

鹿児島県串良川の河畔域における斜面崩壊と植生回復

寺本行芳¹・下川悦郎¹

Slope failure and revegetation in the riparian zone of the Kushira River Basin, Kagoshima Prefecture

Yukiyoshi Teramoto¹ and Etsuro Shimokawa¹

Abstract: This study analyzed slope failure recurrences and the process of revegetation in the riparian zone of the Kushira River Basin, Kagoshima Prefecture. We used data from aerial photographs and a vegetation survey. Spatial distribution of slope failure scars and tree ages in the study area were analyzed using data from nine sets of aerial photographs taken in 1947, 1966, 1974, 1980, 1984, 1989, 1994, 2000 and 2006, respectively. This analysis revealed that many slope failures occurred on steep slopes, and that vegetation downstream of a steep slope was inundated by slope failures, debris flows and floods frequently, and vegetation with different tree ages had distributed in a patchy state in the riparian zone of the Kushira River Basin. The number of trees and tree species peaked about 20-30 years after an inundation by slope failures, debris flows and floods, and then declined with time. About 60 year after an inundation, an apparent fixed value was achieved. Total volume of tree trunks showed a tendency to increase after reaching a fixed value of the number of trees and tree species at about 60 year after an inundation. Moreover, the dry density of topsoil declined with time after an inundation.

1 はじめに

斜面崩壊や土石流などに伴う土砂移動によって植生は大きな攪乱を受ける。攪乱の頻度および規模の違いは、植生の種構成と構造および植生の空間的分布などに大きな影響を及ぼす (Kikuchi and Miura, 1993 ; Sakai and Ohsawa, 1993 など)。土砂移動に伴う地表攪乱の相違が植生回復に及ぼす影響については、土石流の洗掘域と堆積域における植生の再生過程に違いがあることを明らかにした伊藤・中村(1994)の研究などが挙げられる。

本研究で対象とした鹿児島県大隈半島に位置する串良川中流域は多雨地域であり、河畔域における土砂移動の発生頻度は大きく (下川ら, 1978 など)、河畔林の攪乱の頻度は大きい。本論では、串良川中流域の河畔域における植生の攪乱をもたらした斜面崩壊の履歴と、斜面崩壊、土石流および洪水によって植生が攪乱された土砂氾濫域の植生回復過程について、空中写真判読および植生調査の結果に基づき検討する。

2 調査地と方法

調査地は、鹿児島県大隈半島の串良川中流域の河畔域に位置する (図1, 写真1)。調査地の山腹斜面では豪雨時に斜面崩壊が度々発生し、多量の土砂生産が行われてきた (下川ら, 1978 ; 寺本・下川, 2008)。調査地の山腹斜面における植生の大部分は樹齢30~

40年のスギ人工林であるが、一部タブノキ、スダジイなどの常緑広葉樹が含まれる。調査地における山腹斜面下方に位置する植生は、斜面崩壊により生産され土石流で流出した土砂、および串良川の洪水によって頻繁に攪乱されている (寺本ら, 2005)。調査地の地質は、中生界に属する砂岩と頁岩の互層から成る堆積岩である (鹿児島県, 1990)。

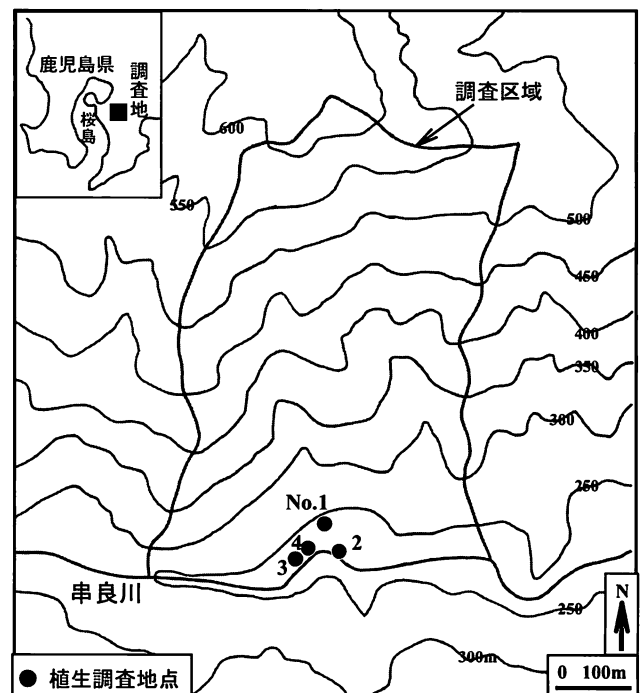
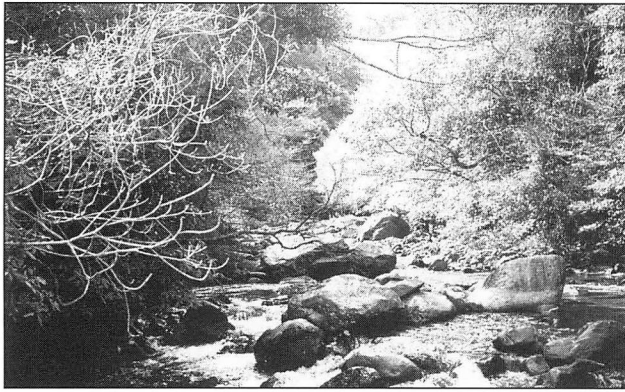


図1 : 調査地

¹ 鹿児島大学農学部, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, 1-21-24 korimoto, Kagoshima, 890-0065 Japan



(a)串良川中流域の河道



(b)調査地の山腹斜面

写真1：調査地の状況

調査区域（図1）における斜面崩壊の履歴および山腹斜面下方に位置する土砂氾濫域の木本植生の樹齢の空間的分布を把握するため、空中写真判読を行った。判読作業に使用した写真は1947年、1966年、1974年、1980年、1984年および1994年に撮影された6組（寺本ら、2005；寺本・下川、2008）と、1989年、2000年および2006年に撮影された3組の計9組である。これら9組の空中写真を判読し、斜面崩壊跡地の分布図および木本植生の樹齢分布図を作成した。

さらに、調査区域における山腹斜面下方に位置する土砂氾濫域の木本植生の回復過程を明らかにするため、植生攪乱後の経過年数が32年、54年、70年、91年の4箇所（経過年数が少ない順にNo.1、No.2、No.3、No.4と呼称）に10m方形の調査プロットを設け（図1）、植生調査を行った。攪乱後の経過年数は植生調査を行った2008年時点の値であり、木本植生の樹齢測定結果および空中写真判読結果に基づいて求めている。各植生調査プロット内に出現する樹高1m以上の樹木については樹種の同定、胸高直径および樹高の測定を、樹高1m未満の樹木については樹種の同定を行った。胸高直径および樹高の測定値より立木幹材積表（日本林業調査会、1970）を用いてプロットの蓄積量（幹材積）を求めた。

また、各植生調査プロットにおいては同時に表層土の乾燥密度を測定した。乾燥密度は表層土から直径5.5cm×高さ6cmの鋼製サンプラーを用いて不攪乱試料を採取することにより求めた。測定はプロット内において場所を違えて3箇所で行った。

3 調査結果と考察

3.1 斜面崩壊の履歴と土砂氾濫域における木本植生の樹齢の空間的分布

図2は1947年、1966年、1974年、1980年、1984年、1989年、1994年、2000年および2006年撮影の空中写真で判読された斜面崩壊跡地の分布図である。調査区域における急斜面（傾斜30度以上）では多数の斜面崩壊が発生している。斜面崩壊の形態はすべて表層崩壊である。斜面崩壊を起源とした土石流も発生している。斜面崩壊はこれまで発生していない部位だけでなく、過去に発生した斜面崩壊跡地と同じ部位で繰り返し発生しているものや、新しい斜面崩壊が古い斜面崩壊の上部および横隣部に発生しているものもみられる（寺本・下川、2008）。

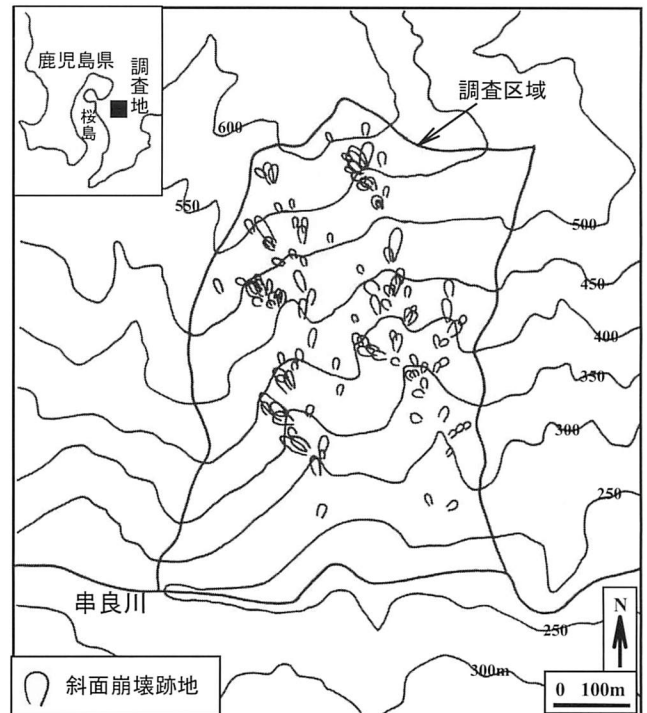


図2：空中写真判読による斜面崩壊跡地の分布図

図3は、図2と同じ空中写真を判読して作成した、山腹斜面下方に位置する土砂氾濫域の木本植生の樹齢分布図である。なお、樹齢は2006年時点の値である。図3によれば、土砂氾濫域では樹齢の異なる木本植生がパッチ状に分布している。このことは、土砂氾濫域の木本植生が過去約60年間に斜面崩壊（図2）、土石流および洪水の影響を受け、何度も攪乱さ

れたことを示している。

表 1：各植生調査プロットの樹種構成と個体数

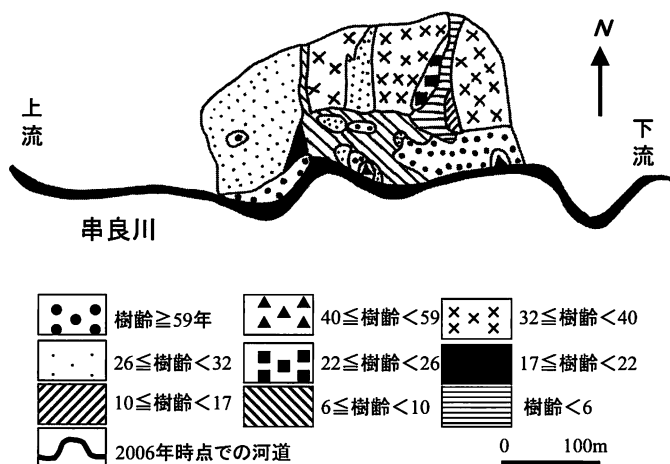


図 3：土砂氾濫域における木本植生の樹齢分布図

3.2 土砂氾濫域における樹種構成とその構造

表 1 は、各植生調査プロットの構成樹種と個体数である。また、図 4 は、各植生調査プロットにおける木本植物の樹高を 1m ごとに区分して示したものである。図 4 横軸の相対度数は、それぞれの植生調査プロットにおいて、各樹高の階級に含まれる個体数が個体数合計に占める百分率を表す。

樹種名	攪乱後の経過年数			
	32	54	70	91
	No.1	No.2	No.3	No.4
個体数 (/100m ²)				
フウトウカズラ	9			
イチイガシ				6
ウラジロガシ	5			3
アラカシ	15	8	22	10
スダジイ		18	16	5
マテバシイ		4	5	6
イヌビロ	4	7		
トキワアケビ		6		
サネカズラ	15	10	4	
ヤブニッケイ	5	17	10	11
タブノキ		11	2	16
ホソバタブ				5
カゴノキ				2
バリバリノキ	3		5	1
シロダモ	3	9	6	
イヌガシ	16	9	5	6
ノイバラ	21			
ホウロクイチゴ	21			
イヌザンショウ		3		
カラスザンショウ	4			
ナナメノキ	5			
ヤブツバキ	4	4	14	16
ヒサカキ	9	17		6
アオキ	14	16	19	13
シャシャンボ			4	
イズセンリョウ	30	7	4	2
クロキ			5	
ミミズバイ			6	
エゴノキ	16			
ネズミモチ	6	8	13	21
ムラサキシキブ	3			
ヤブムラサキ	3	7		
ヤブウツギ	4	4		
合計 (/100m ²)	232	165	140	129

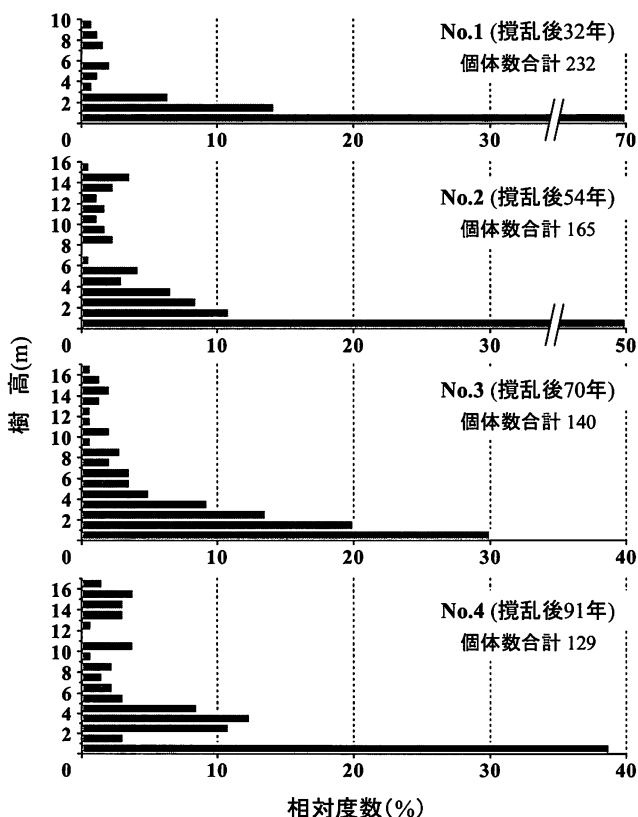


図 4：木本植生の樹高分布

攪乱後 32 年経過した No.1 プロットにおける主要構成種として樹高 1m 以上ではイヌガシ、アラカシが、樹高 1m 未満ではイズセンリョウ、ノイバラが挙げられる。樹高 1m 未満の個体数が個体数合計の約 70% を占める。最大樹高を示した樹種はイヌガシで、その樹高は 9.3m であった。なお、植生調査を

行った4つのプロットの中で個体数合計に占める落葉広葉樹の個体数の割合が最も高い。

攪乱後54年経過したNo.2プロットにおける主要構成種として樹高1m以上ではアラカシ、スダジイ、タブノキが、樹高1m未満ではヤブニッケイ、ヒサカキ、サネカズラが挙げられる。No.1プロットに比べ樹高の大きな個体の出現割合が高い。最大樹高を示した樹種はアラカシで、その樹高は15.5mであった。

攪乱後70年経過したNo.3プロットにおける主要構成種として樹高1m以上ではアラカシ、スダジイが、樹高1m未満ではスダジイ、アラカシが挙げられる。植生調査を行った4つのプロットの中で樹高1m未満の個体数の割合が最も低い。最大樹高を示した樹種はアラカシで、その樹高は16.1mであった。

攪乱後91年経過したNo.4プロットにおける主要構成種として樹高1m以上ではタブノキ、アラカシ、マテバシイが、樹高1m未満ではヤブツバキ、タブノキ、ネズミモチが挙げられる。全て常緑広葉樹で構成されている。最大樹高を示した樹種はタブノキで、その樹高は16.2mであった。

図5(a)および(b)は、各植生調査プロットにおける常緑広葉樹の出現率および最大樹高を攪乱後の経過年数に対してプロットしたものである。同時

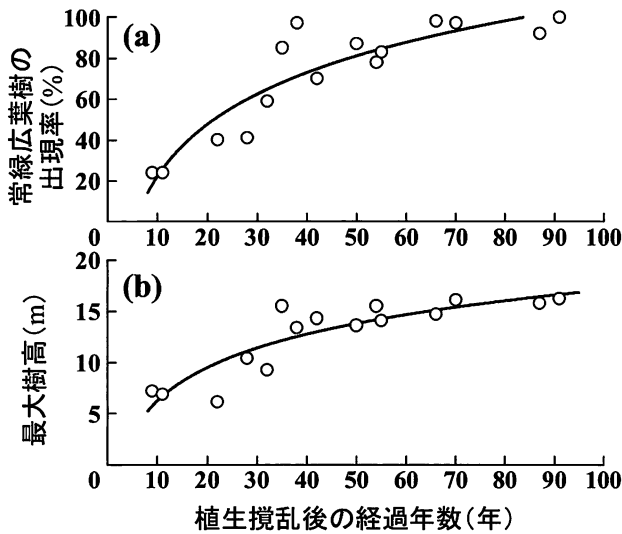


図5：常緑広葉樹の出現率(a)および最大樹高(b)の攪乱後の経年変化

に図中には、寺本ら(2005)が調査区域の土砂氾濫域で行った植生調査の結果から得られた攪乱後の経過年数に対する常緑広葉樹の出現率および最大樹高もプロットしている。図中の実線はそれぞれの経年変化曲線である。なお、常緑広葉樹の出現率とは、各植生調査プロットにおける常緑広葉樹の個体数が個体数合計に占める百分率である。常緑広葉樹の出

現率(図5(a))および最大樹高(図5(b))は攪乱後30年頃まで大きく増加し、その後徐々に増加している。攪乱後30年未満の植生調査プロットにおいて最大樹高を示した樹種はアカメガシワ(攪乱後9年)、イヌザンショウ(攪乱後11年)、シラキ(攪乱後22年)、カラスザンショウ(攪乱後28年)であり、全て落葉広葉樹である。一方、攪乱後30年以上の植生調査プロットにおいて最大樹高を示した樹種はイヌガシ(攪乱後32年)、アラカシ(攪乱後35年、38年、50年、54年、66年および70年)、ウラジロガシ(攪乱後42年)、マテバシイ(攪乱後55年)、タブノキ(攪乱後87年および91年)であり、全て常緑広葉樹である。

3.3 土砂氾濫域における木本植生の推移

図6(a)~(d)は、それぞれ木本植物の個体数、種数、蓄積量および表層土の乾燥密度を攪乱後の経過年数に対してプロットしたものである。同時に図

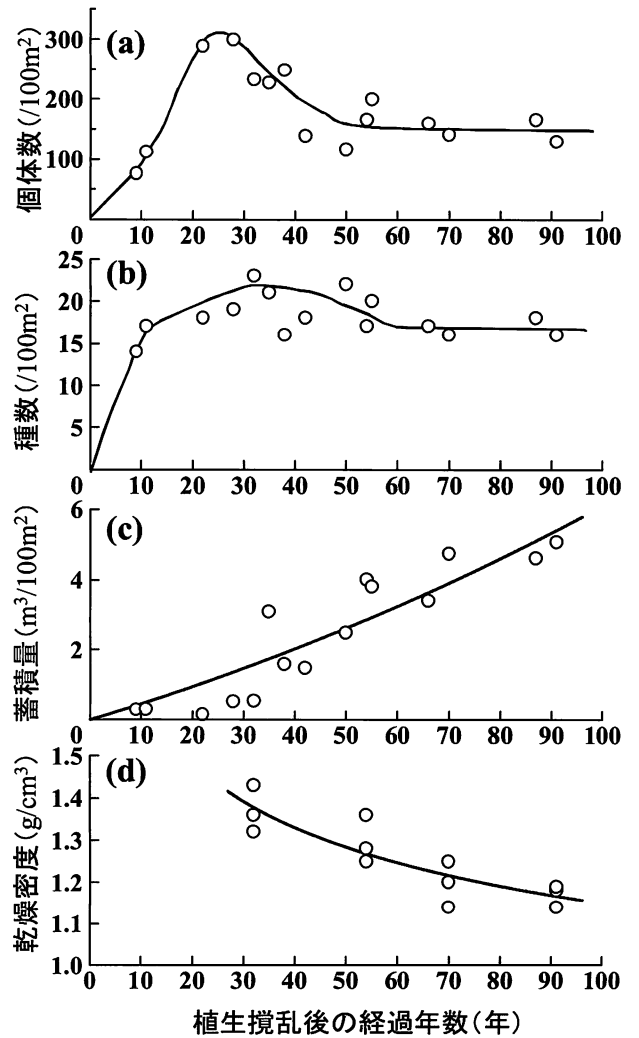


図6：木本植生の個体数(a)、種数(b)、蓄積量(c)および乾燥密度(d)の攪乱後の経年変化

中には、寺本ら(2005)が調査区域の土砂氾濫域で行った植生調査の結果から得られた攪乱後の経過年数に対する木本植物の個体数、種数および蓄積量もプロットしている。図中の実線はそれぞれの経年変化曲線である。木本植生の個体数(図6(a))は、攪乱後の経過年数の増加に伴って大きく増加し20~30年で最大となる。その後経年的に減少し、60年程度を経過すると一定値に近づく。個体数が20年程度で最大となりその後減少していく傾向は、西南日本における台風後の照葉樹林のギャップ更新(Naka and Yoneda, 1984)や、花崗岩およびしらす急斜面の表層崩壊跡地における植生回復過程(松本ら, 1999a, 1999b)においても報告されている。種数(図6(b))は経年的に増加し、攪乱後30年頃に最大となる。その後緩慢に減少し、攪乱後60年程度を過ぎると一定値に近づく。攪乱後10年程度と60年程度以降の種数は似たような値を示しているが、両者の常緑広葉樹の出現率(図5(a))には大きな違いがある。蓄積量(図6(c))は経年的に増加し、個体数と種数が一定値に近づいた攪乱後60年以降も増加過程にある。表層土の乾燥密度(図6(d))は、時間の経過とともに小さくなっていく。これは植生の成長による根系の発達および植生による有機物(落葉・落枝)の供給を通して表層の風化および土壌化が促されることによると考えられる(村井, 1960; 松本ら, 1999a, 1999bなど)。

4 まとめ

本研究で得られたおもな結果は以下の通りである。

(1) 1947年, 1966年, 1974年, 1980年, 1984年, 1989年, 1994年, 2000年および2006年に撮影された9組の空中写真判読の結果, 串良川中流域の河畔域における山腹斜面ではこれまでに多数の斜面崩壊が発生していること, 山腹斜面下方に位置する土砂氾濫域の植生は, 斜面崩壊に伴って生産され土石流で下流に流出した土砂と洪水によって頻繁に攪乱を受けていること, 土砂氾濫域では樹齢の異なる植生がパッチ状に分布していることが明らかになった。

(2) 木本植物の個体数および種数は攪乱後20~30年程度で最大となり, その後経年的に減少し, 60年程度を過ぎると一定値に近づく。蓄積量は, 個体密

度と種数が一定値に近づいた攪乱後60年以降も増加過程にある。さらに, 表層土の乾燥密度は攪乱後の経過年数の増加とともに減少する。

末筆ではあるが, 現地調査の際には鹿児島大学農学部砂防・森林水文学研究室の学生諸氏にご協力いただいた。ここに記して心から謝意を表する。

引用文献

- [1] 伊藤哲・中村太士(1994): 地表変動に伴う森林群落の攪乱形式と更新機構. 森林立地, 36(2), pp.31-40.
- [2] 鹿児島県(1990): 鹿児島県地質図(縮尺10万分の1)
- [3] Kikuchi, T. and Miura, O.(1993): Vegetation patterns in relation to micro-scale landforms in hilly land regions. *Vegetatio*, 106, pp.147-154.
- [4] 松本舞恵・下川悦郎・地頭菌隆(1999a): 表層崩壊跡地における植生の自然的回復過程. 日本林学会誌, 81(1), pp.65-73.
- [5] 松本舞恵・下川悦郎・地頭菌隆・黒木健二(1999b): しらす急斜面の表層崩壊跡地における植生回復と表層土の発達. 砂防学会誌, 52(4), pp.4-12.
- [6] 村井宏(1960): 荒廃地先駆植生についての研究(第2報) 荒雄川流域における第3紀層地帯の崩壊について. 日本林学会誌, 42(11), pp.395-405.
- [7] Naka, K. and Yoneda, T.(1984): Communities dynamics of evergreen broadleaf forest in Southwestern Japan III. *Revegetation in gaps in an evergreen oak forest. The Botanical Magazine, Tokyo*, 97, pp.275-286.
- [8] 日本林業調査会(1970): 林野庁計画課編 立木幹材積表(西日本編), 日本林業調査会, pp.267-282.
- [9] Sakai, A. and Ohsawa, M.(1993): Vegetation pattern and microtopography on a landslide scar of Mt. Kiyosumi, central Japan. *Ecological Research*, 8, pp.47-56.
- [10] 下川悦郎・春山元寿・伊達木仁一郎・藤幸男(1978): 降下軽石と火山灰土でおおわれた堆積岩地域の山地崩壊. 鹿児島大学農学部演習林報告, 6, pp.63-93.
- [11] 寺本行芳・下川悦郎・地頭菌隆・中村妃寿(2005): 串良川流域における侵食および土砂氾濫域の植生回復過程. 鹿児島大学農学部演習林研究報告, 33, pp.9-20.
- [12] 寺本行芳・下川悦郎(2008): 鹿児島県串良川流域における斜面崩壊の履歴. 海岸林学会誌, 7(2), pp.43-46.

[受付 平成20年11月18日, 受理 平成21年2月20日]