

2004年台風18号による風倒木被害の要因

— 道有林での解析事例 —

佐藤 創・阿部友幸

はじめに

2004年台風18号は9月8日早朝から昼過ぎにかけて北海道の西海上を北上した。この台風による強風により、北海道内の森林は広い範囲で風倒被害を受けた。被害の直後から被害の激しかった苫小牧市、千歳市、羊蹄山ろく周辺、雄武町などで、被害の要因についての調査・解析が行われた結果、次のような被害形態が明らかになった。①若齢級よりも高齢級の林で被害が多かった、②トドマツ・カラマツ人工林に大規模な根返りによる被害が発生した場所では根が浅い部分にしか張っていなかった、③風が特に強かった場所ではトドマツの幹折れ被害が多かった、④風の吹く方向に向いている斜面や見晴らしの良い場所で被害が多かった、⑤広葉樹が針葉樹よりも被害が軽かった。

全道的な傾向をつかむにはより広い範囲で、被害の少なかった地域を含めて被害の特徴を解析する必要がある。また、施業の被害に対する影響を調べるには多くの林分でのデータが必要になってくる。そこで、ここでは道内の全ての道有林において行われた被害実態調査のデータを用いて、広範な地域を対象にした被害の全体的な傾向を把握するとともに、特に間伐施業に注目し、間伐が被害の受けやすさを与える影響について解析を行ったので、その内容を報告する。

道有林全体の被害要因の解析

解析には道有林の全小班森林調査簿を用いた。被害後の各森づくりセンターでの緊急の調査により被害を受けた小班において被害面積率が測定されたが、被害が少しでもあった林分を「被害有り」、それ以外の林分を「被害無し」とした。まず、46,133の全小班のうち解析に適さないと判断された伐採跡地、未立木地などの小班を除外した40,127小班を用いて、道有林全体の傾向について解析を行った。解析に用いた要因は森林の種類、林齢、斜面傾斜角、斜面方位、最大風速の5要因とした（表-1）。

表-1 道有林全体の被害要因の解析に用いたデータ

要因	用いた値またはカテゴリー
森林タイプ	カラマツ人工林、トドマツ人工林、アカエゾマツ人工林、その他針葉樹人工林、広葉樹人工林、天然林
林齢	林齢の値（年）
斜面傾斜角	傾斜角
斜面方位	傾斜のある小班については8方位に分割し、傾斜のない小班は平坦地とした。
最大風速	全道156箇所の気象官署（气象台・測候所）における2004年9月8日の毎正時から10分間の平均風速のうちの最大値を求め、全道を約2kmのメッシュに区切り、各メッシュでの最大風速を推定した。各小班の中心位置が含まれるメッシュの最大風速をその小班の最大風速とした。

解析にはロジスティック回帰分析という方法を用いた。この解析は被害確率（被害を受けた小班数の全小班数に対する割合）に上記の5要因がどの程度影響を与えていたかを推定するものである。以下に各要因と被害確率の関係を示す。

1) 森林の種類による被害確率の違い

森林の種類別に見ると、風倒被害を最も受けやすかったのはトドマツ人工林で、以下カラマツ人工林、アカエゾマツ人工林、その他針葉樹人工林、広葉樹人工林、天然林の順に被害を受けにくくなった(図-1)。針葉樹が広葉樹よりも風倒被害を受けやすいことは、既往の結果とも一致した。さらに、1954年の洞爺丸台風による風倒被害においても同様の報告がなされており、一般的な傾向であると言える。

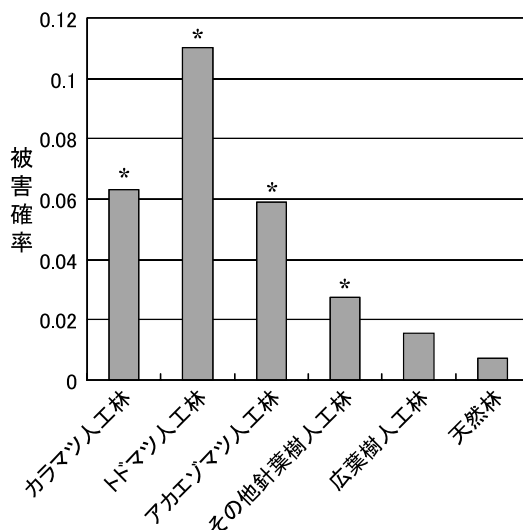


図-1 森林の種類別の被害確率 (被害を受けた小班の割合)
*は天然林と比べて統計的に有意な差があることを示す (p<0.05)。被害確率は樹種以外の要因が平均的な値を持つとして計算した。

2) 林齢と被害確率の関係

林齢と被害確率の関係を見ると、林齢とともに被害確率は高くなる傾向が見られたが、林齢80年を過ぎると逆に被害が少なくなる傾向が見られた(図-2)。既往の報告では60年生が被害確率のピークになっているものや、80年生前後で被害確率がピークを示すものが見られた。林齢の増加とともに樹高が高くなり、風を受けやすくなるが、樹高成長が止まり、直径成長が主体になると形状比(樹高/直径)が低下し倒れにくくなるのではないかと推察される。

3) 斜面の傾斜角と被害確率の関係

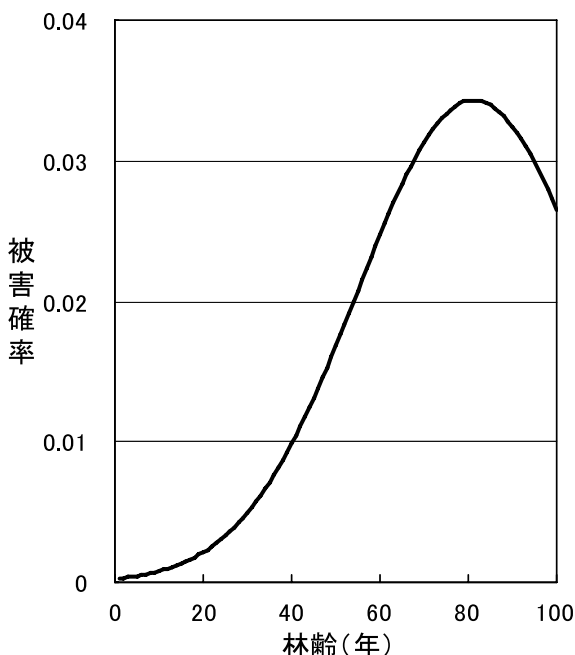


図-2 林齢と被害確率(被害を受けた小班割合)の関係 (統計的に有意, P<0.05)
被害確率は林齢以外の要因が平均的な値を持つとして計算した。被害確率がピークを示す式が、単調増加の式に比べて統計的には良く適合したため、ピークを示す式を採用した。

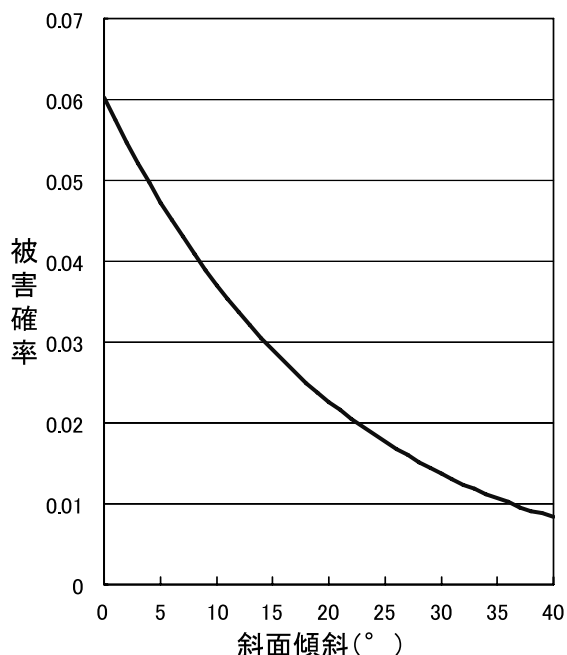


図-3 傾斜角と被害確率(被害を受けた小班割合)の関係 (統計的に有意, P<0.05)
被害確率は傾斜角以外の要因が平均的な値を持つとして計算した。

斜面の傾斜と被害確率の関係をみると、傾斜が急になるほど被害確率が低くなる傾向が見られた(図-3)。既往の解析結果では、主風方向と反対を向いた斜面では同様の傾向であるが、主風方向に向いた斜面では、傾斜が急になるほど被害確率が高くなるという逆の傾向が見られた。1954年の洞爺丸台風による風倒被害においては、今回の結果と同様に傾斜の緩い場所で被害が多かったという報告がある。平坦地では地下水位が高く、根張りが浅くなり根返りしやすくなることが考えられるが、上記の例のように主風方向に向いた斜面では傾斜が急になるほど風を受けやすくなることも考えられ、今後の詳細な解析が必要である。

4) 斜面方位による被害確率の違い

斜面方位ごとの被害確率の間には有意な違いは見られなかった(図-4)。今回の台風の主風は南西向きであったが、南西向きの斜面で特に被害確率が高い傾向は見られなかった。既往の報告によると、主風方向の斜面で被害を最も受けやすく、その反対側に向いた斜面ほど被害を受けにくいことが示されており、今回の結果とは異なった。洞爺丸台風による風倒被害においても、主風方向に向いた斜面で被害が多いことが示されたが、同時に山を吹き降ろす風による被害も多かったという報告もある。斜面の方位と風の強さの関係については、前述の傾斜角との関係も含めて、今後のさらなる研究が必要である。

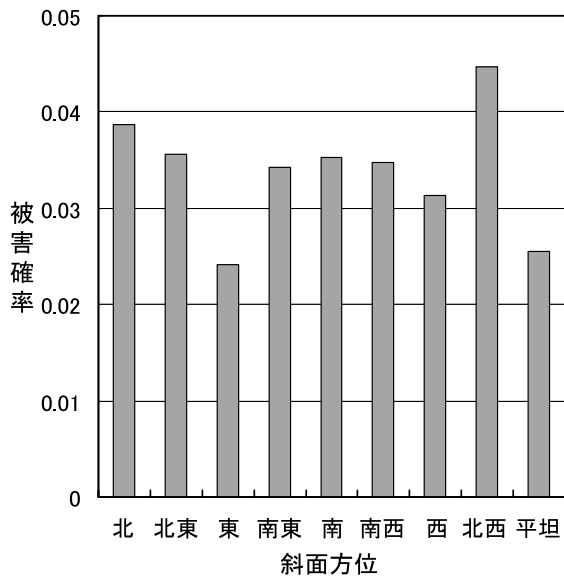


図-4 斜面方位ごとの被害確率 (被害を受けた小班割合)
平坦地と各方位との統計的な差は見られなかった。被害確率は斜面方位以外の要因が平均的な値を持つとして計算した。

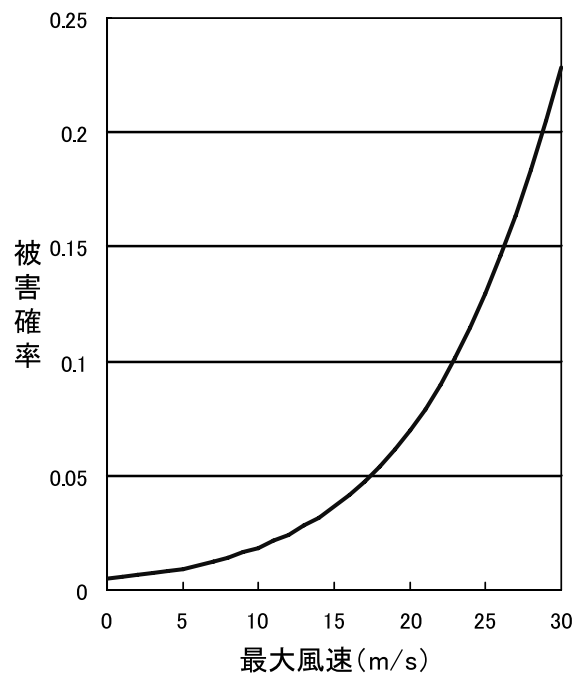


図-5 最大風速との被害確率 (被害を受けた小班割合) の関係 (統計的に有意, P<0.05)
被害確率は最大風速以外の要因が平均的な値を持つとして計算した。

5) 最大風速と被害確率の関係

最大風速が大きくなるほど被害確率は高くなるという統計的に有意な関係が見られた(図-5)。今回の台風では道内でも地域により最大風速に違いが見られたが、道有林全体としてみると、最大風速の大きかった地域で被害を受けやすかったと言える。

間伐が被害に及ぼす影響の解析

つづいて、道有林の中でも小班数の多いカラマツ人工林とトドマツ人工林に注目し解析を行った。特

に同じ林齢の林に対して異なる間伐を行った影響を把握するために、小班数の多かった41年生～50年生の小班を対象に、過去の間伐回数と最終間伐からの経過年数が被害に及ぼした影響を解析した。ただし、間伐回数がゼロの小班は経過年数がないため除外した。最終間伐からの年数については、間伐直後には被害に遭いやすく、樹冠の閉鎖とともに被害に遭いにくくなること、さらに時間が経過すると込み合い度が高くなり被害に遭いやすくなるということが予想されたので、経過年数を3区分して解析を行った(表-2)。上記の道有林全体の解析で被害に影響があるとされた斜面傾斜角、最大風速も解析の要因として加えた。解析を行った小班数はカラマツ林986、トドマツ林2,139であった。

表-2 間伐と被害の解析に用いたデータ

要因	用いた値またはカテゴリー
間伐回数	過去の間伐回数 (0回は除く)
最終間伐からの年数	5年未満, 6年以上10年以下, 11年以上
斜面傾斜角	表-1と同じ
最大風速	表-1と同じ

1) 間伐が被害に及ぼした影響とは？

間伐回数と被害の関係については、カラマツ林、トドマツ林とも間伐回数が多くなるにつれて被害確率が小さくなる傾向が見られたが、カラマツ林の方がその傾向が明らかであった(図-6)。ただし、両者とも統計的には有意ではなかった。

最終間伐からの年数と被害の関係については、カラマツ林では最終間伐からの年数が11年以上になるとそれ以前に比べて被害確率が高くなったのに対して、トドマツ林では最終間伐からの年数が長くなるほど被害確率が小さくなるという異なる傾向が見られた(図-7)。

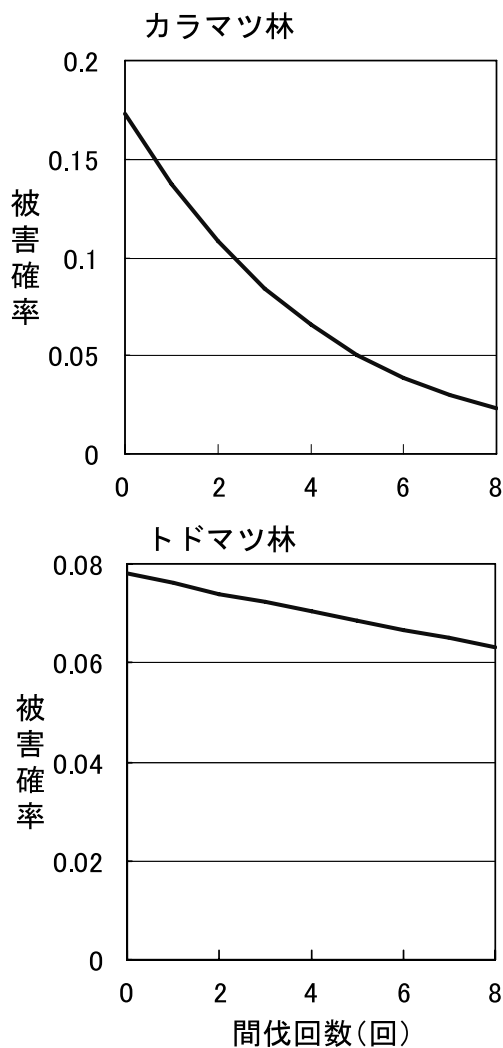
カラマツやトドマツ人工林の一般的な施業指針では、平均的な間伐間隔は8年程度となっていることから、その年数を超えると込み合い度が徐々に高まってくると予想される。それにもかかわらず2種の間で異なる間伐の影響が見られたのは、カラマツはトドマツに比べると成長が速く、込み合いが進行しやすかったためではないかと考えられる。すなわち、カラマツでは間伐により込み合いが解消され、被害に遭いにくくなるが、次の間伐が遅れると込み合いが進行し被害に遭いやすくなったのではないかと考えられる。それに対して、トドマツでは間伐直後には風が吹きぬけ、被害に遭いやすくなるが、樹冠や直径の成長が進むのに伴い被害に遭いにくくなったのではないかと考えられる。

風倒被害を少なくするには？

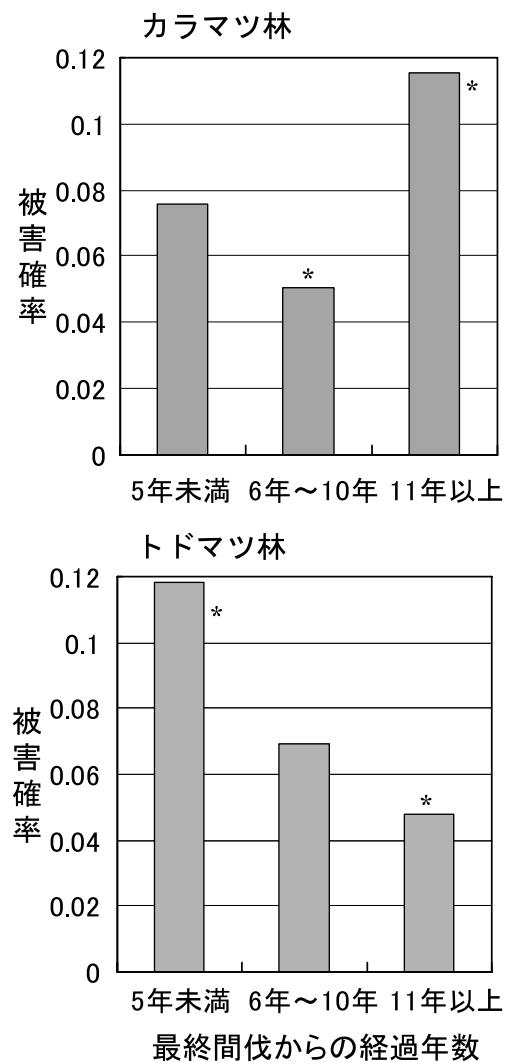
以上の結果に基づくと、風倒被害を軽減するための森づくり方法として次のことが示唆される。

- ① 平坦地のような風倒被害を受けやすい場所では、広葉樹を主体にした林に誘導する。
- ② また、そのような場所では伐期を短くする。
- ③ カラマツについては間伐が風倒被害の軽減に効果があるが、トドマツでは間伐直後に風倒被害を受けやすいため、風の強い場所では1回の間伐率を低くした方が良いと言える。

今回は、道有林全体の緊急的な被害調査のデータをもとに被害要因の傾向をつかむにとどまった。この解析で特に問題として浮び上がった地形と風の吹き方の関係や間伐の効果などについては今後、詳細な研究が必要と考える。



図一六 過去の間伐回数と被害確率 (被害を受けた小班割合) の関係 (統計的に有意ではない) 上段がカラマツ林, 下段がトドマツ林を示す。被害確率は最終間伐からの年数, 斜面傾斜角, 最大風速が平均的な値を持つとして計算した。



図一七 最終間伐からの年数ごとの被害確率 (被害を受けた小班割合) の関係 上段がカラマツ林, 下段がトドマツ林を示す。*印を付した経過年数間には統計的に有意な差があった (P<0.05)。被害確率は過去の間伐回数, 斜面傾斜角, 最大風速が平均的な値を持つとして計算した。

さらに詳しく知りたい方は以下の文献が参考になります。

阿部友幸 (2005) 苫小牧市王子製紙社有林における風倒被害の要因解析とハザードマップ作成. リモートセンシングによる森林風倒被害解析報告書-2004年台風第18号による被害調査-. p.51-54. 北海道森林災害リモートセンシング研究会.

北海道立林業試験場 (2004) 2004年台風18号被害に関する調査速報. 光珠内季報, No.137, p.1-12.

支笏湖周辺風倒木被害復旧対策検討委員会 (2005) 支笏湖周辺風倒木被害復旧対策検討委員会報告書.

(森林環境部)