
台風 18 号の被害木に関する調査結果

林産試験場 台風 18 号被害木対策検討プロジェクトチーム

概要

平成 16 年台風 18 号による森林の被害を受けて、道立林産試験場では被害木（風倒木）の状況を調査するとともに、強度試験等を行って、利用にあたっての注意点等をまとめた。

カラマツの場合、風倒木は十分な強度を持っている場合が多いことが判っており、林産試だより 2003 年 9 月号 (<http://www.fpri.asahikawa.hokkaido.jp/rsdayo/10309020305.pdf>) で紹介しているため、今回は主にトドマツの調査を行った。

○風倒木を利用する際の注意点

- 幹折れや根返りの被害木には、風下側に「もめ」と呼ばれる「しわ」が見られることがある。
- 「もめ」は、トドマツやエゾマツ、スギで発生しやすく、強度と美観に影響する。
- 風倒木の利用にあたっては、「もめ」の有無と程度（密度、深さ）に注意する必要がある。

○被害形態と「もめ」の発生傾向

- 幹折れしたトドマツには、大きな「もめ」が発生している可能性が高い。
- 根返り木に発生する「もめ」は、根返り木の多い林分の方が幹折れ木の多い林分よりも少ない傾向がみられるが、林分によるばらつきが大きい。

○風倒木の用途

- 「もめ」を含まない製材は構造用製材として利用可能である。「もめ」の大きく入った原木については、「もめ」を避けて木取りすることが難しいことから、構造用製材の原木として用いないことが望ましい。
- 「もめ」は材長方向での密度が高いほど、原木の表面にとどまらず深く入っている傾向がある。
- 素材において、材長 1m あたり 1 本程度までの「もめ」は深く入っていない可能性が高いため、構造用製材の原木として利用上の問題となることは少ないと思われる。

○製品の品質確保のために

- 「もめ」の発生は幹折れ木と幹曲がり木に多く、根返り木には少ない傾向があることから、素材生産時には現場の状況に応じて、別々に集積することが望ましい。
- 製材工場では、剥皮後の原木表面や製材時及び製品検査時等で「もめ」を確認する必要がある。

はじめに

台風等の強い風で発生する風倒木が受けたダメージは様々ですが、通常生産されている素材と同様に利用できるものもあるほか、被害部分(「もめ」や割れ)をきちんと避けさえすれば、実用的な強度の低下を心配する必要はありません。

平成16年台風18号による風倒木の有効利用のために行った、林産試験場の調査結果を中心に解説します。

なお、本文中の構造用製材とは、家の柱や梁のように、建物の主要構造部に用いる製材のことを指します。

風倒被害について

風倒被害には様々な形態がありますが、大きく区分すると、根返り(写真1)、幹折れ(写真2)、幹曲り(写真3)の3種類が見られます。

被害を受けた木の樹幹には「もめ」と呼ばれる「しわ」が見られることがあり、製材とした際の強度や美観等には、「もめ」の存在が大きく影響します。



写真1 根返り



写真2 幹折れ



写真3 幹曲り

「もめ」とは

「もめ」は、樹幹が強風などで無理に曲げられ、その結果、曲りの内側(風下側)の細胞が潰されて壊れ、しわのようになって目で確認できる状態になったもの(写真4)で、一般的に次のような特徴があります。

- ・「もめ」は風下側の樹幹表面付近に発生することが多く、樹心を越えて風上側まで達するものはまれである。
- ・「もめ」は節周辺で発生することが多い。
- ・素材の外観からは、「もめ」の有無や程度を判断することは難しい。
- ・トドマツ・エゾマツやスギでは「もめ」が発生しやすいが、カラマツでは発生しにくい。
- ・「もめ」がある製材は著しく強度が低下し、構造用製材としては適さない。
- ・「もめ」が無い部分から得た製材は、若干強度が低下する場合もあるが、実用上の強度に大きな問題は無い。

風倒木の利用を考える際に最も重要なことは、素材における「もめ」の有無と程度(材長あたりの本数の密度と、内部にどの深さまで入っているのか。)です。

製材した際に「もめ」が入っていなければ構造用製材としての利用が可能ですが、「もめ」の入っている範囲を確認しにくいいため、「もめ」が大きく入った素材を構造用製材の原木としない方が適当です。

なお、高含水率の辺材部には「もめ」発生の手前の段階である白色斑が見られることがありますが、確実に「もめ」と見分けることは困難です。



写真4 「もめ」の拡大図(トドマツ)

「もめ」の分布

「もめ」は風下側の樹皮側から内部に向かって発生しており（写真5）、樹皮を剥ぐと確認できますが、風上側まで達することもまれにあります。

実際に樹幹の中で「もめ」がどのように分布しているのか、被害木を薄い板にして調査しました（写真6）。

「もめ」は必ずしも連続しておらず、発生する本数の密度や深さについても様々でした（図1）。

「もめ」は途中からいくつにも枝分かれしたり、曲がったりするなど、複雑な分布をしていることも多く見られます。



写真5 幹折れ木の風下側に発生した「もめ」



写真6 トドマツ「もめ」分布

樹心（左）から外側（右）へ25mmごとに製材
（「もめ」はペンでなぞって強調している。）

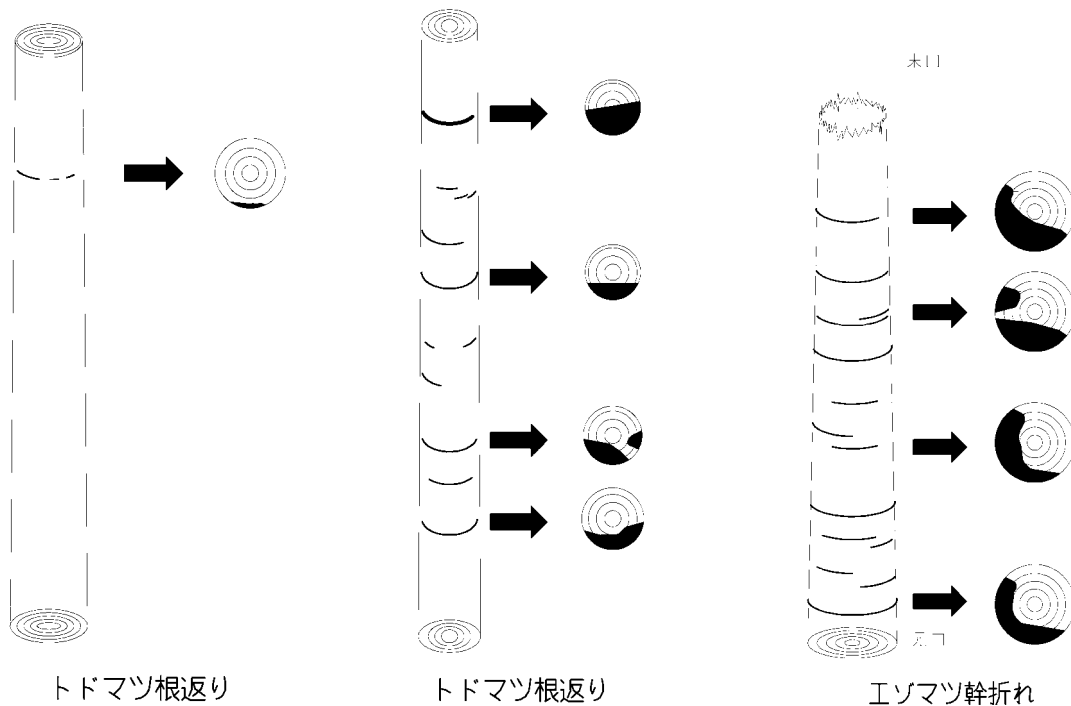


図1 「もめ」の分布の例（黒い部分が「もめ」の範囲で、風下側になる。）

「もめ」の確認の仕方

トドマツの場合、バーカー等で樹皮がきれいに剥けていれば、大きな「もめ」は丸太の表面のしわとなって確認できます（写真7）。樹皮の剥がれ方や、「もめ」の程度によっては、製材した材面をよく見て確認することになります。

なお、「もめ」が数多く入っているほど深くまで入っている傾向が見られます。素材において材長1mあたり1本程度の場合には、一番深くまで入っているもので末口径の20%程度であり、利用上の大きな支障はないと思われま（図2）。

また、材長数mに1本程度の「もめ」は、根返りした際に二次的に発生した、浅いものである可能性が高いと思われま。



写真7 リングバーカーによる剥皮後のトドマツ

「もめ」確認の際の留意点は次のとおりです。

- ・被害木により様々だが、「もめ」は地上高 3~4 m程度の所に一番発生しやすいと考えられる。
- ・理想的には、素材生産の段階で風下側の木口などに印をつけ、製材工場で風下側を意識して挽くことができれば、「もめ」の確認が比較的容易になるため、製品への「もめ」の混入を防ぎやすくなる。
- ・含水率が高いトドマツ等の辺材部の「もめ」は、白い斑点のように見えることから、注意して見れば製材時に確認することもできるが、挽き肌が荒れている場合や、含水率の低い心材部は確認しにくい。
- ・乾燥後は、プレーナーがけして明るい場所でかざして見なければ、確認が難しいことが多い。



写真8 「もめ」と白色斑の混在例
（生材・トドマツ）

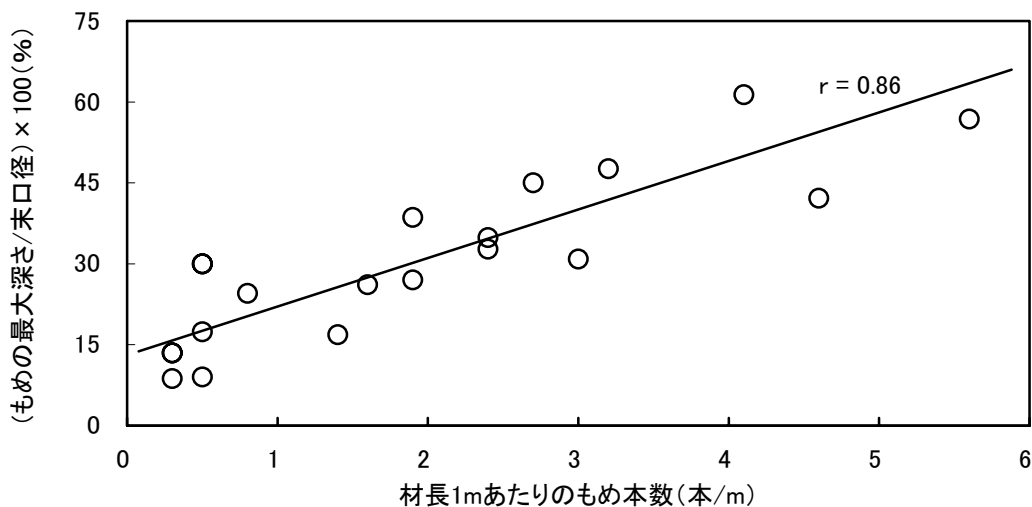


図2 「もめ」の密度と深さの関係 トドマツ・エゾマツの例 (n=21)

「もめ」と「白色斑」

針葉樹風倒木の辺材部に白い斑点（白色斑）が発生していても、必ずしも「もめ」ではありません（写真8）。白色斑は、肉眼で見ることができる「もめ」が発生する前段階の現象で、高含水率部分の水分が絞り出されたものと考えられています。

白色斑は「もめ」と混在していることが多いのですが、「もめ」が入っていなければ利用上の問題にはならないと考えられます。ただし、微細な「もめ」が入っているかどうかについては、注意深く観察しなければ見分けられません。

なお、白色斑は乾燥とともに見分けられなくなります。

被害形態別の「もめ」発生頻度

被害形態別に見ると、「もめ」は幹折れ木に多く、根返り木には少ない傾向が見られました（表1）。

しかし、「もめ」の発生頻度は、強い風を受けた場合に根返りしやすいか、樹幹の強さがどの程度かなど、土壌の条件や根張りの大きさ等の影響によって大きく変わってきます。より正確な発生頻度を把握するためには、林分ごとに標準地調査などを行う必要があります。

また、被害林分で孤立して残っている立木や、大きな被害地に隣接している立木についても、「もめ」の発生に注意して利用する必要があります。

なお、根際から割れている木には、「もめ」が発生している可能性が高いと思われます。

木材の強度に及ぼす「もめ」の影響

木材の強度を表す代表的な数値として、曲げヤング係数と曲げ強さがあります。前者では数値が大きいほど強い力がかかっても曲がりにくいことを、後者では大きいほど強い力で曲げられても破壊しにくいことを示します。

今回の調査結果（表2）と過去の研究から、次のようなことが言えます。

- ・「もめ」が存在しても曲げヤング係数に大きな差は出ないが、曲げ強さは平均すると3~4割程度低下する。
- ・このため、曲げヤング係数と曲げ強さの相関関係を利用して、破壊せずに集成材用ラミナの曲げヤング係数を自動計測する、グレーディングマシンによる等級分けにおいては、精度が低下すると考えられる。

表1 被害形態別「もめ」発生の可能性

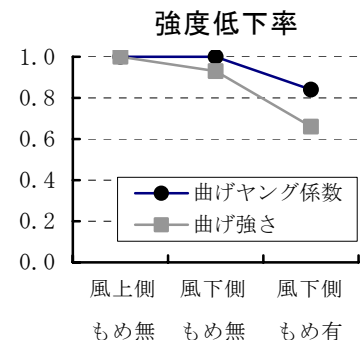
林分の被害状況	発生の可能性			備 考
	根返り木	幹折れ木	幹曲り木※	
被害の少ない林分	小	大	小	幹折れには腐れ等の欠点がある場合が多い。
根返りが多い林分	小~中	大	中	
幹折れが多い林分	中~大	大	大	

※幹曲り木は細い木が多い。

表2 曲げ強度試験の結果

	曲げヤング係数 (kN/mm ²)			曲げ強さ (N/mm ²)		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小
風上側 もめ無し	8.92 (1.00)	9.85	7.87	69.89 (1.00)	78.81	60.12
風下側 もめ無し	8.95 (1.00)	10.23	8.06	65.52 (0.93)	77.30	57.15
風下側 もめ有り	7.52 (0.84)	8.74	5.77	46.22 (0.66)	57.32	29.80

注) 括弧内は、風上側もめ無しに対する比率（右図）



- ・原木の木口を叩き、発生する音波によってヤング係数を測定するという簡便な方法(縦振動法)では、「もめ」の有無による差は認められない。
- ・「もめ」による強度低下は概ね予測できるが、「もめ」が製材に含まれている状況の正確な判定は非常に難しい。

実際の製材においては、「もめ」が製材の断面全体に分布していたり、部分的に含まれていたりしており、その入り方に応じて強度が低下します。

なお、衝撃的な力が加わって木材が曲げ破壊される際に吸収するエネルギーを測定する、衝撃曲げ強度試験も行いました。その結果、「もめ」のある素材において、「もめ」の無い風上側に比べて風下側は「もめ」を含むと7割程度、「もめ」を含まない部分でも5割程度の強度低下が見られました。

通常、製材は衝撃を与えられるような使い方をしないため、「もめ」を含まない製材は実用上の強度に問題はありませんが、「もめ」のある素材の風下側には目に見えない傷が入っていると考えられ、「もめ」の確認が難しいことと併せて、「もめ」が材長1mあたり2本以上と大きく入っている素材は、構造用製材の原木として用いないことが望ましいと思われまます。

利用にあたっての注意（まとめ）

トドマツ、エゾマツ等の風倒木を安全かつ有効に活用するための留意点は、次のとおりです。

①一般的な留意点

- ・風倒木の利用において注意しなくてはならないのは、製材した場合の強度に大きく影響を及ぼす「もめ」の有無と程度であり、素材の材長1mあたり1本程度までが、構造用製材原木として利用する際の実用上の目安になると思われる。
- ・「もめ」は風下側に発生し、樹心近くに達することがあるが、風上側まで続くものはまれである。
- ・「もめ」が多数入っている素材は、「もめ」が深くまで入っている傾向がある。
- ・「もめ」は、樹皮を剥ぐと確認できるほか、製材をした場合などには、含水率の高い辺材で見つけやすい。
- ・「もめ」の有無と程度については、「もめ」が発生しやすいと考えられる地上高3~4m程度の部位で確認するのが効率的である。
- ・なお、カラマツは「もめ」が発生しにくい。

②素材生産の際の留意点

- ・トドマツ、エゾマツの場合、幹折れや幹曲がり、根際から割れた木では、「もめ」が発生している可能性が非常に高く、根返り木では低い傾向がある。
- ・このため、素材生産時には現場の状況に応じて、幹折れ木・幹曲り木と、根返り木とを、別々に集積することが望ましい。
- ・「もめ」の発生頻度は樹種、立地条件等により異なるため、林分ごとにどの程度「もめ」が発生しているかをより正確に予測するには、標準地調査を行うなどして確認する必要がある。

③製材等に用いる際の留意点

- ・トドマツ、エゾマツの場合、「もめ」があると強度(曲げ強さ)が3~4割程度低下することが多いが、「もめ」が軽微なものから、激しく繊維が傷んでほとんど強度が期待できないものまで様々であり、その程度を正確に判断することは難しい。
- ・「もめ」の発生した木においても、「もめ」の無い部分についての強度は、実用上の大きな問題はない。
- ・「もめ」の有無は、グレーディングマシン等の機械を用いても見つけることはできないので、「もめ」の確認は目視で注意深く観察することが必要である。
- ・製材工場では、剥皮後、製材時、製品検査時等に「もめ」を確認できるため、「もめ」の発生している可能性のある原木を利用する際には、現場の担当者が「もめ」について十分に理解して対応することが必要である。

なお、風倒木利用上の留意点については、平成16年10月に北海道水産林務部森林整備課が編集・発行した「風倒木被害復旧対策技術指針(台風第18号被害)」も参照してください。