

北海道演習林標茶区におけるトドマツの 樹高生長について

川 那 辺 三 郎

はじめに

標茶区は、冬期に晴天が多く、積雪量が少ないため土壌が比較的深くまで凍結すること、無霜期間が短いことなどの^{1,2,3)}厳しい気象条件のために苗木や造林された林木が寒害などの気象害を受けることが多い。標茶区の主要な造林樹種の一つであるトドマツはこれらの被害を受けることが多く、育苗や造林の方法に特に配慮しなければならない。このような被害に対処し、適切な取り扱いを行なうためには、この地方における樹木の生長について種々の性質に関する資料を得る必要がある。

本報告は、主に苗畑のトドマツ苗木と樹下植栽されたトドマツの樹高生長量の季節変化についてしらべたものであり、同時に苗畑でアカエゾマツ、ヨーロッパトウヒ、カラマツの苗木について同様な調査を行ない比較したものである。

本調査に御協力いただいた北海道演習林の職員諸氏に深く感謝する。

調査地の概況および調査方法

この調査は標茶区（川上郡標茶町多和）の苗畑および11林班で行なった。苗畑の海拔高は25mで釧路川に近い平地にあり、11林班の調査区は苗畑の北北東約9km、海拔高約140mの傾斜のゆるい尾根の上部にある。この地域は黒色火山灰土でおおわれている。

苗畑における調査は、普通に育苗管理されているトドマツの苗木を用いて行なった。表一の調査区の樹齢や平均直径、樹高は調査当年の生育期直前の状況をしめし、樹高生長量は調査当年の生長量で、また調査当年は日覆を行なわなかった。調査区1、3は清里産種子によるもので、2と4は弟子屈から2年生苗木が入れられ、また5は白糠区の山引苗である。測定は1976年5月初めから8月の終りまで約1週間ごとに各個体の樹高生長量を測定した。各調査区の調査本数は、当初は35本であったが凍害などの被害を受けたものや二次生長の個体を除いたため21~30本である。

樹下植栽されたトドマツの調査は、苗畑の調査と同じ1976年に行なった。調査区は1963年にミズナラやダケカンバなどの落葉広葉樹天然生林の林内にトドマツが樹下植栽されたもので、植栽後1965年に上層をしめる大径木の一部が伐採され、さらに1970年と1971年に上層木の一部が巻枯

表一 トドマツ（苗畑）の平均地際直径、樹高、樹高生長量と樹高生長期間

調査区	年 齢	本数密度 本/m ²	地際直径 mm	樹 高 cm	樹高生長量 cm/年	生長開始生長停止生長期間		
						月 日	月 日	日 数
1	2(2)	250	2.3	7.6	6.6	5. 13	7. 25	73
2	5(2-1-2-0)	16	7.1	33.2	5.3	5. 16	7. 24	69
3	6(3-2-1)	16	9.0	27.3	23.9	5. 15	8. 4	81
4	6(2-1-3)	16	9.7	42.7	23.6	5. 14	8. 2	80
5	? (2-1)	36	6.4	20.0	9.0	5. 15	7. 26	72

表-2 樹下植栽トドマツの平均直径, 樹高, 樹高生長量と樹高生長期間

調査区	立木密度	地上30cm 直径	樹高	樹高生長量	生長開始 月日	生長停止 月日	生長期間 日数
I	80本/400m ²	6.9 cm	4.67 m	53.2 cm/年	5. 20	8. 12	84
II	92	4.1	2.78	39.1	5. 20	8. 10	82
III	80	2.1	1.47	21.0	5. 23	8. 5	74

表-3 上層木の概況

調査区	立木密度	平均胸高直径	樹高	胸高断面積合計	上層木樹冠下の 相対照度
I	6本/400m ²	20 cm	} 8~13m	5.4 m ² /ha	74 %
II	16	20		14.6	29
III	32	18		23.7	16

表-4 アカエゾマツ, ヨーロッパトウヒ, カラマツの平均地際直径, 樹高, 樹高生長量と樹高生長期間

調査区	年齢	本数密度	地際直径	樹高	樹高生長量	生長開始 月日	生長停止 月日	生長期間 日数
アカエゾマツ(1)	7(2-1-4)	16本/m ²	12.0 mm	48.7 cm	22.5 cm/年	5. 19	7. 29	71
アカエゾマツ(2)	7(2-1-4-0)	16	10.5	44.4	11.7	5. 22	7. 23	62
ヨーロッパトウヒ(1)	2(2)	150	3.0	15.5	13.3	5. 23	7. 29	67
ヨーロッパトウヒ(2)	3(2-1)	25	4.7	16.6	14.4	5. 21	7. 25	65
カラマツ	2(1-1)	16	7.6	39.4	45.2	5. 24	9. 18	117

らしされた。調査区は上層木の大部分が伐採されたり、巻枯らしされた場所と上層木の大部分が残っている場所、および上層木の量その中間の合計3調査区を設定した。表-2、3は調査当年の生育期直前の状況をしめし、樹高生長量は調査当年の生長量である。調査区は20m×20mで、トドマツの樹高生長の測定は各調査区の中心部の20本について5月初めから8月末まで約1週間ごとに行なった。

苗畑におけるアカエゾマツ, ヨーロッパトウヒ, カラマツの調査は, トドマツの調査区に隣接した場所で, トドマツと同じ方法で行なった(表-4)。調査本数はアカエゾマツ(2)が13本で他は25~35本である。アカエゾマツは弟子屈産の種子によるものである。

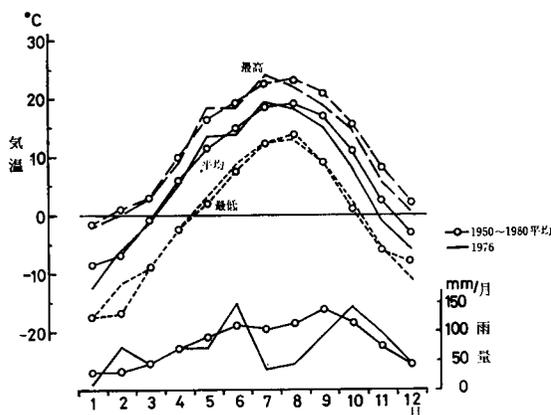


図1 1976年の気温, 雨量と1950~1980年の平均値の比較

標茶の年平均気温は5.5℃、年降水量は1,060mmで、1976年の5月の平均気温は上旬9.1℃、中旬14.9℃、下旬16.7℃6月は上旬14.6℃、中旬12.0℃、下旬14.7℃である。同年の各月の値を30年間の平均値と比較すると、5月の平均気温、最高気温が高く、8月以後の平均気温、最高気温が低く、また7月から9月の雨量が少ない(図-1)。霜の終日は最近15年間の平均が6月3日であり、1976年は5月30日で同年の初霜は9月24日であった。

結果および考察

各調査区の樹高生長の経過が図-2, 3, 4である。約1週間の間隔で測定を行なったので、

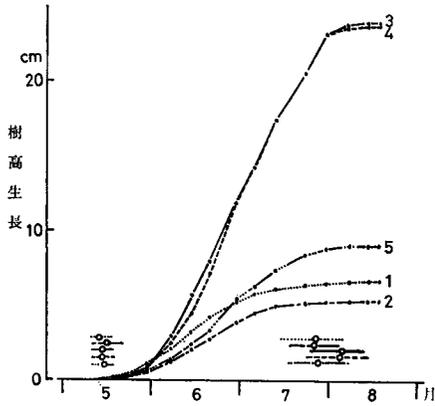


図2 トドマツ(苗畑)の樹高生長, 生長開始と停止時期

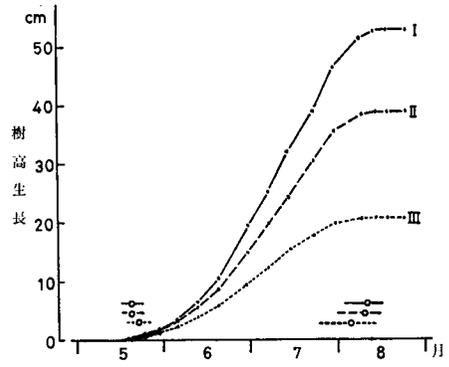


図3 樹下植栽トドマツの樹高生長, 生長開始と停止時期

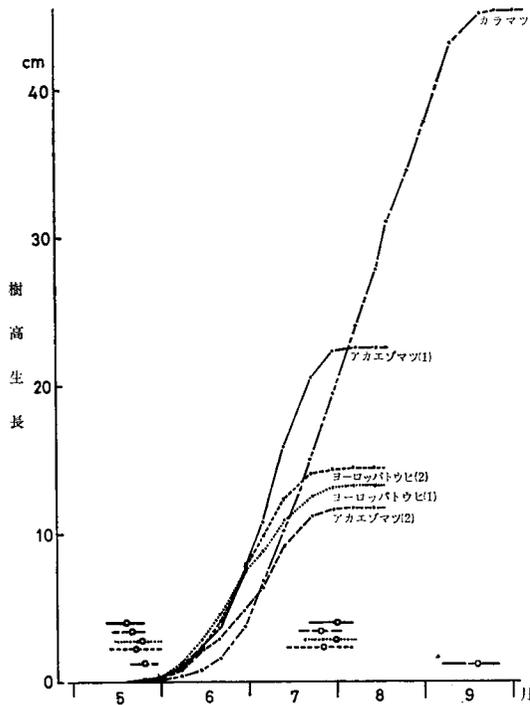


図4 アカエドマツ, ヨーロッパトウヒ, カラマツの樹高生長と生長開始停止時期

各個体の樹高生長開始日を知ることは困難であった。また同じ調査区内でも生長が始まる時期は個体ごとに差があるので生長を始めた次の1～2週間の生長量から田中ら⁵⁾と同じ方法で、初期の樹高生長が時間に対し指数関数的な関係をもつものとして各個体の生長開始日を推定し、生長を始めた個体数が全個体数の50%に達した日を生長開始日とした。樹高生長の停止は、当年の主軸の伸長生長が止った時とし、二次生長がみられた個体は調査から除外した。生長停止日は生長を停止する直前の生長量の変化をもとに各個体について推定し、生長を停止した個体数が50%に達した日を、生長停止日とした(図-2, 3, 4)。樹高生長を続ける期間はこうにして求めた生長開始日から停止日までの日数とした(表-1, 2, 4)。

苗畑のトドマツの1年間の樹高生長量は各区で大きな差があり、6年生の3, 4は他に比べて生長量が大きく、1は播種床に据置されたもので年間生長量は小さいが、生長開始直後の生長量が大きく、2は移植直後のもので生長量は最も小さい(図-2)。生長を始める時期は5月中旬で霜の終日より2週間ほど早く各区の個体差は2を除いておよそ1週間ほどであるが、生長の停止は7月中旬から下旬に始まり個体による差が大きく約3週間にわたっている。6年生の3, 4は停止する時期が他より10日間ほど遅い。凍害を受けたため調査から除外した本数は3が21%, 4は24%で最も多く、他は11～14%であり、また二次生長のため除外したものは3が14%で他は4%以下である。

樹下植栽されたトドマツの樹高生長量は上層木の多い区が小さく、生長は5月中旬から下旬に始まり苗畑より5日間ほど遅く、上層木の多いⅢはⅠやⅡに比べて3日間遅い。生長の停止はⅠやⅡでは8月上旬から中旬まで、Ⅲは7月下旬から8月中旬までである。凍害などで除外したものはなかったが、植栽間隔から推定した生存率はⅠ71%, Ⅱ85%, Ⅲ74%である。

苗畑のアカエゾマツの生長量は移植直後の(2)が(1)の約半分で、生長は5月中旬から下旬に始まり、生長の停止は7月中旬から8月上旬で移植直後の(2)が(1)より早く停止する。ヨーロッパトウヒは5月中旬から下旬に生長を始めるが、生長開始の時期の個体差はトドマツやアカエゾマツより大きく、生長の停止は7月中旬から8月上旬までである。カラムツの生長は主に5月下旬に始まり生長の停止は他の樹種より遅く9月中旬から下旬で初霜がみられる時期である。アカエゾマツとヨーロッパトウヒは虫害などで3～7%を除外した。カラムツは、調査を行なった約1/3の個体の幹の上部5cmほどが枯死していたが、その下部から生長をはじめて主軸になったものを測定した。しかし幹や枝の枯れた部分の割合が大きいもの12%を除外した。

樹高生長の経過を1年間の生長量の割合であらわしたものが図-5, 6, 7である。また各測

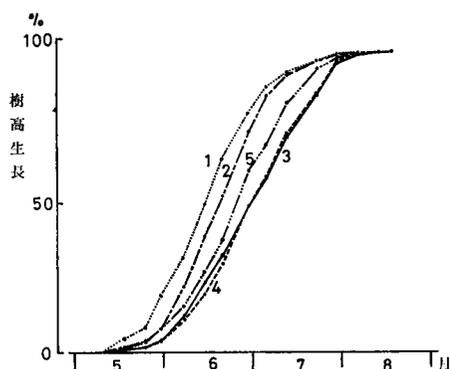


図5 トドマツ(苗畑)の樹高生長

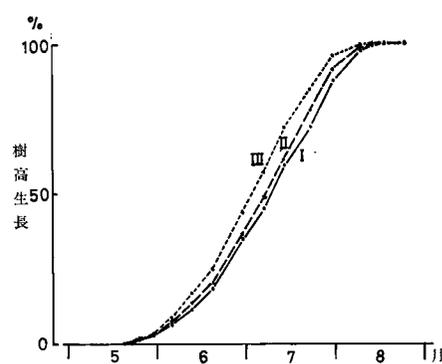


図6 樹下植栽トドマツの樹高生長

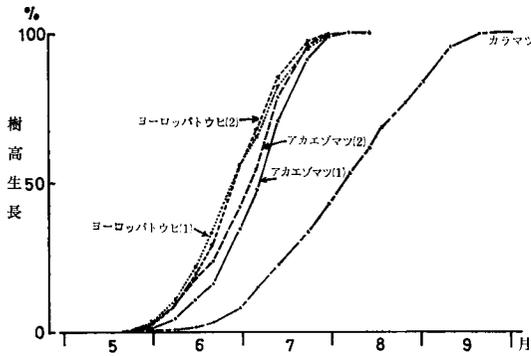


図7 アカエゾマツ, ヨーロッパトウヒ, カラマツの樹高生長

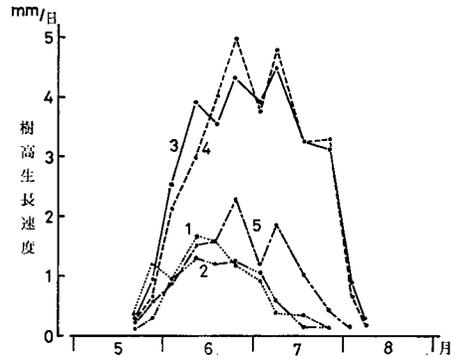


図8 トドマツ(苗畑)の平均樹高生長速度

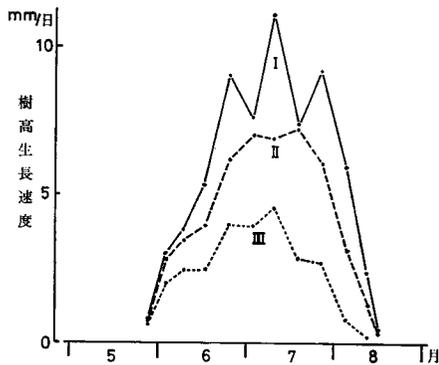


図9 樹下植栽トドマツの平均樹高生長速度

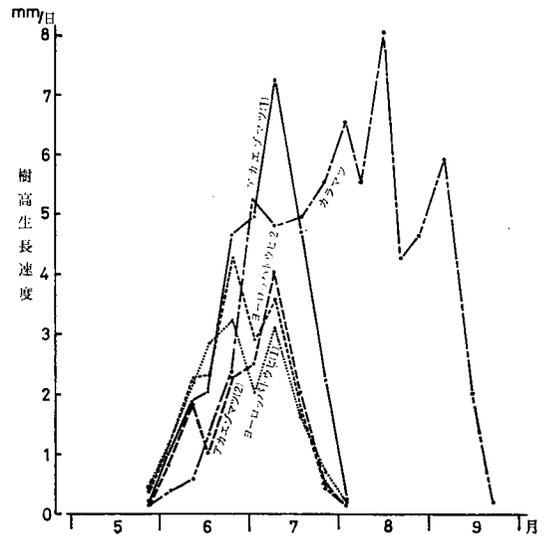


図10 アカエゾマツ, ヨーロッパトウヒ, カラマツの平均樹高生長速度

定を行なった期間の生長量から求めた日平均生長量をその期間の平均樹高生長速度としてその季節変化を図一8, 9, 10でしめた。

苗畑におけるトドマツの樹高生長の経過は5月中旬に生長が始まり, 5月下旬から6月上旬に生長速度を増し, 6月中旬に高い樹高生長速度に達する(図一5, 8)。生長速度の最大値は樹高生長量が1年間の生長量の約50%に達した附近にあらわれ, 2年生の1や移植直後の2は, その後徐々に生長速度が低下し, 7月中旬から8月上旬に生長が停止する。生長量の大きい6年生の3や4は7月上旬まで高い生長速度を保ち, 7月中旬から生長速度が急激に低下し, 7月下旬から8月上旬に生長が停止する。樹高生長量が1年間の生長量の50%に達する時期は生長量が多いものが遅くなる傾向をしめしている。樹高生長を続ける期間は生長量の大きい3や4が生長量の少ない区よりも長い(表一1)。

樹下植栽後13年を経たトドマツの樹高生長の開始は5月中旬から下旬であり, 6月上旬から中旬に生長速度が増加し, 6月下旬に高い生長速度に達する(図一6, 9)。生長速度の最大値は

1年間の樹高生長量の約50%達した頃にあられ、上層木の少ないⅠやⅡは7月下旬から、上層木の多いⅢは7月中旬から生長速度が減少し、ⅠやⅡは8月上旬から中旬に、Ⅲは7月下旬から8月中旬に生長が停止する。生長量が1年間の生長量の50%に達する時期は生長量の少ないⅢがⅠやⅡより早く、また樹高生長を続ける期間はⅠやⅡがⅢより長い。以上のようにトドマツの樹高生長の経過は樹齢や生長量、生育環境の違いで生長の開始や停止の時期に差があり、また生長量の配分にも差がみられる。樹齢の若い1や移植直後で生長量の少ない2を除けば、先に述べたような差があるが、生長過程は似た型をしめしている。一般に生長期間のはじめの樹高生長や新葉の展開には前年度の貯蔵物質が利用されるといわれている。生長開始直後の生長速度の増加は各区とも似た傾向をしめしているが、1年間の生長量の少ない区では樹高生長を続ける期間の前半の生長量の割合が大きく、後半に生長速度が徐々に低くなることや、樹高生長を続ける期間が短いことなどは樹高生長の貯蔵物質への依存の度合いが高いことをあらわしていると考えられる。

苗畑トドマツの3, 4, 5や樹下植栽区Ⅰが高い生長速度を保っている7月上旬に生長速度の一時的な低下がみられるが、低下する時期が一致していることから、この変動は気温や土壌水分などの環境要因の変化の影響によるものであろう。このような変動は、生長の経過をしめす型に大きな変化をあたえるほどではないようである。樹下植栽区Ⅱの同じ時期の生長速度は比較的高いが、Ⅰにみられるような低下がみられず、上層木による庇陰の強さによって生長経過に対する環境要因の影響の程度が異なるようである。図-11は樹下植栽区の2年間の樹高生長量を比較したもので、1976年の樹高生長量は前年の生長量に比べて各区とも大きい個体が多い傾向がみられるが、上層木の多いⅢの生長量の差の割合がⅠやⅡより全般的に大きく、庇陰の度合いは強いが樹高生長量の増加割合が大きくなる傾向がみられる。

樹高生長の開始時期は気温などの影響を受けるので、その年の気象条件の影響を考慮すれば、この1生育期の測定結果では、他の地域の生長経過とくわしい比較を行なうことは困難であるが、おおよその傾向を比較すると、札幌地方のトドマツ苗木の樹高生長開始の時期は標茶より2週間ほど早く、生長停止の時期は差が少ない。産地別トドマツの樹高生長量の季節変化が3つの型に区分され、年によって型が変わることがみとめられている。これらの型と比較するとⅢ型は苗畑

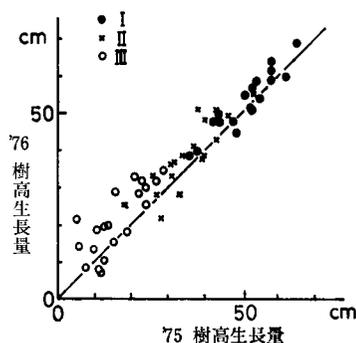


図11 樹下植栽トドマツの樹高生長量の比較

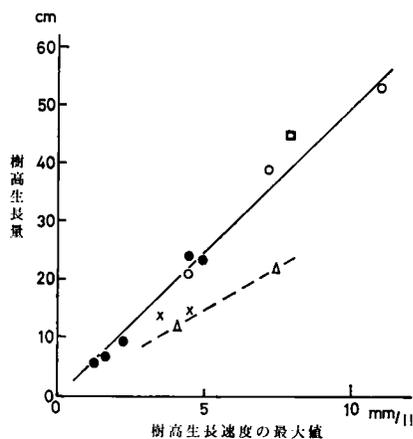


図12 樹高生長量と平均樹高生長速度の最大値の関係

●トドマツ (苗畑) ○樹下植栽トドマツ
△アカエゾマツ ×ヨーロッパトウヒ
□カラマツ

トドマツ2年生の1に、II型は6年生の3や4の生長速度の季節変化の型に似ており、ここで得た結果によれば、型の違いが樹齢による差になってあらわれており、またこの報告の樹高生長の開始や停止の時期は標茶より早く、生長を続ける期間は標茶が少し長いようである。同じ樹種の樹高生長の開始時期や生長を続ける期間が地域によって異なっても、生長経過の型が似ているのは樹高生長が環境要因よりも内部要因によってきまる割合が大きいためであると考えられている。¹¹⁾

小林¹⁰⁾は、産地別トドマツの樹高生長をしらべ、6月中旬の最大生長量の差が総生長量の差になってあらわれることをしめしている。図-12は1年間の樹高生長量と樹高生長速度の最大値の関係をしめたもので、苗畑トドマツと樹下植栽トドマツがほとんど同じ関係を持ち、生長速度の最大値に近い高い生長速度を保つ期間が似ていることをあらわしている。

柳沢¹²⁾は10日間の平均気温が11~13°Cでトドマツの開葉が50%に達すると報告し、真鍋^{13,14)}らは標茶の苗畑で日覆による庇陰が地温や気温を低くしてトドマツ苗木の頂芽の開芽時期を遅らせることを報告している。林内の上層木の庇陰下で生育している針葉樹の樹高生長の開始時期が上層木のないものに比べて遅いことがみとめられているが、¹⁵⁾上層木の多い樹下植栽区Ⅲの樹高生長の開始が上層木の少ないⅠやⅡより3日間ほど遅く、またⅢの生長を続ける期間が短いなど同じような傾向がみられる。このような樹高生長の開始時期や生長を続ける期間の差は少ないがⅢの樹高生長量はⅠの約2/5で、生長量に対する庇陰の影響は強くあらわれている。

アカエゾマツとヨーロッパトウヒは5月中旬から下旬に樹高生長が始まり、6月下旬から7月上旬に生長速度が最も高い値に達し、その後急激に減少して7月中旬から8月上旬に生長が停止する(図-7, 10)。高い生長速度を保つ期間は短く、最大生長速度は1年間の生長量が同じトドマツに比べて高い値をとる関係をしめし(図-12)、樹高生長を続ける期間はトドマツより少し短い。環境要因の変化の影響によると考えられた7月上旬のトドマツの生長速度の一時的な低下はヨーロッパトウヒにも同様な傾向がみられ、またアカエゾマツもこの時期の生長速度の増加割合が低くなっている。カラマツは生長開始直後は徐々に樹高生長速度を増し、6月中旬から急速に増加し、7月上旬から8月下旬まで高い値を保ち、その後低下して9月中旬から下旬に停止する。生長を続ける期間は長く、また高い生長速度を保つ期間も長いなど生長経過の型は他の3樹種とかなり異なっている。苫小牧の植栽後8年のカラマツは5月中旬¹⁶⁾に樹高生長を始め、7月下旬と8月下旬に最も旺盛な生長をしめし、9月中旬に生長を停止する。室蘭の2年生カラマツ苗は7月中旬から樹高生長が盛んになり、9月下旬に生長量が少なくなる。¹⁷⁾ここで得た生長経過の型は、樹齢の差が大きい苫小牧のものに似ており、生長の開始は標茶が10日間ほど遅く停止の時期の差は少ないなどトドマツで比較した場合と似た傾向をしめしている。

樹高生長を続ける期間については、樹齢の高い方が稚樹より生長期間が短いことが数種の樹種でみとめられているが、トドマツで比較すると樹下植栽後13年を経たⅠやⅡと苗畑の3, 4は生長を始める時期に差があるが、生長期間の差は少なかった。樹齢の差の少ない範囲で比較すると、樹高生長量の小さいものが生長を続ける期間は少し短い傾向がみられ、この期間の差はおもに生長量の少ないものの生長停止の時期がより早いことによっている(表-1, 2)。しかし樹種が異なれば、樹高生長を続ける期間と生長量に一定の傾向がみられないとされているが、¹⁸⁾ここでもトドマツ3, 4とアカエゾマツ(1)の生長量の差は少ないが生長期間には差がみとめられる。1年間の樹高生長量に關係のある生長速度の最大値に近い高い生長速度を保つ期間は樹種によって異なり、その期間はカラマツ、トドマツ、ヨーロッパトウヒ、アカエゾマツの順に短くなっている(図-10, 12)

以上で樹高生長の1生育期間の生長経過について検討を行ってきたが、これらの4樹種の樹高生長は5月中旬から下旬に始まり、生長の経過の型は樹種によって異なっている。トドマツで

は、樹齢や生育環境などの違いで、生長経過の型や樹高生長を始める時期、続ける期間などに差がみとめられ、また他の地域の生長経過との比較によって樹高生長を開始する時期や樹高生長を続ける期間に差があり、標茶における樹高生長の傾向を知ることができた。しかしここで得た1生育期間の調査結果では、樹高生長とその年の気象条件などとの関係について十分な検討を行なうことができなかつたため、樹高生長の経過と凍害との関係を直接比較することは困難であつた。これらの関係について比較検討をすすめるためにはさらに長期間の調査をもとにした樹高生長に関する資料を加えることが必要であらう。

引用文献

- 1) 竹内典之：東北海道における火山灰土の凍結と融解Ⅰ畑地土壌の凍結状況の季節変化，京大演報，**52**，117～129，（1980）
- 2) 竹内典之：東北海道における火山灰土の凍結と融解Ⅱ皆伐跡ササ地およびカラマツ新植造林地における土壌の凍結と融解，京大演報，**53**，205～215，（1980）
- 3) 竹内典之，大窪 勝，古本浩望，大牧治夫：標茶の気象，京大演報，**15**，35～42，（1982）
- 4) 吉村健次郎，竹内典之，古本浩望：京大北演における1973～1974の寒害の実態について(1)，寒害林分の実態，日林北支講，**23**，64～67，（1974）
- 5) 田中弘之，大島誠一，赤井龍男：外国産マツ属の新梢の伸長と形態，京大演集報，**11**，38～49，（1976）
- 6) KOZLOWSKI, T. T.: Shoot growth in woody plants. Bot. Rev., **30**(3), 335～392, (1964)
- 7) TAMARI, C.: Nutritional studies on the seedling of *Abies sachalinensis* Mast. with lammas shoots, 北大演報，**24**(2), 513～598, (1966)
- 8) 菅原セツ子：トドマツ苗木の移植時期と地上部，地下部の生長，林試北支年報，31～38，（1966）
- 9) 岡田 滋，小林昌三：トドマツの上長，肥大生長の周期性，北方林業，**30**(7)，9～11，（1978）
- 10) 小林昌三：産地別トドマツの上長，肥大生長の周期性，北林育種場年報，34～36，（1978）
- 11) KRAMER, P. J.: Amount and duration of growth of various species of tree seedlings, Plant Physiol., **18**, 239～251, (1943)
- 12) 柳沢聰雄：北海道無意根岳における林木の季節現象に関する二、三の観測，林試報，**70**，71～92（1954）
- 13) 真鍋逸平，大窪 勝：幼齡トドマツの庇陰効果について，日林北支講，**15**，117～118，（1966）
- 14) 真鍋逸平：トドマツ苗頂芽の開芽期と庇陰の関係，日林北支講，**19**，103～104，（1970）
- 15) BALDWIN, H. I.: The period of height growth in some northeastern conifers, Ecol., **12**, 665～689, (1931)
- 16) 柴草良悦：トドマツおよびカラマツの生長と生長物質に関する研究，北大演報，**31**(3), 293～377, (1974)
- 17) 津田耕治：カラマツ苗木の成育と養分吸収の季節変化，林試北支年報，31～44，（1960）
- 18) KOZLOWSKY, T. T. & R. C. WARD: Seasonal height growth of conifers, For. Sci., **3**(1), 61～66, (1957)