

トドマツ枝枯病被害林分の施業方法

- 林型区分と林型ごとの種多様性 -

大野 泰之*・山田 健四**

北海道の人工林面積は約 152 万 2 千 ha と道内の森林面積の約 27%を占めており、その大半は針葉樹の一斉林です。木材生産をはじめとする森林資源の管理は、生物多様性の保全等を基準とした持続的な利用が世界的な課題となっており、このことは木材生産が主目的である人工林にもあてはまります。

国有林、道有林では木材生産に重点を置いた森林経営から公益的機能を重視した森林経営への転換がなされており、人工林についても樹種の多様性に配慮した混交林の造成や、保育施業が行われる機会が増加すると予想されます。

道内には、若齢時に気象害や病虫獣害などによって大きな被害を受け、成林する見込みがないと判断され、その後の管理が放棄された不成績造林地が広い範囲に存在します。とくに、多雪地域では、1960 年代の後半から蔓延したトドマツ枝枯病により、～ 齢級の幼齢トドマツ人工林が 2 万 ha にわたり被害を受けました（以下、被害林分と言う）。現在、これらの林分には広葉樹が侵入し、残存したトドマツとの混交林に推移した林分が数多く見受けられます。

しかし、被害林分の種組成や林分構造は様々であるため、経済林としての可能性や種多様性は林分ごとに異なると考えられます。このため、被害林分を管理方法を検討するためには、経済林としての可能性や種多様性が類似した林型を把握しておく必要があります。そこで、被害林分の林型区分と林型ごとの樹種の多様性を比較し、林型に応じた保育方法について検討しました。

トドマツ枝枯病被害林分の現状

代表的な被害林分の概況を把握するため、トドマツ枝枯病の発祥地である道有林美深経営区管内において 49 ケ所の被害林分（林齢 17～39 年）を調査しました。調査を行った林分はいずれも植栽木の 1/3 以上の個体が、枯死または激害木（梢端部に被害が及んだ個体）となった激害林分です。

被害林分の胸高断面積合計は林齢が高くなるにつれて増加する傾向が認められ（図 - 1a）残存したトドマツや侵入広葉樹の蓄積が林齢とともに増加していることを示しています。被害林分の中には、林齢が

高いにもかかわらず胸高断面積合計が少なく（図 - 1a）疎林状を呈した林分も認められますが、ほとんどの林分では森林としての様相を呈しています。
トドマツの優占度

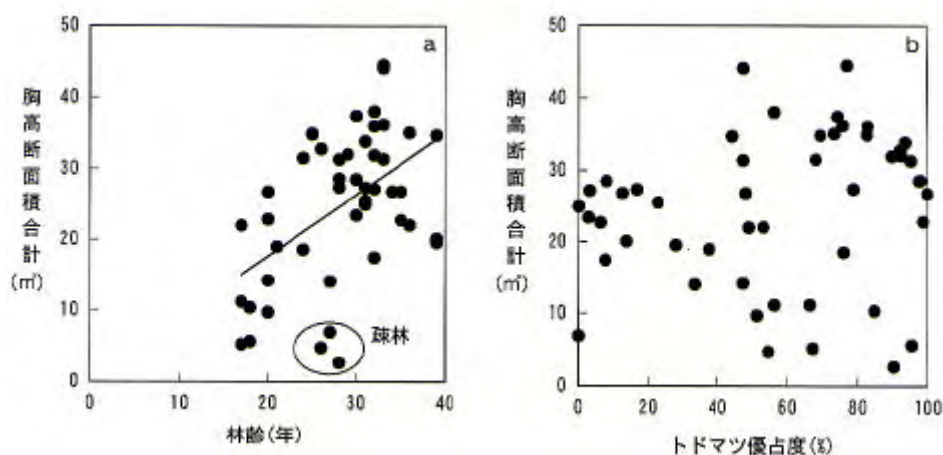


図-1 林齢、トドマツ優占度と胸高断面積合計の関係

(ここでは、優占度を林分の胸高断面積合計に占める各樹種の胸高断面積比とする)は胸高断面積合計との間に相関はなく(図-1b)必ずしもトドマツ優占度が低い林分の胸高断面積合計が低くなる傾向は認められませんでした。つまり、壊滅的な被害にあった林分でも広葉樹が侵入し、時間の経過とともに広葉樹林やトドマツとの混交林に推移したことを示しています。

林型区分の方法

森林を踏査する人は、「トドマツが多い林分だな」とか、「ダケカンバなどの広葉樹が多い林分だな」と、林分を構成する樹種により林型を識別し、保育方法を検討するはずですが、林分を構成する樹種の量や割合が被害林分を林型区分する際の根拠となります。そのため、樹種構成や樹種ごとの優占度をもとに互いの林分がどれだけ似ているか、あるいは似ていないかを数値として評価できれば、被害林分の林型区分ができると考えました。例えば林分間の類似性を示す指標の一つに「類似度(ここではユークリッド距離を類似度とする)」があります。この指標では、林分間の樹種構成と樹種ごとの優占度がまったく同じであれば0となり、これらが異なるほど大きな値となる示数です。

種組成の類似した林分がまとまって配列するように、調査した49林分間の類似度を用いて多変量解析を行いました。そして、多変量解析によって配列された順番にトドマツの優占度を並べた結果、植栽樹種であるトドマツ優占度によって被害林分が特徴づけられました(図-2)図-2の左側の林分は30%以下のトドマツ優占度を示し、65%以上の優占度を示す林分は右側に位置しています。両者の中間に位置する林分は30~65%の優占度を示しています。

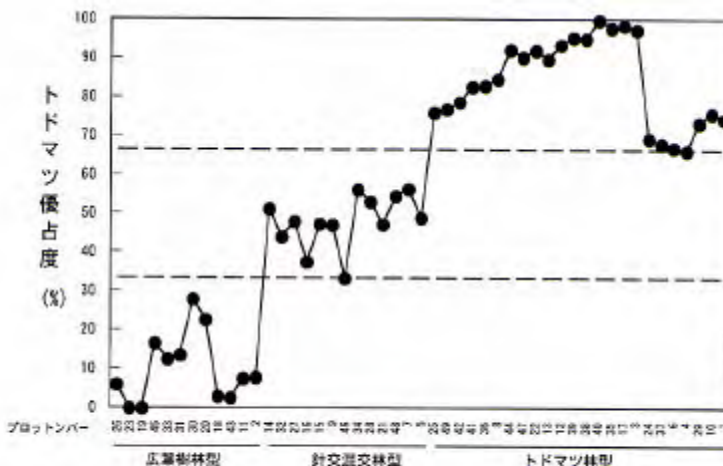


図-2 多変量解析によって得られた順番に配列した各林分のトドマツ優占度

これらの値(30%, 65%)は被害林分を3つのタイプに区分する境界値であると同時に、トドマツ優占度を単純に3等分した値、33.3%、66.6%と近似しています。この結果をもとに被害林分を次のように区分し、林型を新たに定義しました。

- トドマツ林型：トドマツ優占度が $2/3(66.6\%)$ 以上の林分
- 針広混交林型：トドマツ優占度が $1/3 \sim 2/3(33.3 \sim 66.6\%)$ の林分
- 広葉樹林型：トドマツ優占度が $1/3(33.3\%)$ 未満の林分

しかし、優占度という指標は現場では馴染みの薄い言葉ですし、優占度を算出するためには手間がかかるため、より簡便で分かりやすい林型の把握方法を検討する余地があります。

現在の林況は、そもそも枝枯病の被害程度を反映し、被害が軽微だった林分はトドマツ林型として維持され、壊滅的な被害に遭った林分は広葉樹林型へと推移し、中間的な被害程度の林分が針広混交林型へと推移したものと推察されます。つまり、被害程度が軽微だった林分ではトドマツの残存密度が高く、逆に激害を被った林分では低いはずですが、そこで、被害程度の指標であるトドマツの上層木密度と、林況の区

分基準であるトドマツ優占度との関係を解析しました（図-3）。両者にはかなり密接な関係が認められ、トドマツ上層木密度が高くなるほどトドマツ優占度も増加する関係がありました。つまり、トドマツ優占度を算出しなくとも、トドマツ上層木密度によって林型を把握できることが明らかになりました。

林型の区分基準に相当するトドマツ上層木密度を算出すると、トドマツ林型：トドマツ上層木が750

本/ha以上の林分、針広混交林型：トドマツ上層木が270～750本/haの林分、広葉樹林型：トドマツ上層木が270本/ha未満の林分となりました。

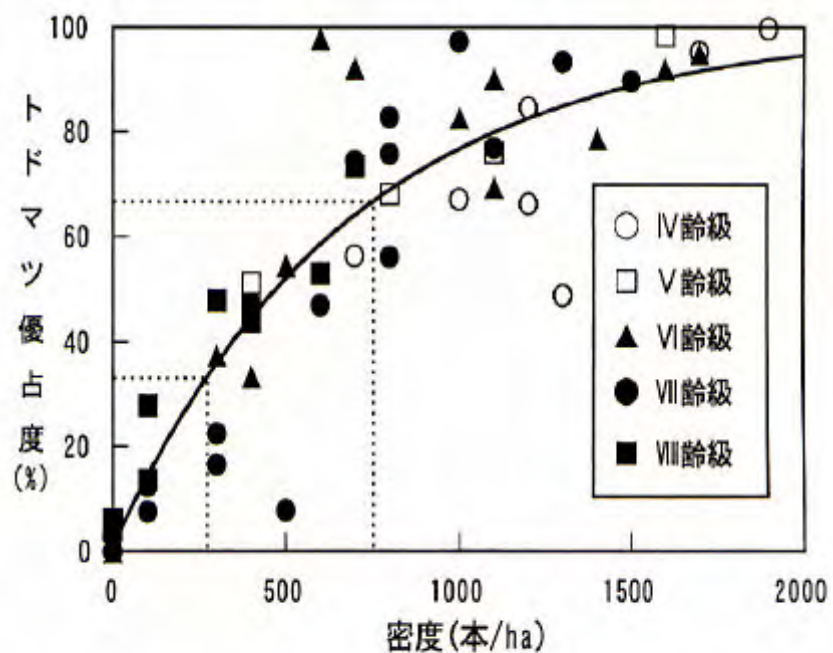


図-3 トドマツ上層木密度とトドマツ優占度の関係

林型タイプの種組成

広葉樹林型や針広混交林型の林分では、広葉樹の取扱いを無視した保育はありえないため、広葉樹の種組成を知る必要があります。そこで、各林型ごとの樹種別の優占度を表-1に示しました。広葉樹林型ではトドマツ優占度が10%と低く、ダケカンバが42%、ケヤマハンノキが23%を占める林分です。針広混交林型ではトドマツが48%の優占度を示し、ダケカンバとケヤマハンノキがそれぞれ17%と14%混交した林分です。トドマツ林型では植栽木であるトドマツが80%以上の優占度を示し、広葉樹の優占度が10%程度の林分です。このように、被害林分は主にトドマツとダケカンバ、ケヤマハンノキの優占度によって特徴付けられていますが、優占度は低いものの、ナナカマドやイタヤカエデ、ミズナラなど、様々な広葉樹が林分の構成種となっています。

木本植物の種多様性

これからの森林管理の課題として、生物多様性の保全があげられます。ここでは、被害林分における木本植物の種多様性を林型ごとに比較します。

種多様性を示す指標の一つに多様度指数 H' があります。 H' は種数と種ごとの優占度を加味した指標で、多様性が高いほど大きな値になり、逆の場合は低い値となります。例えば、種数が多くても、その中のある種の優占度だけが低い状態は多様性が低いということになります。

侵入した広葉樹の種数は林型間で差がありませんでしたが、トドマツ林型の H' は0.59と広葉樹林型の1.10、針広混交林型の1.41と比較して小さく（表-1）木本植物の種多様性が低いことが分かりました。また、トドマツ上層木密度と H' との関係では、密度が低くなると H' が高まる傾向が認められました（図-4）。

林型に対応した施業方法の検討

被害林分はトドマツ優占度によって区分され、トドマツ上層木密度や H' は林型ごとに異なっていました(図-3,表-1)これらの結果から、誘導可能な目標林分を林型ごとに設定し、それに対する施業方法について検討します。今回、調査を行った林分の平均林齢が28年であったため、ここでは30年生の林分に対して行う施業を想定しています。

トドマツ林型のトドマツ上層木の本数は750本/ha以上であり、トドマツ人工林の等地球仕立の施業体系による林齢33年生の立木密度720本/haを上回っていません。被害林分はトドマツ人工林としての管理が放棄された林分ですが、トドマツ林型については従来の人工林に対する施業方法の適用が可能と考えられます。しかし、残存するトドマツ上層木の密度は750~1900本/haと林分ごとに異なるため、既存の地位別・仕立て本数別の施業体系と照らし合わせ、間伐時期・仕立て本数を決めるのが良いでしょう。

広葉樹林型ではトドマツ上層木密度が270本/ha未満であり、すでに通常の人工林の主伐時(林齢80年生)の密度を下回っており、トドマツを主体とした管理は現実的ではありません。この林型では、ダケカンバやケヤマハンノキが優占する広葉樹林が形成されているため(表-2)カンバ二次林に対する施業に準じた保育を行うのが良いでしょう。ダケカンバ、ケヤマハンノキは林分の上層を占めていることが多いため、 H' の維持・向上を図るためには、両樹種の上層木からも間伐するとともに、これら以外の広葉樹を残すことが重要です。また、上層木の間伐はダケカンバ上層木の直径成長の促進にも寄与すると考えられます。

表-1 各林型の樹種別の相対優占度と広葉樹の種数、木本植物の種多様度指数 H'

樹種	広葉樹林型	針交混交林型	トドマツ型
トドマツ	10.3	47.8	84.1
ダケカンバ	42.4	17.3	5.4
ケヤマハンノキ	23.3	13.9	1.2
ナナカマド	5.8	2.1	0.8
イタヤカエデ	3.1	1.9	0.7
キハダ	1.1	3.7	3.3
シナノキ	1.2	0.4	0.5
ミズナラ	2.3	0.6	0.5
ハルニレ	0.7	0.2	0.5
ハリギリ	1.4	0.6	0.3
オヒョウ	2.9	0.3	0.3
ヤチダモ	3.2	1.4	+
バッコヤナギ	0.6	4.9	0.7
ミズキ	-	1.4	0.3
広葉樹の種類	7.3	10.1	8.0
H'	1.10	1.41	0.59

表中にはトドマツと10箇所以上の林分に出現した広葉樹を示している。値は各林型に属する林分の樹種別の優占度の平均値であり、+は優占度が0.1%未満を示し、-は出現しなかったことを示す。

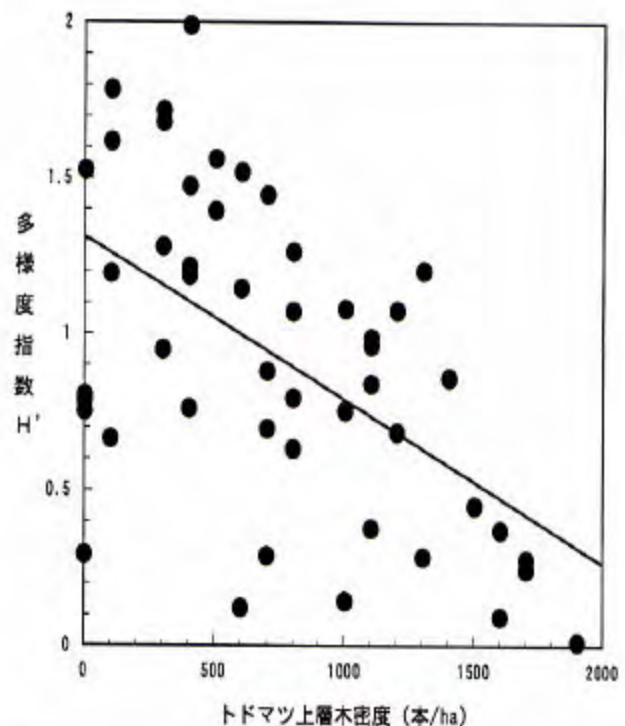


図-4 トドマツ上層木密度と多様度指数 H' の関係

従来の施業方法を簡単に適用できないのが針広混交林型です。この林型ではトドマツ上層木密度が 270~750 本/ha であり、既往のトドマツ人工林の密度管理を実施するためには低すぎます。だからといって、広葉樹だけを目的とした管理をする訳にもいきません。この林型の施業を行うためには、天然生の針広混交林を参考にすべきと考えられます。天然生の針広混交林の特徴の一つに、針葉樹と広葉樹がそれぞれ群状に分布する「パッチ構造」があげられます。このようなパッチ構造こそ、100 年前の北海道の天然林にみられた本来の姿です。被害林分の針広混交林型の林分でも同様にパッチ構造が形成されていました（図 - 5）。このため、トドマツのパッチではトドマツを育成し、広葉樹のパッチではダケカンバやハンノキだけでなく、その他の広葉樹を育成することにより、種多様性の高い針広混交林に誘導できると考えられます。

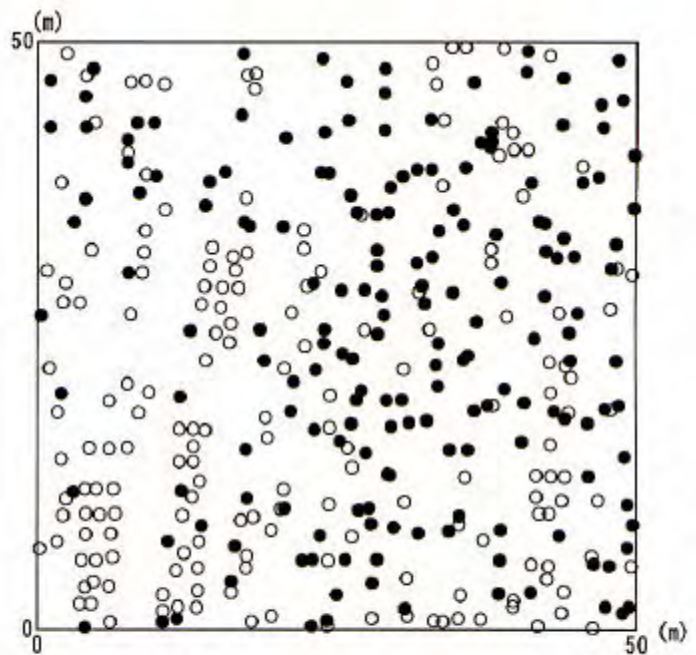


図 - 5 針広混交林におけるトドマツと広葉樹の立木位置

調査地は道有林美深経営区276-62小班、面積は0.25ha
白丸はトドマツ、黒丸は広葉樹を示す。トドマツが集中する部分（パッチ）と広葉樹が集中するパッチが認められる。

おわりに

トドマツ枝枯病被害林分は、枝枯病による被害のためにその後の管理が放棄された結果、トドマツ林型、広葉樹林型、針広混交林型に推移しました。このうち、針広混交林型については、パッチ内の本数管理や大きさを管理するための保育技術の確立が今後の課題です。

現在、林業試験場では天然林にみられるパッチ構造をもつ混交林の造成を図るため、アカエゾマツと広葉樹3種（ミズナラ、シナノキ、ダケカンバ）をパッチ状に植栽する混交林造成試験を実施しています。このようなパッチを考慮した混交林の育林技術や、パッチの管理方法についての調査を行い、種多様性の高い森林の造成や育成を検討していきたいと思ひます。

（*育林科，**企画課）