

自然災害と自治体の責任（２）

著者	"采女 博文"
雑誌名	奄美ニューズレター
巻	22
ページ	11-17
URL	http://hdl.handle.net/10232/17781

■研究調査レビュー

自然災害と自治体の責任(2)

采女 博文 (鹿児島大学法科大学院)

- 1 はじめに
- 2 裁判例の紹介と検討
 - 2.1 道路災害
 - 2.2 河川災害
 - 2.2.1 8・6水害(以上, 17号)
 - 2.2.2 川内川水系のはんらん
 - 2.3 土石流災害-土面川(以上, 本号)
- 3 展望

2.2.2 川内川水系のはんらん²⁵

【裁判例2—平佐川訴訟】、【裁判例3—川内川訴訟】は河川の設置ないし管理の瑕疵を認めている。大東水害訴訟最高裁判決前の事例であるが、行政の責任のあり方を考えるうえで示唆に富む裁判例である。

(1)【裁判例2—平佐川訴訟】

①川内川水系の平佐川では、1952(昭和27)年に流路の整正や築堤の改修計画が施行され、1973(昭和48)年には完成予定であっ

た。平佐川と隈之城川との合流点付近にある向田橋の下流端からその上流0.8キロメートルの平佐川の上流35メートルの左岸の区間については未施行(自然堤)のまま残されていた。1969(昭和44)年6月から1972(昭和47)年6月にかけて数次にわたり未施工部分からの浸水によって水田流失、家屋浸水などの被害を被った原告らが国賠法2条、3条に基づいて国・県に対し損害賠償を求めた。

②裁判所は、「(昭和47年6月)頃の水害当時の平佐川左岸の未施工部分の状況は河川が通常有すべき安全性を備えていたとは到底いえず、その設置、管理に重大な瑕疵があったことは明白である」として昭和47年の水害被害の一部を認容した。

少し長くなるが瑕疵を認定する箇所を引用しておきたい。

a) 未施工部分の存在の確認

「平佐川右岸の完成堤は44年に、同左岸(但し未施工部分を除く)、隈之城川右岸、百次川右岸は39年に暫定堤の設置が終了しているし、暫定堤は長期、広範囲の河川工事において所定の一連の区域の改修効果をあげることを目的として計画高水位6.36メートルの高さで築造されるもので、完成堤はその高さに1.5メートルの余裕高をみたもので、暫定堤の基礎工事は後日嵩上げによって完成される完成堤と全く異ならず、ほぼ30年に1度の洪水に耐えうる設計になっていて、逐次洪水の頻度を落すことになるので、一応暫定堤に見合う効果を期待しうる程度のもものとなり、しかも右暫定堤で或程度の効果をあげつつ逐次上流から或は必要度の高い所(先にみた如く平佐川右岸は川内市の住宅地が多い

²⁵ 川内川水系では、昭和40年代から大洪水が頻発している。

昭和46年8月洪水(台風19号)では川内地点のピーク流量は当時の計画高水流量である3,500立方メートル毎秒を上回る3,840立方メートル毎秒(ピーク水位も7.02メートル)を記録し、川内市(平成16年10月12日から薩摩川内市)では全半壊家屋30戸、橋梁流出8箇所、堤防決壊6箇所などの被害を受けた。昭和47年7月洪水では、宮之城町湯田地区で家屋114戸が流出した。元年7月洪水では、床上浸水171戸、浸水面積1,636ヘクタールの被害が発生し、平成5年8月洪水においては、床上浸水195戸、浸水面積1,517ヘクタールの被害が発生した。平成9年9月洪水(台風19号)では、床上浸水264戸、浸水面積1,271ヘクタールに及び、吉松水位観測所で過去最高の8.19メートルを記録した(洪水の簡単な記録は、国土交通省九州整備局川内川河川事務所HP：<http://www.qsr.mlit.go.jp/sendai/index.htm> 参照)。

ので44年に既に完成堤が築造されている) から完成堤を築造してきており、46年度には甲区への浸水を最も懸念された隈之城川右岸、百次川右岸は共に完成堤を築き護岸を残すのみになっていたことは明らかである。」

b) 技術的制約・財政的制約について

「(暫定堤の) 基礎工事はそのまま完成堤になりうるものであるから未施工部分にも暫定堤を築き、暫定堤のままで甲区内の滞水の排出と平佐川からの外水の浸水防止のための排出樋管を設置することも土木技術上不可能なものではな(い)。……本件未施工部分の工事費用の積算書の内訳をみるとその工費は721万6,000円で経済的にも費用が異常に嵩むということもなく、また排水樋管設置は当初計画にも予定されていたものであ(る)」。

c) 瑕疵判断の基準時

「河川管理の瑕疵の存否を判断する基準となる時期は、河川改修工事開始前の状態ではなく、水害発生時の状態、即ち河川改修工事が相当に進捗した場合はその状態において管理の瑕疵の存否が問われなければならないものと解するのが相当であるから、これを本件にみるとどんなに遅くとも(昭和)47年6月17日、18日頃の水害時には河川管理上、未施工部分に暫定堤と排水樋管を設置しておくことは必要不可欠の状態にあつたことは明らかであり、これを設置しないで他の全ての工事が完了する最終段階まで未施工部分を残置しておかなければならないという合理的理由は見出せない。」

③判決の特徴

判決でとりわけ注目されるのは、「本件河川改修に投じうる経費にはおのずから限度があるので、河川改修事業が長期化するのめやむをえない」との国・県側の主張に対し、現に平佐川の管理について瑕疵がある以上、「財政的理由によってその責任を免れることはできない」との判断を示している点である。また、乙区について損害額の2割を減額し

たことにも注目したい。乙区の地形と当日の降雨量その他、同地区が豪雨時には或程度浸水の被害があつたことなどより判断してやはり自然滞水もその一因をなしているとして、「被害発生に寄与度について自然滞水によるものが2割、管理の瑕疵を原因とするのが8割である」としている。²⁶

(2)【裁判例3—川内川訴訟】

①平佐川訴訟と同様に未施工区間からの氾濫水の浸水による被害である。同様に、国に対する国賠法2条1項に基づく損害賠償請求が瑕疵と水害発生との間に相当因果関係が認められる限度で認められた。

川内川は菱刈町で湾曲、蛇行が著しく、洪水のたびに溢流、氾濫し家屋、耕地等に相当な被害を生じていたのでその被害を軽減するため流路の整正、拡幅、築堤、護岸及び築堤に伴う各種樋管の新設、橋梁の新設改築を施工しようとする捷水路工事計画(屈曲流路延長9キロメートルを約半分短縮する)が立てられた。築地地区では昭和47年から新河道の掘削、新堤の築堤が始まり、工事全体の完成は50年以降とする予定であった。原告の居住地付近では旧河道に沿った新堤の築堤と旧堤防の掘削、除去が行われたが、約60メートル以上が無堤防の状態であった。この状況で、昭和47年6月と7月に集中豪雨に見舞われ、川内川は氾濫、築地地区では河水は激流となって新堤の未施工部分から氾濫し、水田の表土の流失、土砂の堆積等の被害をもたらした。

²⁶ 瑕疵責任を認めた上で自然力を損害発生原因と認め、寄与割合を減額する裁判例は、ほかに長崎地(佐世保支部)判昭和61年3月31日判例時報1201号118頁(道路の瑕疵により土石流が発生した事例で、「他原因として未曾有の集中豪雨があり、これに伴って多量の浅層地下水が小断層群の破砕帯部分を供給路として崩壊斜面の最上部の地下に流下して集中した」ことが本件事故発生に寄与した割合は少なくとも35パーセントを下らないとした)がある。

②河川管理の瑕疵の認定

裁判所は、改修計画の当否についての参考資料をこう述べる。「ある地区の河川改修を行なうに当っては、その地区の水害歴やその地区あるいは上流下流の地形的特性等を考慮して適切な計画を立てる必要があり、これをよく検討して得られる当該地区あるいはその上下流の危険の態様、程度等は改修計画策定上の重要な参考資料となるものであると同時に、また当該計画の当否を検討する際の重要な資料となるものである。」

裁判所は、本件での河川管理の瑕疵をこう判断した。「本件築地地区は水害の常襲地帯であり、特に梅雨期には過去幾多の出水をみた」わけであるから、「(梅雨) 時期を最も安全な状態にもっていくように工事計画を立てるのは当然である」のに、「梅雨期を前にしてcダッシュの旧堤防を掘削除去してしまったことは適切でなかった」

③被害の7, 8割は不可抗力による。

裁判所は賠償範囲についても注目すべき判断をしている。裁判所は、川内川の管理の瑕疵と原告らの被害(田の減収など)との間に相当因果関係(法的意味での原因・結果の関係)があると認めただうえで、被害に対する寄与度の限度での行政の責任を認めた。

自然力(不可抗力)と河川管理の瑕疵とが競合して被害が発生した場合の行政の責任の限度を考える際に参考となると思われるから、長くなるが引用しておきたい。

「(耕作中の水田の埋没、流失等の) 被害の発生原因としては、……イ、本件洪水時の水位(旧堤防を超過)、ロ、本件築地地区の水田が当時丁度田植時期にあって田には水があり、土はやわらかく耕されていたことや、ハ、本件築地地区の地形、ニ、(一)の農道及び灌漑用水路の決壊、流失、ホ、(三)の西山地区の旧堤防の決壊等の他、ヘ、本件未施工区間その他の築堤未了個所の存在等、不可抗力によるべきものが主たる原因ではある」。

しかし川内川の管理の瑕疵も原告らの被害拡大の原因となっている。そこで、「両者の被害発生に対する寄与度について、その割合を検討するに、前記認定のイ乃至への諸事実その他、諸般の事情を総合して47年度及び49年度の被害に関しては不可抗力によるものが7割、被告の管理の瑕疵によるものが3割と認めるのが相当である」、48年度に関しては菱刈地方一帯におけるいもち病の発生等諸般の事情を総合考慮すると、同年度の被告の責任限度は2割と認め、不可抗力によるものが8割であると認めるのが相当である。

(3)【裁判例4—鶴田ダム水害訴訟】では、河川の洪水調節を目的とするダムの洪水調節容量に関し、通常有すべき安全性の欠如の有無の判断につき判決はこういう。「単に洪水調節機能を結果的に失ったこと、またその真(おそれ)があったこと」のみを基準とすべきでなく、「当該河川の特異性、河川全流域の自然的・社会的条件、関連費用の経済性等あらゆる観点から総合的に」判断すべきである。したがって、「我が国における河川管理の一般的水準および社会通念」に照らして河川管理者の「怠慢であることが明白である」といえるような事情があつたか否かが基準となる。

しかしこの基準でいう「明白な怠慢」とは未必の故意か重過失であり、それがなければ被災者を救済しないとの見解は不法行為法の基礎的理論から逸脱している。

(4)河川管理瑕疵が認められる条件

①大東水害訴訟最高裁判決以降、裁判実務は水害被害者の救済には消極的な姿勢に転じた。その後、例外的に行政の法的責任を認めた裁判例を紹介しておきたい。

1974(昭和49)年の豪雨により、多摩川の猪方地区の河道内に設置されていた取水堰とその取付部護岸の欠陥から、堤の護岸の破損が始まり、本堤防を侵食して堤防内の住宅19棟が流失した。被害者が国に対して、河川管理の瑕疵を理由として国賠法による損害賠償

を請求した。第一審は請求の一部を認容したが、控訴審は請求を棄却した。²⁷

しかし、最高裁（多摩川水害訴訟・最判平成2年12月13日民集44巻9号1186頁，判時1369号23頁〔破棄差戻〕）は、改修・整備済みの河川については、まず、①「改修、整備の段階に対応した安全性を備えているか」が基準になるとし、通常の予測可能性と回避可能性があれば行政は責任を負うとの見解を示した。しかしつぎに、②改修後に水害発生時までに災害発生の危険が予測可能となったときは、その時点から災害時までに河川管理の諸制約を考慮して瑕疵の有無を判断すべきである、との見解を示した。²⁸

差戻控訴審（東京高判平成4年12月17日判例時報1453号35頁）は、本件堰、取付部護岸等は、「昭和46年当時の一般的技術水準からみて安全性に問題」があり、「基本計画に定める計画高水流量程度の洪水の通常的作用によって堤内災害が発生することを予測することが可能であった」。したがって、国は堰の堰高を切下げたり、堰可動部の比率を高めたり、あるいは堰取付部護岸の被覆工ないし構造を改善したりして、災害の発端となった堰

下流取付部護岸ないし小堤の破損を防止できた。そして、「このような工事は、当時の一般的技術水準からみても、また財政的、社会的見地からみても十分に実施可能であり、かつ、時間的にも余裕があったものであると認められる」から、国が本件災害の結果発生を回避することは可能であったと判断して河川管理の瑕疵を認めた。

②河川管理の瑕疵判断の基準を簡単にまとめる。

a) 未改修の河川については、「(水害発生の) 予測可能性・回避可能性」があっても財政的制約論などによって瑕疵が否定される。

b) 他方、改修・整備済み河川の場合には、2つの時点での「(水害発生の) 予測可能性・回避可能性」が問題となる。

ア) 1つは、改修整備の時である。改修計画で予測されていた洪水によって災害が発生した場合には河川管理の瑕疵が認められる。

イ) もう1つは、水害発生当時である。この時点で予測可能性があっても財政的制約論等によって行政は免責される。この場合は改修途中の河川災害の場合の瑕疵判断基準と同じである。²⁹

²⁷ 控訴審は、許可工作物又はこれと接続する河川管理施設の欠陥に対処するために監督権の行使又は改善、整備の各措置を講ずることを要するのは、「現状を放置すれば堤内地に災害が発生することが具体的かつ明白に予測される場合」との基準を立てていたが、最高裁は、これを「独自の基準」として排斥し、基本計画に定められた計画高水流量規模の洪水の通常的作用により堤内災害を予測することができたかどうかを本件事案に即して具体的に検討すべきであるとした。

²⁸ 多摩川水害訴訟最高裁判決の評価はその後の最高裁判決を見たときかなり難しいが、この判決を、「改修済み河川では（工事実施基本計画に定めた）計画高水流量という客観的基準」を瑕疵判断の基準とする道筋を開いたとみることはできないわけではない。計画高水流量が規範的役割を果たすことになるが、仮に計画高水流量が低すぎて設定されている場合には、その計画自体は行政内部の基準にすぎないから、その瑕疵は改めて問題になるであろう。この道筋をたどると道路災害の瑕疵のところのみた瑕疵判断の基本型に近づくことになる。

²⁹ 多摩川水害訴訟最高裁判決の場合も、大東水害訴訟最高裁判決の枠組みは基本的には維持されている。その後も最高裁は、被災者の救済には消極的である。改修済み河川の破堤の場合でも、「本件堤防は、計画高水位程度の高い水位の洪水を防御し得る高さかつ幅を有し、工事実施基本計画に定める規模の洪水における流水の通常的作用から予測される災害の発生を十分に防止する効用を発揮し得る状態にあったもの」であるとして河川管理の瑕疵は否定されている（長良川安八水害訴訟・最判平成6年10月27日判例時報1514号28頁）。平作川〔横須賀市〕水害訴訟でも「普通河川の管理の瑕疵については、直ちに河川法上の河川の管理についての特質や諸制約を踏まえた判断基準が適用されるものとはいえないが、吉井川のように究極的には公共下水道として整備を図らなければならない都市排水路については、右の判断基準に準じて、諸制約の下で施行されてきた下水道整備事業の段階に対応する安全性をもって足りるものとするのが相当である」とされた（最判平成8年7月12日民集50巻7号1477頁）。

2.3 土石流災害—土面川

【裁判例6】と【裁判例5】を素材に土石流災害ないし大規模な地滑り災害に関する裁判所の考え方をみておきたい。

(1)【裁判例6—屋久島土面川土石流災害訴訟】

昭和54(1979)年9月の台風16号による大雨で家屋流出等の被害を受けた屋久島の住民Xらが、国有林の所有者である国を相手に国家賠償法に基づく損害賠償を求めた。Xらは次のように主張した。本件災害は土石流によるものであり、本件土石流発生の直接の原因は、土面川上流約4,5キロメートル付近の国有林伐採跡地の急斜面(A地点)の崩壊にある。当時土面川の溪底には多量の木材、伐根のほか、土砂石等が堆積していたため、発生源の土砂石は、右の堆積物を巻き込みながらこれらが一団となって土面川を流れ下り、河口付近まで達した。災害の原因は、国が広域皆伐方式(一伐区が20ヘクタールに及ぶ皆伐方式)により無制限に山林を伐採し、かかる伐採が行われれば山地崩壊及び土石流の発生をもたらすことを当然に予見できたのに群状択伐の採用あるいは保護樹帯を設置するなどの適切な指導監督を怠ったこと、並びに、土石流が下流まで流下することを防止するに足りる相当数の治山ダムを設置せず、また既に設置していた公の営造物たる治山ダムの設置及び管理に瑕疵があったことにある。

しかし裁判所は原告らの主張を退けた。

①本件災害の原因は洪水にある。「本件豪雨に基づき土面川及び永田川河口に疎通能力を越える多量の流水が時を同じくして出現し、同時に流送された土砂石が土面川の土面橋付近を閉塞する結果となり、これに加え、河口付近の満潮の時間とほぼ一致するという状況が重なって発生した両河川の溢水氾濫によるもので(ある)」。

②本件災害は土石流によるものではない。「(A地点)崩壊を引き金として土面川上流で

本件土石流が発生したことは認められるが、右A崩壊自体、予想できない本件豪雨の来襲と、森林の崩壊抑止機能の及ばないA崩壊地の地形、地質を原因とする不可抗力の自然現象」である。しかも、「これに起因して発生した本件土石流は、中流域で消滅し、土石流が直接河口を閉塞して氾濫を起こさせたとみることはできない」。土面橋付近に堆積した土砂石は、通常の流水の掃流力により流送されたものであるから、土面橋付近あるいはそのやや上流域での越流現象は、通常の河川氾濫と変わらない。

さらに裁判所は、A崩壊について次のような認定を付け加えている。本件土石流発生の引き金となったA崩壊は、「素因であるその地形及び地質的要因と誘引である前記集中豪雨によって発生したもの」、林木根系の土壤緊縛力など崩壊に対する抑止力の及ばない『深層崩壊』であるから、Xらが、A崩壊は『森林伐採(広域皆伐)』により発生したものではない。

③本件土石流が仮に洪水に何らかの寄与をしているとしても、「土石流自体が予見あるいは回避できなかった」から、やはり不可抗力である。

④結論

本件災害の発生と国有林伐採事業とは何ら因果関係がないし、これを防止すべき注意義務違反はない。また、公の営造物である治山ダムの設置・管理に瑕疵があった事実もない。Xらの国賠1条、2条に基づく請求は理由がない。

(2)裁判では、A地点での崩壊での原因が森林伐採に起因するか否かが大きな争点となり、専門家の分析・解析、それに基づく証言等の採否の判断が結論を分けることになった。裁判所は、山口解析に依拠し、「崩壊の深さは最大で約3メートル以上に達する」と認定した。しかし国土研報告などは「崩壊の深さは、深いところで約1メートル浅いところで約0.3

メートル」としている。裁判所は、この国土研報告に対し、「報告は、要するに、森林の有する公益的機能のうち崩壊防止機能を過大に評価し、屋久島の山地における崩壊発生状況の統計的分析から直接A崩壊の崩壊原因を導き出している」が、かかる方法は、特定の崩壊に対する個別具体的な検討がないから科学的合理性がない、と評価した。しかし、浅層崩壊か深層崩壊かの見分けは微妙なように思う。

また裁判所が、森林の洪水流量調節機能をやや軽くみている点も気になる。「本件地域は、伐採とその後に人工造林が行われ、およそ約10年程度経過しているものであり、裸地化されているものではないから、林地と裸地との洪水流量の差をもって本件災害を論ずるのは当を得たものとはいえない」が、一般的に森林がその治水機能として、豪雨時のピーク流量を調節させる機能があることは認められる。しかし、本件災害時の降雨量は「大きな連続雨量をもたらした豪雨であったのであるから、壮齡林と比し、樹冠貯留量及び同遮断量が多少その量が少なく出るとしても、これが本件災害時の洪水流量を増加させ被害を拡大させるなど、本件災害発生に影響を及ぼしたとは認められない。」

(3)【裁判例5—竜ヶ水訴訟】

昭和52年6月24日、鹿児島市吉野町付近の標高約160メートル以上の山腹で崩壊を起こし、崩壊物質は谷を流過する過程で溪床堆積物や両岸山脚を削り取って雪だるま式に土砂石量を増加させ、扇状地に達するとともに流速を減じながら堆積し、土石流の最先端部分は日豊本線の線路まで達し、13棟の家屋が押し潰され死傷者が出た。原告らは、県が県道に十分な側溝を設けなかったことが公の营造物の瑕疵にあたるなどとして損害賠償を求めた。

裁判所は、「崩壊地の直上にある本件道路の一部に側溝が設置されておらず、その部分

に降った雨水が一部分崩壊場所側に流下していたこと」を認めた。³⁰しかし側溝の不設置と本件崩壊との間には相当因果関係（＝法的意味での原因・結果の関係）がないなどとして請求を棄却した。³¹

裁判所は崩壊の原因を「熔結凝灰岩の下にある砂層からの湧水による数十年に亘った地中侵食の発達とこれに基づく熔結凝灰岩の崖脚の洗掘と支持力の低下」にみた。「本件崩壊は、水を透し易い熔結凝灰岩の下にある砂層からの湧水により長期間（約50年）に亘る地中侵食が発達して熔結凝灰岩の崖脚を洗掘し、侵食の拡大とともに崖脚の支持力が低下し、熔結凝灰岩が徐々に下方移動を起こしているところに降雨等の誘因が加わって急激な移動を開始して崩壊となり、これに伴って花倉層を引きずり込み、さらに流過区間において溪床堆積物と安山岩の両岸山腹を侵食して土砂

³⁰ 判決は、「一般に、側溝による道路排水の目的は、降雨、融雪等によって路面を覆う水による道路施設の弱化を防止すること、雨水等による地表の流水を集水処理して道路斜面の洗掘又は崩壊を防止すること及び路面への滞水を防ぎ交通の渋滞やスリップ事故を防ぐこと」にあるから、「道路斜面の崩壊が側溝の不設置に基づく流水作用により発生したと認定されるならば、側溝の不設置は当該道路の設置又は管理の瑕疵といえる」と述べる。

³¹ なお竜ヶ水訴訟では、①地すべり等防止法3条に基づき主務大臣に対して防止地区に指定するように積極的に意見具申する義務があるか否か、②急傾斜地法上の義務違反、③住民避難を促すべき義務の懈怠も争われたが、地裁はいずれも①関係都道府県知事は指定に際し意見を述べることに止まり、主務大臣の諮問がないのに積極的に指定を促すべき意見具申をなすべき義務を負うものではない、②県知事が指定した急傾斜地崩壊危険区域内に本件崩壊場所が含まれていないのであるから、県知事には事前に本件崩壊場所の崩壊を防止すべき措置をとる急傾斜地法上の権限がなかった、③避難を促すべき法律上の作為義務があるか否かはさておき、災害発生前の鹿児島市内の降雨量は第一警戒体制（前日までの連続雨量が100ミリ以上であった場合において、当日の雨量が50ミリを超えたとき。この段階で、危険区域の警戒巡視、住民等に対する広報を行う）をとるべき基準にも達していないという状況の下では住民避難の必要性は予見できなかったなどしていずれも否定した。

石を増加させることによって発生したものである。しかしながら、右降雨については、本件災害発生の日から1週間前からの総雨量程度では通常山地崩壊は発生しないから、本件災害発生当日の雨量は、崩壊の引き金程度の役割を果たしたのみで、直接的な原因ではなく、長期間に亘って降った雨により地下水が透水性の高い特定の地層（熔結凝灰岩の下にあって花倉層上部を構成する緩い砂層）に集中的に湧出し、特に梅雨期に加速的に地中侵食を行って崩壊原因となったものと考えられる。」

また原告側は、熔結凝灰岩下部の砂層やシラス層に地下水が集中しやすくした吉野台地の開発（ゴルフ場、宅地、県道拡幅等）なども災害の原因であると主張したが、裁判所は災害の原因や責任判断の前提となる事実の確定が十分になされていないとして退けている。³²

³² 矢ヶ部秀美・北村良介「1993年鹿児島豪雨災害の教訓」、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調査研究第二集』（鹿児島大学、1995）49頁以下、52頁は、1977年の竜ヶ水土石流災害が「吉野台地の頂部に近い溶結凝灰岩急崖の脚部が徐々に洗掘されて大規模な崩壊を起こした（崩壊頭部亀裂の変状は3年ほど前から徐々に進行していた）」（小林哲夫ほか「始良カルデラ壁の火山地質と山くずれ災害」（鹿大理学部紀要No.10、53頁～73頁、1977）ものであると指摘する。1993年の豪雨災害はしらす地盤表層への長雨による雨水の浸透の関与の可能性をいう（しらす急斜面の表層部崩壊）。