

山くずれ、土石流に対する樹木や溪床林の 防災機能と指標機能（予報）

藤 田 晋 輔
(森林利用学研究室)

Disaster prevention function of Trees stood on Stream bed for Debrisflows and Mudflows

Shinsuke FUJITA
(Laboratory of Wood Utilization)

I はじめに

一般に豪雨の際に発生する山くずれは、新しい斜面地形の形成の重要な要因^{1),3)}となっており、その跡地における崩壊物質の表層土の再形成を通して、周期的に発生している⁴⁾とされている。本研究では、これらの山くずれ、崖くずれの発生にともなって流出する、いわゆる土石流に対してその発生源付近または下流地域に生育している樹木もしくは森林帯（溪床林）が、どのような防災機能をもちうるかを、現地調査を通して定性的に検討する。この結果から土石流に対する防災機能としての樹木の役割についての定量的評価の手がかりとする。したがって、本研究の調査は、過去において発生したと考えられる上流の崖くずれにともなって流れおりた土石流に対する下流域に生育する樹木および溪床林による阻止・緩和機能の発現状態とその形成経過を観察検討する。そして、樹木もしくは森林帯（溪床林）の持つ土石流に対する阻止・緩和機能を評価しようとするものである。また、そこに生育立木の衝撃による痕跡から土石流が発生した年代を推定するための、指標機能としての樹木、溪床林の役割、土石流の樹木への衝撃の大きさを推定もしくは評価できれば、山林伐採のさい、谷すじにどの程度の直径を持つ樹木もしくはどの程度の面積の森林地帯（溪床林）を残せば良いのか等、多くの問題を解決することが可能になる。

調査地の概略

調査地の屋久島東部は屋久島花崗岩からなる。この屋久島花崗岩とは急角度（70～90度）で傾斜し、ほぼ直交する2系統と低角度（29～40度）で傾斜する系統の節理系が顕著に発達している。

本研究で実施した調査を逐一詳細に行なうことは多くの時間を要するため、代表的な例として、屋久島北東部白谷上域内（海拔800～1000m）における肉眼的観察・結果だけを取り上げた。この地域の傾斜は20～40度で、屋久島の中では平均的な傾斜をもつ斜面である。調査は昭和59年7月に実施した。

調査結果と考察

1. 土石流の樹木帯における流出緩和機能の形成

一般に山くずれには、山腹斜面の表層滑落型と節理性岩崩落型の2つの形態がある。後者の節理性岩崩落型は花崗岩中に発達した節理系に支配されて生じる岩盤斜面の崩壊で、主に溪岸斜面で見られるので、本研究では前者だけを対象にして考えることにする。

さて、屋久島花崗岩帯における山くずれの発生は同時に土石流に発展するものが多いと考えられている。この発源地帯は崩壊した部分の植生とも深くかかわるが、いずれにしても、山くずれにはその斜面に崩壊物質としての表層土が存在することが条件となる。しかし、結果的には山くずれが発生したあと、これらが土石流となって谷すじまたは溪谷、河川敷へと流入することになる。すなわち、発生した土砂崩れは谷すじ、または小河川を泥流ないし土石流となり下流域へかけおりにすることになる。ゆえに、土石流とは発生地域(写真1-1)の小径木をはじめ、通過する山腹斜面に生育している樹木、岩石をとりこみながら、下流域へと進むが、現地でも観察した結果に見られるように、この間、土石流の中に含まれる樹木等が谷すじまたは河川敷内、もしくは河川沿岸に存在している大きな岩(写真1-2)または大径の立木に阻止される場合や、河川ぞいの土塁が土石流とともに流失、えぐられることによって、土石流がかけおりの河川の周辺部に林立している樹木は根をともなって倒れ、河川をまたぐ状態となる(写真2-1)。その後、これにつづいて到達した流木がさらにかかることにより、谷すじまたは河川敷内に一種の網をはりめぐらした状態となる(写真2-2)。その後、流出してきた灌木等樹木、さらに大、小の岩石を含む土石流がこれに阻止、蓄積され、(写真2-3, 4, 5, 6)、徐々に一種の堰堤が構築された状態となる。このような土砂と流木の集積地では次第に種子が到達しても生育できるような場が形成され(写真2-7, 8)、この場所への飛散来集、もしくは動物の糞せつ物による樹木の種子供給・発芽、生育することによって、年月を経るとともに、谷すじ河川敷には樹林帯(いわゆる溪床林)が完成されることになる。それ以降になると、この場所は大岩石を含みながらも樹林帯が形成されるため(写真2-9)、この溪流の上部でがけ崩れが発生しても、土石流はこの流動帯(溪谷、河川敷)を流れるが、下手に形成されている上述したような樹林帯(溪床林)が存在することによって、下流域への流出は阻止または緩和されることになる(写真2-10)。このような経過をたどることによって、溪谷もしくは河川敷の中に形成された林分(もしくは溪床林)は有用な土石流の防災機能として十分な役割を果たすことが明らかとなった。

2. 立木と土石流衝撃力との関係

土石流が流れおりの領域または河川敷に存在する立木の破損状況から土石流衝撃力を推定できないかを検討するため、調査地域内に存在する樹木の破損状況を調査した。調査した中から代表的な例を写真3に示した。写真3-1は①土石流の激突する以前に立木の根元の土石が流失して、立木が倒れたものを示すが、これは本研究で目的としている現象と若干異なる。写真3-2は②河川敷の中に存在する小径木に大きな岩石が激突したために折損したもの、写真3-3は河川の中央部に生育する直径30cmを越える樹木の存在状態を示すが、③ある程度の直径を越える立木では岩石が激突しても木部をえぐりとられるが、折損までは至らず、癒合組織を作りながら肥大生長、伸長生長をしているものと考えられるもの、写真3-4は④流出する流道が急傾斜の場合、そこに存在する大きな岩石に激突したあと、反跳によって宙を跳んだ岩石が立木の上部位に激突し、立木の上位部分が折損、また樹皮は土石流に洗われ、剥がれてしまい、樹木そのものが枯損状態となる場合を示している。

したがって、前述のように観察例①はここで課題としている現象と若干異なるから、今後、実験

室的にそのデータの集積を行う必要のある現象は②、③、④であろう。しかし、これらの調査結果から考えられることは、立木と土石流の衝撃力の関係は、岩石等他の物体が衝突した立木の地上高とそれの直径との間に関係があることが考えられる。この詳細な定量的検討は今後の解明を待つことにする。

3. 土石流発生年度の指標機能としての土石流の衝撃による樹木の痕跡

樹木は外部より何んらかの障害を木部に受けた場合、必ずその傷跡を癒合する生理的な働きをもつ。上流より流出してきた土石流の中に含まれる岩石もしくは木材が谷すじまたは河川敷のなかに生育している樹木に激突することによって、樹木の樹皮をこえて木部に損傷を与えることがある。この損傷部分を樹皮より内部へ向かって観察し、土石流による木部の損傷後の年輪数を判定することによって、土石流発生後の経過年数を逆算できることが可能となる。ゆえに、土石流発生後の年次経過を確定する指標として充分に利用できることが考えられる。一例として、調査地域内に存在していた樹木を調査した時、得られた肉眼的、顕微鏡的観察の結果を写真4に示した。これから明らかなように岩石等の衝突により損傷を受けてから年輪数4個が数えられることから、この地域の山くずれは調査年度の5年前に発生していることを読み取ることができる。下川^{1),4)}によればこの地域の山くずれは昭和55年に発生していることが確認されているので、調査年度から逆算すると、ちょうど合致することになる。このことから、考古学にある年輪年代学⁵⁾の分野を応用することによって、崩壊発生後の経過年数の確定が可能であることを明らかにすることができた。

おわりに

この研究に森林の防災機能としての森林・樹木の評価を検討している一連の研究である。本調査では、樹木のもつ土石流に対する衝撃緩和機能としての役割、土石流を受けた樹木の傷跡からの衝撃力の推定の可能性、および土石流の発生年度の確定の可能性について検討した。その結果の概要はつぎの通りである。

1. 山くずれ、土石流に対する樹木の衝撃緩和機能は、樹種、樹齢、溪床林の密度により異なる。
2. 山くずれ跡地、河川敷、溪床林に残存している立木の損傷部分の木部の組織形態を観察することにより、山くずれの発生年度および土石流の衝突状況をある程度確立することが可能である。
3. 立木と土石流の衝撃力との関係は、岩石等の他物体が衝突した樹木の地上高さや直径により影響を異にする。これらの森林現場での調査研究は非常に困難であるが、実験室的な研究成果の積み上げにより、土石流の強さの推定は可能であると考えられる。

なお、この研究経費の一部は昭和59年度文部省科学研究費補助金（自然災害特別研究②）（代表：下川悦郎、課題番号：59025043）によった。ここに記して謝意を表す。

参 考 文 献

- 1) 下川 悦郎・地頭 隆：屋久島原生自然環境保全地域における土壌の居留時間と屋久スギ，屋久島原生自然環境地域調査報告書，83-100（1984）
- 2) 堀場 義平：老木年輪幅の規則性について，三重大学農学部学術報告，54，117-136（1977）
- 3) 守谷以智雄：崩壊地形を最小単位とした山地斜面の地形分類と斜面発達，日本地理学会予稿集，2：168-169（1972）
- 4) 下川 悦郎：崩壊地の植生回復過程，林業技術，496，23-26（1983）
- 5) 光谷 拓美：年輪年代学と考古学，林業技術，512，15-18（1984）



写真1 山くずれの発生原点



写真 2 - 1 河川沿の倒木が河川をまたいだ状態



写真 2 - 2 河川上流域において大径木が枝をつけた状態で河川をふせいでいる状態



写真 2 - 3 河川をまたいだ倒木による岩石の堆溜



写真2-4 河川敷内のスギ
と流木のからみ
あいの状況



写真2-5 河川敷内の流木
および岩石の堆



写真2-6 河川敷内の流木
および岩石の堆



写真2-7 河川敷内の流木、岩石および土の堆溜



写真2-8 河川敷内の流木、岩石および土の堆溜



写真 2 - 9 河川敷内に構築された相当年数を経た溪床林



写真 2 - 10 河川敷内に構築された相当年数を経た溪床林



写真3-1 河川沿の土塁が
けずりとられた
ことにより倒木
した状態（矢印）



写真3-2 河川敷中の立木
に土石流の岩石
が撃突し折れた
樹木の例



写真3-3 河川敷中の立木と岩石が撃突した傷跡（矢印）



写真3-4 土石流による立木の頂頭部の折損状態と樹皮剥離による枯損木

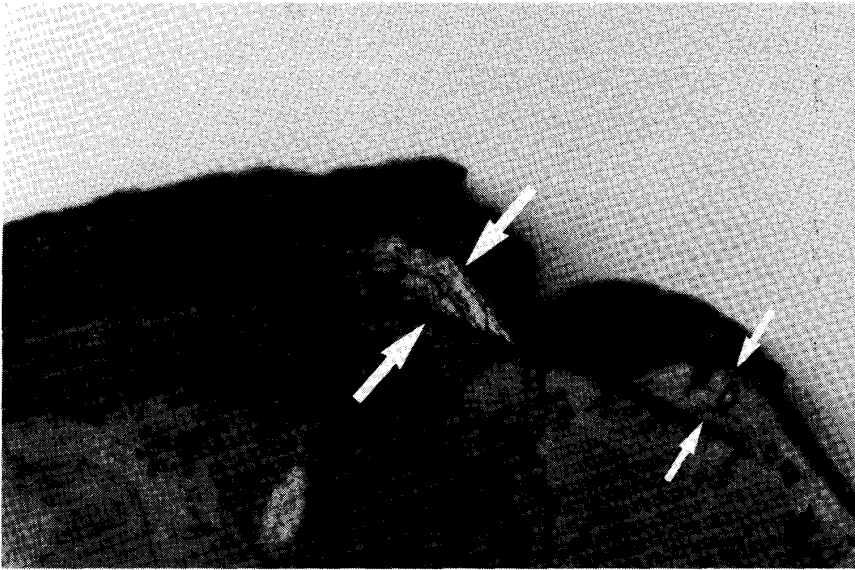


写真4 岩石衝突後の木部の組織癒合の形態（内側の矢印は，岩石衝突時に破損した部分，外側の矢印は，岩石衝突後に形成された組織）