

飢肥地方のスギ造林地に発生した地すべりと異常年輪*1

中村友輔*2 · 菊池俊一*2 · 高谷精二*3

中村友輔・菊池俊一・高谷精二：飢肥地方のスギ造林地に発生した地すべりと異常年輪 九州森林研究 56：297-299, 2003

宮崎県に発生する地すべりは、降雨を誘因とするものが多い。地すべりに生育する林木はその地すべり変動をアテ形成と年輪幅変動という形で記録する。このとき、異常性のある降雨によって誘起された地すべりによって傾倒した林木は、アテを形成し降雨と地すべりの関係が見られる可能性がある。今回、宮崎県日南市飢肥山之口にある造林地で見出された地すべりを、アテ解析と年輪幅変動解析から、斜面の時系列変化と形態について検討した。アテ解析結果は降雨記録と照合し、年輪幅解析は非気候因子をみるために5年移動平均を算出し、複数の試料木間で年輪幅について相関関係を求めた。結果、アテは最大日降水量が170~200mm又はそれ以上の年に、その出現が多いことがわかった。年輪幅変動においては、地すべり発生時に、斜面全域が連動すると示唆されるような年輪幅の相関関係があることが見出された。

キーワード：アテ材、年輪幅変動、地すべり発生時の雨量、地すべり形態、地すべりの時系列変化

I. はじめに

宮崎県の全域は年間降水量2000mmを越す。この多くは梅雨、台風、秋雨によってもたらされるものであり、これらの降雨現象と土砂移動の関連性は強いものと考えられる。積雪、融雪の見られない宮崎県では、地表変動域の樹木に見られる異常年輪はこれら降雨と土砂移動の記録を刻み込んでいると考えられる。

日南市飢肥地方の山之口地区でスギ (*Cryptomeria japonica*) の造林地を通る広域農道を設置するに際し、複数の新規地すべり活動ないし旧地すべり地形における土塊の再活動がみられた。さらに、この地すべり地の中からアテを形成したスギが複数見出された。強風や最多風向等の記録を検討した結果、アテ形成因子として風撓乱は適当でなく、地すべり撓乱が考えられた。

本研究では、スギ造林木のアテ及び年輪幅解析から地すべり変動履歴を検討し、地すべり発生時の降雨、斜面の時系列変化を検討したので、今回、その結果について報告する。

II. 調査地概要と調査方法

調査地は、日南海岸地方にある日南市の飢肥山之口にあり、広渡川に架かる山ノ口橋(国道222号)から南へ建設中の広域農道約1000m地点に広がるスギ造林地にある地すべりである(図-1)。日南海岸地方では降水量が年平均約2600mm(1971~2001)で宮崎県平均よりも多く、さらに一時間降水量が多いのが特徴である。例えば、日南市油津測候所の位置する日南海岸地方では過去に時間当たり雨量90mm(1956年9月26日)という降水記録が

ある(1)。建設中の広域農道とは、複数の地すべり土塊の押出しにより工事が中断され、完成が遅延された経緯がある。造成に際する切土は、1998年に行われ、今回対象とした地すべり地では、その直後から動き始めた。1年間様子を見た後、2001年から工事が再開された(2)。

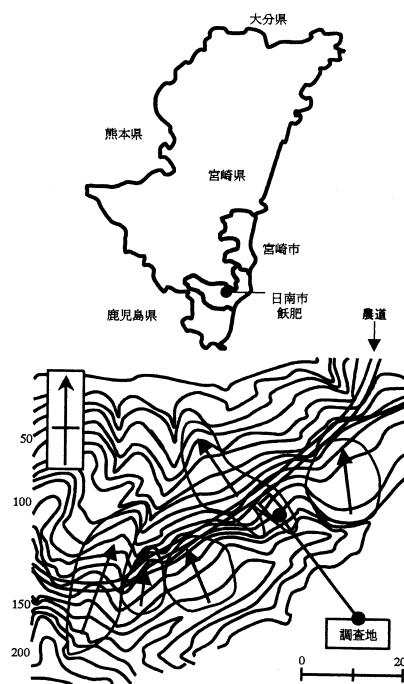


図-1. 調査地位置図

*1 Nakamura, Y., Kikuchi, S. and Takaya, S.: Landslide and abnormal tree ring at afforestation site in the Obi, Miyazaki, Kyusyu, Japan

*2 北海道大学大学院農学研究科 Grad. School of Agric., Hokkaido Univ., Sapporo 060-8589

*3 南九州大学環境造園学部 Fac. Environmental landscape, Minami Kyusyu Univ., 884-0003

地すべり地を構成する地質は、最下位に古第三紀日南層群泥岩が分布し (3)、上層には、泥岩が風化した粘土層と礫層が分布する。この粘土層は地表面から180cm前後まで酸化状態で、灰褐色を呈しており、それ以深は還元状態で灰黒色である。この酸化あるいは還元状態に関係なく表層から2m前後の粘土層は、通年水分に富み湿潤である。

調査対象とした地すべり地では流水を伴うガリー浸食とガリー末端部における池沼の形成が見られた。調査はこれらを囲むように带状区を設定し樹木の傾倒方向と微地形の分布を調べ、その結果から土塊のブロック区分を行った (図-2, 3)。アテ及び年輪幅解析に用いる試料木の伐採は各ブロックで傾倒が顕著なものを選定し、2001年6月、12月及び2002年1月に各一本の計5本を採取した。すなわち各試料木は、それぞれの位置する土塊ブロックの地すべり変動を反映する代表例と考えた。伐採は地上高30cmで実施し、高さ2m毎に円盤をとって年輪解析を実施した。年輪幅解析は、0.1cm単位まで測定し、年輪幅変動の非気候因子に基づくと考えられる変動をみるため、各年で年輪幅の5年移動平均を算出した (4)。

スギは心材化によって心材がアテと同系色の赤褐色になり、判読は困難となるため、アテ解析は辺材部の約10年間を対象とした。アテ解析では地すべり変動の有無をアテの漸増と減衰 (5) という二つの視点から解釈した。すなわち漸増とは樹幹の屈地性屈曲反応が大きかった年であり、減衰は屈地性屈曲反応が終了しつつあるものと考えた。またアテ形成部位の垂直分布については、樹幹の高位置まで出現している場合にはその固体の位置する土塊が

相対的に大きく変動したと解釈した。

Ⅲ. 結果と考察

1. アテ解析結果

地盤高0.3~2.0mの円盤をみると、試料木は全て1993年から明確にアテ形成を開始していた (表-1)。Aブロックは2001年からアテの漸増も認められた。斜面上部のBブロックでは、1993年から翌年にかけて形成されたもの以外にはアテを確認できなかった。Cブロックでは、1993、1998年にそれぞれアテの形成開始が見られる。Dブロックの場合、1993年の形成開始と1998年の再開が見られた。Eブロックの斜面末端部に位置した試料木には、2000年に再開が認められた。

アテの樹幹分布解析をしてアテの垂直的な分布を検討した結果、1990、1993、1998年に樹幹の半分以上に及ぶ分布を示していることがわかった。1993年は全試料木に共通し、1990年はEブロック、1998年はC、Dブロックの試料木である。

全試料木にアテが見られたが、アテの形成年代にばらつきが見られたことはブロック状の移動を示すと解釈でき、斜面の微地形による分断の作用が大きいことが考えられる。

2. 年輪幅解析結果

各試料木の示す年輪幅時系列間について相関分析を行った (表-2)。その結果、BブロックとDブロック間に高い相関が認められた ($r = 0.966$)。同様にAブロックとBブロック間においても高い相関が認められた ($r = 0.906$)。この年輪幅変動が地すべり変動に影響されているとみなすと、これらのブロックが空間的にも互いに接していることも考え合わせ、ほぼ同様に影響されていることになり、AブロックとBブロックそしてBブロックとDブロックは互いに連動する関係にあると考えられる。そしてCブロックの場合、A、B、Eブロック以外の試料木との相関を認めることができた (D: $r = 0.924$)。この関係を踏まえると池沼部に接した斜面下部Dブロックとガリーによって洗刷されているEブロックにも同様の関係が認められると考えられる。そこで斜面末端部に位置するDブロックとEブロックの試料木の年輪幅変動について相関関係を検討した。その結果、前者と同様の関係 ($r = 0.995$) がみられた。

以上の年輪幅解析からは、空間的に隣接する土塊に生育してい

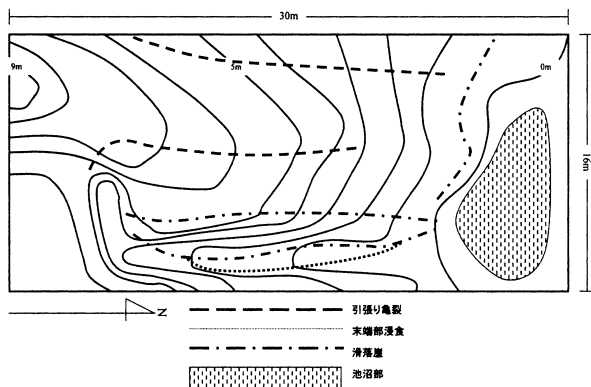


図-2. 設定した带状区と微地形の分布

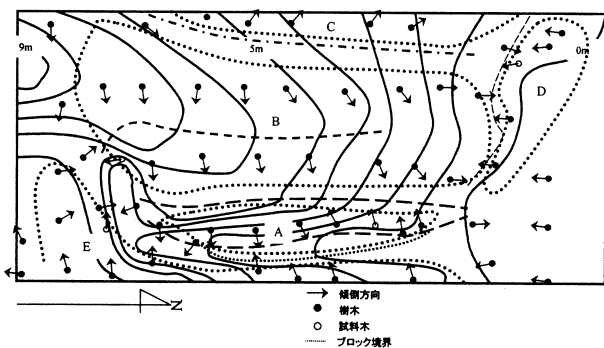


図-3. 樹幹傾倒状況と土塊ブロック区分

表-1. アテ解析結果

	A	B	C	D	E
樹齢 (年)	26	26	21	26	26
樹高 (m)	16.3	17	12.7	16.7	16.3
基部直径 (30cm 高)	29.5	45	23	23	25
樹幹傾度 (°)	20	12	18	20	18
1990	-	-	-	-	☆
1991	-	-	-	-	○
1992	-	-	-	-	○
1993	○ ☆	○ ☆	○ ☆	○ ☆	○ ☆
1994	◎	◎	◎	◎	◎
1995	-	-	-	-	-
1996	-	-	-	-	-
1997	-	-	-	-	-
1998	-	-	○ ☆	○ ☆	-
1999	-	-	◎	◎	◎
2000	○	-	◎	-	○
2001	◎	-	-	-	-

た試料木は、地すべり変動要因の作用に際し、ほぼ一斉に斜面上で動いていたといえることができる。

凡例：○アテの形成（再）開始

◎アテの漸増

－アテの心材化により判読不可

☆垂直的なアテが高位位置まで出現

網掛けはアテの形成継続

表-2. 試料木間の相関係数

	A	B	C	D	E
A	1.000				
B	0.906	1.000			
C	-0.524	-0.339	1.000		
D	-0.072	0.966	0.924	1.000	
E	0.354	0.869	0.745	0.995	1.000

3. 地すべり変動と降雨の関係

1993年は全試料木にアテ形成が見られた。この1993年は、南九州全体が多雨に見舞われ、南九州各地で土砂害が発生した(7)。油津測候所における過去26年間(1975~2001)の降雨記録のうち、年最大日雨量と年間降水量をみると、1993年は他の年に比べて、著しく突出した降雨であるといえる。このような傾向が現れたのは、1993年6月12日から8月10日までの間に2296mmの降雨が観測されたことによるといえる(図-4)。この降水量は宮崎県全体の平均年間降水量にほぼ匹敵し、全ての試料木にアテ形成を引き起こしたように地すべり変動が斜面全域に及んだのは、このような異常降雨があった結果と考えられる。

今回調査した地すべり地は、堆積岩の風化粘土層が表層にあり、浸透量が小さく表面流が発生しやすいことが想定される。泥岩山地と第四紀火山噴出物堆積山地とでは、降雨雪水の供給と排出の時間差から前者のほうが浸透しにくいことが知られているように(8)、調査地では突発的に集中的豪雨があれば地すべりを誘起する可能性がある。そこで、まず垂直的なアテが高位位置にまで及んでいた1990、1993、1998年について、アテ形成年の降雨の異常性を検討するため、各年の最大日雨量について検討した。その結果、1990、1993、1998年には200mmを超える最大日雨量が観測されていたことがわかった。一方、円盤上でアテが漸増していた1999、2000、2001年には169~204mmの最大日雨量を観測していることがわかった。最大日雨量が200mmを前後する雨量とは、帯状区斜面における土砂移動に関係深いと考えられ、また地すべり発生に強く関係していることが考えられる。

調査対象とした帯状区における地すべり変動発生時の主要な要因としてはガリー浸食とその下部における滞水が考えられ、ガリー

や池沼に近いブロックではアテの発生、漸増年が複数回認められる一方、斜面上部ではアテ形年が1993~1994年に限られる結果となった。斜面上部が地すべりの履歴が少ない反面斜面下部が地表変動を起こしやすい環境下にあるといえることができる。このことは、斜面の時系列変化は、斜面下部の不安定化により開始していると考えられ、地すべり形態としては週及的な地すべり(6)と推察される。

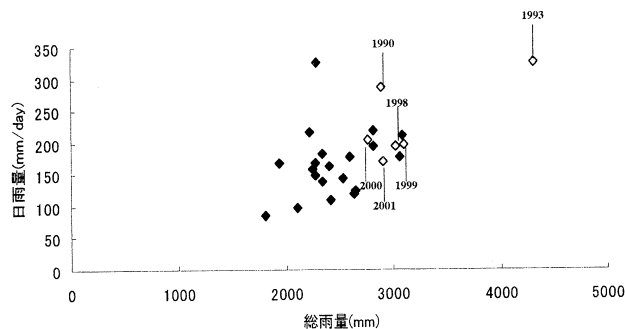


図-4. アテ形成年における最大日雨量

謝辞

調査地での測量に際し、南九州大学園芸学部の丹将里君、高野豊君にお世話になった。ここに記して謝意を表する。

引用文献

- (1) 宮崎地方気象台(1983) 宮崎県の気象100年, 宮崎県.
- (2) 宮崎県(1991) 南那珂地域土地分類基本調査- 飢肥 -, 宮崎県.
- (3) 高谷精二(2002) 日南市山之口地すべりの粘土鉱物について, 第41回地すべり学会研究発表概要集: 9-10.
- (4) 國廣靖志(2002) 朱鞠内湖周辺の年輪幅変動と樹木立地環境の変化, 北海道大学農学部卒業論文, 26pp.
- (5) 東三郎(1968) 山腹崩壊の前兆と異常年輪, 北海道立林業試験場研究報告 6: 19-39.
- (6) 古谷尊彦(1996) ランドスライド-地すべり災害の諸相-, 96pp, 古今書院, 東京.
- (7) 塚本良則ほか(1994) 平成5年豪雨による鹿児島県下の土砂災害について, 新砂防 46: 23-35.
- (8) 東三郎(1991) 北海道 森と水の話, 73pp, 北海道新聞社, 札幌.