

根系による山腹崩壊防止機能

— 日高豪雨災害調査の結果から —

薄井五郎 成田俊司 清水一 柳井清治

はじめに

まだ記憶に新しい昭和 56 年 8 月 5 日に起きた日高門別地域の大崩壊は、日雨量 297mm、時間雨量 47mm という豪雨によって発生した。海岸部の斜面崩壊は、牧場に利用されている段丘上の緩斜面から、大量の流水が集中して起きた例が多い。しかし、内陸部では森林の有無に関係なく崩壊が発生したところも多く、そのため、森林には崩壊防止機能がないとか、樹木の重量や揺れのために崩壊が促進された、などの声が一部に聞かれた。これらの声に解答するためには森林がもつとされる崩壊防止機能がどのくらいあるかを具体的に知る必要がある。そのなかでも、とくに根系がもつとされている土壌層をつなぎ止める力は緊縛力といわれており、これは、1) 基岩に根系が貫入することによるいわゆる杭効果と、2) 根系が土壌層を斜面にそって緊縛する効果とに分けられる。以下これらについて門別地域で調査した結果から説明してみよう。

根系の杭効果

根は土壌層に張っているだけでなく、場合によっては基岩の中にも伸びることがある。新しい時代に堆積した基岩は、それほど硬くはないが割れ目が乏しい。反対に、新第三紀層よりもっと古い地層や、熔岩などは割れ目が多く、そこに根が侵入するばかりでなく割れ目を押し広げてゆき、太い根系が貫入することになる。その結果、その地点より斜面の上部にある土壌層の崩壊をくい止めている事例をみることができる。

これに対して、割れ目に乏しい凝灰岩や集塊岩には根は貫入できず、杭効果は期待できないといわれている。門別地域の海岸段丘地帯は新しい地質である新第三紀層の砂岩、泥岩、礫岩およびそれらの互層からできており、これらの基岩は割れ目が少なく、根はほとんど貫入していなかった(表 - 1)。全道的にみても、人家の集中する段丘や里山の地域は、大部分が新しい基岩からできており、根系の杭効果を期待できる場合は限られている。

表 - 1 基岩(新第三紀層)への貫入根数(本数/m²)

根の直径	厚質層	元神部層	受乞層
2mm未満	0.35	7.7	10.9
2 - 4	0.25	0.8	4.0
5 - 9	0.11		0.5
10 - 22	0.01		
岩石	砂岩	泥岩	砂岩・泥岩互層
優占樹種	ミズナラ	カシワ	カシワ

それでは、割れ目に乏しい基岩上の斜面を安定させる要素として、2)の斜面にそって広がる根系による緊縛力はどのくらいの力を発揮するのだろうか。なお、崩壊に対して抵抗する他の要素として、基岩との摩擦抵抗、土塊相互の粘着力および剪断抵抗などがあるが、豪雨時に飽水した土壌層が急斜面にある場合には、これらの効果は無視されるほど小さいとみられるので省略する。

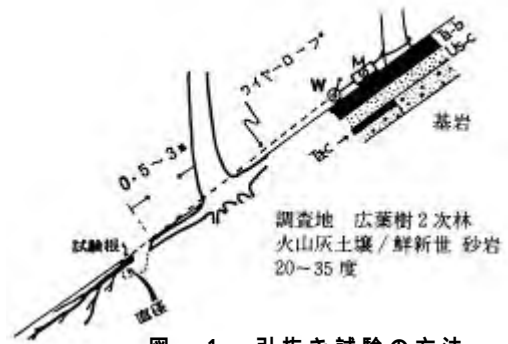


図 - 1 引抜き試験の方法

根系が土壌層を緊縛する効果

測定の方法

根系による土壌緊縛力の測定は、土壌層ごと引きちぎって、その力を測定するのが正しいのであるが、非常に大がかりになるので山地では行われていない。これまで、樹木を株ごと横方向に引抜く力は土壌緊縛力に比例すると仮定して樹種間の比較が行われてきたが、具体的に土壌断面当りの力については、この方法では求められない。

そこで、大まかな方法ではあるが、図 - 1 にしめすように土壌層に穴を掘って、断面に現れる根の直径と、この根をウィンチで引抜くのに要する力との関係を求めておき、つぎに断面中に分布する根数の調査から、土壌断面における根系がもつ緊縛力を求めた。このとき、土壌断面に現れる根数は、土壌層の厚さに関係せずほぼ同じであることがわかったので、幅 1 m で、表層から基岩に至る土壌断面当りの緊縛力という単位で表現した。

樹種による緊縛効果のちがい

根が引抜かれるときの抵抗力は、根の直径とともに変るのは当然であるが、他にも樹種によって多少のちがいがあるようだ。同じ山でみられた樹種のうち、ミズナラ、コナラ、アカシデ、シナノキ、エゾヤマザクラについて比べてみると、コナラ、アカシデがもっとも強く抵抗し、反対にエゾヤマザクラ、シナノキが弱い傾向がみられた。このうち、コナラとエゾヤマザクラについては実測値をプロットし(図 - 2, 左)他については各樹種の回帰曲線で図 - 2 右にしめた。

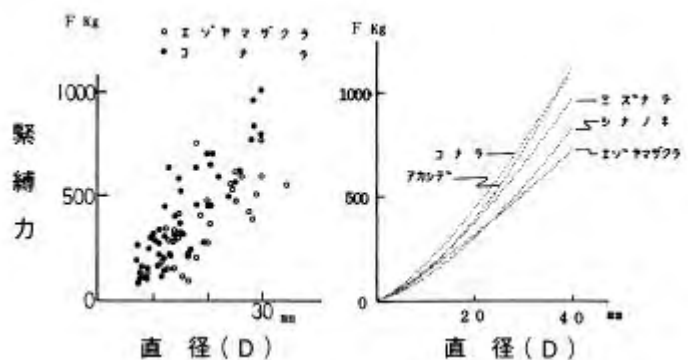


図 - 2 引抜いた根の直径と引抜き抵抗

緊縛効果は根の数と強度の積算値であるから、根の数の多少は重要な要素である。崩壊地に転落している樹木や、崩壊地周縁部に残っている樹木の根系を観察すると、根の分岐発達の良い樹種としては、比較的乾燥した地形に多くみられるものが多く、アカシデ、ミズナラ、コナラ、カシワが属す。反対に、斜面の中腹や沢沿いに多くみられるハルニレ、ヤマグワ、イタヤカエデ、エゾヤマザクラなどの根系は、分岐が少なくローブ状を呈するものが多い。これらのことから、コナラ、ミズナラ、アカシデなどは、根の強さと数の点で優っていると推察される。今までに報告されている株ごと引抜く試験の結果を参考にしても、ミズナラ、コナラは根系の緊縛力が大きいといえる。

斜面における平均的な根系緊縛力

実際の斜面には、いろいろな樹種の根が混ざって分布している。そこで、根の引抜き抵抗が中間的な強さを示し、かつ日高地方の二次林にもっともふつうにみられるミズナラで得た回帰式を用いて、断面に分布する平均根数に相当する緊縛力を集計し、さらにミヤコザサの根系の平均的な分布から求めた緊縛力を加えて、崩壊面における平均的な断面がもつ値を求めると、3トン/m幅断面となった。

斜面上の緊縛力の分布を考えてみると、株の近くは根も太く、数も多いので強大な緊縛力をもつから、実際には強い部分が島状に点在する不均質な姿をしているのだろう。こで得た1m幅の断面当り3トンという緊縛力は、実際にどのくらいの土壌層を保持しているのだろうか。いま、斜面でふつうにみられる厚さ50cmの火山灰土壌層が、豪雨によって飽水し、摩擦力のなくなった30度の斜面に乗っている場合、1m幅で長さが8mの土塊を支える力に相当する。しかし、根系による緊縛効果は限度があり、杭効果のない長い急斜面が根系の力によって豪雨時にも崩れないことを期待するのは無理であることがわかる。

豪雨による崩壊は局部的な急斜面や、水圧、洗掘を受ける個所から起こり、根系の乏しい場合は緊縛効果が小さいから、小土塊がつぎつぎに落下して崩壊面が斜面上方に広がってゆき、いっぽう根系が発達している場合は、大きな土塊が滑落してゆくありさまが推察される。

あ と が き

以上に述べたように、根系はある程度の土壌緊縛効果をもつが、それには限界があり、山に森林があるからといって油断してはいけない。数百年に一度という豪雨も、いずれはどこかで降るのであり、その時は森林の有無に関わらず大崩壊が起こると思わなければならない。これは、いわゆる天災であり、有史以前から繰返されている事実なのである。私たちはその証拠を地下の浅い所にみることができる。すなわち、降灰年代のわかっている火山灰が、山腹や崖錐および扇状地にどのように分布しているかを調べ、そこが過去どのくらいの頻度で崩壊が起こったかを知ることができる。さらにそれぞれの場所の崩壊危険度を決めることに利用できる。これを発展させると、将来の豪雨災害による危険性の順位をもかなりくわしく箇所づけするこ

とが可能になるはずである。

ところで、この調査を通じて気がついた点がある。それは、急な扇状地や、崩壊頻度の高い沢の出口などのような災害地形の個所に住宅が建てられていることである。また、段丘地形上部における過度の牧場化によって、降水が短時間に多量に集中し、災害を助長したとみられる点である。豪雨災害を軽減させる土地利用のあり方については、防災、土地利用、都市計画など幅広い見地から統一的に検討されなければならない。その上にたつて、防災行政が私権の制限をも含めて総合的で積極的な予防対策に取組めるような体制づくりが望まれる。

この調査にあたり、日高支庁林務課治山係ならびに門別町農林開発課林野係の担当者各位の御協力に深謝する。

56 年日高豪雨災害に関する報告一覧（防災科報告分）

1. 日高地方における海岸段丘の崩壊（Ⅰ） 崩壊地の植生 日林北支講 31. 1982
2. _____（ ） 小流域内における崩壊の分布 同上
3. _____（ ） 波恵川流域における崩壊形態と頻度
同上
4. _____（ ） 62年経過した崩壊跡地における木本の侵入状況 日林北支講 32. 1983
5. _____（Ⅴ） 根系による土壌緊縛力 同上
6. _____（ ） 崖錐、扇状地の堆積形態と崩壊の頻度
同上
7. 日高地方における海岸段丘斜面の植生実態と崩壊．北林試報 21．1983
8. 日高地方の海岸段丘斜面の崩壊．北林試報 22．1984 投稿中

（防 災 科）