

しらす斜面における表層崩壊発生場の予測*

松本 舞 恵**・永 長 美代子***・下 川 悦 郎***・地頭 隆***

抄 録

- 1) 本研究は、崩壊の周期性を適用して、しらす(入戸火砕流堆積物)斜面における表層崩壊の潜在危険地の予測図を作成するものである。調査対象地域は鹿児島市の中心部に位置する。
- 2) 調査地域のしらす斜面は、斜面地形に基づくと6型に区分できる。その中から傾斜変換点下部に位置し、凹～直線型をなす傾斜40度以上の急斜面を表層崩壊の危険斜面として抽出した。危険斜面は谷沿いや河川沿いの急斜面に多く分布する。
- 3) 新旧の表層崩壊の大部分は、地形区分に基づいて予測された表層崩壊の潜在危険地において発生している。

キーワード：しらす斜面，斜面地形，表層崩壊，表層崩壊の周期性，予測

1. はじめに

鹿児島県本土を中心とする九州南部地域には、しらす台地が広く分布している。その台地周辺の急斜面では、梅雨前線や台風にともなう豪雨によってしばしば斜面崩壊が発生している。斜面崩壊の形態は、小規模の表層滑落型崩壊(以下、表層崩壊という)が大部分である。近年、しらす地域の土地利用が進展するにつれ、斜面崩壊による災害は小規模であっても悲惨な人的被害と大きな経済的損失をともなう都市型災害へと変遷している。こうした災害に対する防災施設を効果的に配置するために、また緊急時の警戒避難対策に資するために、精度が高く住民にもわかりやすい斜面崩壊ハザードマップの作成が社会的に強く要請されている。

本研究は、崩壊物質としての表層土(土壌を含む斜面表層の低密度の土層)の生成を通して同じ斜面で繰り返す表層崩壊の周期性を適用して、表層崩壊を対象とした潜在危険斜面の予測図を作成しようとするものである。その手始めとして、しらす斜面の地形を区分し、その中から表層崩壊が頻発し、その周期が短い斜面を抽出した。

2. しらす斜面の地形区分

本研究を進めるために、鹿児島市内の甲突川流域の中

心とする地域を斜面崩壊ハザードマップ作成のための調査対象地域とした。調査地域は地形的に、河川沿いと海岸沿いに広がる低地の沖積平野地域とそれに隣接するしらす台地地域に分けられる。しらす斜面は台地の周辺を取り巻くように分布している。

調査地域に分布するしらす斜面の地形を、鹿児島市地形図(2,500分の1)を用いて区分した。斜面地形は傾斜変換点、傾斜、斜面形状(縦断形状、横断形状)、自然斜面・人工斜面の区別などを考慮すると、以下の6型に区分できる。

(1) 傾斜変換点上部の緩斜面(I型)

縦断形でみると、一連のしらす斜面には傾斜変換点が存在する。傾斜変換点は、場所によっては複数存在する。この斜面は、傾斜変換点(複数の傾斜変換点の場合は上位のもの)上部の尾根部の緩斜面または台地面に隣接した緩斜面で、その傾斜度は30度以下である。その表層は厚さ2m以上の桜島火山起源の降下軽石・火山灰層(火砕流堆積物も含まれる)や風化しらす層に厚く覆われる。この斜面では、表層落下とよばれる小規模な形態の崩壊がその下方に隣接した急斜面の境界付近(急斜面の肩部)から発生する。崩壊は、斜面の傾斜度が小さいため自然斜面ではその発生頻度は低い。

(2) 傾斜変換点下部の凸型斜面(II型)

MATSUMOTO, M., NAGAOSA, M., SHIMOKAWA, E. and JITOSONO, T.:

* A Prediction of Potential Shallow Landslide Sites on Shirasu Slopes

** 鹿児島大学大学院連合農学研究科

United Graduate School of Agricultural Sciences, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima 890

*** 鹿児島大学農学部生物環境学科

Department of Environmental Sciences and Technology, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima 890

この斜面は、傾斜度30~40度を有する凸型の細尾根斜面である。この斜面は、周囲で発生した崩壊に巻き込まれることはあるが、崩壊の発生源になることはない。斜面の表層部に形成された表層土は、雨水による表面侵食と基岩の風化の相互作用によって厚さ0.4~1.0mの範囲で動的平衡状態が保たれている（下川ら、1989）。

(3) 傾斜変換点下部の中庸~緩傾斜をなす凹~直線型斜面（Ⅲ型）

この斜面は、複数の傾斜変換点のうちより上位の傾斜変換点の下部に出現する。斜面の傾斜度は30~40度程度である。表層は桜島火山起源の降下軽石・火山灰層や風化しらす層に覆われる。それらの厚さは1~2mはある。この斜面においては、斜面の表層を覆う降下軽石・火山灰層や風化しらす層が滑り落ちる表層崩壊が発生する。その発生頻度は低い。また、この斜面の下方に急斜面が存在する場合、急斜面で崩壊が繰り返されることによってこの斜面は不安定となり崩壊することがある。

(4) 傾斜変換点下部の急傾斜をなす凹~直線型斜面（Ⅵ型）

この斜面は、傾斜変換点（複数の場合は下位のもの）下部の急斜面である。傾斜度40~50度以上と極めて急峻な斜面である。この斜面で発生する表層崩壊は、しらす風化して斜面の表層部に形成された薄い表層土が滑り落ちる型の崩壊である。この斜面では、表層崩壊が頻繁に発生している。

(5) 崖錐および谷底（Ⅴ型）

上方斜面の侵食・崩壊による土砂が斜面の下方に集積してできた崩積地であり、その傾斜度は25~30度以下と比較的緩やかである。この斜面は一般に安定しており、崩壊の発生源になることはないが、ときとしてしらす層からの多量の湧水により崩壊することがある。

(6) 人工斜面（Ⅶ型）

災害後の工事にともなう切取斜面や盛土斜面などの人工斜面を指す。ただし、宅地造成によってできた広範な人工斜面は除く。

Fig. 1は、しらす斜面における斜面崩壊周期の推定値を斜面勾配との関係で表したものである。斜面の勾配が大きくなると、斜面崩壊の周期は短くなる。傾斜度35度程度の斜面（Ⅰ、Ⅲ型）においては桜島火山起源の降下軽石・火山灰層が広く分布しており（Shimokawa et al., 1983）、またそれらの層が崩壊で消失しても次の崩壊物質としての風化しらす層が生成されるまでには長期間を要し、崩壊の周期は 10^3 オーダー年と長い。Ⅳ型斜面には桜島火山起源の降下軽石・火山灰層は存在せず、しらす風化してできた薄い土層が分布している。この斜面の勾

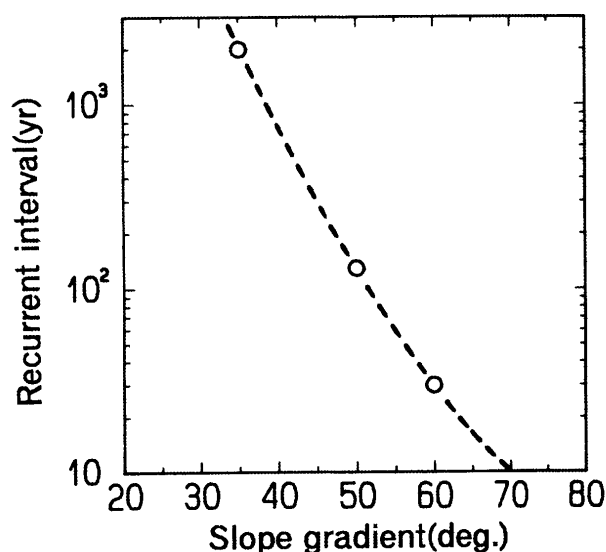


Fig.1 Graph showing recurrent interval of landslide vs. slope gradient on the Shirasu slopes.

配は少なくとも45度から、急なところでは河川沿いの斜面や海食崖のように60度もある。平均勾配50度の急斜面での斜面崩壊の周期は130年程度（下川ら、1989）、平均勾配60度の急斜面での周期は30年程度（下川ら、1986）である。これらの周期は最小値で、一般には周期はこれらの値より大きくなると考えてよい。

本研究において予測の対象とするのは、百数十年程度の周期で発生する表層崩壊の危険斜面である。上記区分ではⅣ型がこれに相当する。Ⅳ型を表層崩壊危険斜面として抽出し、危険斜面分布図を作成した。また、Ⅳ型に隣接して存在し防災工事跡と認められるⅥ型も同時に抽出した。

3. 斜面地形区分と表層崩壊危険斜面の分布

Fig. 2は、玉里団地周辺における斜面地形区分図の一例である。傾斜変換点下部の急傾斜をなす凹~直線型斜面（Ⅳ型）の大部分は傾斜変換点上部の緩斜面（Ⅰ型）と崖錐および谷底（Ⅴ型）の間に存在している。また、人工斜面（Ⅶ型）は大部分が防災工事跡とみられ、Ⅳ型とほぼ同じ斜面部位を占める。Fig. 2のようにして地区ごとに作成された斜面地形区分図からⅣ型を表層崩壊危険斜面として抽出し、調査地全域にわたる危険斜面の分布図を作成した（Fig. 3-1~3）。防災工事跡（Ⅶ型）もあわせて示す。表層崩壊の危険斜面はしらす台地周辺斜面、すなわち谷沿いの斜面に多く分布している。地名でいえば、危険斜面が広く分布しているところはしらす台地上に位置する伊敷、玉里、城山、原良、武岡の各住

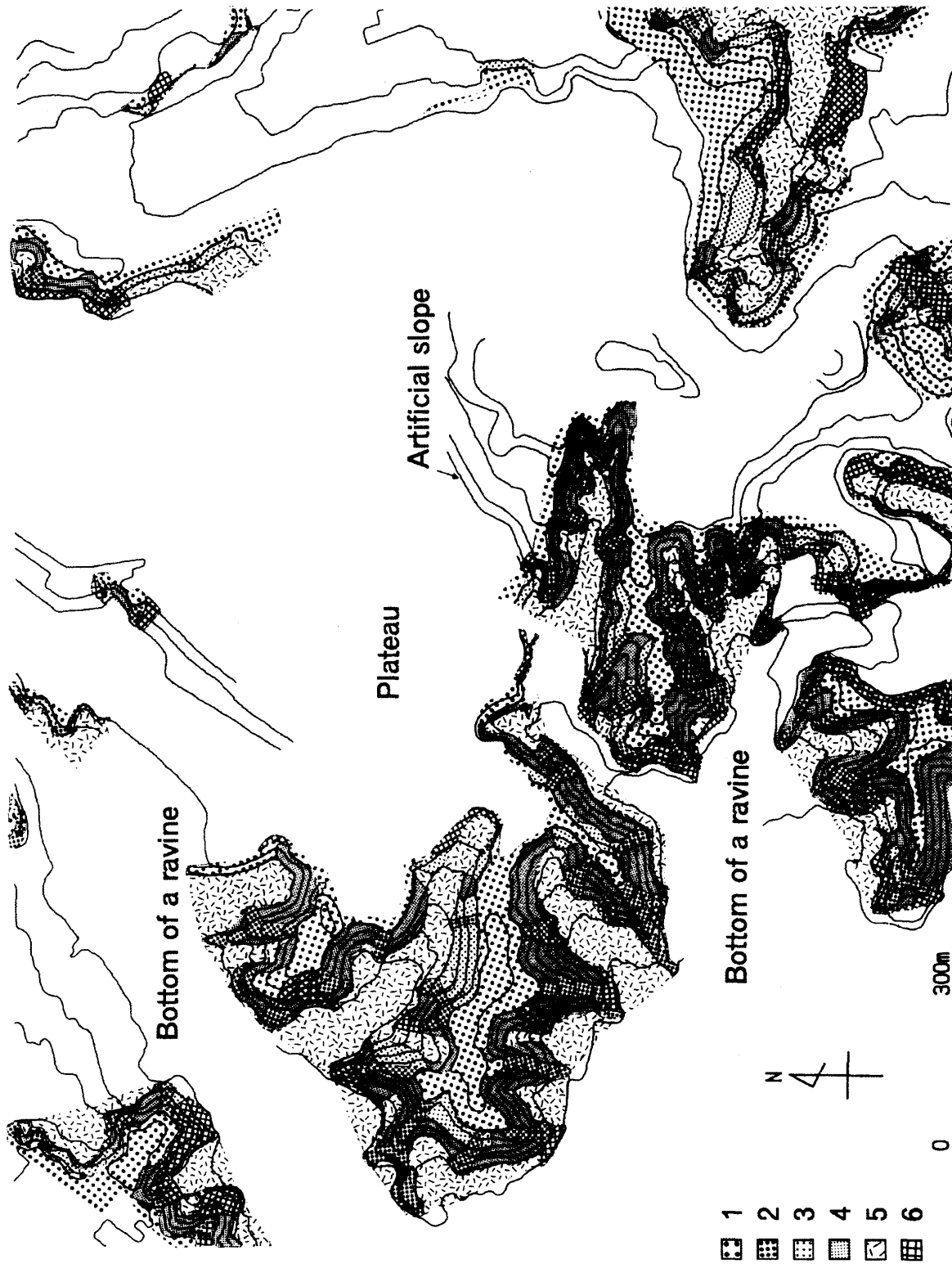


Fig. 2 A example of topographic map divided by slope morphology. Legend are as follows : 1, a gentle slope located at the upper part of break line ; 2, a convex slope at the lower part of break line ; 3, a moderate concave or straight slope located at the lower part of break line ; 4, a steep concave or straight slope at the lower part of break line ; 5, a colluvial slope and bottom of a ravine ; 6, an artificial slope.

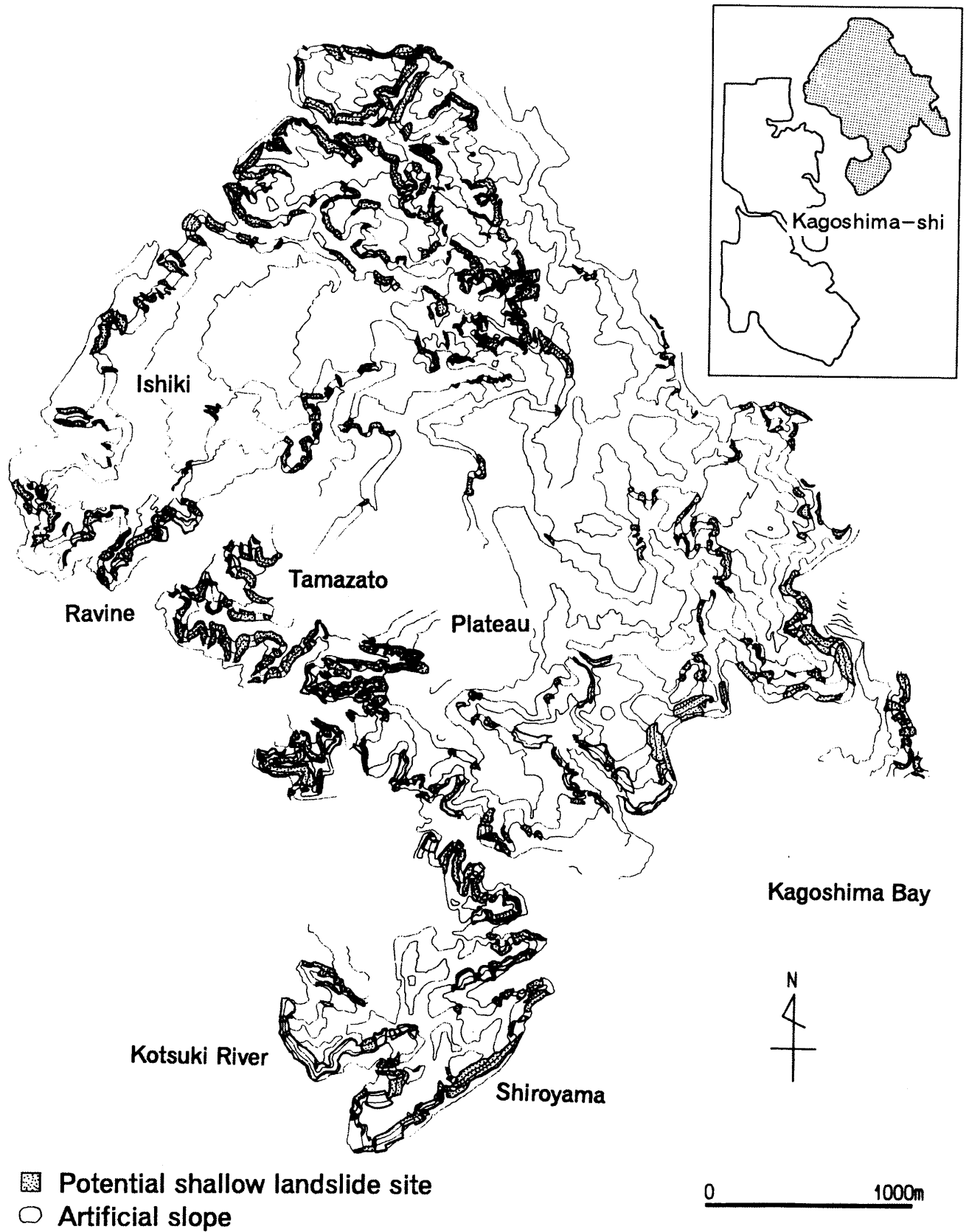


Fig. 3 - 1 Spatial distribution map showing hazardous shallow landslide sites with high potentiality at the study area.

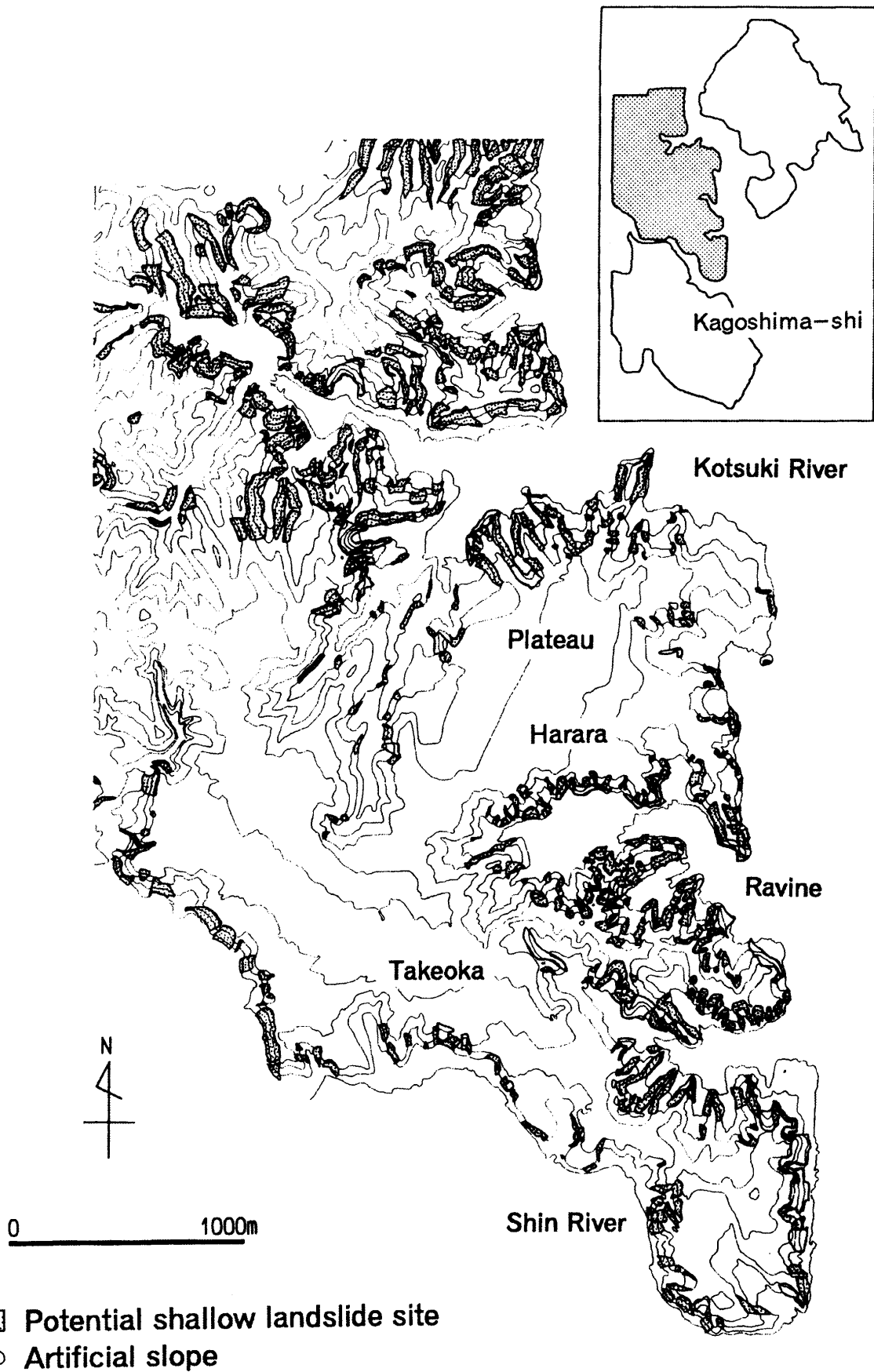


Fig. 3-2 Spatial distribution map showing hazardous shallow landslide sites with high potentiality at the study area.

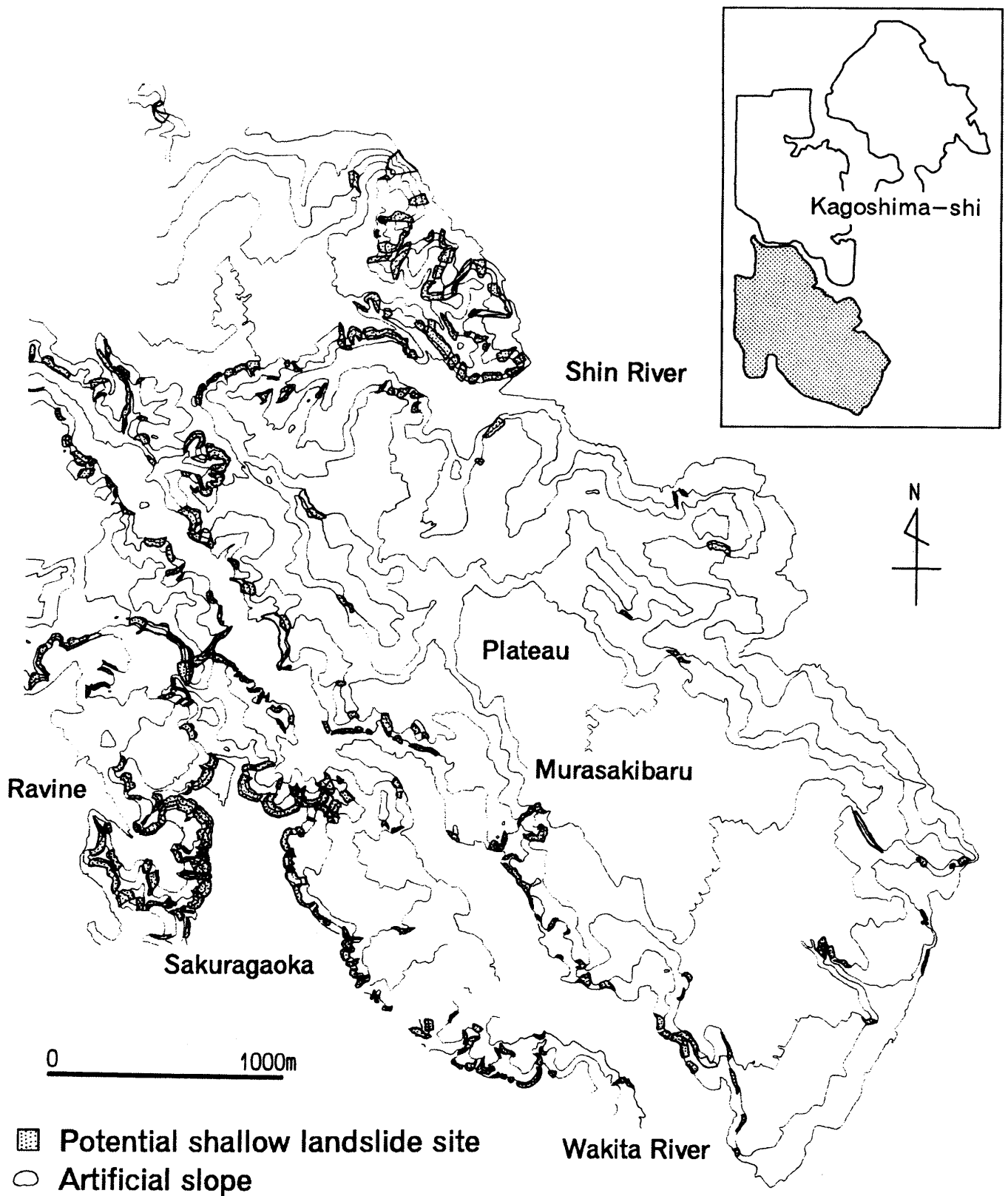


Fig. 3-3 Spatial distribution map showing hazardous shallow landslide sites with high potentiality at the study area.

宅団地の周辺の斜面である。鹿児島市は平野部が狭く、人口の都市集中化にともなってしらす台地の開発が進められてきた。また、低地部の土地利用は斜面直下にまで及んでいる。したがって、表層崩壊に対する危険斜面の多くが人間活動の場に隣接して存在している。

4. 表層崩壊危険斜面と表層崩壊の発生位置との関係

地形区分によって抽出された表層崩壊の危険斜面と1993年の豪雨時に発生した表層崩壊の位置との重なりを対比するため、空中写真を実体視して表層崩壊跡地を判読し、その位置を地形図に移写した。判読した崩壊跡地は、崩壊発生源から土砂堆積域までを含む。判読には、1993年豪雨災害の直後に撮影された空中写真（縮尺約4,000分の1）を用いた。

地区ごとの表層崩壊の危険斜面と表層崩壊跡地の分布図を Fig. 4～6 に示す。Fig. 4 は、伊敷周辺地区におけ

る危険斜面と表層崩壊跡地の分布図である。この地区で発生した表層崩壊は大小10数箇所にはのぼるが、そのほとんどは危険斜面内で発生している。玉里地区における危険斜面と表層崩壊跡地の分布図を Fig. 5 に示す。この地区で発生した表層崩壊も、その発生位置はほとんど危険斜面内にある。Fig. 6 は、城山周辺地区における危険斜面の分布と表層崩壊の位置を示している。この地区では、1986年の豪雨時にも数箇所であら崩壊が発生している（地頭薫・下川, 1987）が、その箇所には防災工事が施されている。1993年の豪雨時には、その防災工事箇所の北東部の斜面であら崩壊が多発している。崩壊は、一部防災工事箇所であら発生しているが、その他は危険斜面内で発生している。地形区分によって抽出された表層崩壊の危険斜面は1993年の表層崩壊発生位置とよく対応している。

一方 Fig. 7 は、桜ヶ丘団地周辺地区における表層崩壊の危険斜面の分布と、現地調査によってできるだけ過去

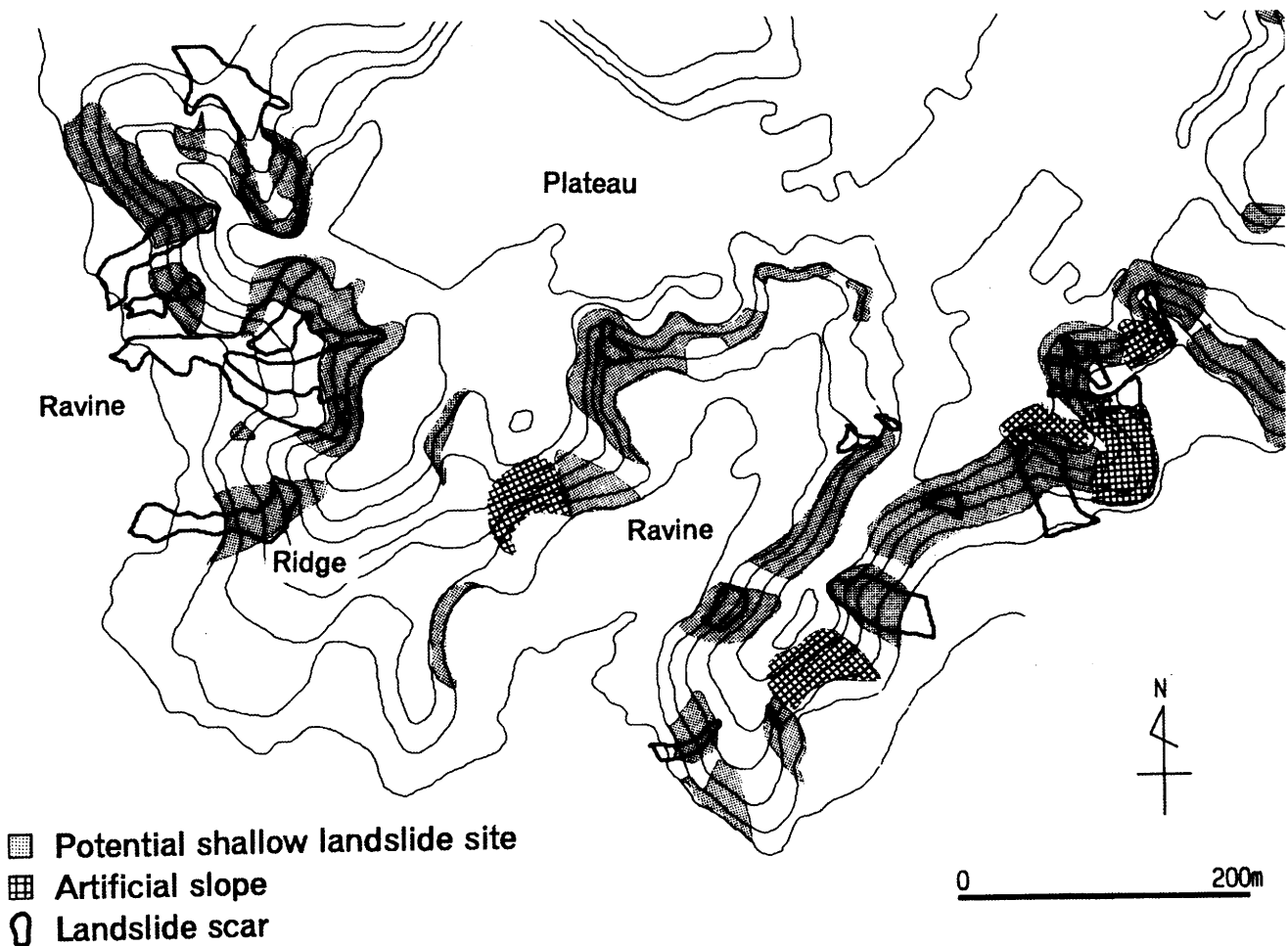


Fig. 4 Spatial distribution map showing shallow landslide scars in 1993 and hazardous shallow landslide sites with high potentiality at the Ishiki area.

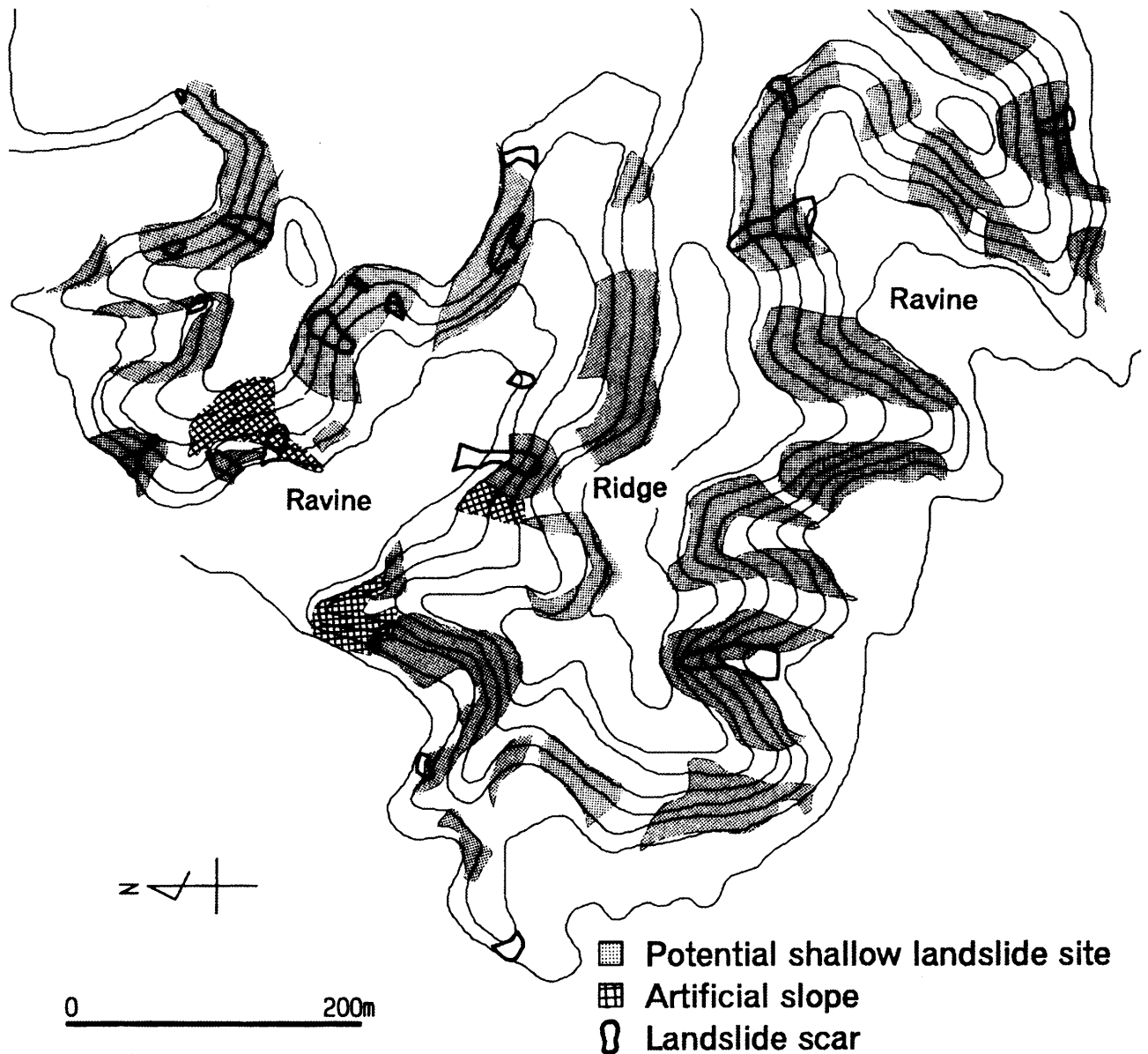


Fig. 5 Spatial distribution map showing shallow landslide scars in 1993 and hazardous shallow landslide sites with high potentiality at the Tamazato area.

の古い時代まで遡って確認した新旧の崩壊跡地の分布（下川ら，1989）を同時に示したものである。この場所において，最も新しい表層崩壊跡地は1986年に形成されたものである。この中には，斜面最上部に位置する表層の落下による崩壊で形成された跡地と，斜面下部に位置する表層の剥離による崩壊で形成された微小な跡地が一部含まれるが，大部分の崩壊跡地は表層崩壊によって形成されたものである。表層崩壊跡地はその新旧にかかわらず，全部が抽出した危険斜面内に形成されている。換言すれば，地形区分による表層崩壊危険斜面と表層崩壊跡地はよく対応している。

以上，1993年の豪雨によって形成されたものだけでな

く，1986年のもの，さらにそれ以前に形成された古い跡地も含めて，表層崩壊跡地の多くが地形区分に基づいて抽出した危険斜面（Ⅳ型）内に位置していることが確認された。したがって，この方法によって比較的周期の短い表層崩壊の発生場が精度よく予測できると考えられる。しかしながら，今回作成した表層崩壊発生場の予測図はさらに検討しなければならない幾つかの問題を含んでいる。その一つは，地形区分の根拠が不十分であるために地形面の区分が難しいところ（曖昧なところ）が残る，ということである。この難しさは，しらすを含む複数の地質から構成される斜面において特に現れる。傾斜・斜面形状だけでなく起伏・斜面高などの地形因子や地質も

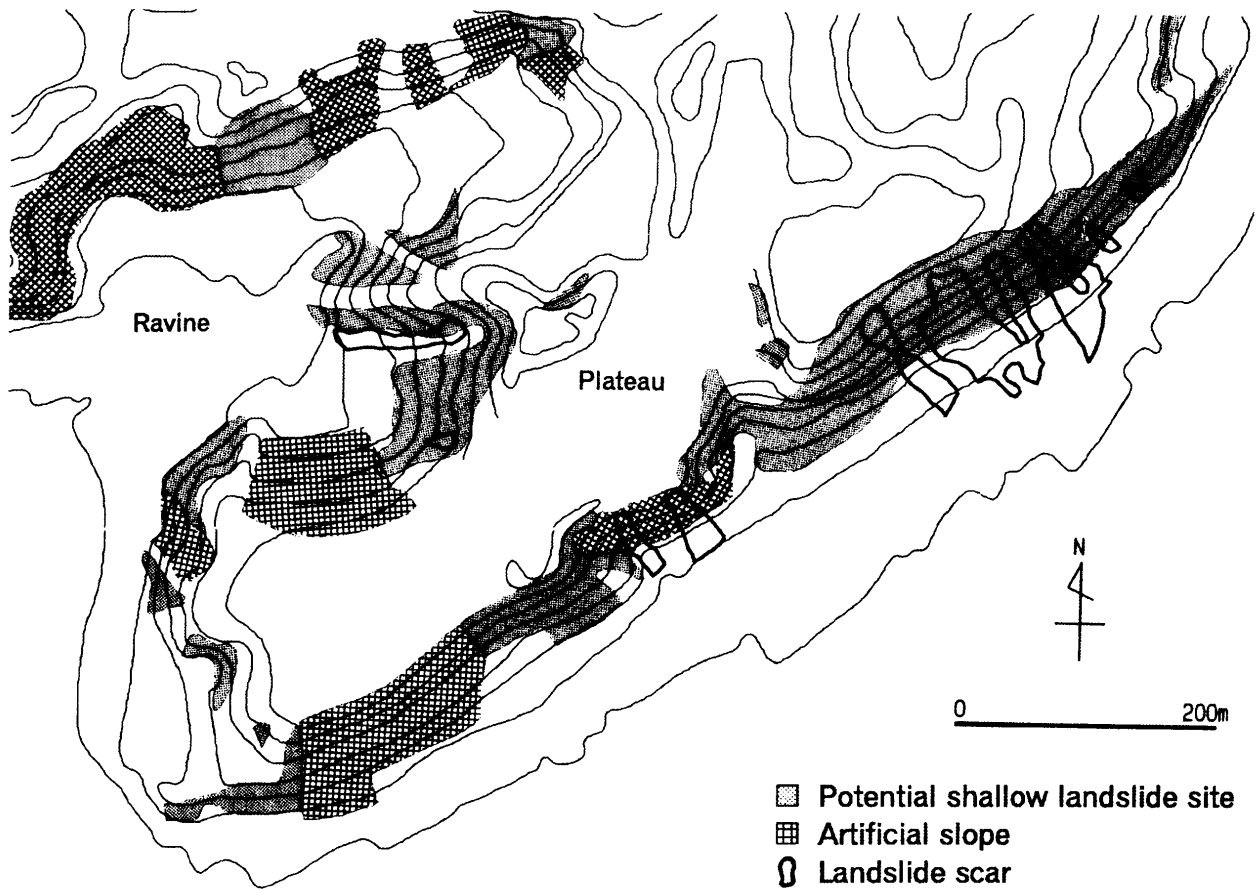


Fig. 6 Spatial distribution map showing shallow landslide scars in 1993 and hazardous shallow landslide sites with high potentiality at the Shiroyama area.

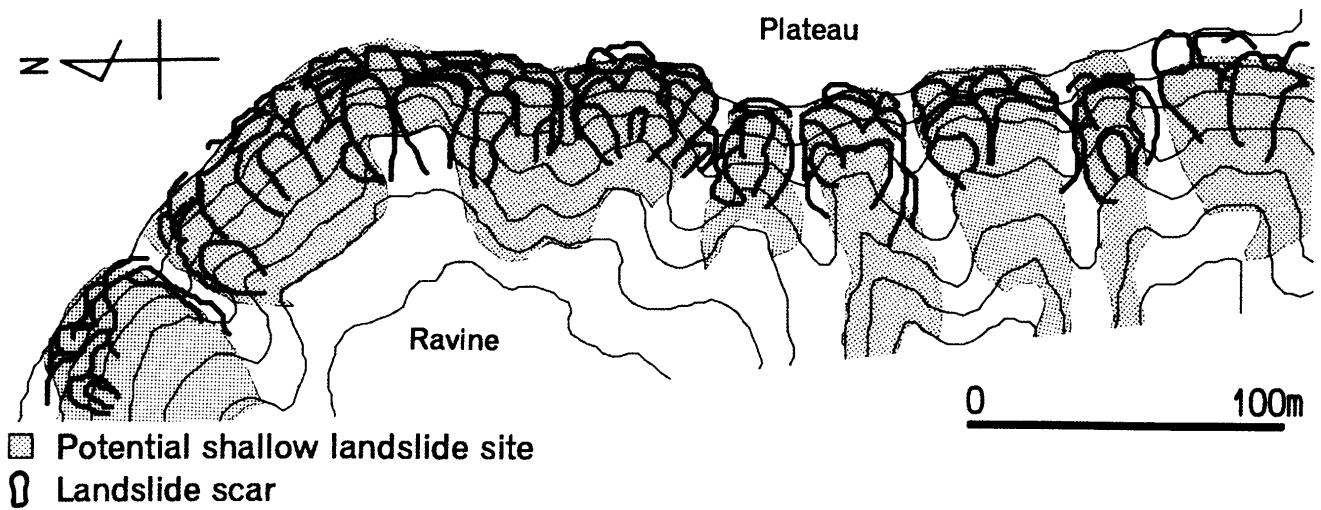


Fig. 7 Spatial distribution map showing newer and older shallow landslide scars and hazardous shallow landslide sites with high potentiality at the Sakuragaoka area.

考慮して、地形区分の手法により客観性をもたせる必要がある。次に、今回作成した予測図においては土地利用が考慮されていない。すなわち、表層崩壊が発生してもその被害を受ける保全対象がないところは除くことができるが、本予測図ではそうしたところも潜在危険地として評価されている。保全対象がないところを除けば、潜在危険地はもう少し整理されるであろう。さらに、表層崩壊の周期性からすると、ここで抽出した一定の広がりをもつ斜面域全体が表層崩壊の潜在危険地ではない。この区域の中から厚い土層を有する斜面が特定されてはじめて予測図の作成が完了したことになるが、これについても今後の検討課題である。

引用文献

- 地頭蘭隆・下川悦郎：1986年7月10日集中豪雨による鹿児島市内のシラス斜面崩壊の実態と特徴，文部省科学研究費自然災害特別研究突発災害研究成果，No.B-61-1，14-26，1987
Shimokawa, E., Haruyama, M and Jitousono, T: A Type of Slope-Failures in Volcanic Areas of Southern Kyushu, Japan. Mem. Fac. Agr. Kagoshima Univ., 19, 119-128, 1983
下川悦郎・地頭蘭隆・谷口浩幸：しらす海食崖における崖くず

れの周期性，鹿児島大学農学部演習林報告，14，19-31，1986
下川悦郎・地頭蘭隆・高野 茂：しらす台地周辺斜面における崩壊の周期性と発生場の予測，地形，10(4)，267-384，1989

Summary

By applying the landslide periodicity, the current study attempts to map out potentially hazardous sites, which are highly susceptible to shallow landslides, on the Shirasu Slopes. Characterized by Ito pyroclastic flow deposits, the study area is located in the central part of Kagoshima City, which is in southern Kyushu, Japan.

Based on the morphology of the terrain, the slopes of the study areas were divided into six types. The sites designated as being most susceptible to a landslide were those classified as having concave or straight slopes over forty degrees steep below the break line. Such sites were found to be widely distributed on steep slopes along ravines and river channels.

Most of the sites that had experienced either recent or previous shallow landslides were also characterized as being potentially hazardous based on the morphology classification.

Key Words : Shirasu Slopes, Slope morphology, Shallow landslide, Landslide periodicity, Prediction