

図 2.5.5-5 樹頂点の抽出事例（北海道紋別郡滝上町）

（青枠部分は森林簿上 46 年生となっているが、矢印部分は一部造林地（10 年生）に飛び出しており、この樹高データは造林地に区分されることとなり、適切ではない。このため造林地にかかる、樹頂点については補正する作業が必要になる）

2.5.6 成長式作成事例

2.5.1 から 2.5.5 までの作業を実施し、各地域の成長式の算出を実施した。2.5.1 に述べた理由により全ての地域で一律に成長式は作成はできなかったため、本項では作成できた事例について述べる。

なお、式の作成は 2.5.1 における表 2.5.4-1 では林分の上層平均樹高を用いて実施したが、箇所によってはサンプルが少なく、成長式が作成できない場合が多かったことから、ここでは単木データに統一して実施した。

また、北海道網走カラマツ・トドマツ、東北山形スギについては市町村航空レーザ計測データを加味したが、パラメータの設定等、式の作成過程は汎用ソフトを利用しており、森林管理局などの一般業務でも検討が可能である。このため、収穫調査等のデータを蓄積することにより、より地域に適合した式の作成が可能になる。

➤ スギ（北海道地域）

基礎調査からの抽出とサイズ検討により、対象となったデータは 279 個体である。また、森林計画地域は全て渡島檜山地域である。M 式および R 式のパラメータを算出し、AIC により適合性を検討した。M 式・R 式は以下の式となった。

$$\text{M 式} \cdots H_t = 0.3 + 33.71138(1 - 0.889126 \cdot \text{EXP}(-0.013486 \cdot t))$$

$$\text{R 式} \cdots H_t = 0.3 + 44.07568(1 - \text{EXP}(-0.005608 \cdot t))^{0.620579}$$

t は林齢，H_t は林齢 t における上層高である。この時 AIC は M 式が 1667.478206、R 式は 1666.109252 となり、R 式を採用することとした。

これをガイドカーブとして、上限線と下限線を決定した。各線の決定は和口ら（2013）の検討に基づき平均偏差率を算出した。平均偏差率は以下の式により求められる。

$$\delta = \frac{1}{N} \sum \left| \frac{Y - Y'}{Y'} \right|$$

このとき、N はサンプル数、Y は上層木の計測樹高から当初の苗長を差し引いた値、Y' は算出したガイドカーブにより求めた樹高である。このとき求めた平均偏差は 0.204870369 であった。

この値を以下の式に代入しガイドカーブの上限・下限線を求めた。

$$H_t = 0.3 + A (1 + n \delta) (1 - \text{EXP}(-B \cdot t))^{C}$$

n は平均偏差率の倍数であるが、n が ±2.5 の時に分布の 95.5% が含まれる。以上よりガイドカーブおよび上下限線と収穫予想表（渡島檜山・後志胆振）を合わせたグラフを図 2.5.6-1 に示す。ガイドカーブはスギ収穫予想表の 1 等級および 2 等級上の間を通り、地位指数の基準となる 40 年生では 16.58m となった。

上限および下限線の検討では、特に上限線が 1 等を超え、40 年生時には上限線（24.93m）は 1 等のライン（19.3m）より 5.63m 高い結果となった。

基礎調査データが地域の林分をランダムに抽出したものであることから、この数値が地域の平均的な成長を示したものであると仮定するならば、現況の当該地域のスギの収穫予想表の修正を検討した場合、現在の 1 等を超える設定が必要であると考えられる。

なお、40 年未満の若齢林では、ガイドカーブが 1 等を超えているが、21 年生から 37 年生のデータがなく、正確なガイドカーブを示しているとは言い難い。これらについては今後当該林分のデータを加味することによって、より精度が上がるものと考えられる。

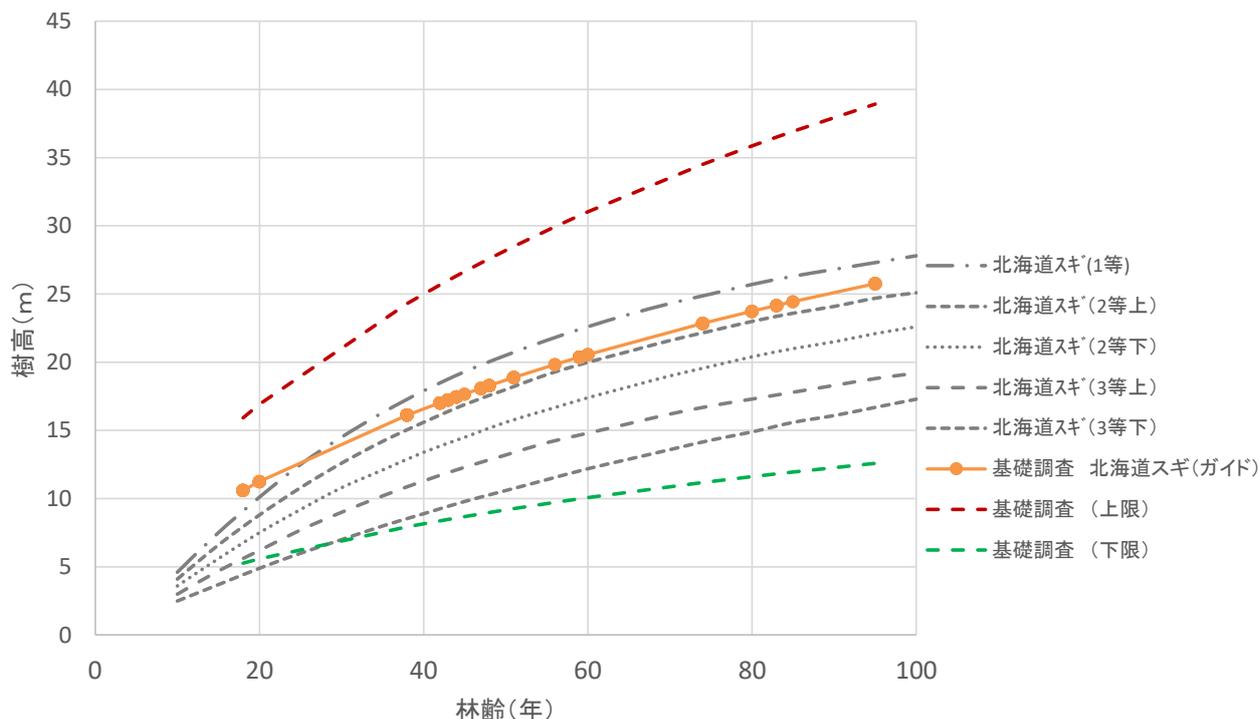


図 2.5.6-1 スギ収穫予想表（北海道）と基礎調査データに基づく成長解析
 （基礎調査にある●は実測値のある林齢である）

➤ スギ（東北地域）

基礎調査からの抽出とサイズ検討により、対象となったデータは 8,701 個体である。また、森林計画地域は【津軽】【東青】【三八上北】【下北】【馬淵川上流】【久慈・閉伊川】【大槌・気仙川】【北上川上流】【北上川中流】【宮城県北部】【宮城県南部】【米代川】【雄物川】【子吉川】【庄内】【最上村山】【置賜】である。また、対象となる林齢は林齢と樹高が連続して計測されている 79 年生までを対象とした。

M 式および R 式のパラメータを算出し、AIC により適合性を検討した。M 式・R 式は以下の式となった。

M 式・・・ $H_t = 0.3 + 24.793145(1 - 1.228199821 \cdot \text{EXP}(-0.043829 \cdot t))$

R 式・・・ $H_t = 0.3 + 24.433383(1 - \text{EXP}(-0.050196 \cdot t))^{1.553016}$

t は林齢, H_t は林齢 t における上層高である。この時 AIC は M 式が 53048.69392、R 式は 53053.37 となり、M 式を採用することとした。このときの平均偏差は 0.201795485 である。これよりガイドカーブおよび上限・下限線を求め、該当収穫予想表とあわせ図 2.5.6-2 に示した。

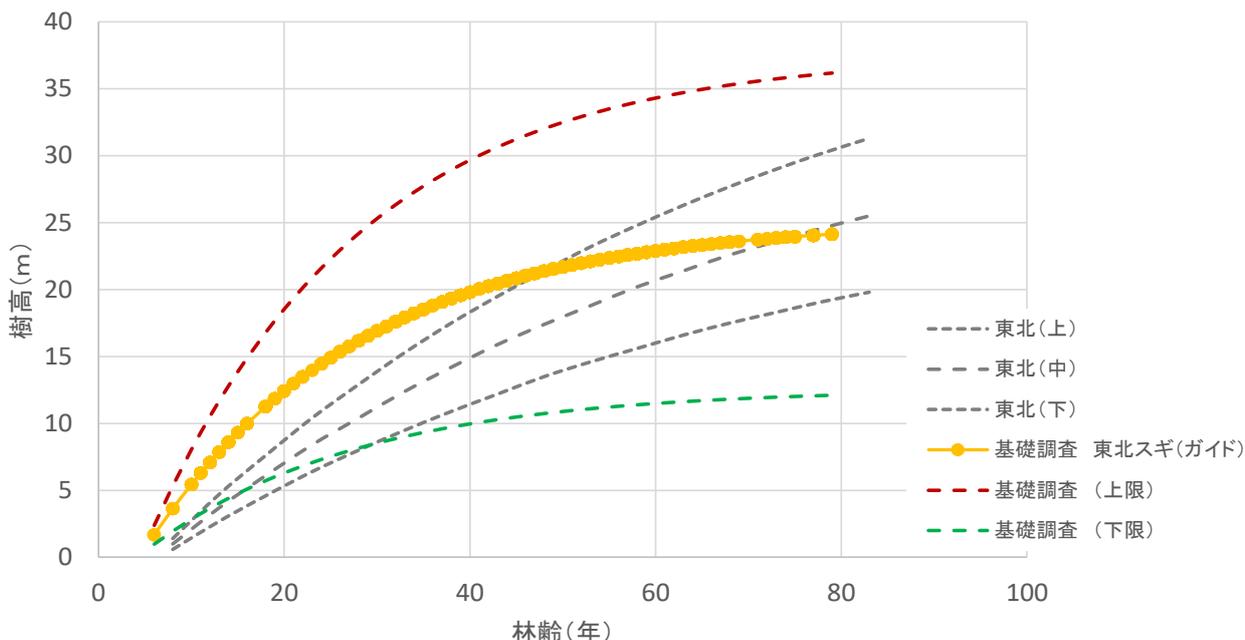


図 2.5.6-2 スギ収穫予想表（東北）と基礎調査データに基づく成長解析
 （基礎調査にある●は実測値のある林齢である）

ガイドカーブは40年生までがスギ収穫予想表の上を超える成長を示し、地位指数の基準となる40年生では19.81mとなった。その後、年樹高成長量は収穫予想表と比較して減少し、79年生時には、収穫予想表の（中）と同じとなっている。

上限および下限線の検討では、特に上限線が（上）を超え、43年生時には上限線（30.64m）は上のライン（19.5m）より11.14m高い結果となった。

東北地区のスギ収穫予想表は（上）の数値を基準として、比率計算にて（中）と（下）を決定しており、（上）の数値が基準となる。このとき、若齢林～壮齢林にかかる樹高成長は収穫予想より高いと想定され、調整を検討する必要があると示唆される。

➤ カラマツ（網走西部東部）（航空レーザ計測データとの比較）

本地域は基礎調査および滝上町の一部民有林にて航空レーザ計測による森林資源解析データがあり、これらを利用して解析を実施した。基礎調査からの抽出とサイズ検討により対象となったサンプル数は360個体、航空レーザ計測からではサンプル数は60,231個体である。双方の調査方法による違いも把握するために、それぞれで成長曲線式を当てはめた。

基礎調査からはM式およびR式のパラメータを算出し、AICにより適合性を検討した。M式・R式は以下の式となった。

$$\text{M式} \cdots Ht = 0.3 + 26.189614(1 - 1.108602 \cdot \text{EXP}(-0.044220 \cdot t))$$

$$\text{R式} \cdots Ht = 0.3 + 25.506701(1 - \text{EXP}(-0.053620 \cdot t))^{1.432199}$$

このとき、AICはM式が2042.118364、R式は2041.348445となり、R式を採用することとした。この時の平均偏差は0.167468552であった。

航空レーザ計測による成長曲線の算出

上記基礎調査と同じく、M式およびR式のパラメータを算出し、AICにより適合性を検討した。M式・R式は以下の式となった。

$$\text{M式} \cdots Ht = 0.3 + 26.189614(1 - 1.108602 \cdot \text{EXP}(-0.044220 \cdot t))$$

$$\text{R式} \cdots Ht = 0.3 + 24.144985(1 - \text{EXP}(-0.058768 \cdot t))^{1.594158}$$

このとき、AICはM式が341664.2576、R式は338781.8737となり、R式を採用することとした。この時の平均偏差は0.161900684であった。

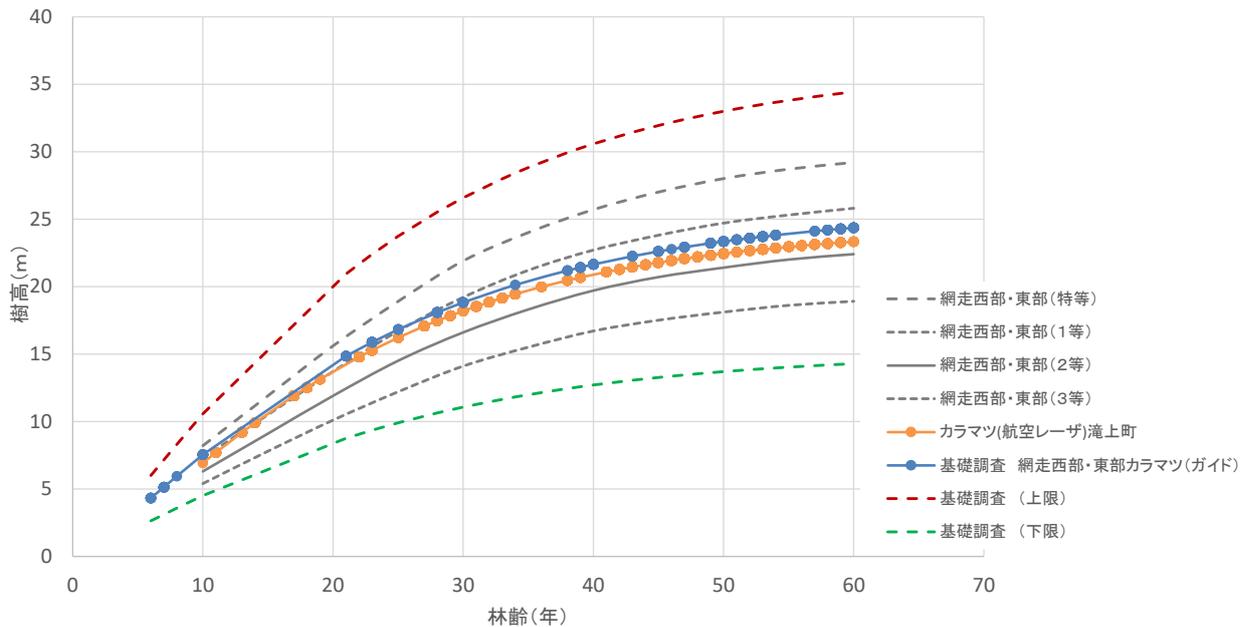


図 2.5.6-3 カラマツ収穫予想表（網走西部・東部）と基礎調査データに基づく成長解析
 （基礎調査、航空レーザにある●、●は実測値のある林齢である）

ガイドカーブは30年生までは、収穫予想カラマツ1等とほぼ同じ成長を示すが、その後やや減少する傾向となった。ただし、その線形は現行の収穫予想表と同様の曲線を示した。また、航空レーザデータより作成した樹高曲線も、ガイドカーブとほぼ同一の曲線を示し、地位指数の基準となる40年生では、基礎調査では21.64m、航空レーザでは20.88mとなった。

基礎調査は網走全域、航空レーザは滝上町の一部という局所的なものであることを考慮すれば、この差は網走地区の平均的な成長（ガイドカーブ）と比較して、滝上町ではやや下回る成長であるといえる。

過去文献（山根（1991））では網走地区（網走北西・網走中）の各市町村の平均地位指数は21.1（地位指数の幅18-24）であって、うち滝上町を含む網走北西は平均地位指数19.9（地位指数の幅18-21）である。本調査結果では30年生以降の成長について微調整が必要な部分があるが、全体として大きな修正は必要ではないと示唆される。

2.6 既存の各種調査・データ等の分析による現行収穫予想表の適合性の検討

2.6.1 各都道府県からの収穫予想表の情報提供

本業務では現行で利用されている収穫予想表の適合について、既存の各種調査を用いて比較・検討することとしており、この調査資料として各都道府県で使用されている民有林の収穫予想表を使用することとした。使用する収穫予想表は林野庁担当者より各都道府県に照会し、提供が可能とされたデータについて、受託者が個別に連絡し、データの提供を受けた。提供を受けた都道府県名および提供収穫予想表の利用状況および提供樹種等の情報について取りまとめたものを表 2.6.1-1 に示す。

表 2.6.1-1 各道府県より提供のあった収穫予想表一覧

道府県	状況	樹種
北海道	見直済み。未反映	トド、カラマツ、アカエゾ、スギ*
山形	見直済み。未反映	カラマツ
福島	新版反映済み	スギH20実施済み
群馬	見直し向け調査中	スギ*、ヒノキ 樹高曲線を見直し中であり、このデータについては提供可
三重	見直済み。未反映	スギ*、ヒノキ
京都	見直済み。未反映	スギ*、ヒノキ
和歌山	新版反映済み	スギ*、ヒノキ
鳥取	新版反映済み	スギ*、ヒノキ、マツ
島根	新版反映済み	スギ*、ヒノキ
広島	見直し検討中	スギ*、ヒノキ
山口	新版反映済み	スギ*、ヒノキ
徳島	新版反映済み	スギ*、ヒノキ
愛媛	新版反映済み	スギ*、ヒノキ
高知	見直し予定なし	スギ*、ヒノキ
福岡	新版反映済み	スギ*、ヒノキ、マツ、ザツ
佐賀	見直し向け調査中	スギ*、ヒノキ
大分	見直済み。未反映	スギ*、ヒノキ
宮崎	新版反映済み	スギ*

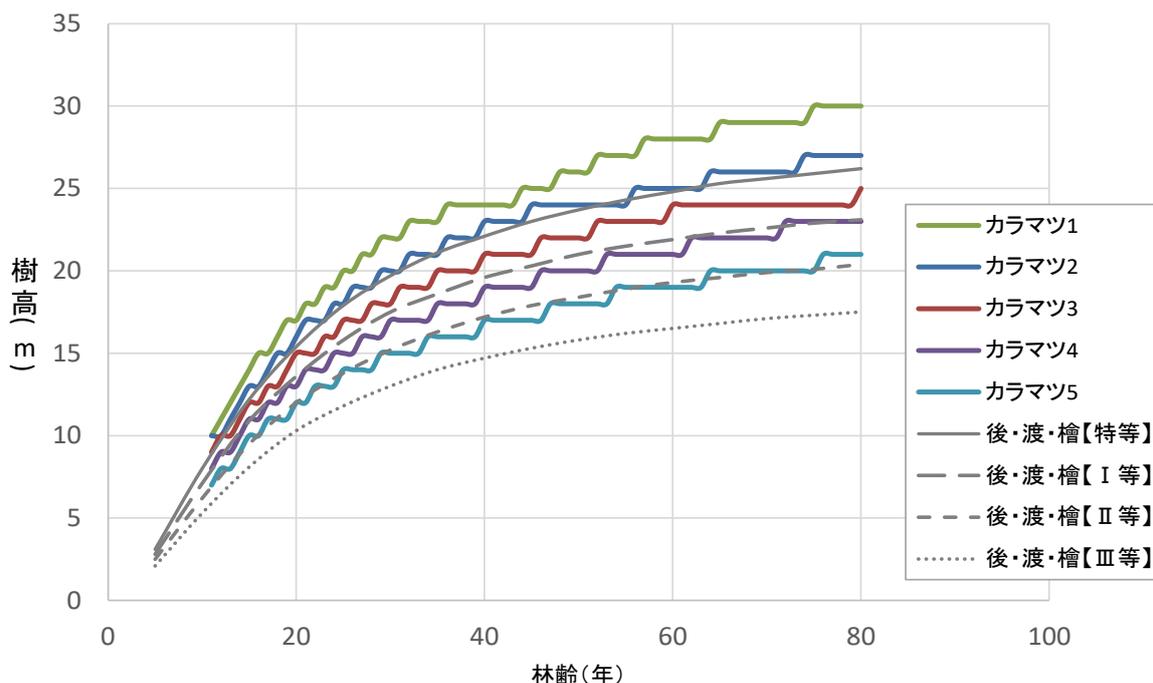
うち、本業務の範囲内である北海道森林管理局および東北森林管理局管内に該当する道府県は北海道および山形県である。このうち山形県から提供のあった収穫予想表はカラマツであり、東北森林管理局での対象樹種ではないことから、今回は北海道が調整した収穫予想表との対比を実施した。

2.6.2 北海道の民有林収穫予想表との比較

ここでは北海道の民有林収穫予想データの内容について記述する。国有林の成長区分は主として森林管理局管轄別に区分されているが、民有林では町村別に樹種別の地位区分が設定され、これに基づき成長式が整備されている。本業務の対象樹種ではカラマツ、トドマツ、アカエゾマツ、スギが該当する。このとき各樹種別の区分は、カラマツ（チョウセンカラマツ・グイマツ雑種 F1、スーパーF1 含む）は7

区分、スギが 5 区分、トドマツ・アカエゾマツ・エゾマツが 6 区分である。国有林と各市町村が重なる範囲にて双方の収穫予想表との比較を実施した。国有林と民有林の比較について、例題として後志・渡島・檜山地方についてカラマツの樹高成長を対比させたものを図 2.6.2-1 に示す。このとき、民有林の樹高成長は 5 年ごとの計算となり、階段状となっている。また、スギなどでは国有林の収穫表が存在しない地域がある。

比較では北海道民有林のカラマツ 2 と国有林の後志・渡島・檜山の特等の樹高成長は同一であり、その他の樹高成長も区分の違いによる成長の差はあるが、同じ成長となっていることがわかる。



※樹種の数字は各地位を示す。

図 2.6.2-1 樹高成長比較 (カラマツ 後志・渡島・檜山地方)

以下、北海道の各地域別に同様の比較を行った (図 2.6.2-2 から図 2.6.2-11)。各データとも民有林と国有林の樹高成長には整合がみられ、互換性があることがわかる。今後国有林側にて新たな収穫モデルの作成や収穫予想表の集約化を進めた場合、再度検証を実施する必要がある。

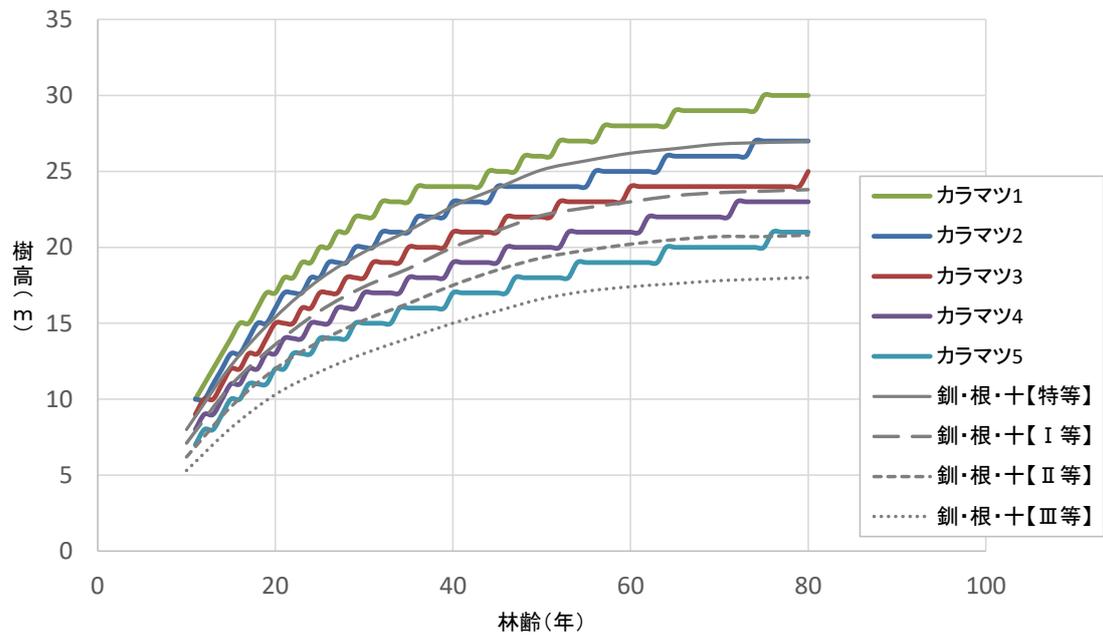


図 2.6.2-2 樹高成長比較 (カラマツ 釧路・根室・十勝地方)

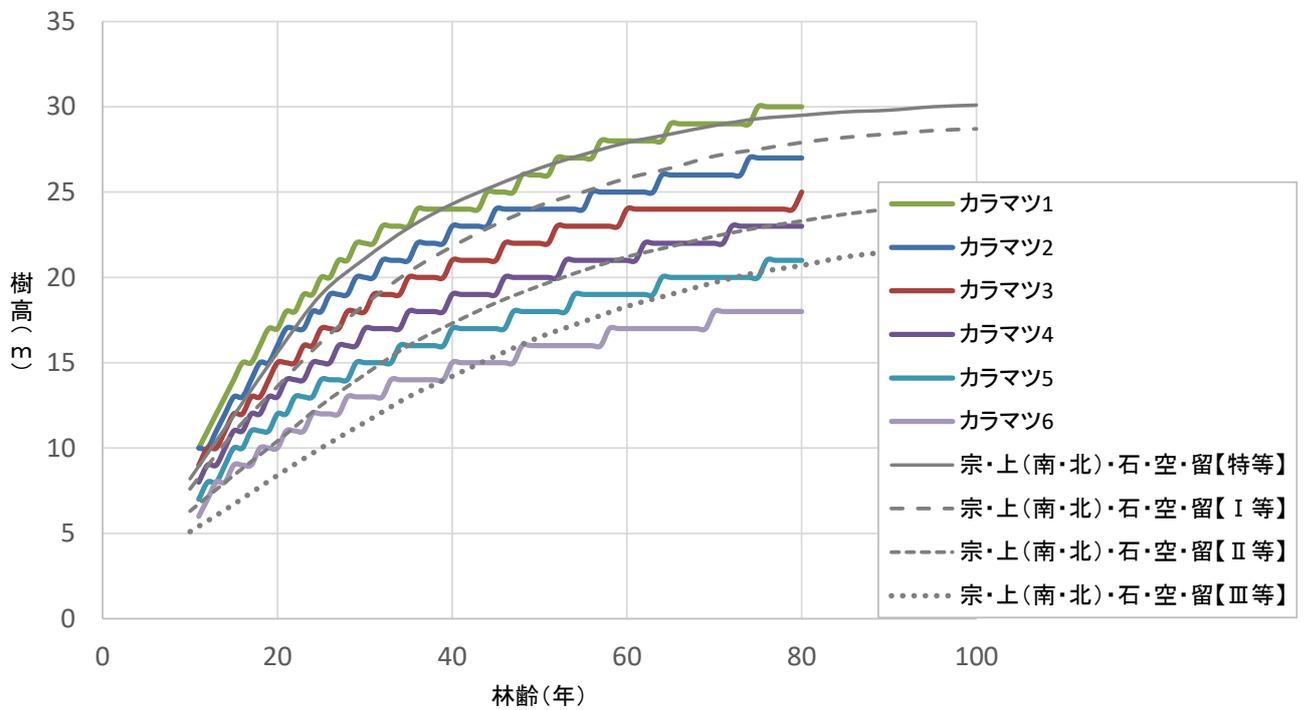


図 2.6.2-3 樹高成長比較 (カラマツ 宗谷・上川 (南北)・石狩・空知・留萌 地方)

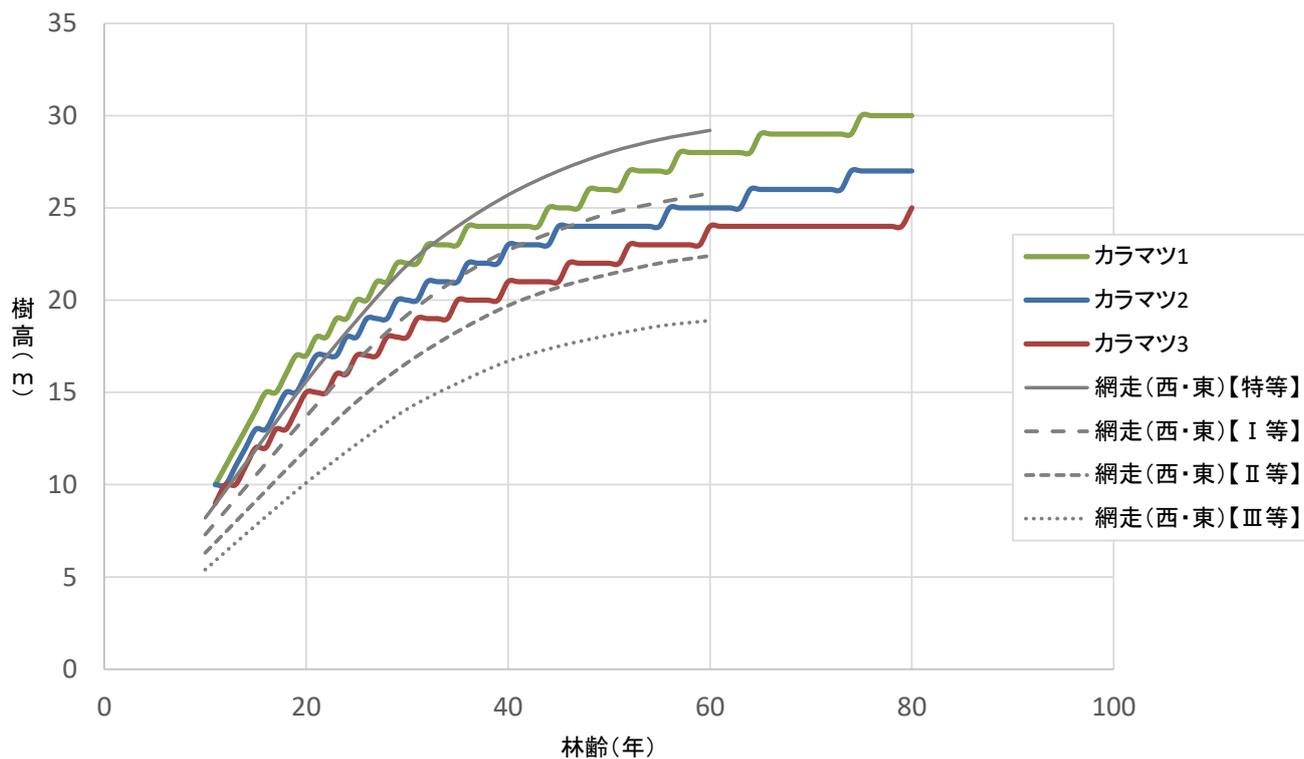


図 2.6.2-4 樹高成長比較 (カラマツ 網走東部・西部地方)

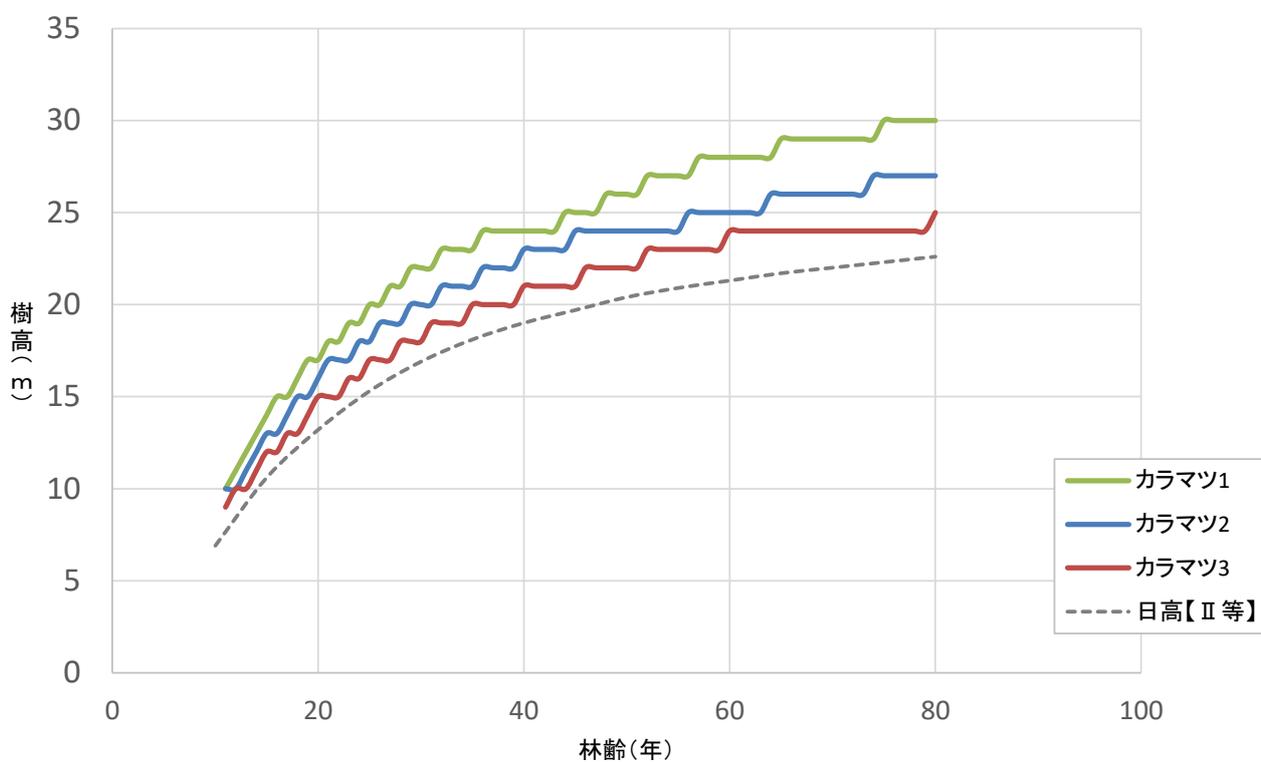


図 2.6.2-5 樹高成長比較 (カラマツ 日高地方)

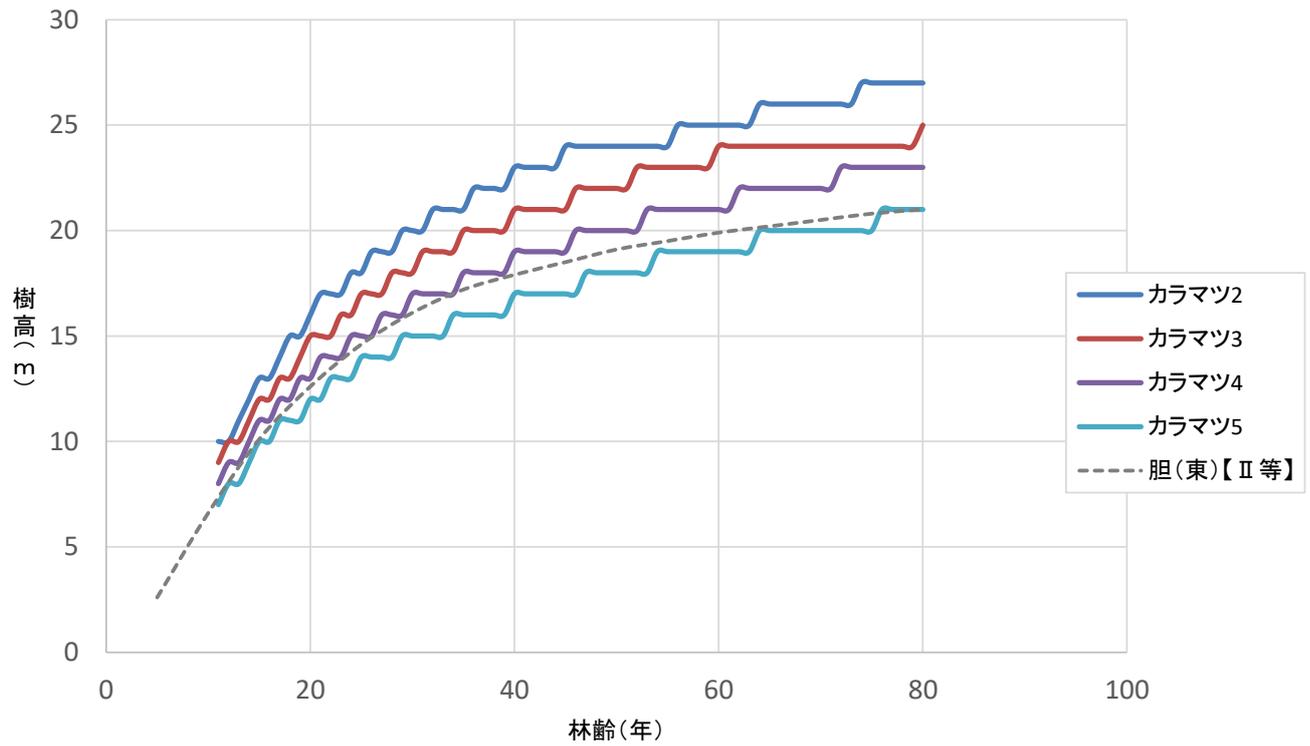


図 2.6.2-6 樹高成長比較 (カラマツ 胆振東部地方)

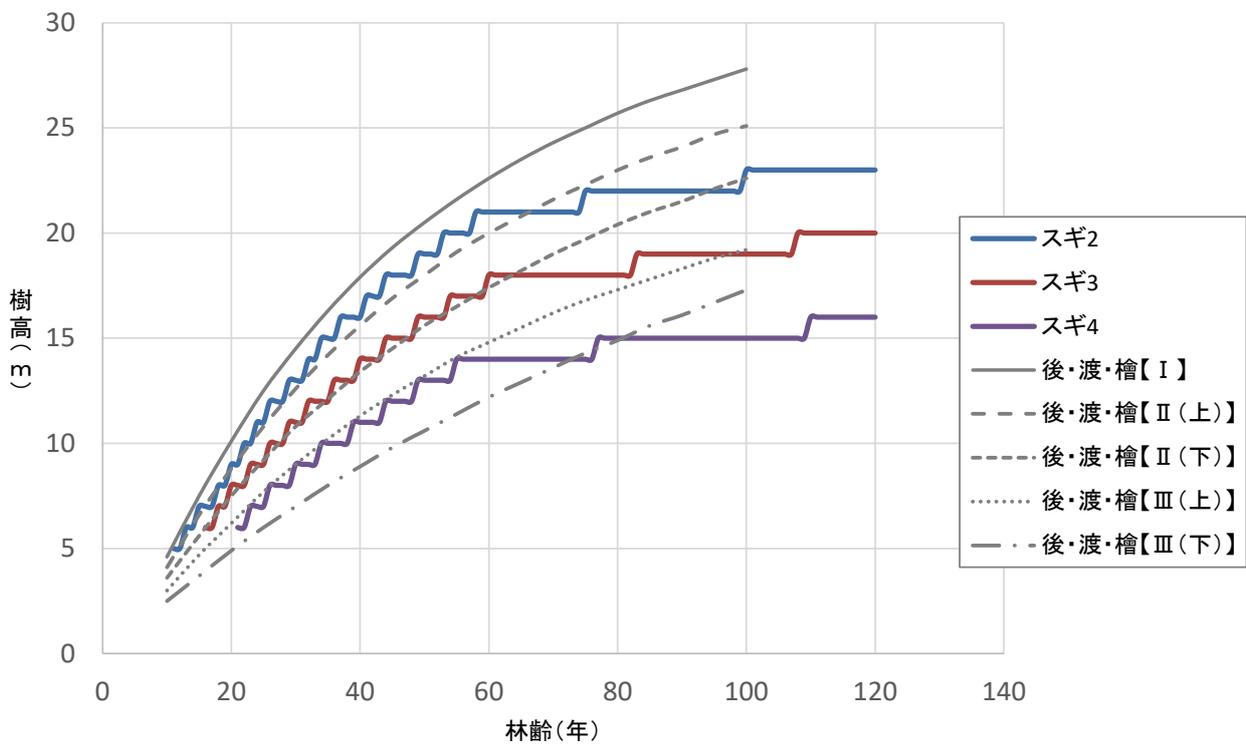


図 2.6.2-7 樹高成長比較 (スギ 後志・渡島・檜山 地方)

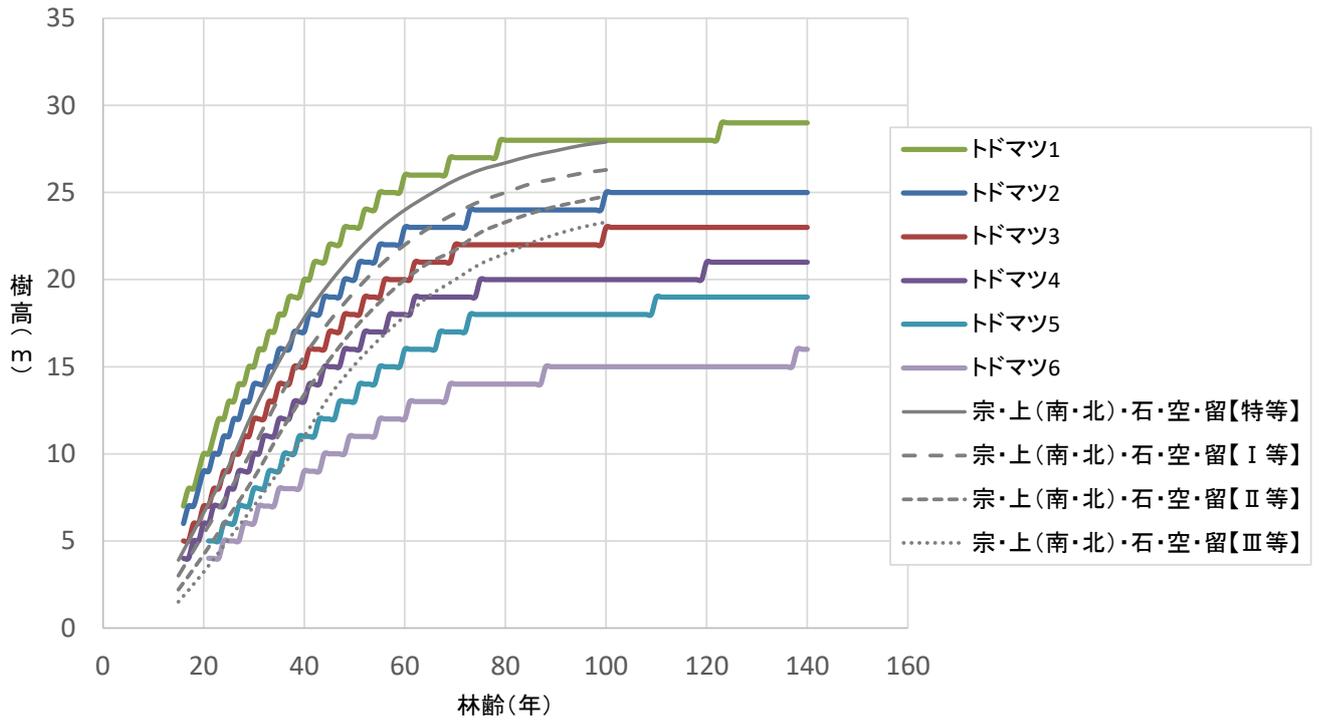


図 2.6.2-8 樹高成長比較 (トドマツ 宗谷・上川 (南北)・石狩・空知・留萌 地方)

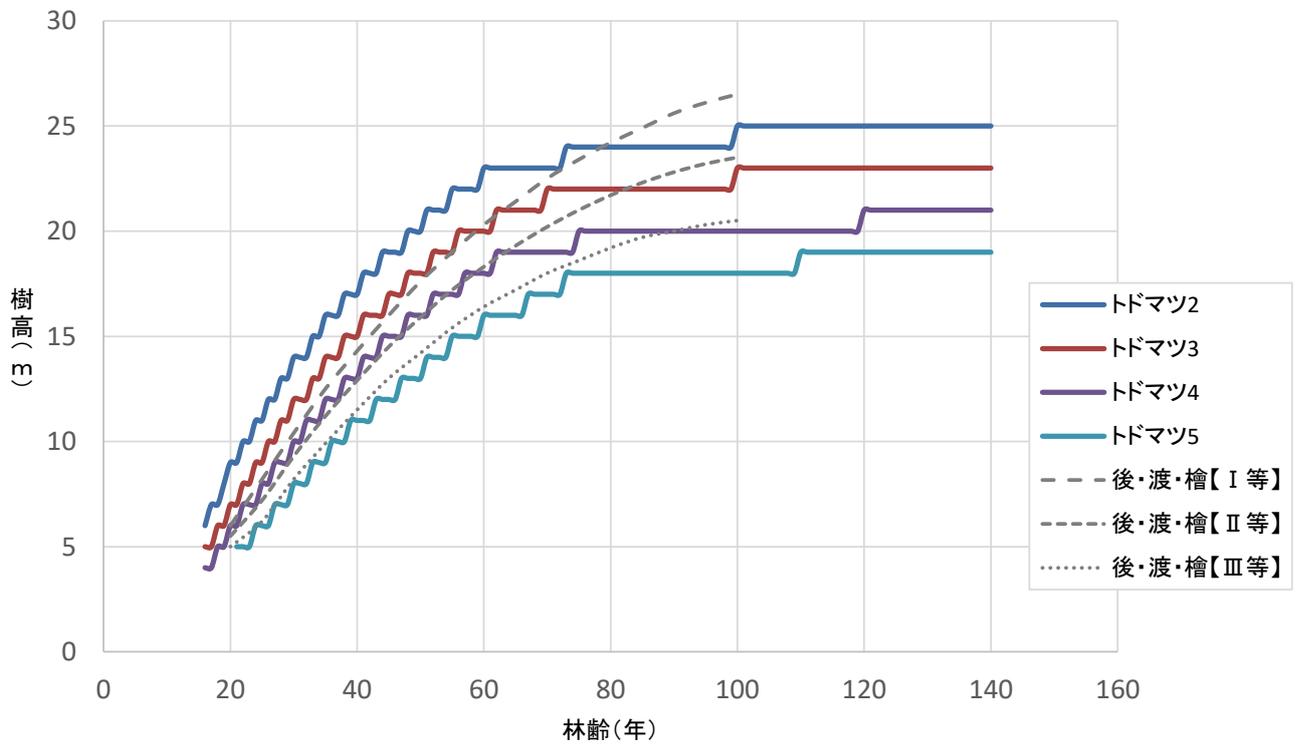


図 2.6.2-9 樹高成長比較 (トドマツ・アカエ・エゾ 後志・渡島・檜山 地方)

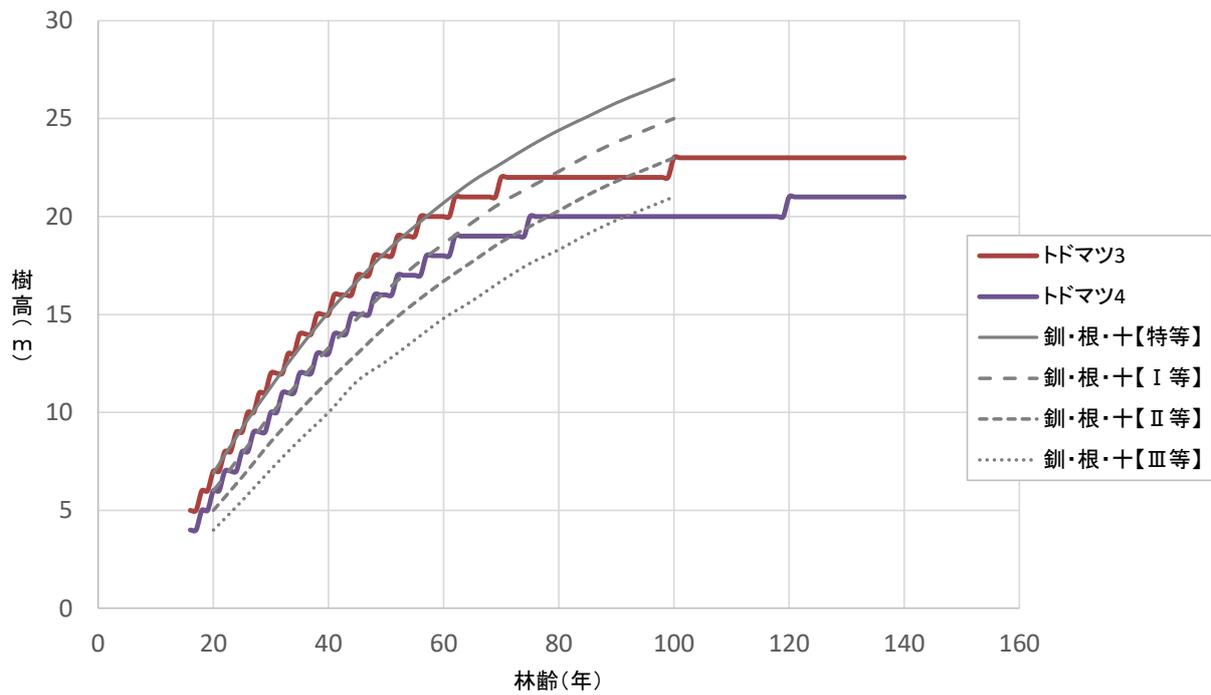


図 2.6.2-10 樹高成長比較 (トドマツ・アカエ・エゾ 釧路・根室・十勝 地方)

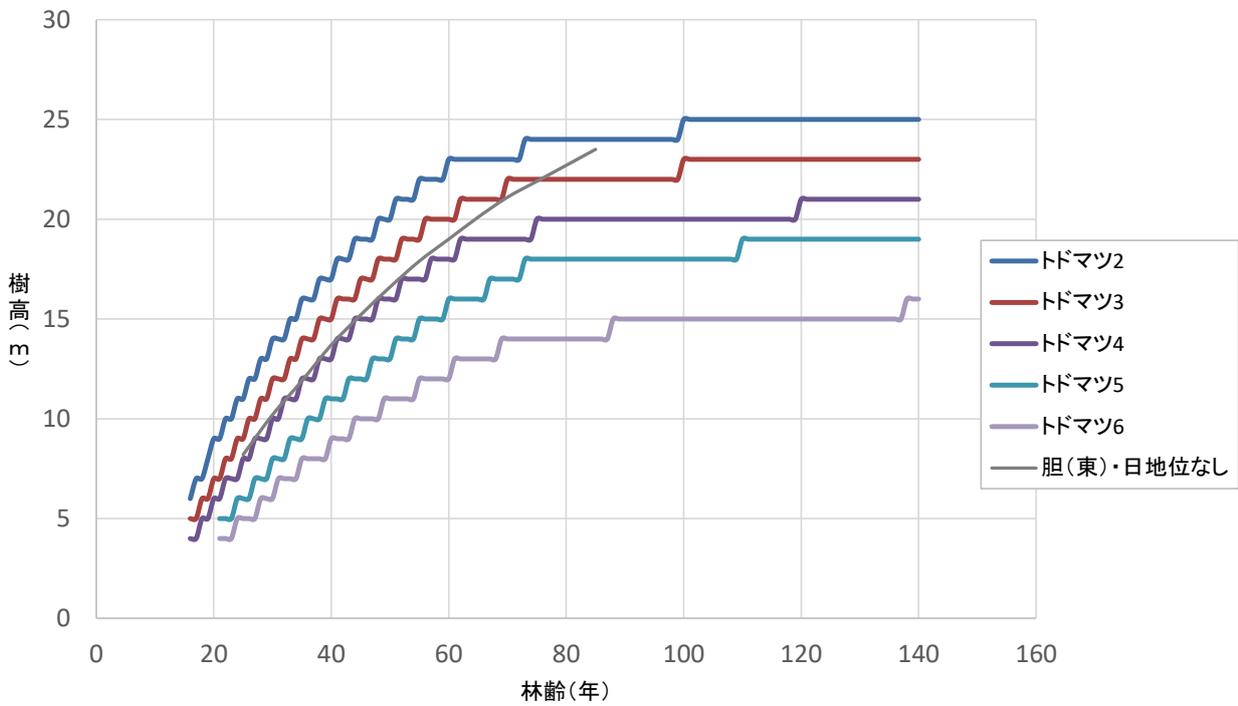


図 2.6.2-11 樹高成長比較 (トドマツ・アカエ・エゾ 胆振東部 日高 地方)