

## 1993年8月6日の豪雨災害と鹿児島市の地質

著者	大木 公彦
雑誌名	「1993年鹿児島豪雨災害の総合的調査研究」報告書
巻	2
ページ	31-48
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10232/00008324">http://hdl.handle.net/10232/00008324</a>

# 1993年8月6日の豪雨災害と鹿児島市の地質

理学部 大木公彦

## 1. はじめに

筆者は、1994年3月に刊行された「1993年鹿児島豪雨災害の総合的調査研究報告書（1993年豪雨災害鹿児島大学調査研究会）」に、ほぼ同じ表題の論文を発表した。その中で、豪雨災害は勿論のこと、今後起こるであろう地震や火山噴火に伴う災害において被害を最小限に食い止めるためにも詳細な地形・地質のデータの蓄積が極めて重要であることを述べた。その後、1995年1月17日に活断層に起因する直下型地震が神戸市、淡路島北部を襲った。死者は5000人以上に達し、多くの建造物が破壊された。この大震災では、地盤地質の違いや活断層からの距離などによって被害状況が大きく異なっている事が明らかにされ、改めて地質の詳細なデータの重要性が指摘された。本報告では、前半に市民の撮影したビデオから読み取れる8月6日の洪水の経過について、後半は過去20数年の間に調査し明らかになった鹿児島市の地質と災害との関係について述べ、今後の自然災害に対する都市開発の在り方や防災について触れてみたい。

謝辞：本報告を作成するにあたり、市民の撮影したビデオテープを提供して下さったNHK放送局、南日本放送、ご本人撮影の貴重なビデオテープを提供して下さった大里中学校教諭 芳英氏、鹿児島市西伊敷にお住まいの鮫島卓夫氏、崩壊現場へ案内して下さった鹿児島大学理学部の茂利進一氏には心からお礼を申し上げます。

## 1. 8月6日の洪水の経過

1993年8月1日から9月3日までの間に、鹿児島県は2回の集中豪雨と2度の台風によって大変な災害を蒙った。とくに8月6日の集中豪雨は鹿児島市とその周辺地域に壊滅的な打撃を与え、国道3号線と10号線が寸断されて鹿児島市は孤立状態に陥った。午後4時から7時までの3時間雨量は、鹿児島市では137mm、鹿児島市北方に位置する郡山町が223.5mmと報告されている。最初に1993年8月6日に起こった洪水の経過を、市民の撮影したビデオ映像と証言にもとづいてたどってみる。

1993年8月6日の豪雨災害で、鹿児島気象台は甲突川流域の強い雨域が北から南へ移動したと報告した。このことは、櫻井・細山田（1994）が報告した、甲突川流域で観測された14時から21時までの1時間雨量の推移を示した図からも読み取れる（図1、2）。

8月6日の洪水について、1時間雨量の推移図（櫻井・細山田、1994）と市民が撮影したビデオ映像・証言を比較しながら追ってみる。撮影場所を図3に示す。

14～15時：八重山で20数mm、入来峠、郡山で15mm前後の雨が降る。

15～16時：八重山で45mm前後、入来峠、郡山で30mmをこえる雨が降る。

[ビデオ映像] 15時頃鹿児島実業高校ふきんから新上橋の間で撮影された映像（鮫島氏撮影）は、雨が小康状態にあったにもかかわらず甲突川の水位が川床から2.5m（撮影されてい

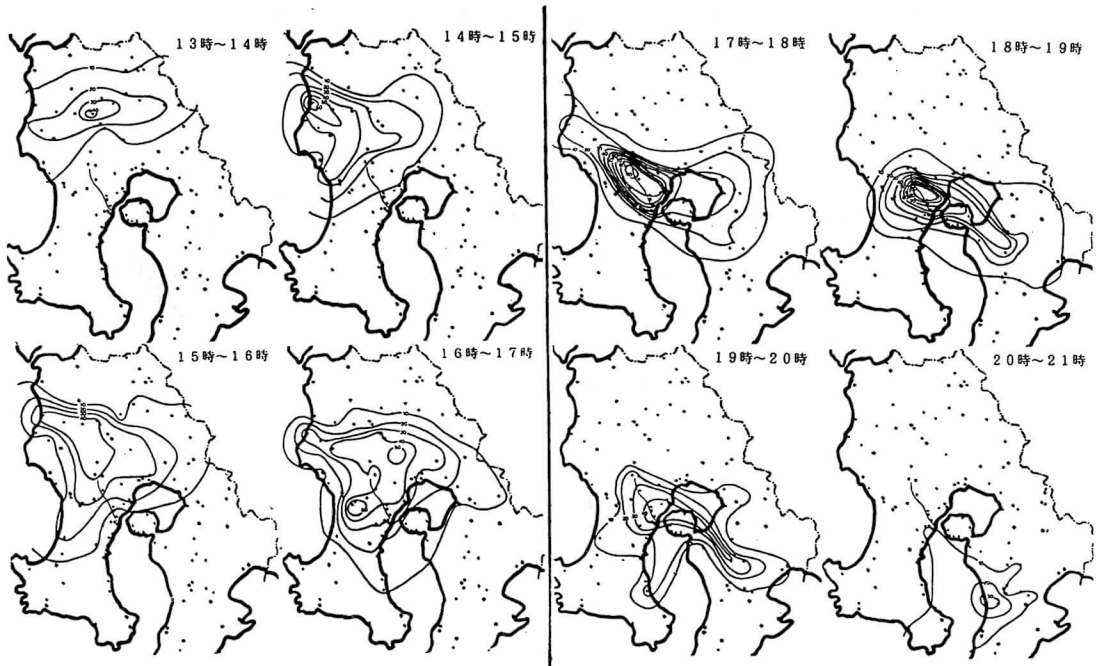


図1. 8月6日の1時間毎の降水量分布 (櫻井・細山田, 1994)

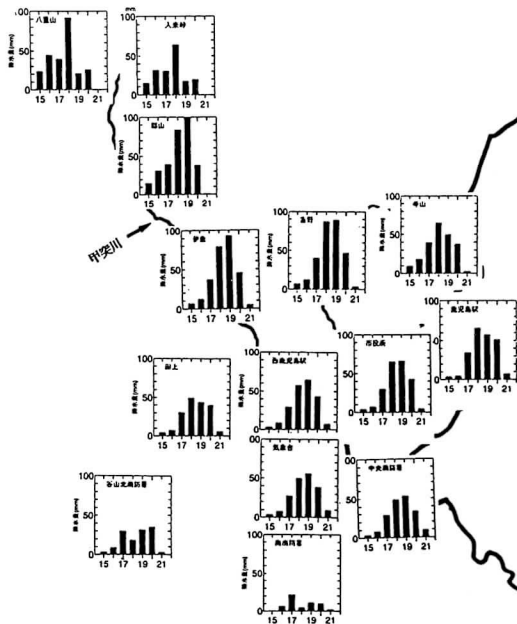


図2. 甲突川近郊の測点における  
降水量の時間変化  
(櫻井・細山田, 1994)

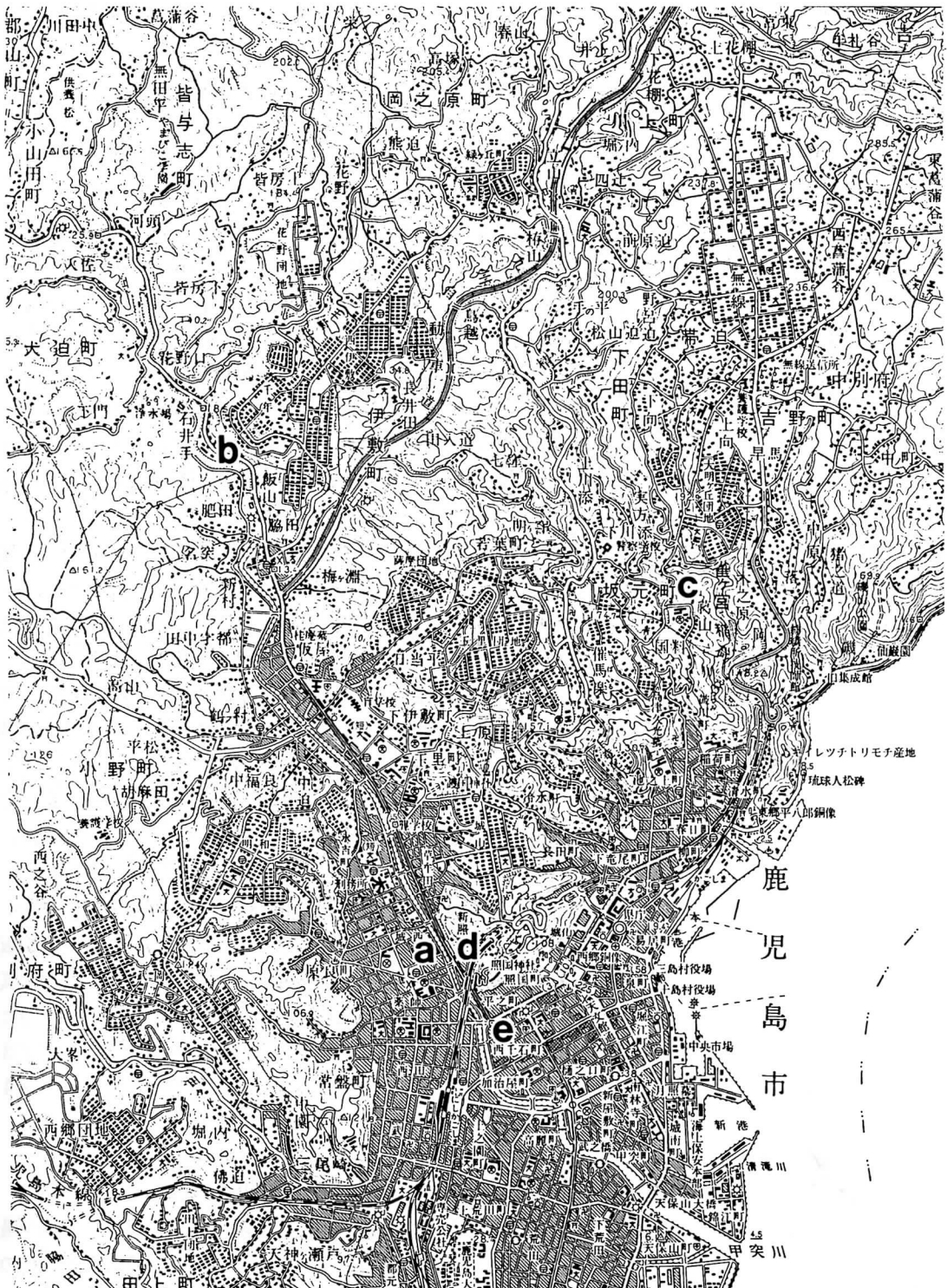


図3. ビデオの撮影場所；a：鹿児島実業高校付近；b：飯山橋北方；  
 c：実方太鼓橋；d：新照院バス停前；e：平田橋付近  
 (国土地理院発行5万分の1地形図「鹿児島」を使用)

た新照院側の川岸で測定)まで上がっている(図版1, 写真1~4)。岩崎橋下流の県の水位計もほぼ同じ水位を示す。

16~17時: 八重山で45mm前後, 入来峠, 郡山で30mmをこえる雨が降り, 鹿児島市の伊敷, 吉野, 寺山でも40mm前後の雨量を記録している。

17~18時: 八重山で90mm, 入来峠で60mm, 郡山で80mmをこえる強い雨が降り, 鹿児島市でも伊敷で80mm, 吉野で90mm弱, 寺山で65mm前後の雨量を記録している。

[ビデオ映像] 17時半頃に国道3号線が浸水し始め(鹿大事務官の証言), 帰宅途中の車が平田橋付近で立ち往生する。平田橋を挟んで西側の黄金通りは3号線より早く浸水した(鹿大事務官の証言)。17時半前に伊敷の飯山橋上流の右岸の道路が浸水し, 大量の雨水が山手から滝のように流れ落ちている様子が撮影されている(図版1, 写真5~6)。同じ頃, 西鹿児島駅や加治屋町周辺地域が急激に浸水していったことが, 帰宅途中に洪水にあった人達の証言やマスコミの報道から分かっている。吉野町の実方太鼓橋も, 稲荷川の急激な増水によって17時45分頃には橋の上まで水位があがり, 団地からの道路は濁流で川のようにになっている(図版2, 写真1~4)。郡山町(「かごしま文庫」編集部編, 1994, p.58)と鹿児島市市街地とのほぼ中間に位置する河頭(店主の証言), 花野口(店主, 河頭浄水場職員, ガソリンスタンド職員, パン工場職員の証言), 伊敷町(「かごしま文庫」編集部編, 1994, p.67)でも, この激しい雨で17時から17時半までの間に浸水し始めている。

18~19時: 八重山, 入来峠では雨も峠を越え, 20mm前後であるが, 郡山では99mmの最大雨量を, 伊敷, 吉野でも90mmをこえる最大雨量を記録している。寺山では50mm強の雨量である。

[ビデオ映像] 吉野町の実方太鼓橋は18時前後に欄干が壊れ, 橋が見えなくなる(図版2, 写真5~6)。団地からの水はさらに激しくなり, 川の水位は上がり続けて18時半頃に川縁のガードレールが水没して見えなくなる。その後も水位は上がり, 道路のミラーも上2mほどを残して水没する(図版3, 写真1~4)。当日のビデオの撮影は19時12分で終わっている。ビデオテープには翌朝の実方太鼓橋周辺の被害状況まで撮影されている(図版3, 写真5~6)。

19~20時: 郡山でも雨は峠を越え40mmほどになり, 伊敷, 吉野でも50mm, 寺山では40mmを下回る。

[ビデオ映像] 19時50分頃, 国道3号線の新照院バス停付近の水位は若者の胸までである(図版4, 写真1)。バス停の標識より, 水深は道路面から1m40cmほどである(図版4, 写真2~3)。この前後に映っている複数の漂流物の流れる速さは, 道路の中央部で1秒間に2.3~2.5mである。ちなみに道路幅は25mである。この頃の映像と考えられるが, 国道3号線平田橋交差点付近の水深は, 立ち往生している車の高さから60cm前後である(図版4, 写真4)。水位が新照院より80cmほど低いのは, 国道3号線を北から流れ下った洪水は, この交差点から大きく2方向(国道3号線と加治屋町方向)へ分散するためであろう。

20~21時: 郡山地域では雨もほとんど止み, 伊敷, 吉野, 寺山でも5mm前後になる。

[ビデオ映像] 新照院バス停付近で撮影された映像から, 国道3号線の水位は20時40分頃が最も高く, 1m60cm近くである。この時間は, 水位の変化を記録された草牟田在住の市民の

方の報告に一致する。国道3号線平田橋交差点付近の水深は、車の高さから90cm前後である(図版4, 写真5)。

ビデオ映像の流れからこの時間帯に撮影されたと考えられる平田橋付近の甲突川で、中央部を流れる複数の漂流物の流れる速さは1秒間に2.0~3.3mである(図版4, 写真6)。新上橋付近では河床から約6m水位が上がっており、洪水ピーク時の河川断面積は300㎡をこえないと考えられる(実際は河床に土砂が堆積していた為この値より小さい)。平田橋を挟んで上流側と下流側の水位は、ビデオ映像を見るかぎり、下流側は橋の両端で下面の高さ(柵とガードレールの位置で測定; 図版5, 写真1~3)であるのに対し、上流側は橋の東端で橋の下面より30cmほど高い(ガードレールの位置で測定; 図版5, 写真4)。上流側の橋の東端では、石油缶のようなものがくぐり抜けられずに橋に何度も当って音をたてているのが撮影されている。

新照院バス停付近では22時頃まで水位はほとんど変わらず(図版5, 写真5)、この後、徐々に水が引き始める。22時53分前後は腰のあたり、23時12分頃では膝上(図版5, 写真6)、23時半過ぎにはほとんど水がなくなり、24時まえには車が走り始めている。

泊氏の撮影した8月6日9時頃のビデオには、伊敷ニュータウンの調整池に滝のように大量の雨水が流れ込んでいる様子が映っており、鹿児島市地域に午前中かなり強い雨が降ったことが分かる。15時頃には鹿児島市では雨がほとんど降っていなかったにもかかわらず、甲突川の水位はかなり上がり危険な状態になっている。記録的な長雨に加え、甲突川流域に午前から午後にかけて降った強い雨のため水位が急に上昇したと考えられる。その後、17時から19時の間に甲突川流域に集中して降った豪雨(図1, 2)のために、郡山町から鹿児島市北部にかけてほぼ同時に、17時から17時半の間に浸水したと考えられる。

20時台には甲突川流域の雨はほとんど止んだにもかかわらず、新照院では浸水のピーク時である20時台後半から22時にかけて水位がほとんど下がらなかった。この事実は、19時まえに八重山、入来峠、郡山地域で降った大量の雨水が、ほぼ2~3時間遅れで市街地に到達し始めたことを裏付けている。

以上のことから、鹿児島市の甲突川両岸に広がる市街地が長時間にわたって浸水した原因は、先行雨量によって既に水位が上がっていたこと、17時から19時の間に市街化地域に降った豪雨が短時間に甲突川へ流入したこと、流域の雨がほとんど止んだ20時以降、郡山町周辺地域に17時から19時の間に降った雨水が2~3時間遅れで市街地に到達したことが考えられる。このことは櫻井・細山田(1994)の報告にも矛盾しない。なお高麗町より下流域では21時過ぎの満潮の影響もあったと考えられるが詳しいことは分からない。

## 2. 鹿児島市の地質と斜面崩壊との関係

8月6日の豪雨災害と鹿児島市の地質の関係は既に報告(大木, 1994a, b)したので、ここでは斜面崩壊の集中した地域と地質の関係を中心に報告する。

地頭蘭ほか(1994)は空中写真を判読して「斜面崩壊・土石流による侵食域の分布図」を作成し報

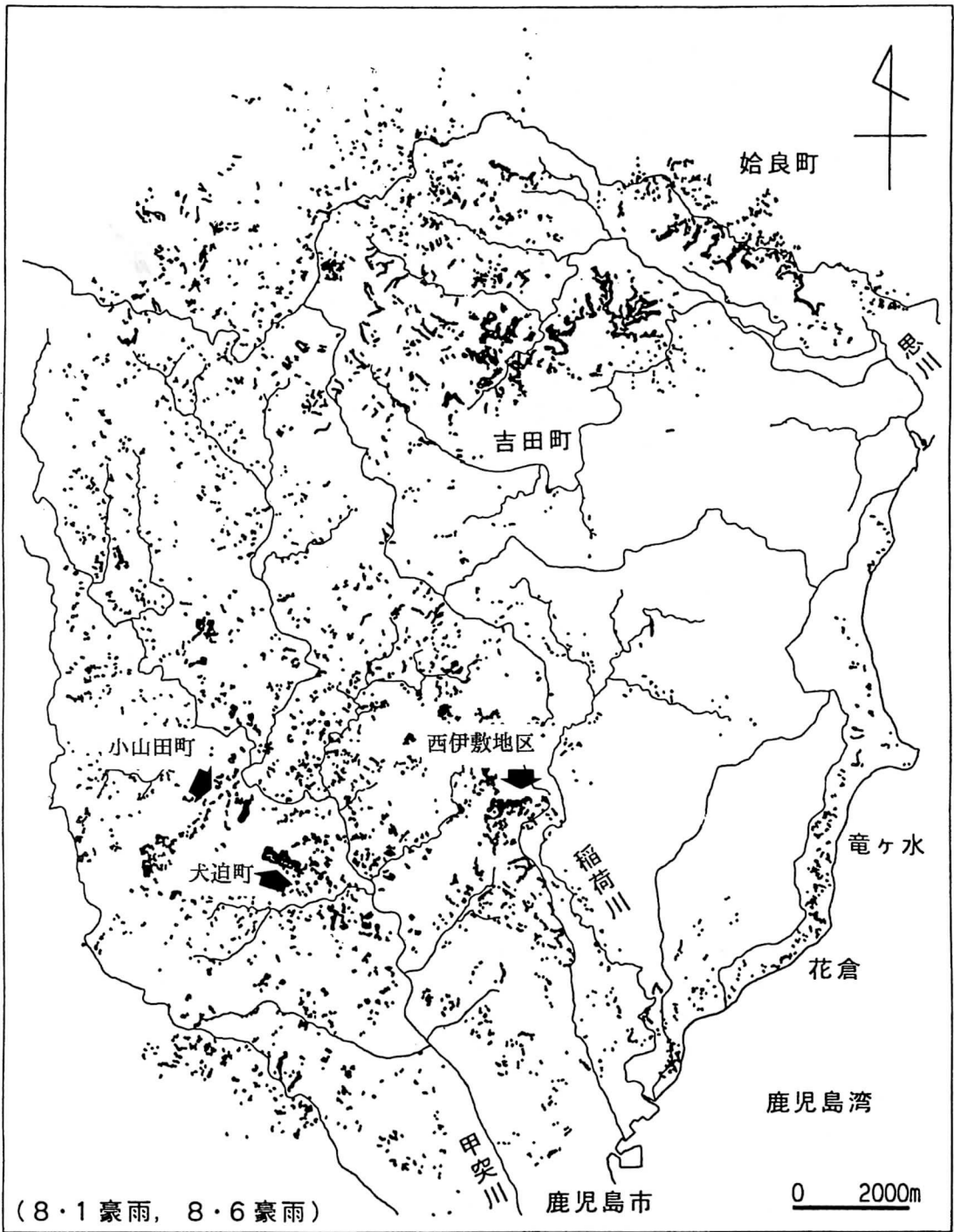


図4. 斜面崩壊・土石流による侵食域の分布図 (地頭蘭ほか, 1994に加筆)

告した(図4)。この図の中で吉野台地西縁の長井田川上流域(鹿児島市西伊敷地区;地頭菌ほか,1994),犬迫町県民の森公園の南,小山田町池迫に著しく斜面崩壊の集中した地域がある。これらの共通点は入戸火砕流(いわゆるシラス)の高い切り立った崖に囲まれた谷部であること,崖の表面には露出していないが内部に溶結凝灰岩や海成層の存在が周辺の地質から推定されることである(大木・早坂,1973;図5)。大木・早坂(1973)は,その理由として,火砕流が堆積する前の地表面(旧地形)に谷が刻まれている場合,火砕流堆積物はその部分でもっとも圧密を受けて厚さが減少し,その後の雨水によって元の谷の位置に再び新しい谷が形成される(火砕流堆積物は旧谷地形をコピーする)が,侵食の進んでいない谷の両側の壁には古い下位の地層が露出しないことを報告している(図6)。8月6日の集中豪雨は,鹿児島市小山田町の国道3号線と甲突川兩岸を深く削り,2万5千年前の谷とその当時谷に生えていた多くの立木を出現させたが,洪水前の甲突川の河道のほぼ真下に過去の河道(旧谷地形)が存在していた良い例であろう(大木,1993;図7)。

上記の長井田川上流域の地質断面は図5の13~15に,犬迫町県民の森公園付近の地質断面は11に示されている。入戸火砕流堆積前の旧谷地形を形作っている地層は地域によって異なるが,これらの地層の侵食面である旧谷地形は地下水の集りやすい場所と考えられ,1993年のように記録的な長雨が続いた場合には,崖に露出する入戸火砕流の足元が地下水で飽和され,崩れやすくなっていたと考えられる。長井田川上流域(鹿児島市西伊敷地区)の崩壊した崖の最下部は緩んで地下水がしみでたり,侵食されたりしている場所が認められる。この地域では表面近くの洗掘は認められるが明瞭なパイピングによる穴は,崩れた土砂が崖の下に堆積していることもあって見つかっていない。大木は,第四紀中期から後期の地層を切る鹿児島市の断層群について「新編・日本の活断層」に報告している(活断層研究会編,1991;図8)。長井田川上流域は長井田断層と稲荷川(精木川)断層の交わる地点に当たっているために地質は複雑で,入戸火砕流の切り立った崖の内部に存在すると考えられる地層は西部では花倉層(海成層)・吉野火砕流(溶結凝灰岩),東部では下門火砕流(溶結凝灰岩)・小山田層(海成層)・加久藤火砕流(溶結凝灰岩)である。また,この谷では稲荷川断層の延長上にあたる付近で,断層の走向と同じN40°Wの方向を示すクラスティックダイク(液状化現象の一種)が認められる。典型的なパイピングによる空洞は犬迫町県民の森公園の南で認められる。大きなものは高さ幅ともに10mをこえ,1995年4月現在でも崩壊堆積物の下部から地下水が染み出し,シラスの表面が侵食あるいは剥離しているのが観察される。入戸火砕流の崖の内部に存在すると考えられる地層は,北側に花野火砕流・加久藤火砕流(溶結凝灰岩),南側に花野火砕流・下門火砕流(溶結凝灰岩)である。大きな空洞の多くは天井からの崩落土でトンネルの先が埋もれている。

市内五ヶ別府町でも同様な空洞が出現した(大木,1994a, b)。一部は8月6日の集中豪雨まえから存在していたが,それらの空洞も8月6日の豪雨で大きく崩れたことが地元の方の証言で明らかになっている。この空洞はほぼ同じ高さに分布し,一部に伊作火砕流(溶結凝灰岩)が顔を出していることから,溶結凝灰岩と入戸火砕流との境界(溶結凝灰岩の上面)あるいは溶結凝灰岩の節理を通過して流れる地下水の面がパイピングの発生した高さにある可能性が高い。

1993年8月6日の豪雨によって著しく斜面崩壊の集中した地域は,断層に起因する旧谷地形に妻屋・入戸火砕流が厚く堆積し,その後の侵食によって急峻な崖を形成している場所であることを述べて



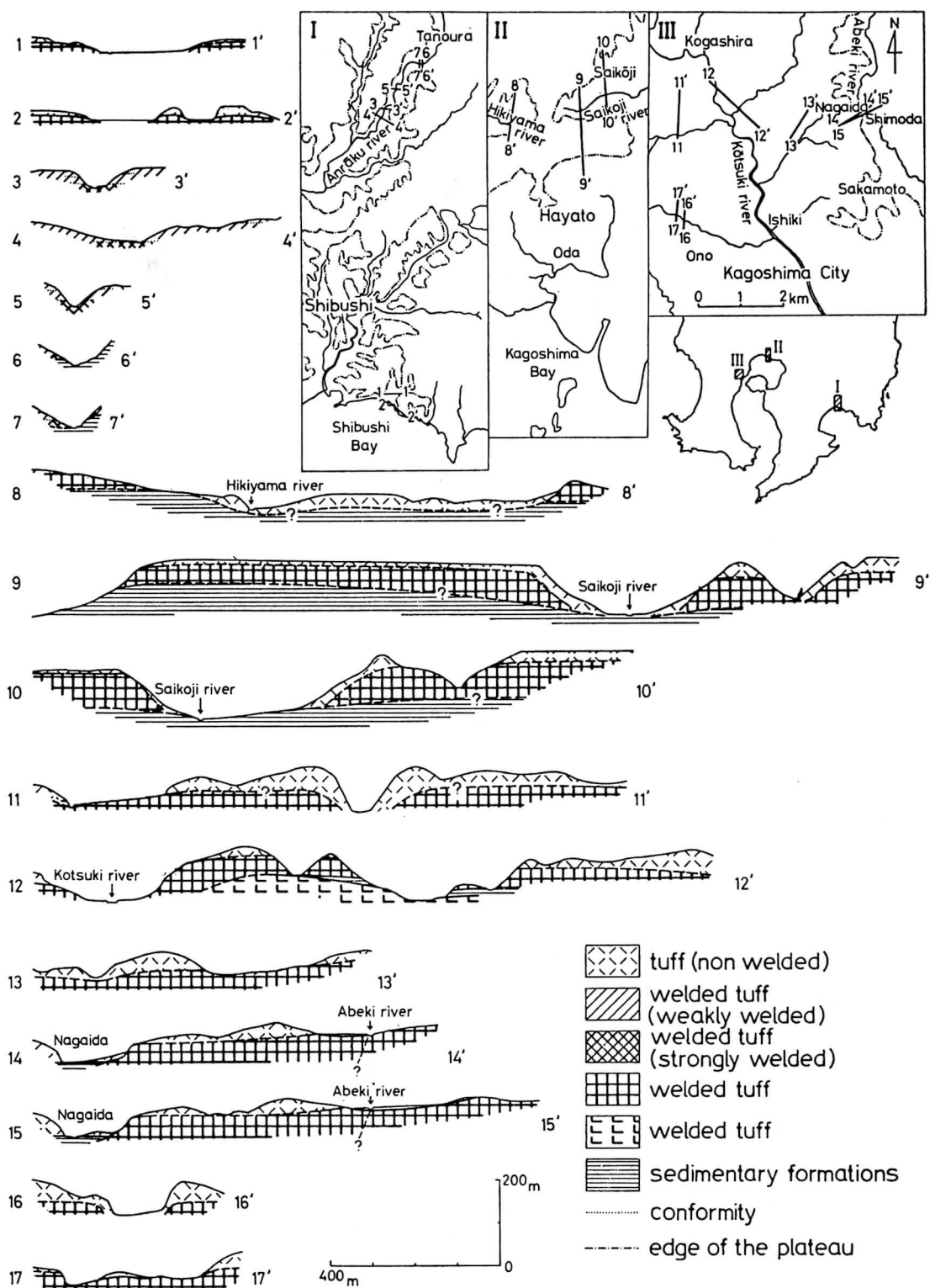


図5. 火砕流堆積物の分布する地域に発達する谷の地質断面図 (大木・早坂, 1973)

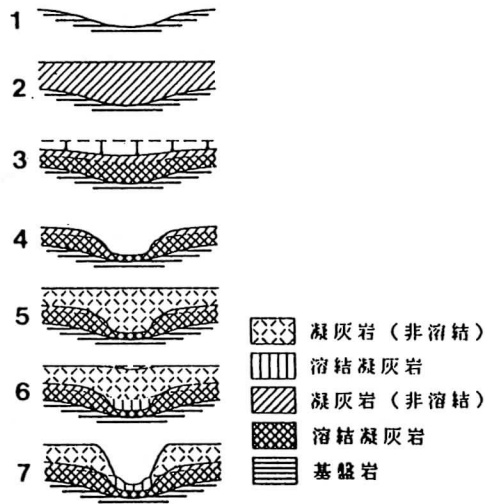


図6. 基盤岩の旧侵食地形と基盤岩を不整合関係で覆う火砕流堆積物の侵食地形との関係を示す模式図

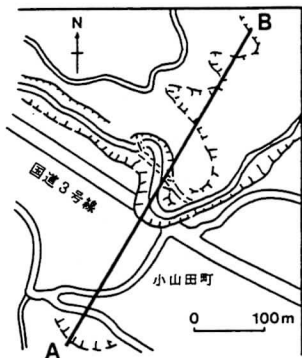
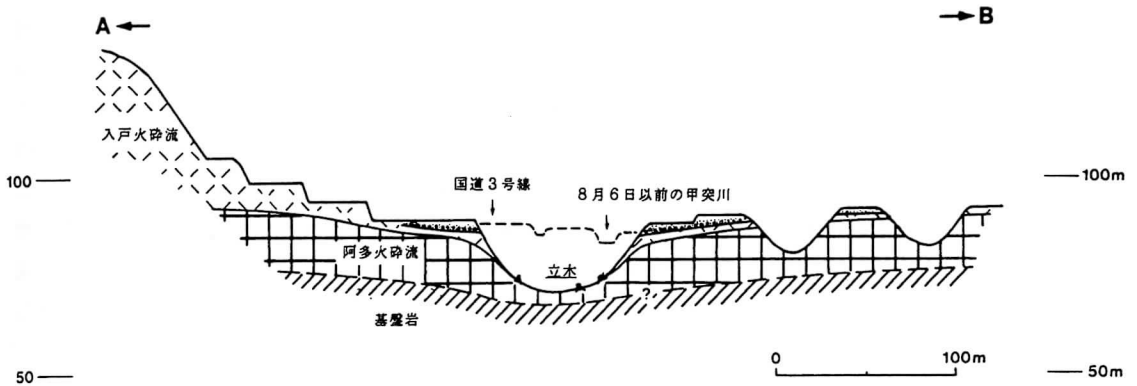


図7. 鹿児島市小山田町、災害現場の地質模式断面図  
(破線は侵食前の地表面と甲突川的位置)

きた。これらの断層は、伊作火砕流の噴出前後に始まったと考えられる鹿児島地溝を形成させた沈降・隆起を伴う構造運動によって生じた可能性が強い（通商産業省資源エネルギー庁、1976, 1979, 1987, 1990；久保田、1986, 1991；大木ほか、1990）。これらの断層・クラスティックダイクの年代は異なるが、その中にはボーリングコアによって明らかにされた変位量と露頭で見られる変位量とが著しく異なり、第四紀に数回動いたと考えられる断層が含まれる（活断層研究会編、1991）。また、2万5千年前に噴出、堆積した入戸火砕流を切る断層・クラスティックダイクが存在し、2万5千年前以降に比較的大きな地震が起こったと考えられる。

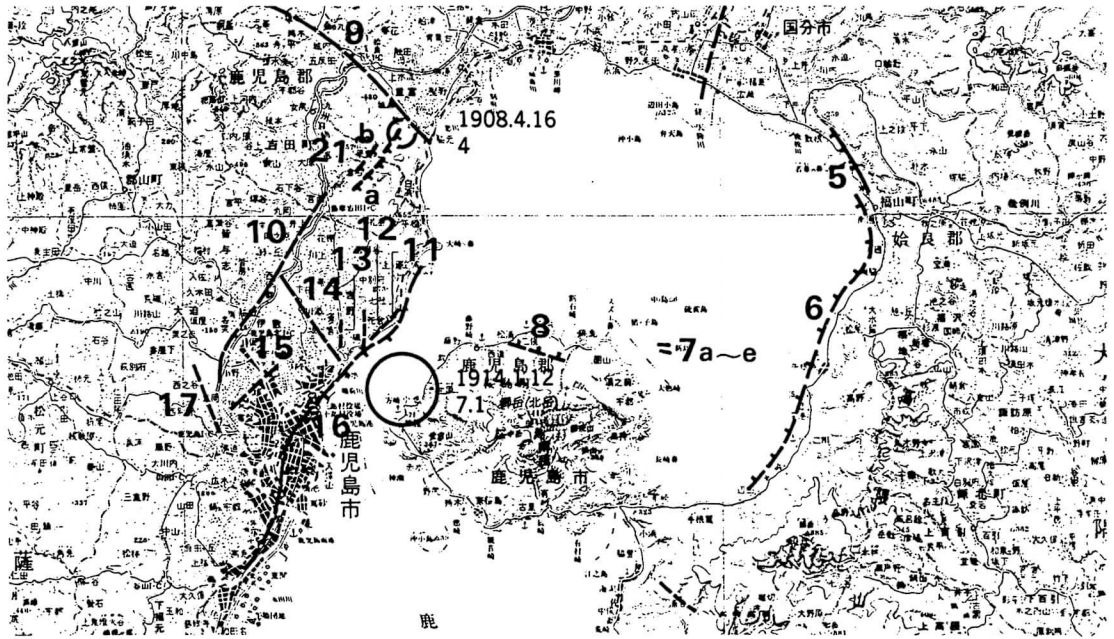
集中豪雨による斜面崩壊は、風化による表層崩れのほかに地質の分布状況に関係したものが含まれる（下川ほか、1994；横田ほか、1994）。とくに断層などに起因する谷地形の存在には注意を払う必要がある。鹿児島は地震の少ない地域と言われているが、活断層によると考えられる地震発生域の帯状分布も報告されている（角田ほか、1992；角田ほか、印刷中）。大正三年（1914年）の大噴火に伴って鹿児島市では M 7.1の活断層に起因すると考えられる地震も起こっており、集中豪雨で発生した崩壊場所は地震に対しても弱いと考えられることから、今後の都市開発に対しても十分な配慮が必要である。

### 3. 鹿児島市の防災

市民の撮影したビデオから読み取れる8月6日の洪水の経過と甲突川流域で観測された14時から21時までの1時間雨量の推移を示した図（櫻井・細山田、1994）から、鹿児島市の甲突川両岸に広がる市街地が長時間にわたって浸水した原因は、先行雨量によってすでに水位が上がっていたこと、17時から19時の間に市街化地域に降った豪雨が短時間に甲突川へ流入したこと、流域の雨がほとんど止んだ20時以降、郡山町周辺地域に17時から19時の間に降った雨水が2～3時間遅れで市街地に到達したことが考えられる。これらの事は、先行雨量によって川の水位が上昇している時に下流の地域で大雨が降った場合、内水が川へ流出することを困難にし、内水によって市街地が浸水する恐れのあることを示唆している。都市の保水能力が著しく低下したために、都市部に降った雨が短時間で川へ集る傾向のあることを多くの研究者が指摘している。今後の洪水対策として市街地を含めた甲突川流域の保水能力を維持あるいは高める対策、例えば植林や森林の保護、農業の保護や推進、団地や市街地における調整池の建設、危険地域の開発防止などが計られるべきであろう。

1995年1月17日に発生した阪神大震災は地下に眠る活断層の恐さを我々に教え、都市の抱える様々な問題点を浮彫りにした。その中で沿岸浅海域の埋立地や宅地造成地の盛土部分の液状化・崩壊が数多く発生した。鹿児島市にも同様の埋立地や谷を埋めて造成した団地が広い面積を占めている。古い団地の一部には旧谷地形に沿った亀裂やパイピングが認められる（大木、1988, 1994a, b）。幸いに鹿児島は地震の少ない地域である。しかし、活火山桜島をかかえ、大正三年の大噴火の際には桜島本島よりも鹿児島市内で地震による死傷者がでている。1978年に起こった宮城県沖地震で鹿児島市と同じ工法を採用した団地が崩壊し、造成まえの谷地形に戻った例（東北大学理学部地質学古生物学教室、1979）や、1987年に起こった千葉東方沖地震で内陸造成地で液状化現象が発生（環境庁国立公害研究所発表）したことを考慮すると、早急に対策を講じる必要がある。

8月6日の集中豪雨から得た教訓として、崩壊の集中する地域には必ずと言ってよいほど地形学・地質学的に見て崩れる原因の存在することが挙げられる。もちろんそれらの原因は単一ではなく、複



⑨+重富 [重富北西]	6 III	11	NW	高度不連続* 地層の直立*	国分層* 国分層*	SW(100)* SW	} * 大木公彦未公表資料
⑩+長井田	7 III	9	NE	高度不連続*	大迫火砕流*	5~7 NW(50)*	
⑪+三船	7 III	1	NE	高度不連続*	花倉層*	SE(5)*	* 4) および大木公彦未公表資料
⑫+花倉西方	7 III	1	NNE	高度不連続*	吉野火砕流*	E(10)*	* 4) および大木公彦未公表資料
⑬+磯西方	7 III	0.5	NS	高度不連続*	吉野火砕流*	E(<5)*	* 4) および大木公彦未公表資料
⑭+川添	7 III	4	NW	高度不連続*	吉野火砕流上面*	NE(>30)*	* 4) および大木公彦未公表資料
⑮+永吉	7 III	3	NE	断層崖*	坂元火砕流*	R(5)*	* 4) および大木公彦未公表資料
⑯+ (鹿児島湾西縁断層) [鹿児島北方] [鹿児島]	7 II	>20	NS	高度不連続*	四万十層群上面*	W(1000)*	} * 3) 10) のボーリング資料 * 15) 16) ** 陸上火砕流の沈降
			NS	高度不連続*	入戸火砕流・城山層*	W(>70)	
			NS	高度不連続*	照国火砕流**	W(>500)*	
⑰ 田上ホクシ	7 III	2.2	NNW	直線状谷	火砕流丘陵背面		
⑱+ 物林嶽断層系	5 II	1~3	NE	断層崖・直線状谷 <sup>17)</sup> 断層崖 <sup>17)</sup>	溶岩 <sup>19)</sup> 溶岩 <sup>19)</sup>	W(>20) <sup>17)</sup>	* ⑩へ連結する可能性あり
a 上河原断層	II	3	NE				
b 平野断層	II	1	NE				

図8. 鹿児島市地域および周辺地域の活断層と地震 (活断層研究会編, 1991)

数の原因が重なりあっている場合が多い。それらの複雑な原因を明らかにするためにも現場における詳細な調査が必要であり、多くのデータにもとづく解析が必要である。多くの有識者が指摘しているように、ハザードマップ（災害危険箇所分布図）の作成や学習会を通して住民の防災に対する意識を高める努力が行政、学校、研究者に求められている。毎年繰り返される梅雨や台風による災害を軽減するためには詳細な地質のデータの蓄積とそれらの公表が急務である。さらに、今後の都市開発は地質や地下水系を正しく把握したうえで進めるべきで、無理な団地造成よりも周辺の過疎地を視野に入れた広域的な都市開発を考える必要がある。

## 文 献

- 早坂祥三・大木公彦（1971）：鹿児島市地域のボーリング資料にもとづく地質学的考察。 鹿児島大理紀要（地学，生物学），4，15-29。
- 地頭菌隆・下川悦郎・松本舞恵・加藤昭一・三浦都人（1994）：空中写真判読による斜面崩壊・土石流の分布と土砂量。 1993年豪雨災害鹿児島大学調査研究会「1993年鹿児島豪雨災害の総合的調査研究」報告書，97-113。
- 「かごしま文庫」編集部編（1994）：手記 ' 93風水害の中で。 かごしま文庫，18，245pp。
- 角田寿喜・宮町宏樹・久保田裕史・高木章雄（1992）：九州の内陸地震活動。 地震，2，45，229-237。
- 角田寿喜・後藤和彦・宮町宏樹・平野舟一郎・石原和彦（印刷中）：地震活動からみた九州南部－南西諸島域のテクトニクス。 月刊地球，海洋出版株式会社。
- 活断層研究会（1991）：新編・日本の活断層。 東大出版会，437pp。
- 久保田喜裕（1986）：南九州北薩地域における金銀鉱脈鉱床の生成とその造構史的背景。 鉱山地質，36(6)，459-474。
- 久保田喜裕（1991）：金鉱床胚胎場としての火山性陥没構造の重要性。 鉱山地質，41(6)，379-386。
- 大木公彦（1969）：鹿児島市北部の地質及び地史。 鹿児島大学理学部卒業論文，64pp。
- 大木公彦（1974）：鹿児島市西部地域における第四系の層序。 鹿児島大理紀要（地学，生物学），7，15-22。
- 大木公彦（1988）：宅地造成と地質－鹿児島市を例にして－。 鹿児島県地学会誌，61，1-6。
- 大木公彦（1993）：鹿児島市，8月6日集中豪雨によって出現した2万4千年まえの谷地形と立木。 地質雑，99(12)，xxix-xxx。
- 大木公彦（1994a）：鹿児島市の地質と豪雨災害（その1）。 鹿児島県地学会誌，69，1-10。
- 大木公彦（1994b）：8・6の豪雨災害と鹿児島市の地質。 1993年豪雨災害鹿児島大学調査研究会「1993年鹿児島豪雨災害の総合的調査研究」報告書，61-70。
- 大木公彦・早坂祥三（1970）：鹿児島市北部地域における第四系の層序。 鹿児島大理紀要（地学，生物学），3，67-92。

- 大木公彦・早坂祥三（1973）：鹿児島県下における火砕流堆積物の堆積様式の一考察。 鹿児島大理紀要（地学，生物学），5-6，7-17。
- 大木公彦・舟津俊宏・早坂祥三（1990）：鹿児島市南部の地質・とくに伊作火砕流と照国火砕流との関係について。 浦島幸世教授退官記念論集，125-133。
- 櫻井仁人・細山田三郎（1994）：鹿児島豪雨における降雨の実態。 1993年豪雨災害鹿児島大学調査研究会「1993年鹿児島豪雨災害の総合的調査研究」報告書，1-12。
- 下川悦郎・地頭蘭隆・松本舞恵・三浦郁人・加藤昭一（1994）：1993年豪雨による鹿児島県下の土砂災害。 1993年豪雨災害鹿児島大学調査研究会「1993年鹿児島豪雨災害の総合的調査研究」報告書，47-59。
- 東北大学理学部地質学古生物学教室（1979）：1978年宮城沖地震に伴う地盤現象と災害について。 東北大理地古研邦報，80，1-97。
- 通商産業省資源エネルギー庁（1979）：昭和53年度広域調査報告書，北薩・串木野地域。 92pp.
- 通商産業省資源エネルギー庁（1982）：昭和56年度広域調査報告書，北薩・串木野地域。 81pp.
- 通商産業省資源エネルギー庁（1983）：昭和57年度広域調査報告書，北薩・串木野地域。 65pp.
- 横田修一郎・岩松 暉・田中健一・岩樋泰子・坂島俊彦・鬼頭伸治・須永崇之・徳重武洋・福井克樹  
福田徹也・矢野智士・森脇 広（1994）：斜面崩壊の地形・地質的側面。 1993年豪雨災害鹿児島大学調査研究会「1993年鹿児島豪雨災害の総合的調査研究」報告書，75-92。



写真1. 15時頃の甲突川, 南から草牟田を望む



写真2. 15時頃の甲突川, 対岸の新照院を望む



写真3. 15時頃の甲突川, 新照院の昭和橋を望む



写真4. 15時頃の甲突川, 新上橋を北から望む



写真5. 飯山橋の上流 300m付近から北を望む (17時29分)



写真6. 飯山橋の上流 300m付近 (17時31分)



写真1. 実方太鼓橋の右岸 (17時半頃と思われる)



写真2. 実方太鼓橋から大明ヶ丘団地へ至る道



写真3. 17時半過ぎの実方太鼓橋



写真4. 実方太鼓橋の下流側 (17時45分)



写真5. 実方太鼓橋の欄干流失 (18時頃と思われる)



写真6. 実方太鼓橋の欄干流失 (写真5のあと)





写真1. 実方太鼓橋の上流側の家 (18時24分)



写真2. 実方太鼓橋の上流側の家 (19時頃と思われる)



写真3. 実方太鼓橋の右岸 (18時30分)



写真4. 実方太鼓橋の右岸 (19時頃と思われる)



写真5. 翌朝、8月7日の流失した実方太鼓橋



写真6. 翌朝、8月7日の実方太鼓橋の右岸の様子



写真1. 新照院バス停（西側）付近の状況（19時48分）



写真2. 新照院バス停の状況（19時48分）



写真3. 新照院バス停の状況（19時55分）



写真4. 平田橋から見た国道3号線（19時頃と思われる）



写真5. 平田橋から見た国道3号線（21時頃と思われる）



写真6. 平田橋の上流側、流木



写真1. 平田橋から見た下流左岸側の越流の様子



写真2. 平田橋下流側の様子, 右岸を望む



写真3. 平田橋右岸側, 写真2の拡大



写真4. 平田橋から見た上流左岸側の越流の様子

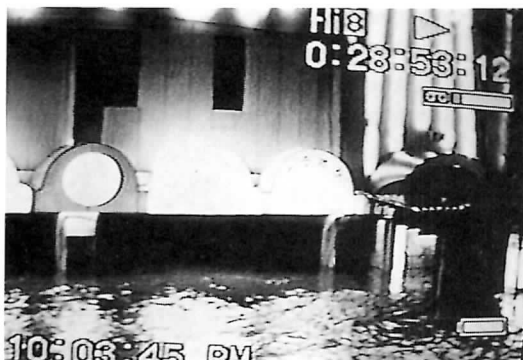


写真5. 新照院バス停の状況 (22時03分)



写真6. 新照院バス停付近の状況 (23時12分)