の大きいことが観察された。

(2) その上流の下館市も可成りの洪水氾濫が画像から判明しており、現地調査でも局所的ではあるが多数箇所水稻被害が観察された。特に、小貝川に右支川の大谷川が合流する上流の母子島、椿宮地区は、画像から明瞭に内水氾濫が湛水した地区と判定していたが、濁水も母子島付近に見られるため疑問に感じていた。現地調査の結果により、大谷川左岸堤が母子島上流で決潰箇所があり、また、合流点の堤防が無いために、小貝川からの逆流も侵入したことが分かった。このため母子島では、上述した明野町に近い氾濫状況となって家屋や水稻に与えた影響は可成り大きいと観察された。

(3) 石下町の小貝川右岸本豊田で発生した堤防決潰は、8月6日の午前10時直前であったた

め、TMデータ受信の約20分後であり、この時点で画像から洪水氾濫域を観察することはできなかった。そこで決潰箇所より右岸堤上を南下し、水海道市三坂新田付近から上流に、八間堀川沿いに右岸側低地を北上し、決潰箇所まで戻りながら水害状況を観察した。

その結果、石下地区の水害は、小貝川本川の濁水が氾濫流下したものであるが、本川洪水のピークを過ぎた時点であり、明野町の場合より湛水深及び時間とも小であったとみられ、決潰した本豊田付近や氾濫流下域内で東西方向の道路によって、洪水の流下が阻害され湛水が顕著であったとみられる道路北側（上流）の部分の水稻に泥土が付着するなど被害の大きいことが観察された。

しかし、氾濫は八間堀川と小貝川右岸堤との間に限られると考えていたことは、9月7日の水害後のTM画像の結果、間違いであったことが後で分かり、氾濫範囲は我々の考えていた範囲よりはるかに広がった。このことは、また水害調査前にランドサットの広域的な画像を入手する必要を改めて認識させられた。

(4) 小貝川右支川糸繰川は下妻市祝橋下流で排水機場により洪水が排除されたが、TM画像には下妻市大宝付近からの上流の糸繰川沿いの低地には、内水氾濫が明瞭に残っていた。現地調査の結果、大宝から福田に向けて、糸繰川低地を横断する道路盛土が高く、これが糸繰川の氾濫を堰き止め、流下を阻害したことが分かり、これによる水稻被害も可成り大きいことが観察された。

(5) 内水氾濫が画像から見られた小貝川右岸の千代川村鯨、下妻市下宮等の地区については、水稻に及ぼした内水氾濫の影響は軽微と観察された。

(6) 桜川はTM画像で見られるように、氾濫域は河道改修が十分でなく、複雑な氾濫状況を示しているが、前節で述べたように、微地形に沿っており、水稻被害は全般的には大きくはない。しかし、破堤及び無堤地帯からの本川洪水の浸水地点、新設道路盛土による氾濫水の集中箇所、本川の背水の影響を受け湛水した支川の低地（旧河道）等の水田は、局地的には可成りの水害の影響が観察された。

12.2.2 第2回現地調査

9月7日に水害後のランドサットTMデータが受信され、これを用いて水稻被害の検出を行うため、水稻被害度についての現地調査を、9月11日小貝川、桜川流域、9月12日恋瀬川河口部、涸沼上・下流部、那珂川水戸市付近及び中丸川について行った。

この時点では既に早生種の“こしひかり”は収穫直前の状況であり、稲穂の稔り具合から概略の被害率を推定することは可能とみられた。

調査箇所を図12.1～12.7に示し、その被害率の概略推計結果を表12.1に示す。また、水稻被害状況の代表的な例を写真4.1～4.3に示す。

その結果、第1回調査の水稻被害に関する観察結果が、小貝川・桜川流域については第2回調査で可成り確かめることができると共に、恋瀬川河口部、涸沼の直上下流部、水戸市根

本地区等でも顕著な水稻被害が発生していたことが分った。





図12.2 水稻被害調査箇所（下妻・明野地区）



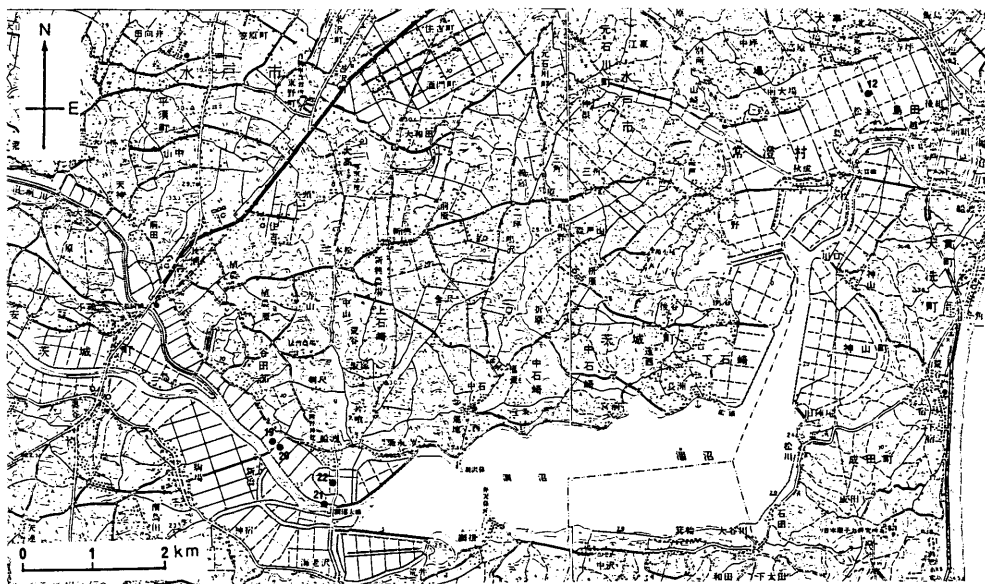


図12.6 水稻被害調査個所（濁沼上下流）

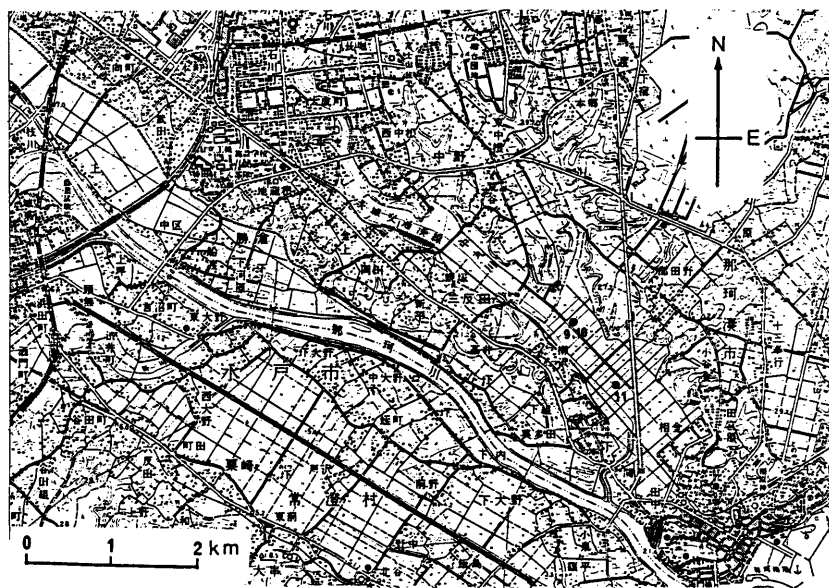


図12.7 水稻被害調査個所（中丸川）

表12.1 1986年10号台風による水稻被害調査

	写真番号	場 所	被害率 (%)	品 種
水海道・石下地区	1, 2	水海道市川崎, 平和橋, 西 400m	20-30	こしひかり
	3, 4	同上場所より上流側	70-80 (青立ち)	日本晴
	5, 6	同, 上蛇町三坂新田, 道路直上	70-80	大空
	7, 8	同上, 道路下流側, 大堀通り	10	こしひかり
	9, 10	石下町本豊田新宿第2	30	同上
	11,	同堤防決壊箇所より下流をのぞむ		
	12,	千代川村富塚砂子下, 内水湛水域	0	
	13, 14	大穂町坂本	70-80	こしひかり
下妻・明野地区	15, 16	下妻市柳原東	70-90	同上
	17, 18	同高祖道本田東, 本田上宿	100 (青立ち)	同上
	19, 20	明野町中上野	100 (同, 泥)	同上
	21, 22	小貝川左岸堤防上から鶴川部落向より, 上野土地改良用水		
	23, 24	下館市母子島	70-80	同上
	25, 26	同椿宮	30	同上
	27, 28	明野町海老江吉添	20-30	同上
筑波地区	29, 30	筑波町泉巡見橋左岸下流たもと	20-30	同上
	31, 32	同, 中菅間, 道路近 下遠	50-60 20	日本晴, こしひかり こしひかり
	33, 34	同, 上菅間道路北	20-30	同上
	35, 36	同上場所直ぐ西	5-10	日本晴, こしひかり
	37, 38	筑波町君島君島橋上流, 堤防不連続	60-90	同上 (低所)
			30	こしひかり
	39, 40	同, 北大田	10-20	同上
恋瀬川河口	17, 18	石岡市東野寺南坪	80-90 70-80	大空 こしひかり
那珂川水戸地区	23, 24	那珂川右岸, 水戸市根本3丁目	被害状況	
	1, 2, 3	同, 新樋門及び築堤箇所		
	4	同,	80-90	初星
	5	同, 洪水痕跡		
	6	水戸市飯富町	60-100	水田
	7	同, 上河内町揚水機場付近, 那珂川右岸, 畑地		
	8	同, 柳川町地先, 那珂川左岸, 畑地		
涸沼上下流	19, 20	茨城町片山ひ沼上流, 新橋上流, 上石崎	50-60	初星 (黄色)
		下流	90-100	(青立ち) おく稲
	21, 22	同, ひ沼大橋左岸, 水田被害状況		
	12	常澄村荒谷, ひ沼下流	40-60 60-80 80	早稲 遅稲 (青立ち) 秋光 (茶色)
中丸川	9, 10	那珂湊市柳沢地先, 中丸川下流湛水域	20-30	水田
	11	同, 中丸川下流 245号線近く	20-30	ひめのもち

12.3 ランドサットTMデータの解析

12.3.1 水稻被害状況とTMバンドの反射特性

9月7日受信のTMデータをGCP（地上基準点）データにより幾何補正を施し、同時に画像座標から地図座標（UTM）に変換を行った後、各被害率に対する現地調査箇所にトレーニングエリアを設け各バンド毎の平均値を求めて図12.8にしめた。この結果、各バンド共、水稻の被害率が上昇する程反射率は減少する傾向をみせており、特にバンド4（近赤外域： $0.76\sim0.90\mu\text{m}$ ）が分離度も良く、被害率との関係も良いことが明らかとなった。但し、水稻の種類により可成り反射特性が変わるので、稲作の大部分を占める“こしひかり”の地区のみを用いている。

この結果に基づき、バンド4のCCTカウントと、現地調査による水稻被害率との関係をプロットしたものを図12.9に示す。ここで、線の表示は被害率が線の範囲に分布している場合を示す。

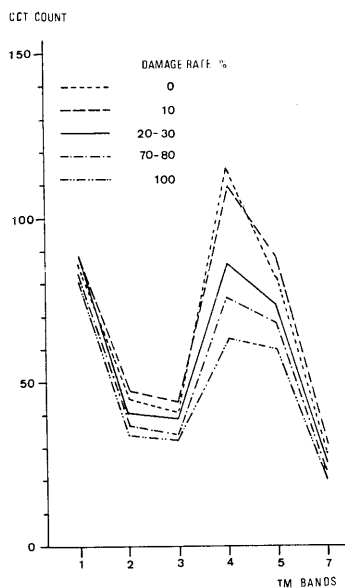


図12.8 水稻被害状況とTMバンドの反射特性

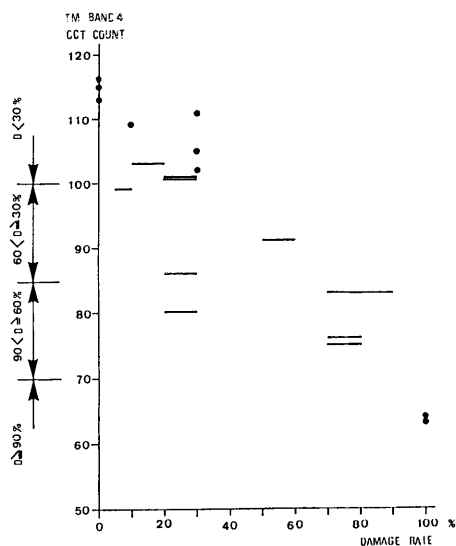


図12.9 現地調査による水稻の被害率とTMバンド4のCCTカウントとの関係

この結果から、被害率の低い所でCCTカウントとの相関は必ずしも良くないが、可成り良いリニアな関係を設定することが可能とみられ下記のように、バンド4のCCT（C）カウントと水稻被害率（D）との関係を決定した。

$$\begin{aligned} D < 30\% \text{ のとき} & \quad C > 100 \\ 30 \leq D < 60\% & \quad 100 \geq C > 85 \end{aligned}$$

$60 \leq D < 90\%$ $\times$ $85 \geq C > 70$

$90 \leq D$ $\times$ $70 \geq C$

12.3.2 水稻被害分布の検出

 水稻被害の分布を求めた地区は、写真12.2.1、12.2.2及び写真12.3.1、12.3.2に示すごとく、小貝川の明野町の氾濫と桜川の筑波町内の氾濫を含む地区（明野・筑波地区）、小貝川の石下町から水海道市にかけての氾濫地区（水海道・石下地区）である。

 水稻被害の分布は、前項で求めた関係により、バンド4のスライス画像を作成すればよいのであるが、問題は水稻以外の部分を消すために、水稻のマスクを作ることが必要である。

 明野・筑波地区は前章11. で述べたように、前年の1985年8月3日のTMデータを用いて最尤法分類による水稻部分の検出による水稻マスクを用いたが、年度による水稻作付の変更箇所は手作業による修正を加えている。

 水海道・石下地区については、芝山ら（1986）の“水稻の可視及び近赤外の反射係数は全般的に出穂後、日時の経過とともに増加する”という研究結果に基づいて、8月6日のTMデータと9月7日のそれとを、前者を基準として、反射率が不変とみられる都市、常緑樹林等のテストエリアのデータを用いて輝度補正を施し、両時期の差画像から水稻のマスクを作成することを試みた。

 これらの水稻マスクを用い、被害率90%以上を赤、60%以上90%未満を黄、30%以上60%未満を淡緑、30%未満を白として、水稻被害分布を表現し、3. 5. 7バンドのフォールスカラー画像上にオーバーレイしたものを、写真12.2.3、及び写真12.3.3に示す。

 この水稻被害分布と洪水の氾濫状況（8月6日）及び水害後の状況を3. 5. 7バンドのフォールスカラー画像として比較のために写真12.2.1、12.2.2及び写真12.3.1、12.3.2に示す。

12.3.3 水稻被害の地域的分布

 以上から得られた水稻被害の地域的分布を以下に記す。

(1) 被害率90%以上の収穫皆無とみられる水稻は、この解析地域内では、小貝川左岸堤の決潰による左岸側低地にみられ、明野町東保末から下妻市高道祖にかけて広範囲に検出され、更にその下流側低地部の大穂町北山地区にも一部検出されている。

 これはこの地区の地形が、台地と小貝川の左岸堤で囲まれた低地であり、明野町赤浜地先や下妻市高道祖で狭窄されているため、氾濫水の湛水深及び時間共大きかったことによるものと考えられる。

 下妻市高道祖の台地による狭窄部下流低地は、その幅は狭いが、豊里町の前原地先まで達しており、TM画像では、ここまで氾濫水が到達している。明野・筑波地区の画像が大穂町北山までであるので明確ではないが、現地調査結果を含めて、この下流低地の水稻被害は、一部が90%以上の収穫皆無であるが、大部分は60%以上90%未満であったとみられる。これ

は高道祖の狭窄部で氾濫水の流下が可成り減少されたことによると考えられる。

(2) 明野・筑波地区画像における水稻被害率60%以上90%未満の地区は、小貝川左岸の大氾濫地区では、被害率90%以上の周辺にみられる他、桜川の本支川に散在している。

桜川左岸低地の場合は、洪水氾濫のTM画像から、この被害率に相当する地区は、内水氾濫と外水氾濫との接触部に位置していることがわかる。そして、30%以上60%未満の被害率の地域が、更にその外周にみられ、完全に内水氾濫の部分の中に位置しており、30%以下の部分が更にその外周にみられる。

このことは、低地の微地形を表現しているものとみられ、水稻被害率の減少に従って低地の標高が高くなっており、湛水深及び時間が小であったためと解釈される。

小貝川では、筑波町の筑真橋直上流で合流する右支川の合流点上流の河道沿いの低地、新井、中根地区の水田、上流右支川観音川沿い赤町、西押尾地区の水田、上菅間地区等に60%以上90%未満の被害がみられる。上記の右支川はいずれも内水排水河川であり、その被害は内水氾濫によるものであるが、いずれも本川合流点が地形或は道路により狭窄されており、本川の背水の影響もあって、湛水深及び時間が大であったと考えられる。

上菅間、中菅間、巡見橋右岸地区等に散在する60%以上90%未満の被害水稻は、道路盛土、排水管渠の疎通能力不足等による湛水が地形条件に加え可成りの影響を与えたとみられる。

(3) 水海道・石下地区の水稻被害は90%以上の収穫皆無の地区は検出されていない。水稻被害の大きい地区は、上流から石下町石下、豊田地先の水田から始まり、小貝川中郷橋を渡り本豊田から東野原を結ぶ横断道路南側（下流）からは、八間堀川と小貝川右岸堤防の間の水田被害が、本豊田から、水海道市、三坂新田まで顕著に検出されている。三坂新田で一応終わっているように見えるのは、ここに吉野から五家を結ぶ横断道路があるからで、これにより洪水氾濫の流下は一応阻害されたと考えられる。しかし、それより南（下流）では、上蛇町下の道路横断箇所上流側水田に被害が検出された他、八間堀川の右岸側に三坂新田より中山町にかけて広く水田の被害が検出されている。

8月6日のTM画像による氾濫状況では、この地区ではその時点で外水の氾濫はみられず、小規模な内水氾濫が散在している。一方、9月7日の水害後の画像では、上記の水稻被害の検出結果に述べたとおり、水稻の反射率低下がみられる。しかしながら、8月6日の氾濫状況と9月7日の水稻被害状況は地区を比較すると殆んど一致していない。

このことは、水稻被害は、ランドサット通過直後に発生した石下町本豊田の上郷橋下流小貝川右岸堤の決壊による洪水氾濫によるものと考えられ、その氾濫は上流側には石下町石下及び豊田から、水海道市中山町に達する南北7km、東西2～3kmに及ぶ広い範囲であったと推定されまた三坂新田あたりで、八間堀川左岸から右岸に主流が移ったと考えられる。この洪水氾濫の流末は中山町内の東西の横断道路により堰止められていることも注目される。

12.4 成果と考察

以上得られた結果とそれに対する考察を以下に記する。

- (1) ランドサット T M 画像は、氾濫状況及び水稻被害状況の広域的な調査には極めて有効である。

先ず氾濫状況に対しては、氾濫水の反射率の大小により、容易に外水と内水の氾濫域を区別することができる。更に小貝川の河川水の濁度が、明野町の堤防決壊による氾濫水のそれよりも低いのは、河川洪水の濁度が増水時に高く、減水時には徐々に低下することを示していると思われる。

水稻被害状況は、上述の氾濫状況と良い対比を示しており、一般的に濁度が高い程被害率も大きい傾向が明らかであり、それは水害後の画像に水稻の輝度の低くさとなって明瞭に現われている。

- (2) 水稻被害率は T M バンド 4 の C C T カウントと逆比例の比較的良好な相関関係があり、これを基に水稻被害を分類可能である。

T M バンド 4 は近赤外バンドで $0.76 \sim 0.90 \mu\text{m}$ である。これは M S S の場合バンド 6 ($0.7 \sim 0.8 \mu\text{m}$)、バンド 7 ($0.8 \sim 1.1 \mu\text{m}$) に相当する。植原ら (1983 及び 1984) は、石狩川及び熊本県緑川流域の水稻被害の検出の結果、M S S のバンド 7 及び 6 の有効性を確認しており、T M データの場合も有効バンドは近赤外域であることが実証された。ただし、地上分解能の向上は、更に詳細な部分の検出を可能にしたと考えられる。

- (3) 洪水氾濫及び水稻被害の分布は、水害と微地形との関係を表現しており、水害危険度評価に役立てることが出来る。

氾濫の分布は、洪水が集中し湛水する旧河道、低平地における低地部を浮き彫りにした。しかし、道路盛土やその横断水路排水管渠の疎通能力不足による洪水の集中や湛水等の影響が可成り大きいことも分った。

以上により、洪水実績図が単に洪水の氾濫域のみを示すのに対して衛星画像及びその解析画像は洪水氾濫が及ぼす水害としての影響度を評価するために有用な情報を非常に多く含んでおり、その有効な利用を図り得ることが明らかにされた。

参 考 文 献

- 1) 大倉 博・幾志新吉・植原茂次・阿久津亮夫 (1986) : ランドサット T M データを用いた洪水氾濫と水稻の冠水被害の抽出, 日本リモートセンシング学会第 6 回学術講演会論文集。
- 2) 幾志新吉・諸星敏一・大倉 博・植原茂次・阿久津亮一 (1986) : サンドラット T M データからの洪水氾濫状況のマッピング, 同上論文集。

- 3) 芝山道郎・山形与志樹・秋山 侃：圃場用人工センサを使った水稻成育情報の追跡，日本作物学会 記事第55巻別号1，第181会議要旨資料集1986年。
- 4) UEHARA, S., KISHI, S. et al (1984) : Detection of the Damage of Rice Field Due to Flooding Based on Landsat MSS Data. Earth-Orient. applic. Space Technol. Vol. 5, No. 4. pp.295-303, 1985.
- 5) UEHARA, S., TSUCHIYA, K. et al (1983) : Detection of Flooded Area in Hokkaido Based on Landsat MSS Data. Proceedings of the 17th International Symposium on Remote Sensing of Environment. ERIM. p.677-686.

13. 得られた教訓

木下武雄

今回の災害（主として水害）を調査して各種の注目すべき現象を知り，貴重な経験を得ることができた。これらは，今後のこの種の災害を防ぐ上で重要な教訓となりうるので，そのうちの幾つかを挙げて本報告の結論としたい。

(1) 台風という呼称は，気象学上の一つの定義によるものである。従って台風が温帯低気圧と名称をかえても，決して油断はできないわけで，特に豪雨に関しては，厚い雨雲の襲来によるものであるから，実態についての監視と理解が大切である。本報告書では単に台風10号と呼んだが，温帯低気圧になってから，多くの雨を降らせている。その意味で，レーダの雨画像は貴重であり，テレビ等に映し出される気象情報や，別途のネットワークで配信されている河川情報などの利用を高め，防災に積極的に活用することが望ましい。

(2) 浸水・湛水・氾濫など言葉の持つニュアンスは異なっても，水は低い方へ流れて溜るのである。盆地を流れる川が峡谷へ入る所では川から水があふれるわけだし，河川改修で旧河道は廃川となっても，水は流れやすいし溜りやすい。防災には地形を理解することが第一に大切である。日常生活で，建物が高くなり，自動車・クレーン等を使うようになると，30cmの高低差に気付かぬようになるが，30cmは被害という目では致命的な差となることもある。また土地造成で原地形がわからなくなることもあるが，古い地形図を利用すれば，原地形を理解しやすい。無論，責任ある機関がわかりやすいリスクマップを作成すべきではあるが，住民の側からは現在すぐに役立つ知識がほしいのである。昔，著名な河川技術者で，自転車で走って勾配（1/3,000といったオーダー）を言い当てる方がおられたが，勾配・高低差に対し現代人はもう少し敏感でもよいのではないか。

(3) 地名はそのような意味で有力な手がかりである。カワラ，クボ，ヌマ，イケなどつけば注釈は要さないであろう。ス，シマなどは微高地を意味するのであろう。しかし，シマと言えば周辺は湿地なり川なりであることも予想しなければならない。今回浸水した工業団地でも，このような単純な知識から，水害が暗示される所も多い。

- (4) 今回の洪水では越水、破堤など随所にみられた。旧河道の締切部（そこには水門をつけることが多いが）から破堤した例もあるが、そうでない例も多い。旧河道の締切部が一つの弱点になっていることは事実であるが、河川の堤防の高さは完全に揃っているわけではなく、特に改修工事が進行中のところでは不揃いの高さは止むをえない。では、その情報を地元は告知されているのかと問うと、地元民は「それくらいのことは知っています」という返事である。地元民は前回の出水、前々回の出水で、どこが危険かを知っている。だからこそ有効な水防活動ができるのである。すべての住民は「それくらいのことは知って」いてほしい。
- (5) 洪水中に踏査していても川のそばを、水のついた道路を大人も子供も歩いている。避難の指示をしても指定された避難所へ行く人は多くない。子供が川へ落ちてはいけなし、家財道具を助けるため溺死してはいけなし、生活は生活なのである。温暖多雨域に稲作を主体として発展した民族には、それなりに水とつき合う方法を心得ている伝統があるわけで、「アツモノにこりてナマスを吹く」ような避難命令ではなく、実情の把握の上に有効に発せられる避難命令でなければならない。
- (6) 豪雨による災害には、ガケ崩れなど突発的なものもある。よってガケから1 mでも遠くに居住することは大切なことである。日本は急傾斜地が多いから一律には言えないが、少しでも危険からは離れていることは、特に夜間の豪雨中は必要であろう。
- (7) 豪雨があると内水排除ためポンプをかける。ポンプが小容量の時には効果はポンプ稼働により全面的に現われるが、ポンプの容量が増して、内水排除によって外水（河川の水）の水位が高くなっては危険が増大する。今後このような所が都市・農村を問わずふえると思われる。換言すると、ポンプをかけ続ければ外水が高くなって、一旦、越水・破堤すれば大災害になる。ポンプを止めれば内水により浸水するし、ポンプも水没してしまう。まさに二者択一である。この時どう判断するべきかは苦しい選択である。
- (8) リモートセンシングは災害の全体像を明らかにするためには有力な手段である。今回は豪雨の翌日の快晴の空からランドサットが撮影したという僥倖もあったが、極めて有効であった。今後リモートセンシング技術の進歩により有用性が増すだろうし、地方自治体レベルでも容易に利用できるような方向へもって行くとよい。

謝 辞

1986年（昭和61年）8月5日～6日台風10号による水害等の調査の報告書を作成するに当たり、建設省・気象庁・国土庁、関係都県・市町村など地方自治体の方々、また一般の地元の方々から温かいご協力とご援助をいただいたことを厚くお礼申し上げる。被災地の一日も早い復旧と、なくなられた方のご冥福を祈って擲筆する次第である。

付表1 1986年台風10号災害空中写真所在一覧

(問い合わせは版權所有機関へ)

撮 影 地 域	撮影年月日	縮 尺	枚 数 (コース)	種 類	撮影会社	版 権 所 有 機 関
茨城県桜川、小貝川流域	'86. 8. 5	1 : 10,000	143 (4)	垂直カラー	(株) バスコ	(株) バスコ 0298-24-561
〃	'86. 8. 6	1 : 10,000	136 (4)	垂直カラー	〃	〃
宮城県吉田川流域	'86. 8. 6	1 : 8,000	49 (7)	垂直カラー	朝日航洋(株)	建設省東北地方建設局 北上川下流工事事務所 0225-95-0194
宮城県鳴瀬川流域	'86. 8. 6	1 : 8,000	72 (12)	〃	〃	〃
宮城県・福島県阿武隈川流域	'86. 8. 5	1 : 6,000	221 (17)	〃	〃	建設省東北地方建設局 福島工事事務所 0245-46-4331
福島県阿武隈川水系荒川流域	'86. 8. 8	1 : 5,000	26 (2)	〃	〃	〃
福島県阿武隈川流域	'86. 8. 8	1 : 6,000	104 (17)	〃	〃	〃
福島県阿武隈川水系荒川流域	'86. 8. 6	1 : 8,000	24 (3)	〃	〃	〃
茨城県小貝川・桜川流域	'86. 8. 5		9	斜めカラー	〃	朝 日 航 洋 (株) 03-988-1011
茨城県小貝川流域	'86. 8. 6	1 : 20,000	35 (3)	垂直カラー	中日本航空 (株)	中日本航空株式会社 03-271-2695
〃	'86. 8. 6	1 : 13,000	60 (3)	〃		
宮城県吉田川・鳴瀬川流域	'86. 8. 6	1 : 4,000	25 (2)	〃	国際航業(株)	国際航業株式会社 03-262-6221
茨城県小貝川、桜川流域	'86. 8. 5	1 : 10,000	330 (19)	〃	航測(株)	建設省関東地方建設局 下館工事事務所
茨城県小貝川流域	'86. 8. 6	1 : 10,000	40 (3)	〃	〃	〃
宮城県阿武隈川流域	'86. 8. 6	1 : 10,000	48 (3)	〃	〃	建設省東北地方建設局 福島工事事務所 0245-46-4331
〃	'86. 8. 6	1 : 5,000	75 (4)	〃	〃	〃
宮城県吉田川流域	'86. 8. 6	1 : 7,000	105 (6)	〃	〃	建設省東北地方建設局 北上川下流工事事務所 0225-95-0194
〃	'86. 8. 7	1 : 8,000	12 (1)	〃	〃	〃
〃	'86. 8. 18	1 : 10,000	16 (2)	〃	〃	〃
宮城県鳴瀬川流域	'86. 8. 6		12	斜めカラー	〃	〃
〃	'86. 8. 6	1 : 8,000	38 (2)	垂直カラー	〃	〃
岩手県北上川、江合川流域	'86. 8. 6	1 : 5,000	854 (41)	垂直白黒	〃	〃
岩手県一関市周辺の北上川流域	'86. 8. 6	1 : 5,000	532 (24)	〃	〃	〃
宮城県名取川流域	'86. 8. 6	1 : 5,000	42 (2)	垂直カラー	〃	建設省東北地方建設局 仙台工事事務所 022-248-4131
埼玉県南部地域	'86. 8. 5	1 : 9,000	187 (2)	〃	〃	埼 玉 県 南 部 河 川 改修事務所 0487-57-2201
〃	'86. 8. 5	1 : 15,000	296 (9)	〃	〃	〃
栃木県茂木町	'86. 8. 6	1 : 8,000	9 (1)	〃	〃	アジア航測株式会社 03-425-1181
茨城県那珂川・瀬沼川	'86. 8. 5	1 : 10,000	344 (18)	〃	国際航業(株)	建設省関東地方建設局 常陸工事事務所 02947-2-1151
宮城県吉田川・鳴瀬川流域	'86. 8. 6	1 : 4,000	25 (2)	〃	〃	国際航業株式会社 03-262-6221

(資料調査室調べ)

付表2 ランドサットデータ所在一覧

撮影年月日	センサー	撮影高度	版權所有機関	備 考
'86. 8. 3	T M	700 km	宇宙開発事業団	1 水 田 の 抽 出
'86. 8. 6	T M	〃	〃	2 台風10号による茨城県下の 洪水氾濫状況の把握
'86. 9. 7	T M	〃	〃	3 台風10号による茨城県下の 水稻被害状況の把握

(資料調査室調べ)

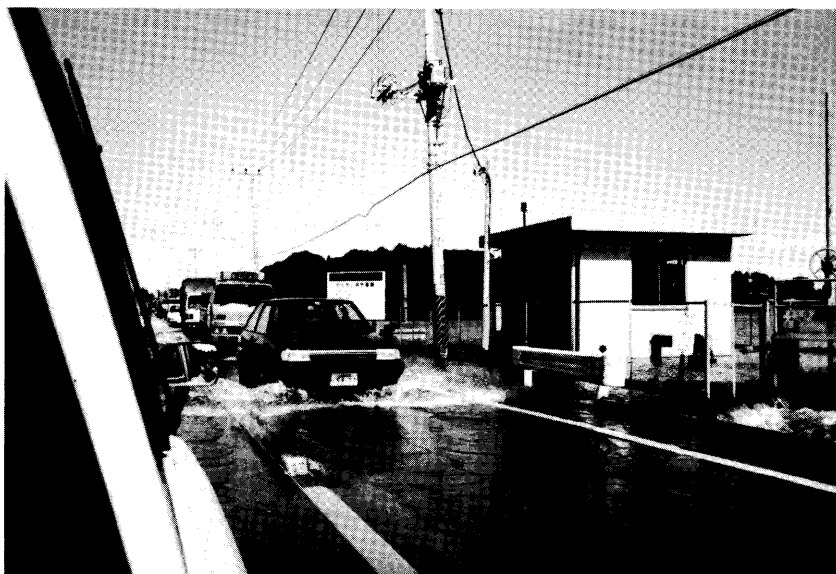


写真4.1 8月5日10時頃 高道祖付近



写真4.2 8月5日10時頃 祝橋より小貝川をみる



写真4.3 8月5日10時頃 下妻市砂沼



写真4.4 8月5日11時頃 関城町



写真4.5 8月5日11時頃 下館市西方，大谷川（左岸より見る）



写真4.6 8月5日12時頃 二宮町，久下田，松原，長栄寺



写真4.7 8月5日14時頃 二宮町，石島の段丘の下



写真4.8 8月5日14時頃 二宮町，高畦，五行川



写真4.9 8月5日15時頃 二宮町，三谷の下流小貝川右岸より水戸部橋を望む

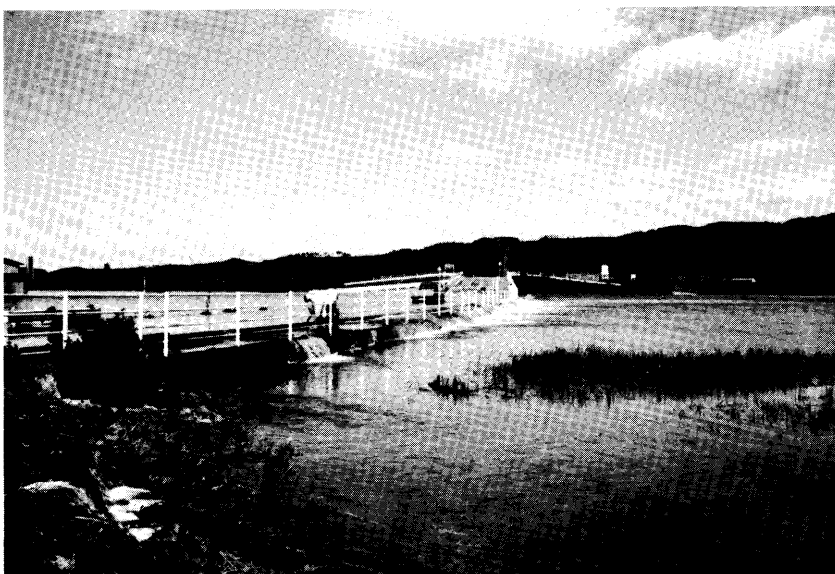


写真4.10 8月5日15時頃 真岡市，小貝川右岸より道祖土橋を望む

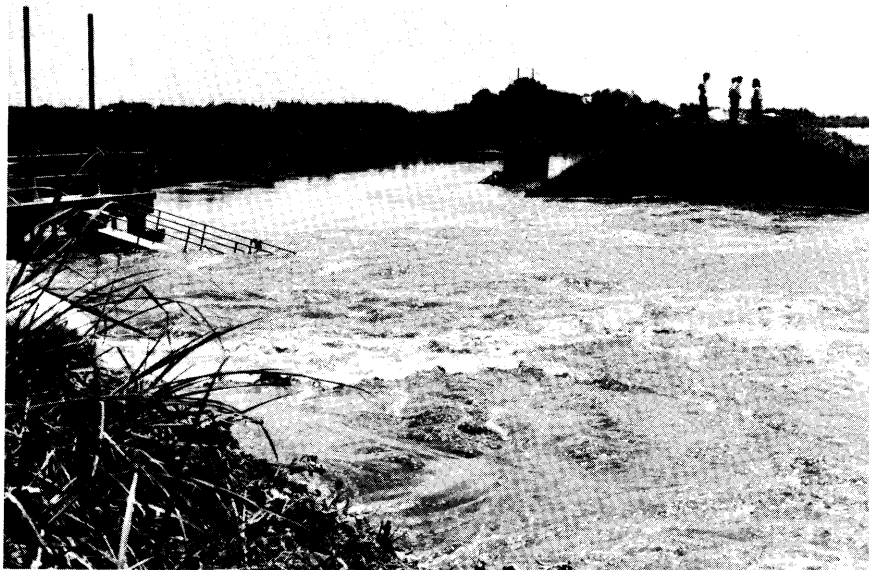


写真4.11 石下町豊田地先の破堤地点（8月6日11時50分
撮影，破堤幅約20m）



写真4.12 堤内地法尻からの漏水（右側の水面は，小貝川への排水路
写真4.12～写真4.19は，いずれも写真4.11と同一地点で，
石下町役場提供）



写真4.13 表法面への土のう積み



写真4.14 漏水箇所からの漏水量の増加（右側の水面は、小貝川への排水路）



写真4.15 堤防に2条の亀裂がはいる



写真4.16 表法面の崩壊



写真4.17 裏法面も崩壊



写真4.18 破堤時（破堤幅 7 ～10 m）

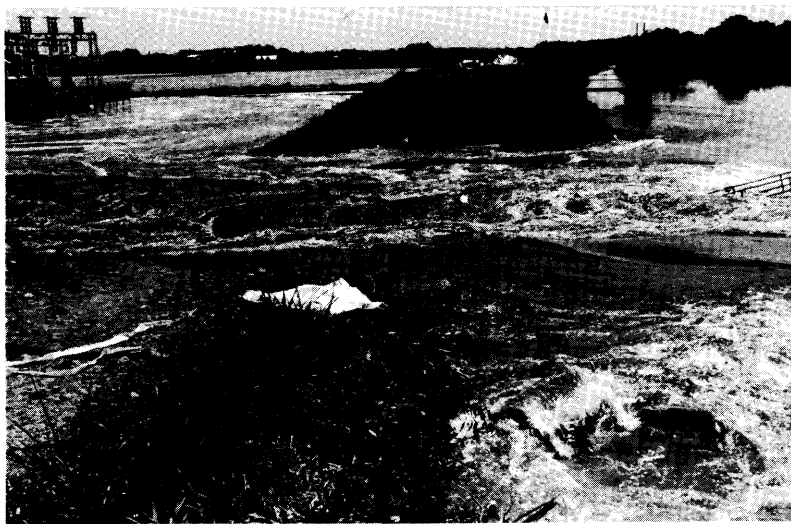


写真4.19 氾濫水の流入（右側が堤内地）

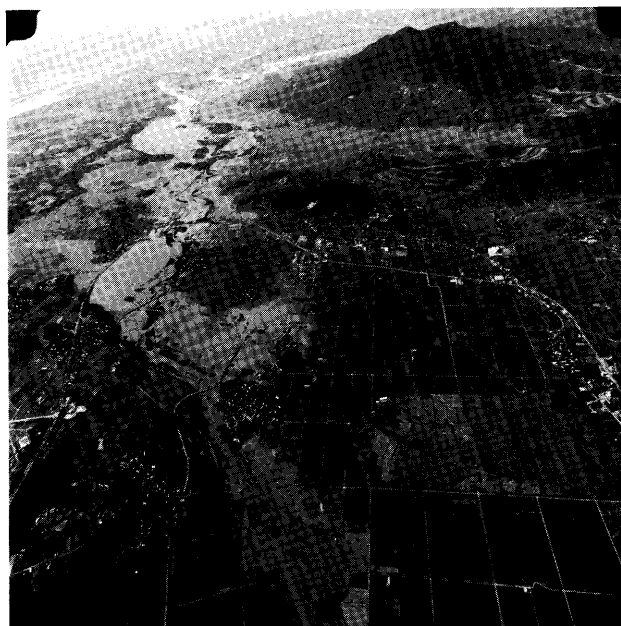


写真5.1 桜川，筑波町付近の氾濫（右上の双峰の山が筑波山）



写真5.2 木橋（楔橋）



写真5.3 堰（君島）



写真5.4 堤防を横切る道路

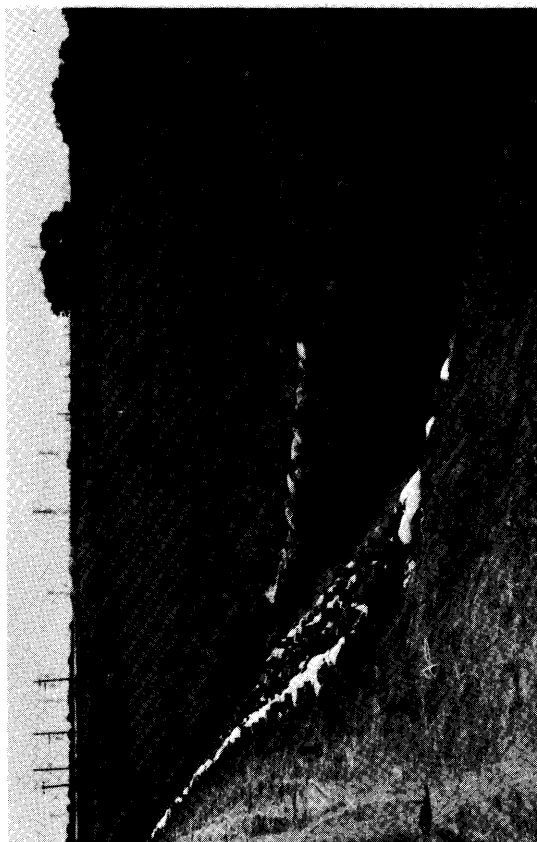


写真5.5 筑真橋下の破堤点 (☆3と☆4)

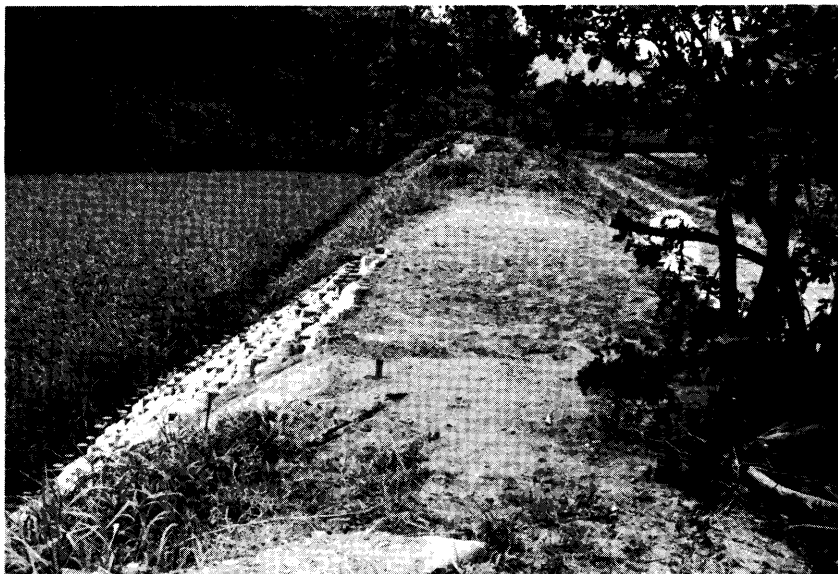


写真5.6 サイカチ堂裏の破堤点（左が河道の側）

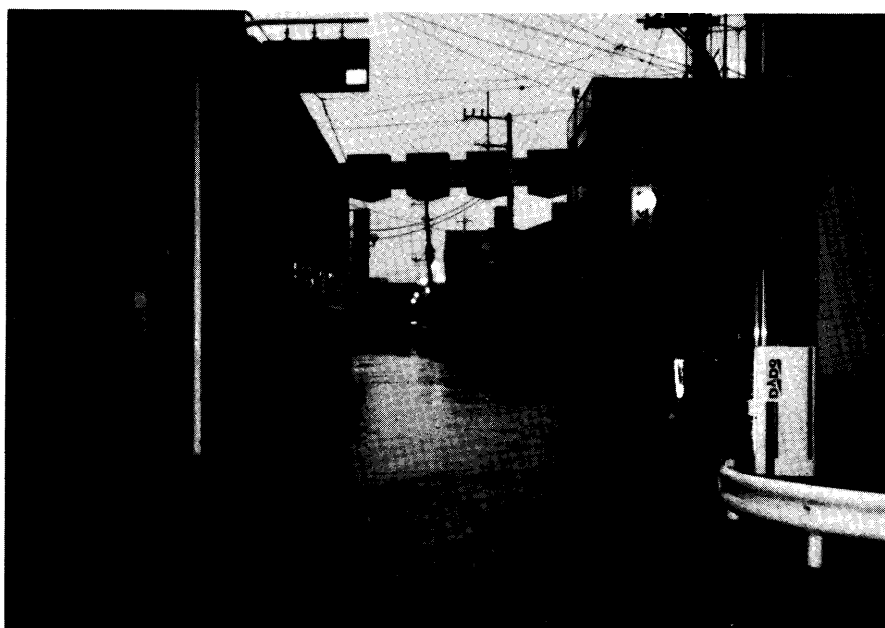


写真8.1 磯原町中心街の氾濫（8月5日 小野瀬栄氏撮影）



写真10.1 鹿島台町氾濫全景

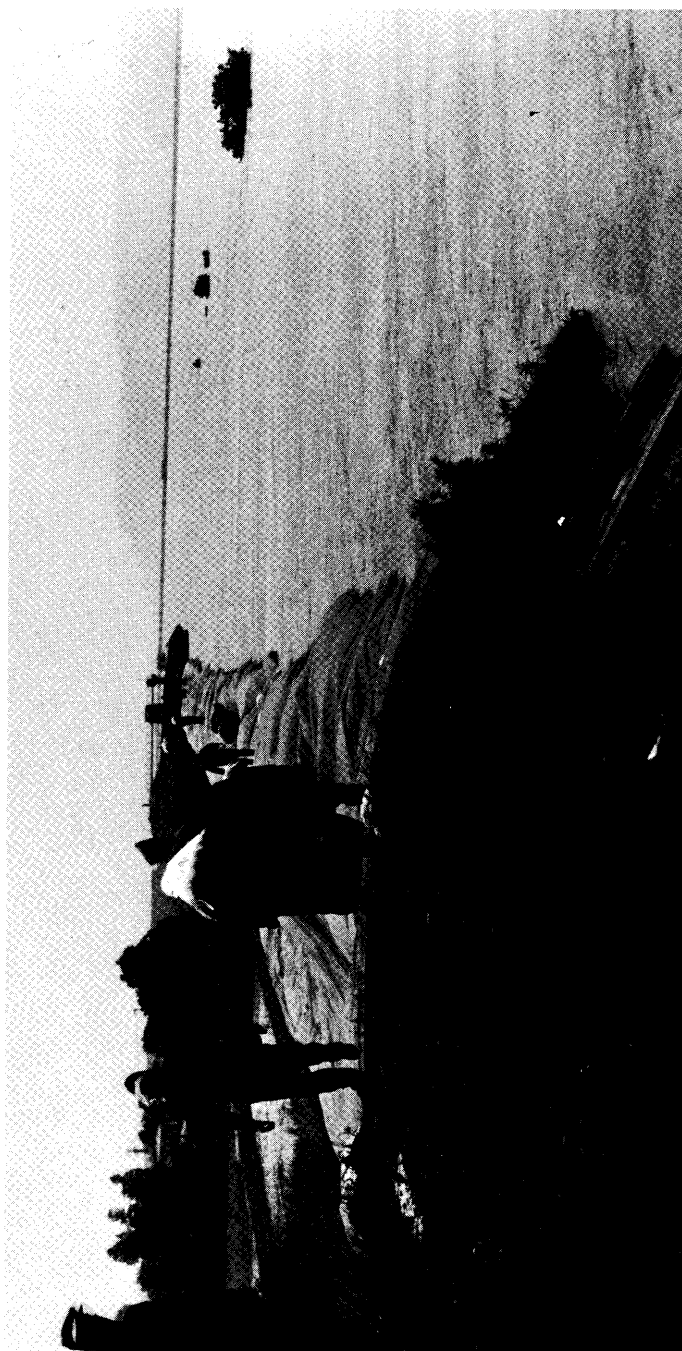


写真10.2 鹿島台町下志田地先：シートを張って越水時の
破堤を防ごうとした



写真10.3 遂に越水がはじまった



写真10.4 そして、その翌日



写真10.5 鹿島台駅東側の新興団地は水没した

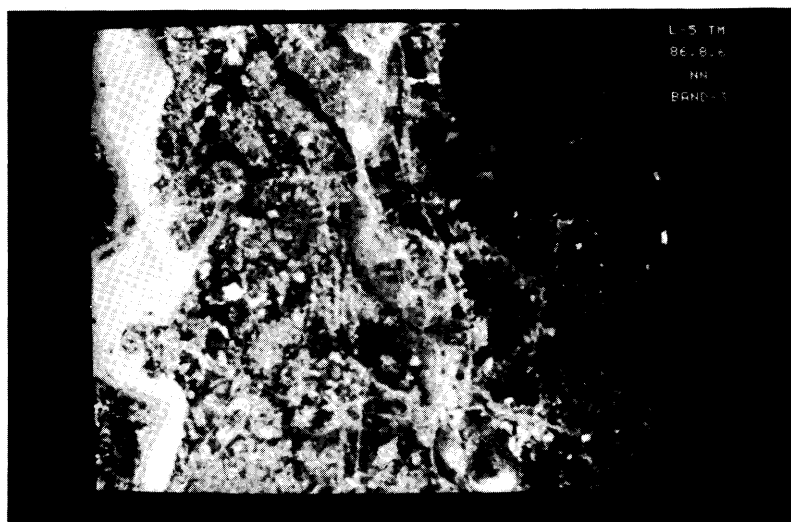


写真11.1 氾濫域の画像（TMバンド3）

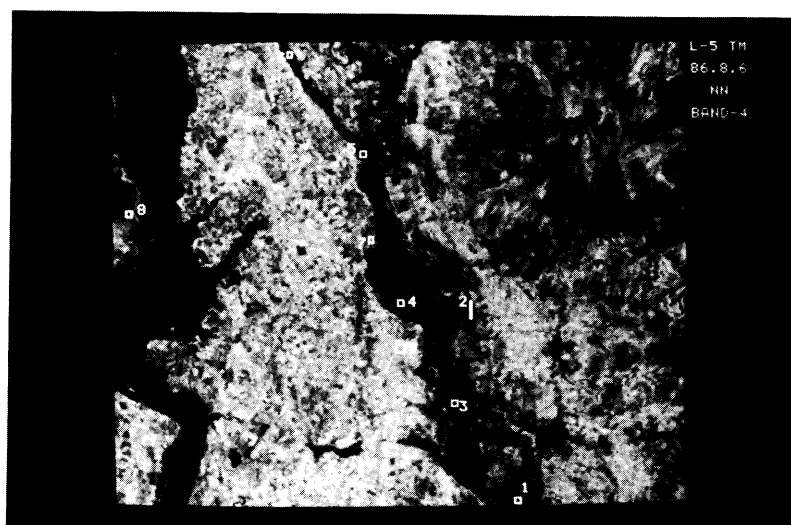


写真11.2 氾濫域の画像（TMバンド4）と基準領域



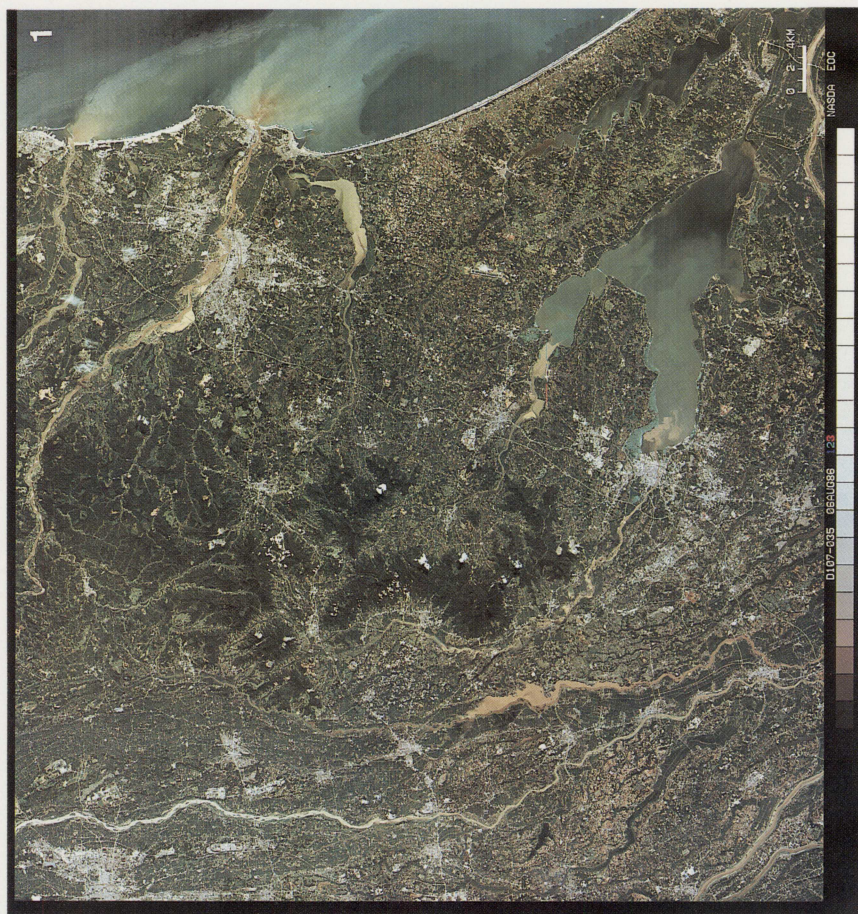


写真12.1 1986年8月6日台風10号による茨城県下の洪水氾
濫状況（ランドサットTM画像バンド1, 2, 3）

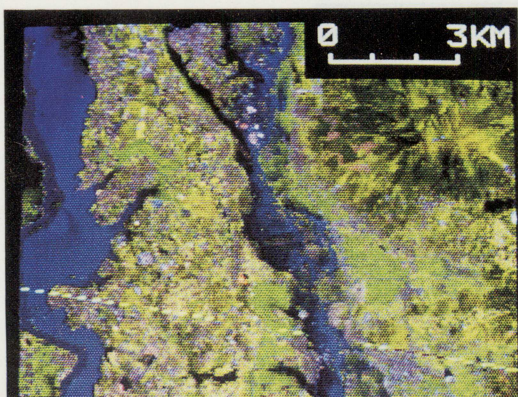


写真12.2.1 明野・筑波地区の氾濫状況

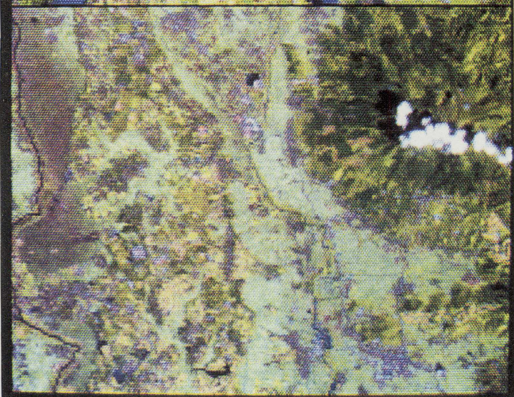


写真12.2.2 同上地域の水害後の画像

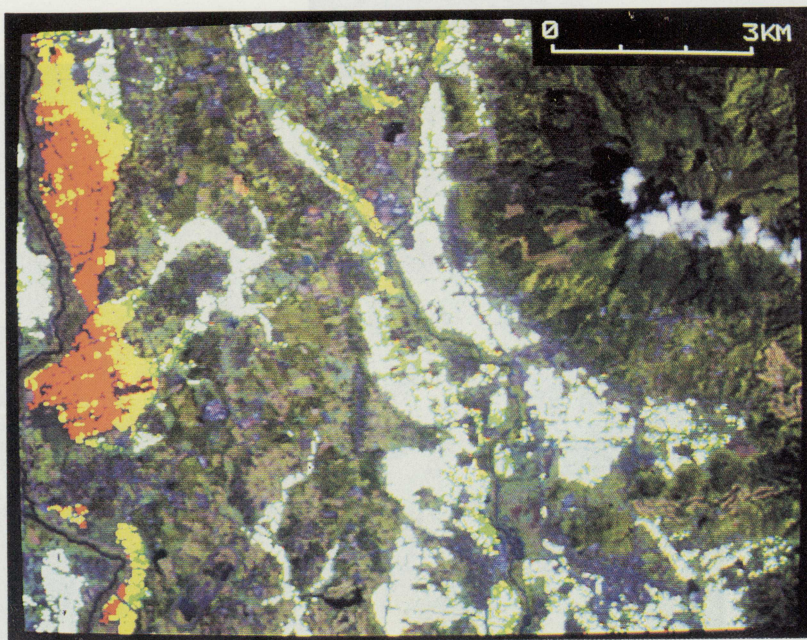


写真12.2.3 同上地域の水稲被害の検出

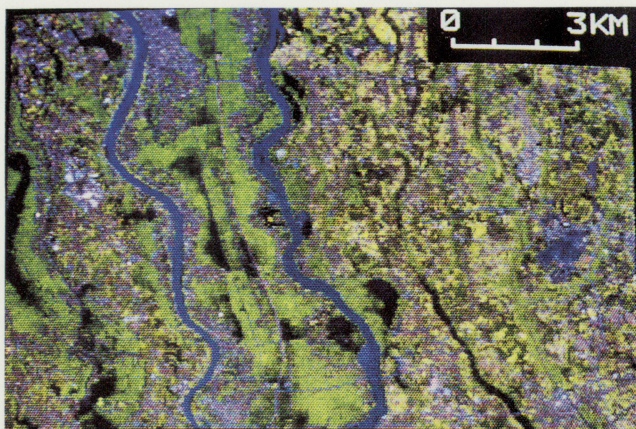


写真12.3.1 水海道・石下地区の氾濫状況

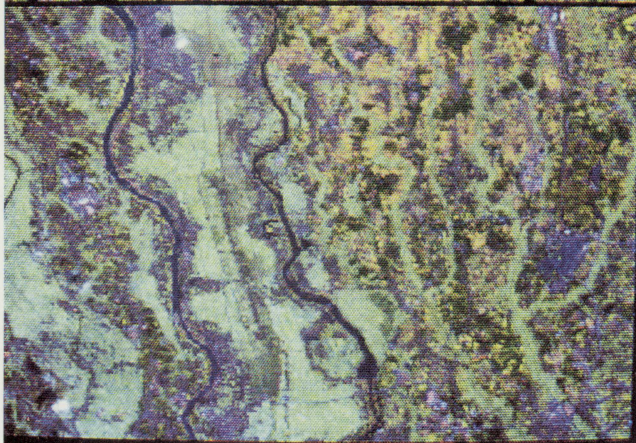


写真12.3.2 同上地域の水害後の画像

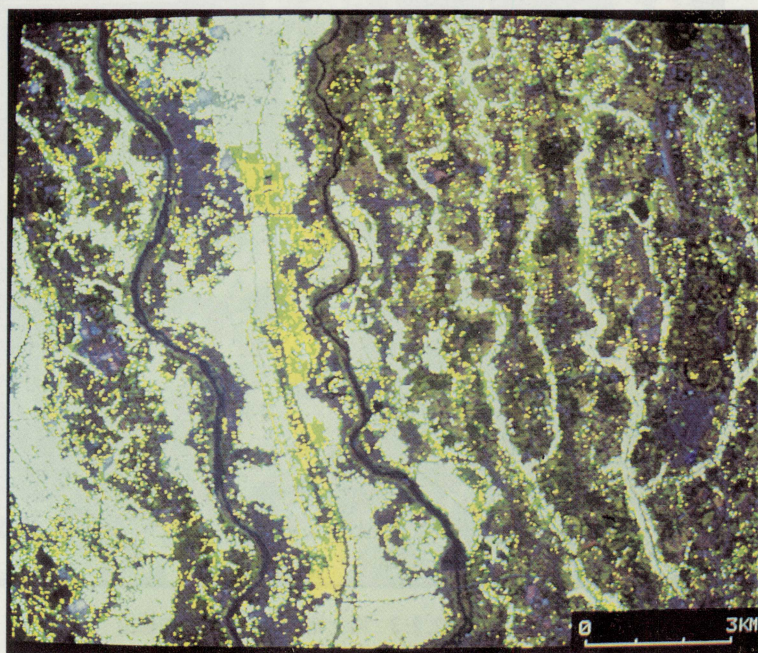


写真12.3.3 同上地域の水稲被害の検出



写真12.4.1 水海道市上蛇町三坂新田，道路北側水稻被害状況

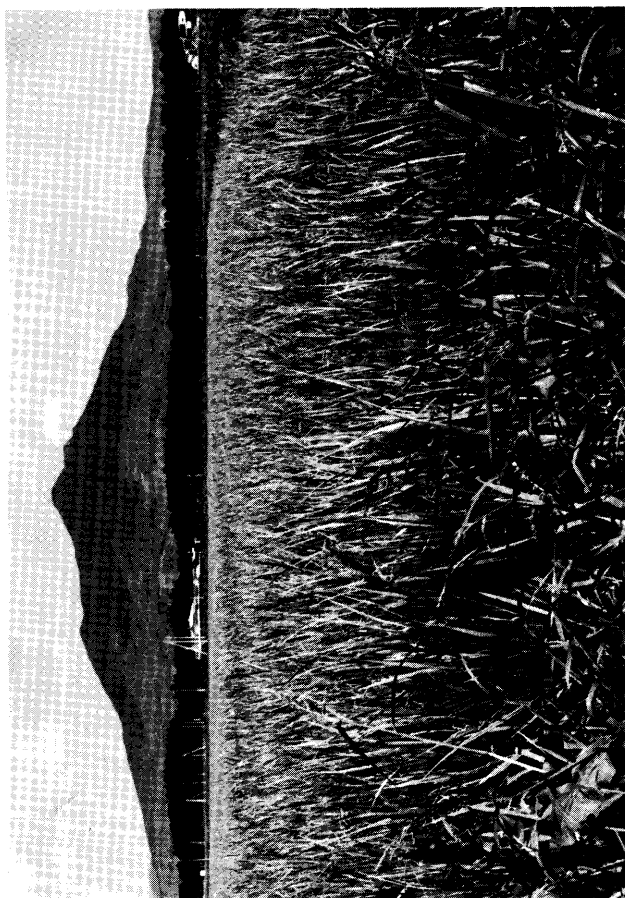


写真12.4.2 下妻市高道祖本田東，本田上宿水稻被害状況

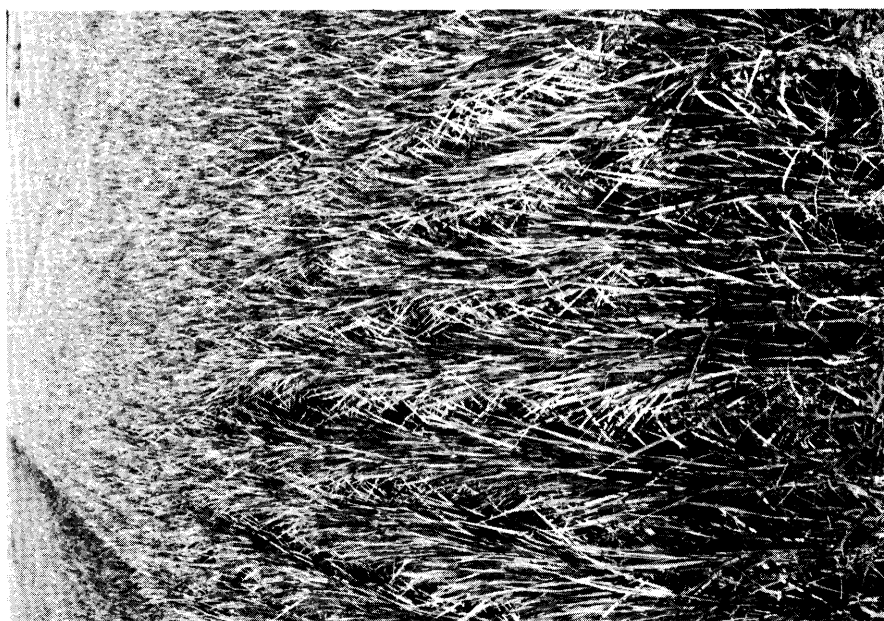


写真12.4.3 明野町中上野，水稻被害状況

主要災害調査報告既刊一覧

- 第 16 号 1979年御岳山噴火による災害現地調査報告, 41 P. 昭和55年 3 月発行
- 第 17 号 昭和56年豪雪による北陸地方の災害現地調査報告, 349 P. 昭和57年 2 月発行
- 第 18 号 昭和56年 8 月 3 日から 6 日にかけての前線と台風12号による石狩川洪水災害及び日高地
方土砂災害調査報告, 73 P. 昭和57年 6 月発行
- 第 19 号 1981年 8 月台風第15号による長野県須坂土石流災害調査報告, 54 P. 昭和57年 3 月発行
- 第 20 号 1981年 8 月24日台風第15号による小貝川破堤水害調査報告, 125 P. 昭和58年 2 月発行
- 第 21 号 1982年 7 月豪雨 (57. 7 豪雨) による長崎地区災害調査報告, 133 P. 昭和59年 3 月発行
- 第 22 号 1982年台風第10号と直後の低気圧による三重県一志郡の土石流災害および奈良県西吉野
村和田地すべり災害調査報告, 70 P. 昭和58年 3 月発行
- 第 23 号 昭和58年 (1983年) 日本海中部地震による災害現地調査報告, 164 P. 昭和59年 2 月発行
- 第 24 号 1983年 7 月梅雨前線による島根豪雨災害現地調査報告, 85 P. 昭和59年 8 月発行
- 第 25 号 昭和59年 (1984年) 長野県西部地震災害調査報告, 141 P. 昭和60年 3 月発行
- 第 26 号 1985年 7 月26日長野市地附山地すべりによる災害の調査報告, 45 P. 昭和61年 3 月発行

昭和62年 3 月23日 印刷

昭和62年 3 月30日 発行

編集兼
発行者 国立防災科学技術センター

茨城県新治郡桜村天王台 3 - 1
電 話 (0298) 51-1611 〒305

印刷所 アサヒビジネス株式会社