

林内作業道開設時に引きちぎられた樹木根系の直径階分布 —スギ・ヒノキ人工林での調査例—

新村 義昭*・川上 誠一*

The diameter class distribution of torn woody
plant roots under forest road construction
— a case of *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* —
Yoshiaki SHINMURA*・Seiichi KAWAKAMI*

The rootlets of woody plant were torn under forest road construction. The authors made the assumption that the torn rootlets occurred under forest road construction were as same mechanism as the torn rootlets occurred under mountain slope slide. This time, two planted conifers were measured. The results about torn rootlet diameter were as follows;

1. The summed values of the diameter class over 95% were 6mm class as *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa*
2. The distributions of the torn rootlets were varied with individuals and with species.

はじめに

これまで、成長する樹木根系が持つ表層崩壊抑止機能については多くの検討が加えられている¹⁾。ところが、これとは逆の現象、すなわち、樹木が伐採され根系が腐朽していく過程で、根系が持つ崩壊抑止機能がどのように衰退していくかについての検討は少ない¹⁾。

しかしながら、林業は必然的に樹木の伐採を伴っている。そして、伐採により発生する樹木根系の腐朽は、まさに崩壊抑止効果の衰退でもある。従って、樹木根系の腐朽過程の追跡は、山地で発生する災害を防止するという森林防災の観点からは重要なことであると考えざるをえない。

そこで、実際の山地で天然生林・人工林などの森林のタイプやあるいは針葉樹・広葉樹などの樹種を問わず、樹木根系の腐朽過程の追跡を行う際の最も基礎的な情報として、本研究では、まずどれくらいの直径の根が崩落時に切断されるのかに注目した。このとき、切断直径は本来なら

崩壊地で実測することが最も確実な方法であろうが、例えば、落石の除去すら困難な実際の崩壊地においては、人力だけで実測することは不可能であることが多い。

ところで、森林内で土木工事を行う場合、必ず目的の工事に対する支障木が発生し、最終的にはこれらの支障木はパワーショベルやバックホーなどの工事中大型機械によって引き倒され、搬出される。そして、まさにこの過程で樹木根系の強制的な切断が発生する。

本研究ではこの過程、すなわち、斜面にあった樹木が機械で強制的に移動させられる過程と、崩落時に樹木の根系が切断される過程が同一の機構であると仮定して、その切断直径を測定する方法を用いている。

すでに、島根大学農学部附属三瓶演習林でバックホーを用いた林内作業道の開設過程で、根系を引きちぎられた天然生の広葉樹3種の切断根の直径に関しては報告した²⁾が人工造林された針葉樹は未報告であった。

今回、人工造林された針葉樹のスギとヒノキの切断根の直径(以下切断根径)の測定結果が得られたので報告する。

* 附属演習林

材料および方法

1. 調査地・樹種・樹齢・時期

島根大学農学部三瓶演習林8, 9林班(獅子谷団地)に人工造林された針葉樹のスギ(*Cryptomeria japonica*)とヒノキ(*Chamaecyparis obtusa*)を調査対象とし、1991年の7月と8月に実施した。

ここでスギは1969年に8林班に植栽されたもので、調査時の林齢は22年であり、ヒノキは1971年に8林班と9林班に植栽されたもので、調査時点での林齢は19年(No.1~No.5)もしくは20年(No.6~No.10)である。

2. 調査方法

それぞれの樹種とも、まず林内作業道開設に伴って支障木となりバックホーで引きぬかれた伐根を無作為に10本抽出し、バックホーで根系が上方になるように転倒させたいうで、明らかに切断根であると判定された根の先端部をデジタルノギスで測定し、プリンターで記録した。この時、切断部分は円であると仮定している。

ここで調査したスギの根元径の最小値は25cm、最大値は37cmであり、10cm以上20cm未満を10cm階とする直径階でまとめると、20cm階が4本、30cm階が6本であった。

一方ヒノキは根本径の最小値は4cm、最大値は30cmで、スギと同様に10cmごとの直径階でまとめると、0cm階(10cm未満)が4本、10cm階が3本そして20cm階と30cm階がともに1本であった。

調査結果

得られたデータはまず対数正規分布による棄却検定を行ったあと統計処理を行った。

1. 切断根径の頻度分布

1.1 スギ

10個体の切断根を1mmの直径階ごとの頻度分布として図-1にまとめた。ここで、直径階は1mm未満を0mm階とし、さらに、1mm以上2mm未満を1mm階(以下同様に区分)とした。図には同時に、各個体ごとの切断根径の測定本数、平均切断根径、標準偏差そして最大切断根径もまた示している。

個体ごとの根径の測定本数は66本(No.2, 5)~120本(No.7)であった。そしてこの時の切断根径の平均値は1.92mm(No.9)~3.25mm(No.5)、標準偏差は0.74(No.3)~1.59(No.2)の範囲にあると計算され、最大切断根径は7.54mm(No.2)であった。さらに図から、切断根径のモードは1mm階のみで7個体もあることが読みとれよう。

1.2 ヒノキ

10個体の切断根の直径を1mm階ごとの頻度分布として図-2にまとめた。図にはスギと同様に、各個体ごとの切断根径の測定本数、平均切断根径、標準偏差そして最大切断根径を示している。

個体ごとの測定根径本数は17本(No.5)~86本(No.9)、切断根径の平均値は1.11mm(No.5)~3.20mm(No.8)、標準偏差は0.28(No.5)~1.52(No.8)の範囲にあり、最大切断

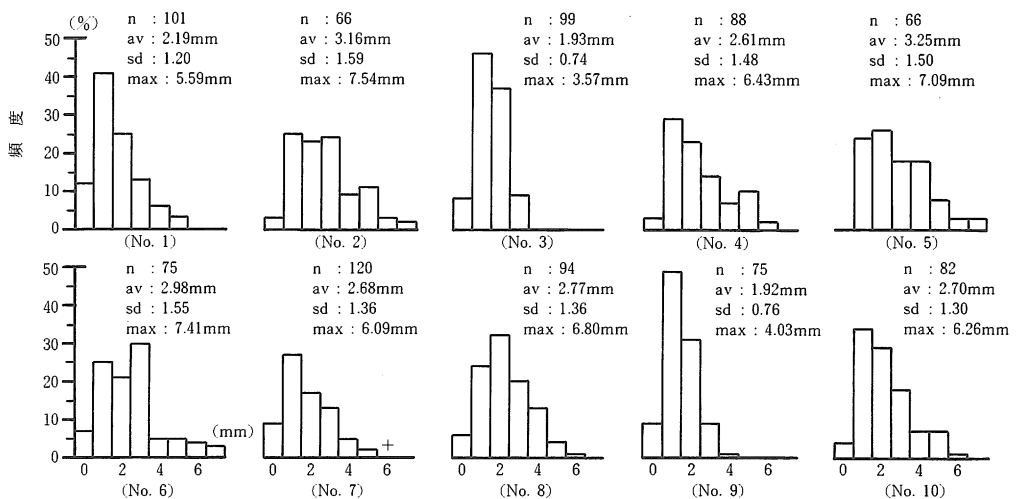


図-1. 切断直径階分布(スギ)

注: n:測定本数, av:平均切断根径, sd:標準偏差, max:最大切断根径, +:頻度1%未満

根径は7.17mm (No.8)であった。また、図から、切断根径のモードは1mmのみで8個体もあることが読みとれよう。

1. 3 樹種間

ふたつの樹種とも10個体を込みにして、図-3に直径階別に頻度分布を示した。図から、両者ともにモードは1mm階にあることが、読みとれる。

2. 有意差検定

分散分析法により切断根径の有意差検定を行い、さらに、それぞれの樹種ごとに個体間の有意差検定も行った。そして、そのあとふたつの樹種を比較してみた。

2. 1 スギ

10個体の切断根径の有意差を分散分析法を用いて計算し、表-1にまとめた。表から明らかのように、個体間に1%レベルで有意差が認められた。そこで各個体ごとの有意検定 (t検定) も行った (表-2)。その結果、17の組み

表-1 分散分析表 (スギ)

要因	平方和	自由度	不偏分散	不偏分散比
主効果	159.54	9	17.73	10.49**
誤差	1449.88	856	1.69	

注：** 1%レベルで有意

合せに0.1%レベルでの極めて高い有意差があるなど、ここで調査したスギの切断根径には個体間に明らかな差があった。

2. 2 ヒノキ

同様に、10個体の切断根径の有意差を分散分析法を用いて計算した (表-3)。その結果、ここでもまた、1%レベルで有意差が認められた。次に各個体間の検定を行った (表-4)。その結果25の組み合わせに0.1%レベルでの極めて高い有意差があるなど、ここで調査したヒノキの切断直径にも個体間に明らかな差があった。

表-2 個体間の有意差検定 (スギ)

個体	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C. p-1										
C. p-2	4.713***									
C. p-3	1.409	5.948***								
C. p-4	2.192*	2.618**	3.542***							
C. p-5	5.137***	0.386	6.371***	3.031**						
C. p-6	3.993***	0.813	5.278***	1.839	1.211					
C. p-7	2.786*	2.412*	4.239**	0.403	2.851**	1.579				
C. p-8	3.095**	1.883	4.464**	0.836	2.301*	1.066	0.489			
C. p-9	1.369	5.656***	0.061	3.362**	6.054***	5.005***	3.974***	4.213***		
C. p-10	2.641*	2.137*	3.964***	0.475	2.543*	1.353	0.114	0.338	3.763***	

注：1. *, **, ***, 5%, 1%, 0.1%レベルでそれぞれ有意
2. C. p.: *Cryptomeria japonica*

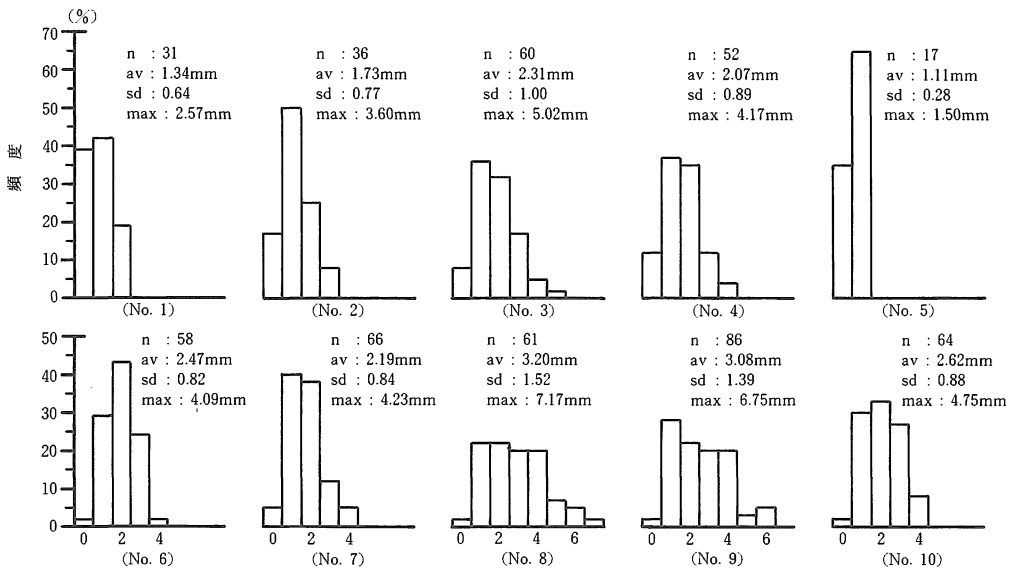


図-2. 切断根径の直径階分布 (ヒノキ)

注：記号は図-1と同じ

2. 3 樹種間

それぞれの樹種とも10個体をこみにして有意差検定を行った結果、表-5に示したように5%レベルで有意差があった。

考 察

まず切断直径についてみてみよう。阿部らは崩壊地での実測から、斜面崩壊や立木の崩落などの現象によって根系が生育している土壤中から引きぬかれる場合には、多くの根系は直径10mm以下の部分で切断されるものと推察される、と述べている³⁾。

今仮に切断直径階で表した頻度を積算した値が95%を超える直径階に注目すると、スギではすでに2mm階と3mm階で各1個体が95%を超過した。さらに、4mm階では2個体が、また5mm階では最も多い4個体が超過した。そして、6mm階が最大階級で、最後の2個体が95%を超過した。

次にヒノキではすでに1mm階と2mm階で95%を超過した個体がそれぞれ各1個体みられ、3mm階では最も多い4個体が超過し、4mm階では2個体が、5mm階でも1個体が超過し、スギと同様に6mm階が最大階級で最後の1個体が超過した。

これらのことからすると、スギやヒノキの場合には、少なくとも6mm階までの部分でほとんど全ての根系の切断が生じると考えてよさそうである。ここで得られた7mm以下の値は阿部らの実測値の範囲内におさまっている。

次に同一樹種内での切断根系の差について見てみよう。すでに報告したように²⁾、三瓶演習林で測定したクマシデ、イヌシデ、リョウブなどの天然生広葉樹の各個体間の切断根径には有意な差が認められた。さらにここで得られた結果を加えると、同じ樹種ではあっても、切断根径には有意差があるとひとまず結論づけたほうがよいようであ

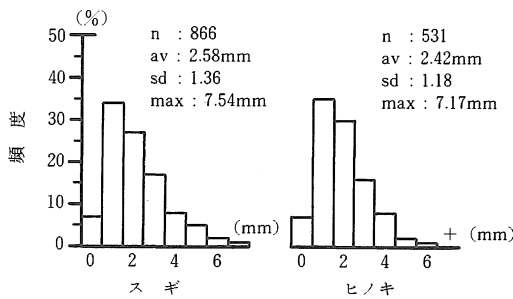


図-3. 直径階分布
注：記号は図-1と同じ

表-3 分散分析表 (ヒノキ)

要因	平方和	自由度	不偏分散	不偏分散比
主効果	169.76	9	18.86	17.30**
誤差	569.52	521	1.09	

注：** 1%レベルで有意

表-4 固体間の有意差検定 (ヒノキ)

個体	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C.o.-1										
C.o.-2	1.519									
C.o.-3	4.179***	2.620***								
C.o.-4	3.088**	1.516	1.181							
C.o.-5	0.722	2.005*	4.157***	3.288**						
C.o.-6	4.863***	3.346**	0.856	1.996*	4.713***					
C.o.-7	3.739***	2.133**	0.618	0.611	3.794***	1.488				
C.o.-8	8.070***	6.698***	4.705***	5.718***	7.284***	3.806***	5.438***			
C.o.-9	7.923***	6.486***	4.375***	5.459***	7.074***	3.400***	5.167***	0.718		
C.o.-10	5.593***	4.089***	1.667	2.803**	5.284***	0.783	2.336**	3.107**	2.640**	

注：1. *, **, ***, 5%, 1%, 0.1%レベルでそれぞれ有意
2. C.o.: *Chamaecyparis obtusa*

表-5 分散分析表 (樹種間)

要因	平方和	自由度	不偏分散	不偏分散比
主効果	8.78	1	8.78	5.23*
誤差	2348.70	1395	1.68	

注：* 5%レベルで有意

る。これらのことは、同一樹種であっても斜面、土壤などの生育空間が異なれば、根系の発達の過程やその方法もまた異なる。そしてその結果として、切断根径が異なるということにほかなるまい。

次に二つの樹種の切断直径を比較してみよう。まず、前述した阿部らは、崩壊地の底面や周辺部における根系の切断直径や崩落木の切断直径の実測結果から、樹種や林齢による特徴は見られないようである³⁾、と述べている。確かに、図-3を見た限りにおいては、異なる特徴を見出すことは困難なようである。ところがこれまで三瓶演習林で調査した結果を統計的に解析すると樹種間に有意差がみられた²⁾。これら両者は相反する結果である。しかしながら、今回ここで得られた結果、すなわち、樹種間の切断根系には差があるという解析結果を加えて検討すると、樹種間にもまた有意差があると結論づけられようである。このことは、例えば、樹種ごとの根系の力学的な差によるものなのかもしれないが、この点は今後の検討課題としていきたい。

おわりに

本研究の究極的な目的は、樹木の根系が持つ崩壊防止機能が伐採によってどのように衰退していくかを検討しようとするものであり²⁾、このためには、まずどれくらいの直径の根が切断されるのかを知っておくことが重要であると考えるて開始したものである。

そしてそのことから、切断直径は同一樹種で差が認められるのか否か、あるいは樹種間に差があるのか否かに注目してみることを試みた。

その結果、まず同一樹種であっても、切断根径に有意差を認めることができた。このことは、針葉樹の場合も、広葉樹の場合も同様であった。そして、切断根径は樹種間にもまた有意差が認められた。

これからは、これまで切断根径を測定することができた樹種を対象として、伐採後、根系がどのような過程を経て腐朽してゆくのかを現地調査で明らかにしていくと同時に、切断根径測定樹種を増やして、切断根径の分布について総合的に検討していきたい。

摘 要

作業道の開設によって引きぬかれる時に発生する樹木根

系の切断が、斜面崩壊時に生じる樹木根系の切断と機構が同じであると仮定して、人工造林されたスギとヒノキの切断根系を測定した。その結果、

1. スギ、ヒノキとも切断根径は7mm以下の範囲内であった。
2. 切断根径の有意差検定を行った結果、同じ樹種であっても高い有意差があった。この傾向はスギ、ヒノキともに認められた。
3. 次に、スギ、ヒノキとも測定した10本をこみにして樹種間の有意差検定をおこなった結果、樹種間の切断根系に有意差が認められた。

参考文献

1. 塚本良則：1987. 樹木根系の崩壊抑止効果に関する研究. 東京農工大学農学部演習林報告, 23: 65-124
2. 新村義昭：1991. 林内作業道開設の際に引きちぎられた樹木根径の直径階分布. 山陰地域研究, 7: 135-142
3. 阿部和時ほか：1985. 崩壊地における林木根径分布の実態—崩壊跡地と隣接斜面の根径分布について—96回日林論, 639-642