

60年生ヨーロッパトウヒ人工林における間伐強度試験

滝谷美香・大野泰之・内山和子・蝦名益仁・山田健四

はじめに

ヨーロッパトウヒ (*Picea abies* (L) H Karst.) はヨーロッパ全域に自生する常緑針葉樹 (松井 1965) です。ドイツトウヒ、オウシュウトウヒなどとも呼ばれます。北海道では1900年代以降に導入され (小澤 1964), その後一旦植栽面積は減少しましたが, 戦後に再び増加しました (森田ほか 1969)。2019年の造林面積は人工林全体の0.7%と少ないですが, ヨーロッパトウヒは成長が早く (佐藤・坂本 1981, 滝川ほか 1980), 枯死も発生しにくいという性質から, 主に鉄道防雪林や耕地防風林として植栽されています。原産地域であるヨーロッパでは, 建築用材や家具用材のほか, ヴァイオリンのような弦楽器の響板として利用されています。日本においては, ホワイトウッドとして建築用材などが輸入されていますが, 国内においては, 近年では生産林として植栽されることは少なくなりました。しかし, 戦後もなく植栽された林分は利用期を迎えていることから, 林業試験場に対しては, 製材としての利用のほかカーボンオフセットの観点から, 今後の取扱方法についての問い合わせもあがるようになりました。林業試験場では, ヨーロッパトウヒ人工林に対して, 5段階に強度を設定した間伐試験地を設定し, 60年間にわたり調査・研究を行ってきました (菊沢 1978, Kikuzawa and Umeki 1996, 梅木 2001)。この報告では, 当林分の状況について解析を行うと共に, ヨーロッパトウヒ人工林の管理方法について考察します。

材料と方法

本調査地は, 北海道立総合研究機構林業試験場光珠内実験林 (美唄市光珠内) に設定しました。ヨーロッパトウヒを1962年に3000本/ha (小班面積1.6ha) で植栽し, 21年次の1982年に0.1ha (36.5m×27.5m) の試験区5つを配置し間伐処理を行いました。各試験区の本数間伐率 (試験区名) をそれぞれ78% (T-78), 49.3% (T-50), 31.3% (T-30), 15% (T-15) としました (図-1)。残りの1箇所は無処理 (間伐率0%; T-0) としました。更に36年次の1997年に2回目の間伐を行い, 上記の順に21%, 36%, 31%, 33%及び0%の間伐を実施しました。21, 23, 25, 36及び60年次に胸高直径 (cm) を, 21, 25及び60年次に樹高 (m) を測定しました。測定結果を基に, 幹材積表 (中島 1948) のうち直径による推定式 (針葉樹) を用いて, 各立木の材積を推定し, 調査区当たりの合計値を面積で除し林分材積 (m^3/ha) としました。林分成長量を比較するために, 年間の平均純成長量 ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{year}$) を求めました。また, 各調査年における立木の本数密度 (本/ha) を計算しました。



図-1 間伐強度別試験区の配置図

数値：初回間伐時の間伐率

下地写真：UAV撮影により作成したオルソ写真 (2021年8月撮影)

白線：LiDAR-DEMにより作成した5m等高線

直径成長と樹高成長

始めに, 間伐処理と直径成長の関係について説明します。1回目の間伐直前 (21年次) の胸高直径は, T-0 から間伐率の昇順に平均直径±標準偏差で示すと, 11.0 ± 3.0 , 11.5 ± 3.3 , 14.2 ± 2.8 , 14.9 ± 2.9 及び $13.4 \pm 3.4\text{cm}$ で, 間伐前の時点で T-0 及び T-15 で他の試験区よりも小さい傾向にありました。胸高直径の年次推移を図-2a に示します。林齢により胸高直径が増加し, 特に21年次から36年次に向け

ては間伐強度により成長量に差が生じているように見えます。36年次から60年次にかけて更に差は広がり、T-0では平均直径が 27.2 ± 7.0 cmであるのに対し、最も大きいT-78では 45.4 ± 5.7 cmでした。間伐強度により平均直径に大小が生じていましたが、直径の伸び（成長速度）を比較すると、T-0以外にT-30で低く抑えられる傾向にありました。

一般的に、直径は林分密度の影響が大きく、本研究においても間伐強度による林分密度の違いが直径成長に反映されていました。ただし、T-30は他の試験区と異なる振る舞いをしていることから、他の要因が影響を与えている可能性が残りました。

次に、間伐処理と樹高成長の関係について比較します。平均樹高は間伐以前から差があり、21年次ではT-0で低く 7.2 ± 1.4 m、T-30で最も高く 10.6 ± 1.0 mとなりました（図-2b）。60年次では、T-0で 24.4 ± 1.5 mであるのに対し、その他の試験区では27.4m~28.8mとなり、T-0での平均樹高のみが低い結果になりました。

上記結果では、間伐以前から試験区間に平均樹高の差がありました。樹高は生育場所の地形や気象条件等の影響が大きいとされています（福地・鳥田 1996）。上層高であれば、局所的な環境要因、例えば斜面上の位置や土壌の状態などの違いが反映される可能性もあります。全体の平均値を扱った本報告では、60年次では無間伐のT-0は最も低くなり、他の間伐強度では変わらないという結果でした。T-0では被圧木が多く残されているため、無間伐区全体の平均値に影響を与えていたと考えられます。

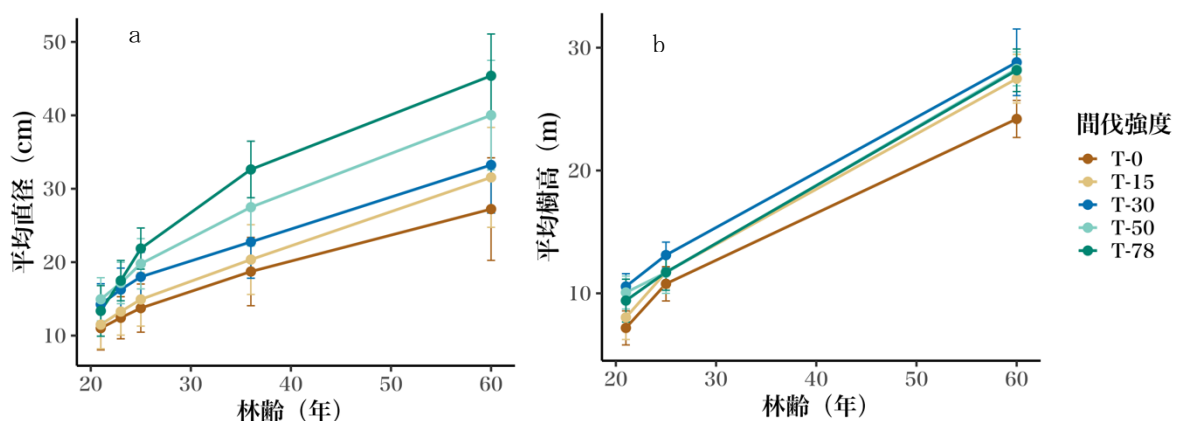


図-2 間伐強度別の平均直径(a)及び平均樹高(b)の推移

垂直線は標準誤差を示す

滝谷ほか(2023)より一部改変

林分材積成長量と本数密度

21年次における間伐直前の林分材積は、T-0が $175\text{m}^3/\text{ha}$ 、T-15が $167\text{m}^3/\text{ha}$ に対して、他の3試験区が $236\sim 274\text{m}^3/\text{ha}$ の範囲であり、最大で $100\text{m}^3/\text{ha}$ 以上の差がありました。間伐強度別の林分材積の推移を図-3に示します。21年次の間伐後、全体としてT-0の林分材積が高く推移しました。間伐を行った4つの試験区では、36年次までは概ねT-0と並行して増加しましたが、36年次の間伐後は増加率が低くなる傾向にあり、T-30でその傾向が最も顕著にみえます。T-30は図-2で示したように、平均胸高直径の成長率が他の試験区に比較して低めであるため、林分材積の増加にも影響しています。

各調査期間の林分材積について、期末から期首の差分を取り、期間年数で除した値を平均純成長量として、間伐強度別の推移を図-4に示します。T-0では一定して高い値を示し、36~60年次では5試験区中で最も高くなりました。21年次に間伐を実施した試験区のうち、T-30以上の強度間伐では間伐後2年間の純成長量は負の値を示しましたが、間伐から2年経過した期首年23~25年次にかけて、それぞれ純成長量は増加しました。その後漸減し、36~60年次ではT-30で最も低くなり、T-15、T-50及びT-

78 では同程度の純成長量となりました。21～23 年次の値を除いた純成長量について統計学的手法により、期首年と間伐強度による効果を検討した結果、期首年による負の効果はありましたが、間伐強度間での差は認められない結果となりました。間伐により林分成長量は大きく低下しないというこれまでの報告（清和ほか 1986）を支持しています。

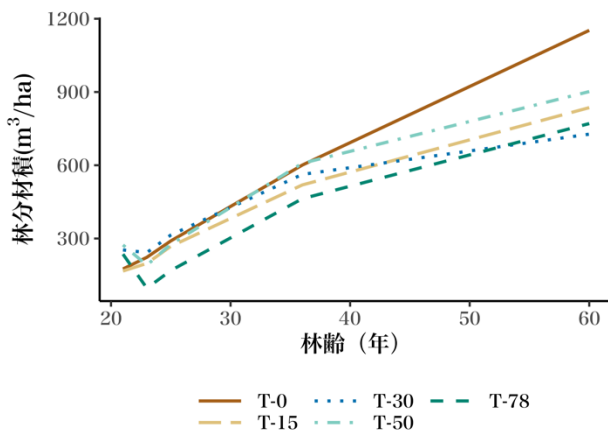


図-3 間伐強度別の林齢に対する林分材積の推移
滝谷ほか(2023)より作成

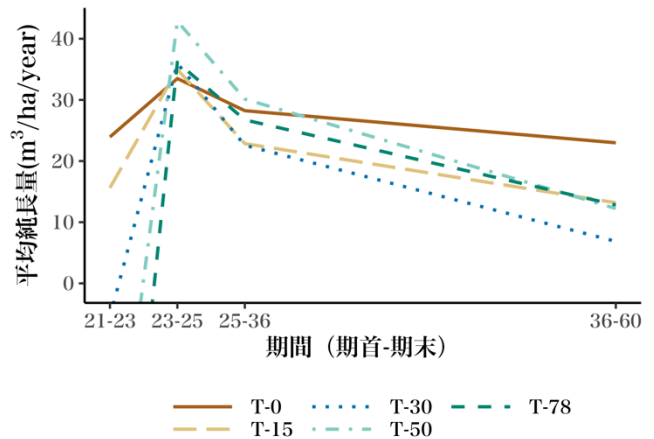


図-4 各観察期間における平均純成長量の推移
見やすさのため純成長 0 m³/ha/year 以上を示した
滝谷ほか(2023)より作成

次に、間伐強度別の本数密度（本/ha）の推移について、図-5 に示します。T-0 では 21 年次間伐直前から生残率は高く、その後も枯死は発生するものの、60 年次で 6 割近い本数が生残していました。36 年次の間伐以降では、いずれの試験区においても、T-0 に比べて穏やかに低下しました。

T-50 及び T-78 では、初回間伐後に大きく本数密度が減少しましたが、その後極端な低下は見られませんでした。また、T-15 では 21～36 年、T-30 では 36～60 年の間で低下が見られました。間伐率が低い T-15 では、初期に密度が高い状態が続いたため競争効果が働き、自然枯死が発生しやすい状態であったことが考えられます。また、36 年次以降の T-30 は、2 回目の間伐による個体間競争の緩和が期待されるほどではなかったことが、生残本数の減少に影響したと考えられます。

前述のとおり、21 年次の間伐直前でも T-0 の平均胸高直径が低くなっていました（図-2a）。この理由として、本数密度が T-0 で 21 年次以前から高い状態だったことも影響している可能性があります。

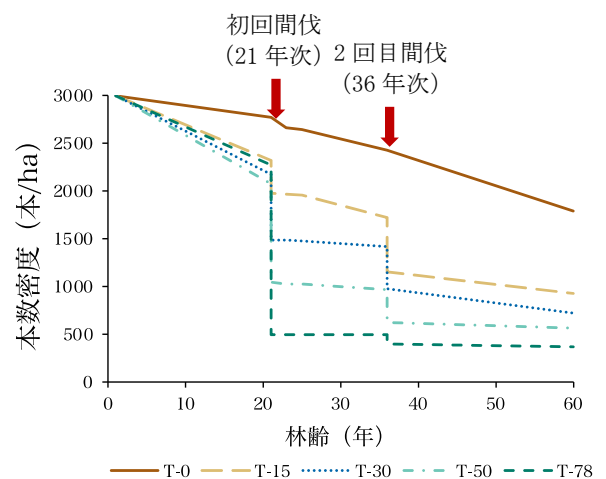


図-5 間伐強度別の本数密度の推移

既存報告との比較

本報告は 1 事例の結果ですので、他のヨーロッパトウヒ人工林と比較して、どの程度の成長を示しているのかを検討しました。図-6 に、松井（1967）による野幌試験林における 31～50 年生のヨーロッパトウヒ人工林の直径成長と、本報告の結果を示しました。

野幌試験林では、24年次（間伐率不明）及び31年次（32.3%）、45年次（14.7%）で間伐を実施しています。この平均直径の推移は、本報告では一般的な施業経過に近いT-30 近辺に位置していました。概ね、両試験地のヨーロッパトウヒは同程度の直径成長であったと考えられます。

他の研究成果と比較しても、直径成長は遜色ない結果を示しており、間伐率を高くすることで、大径材を得ることが期待できると考えられます。必要とする材の径級を考慮した上で、間伐率や回数、時期などを検討する必要があると見えます。

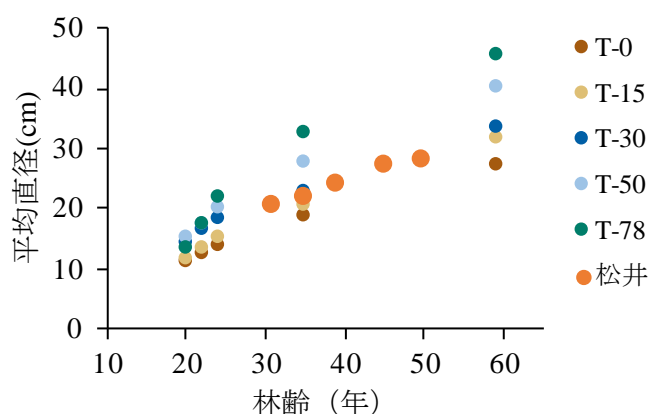


図-6 本報告における調査区毎の平均直径及び野幌試験林（松井 1967）の平均直径
滝谷ほか(2023)より一部修正

まとめ

今回の事例では、50%以上という強度の間伐においても、純成長量では極端な低下がありませんでした。また、強度に間伐を実施することで、より大径材を育成することができると考えられます。ヨーロッパトウヒはホワイトウッドとして、建築材用途での利用も想定できることから、強めの間伐で大径材生産も選択肢の一つと考えられます。無間伐の試験区では、調査期間を通して生残率は高く、純成長量も極端に低下することなく維持していました。林分のバイオマス量を高く維持することを目的とする場合には、3000本/haの植栽本数であれば、無間伐で良好な成長を望むことができます。ただし、ヨーロッパトウヒはエゾヤチネズミや野兎の食害や、高齢になると風倒や雪害を受けやすいとされています(松井 1965)。植栽箇所の局所的な環境要因も成長や生残に影響を与えている可能性があるため、対象地域におけるカラマツなどの野兎鼠害状況や、気象条件などを考慮して管理することが必要です。

(森林経営部経営グループ)

引用文献

- 福地 稔・鳥田宏行 (1996) 道央地域におけるヨーロッパトウヒ防風林の成績. 日本林学会北海道支部 論文集 44: 17-19
- 菊沢喜八郎 (1987) ヨーロッパトウヒの間伐試験. 北海道林業試験場研究報告 25: 28-35
- Kikuzawa K and Umeki K (1996) Effect of canopy structure on degree of asymmetry of competition in two forest stands in northern Japan. *Annals of Botany* 77: 565-571
- 松井善喜 (1965) 北海道の森林の取扱に関する研究 II 北海道における各樹種の植栽沿革とその造林成績に対する考察. 林業試験場研究報告 189: 1-160
- 松井善喜 (1967) 野幌試験林における各種人工林の構造と成長に関する研究. 林業試験場研究報告 207: 69-163
- 森田健次郎・水井憲雄・花房尚・高橋幸男 (1969) 外国樹種の現地適応試験. 日本林学会北海道支部講演集 18: 117-121
- 中島広吉 (1948) 北海道林木幹材積表メートル法の部. 興林会北海道支部, 札幌
- 小澤準二郎 (1964) 北海道の造林用種子. 北方林業会, 札幌
- 佐藤清左衛門・坂本武 (1981) 植栽本数と生産量-トドマツ, ヨーロッパトウヒ, シラカバ植栽本数試験地の解析結果-. 北方林業 33: 118-123
- 清和研二・浅井達弘・水井憲雄・菊沢喜八郎 (1986) カラマツ人工林の間伐試験-強度間伐の有効性-. 日本林学会北海道支部論文集 35: 122-124
- 滝川貞夫・板垣恒夫・鹿士正美 (1980) 天塩地方演習林ヌカナン沢におけるヨーロッパトウヒの生長に

ついて. 日本林学会北海道支部講演集 29: 35-37

滝谷美香・大野泰之・内山和子・蝦名益仁・山田健四 (2023) 60年生ヨーロッパトウヒ人工林における
間伐強度の林分・個体成長量への効果. 北方森林研究 71: 21-25

梅木 清 (2001) ヨーロッパトウヒ間伐試験地林分成長と間伐の個体成長・形態に対する影響. 北海道
林業試験場研究報告 38: 37-46