

8・6 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	1
ページ	61-73
URL	http://hdl.handle.net/10232/00012958

8・6 豪雨災害と鹿児島市の地質

理学部 大木公彦

1. はじめに

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かけて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。今回の集中豪雨災害を調査する過程で、災害を軽減するためには詳細な地質のデータの蓄積が極めて重要であることを思い知らされた。本報告では、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、今後の豪雨災害に対する都市開発の在り方について触れてみたい。

2. 鹿児島市の地質の概要

鹿児島市の地質は、その時代から基盤を成す白亜紀の四万十累層群と300万年前に噴出した伊作火砕流、80~70万年前後に噴出した吉野台地北部を形作る火山岩類、60万年以降に堆積した複数の海成層と火砕流堆積物の3つにグルーピングすることができる(図1)。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の形成に伴い、鹿児島市から北薩に至る地域は、沈降・隆起を伴う構造運動によって複雑な地形・地質を呈するようになったことが地質調査の結果から明らかになってきた

(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)。大木ほか(1990)は、鹿児島市地域において、地質調査と温泉ボーリングの試料から四万十累層群とそれを覆う伊作火砕流が断層を伴いながら階段状に鹿児島市南西部から北東へ高度を下げ、鹿児島市の中央部で最も深く、吉野台地の地下では逆に北東へ浅くなっていることを明らかにした(図2)。さらに、この傾動運動は、吉野台地北部から八重山へ至る北西~南東方向の山塊を形成した一連の火成活動の時期、1.0~0.7Ma頃に起こった可能性が高いことを指摘した。とくに吉野台地は、地質調査の結果から、その隆起する地域の北限が重富から吉田麓に想定される断層以南であることが分かっている。大崎鼻が、現在も桜島の噴火と呼応しながら隆起・沈降を繰り返していることは多くの論文で紹介されている。この傾動運動の結果として、吉野台地には北東-南西と北西-南東方向の断層が生じ、相対的に沈降の場にある甲突川流域には2万4千年まえに噴出したと考えられている妻屋・入戸火砕流堆積物(シラス)が厚く分布することになる。

最近の構造運動を反映して妻屋・入戸火砕流堆積物には、北西-南東(甲突川の方向)と北東-南西(高速道路の走る長井田川の方向)の断層やクラスティックダイクが卓越しており、甲突川と長井田川に沿う断層の周辺地域、とくに断層の交わる伊敷付近には断層やクラスティックダイク(図版1, 写真1)が顕著である。この2方向の断層やクラスティックダイクは下位の地層にも多く見られ、妻屋・入戸火砕流堆積物が堆積する前の地形には、おもにこれらの断層に起因する谷地形の発達が認められる。大木・早坂(1973)は、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、

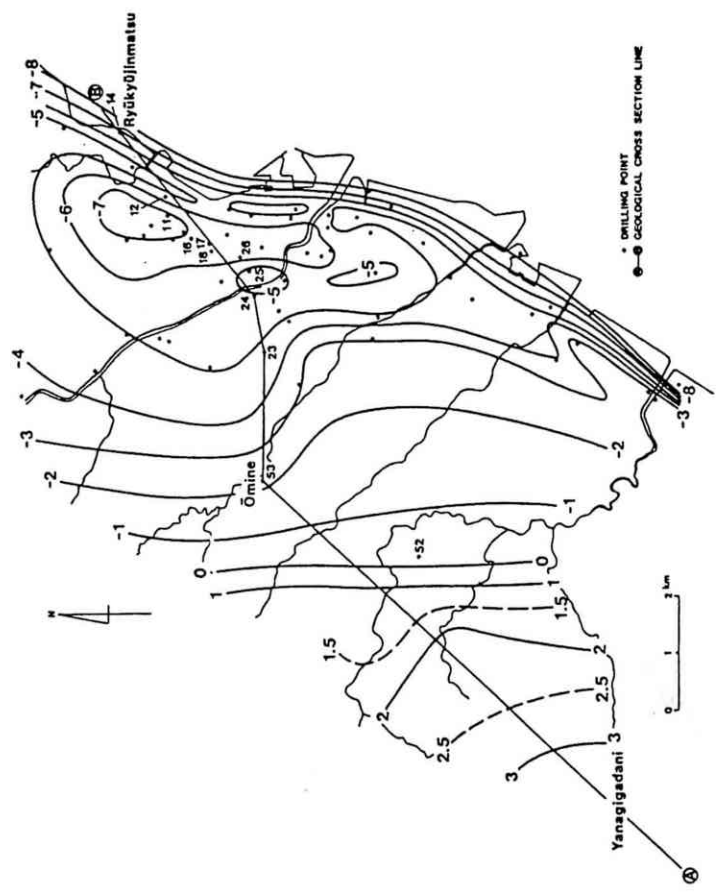
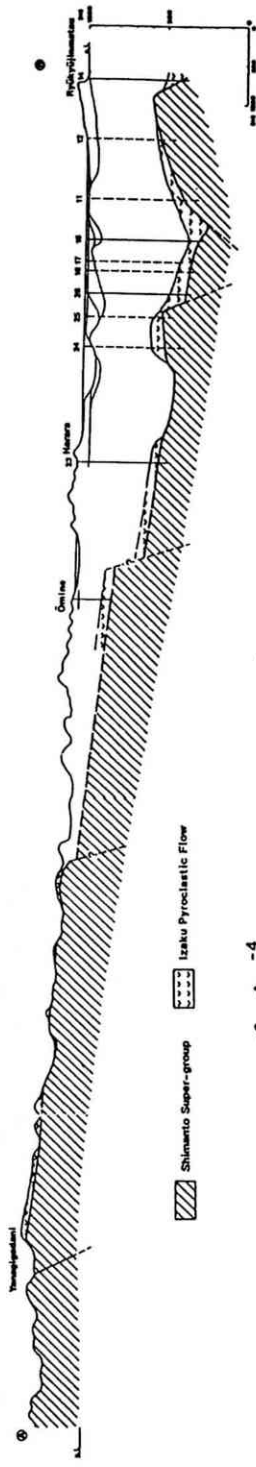


図2. 基盤岩 (四万十累層群) の侵食面の高度分布 (等値線は 100m 間隔) と伊作峠-磯琉球人松の地質断面

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、雨水によって侵食が始まって元の谷の位置に再び新しい谷が形成されること（火砕流堆積物は旧谷地形をコピーする）を報告した（図3）。したがって、鹿児島市に分布する妻屋・入戸火砕流堆積物の上面は堆積前に発達した谷地形に沿って侵食・開析され、北東部の吉野台地、紫原台地、桜ヶ丘台地を除いて尾根が痩せ細り、台地の地形がほとんど残されていない（図4；大木，1988）。

鹿児島市には厚さ数10から100mにもおよぶ大規模火砕流堆積物が15枚確認されている（大木・早坂，1970；早坂・大木，1971；大木，1974；大木ほか，1990）。これらの中で、強溶結部を伴う火砕流堆積物は、下位から伊作，伊敷，花野Ⅱ，吉野，下門，加久藤の各火砕流がある。吉野，下門，加久藤の火砕流は，1993年8月の集中豪雨によって多くの被害がでた鹿児島市北部に広く分布している。

3. 1993年8月6日の集中豪雨被害と地質

始良カルデラ壁に相当する吉野台地東縁部は40°前後の急峻な斜面をもち、侵食の著しい場所である。谷部には断層や節理がしばしば見られ、そのいくつかは数mから数10mの変位量を持つものもある。この地域の地質層序を図1のCに示す。

8月6日の集中豪雨の際に竜ヶ水から磯へ至る10号線沿いの地域では、ほとんどの谷で土石流や斜面崩壊が発生した。そのほとんどが磯火砕流と花倉層最上部のあたりから起こっている（図版1，写真2～4；横田ほか，1994）。海成層である花倉層はおもに凝灰質砂，泥，凝灰角礫岩から構成され、地形的に緩い斜面（棚）を形作っている（図5；大木，1969）。一般に、この緩斜面は上位の溶結凝灰岩（吉野火砕流）などの崩落堆積物（崖錐）に覆われており，8月6日の集中豪雨によって大量の水を含んだこの崖錐堆積物が土石流となって，谷部に堆積していた崩落堆積物を巻き込み流れ下ったと考えられる。竜ヶ水地域は，過去20数年間，学生野外実習で訪れており，谷に転がっていた1m前後の巨礫は災害後の野外実習の時には跡形もなく消え，岩盤が露出する急な谷に変っていたことから裏付けられる。

竜ヶ水駅に停車中のJRを襲った土石流も花倉層の最上部付近から始まっており，侵食面を覆っていた崖錐堆積物が花倉層，平松玄武岩Ⅰ・Ⅱ，白浜玄武岩，竜ヶ水安山岩（大木・早坂，1970）のブロックを巻き込み流れ下ったことが分かる（図6）。

太田ほか（1993）は，吉野町大崎から磯へ至る10号線沿いの崩壊箇所を調査し，竜ヶ水で磯凝灰質砂部層（火砕流）下部の軽石層に穿たれた穴とそこから湧き出す地下水（パイピング現象）の写真を示し，地下水圧による磯凝灰質砂部層・吉野火砕流下部付近の表層崩壊が土石流の発生に強く係わっていると報告している。この写真に示された場所は毎年調査に訪れているが，不透水層であるシルト

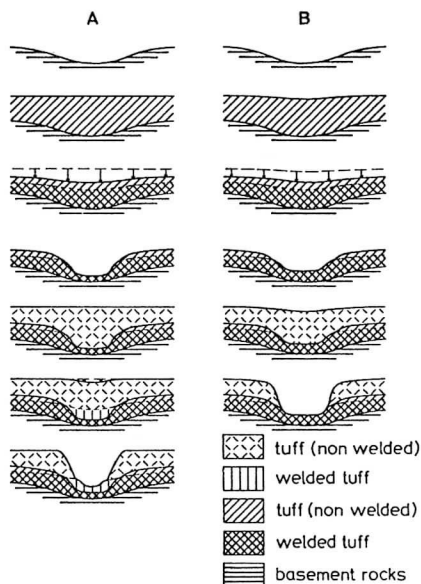


図3. 火砕流の堆積様式と地形との関係

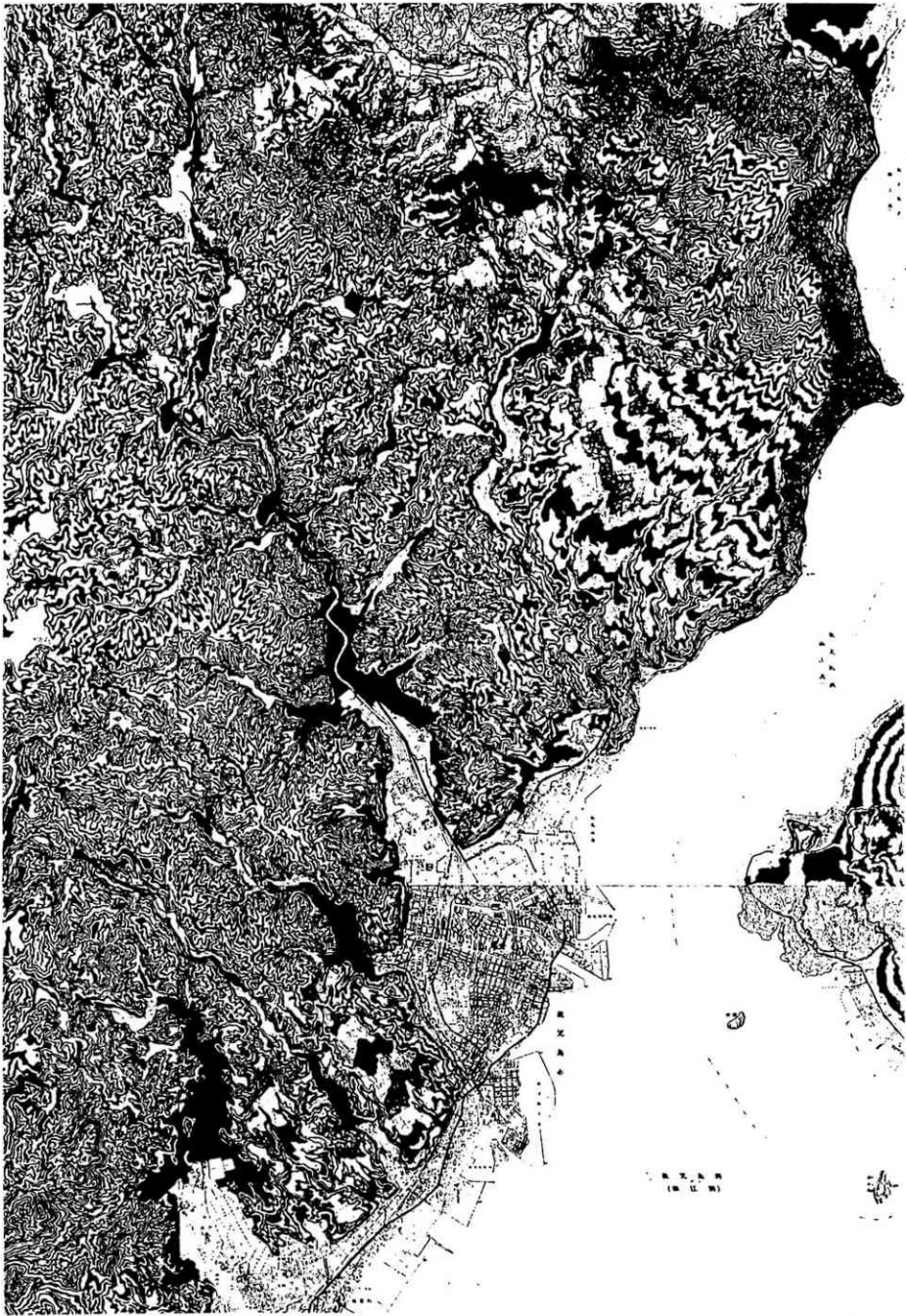


図4. 鹿児島市の地形図 (10mおきに色を塗り、微地形を強調してある)

層 (花倉層) の上位に位置する礫火砕流下部の軽石層からは地下水がしみだしており、パイピングは以前から起こっていた可能性が高い。このパイピングは小断層に起因しており、その近くにも数本の小断層が認められ水が染み出している (図版1, 写真5)。すでに述べたように、崩壊部の状況から礫凝灰質砂部層自身の崩壊した量よりも崩落した崖錐堆積物の量のほうがはるかに多い。しかし、土

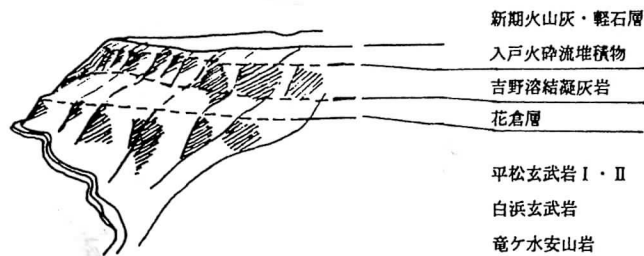


図5. 竜ヶ水地域の地形と地質との関係

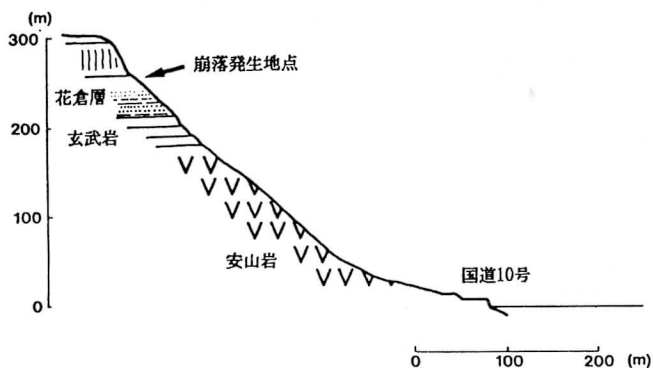


図6. 竜ヶ水駅北側の沢の推定地質断面図

今回の集中豪雨で崩落したシラスの崖の大半は、調査した限りでは斜面上部の表層崩れ、崖の足元の洗掘によるものが多い。しかし、竜ヶ水で見られたパイピングによるトンネルは、市内伊敷の長井田川流域や五ヶ別府町で出現した。一部は、8月6日の集中豪雨まえから存在していたが、それらのトンネルも今回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た。最も大きな空洞は入口の大きさが3m、中は10畳ほどの広さがある(図版2, 写真3~6)。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が、なかには10m以上延びていることが確認できるものもある。しかし、トンネルの直径が50cm前後と狭く危険であるために調査ができず、それから先の状態は分からない。1976年6月の集中豪雨では、玉里から上ノ原団地に延びる谷の頭が地山でありながら崩壊し、団地の道路が欠損した。この崩壊も直径30cm程のトンネルから吹出した水による谷頭の足元の洗掘がそのおもな原因である(図版3, 写真1)。すでに谷が存在するという事は、以前からパイピングによる谷頭の崩壊を伴いながら後退して谷が発達したことを意味しており、山が木々に覆われていた頃と比較すると、団地の造成などによってトンネルの入口が地表に露出していることも考えられ、この谷の崩壊頻度は加速される可能性が高い。このようなパイピングの生ずる地層の多くには、断層あるいは下位に不透水層が存在し、すでに述べたように、その不透水層の上面に旧谷地形がしばしば認められ、その谷部に地下水が集っている場合が多い。

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、2万4千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(図版3, 写真2, 3; 大木, 1993)。図7は

石流発生原因の一部には、太田ほか(1993)の指摘した湧水の増加も無視できない。おそらく、梅雨以降の長雨による地下水の増加に伴い、湧水が増えて崖錐堆積物は水を充分に含んでいたと考えられ、8月6日の集中豪雨の際に大量の雨水と湧水によって一挙に崩落したと考えられる。すでに述べたように、崩壊の見られる谷の奥部には、パイピングのほかに節理、断層などが多く認められた(図版1, 写真6; 図版2, 写真1~2)。このことは、吉野町大崎から磯へ至る10号線沿いに発達する谷の多くが、吉野台地隆起に伴う構造運動を反映している可能性を示唆している。

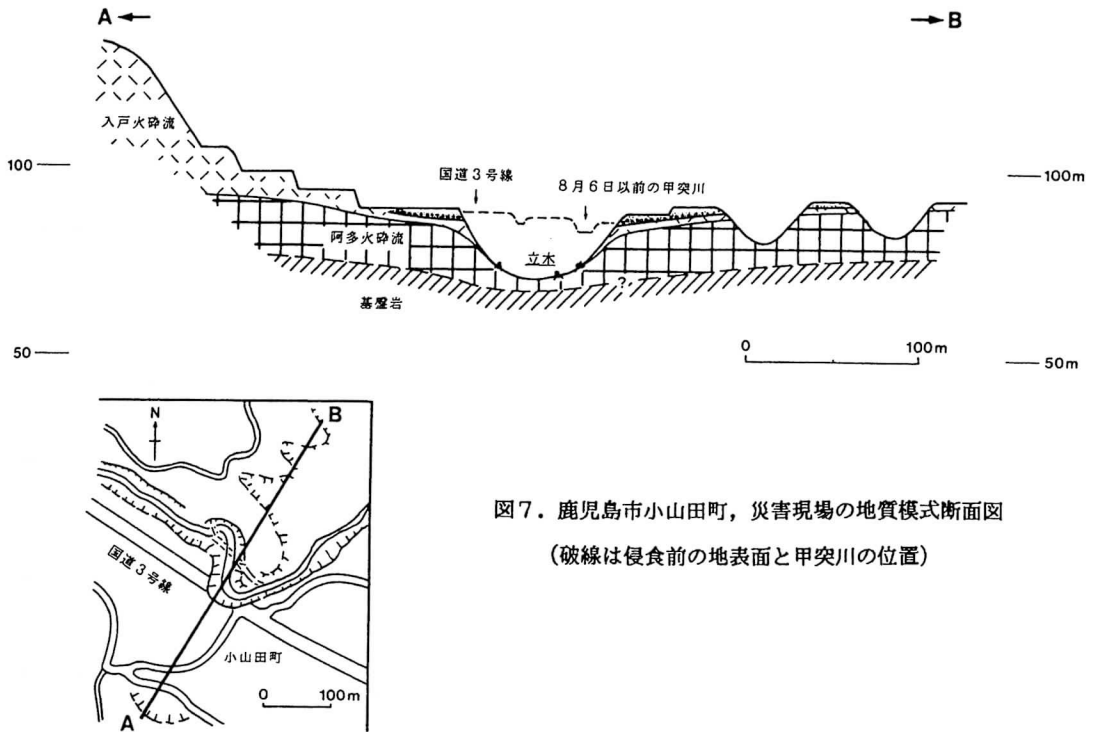


図7. 鹿児島市小山田町，災害現場の地質模式断面図
(破線は侵食前の地表面と甲突川的位置)

この現場の位置図と地質模式断面図で、破線は侵食前の地表面と甲突川的位置を示している。この図から約9万年前にこの地域に堆積した阿多（蒲生）火砕流の溶結凝灰岩に刻まれた谷の位置と、約2万4千年前に噴出した妻屋・入戸火砕流堆積物の堆積後に刻まれた谷（旧甲突川の氾濫堆積物と現在の甲突川）の位置がほぼ一致することが分かる。今回の洪水が、非溶結で流水の侵食に弱い妻屋・入戸火砕流堆積物（シラス）を削り込み、そのほぼ直下に埋もれていた谷を出現させたことになる。ちなみに、立木は大きいもので直径1mを越し、その種類は鹿児島大学農学部の藤田晋輔教授によって調査中で、現時点ではクリの可能性が高い。

いままで述べてきた豪雨災害と地質の関係は、シラスの山を削り谷を埋めて平坦な地形を造る工法（図8）を採用した、1960年代の終りから始まった鹿児島市の宅地造成の在り方に警鐘を鳴らしている。大木（1988）は、谷を埋めた“盛土”の部分の不等沈下によって、“地山”との境界に位置する宅地の擁壁や家屋に亀裂や段差が生じ、その亀裂を追跡すると馬蹄形をした元の谷の形が復元されることを報告した（図9）。さらに、1975年ころから調べている団地の亀裂は現在も開きつ

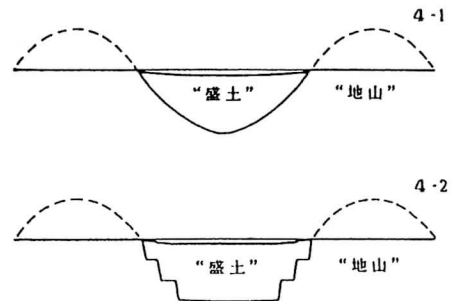


図8. 山を削り谷を埋めて平坦な団地を造る工法の模式図（上：古い団地；下：伊敷ニュータウンの例）

つあり、原因が“盛土”部分の圧密・沈下のみではないことを指摘した。その主な原因として、鹿児島市内の大型団地の広がるほとんどの地域では、シラスの下位に不透水層（泥や砂から成る海成層；溶結凝灰岩など）が広く分布しており、団地の地表面や亀裂から流入する水が不透水層の上面に集つ

てパイピングを起こすことによって、“盛土”部分の最下部の土砂が流出し沈下が続いている可能性を挙げている。“地山”でさえパイピングが起きていることを考えると、人工的に崩したシラスが流水によって簡単に空洞化することは当然と考えられる。今回の集中豪雨の後でも、団地の道路が凸凹になったり亀裂がひどくなった場所が多く見受けられる。

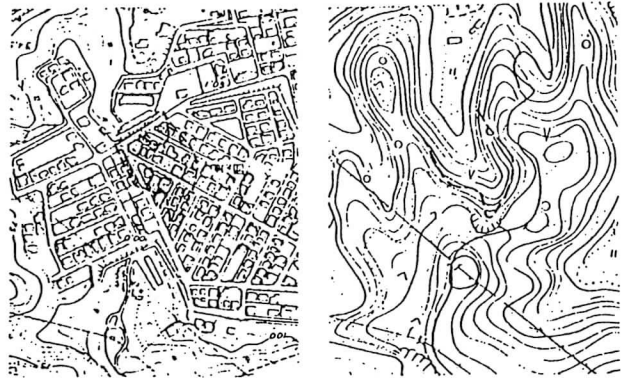


図9. 団地を造るまえの谷地形と団地完成後に生じた亀裂との関係

4. 防災と地学の係わり

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。

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時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た。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、鹿児島市の団地に見られる亀裂やパイピングに対して早急に対策を講じる必要があるように思える。今回の洪水が良い例であるが、災害は忘れた頃にやってくるもので、地震や火山災害が起こっても被害を最小限にする努力は忘れてはならないと思う。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。
- 久保田喜裕（1986）：南九州北薩地域における金銀脈脈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・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.
- 太田岳洋・大島洋志・大保正夫 (1993) : 1993年8月の鹿児島市竜ヶ水地区における土石流および斜面崩壊について。 応用地質, 34(5), 37-44.
- 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.

図版1

- 写真1. 妻屋・入戸火砕流に見られるクラスティックダイク（下位の城山層の礫がダイクとして入っている；ダイクの方向は甲突川と平行）
- 写真2. 三船－花倉間に発生した崩壊（崖の下半分に見られる）
- 写真3. 竜ヶ水の崩壊（下位より竜ヶ水安山岩，白浜・平松玄武岩，花倉層，花倉層侵食面を覆う崖錐堆積物）
- 写真4. 竜ヶ水の崩壊（写真3の左側の崩壊部）
- 写真5. 竜ヶ水の礫火砕流最下部の軽石層に見られるパイピング
- 写真6. 礫公園内の谷に見られる断層（礫火砕流，砂層，吉野火砕流が重なり，砂層上部の古土壌が断層によって3m左側へ落ちている）

図版2

- 写真1. 礫公園内の谷の礫火砕流中に見られる小断層
- 写真2. 礫公園内の谷の礫火砕流中に見られる複数の断層
- 写真3. 五ヶ別府町で集中豪雨後に大きく口を開けた空洞
- 写真4. 五ヶ別府町で集中豪雨後に大きくなった空洞（奥は10m以上続いている）
- 写真5. 五ヶ別府町で集中豪雨後に大きく口を開けた空洞
- 写真6. 五ヶ別府町で集中豪雨後にでき始めた空洞

図版3

- 写真1. 1976年6月の集中豪雨で崩壊した，玉里から上ノ原団地に延びる谷頭の空洞（パイピング）
- 写真2. 小山田町に，8月6日の洪水によって出現した2万4千年前の谷地形
- 写真3. 小山田町に，8月6日の洪水によって出現した2万4千年前の谷地形と立木（黒く見える壁が旧谷地形面で阿多火砕流が露出している；その面を覆って入戸火砕流堆積いわゆるシラスが覆っている）

図版 1



图版 2



图版 3

