

高寒性樹種の植栽技術

1. トドマツ山行苗の形質別生長
2. トドマツ植付け方法別生長

I. 試験担当者氏名

| | |
|-----------|--------------------|
| 北海道支場造林部長 | 柳沢 聰雄(現本場造林科長) |
| | 土井 志次 |
| 造林研究室 | 中野 実(現本場企画科長) |
| | 林 敬太 |
| | 玉利長三郎 |
| | 菊田 信吾 |
| | 横山 喜作 |
| | 豊岡 洪 |
| | 菅原セツ子 |
| | 藤村 好子 |
| 土壤研究室 | 戸本 正義(現本場土じょう第二室長) |
| | 津田 耕治(現本場) |
| | 真田 勝 |
| | 大友 玲子 |

II. 試験目的

2～3年で山出しできる、スギ、カラマツとちがい、トドマツの幼時生長は緩慢で、普通は5年間育苗して、やっと山出しできるようになる。さらに山出しの際の掘取りは根系の切断、続いて再生が負担となって、植栽しても2～3年は生長が悪い。また下刈に要する労力、経費も大きい。したがって育苗から植栽後2～3年までの造林作業をできるだけ合理的に進めて、活着、生長を良好ならしめ、労力軽減にも役立てることは、トドマツの特性を明らかにすることと併行して、亜寒帯における造林問題の主要な研究課題である。主として、育苗面の基礎的事項について、この研究課題の解明をおこなった。

III. 試験の経過と得られた成果

本研究課題は、北海道支場共同研究項目「トドマツの生長条件に関する研究」として、昭和40年度から一般会計による特掲項目として開始し、その後経常研究として実施してきたものを、昭和44年度に特別会計特掲項目として引継いだものである。したがって、この報告は昭和40年度以降の関連事項、すなわち、1) トドマツ山行苗の形質別生長、2) トドマツ植付け方法

別生長について、その結果をとりまとめた。

1. トドマツ山行苗の形質別生長

1-1 床替密度を異にした苗木の生長

供試苗は定山渓営林署百松沢苗畠で養成された2-0苗木で、1966年4月、当支場苗畠に25, 36, 49, 64, 100, 169本/m²の密度で、3回繰返しの床替試験区を設けた。施肥は当場の一般育苗に準じておこなった供試苗および床替後2生育期経過した苗木の栄養分を化学分析して、育苗中の養分吸収量と密度との関係をしらべ、1968年5月に苗畠に植栽して、植栽後の生長を1969年秋に測定した。化学分析は、窒素はケルダール法、磷酸はA, O, A, O法、カリは炎光法、カルシウムは亜硫酸法、マグネシウムはチタンイエロー法によった。

床替時の苗木の乾重量は0.62g、苗長15.2cm、根元径0.20cmで、養分含有率は窒素1.43、磷酸0.47、カリ0.90、カルシウム0.38、マグネシウム0.07各%であった。したがって、苗木1本あたりの養分含有量は、窒素8.91、磷酸2.89、カリ5.59、カルシウム2.35、マグネシウム0.45各%となる。2生育期終了後の1967年10月に各区の苗木を掘取り、形質と養分含有量をしらべたが、図-1に生重量、苗長および苗径をしめした。他樹種でこれまで得

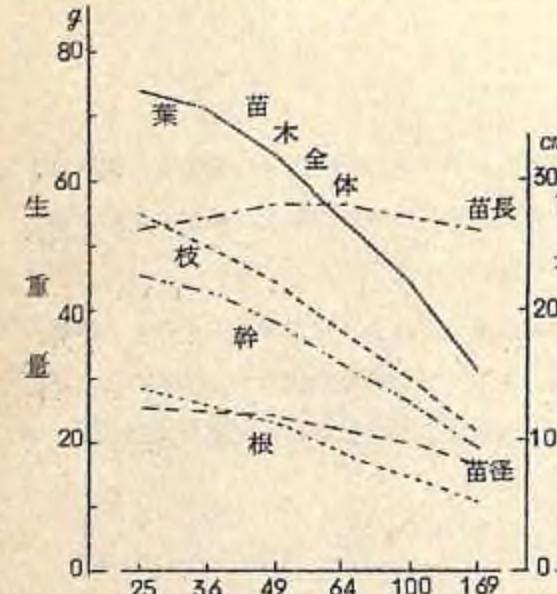


図-1 苗木の生重量(g/seedling)と苗長、苗径(cm)

結果では、まだそこまではいっていないよう

で、密度の高いほどm²あたりの乾物生産量は大きい。(図-3参照)。養分含有率についても

部位ごとにくわしくしらべた。窒素は密度の高い区ほど幹の上部葉および枝の葉で少ないが、

られた結果とおなじように、本数密度が高くなるほど苗木1本あたりの生重量はすくないことは、図-1および表-1の苗木全体の生重量の分散分析でも明らかである。しかし、苗長と本数密度の関係は生重量ほどはっきりせず、わずかに49, 64/m²で大きいけれども、他区との差は2cmにすぎなかった。図2でしめした部位別に、乾重量をみてみると、密度の高い区ほど苗木間の空間がせまいことが、枝と根に影響をあたえ、したがって図-1にみられるように根元径も小さい。また閉鎖した林分では乾物生産量は一定になるとされるが、この

結果では、まだそこまではいっていないよう

で、密度の高いほどm²あたりの乾物生産量は大きい。(図-3参照)。養分含有率についても

部位ごとにくわしくしらべた。窒素は密度の高い区ほど幹の上部葉および枝の葉で少ないが、

表-1 苗木全体の生重量における分散分析

| 要因 | S | F | V | F ₀ |
|----|------|----|-----|----------------|
| A | 4142 | 5 | 828 | 165** |
| e | 60 | 12 | 5 | |
| T | 4202 | 17 | | |

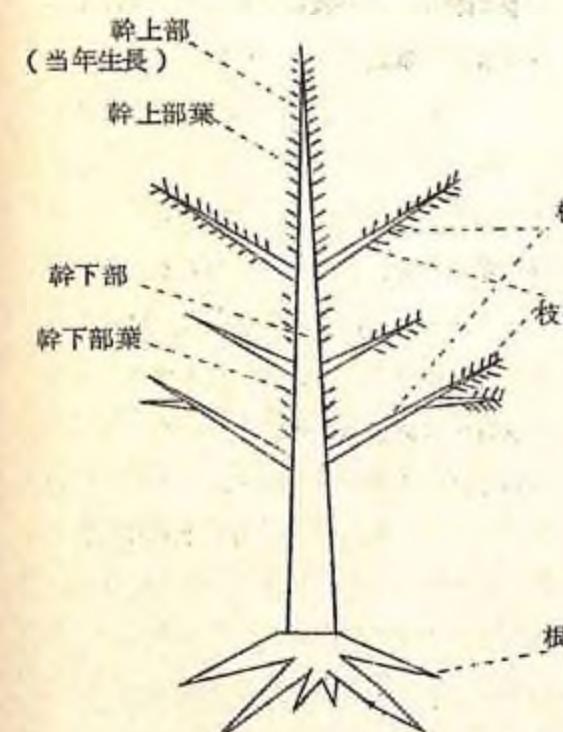


図-2 部位の分け方

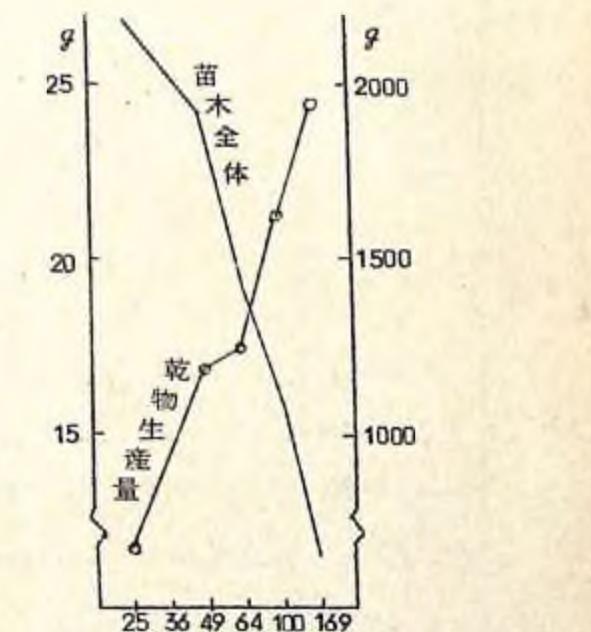


図-3 乾重量(g/seedling)と乾物生産量(g/m²)

これは窒素が生長点附近の生育旺盛な部分に多く含まれることから考えると、窒素不足の状態が高密度区に現れたものとみることができる。苗木全体の養分含有量(図-4)でも高密度区の窒素の減少が顕著である。高密度区の養分不足は磷酸、カリ、カルシウム、マグネシウムでもおなじ傾向を持っている。磷酸は低密度区でも含有率が低いが、空間が多いため、土じようが乾燥して磷酸吸収を阻害するものと考えられるし、またカルシウムの含有率が窒素やカリと違って高密度区ほど多く、幹の部位間の差もほかの養分ほどでないのは、カリの吸収に対応することもあるが、トドマツ苗木のカルシウム吸収特性を考える。養分含有量を葉、枝、幹、根の各部位別に分配率をしめしたのが図-5である。密度の高い区ほど葉の養分含有量の割合が大きいのは窒素とカリ

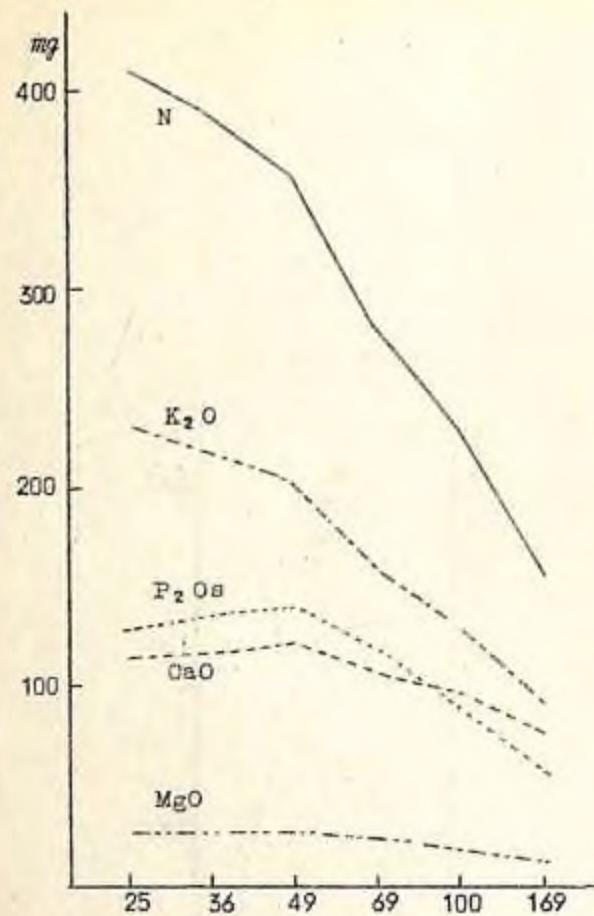


図-4 養分含有量 (mg/seedling)

で、磷酸とカルシウムはそれほど変わらない。幹の割合が増大するのは加里とカルシウムで、枝ではどの要素もすくなくなっている。根でもおなじことが云える。このように枝や根に養分含有量のすくない高密度区の苗木は、植栽しても良好な生育はのぞめない。床替期間中の養分吸收量を、図-4の養分含有量から供試苗のものを差引いて、 m^2 あたりでしめしたのが図-6である。本数密度が高くなると、いずれも m^2 あたりの吸收量は増大している。さきに高密度区ほど養分不足の状態にあることを明らかにしたので、養分が不足しない状態では、図-6の各区間の差はもっと大きいはずである。この試験での施肥量は各区ともおなじなので、高密度区ほど肥料の利用率は大きいとみることができるが、苗木の形質や養分吸收の操作から考えると、本数密度は低いほど、植栽後の活着、生長はよいと思われる。

1968年5月、植栽時の苗木の形質は表-2にしめした。T, R率および弱さ度はいずれも

表-2 植栽前 (1968年5月) の苗木の形質と植栽後 (1968.11) の乾物増大量

| 密度/ m^2 | 平均根元径 | 平均苗長 | T, R率 | 弱さ度 | 増加量 (dry, g) | | |
|-----------|-------|------|-------|------|-------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | 全 体 | 地上部 | 地下部 |
| 169 | 0.70 | 27 | 3.23 | 2.97 | 15.5 ^g | 10.0 ^g | 5.5 ^g |
| 100 | 0.78 | 25 | 2.90 | 2.24 | 17.7 | 10.9 | 6.8 |
| 64 | 0.86 | 24 | 2.72 | 1.82 | 19.7 | 12.1 | 7.6 |
| 49 | 0.95 | 24 | 2.59 | 1.69 | 23.7 | 15.3 | 8.4 |
| 36 | 0.95 | 24 | 2.45 | 1.51 | 25.8 | 16.5 | 9.3 |
| 25 | 1.01 | 26 | 2.28 | 1.44 | 28.2 | 18.3 | 9.9 |

(註) 弱さ度: 苗長/地上部乾重量

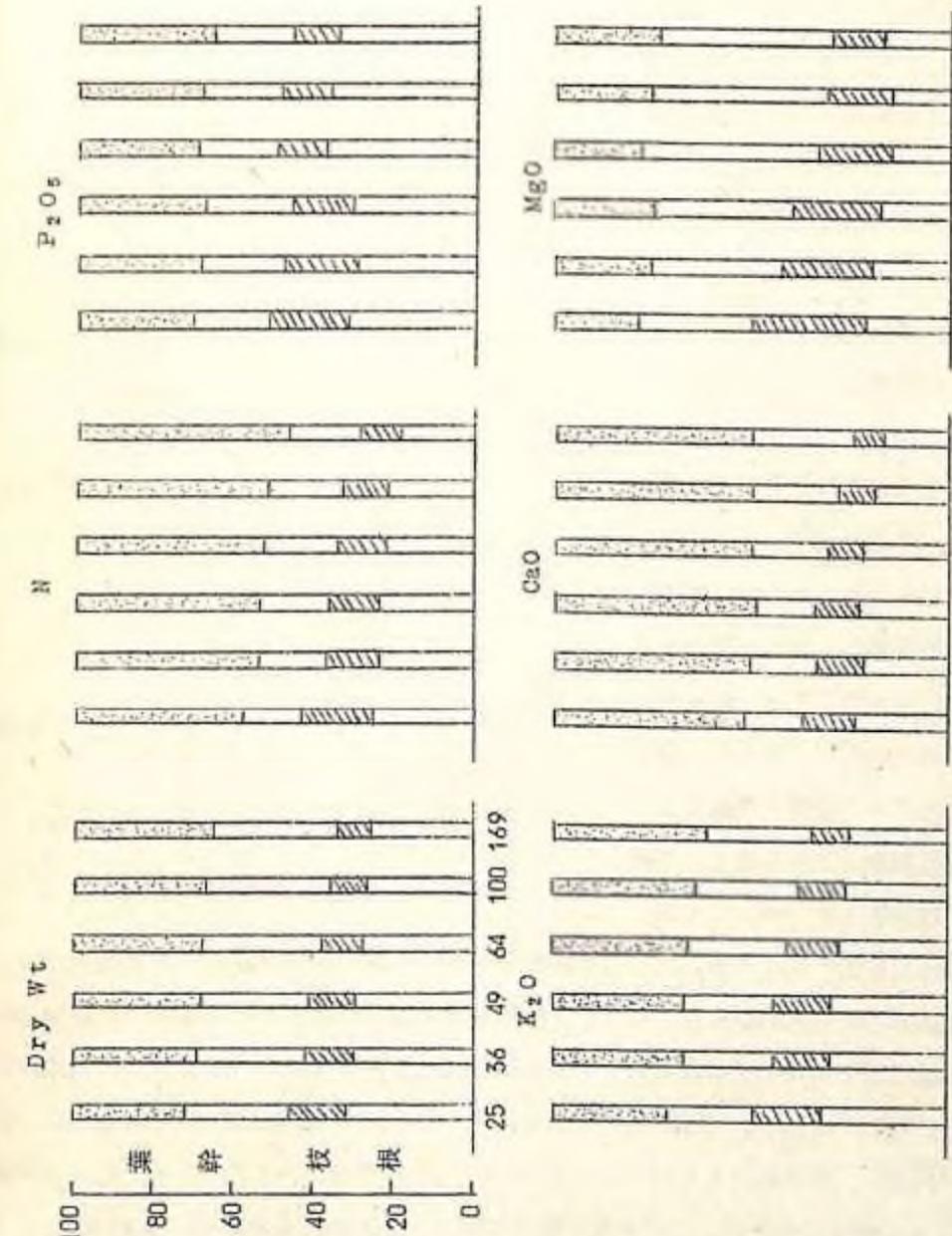


図-5 養分の分配率 (部位別)

〔注〕乾重分配率の図を含む

高密度区で高い値が得られ、とくにT, R率の高いことは、高密度による根系の伸長の悪さをはっきり認めることができよう。植栽後1生育期経過後の形質は、上長生長と根元直径を図-7に、地上部、地下部別の増大量を表-2の右欄にしめした。上長生長はいちじるしい差が認められないが、根元直径は育苗当時の密度の影響が、引き続いて、その後の直径生長の結果にあらわれた。また、低密度の苗木ほど重量増大量は大で、葉量は高密度ほどすくない傾向にあった。

1-2 人工調整された苗木と生長

移植にともなう障害として、まず掘取りによる根の損失量が問題となる。そこで、人工的に根の量を調整し、それを植えかえればいいの、体内含水率の変化、吸収根の発生状態を定期的に調査し、さらに、野観国有林に植栽した苗木の活着、生長をしらべた。根の調整は昭和41年5月で、処理方法は根系部と根際から10cm, 15cm,

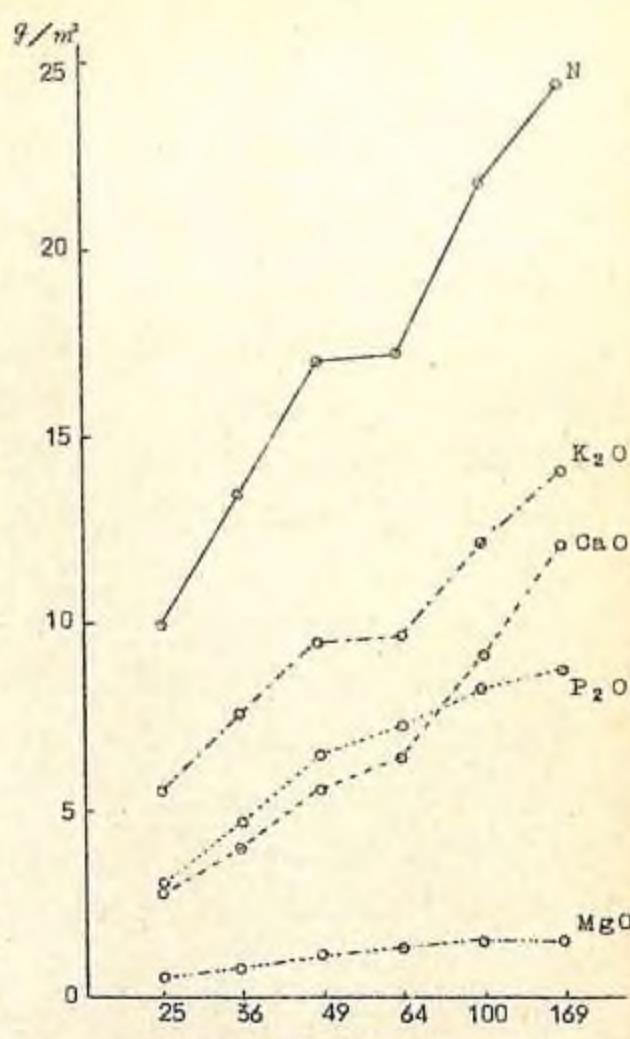


図-6 m^2 あたりの養分吸収量

20cm, 25cmの四段階に切りつめ、主として細根を除去、これを無処理苗木と比較植栽してしらべた。根量を調整した苗木の吸収根の発生は、移植しない苗木の吸収根発生傾向とはいちじるしく異り、普通は吸収根発生の不活動期と考えられる時期でも、根の形成が続けられる。根の損失量が大きいほど、増加量も多く、最盛期がおくれる(図-8)。根量調整苗木の葉含水率は、移植後7-10日頃から、無移植苗より低下しはじめるが、いちじるしい変化はなく、約30日後頃に全処理区とも、無移植苗とほとんどおなじ値まで近づく。野観国有林に植栽した苗木は、植栽1年後の5月上旬に、霜害をうけて、ほとんどの苗木が頂芽の伸長をさまたげられたので、活着と1生育期の生長だけを知ることができた。それによると、活着については、根のかなりの量(50%)を失っても影響は認められなかった。しかし、上長生長量は、根系を失った量の多い

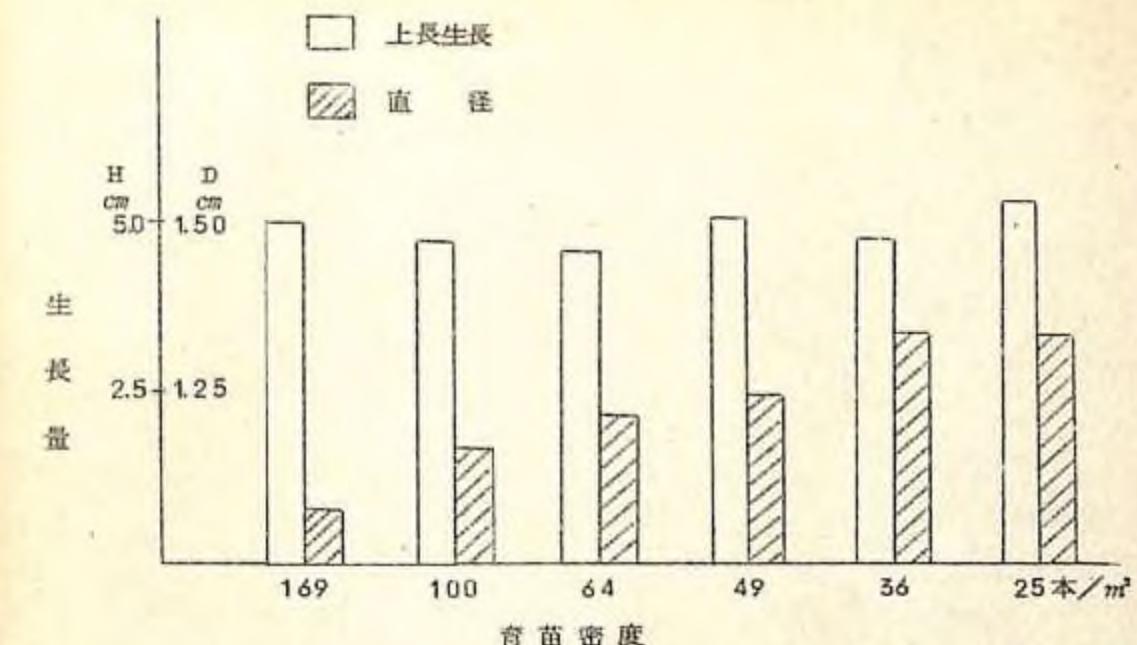


図-7 苗木の形質、形態と山行後の生長量

ほど低下する傾向にあった。

トドマツ苗木の植付けにあたっては、根の調整はともかく、枝葉の調整をおこなうことは稀である。しかし、採種園設定用のツギキ苗では、台木の枝を剪定して植付けた場合、非常に活着、生長が悪い例がみられ、また、発根に際しては、苗木の下枝の発達したもの、幹の太いものほどよいとされているので、植付けの際に枝葉を調整した苗木を当支場苗畑にモデル植栽して、植栽後の発根および栄養分の変動から、枝葉の役割を検討した。

5年生山出し苗木を、1967年9月18日と1968年5月7日の2回、無処理(A), 3年枝階から下位の枝葉をかりこんだもの(B), 2年枝階から下位の枝葉をかりこんだもの(C)の3処理をおこなって、直ちに苗畑に植栽し、植栽後1生育期間の各部位別の炭水化物と全窒素の含有量の変動を、残存率、平均発根率および平均伸長量とともに測定した。トドマツの着葉令を苗木でしらべたところ、ほとんどが3年までで、稀に4年のものがついていた。同化産物の生産工場としての葉の生現的技能は葉令や部位によっても異なる。表-3は枝葉のかりこみ処理による移植試験をする前に、おなじ苗木の部位別の炭水化物と全窒素の含有率をしらべたものである。枝の令階ごとにしらべたので、3令階以上のものにもいくらか1年生葉と2年生葉が含まれている。したがって葉令別にくらべた場合はその差はもっと大きくなるは

図-8 根の調整と吸収根発生との関係

無移植
移植(無処理)
移植(根元から10cmのところで根を切除)

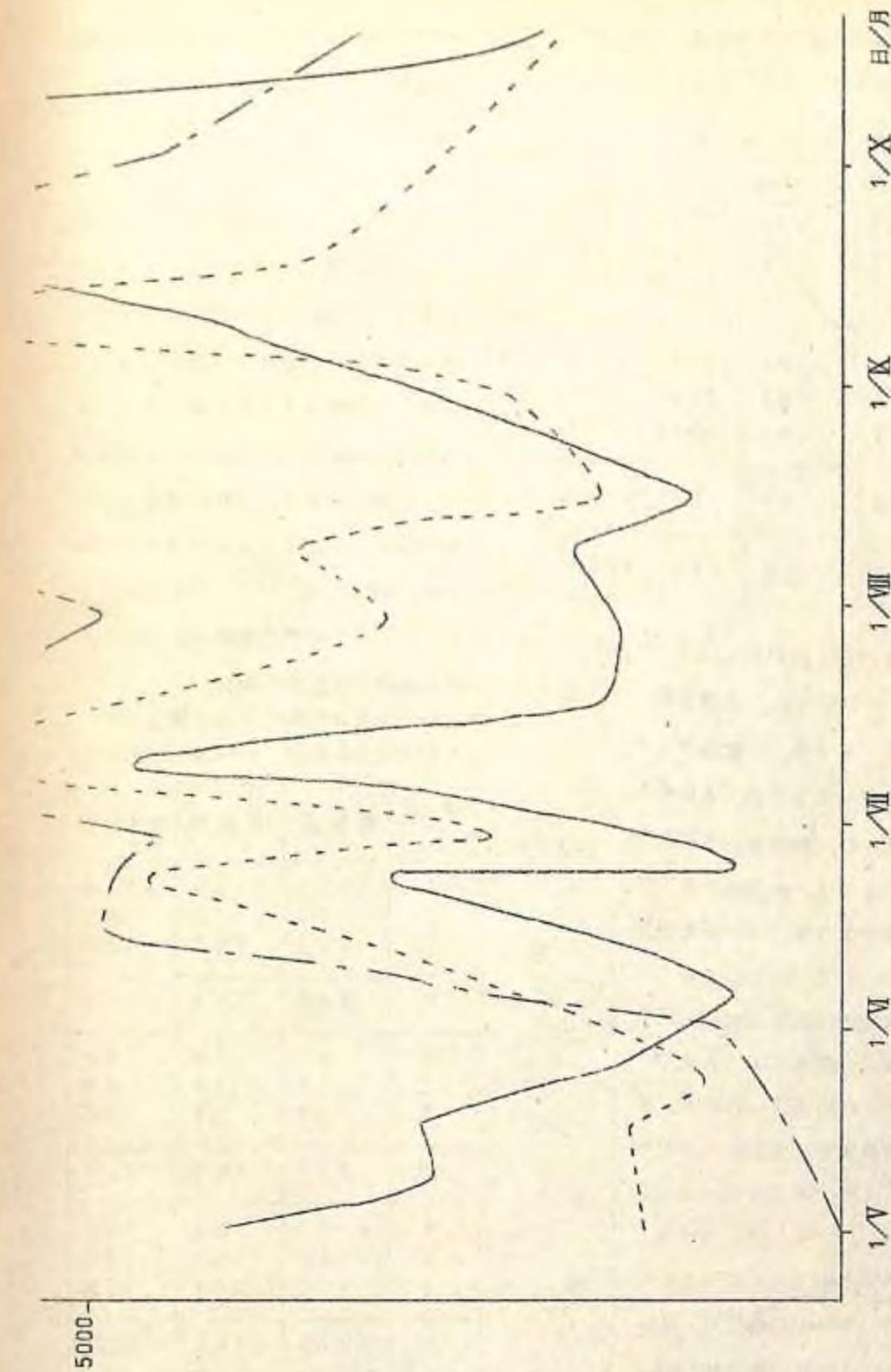
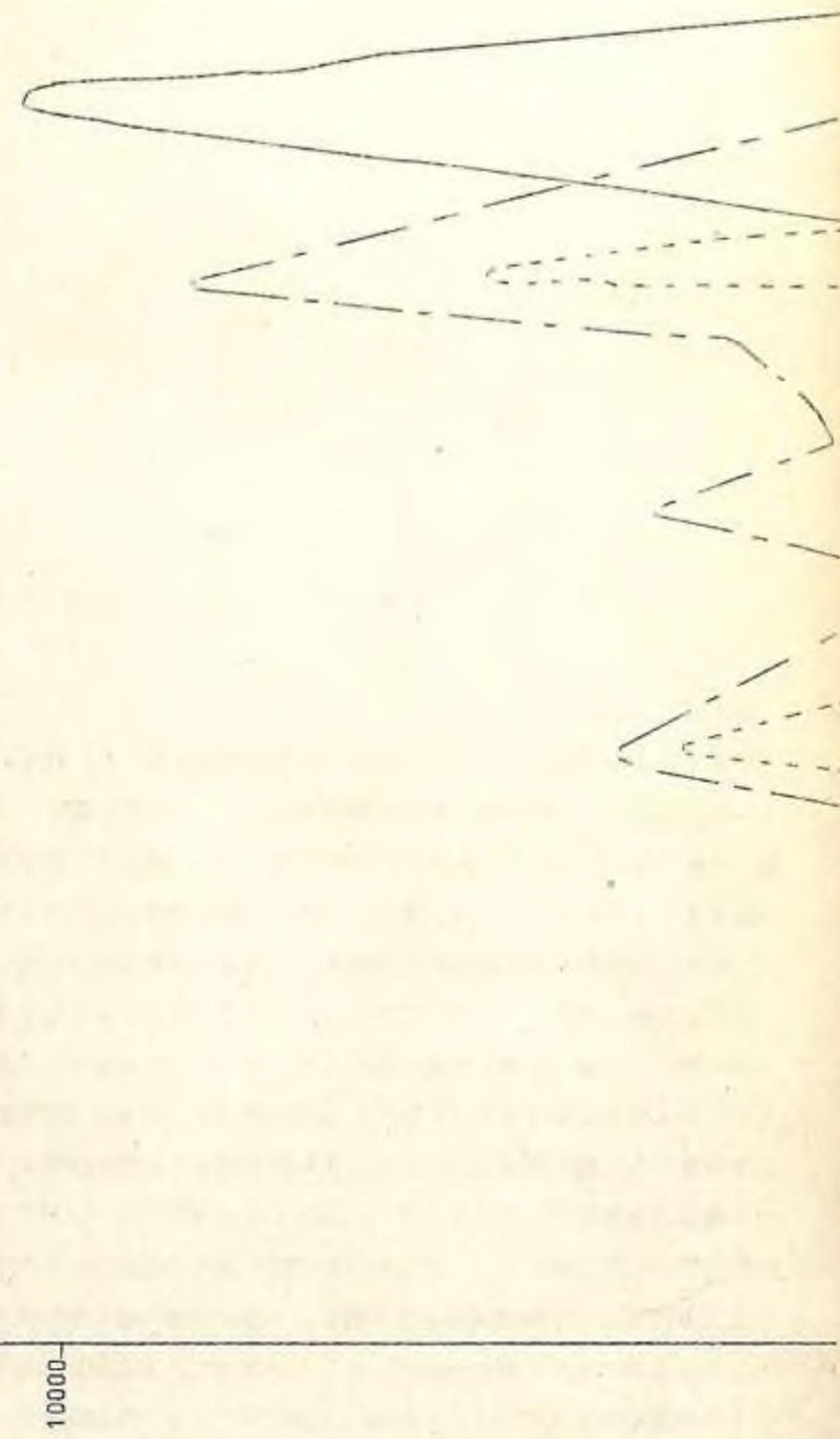


表-3 生長開始時の部位別全窒素炭水化物含有率
(トドマツ5年生苗木, 対乾重% 1963年4月中旬)

| 部位令階 | 炭水化物 | | | | 全窒素 |
|------|------|------|-------|-------|------|
| | 還元糖 | 非還元糖 | 澱粉 | 計 | |
| 葉 | 4.24 | 6.40 | 10.72 | 21.36 | 2.17 |
| | 2.58 | 6.42 | 11.94 | 20.94 | 2.09 |
| | 2.04 | 4.75 | 16.60 | 23.39 | 2.02 |
| 枝 | 1.85 | 1.96 | 21.09 | 24.90 | 1.18 |
| | 1.34 | 1.87 | 15.43 | 18.64 | 0.98 |
| | 1.35 | 1.30 | 15.31 | 17.96 | 0.94 |
| 幹 | 0.99 | 1.49 | 14.70 | 17.16 | 0.49 |
| 根 | 0.25 | 2.08 | 14.51 | 16.84 | 0.59 |

ずである。全窒素と還元糖を生理的活性度の、そして澱粉を栄養分貯蔵程度の指標としてみると、1令階の葉、つまり若い葉ほど生理的活性度が高い。とくに還元糖の含有率は、若い葉では下枝の古い葉の2倍にも達する。一方、澱粉は古い葉ほど高い含有率を占める。枝の生理的活性度も大体葉に似るが、貯蔵形の澱粉も1令階の枝が多かった。これは、貯蔵直後に消費される栄養分は、生長点近くの、木化の進まない部分に保留されることをしめすものと考える。いずれにしても、下位枝葉ほど貯蔵的役割が大きいことがわかる。そこで枝のカリコミによって、どれだけの栄養分が消失したかをみると、B、C両区では、枝葉全体の乾物量の35%, 62%, 全窒素の34%, 61%, 炭水化物の35%, 60%を失ったことになる。幹、根を含めてみると、乾物量の15%, 30%, 全窒素で25%, 46%, 炭水化物で19%, 32%を消失した。枝より葉で失う方がはるかに多く、乾物量および炭水化物消失量の3分の2は葉に含まれるものであり、全窒素によると4/5が葉から失われた。各処理区の残存率、平均発根率と平均伸長量を、植栽後の8月中旬と11月中旬にしらべたのが表-5である。残存率はC区で、すこし劣るだけで、B区は無処理のA区とほとんど差がなかった。しかし発根率は春移植の場合は、両区とも約5%劣るだけなのに、秋移植の場合

表-4 生長開始時の部位別乾物量、全窒素および炭水化物含有量(%)
(トドマツ5年生苗, 1963年4月中旬)

| 部位(令階) | 項目 | 乾物量 | 全窒素 | | 炭水化物 |
|--------|----|------|------|------|------|
| | | | 葉 | 枝 | |
| 葉 | 1 | 11.2 | 22.0 | 12.4 | 36.0 |
| | 2 | 9.1 | 17.0 | 9.9 | |
| | 3 | 11.2 | 20.3 | 13.7 | |
| | 計 | 31.5 | 59.3 | | |
| 枝 | 1 | 6.9 | 6.8 | 8.9 | 17.7 |
| | 2 | 5.3 | 3.4 | 3.9 | |
| | 3 | 3.9 | 5.1 | 4.9 | |
| | 計 | 16.1 | 15.3 | | |
| 葉と枝 | 1 | 18.1 | 28.8 | 21.3 | 53.7 |
| | 2 | 14.4 | 20.4 | 13.8 | |
| | 3 | 15.1 | 25.4 | 18.6 | |
| | 計 | 47.6 | 74.6 | | |

表-5 枝のカリコミ度合と苗木の残存率、平均発根率、平均伸長量
(トドマツ6年生苗木)

| 測定項目 測定時期 処理区 植付月日 | 残存率% | 平均発根率% | | 平均伸長量cm |
|-----------------------------|-----------|--|----------------------------------|-------------------------------|
| | | 4月8月11月 中旬中旬中旬 | 4月8月11月 中旬中旬中旬 | |
| | 1967.9.18 | 80 78 78 78 77 84 79 78 72 73 78 | 85 84 67 80 69 76 | |
| 1968. | A | 89 79 78 91 78 78 84 73 72 | 55 89 97 54 62 64 27 34 55 | 8.0 8.4 6.0 6.9 5.2 6.0 |
| | B | | | |
| | C | | | |

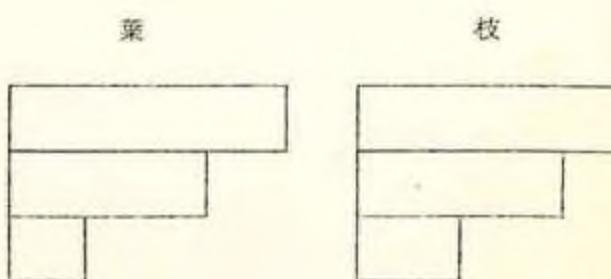
注 1) A: 無処理, B: 3年枝階以上の枝葉カリコミ, C: 2年枝階以上の枝葉のカリコミ
2) 発根率は損失根系の補足量を外見で判定
3) 12本の平均値

はB区で33%, C区で45%, 最終的に劣る結果が得られた。伸長量も発根率とおなじである。すなわち、下位枝葉のカリコミは、移植苗の活着、発根率、伸長量に減退をきたし、とくに発根に対しては秋移植のカリコミの影響はいちじるしい。また乾重量生長の変動でもこのことは明らかである(図-9)。さらに全窒素含有率の変動(表-6)によると、生理的活性度の高い、若い葉の割合の多いもので、全窒素含有率は高いのは当然で、この関係は枝でもみられる。しかし、移植えの根系は無処理区の方が高い含有率をしめした。これは、生理的に不安定なことをしめすものと考える。枝葉表-6 枝葉のカリコミ度合と苗木の全窒素含有率の変動

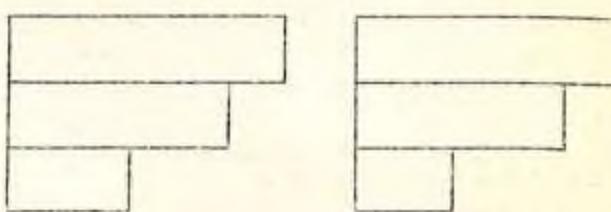
(トドマツ6年生苗木, 対乾重%)

| 部位 測定時間 処理区 植付月日 | 葉 | 枝 | 幹 | 根 | |
|---------------------------|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | | | | |
| 1967.9.18 | A | 1.46 1.48 1.61 | 0.90 0.90 1.00 | 0.41 0.41 0.44 | 0.48 0.55 0.58 |
| | B | 1.32 1.47 1.60 | 0.63 0.66 0.80 | 0.36 0.35 0.45 | 0.65 0.58 0.56 |
| | C | 1.94 2.11 2.24 | 1.16 1.19 1.29 | 0.60 0.62 0.66 | 0.87 0.75 0.72 |
| 1968.5.7 | A | 1.47 1.55 1.59 | 0.70 0.71 0.72 | 0.39 0.38 0.55 | 0.61 0.61 0.58 |
| | B | 1.57 1.74 1.95 | 0.77 0.90 1.01 | 0.41 0.44 0.54 | 0.60 0.60 0.62 |
| | C | | | | |

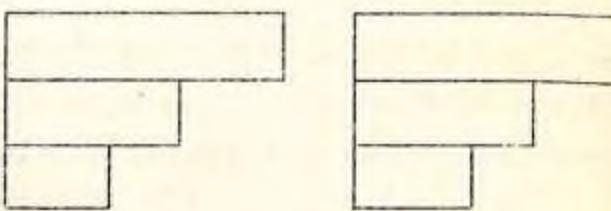
| 植付 月日 | 調査 月日 | 処理 方法 |
|--------------|--------------|----------|
| 1967 9.18 | 1968 4月中旬 | A |
| | | B |
| | | C |



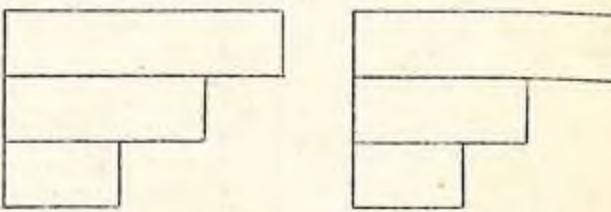
| 1967 9.18 | 1968 8月中旬 | A |
|--------------|--------------|---|
| | | B |
| | | C |



| 1967 9.18 | 1968 11月中旬 | A |
|--------------|---------------|---|
| | | B |
| | | C |



| 1968 5.7 | 1968 8月中旬 | A |
|-------------|--------------|---|
| | | B |
| | | C |



| 1968 5.7 | 1968 11月中旬 | A |
|-------------|---------------|---|
| | | B |
| | | C |

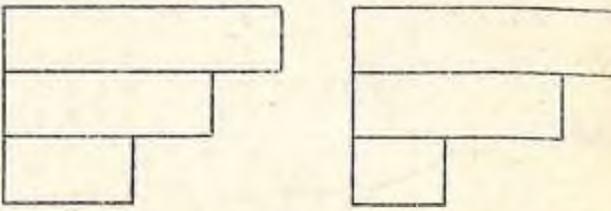
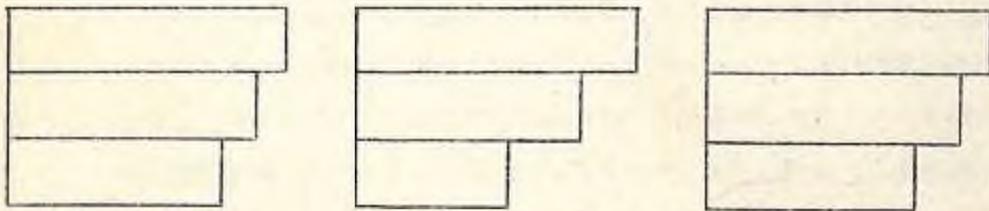
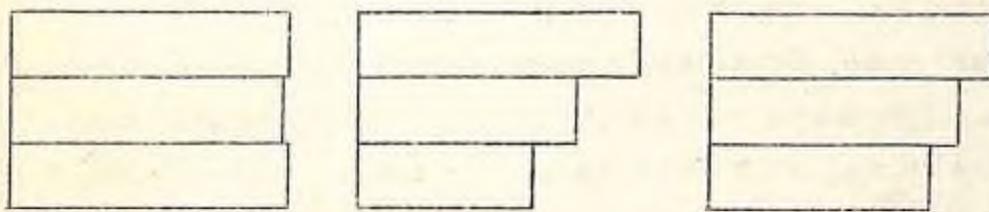
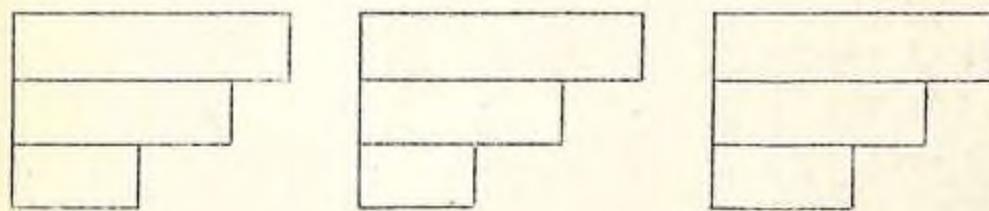
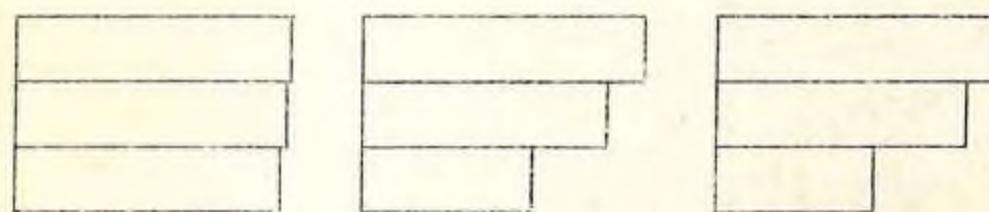
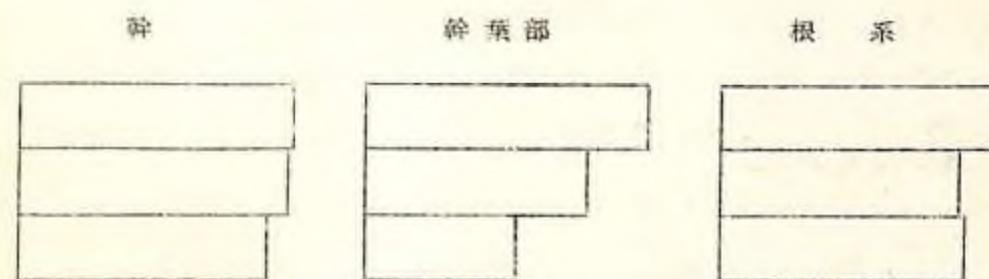


図-9 処理別苗木の生長量(乾重)比較



(無処理苗に対する割合)

のカリコミによる損失、移植後の吸収根再生のための転流消費、越冬中における吸収による消費と、これにつづく生長作用(分解)にあたる消費と随伴する蓄積(合成)後の8月中旬までを消費期間、このあと11月中旬までを蓄積期間として、8月中旬の値に対する11月中旬の値を蓄積比として求めると(表-7)、枝葉のカリコミの影響は、処理後1生育期間を経たあとも残

表-7 枝のカリコミ度合と苗木の全窒素、炭水化物蓄積比
(トドマツ6年生苗木)

| 成分 | 植付月日 | 処理区 | 項目 | | | | | 8月中旬含有量に対する全体の百分比 |
|-------|--------------|-----|------------------|-----|-----|-----|-----|-------------------|
| | | | A(無処理)区に対する100分比 | | | | | |
| | | | 葉 | 枝 | 幹 | 根 | 計 | |
| 全 窒 素 | 1967 9.18 | A | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 214 |
| | | B | 68 | 67 | 87 | 64 | 69 | 169 |
| | | C | 47 | 44 | 53 | 39 | 46 | 174 |
| | 1968 5.7 | A | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 150 |
| | | B | 85 | 89 | 100 | 93 | 77 | 149 |
| | | C | 56 | 44 | 100 | 79 | 56 | 150 |
| 炭水化物 | 1967 9.18 | A | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 159 |
| | | B | 51 | 57 | 82 | 79 | 70 | 129 |
| | | C | 37 | 35 | 48 | 49 | 43 | 130 |
| | 1968 5.7 | A | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 148 |
| | | B | 75 | 72 | 99 | 85 | 84 | 137 |
| | | C | 43 | 31 | 86 | 73 | 61 | 130 |

1-3 肥培を異にした苗木の生長

苗木に施肥した場合、樹体内に摂取された養分の大部分は、体内で同化されて生長や呼吸に用いられるが、一部は複合体となって蓄積され、必要に応じて隨時生長や呼吸に消費される。苗木の形態はひとしくても、その体質が異なる場合の活着、生長についてしらべることは、新らしい施肥体系を育苗面に応用して、生理的観点からの健苗育成にもつながるので、とりあえず、肥料要素を異にして育てた苗木を養成して、植栽後1生育期までの経過をしらべた。

当支場苗畑に1m²のコンクリート枠25ヶを埋め、枠内の土壤を均一にするために、1965年春ソバを蒔き、翌1966年春に表-8の施肥設計にもとづき、無肥区、三要素区、無窒素区、無磷酸区、無加里区の5区5連としてランダムに配置し、5月初旬に野幌苗畑産トドマツ2年生(2-0)苗を各区64本宛、床替した。1967年5月に表-8の追肥をおこなって、床替後2生育期を経た同年10月、苗木の形質をしらべたのが表-9である。2次生長の区分はつきの通りである。1次苗長、根元径は各区間

り、秋処理の場合にその影響はいちじるしい。春処理の場合は無処理区とそれほど変わらない蓄積をおこないうる。

表-8 施肥要素量 (g/m²)

| 処理 | 基肥 | | | 追肥 | | |
|-------|-----------|---|---|-----------|----|---|
| | N | P | K | N | P | K |
| 無肥区 | - | - | - | - | - | - |
| 三要素区 | 10 | 6 | 8 | 10 | 10 | 8 |
| 無窒素区 | - | 6 | 8 | - | 10 | 8 |
| 無磷酸区 | 10 | - | 8 | 10 | - | 8 |
| 無加里区 | 10 | 6 | - | 10 | 10 | - |
| 施用年月日 | 4.1.4.2.8 | | | 4.2.5.1.0 | | |

A型:正常苗(2次生長しないもの)

B型:側芽のみの2次生長

C型:側芽の2次生長が主軸の交替を伴うもの

D型:頂芽および側芽の2次生長

注 N:硫酸アンモニア P:過磷酸石灰 K:硫酸加里

表-9 二次生長の形態と発生率

| 処理 | 調査本数 内 | 苗長(一次) (cm) | 根元径 (cm) | 形態別本数 | | | | 二次生長 発生本数 (本) | 二次生長 発生率 (%) |
|------|-----------|----------------|-------------|-------|---------------|--------------|--------------|---------------------|--------------------|
| | | | | A | B | C | D | | |
| 無肥区 | 305 | 22.3 | 0.82 | 203 | 77 (75.5) | 25 (24.5) | 0 | 102 | 33.4 |
| 三要素区 | 298 | 23.6 | 0.91 | 15 | 175 (61.8) | 31 (11.0) | 77 (27.2) | 283 | 95.0 |
| 無窒素区 | 308 | 21.6 | 0.63 | 225 | 61 (73.2) | 21 (25.6) | 1 (1.2) | 82 | 26.9 |
| 無磷酸区 | 307 | 25.7 | 0.89 | 20 | 174 (60.6) | 43 (15.0) | 70 (24.4) | 287 | 93.5 |
| 無加里区 | 297 | 25.7 | 0.85 | 22 | 186 (66.2) | 34 (12.4) | 59 (21.4) | 275 | 92.6 |

に有意差は認められなかったが、無肥区、無窒素区でわずかに劣る。2次生長の発生率では、無肥区、無窒素区に対して、三要素区、無磷酸区、無加里区の窒素施肥区の発生がいちじるしい(表-10参照)。また、窒素肥料を欠いた場合の2次生長は、側芽だけに限られるのに対して、窒素施肥区は頂芽の2次生長も多い。一般に側芽が頂芽より早く休眠が破れる傾向があるので、トドマツでも2次生長の旺盛なものは頂芽まで2次生長するものもある。しかし、これは稀で、側芽の2次生長だけで終るために、苗形の悪い不良苗とされることが多い(表-11参照)。試験苗畑は火山噴出物に由来する。黒褐色の壤土である。試験前と苗木形質調査時点の土壌の分析値を表-12にしめしたが、pH、置換酸度でもわかるように、窒素施肥区は硫酸アンモニアによる土壤酸性化をしめしている。以上の結果から、窒素多用は2次生長の発生を促進するが、無

窒素施用区より、苗木全重量、幹の太さ、枝張り、葉量、冬芽の大きさなどではるかに劣るので、これらの苗木を植栽した時の活着、生長をしらべる必要がある。そこで、1968年4月下旬に1区120本の3連の試験植栽を野幌国有林でおこなった。5月中、下旬に強い晚霜があったので、早く開葉した側芽の被害がみられたが、幸に頂芽の被害はすくなかつたので、同年10月に各区の苗木

表-10 施肥要素によるトドマツ二次生長発生率の分散分析表

| 重因 | 自由度 | 平方和 | 平均平方和 | 分散比 |
|--------|-----|----------|----------|-----------|
| 反復 | 4 | 659.76 | 164.94 | 4.25 |
| 處理 | 4 | 1180.570 | 295.142 | 76.11*** |
| (I対II) | 1 | 11721.49 | 11721.49 | 303.28*** |
| (I内) | 1 | 37.64 | 37.64 | 0.97 |
| (II内) | 2 | 46.57 | 23.29 | 0.60 |
| 誤差 | 16 | 620.43 | 38.78 | |
| 全体 | 24 | 13085.88 | | |

由 I: 無肥区、無窒素区

II: 三要素区、無磷酸区、無加里区

表-11 二次生長の形態と生長

| 処理 | 二次生長の芽の数 | 二次生長の形態と長さ | | | | | | 二次生長発生率 | |
|------|----------|------------|------|----|------|------|------|---------|--|
| | | B | | C | | D | | | |
| | | 本数 | 平均長 | 本数 | 平均長 | 本数 | 平均長 | | |
| 無肥区 | 1 | 12 | 1.5 | 10 | 2.6 | 33.4 | 95.0 | | |
| | 2 | 19 | 2.8 | 9 | 3.6 | | | | |
| | 3 | 27 | 2.5 | 4 | 4.4 | | | | |
| | 4 | 18 | 3.0 | 1 | 2.0 | | | | |
| | 5 | 1 | 2.0 | 1 | 3.0 | | | | |
| | | 77 | 2.5 | 25 | 3.2 | | | | |
| 三要素区 | 1 | 2 | 2.3 | 1 | 5.5 | 26.9 | | | |
| | 2 | 11 | 4.2 | 5 | 5.2 | | | | |
| | 3 | 60 | 6.5 | 12 | 9.1 | | | | |
| | 4 | 86 | 7.2 | 12 | 8.7 | | | | |
| | 5 | 15 | 7.4 | 1 | 16.5 | | | | |
| | 6 | 1 | 11.0 | | | | | | |
| 無窒素区 | | 175 | 6.8 | 31 | 8.4 | 26.9 | | | |
| | 1 | 6 | 1.2 | 11 | 3.1 | | | | |
| | 2 | 20 | 2.1 | 5 | 4.7 | | | | |
| | 3 | 23 | 2.5 | 5 | 4.5 | | | | |
| 無磷酸区 | 4 | 11 | 2.8 | | 1 | 26.9 | | | |
| | | 60 | 2.3 | 21 | 3.8 | | | | |

| | | | | | | | | | |
|------|---|-----|-----|----|------|----|------|------|--|
| 無磷酸区 | 1 | 2 | 2.5 | 4 | 6.5 | | | | |
| | 2 | 4 | 7.0 | 5 | 8.4 | | | | |
| | 3 | 6.0 | 6.5 | 18 | 14.2 | 10 | 5.6 | | |
| | 4 | 8.8 | 7.2 | 16 | 10.4 | 32 | 8.8 | 93.5 | |
| | 5 | 20 | 7.8 | | | 22 | 7.9 | | |
| | 6 | | | | | 4 | 7.8 | | |
| | 7 | | | | | 2 | 9.0 | | |
| | | 174 | 7.0 | 43 | 11.6 | 70 | 8.0 | | |
| | | | | | | | | | |
| 無加里区 | 1 | 2 | 3.5 | 6 | 9.4 | | | | |
| | 2 | 9 | 4.2 | 7 | 6.5 | | | | |
| | 3 | 7.4 | 6.6 | 12 | 8.4 | 6 | 6.1 | | |
| | 4 | 8.6 | 7.6 | 7 | 8.6 | 32 | 7.1 | 92.6 | |
| | 5 | 11 | 8.6 | 2 | 6.5 | 17 | 8.3 | | |
| | 6 | | | | | 4 | 11.5 | | |
| | | 182 | 7.0 | 34 | 8.1 | 59 | 7.6 | | |

表-12 試験苗畠の土壤分析表

(表土、乾物中)

| 処理 | PH | | 置換酸度 Y ₁ | 炭素 (%) | 全炭素 (%) | 炭素率 | 全磷酸 (%) | 全加里 (%) | 全石灰 (%) | 土性 |
|------|------------------|-----|------------------------|-----------|------------|-----|------------|------------|------------|----|
| | H ₂ O | KCl | | | | | | | | |
| 試験前 | 5.3 | 4.2 | 3.1 | 5.2 | 0.38 | 1.4 | 0.21 | 0.22 | | 壤土 |
| 無肥区 | 5.6 | 4.2 | 4.4 | 6.5 | 0.43 | 1.5 | 0.22 | 0.21 | 0.22 | " |
| 三要素区 | 5.0 | 3.8 | 20.0 | 6.7 | 0.45 | 1.5 | 0.28 | 0.21 | 0.14 | " |
| 無窒素区 | 5.6 | 4.3 | 4.4 | 6.4 | 0.45 | 1.4 | 0.28 | 0.21 | 0.25 | " |
| 無磷酸区 | 5.0 | 3.9 | 25.6 | 6.4 | 0.40 | 1.6 | 0.23 | 0.21 | 0.14 | " |
| 無加里区 | 5.1 | 3.9 | 20.0 | 6.7 | 0.42 | 1.6 | 0.29 | 0.21 | 0.19 | " |

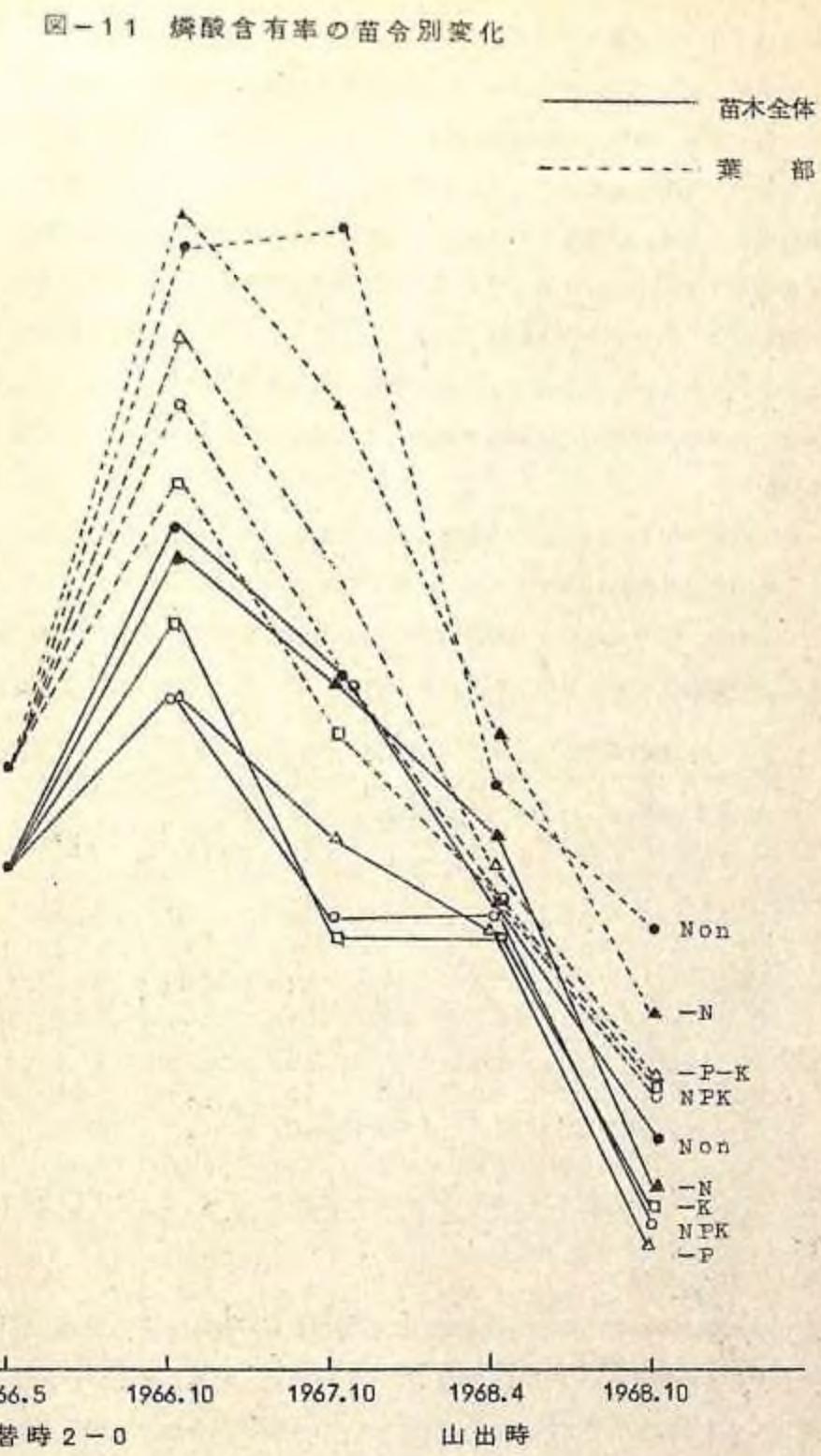
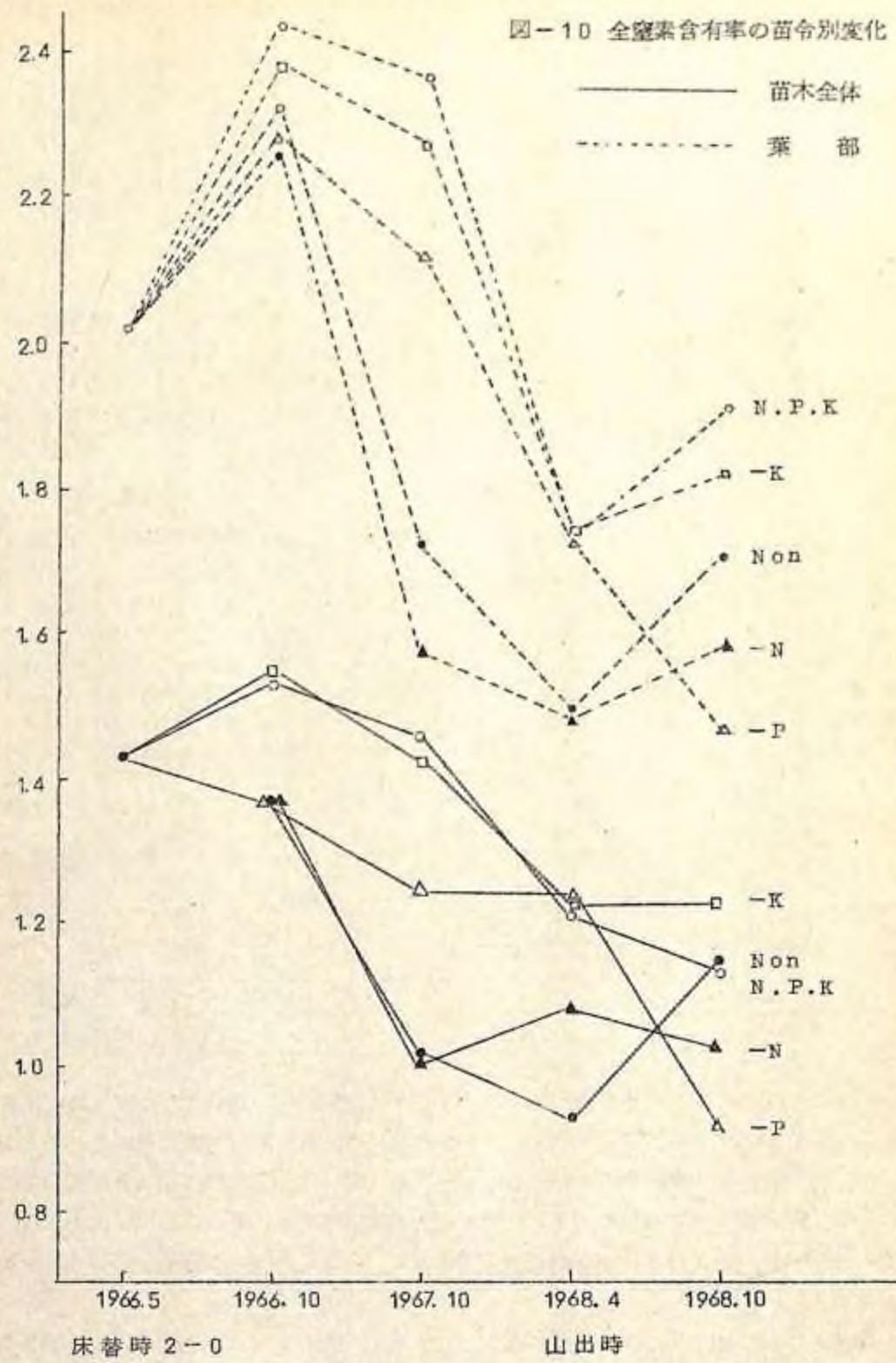
表-13 植栽木の生長

1968・10調査

| 処理 | 植栽時頂部径 | 植栽時苗長 | 当年伸長量 |
|-----|--------|--------|-------|
| Non | 3.8cm | 24.5cm | 4.4cm |
| NRK | 4.8 | 24.0 | 6.9 |
| -N | 4.1 | 24.4 | 4.1 |
| -P | 4.8 | 25.5 | 6.6 |
| -K | 4.6 | 24.4 | 6.5 |

の形質をしらべた。植付当年の伸長量(表-13)は窒素施肥の各区で大きかった。床替時からの各区の部位別重量では、窒素を施肥しなかった区は幹、枝に対して葉の量が多いことが特徴であった。さらに各区の養分含有率の変動(図-10、図-11)では、窒素と加里は山出し直前に減少し、植栽後やや増加しているが、磷酸の含有率は植栽後も減少する傾向にあった。また、磷酸の含有率は、生長のよい窒素施肥の各区よりも、生長の悪い窒素無施肥区の含有率が高い傾向にあった。

北海道の育苗では、越冬性が問題になることが多い、そのための秋期肥培は果して効果があるかどうかについてしらべた。定山渓営林署百松沢苗畠の2-0苗木を1967年5月4日当場



苗畝に m^2 当り49本の密度で床替し、1968年9月10日と同年10月11日に、三要素、無窒素、無磷酸、無加里の追肥処理を、各区 $2m^2$ で3回反復しておこなった。床替時の基肥は、 m^2 当たり堆肥3kg、窒素、磷酸、加里は成分量で各30g、50g、20gおよび魚粕50g、秋期追肥は成分量でそれぞれ m^2 当たり15g、15g、10gとした。実際は硫酸アンモニア71.4g、過磷酸石灰81.1g、硫酸カリ19.8gを追肥した。手まきで均一に全面散布してから、表土をかるく耕起しておいた。1969年5月上旬、開葉前に各処理区からランダムに20本宛、ていねいに掘取って、形質を測定後乾燥し、葉、枝、幹、根に分けて粉碎した試料について、全窒素含有率をミクロケルダール法で定量した。同時に残った苗木のなかから、各処理区100本を $50cm \times 50cm$ の密度で1列25本4回反復して、苗畝に植え付けた試料は同年10月下旬に生長形質を測定した。

表-14は処理苗木の山出し前の形質をしめしたものである。無窒素区をのぞいて、苗高、総乾重とも処理各区は無処理区よりよいが、根元径および頂頭部の太さでは処理間の差はあまりなかった。しかし、表-15の各処理区の部位別全窒素含有率では、無処理と無窒素区をのぞいた処理各区との差がはっきり認められる。すなわち、葉、枝、幹、根とも濃度が高くなっている。

表-14 秋期肥培苗木の形質(トドマツ5年生、1969年5月上旬測定)

| 処理区 | 処理月 | 苗高 cm | 根元径 mm | 頂頭部 の太さ mm | 乾重 g | | | | |
|---------|-----|------------|-------------|--------------------|---------|------|------|------|-------|
| | | | | | 葉 | 枝 | 幹 | 根 | 計 |
| 対照(無処理) | 9 | 20.8 | 8.7 | 4.7 | 41.7 | 14.4 | 3.13 | 4.82 | 13.56 |
| NPK | 9 | 22.4 | 9.1 | 5.0 | 50.4 | 18.1 | 3.82 | 5.88 | 16.55 |
| -N | 9 | 20.1 | 8.2 | 4.4 | 39.5 | 13.5 | 2.88 | 4.49 | 12.67 |
| -P | 9 | 21.5 | 8.1 | 4.9 | 43.4 | 15.6 | 3.23 | 4.60 | 13.83 |
| -K | 9 | 21.4 | 9.1 | 5.0 | 54.5 | 18.4 | 3.63 | 7.54 | 18.46 |
| NPK | 10 | 21.1 | 8.8 | 5.0 | 42.2 | 16.5 | 3.21 | 5.37 | 14.45 |
| -N | 10 | 20.0 | 8.6 | 5.0 | 42.2 | 13.9 | 3.00 | 3.48 | 12.09 |
| -P | 10 | 25.7 | 8.7 | 4.7 | 42.9 | 16.8 | 3.39 | 4.95 | 14.31 |
| -K | 10 | 22.1 | 9.3 | 5.2 | 47.9 | 16.8 | 3.67 | 5.65 | 15.79 |

註: 苗木20本の平均値

この含有率に測定時の各部分の乾重をかけて全窒素の含有量をもとめたのが表-16である。秋期肥培処理前の苗木と各処理区との含有量をくらべると、無処理区と無窒素処理区とも含有量は処理前よりも減少している。秋口から春先にかけても窒素はかなり消費されることがわかる。

また無窒素9月処理区は無処理区とおなじように、葉での減少に限定されるのに、無窒素10月

表-15 秋期肥培苗木の部位別全窒素含有率

(トドマツ5年生苗木、対乾重%、1969年5月上旬)

| 処理と 時期 部 位 | 葉 | 枝 | 幹 | 根 |
|------------------|------|------|------|------|
| 対 照 | 1.98 | 1.85 | 0.91 | 1.05 |
| NPK (10) | 2.42 | 1.91 | 0.95 | 1.41 |
| -N (10) | 2.04 | 1.78 | 0.88 | 1.10 |
| -P (10) | 2.45 | 2.10 | 0.96 | 1.22 |
| -K (10) | 2.29 | 2.01 | 0.89 | 1.16 |
| NPK (9) | 2.44 | 2.03 | 0.97 | 1.25 |
| -N (9) | 2.18 | 1.84 | 0.90 | 1.01 |
| -P (9) | 2.45 | 2.16 | 1.03 | 1.35 |
| -K (9) | 2.37 | 1.96 | 0.95 | 1.27 |
| (対照: 肥培時) | 2.15 | 1.20 | 0.72 | 1.09 |

表-16 秋期肥培苗木の全窒素含有量と蓄積量 $mg\%$ (対処理前対照)

(トドマツ5年生苗木、1969年5月上旬)

| 処理 部 分 | 項 目 | | | | | 含 有 量 | | | | 蓄 積 量 | | | |
|-----------|-----------|------|------|------|-------|-----------|------|------|--------|-----------|---|---|---|
| | 葉 枝 幹 根 計 | | | | | 葉 枝 幹 根 計 | | | | 葉 枝 幹 根 計 | | | |
| 対 照(処理前) | 103.4 | 21.7 | 21.3 | 48.5 | 194.9 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 対 照(測定時) | 82.6 | 26.4 | 28.5 | 50.6 | 188.1 | (20.8) | 4.7 | 7.2 | 2.1 | (6.8) | | | |
| NPK (9) | 122.0 | 34.6 | 36.3 | 82.9 | 275.8 | 18.6 | 12.9 | 14.6 | 34.4 | 80.9 | | | |
| -N (9) | 80.6 | 24.0 | 25.3 | 49.4 | 179.3 | (22.8) | 2.3 | 4.0 | 0.9 | (15.6) | | | |
| -P (9) | 106.3 | 32.8 | 31.0 | 56.1 | 226.2 | 2.9 | 11.1 | 9.7 | 7.6 | 31.3 | | | |
| -K (9) | 124.8 | 37.0 | 32.3 | 87.5 | 281.6 | 21.4 | 15.3 | 11.0 | 39.0 | 86.7 | | | |
| NPK (10) | 103.0 | 33.5 | 31.1 | 67.1 | 234.7 | (0.4) | 11.8 | 9.8 | 18.6 | 39.8 | | | |
| -N (10) | 92.0 | 25.6 | 27.0 | 35.1 | 179.7 | (11.4) | 3.9 | 5.7 | (13.4) | (15.2) | | | |
| -P (10) | 104.2 | 36.3 | 34.9 | 66.8 | 242.2 | 0.8 | 14.6 | 13.6 | 18.3 | 47.3 | | | |
| -K (10) | 113.5 | 32.9 | 34.9 | 71.8 | 253.1 | 10.1 | 11.2 | 13.6 | 23.3 | 58.2 | | | |

| 項目 処理 部 分 | 含 有 量 | | | | 蓄 積 量 | | | | | |
|-----------------|-------|-----|-----|-----|-------|------|----|----|------|-----|
| | 葉 | 枝 | 幹 | 根 | 計 | 葉 | 枝 | 幹 | 根 | 計 |
| 対 照(処理前) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | — | — | — | — | — |
| 対 照(測定時) | 80 | 122 | 134 | 104 | 97 | (20) | 22 | 34 | 4 | (3) |
| NPK (9) | 118 | 159 | 170 | 171 | 142 | 18 | 59 | 70 | 71 | 42 |
| -N (9) | 78 | 111 | 119 | 102 | 92 | (22) | 11 | 19 | 2 | (8) |
| -P (9) | 102 | 151 | 146 | 116 | 116 | 2 | 51 | 46 | 16 | 16 |
| -K (9) | 121 | 171 | 152 | 180 | 144 | 21 | 71 | 52 | 80 | 44 |
| NPK (10) | 100 | 154 | 146 | 138 | 120 | (0) | 54 | 46 | 38 | 20 |
| -N (10) | 89 | 118 | 136 | 72 | 92 | (11) | 18 | 36 | (28) | (8) |
| -P (10) | 101 | 167 | 164 | 138 | 124 | 1 | 67 | 64 | 38 | 24 |
| -K (10) | 110 | 152 | 164 | 148 | 130 | 10 | 52 | 64 | 48 | 30 |

註:()は減量

処理区は、葉での減少量は9月処理より少なくて、根での減少がいちじるしい。無窒素9月処理と無処理両区での葉部の窒素の減少は、根系の吸収力の高くない場合における窒素の根系から生長点への転流、根系の窒素の消費、さらにまた、磷酸とカリだけの追肥がこの傾向を助長しているものと考える。処理前の窒素蓄積量に対する、山出し直前各処理区への增量からみると、全体では10月より9月処理の、とくに三要素および窒素・磷酸肥培区の効果が大きい。10月処理区では、三要素処理区が9月処理よりむしろ多く、部分的には葉→根と下位にゆくほど増分は大きい。この期間の追肥の効用が、肥料の配合次第で時期的に変化をもつとも考えられるが、ここでははっきりわからない。窒素の蓄積が大きいのは、9月三要素および9月と10月の窒素・磷酸処理区だが、蛋白態のものか、遊離のものかはわからない。遊離の窒素が細胞中に多いと、組織が軟弱で、むしろ抵抗性が弱いことになるので、秋期肥培によって窒素の蓄積が大きくなるにしても、実際には耐寒性を測定して、その関係をもっと検討する必要がある。植栽後1生育期経た10月の苗木形質は表-17にあげたが、当年伸長量、根元径とともに無窒素区をのぞいた各肥培区では無処理区より大きいが、処理区間の差はあまりはっきりしなかった。

表-17 秋期肥培苗木の平均形質

(トドマツ6年生苗木、1969年10月下旬調査)

| 項目 処理別 | 苗 高 cm | 当年伸長 cm | 根元直徑 mm | 頂頭部の太さ mm |
|-----------|-----------|------------|------------|--------------|
| Control | 28.5 | 8.5 | 11.2 | 3.8 |
| NPK (9) | 31.8 | 9.5 | 12.2 | 4.1 |
| -N (9) | 26.8 | 7.6 | 10.8 | 3.8 |
| -P (9) | 28.7 | 8.6 | 11.5 | 3.8 |
| -K (9) | 29.2 | 9.0 | 11.9 | 4.0 |
| NPK (10) | 29.0 | 9.5 | 11.4 | 4.0 |
| -N (10) | 28.3 | 7.7 | 11.0 | 3.7 |
| -P (10) | 29.9 | 9.6 | 11.8 | 3.9 |
| -K (10) | 30.2 | 9.1 | 11.8 | 3.8 |

2. トドマツ植付け方法別生長

2-1 苗木の移植と代謝生理

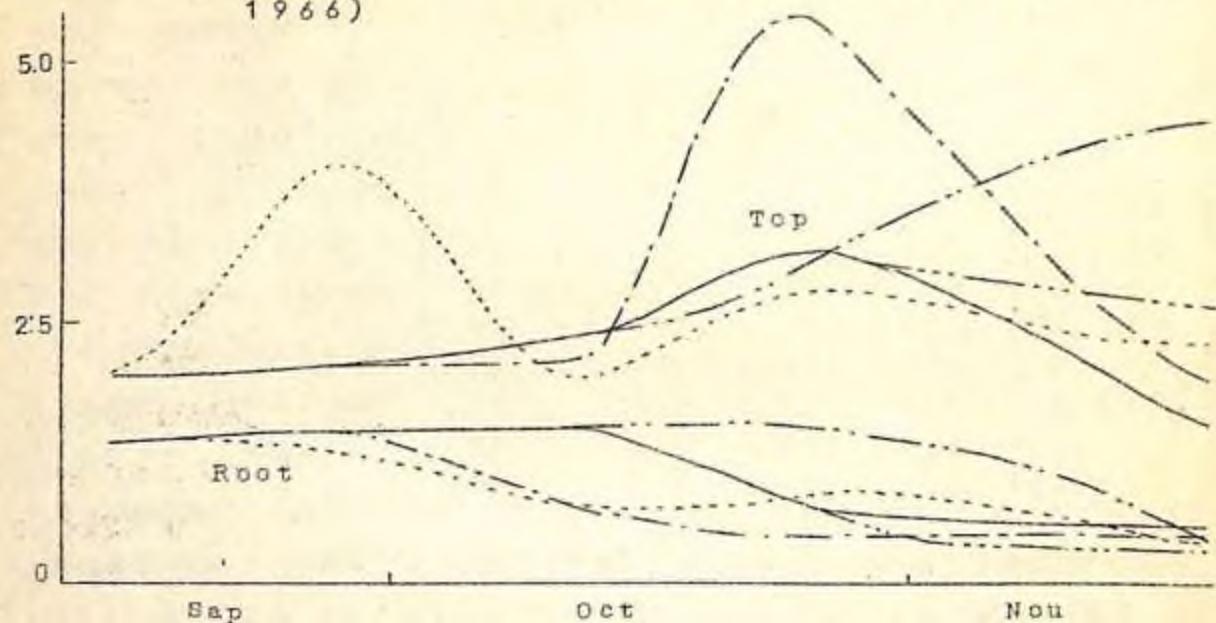
移植によって、苗木内の代謝作用は1時停滞する。苗木が活着するためには、この代謝作用を回復することが条件となる。生理的障害の程度がすくないほど、またその回復が早いほど、移植による生長上の損失もすくないことになる。ここでは、トドマツ苗木の秋植え適期を苗木内部の生理的変化から吟味するために、2年生苗木を時期をかえて移植し、その後の形質、還元糖、澱粉および窒素含有率の変化をしらべたものをあげる。9月13日、9月27日、10月11日、10月25日の各時期に移植した苗木の根の再形成は、時期のおそいものほど緩慢となり、平均の発根率は11月中旬にそれぞれ64.0, 26.9, 21.0, および30%となった(表-18参照)。幹葉の含水率は、移植することによって、据置苗より減少したが、11月上旬までに9

表-18 移植時期別トドマツ2年生苗木の発根率の変動(%)

| 試料採取 移植月日/月日 | X 6 | X 11 | X 24 | X 8 | X 18 |
|-----------------|------|------|------|------|------|
| X 13 | 16.0 | 21.0 | 35.8 | 61.0 | 64.0 |
| X 27 | | 8.1 | 17.0 | 23.0 | 26.9 |
| X 11 | | | 6.3 | 12.0 | 21.0 |
| X 25 | | | | 3.0 | 3.0 |

月13日区の苗木だけがかなり回復した。

図-12 秋の移植時期別苗木の還元糖含有率の変動(トドマツ2年生苗木, 対乾重%, 1966)



注: 一無移植,9月13日移植, -.-9月25日移植, -...-10月11日移植,
-...-10月25日移植

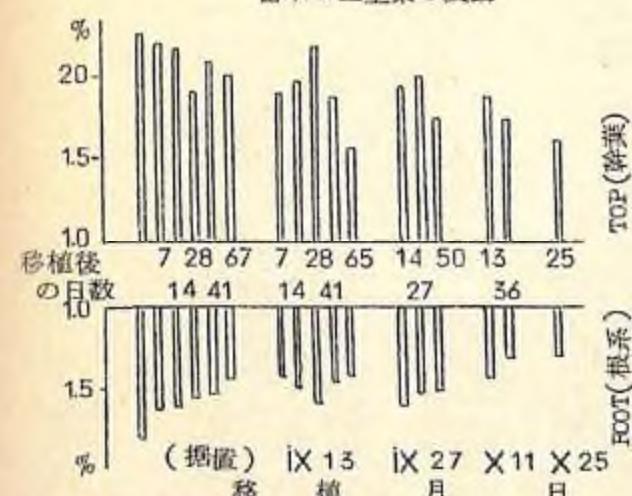
図-12 秋の移植時期別苗木の還元糖含有率の変動(トドマツ2年生苗木, 対乾重%, 1966)

移植後, 還元糖は根部で減少し, 幹葉では1時的に異常増大する(図-12)。9月13日区苗木の根部では, 移植直後に減少した還元糖が10月中旬にゆるやかに増加しはじめ, 10月下旬になると, 据置苗の変動と同じような糖ないし澱粉化の傾向が約2週間おくれて認められた。9月27日区では11月中旬までに減少から増大までの, その後の移植後では減少の傾向だけが認められた。各区の11月中旬における根部の還元糖含有量は, 据置区を最高, 10月25日区が最低の値をしめした。(表-19)この値は根部の活力の程度をしめすものと考えられる。澱粉も移植直後に異常増大するが, 移植時期のおそいものほど, 移植直後の増大値は高い(表-19)。これは秋植え時期は苗木の栄養分, とくに澱粉の蓄積段階にあるために, 移植時期のおそいものほど澱粉の蓄積量が多い上に, 移植処理による糖類の澱粉化の傾向が加わるために, 増大値も高くなるもので, そのあとで, 根の形成にあたる還元糖の異常増大がおこるものと考えられる。

表-19 移植時期別トドマツ2年生苗木の幹葉部および根系部の還元糖と澱粉含有量の変動(乾燥重量当りの%)

| | 還元糖 | | | | 澱粉 | | | | |
|-----|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | X 27 | X 11 | X 24 | X 18 | X 27 | X 11 | X 24 | X 18 | |
| 幹葉部 | (据置苗) | 2.10 | 2.35 | 3.17 | 1.57 | 1.41 | 2.01 | 3.74 | 2.09 |
| | X 13 | 4.07 | 2.04 | 2.80 | 2.31 | 3.44 | 3.58 | 3.99 | 7.25 |
| | X 27 | | 2.15 | 5.47 | 2.01 | | 3.33 | 5.74 | 7.31 |
| | X 11 | | | 2.99 | 4.41 | | | 5.44 | 5.52 |
| | X 25 | | | | 2.66 | | | | 5.99 |
| 根系部 | (据置苗) | 1.46 | 1.50 | 0.88 | 0.57 | 2.49 | 3.10 | 3.46 | 5.56 |
| | X 13 | 1.51 | 0.79 | 0.87 | 0.44 | 3.03 | 3.29 | 4.27 | 5.74 |
| | X 27 | | 0.80 | 0.49 | 0.50 | | 3.19 | 4.68 | 4.27 |
| | X 11 | | | 1.56 | 0.47 | | | 4.06 | 6.10 |
| | X 25 | | | | 0.38 | | | | 7.55 |

図-13 移植時期別トドマツ2年生苗木の全窒素の変動



この時期の全窒素の含有率は減少傾向をしめすのであるが, 図-13にみられるように, 矢張り移植による異常増大が9月13日と9月27日移植区の幹葉部に認められ, 10月11日および10月25日移植区では, 幹葉, 根系部とともに認められなかった。これらの結果から, トドマツの秋植えは, 春植えにくべて, 植栽後の生長が犠牲になること, 苗木の栄養生理上からは9月中旬, おそらくとも9月下旬までに終ることが好ましい。

移植後の苗木の生理的活性度がどれほど低下するかを, 同化呼吸量によって知るために,

赤外線ガス分析器で, 据置苗と比較測定した。しかし, 苗木のしめす同化および呼吸量は, 種々の要因に対して, 極めて鋭敏であるため, 先ず鉢植えの土壤含水量との関係をトドマツとアカエゾマツについてしらべた。図-14~16にその結果をしめしたが, (1)苗木の硬化がすすむにしたがって, 土壤の含水量の多少にかかわらず, 葉の含水量は低下する。(2)アカエゾマツの葉の含

水量はトドマツのそれより土壤含水量の低下の影響がいちじるしい傾向にある。(3)9月下旬から12月下旬にかけての呼吸量の減少は、アカエゾマツでみとめられるが、トドマツでははっきりしない。(4)20°Cで乾葉1gあたり1時間の呼吸量は、9月下旬、12月下旬ともにトドマツでは最高0.5mg、アカエゾマツは9月下旬最高0.5mg、12月下旬ではすこし低下する。(5)トドマツの呼吸量は9月下旬、12月下旬ともに土壤含水率の低下に伴って減少した。アカエゾマツでもこの傾向は9月下旬にみとめられるが、12月下旬にはあまり差がない、などのことがわかった。普通の苗木では見かけの同化量は熱量0.15カロリー($\div 25000$ ルックス)で飽和点に達し、25~30°Cの間で最高温度となる(図17と図18)移植苗の同化、呼吸量の変動については目下計算中である。また、同化呼吸と葉のクロロフィル含有量との関係を求めたが、クロロフィル、同化、呼吸量ともに、葉の着生場所とか生育条件によって影響を受け易い。一方物質生産面では、同化-呼吸の実質生産がプラスになる陽光条件(これを光補償点といっている)ということが問題となることが多い。これを8月中旬にしらべた結果を図-19にしめしたが、トドマツの光補償点は、1000ルックス前後だということを知った。

図-14 土壤含水量と葉の含水量との関係

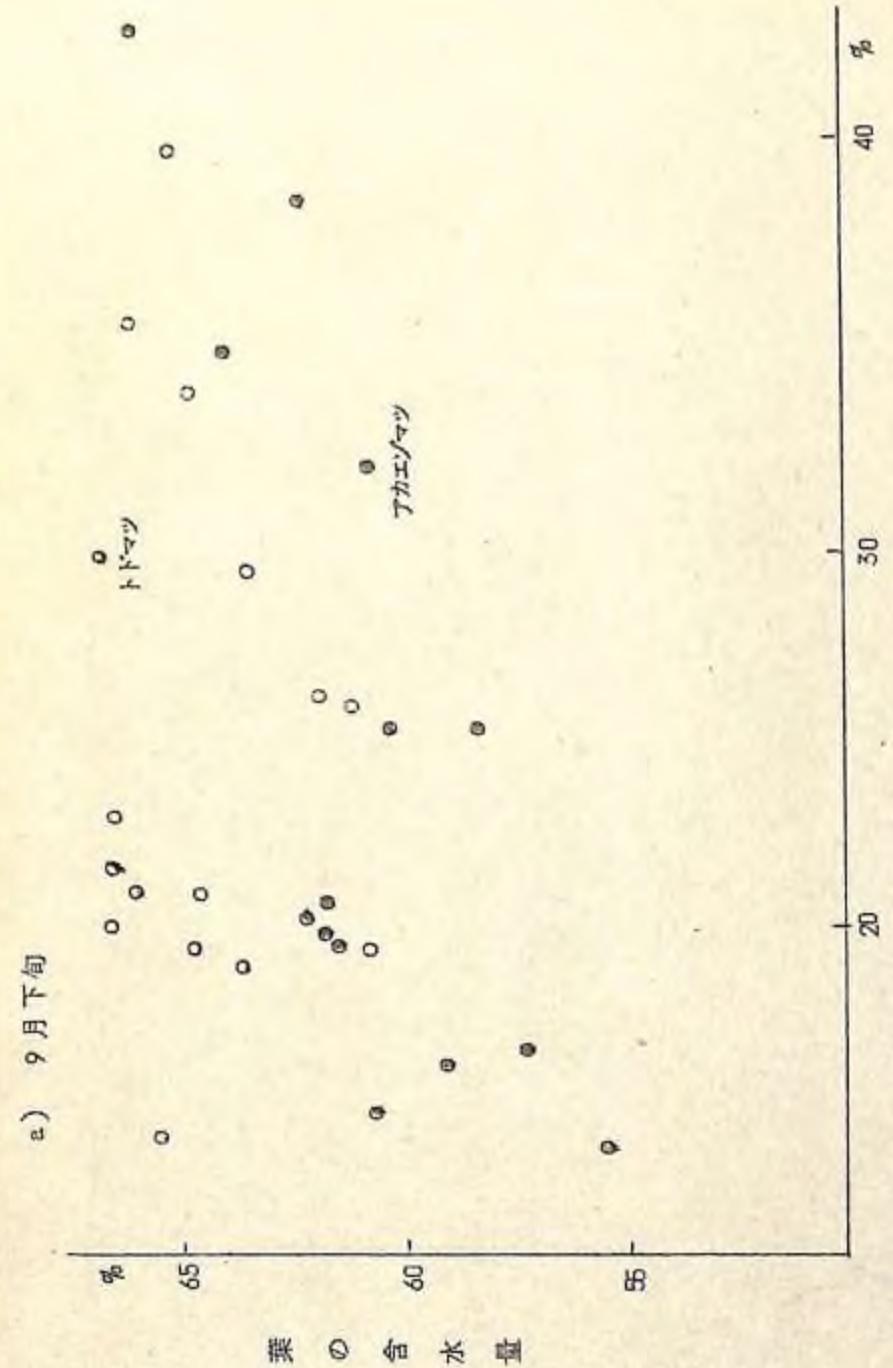


図-14 土壌含水量と葉の含水量との関係

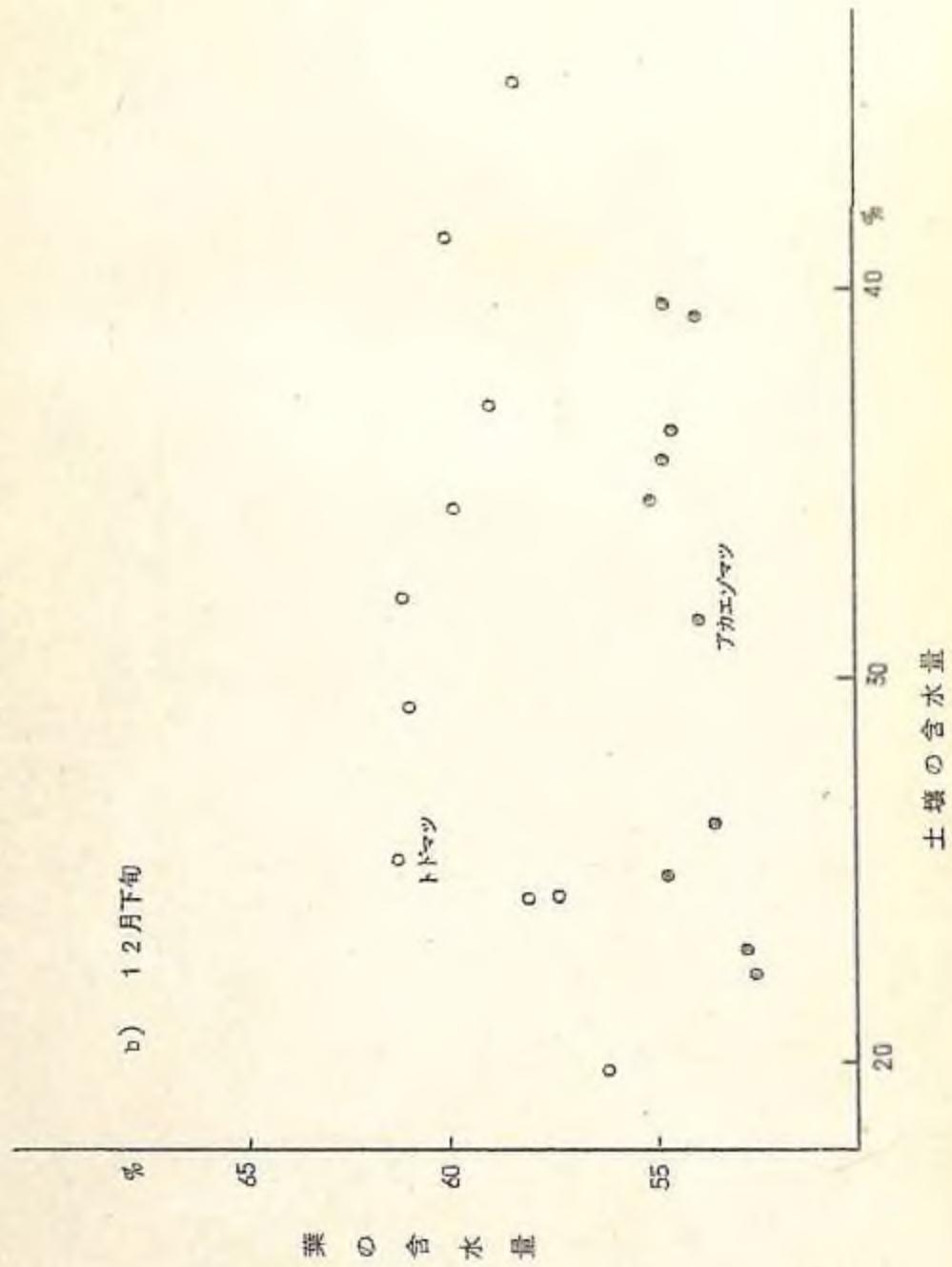
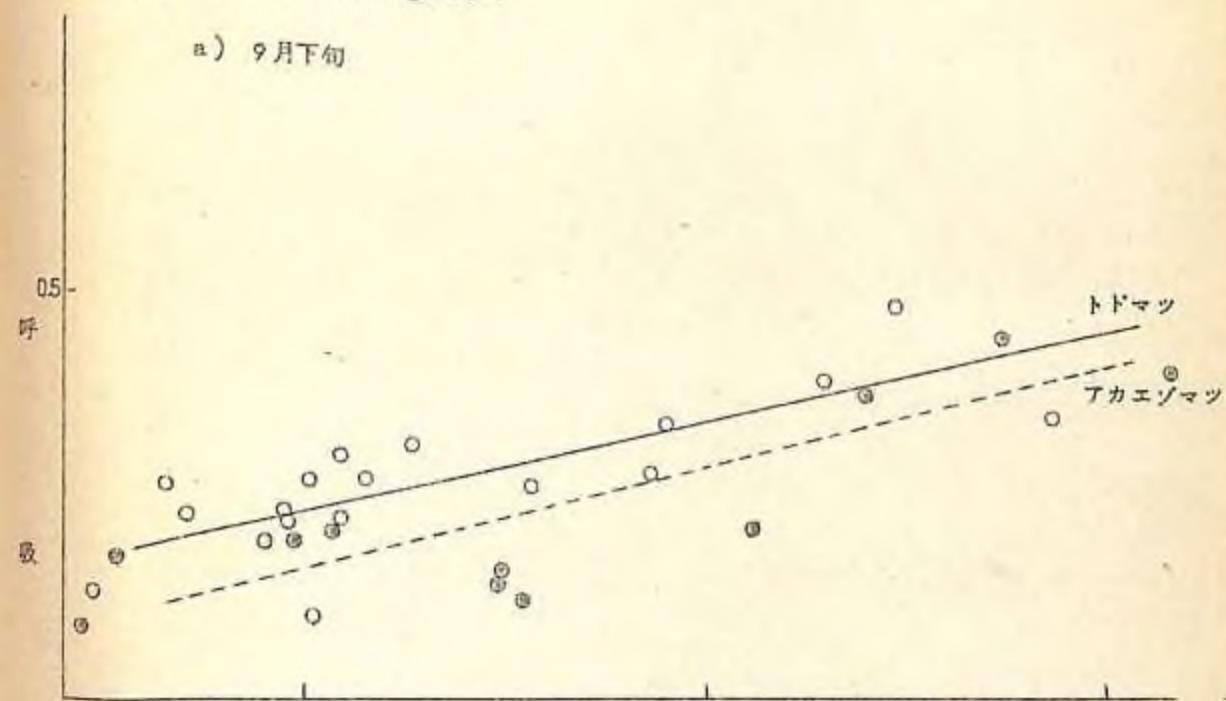


図-15 土壌含水量と苗木の呼吸量

mg $\text{CO}_2/\text{hr.}/\text{dry leaf g. } 20^\circ\text{C}$

a) 9月下旬



b) 12月下旬

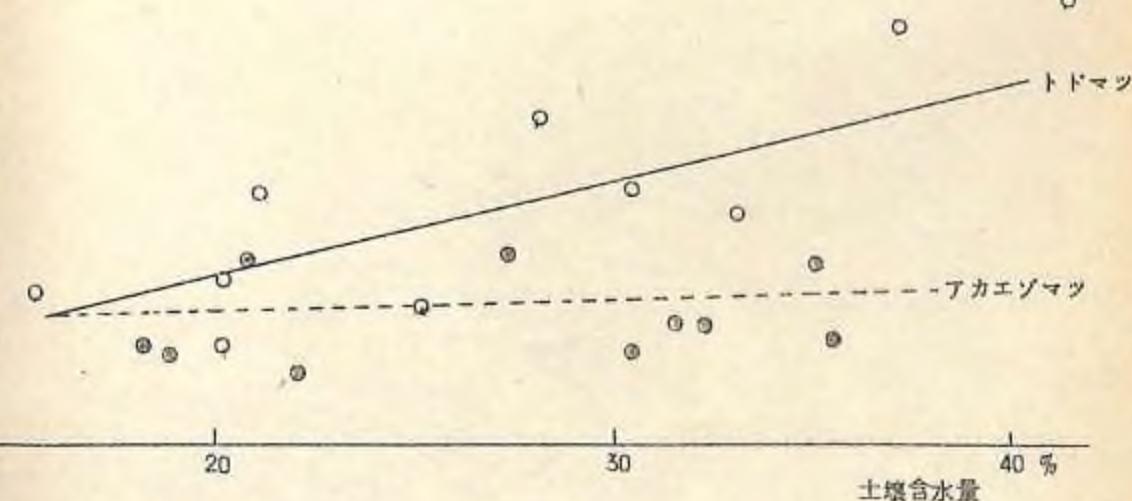
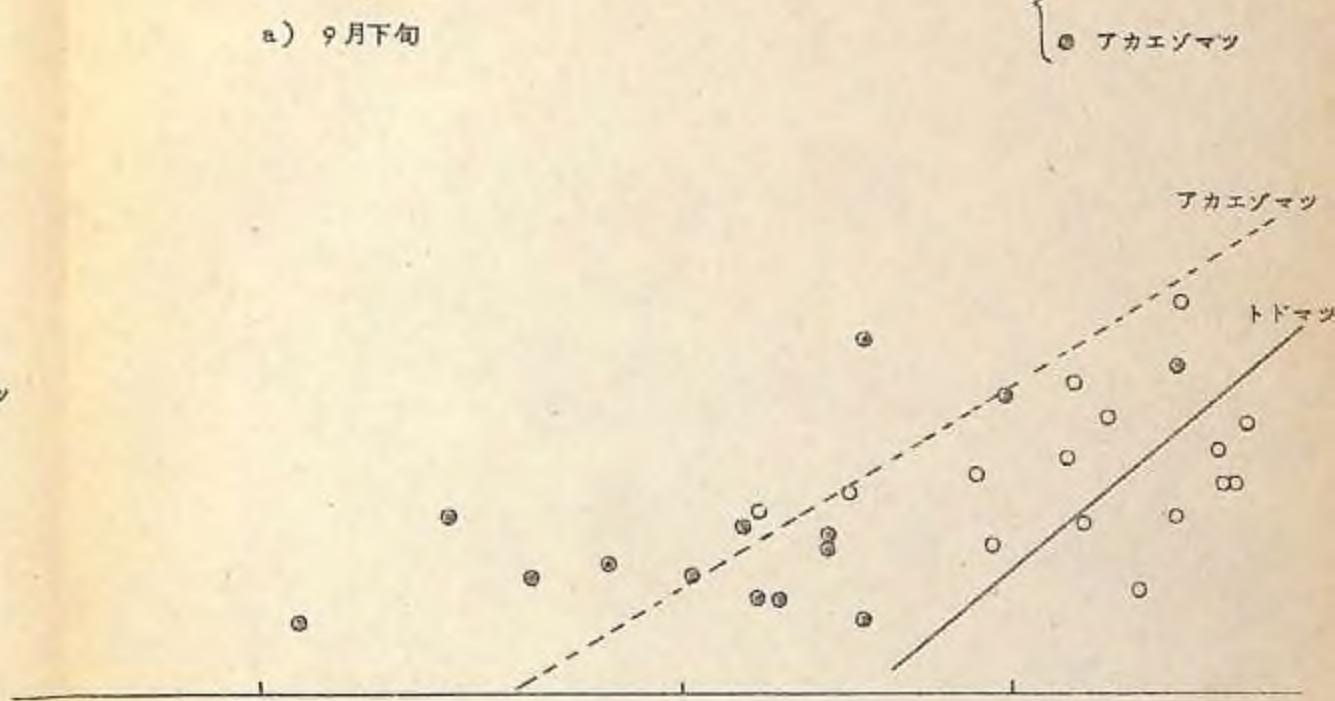


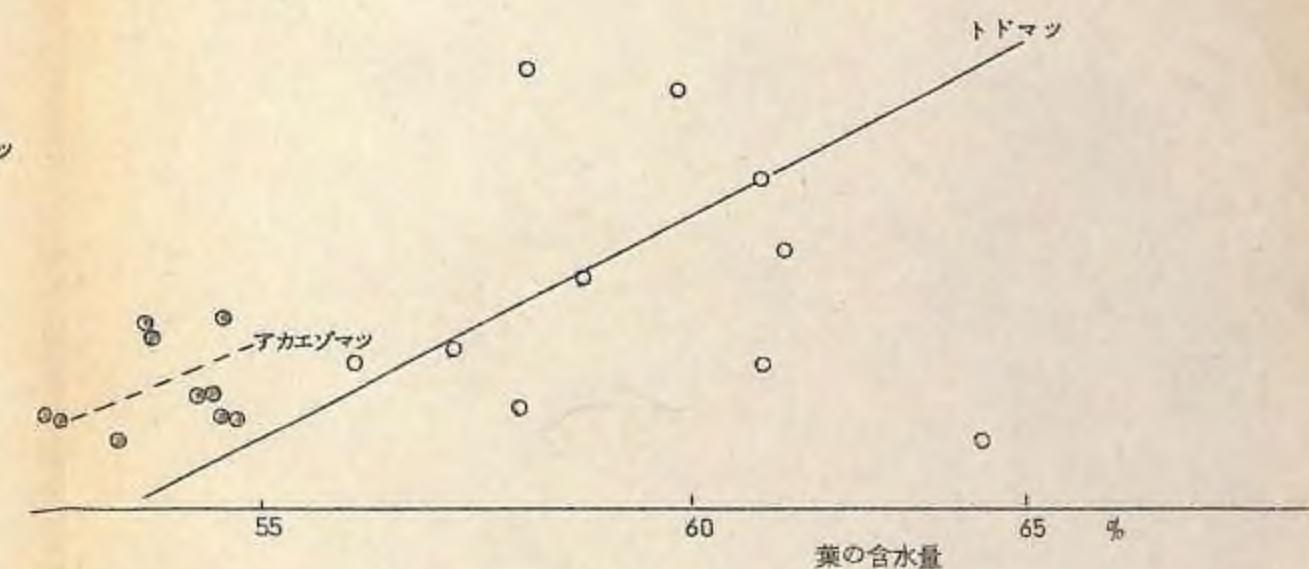
図-16 葉の含水量と苗木の呼吸量

a) 9月下旬

{
○ トドマツ
◎ アカエゾマツ



b) 12月下旬



1965, 1966, 1967年5月上旬に5年生トドマツ苗木を植付け, 2生育期間, 黒色タ

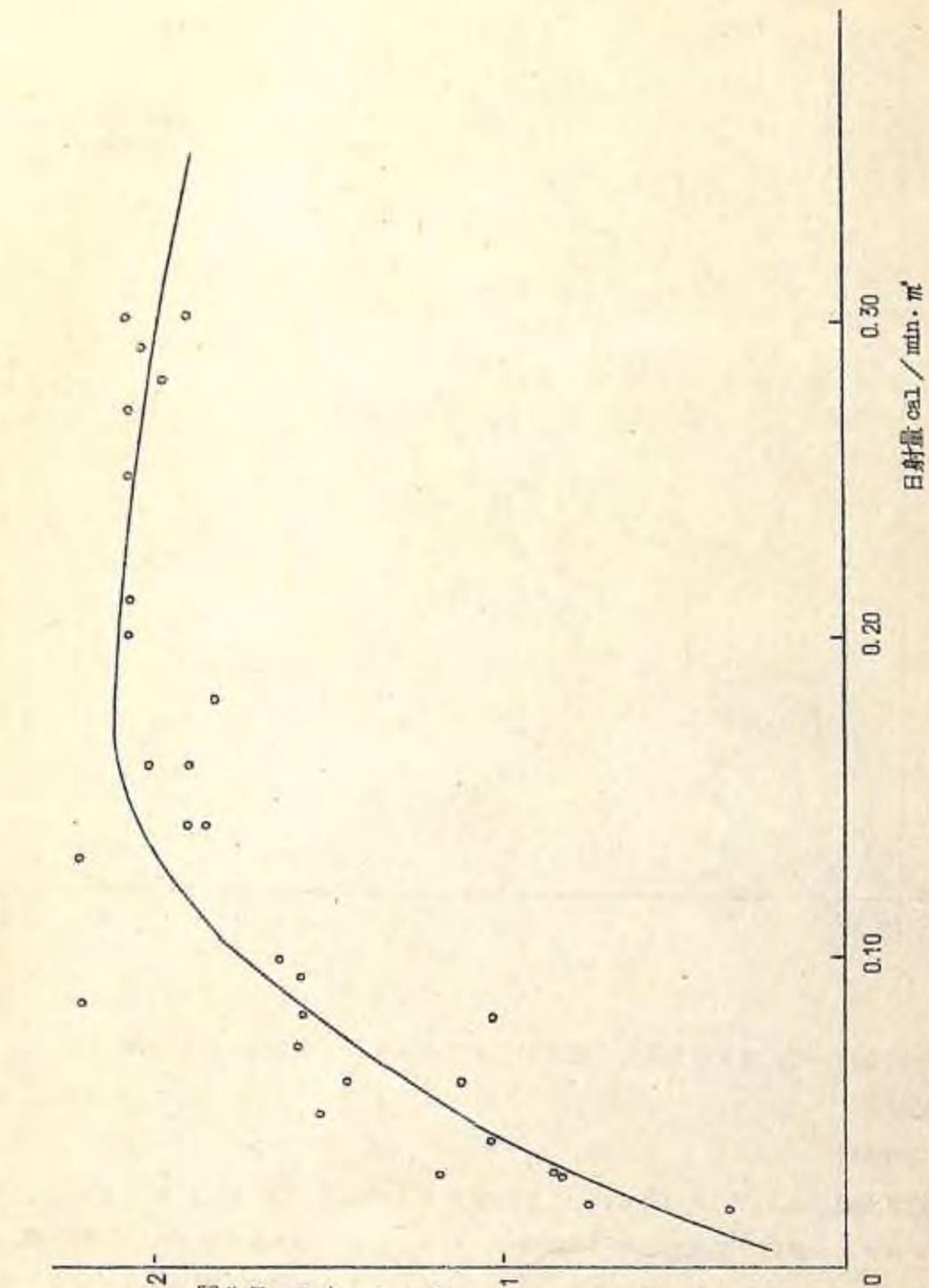
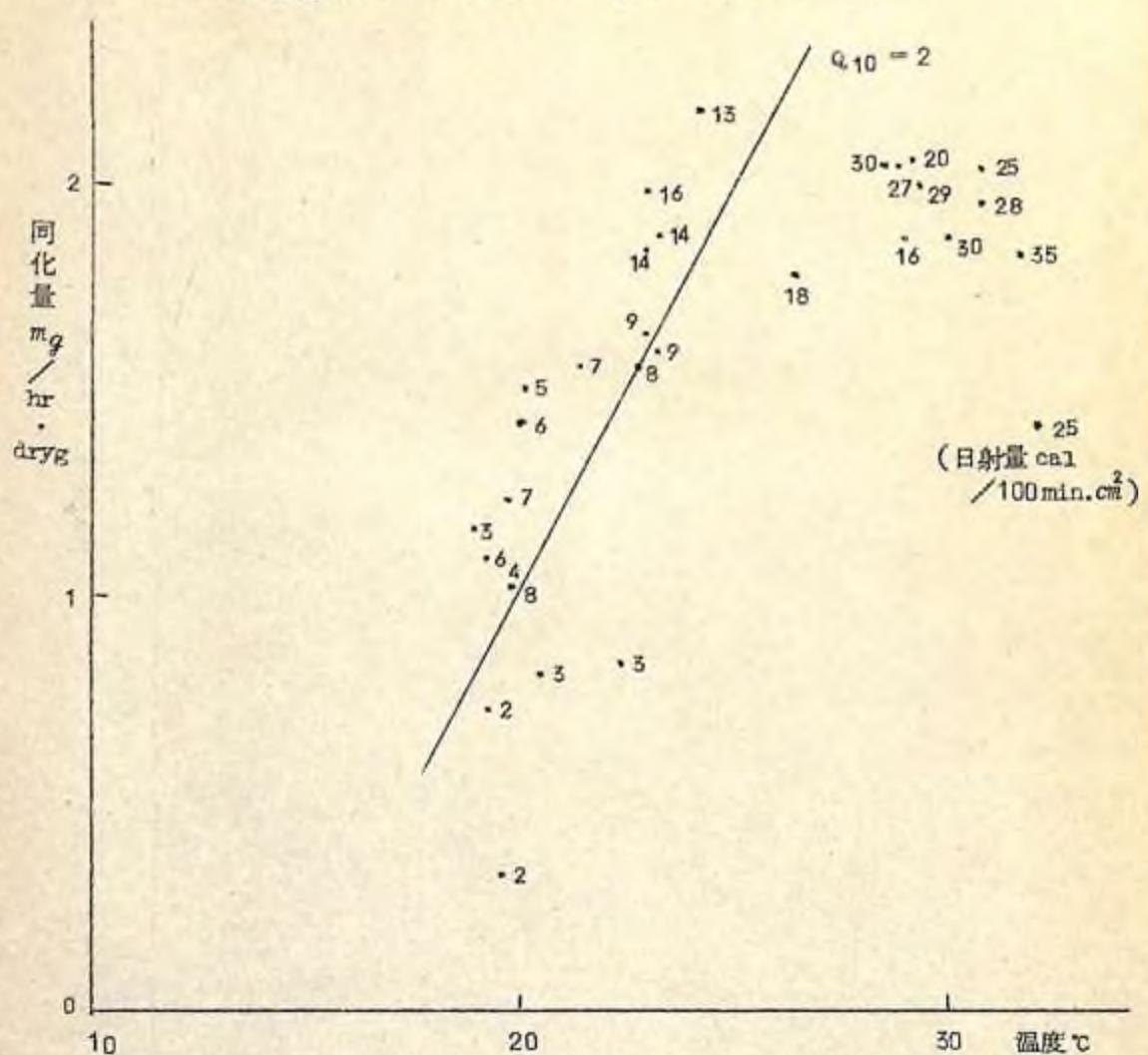


図-17 トドマツ苗木の同化量と熱量との関係

図-18 溫度と同化量(1968 Sept. 2~5, トドマツ5年生苗)



レモナを用いて、つぎの処理を2反復しておこなった。41年度にはかった

処理区 1 2 3 4 5 6 7

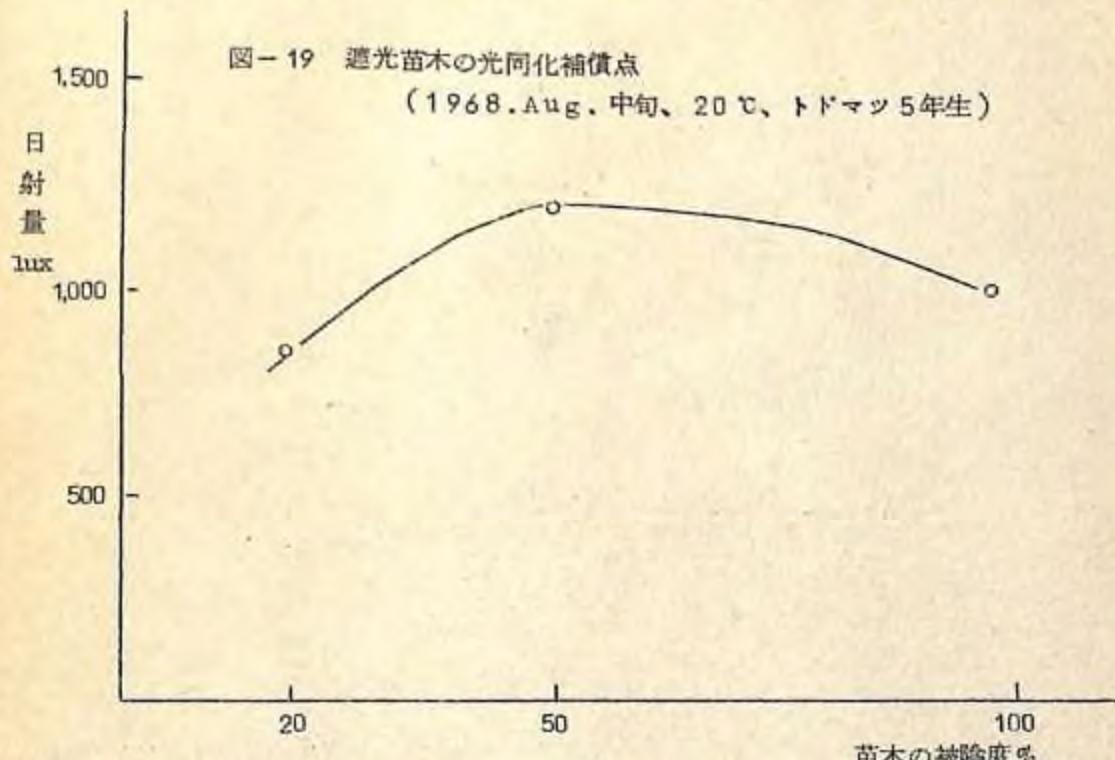
相対照度 100 50 50 50 20 20 20

処理期間 5下-10上 5下-10上 5下-7上 7上-10上 5下-10上 5下-7上 7上-10上

クロロフィル濃度の変化をしらべる試料は、約10日おきに生重1gづつ、1年生葉、2年生葉からランダムに採取した。移植当年(図-20と21)と据置率(図-22と23)にわけた結果をみると、移植当年は掘取りによる根系の切断などのため、とくに相対照度の高い処理区の1

年生葉は7月まで安定せず、相対照度の低い20%区の方が8月の最大期まで増大をつづける傾向にあった。2年生葉は各処理区ともおなじような増減過程をとるが、7月中旬と9月上旬に減

図-19 遮光苗木の光同化補償点
(1968.Aug. 中旬、20°C、トドマツ5年生)



少期があらわれることと、庇陰度の高い処理区の苗木ほど、濃度が常に高い傾向がある。この濃度差は据置苗でもおなじである。据置苗の2年生葉では、移植苗の2年生葉に共通した減少期はみられない。しかし1年生葉では7月中の減少はすくないが、9月上旬の減少は庇陰区でみられる。全体として庇陰が強いほどクロロフィルの濃度は高いが、生育期間中増減を繰返すことは、強度の陽光による葉緑体の破壊分解があるとともに、クロロフィル自体の機能が受光量、葉の着生位置などによって、それぞれ異なることをしめし、クロロフィルの濃度あるいは含有量だけでは、物質生産と直接むすびつかないようである。庇陰各処理別の生長量は表-20にしめした。根元直徑、地上部生重ともに庇陰程度の強い処理区ほど劣り、T/R率でみると、地上部にもまして、地下部の生長が悪い。庇陰の時期との関係でみると、生育前期よりもむしろ生育後期の庇陰が生長量の減退をきたす。したがってトドマツでは、上長生長を終る頃からの生育後期に充分な陽光があたることがのぞましい。

2-2 苗木の取扱いと水分代謝

苗木の乾燥による障害の程度と回復の過程を知るために、苗木の含水量が、正常の含水量より

図-20 クロロフィル濃度の季節変化(移植苗、1年生葉)

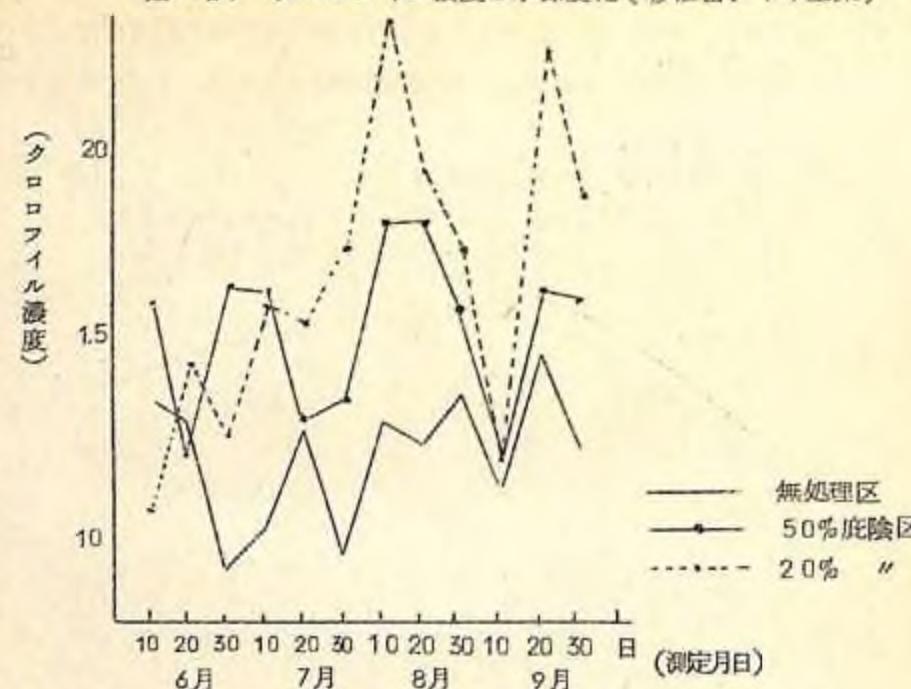


図-21 クロロフィル濃度の季節変化(移植苗、2年生葉)

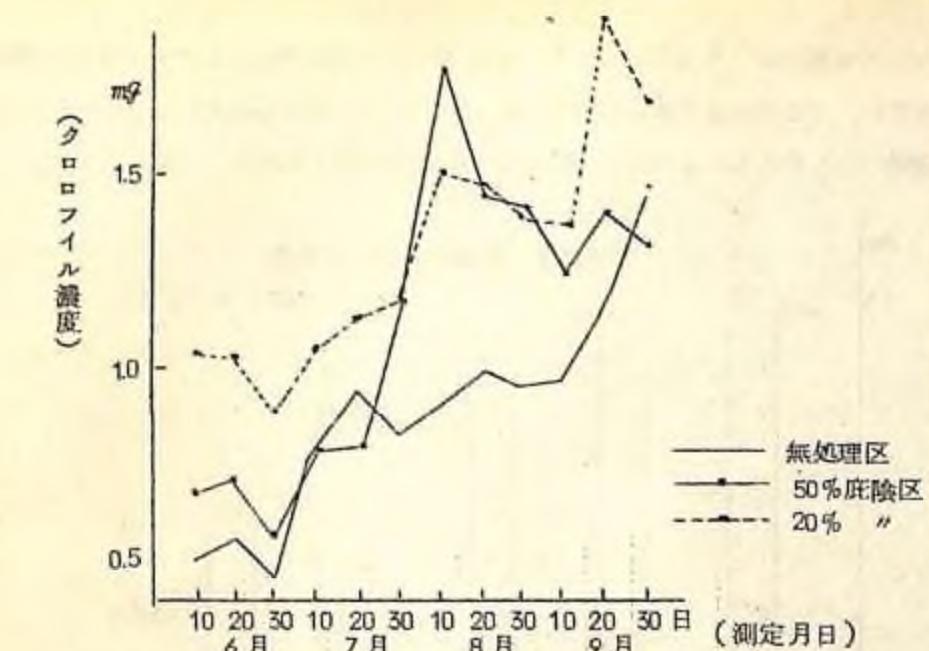
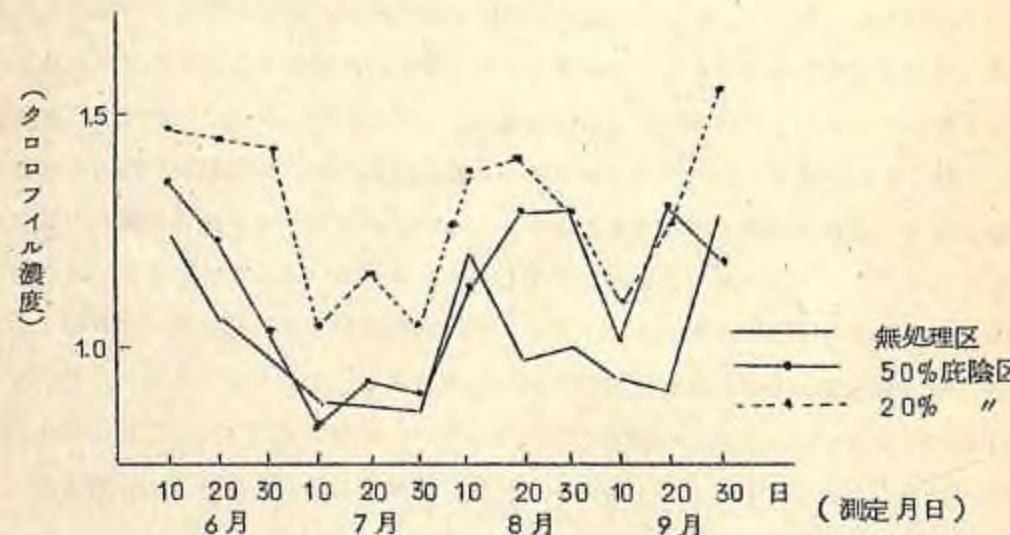


図-22 クロロフィル濃度の季節変化(据置苗、1年生葉)

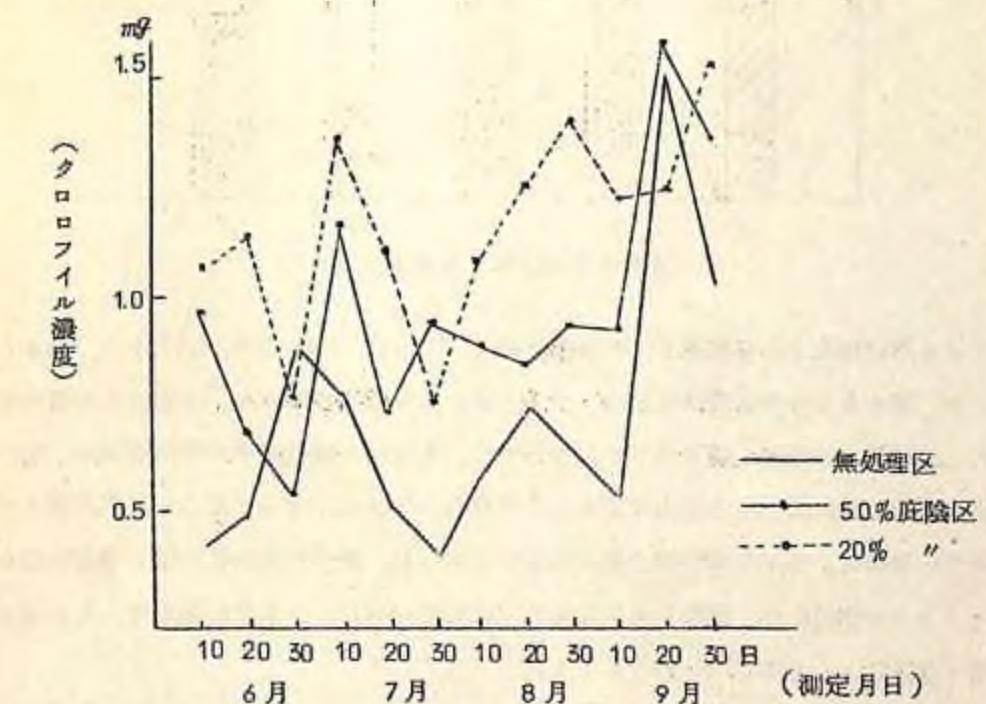
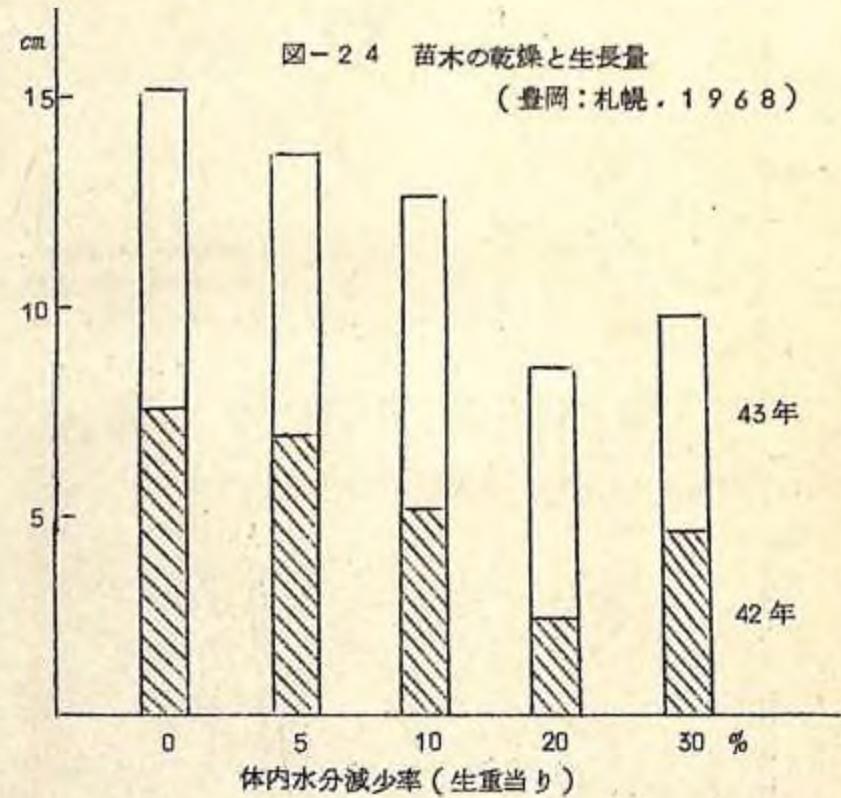


図-23 クロロフィル濃度の季節変化(据置苗、2年生葉)

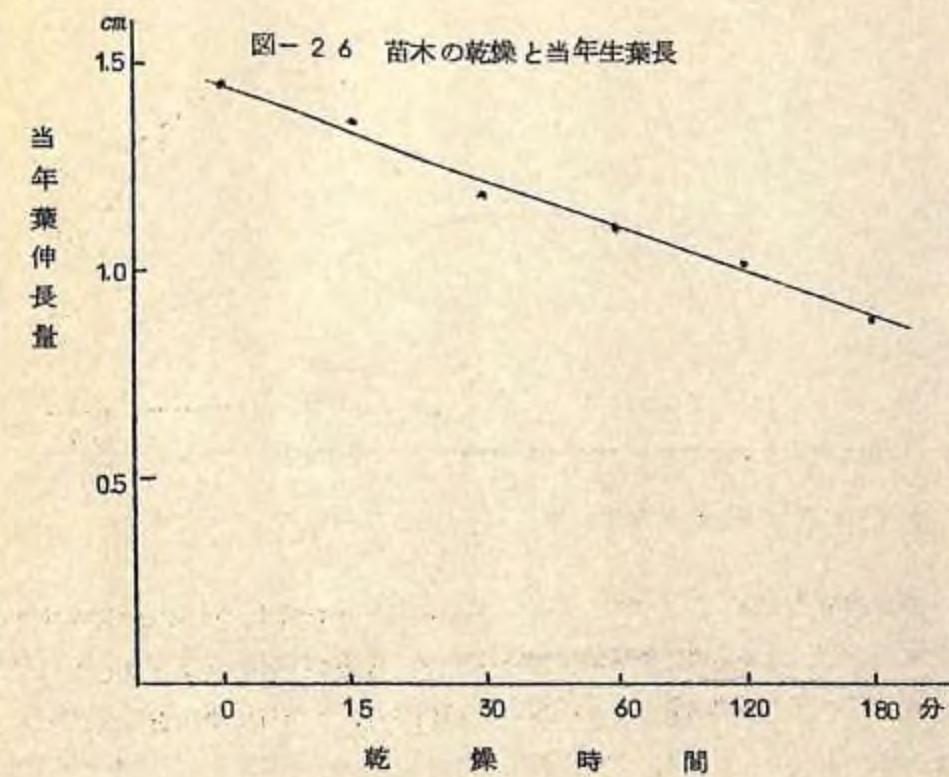
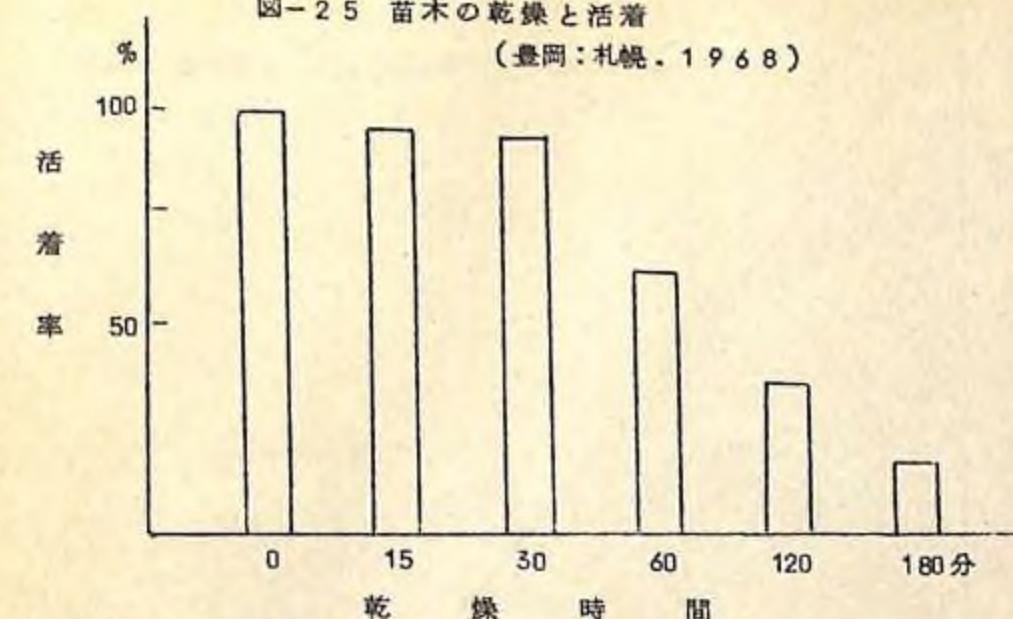
(1)0%, (2)5%, (3)10%, (4)20%, (5)30%の5段階になるように調整して、当場苗畑に植栽した(1967年春)。この試験では、この程度の含水量の減少段階では、いずれも根系とく

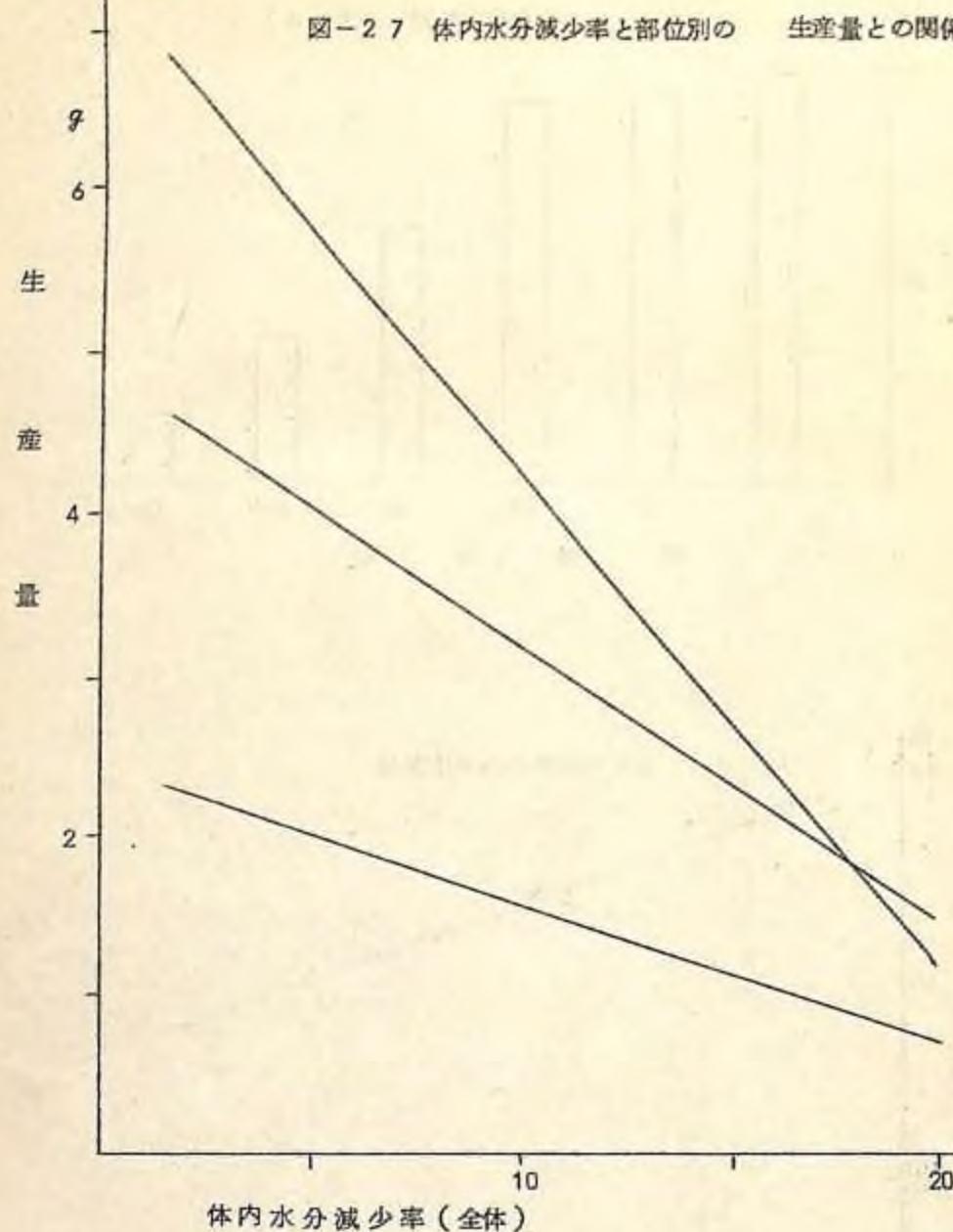
に細根部での水分損失がいちじるしく、葉および茎からの水分損失はわずかである。植栽後の活着および生育は、20%以上含水量が低下したもので悪く、30%以上のものはほとんど枯死した。また乾燥のいちじるしいものほど、根量および新葉の長さが劣る。(図-24)。



1968年は掘取りから植栽までの放置時間を、(1)0分、(2)15分、(3)30分、(4)60分、(5)120分、(6)180分の6段階に処理した苗木を、当場苗畑に植栽し、その後の形質の経過をしらべた。植栽苗木の活着(図-25)、生長では、トドマツ植栽直後の生長遅退が、植付けまでの苗木の取扱いが原因となる乾燥によることが明らかである。さらに苗木の外部形態上にあらわれる障害の徴候は、当年生葉の伸長量に顕著に認められ、乾燥程度が強いほど葉長が短くなる。(図-26)総体的には、掘取りから乾燥までの放置時間は、30分が限度で、それ以上になると活着も覚束ないことになる(図-27)。

図-25 苗木の乾燥と活着
(豊岡:札幌、1968)





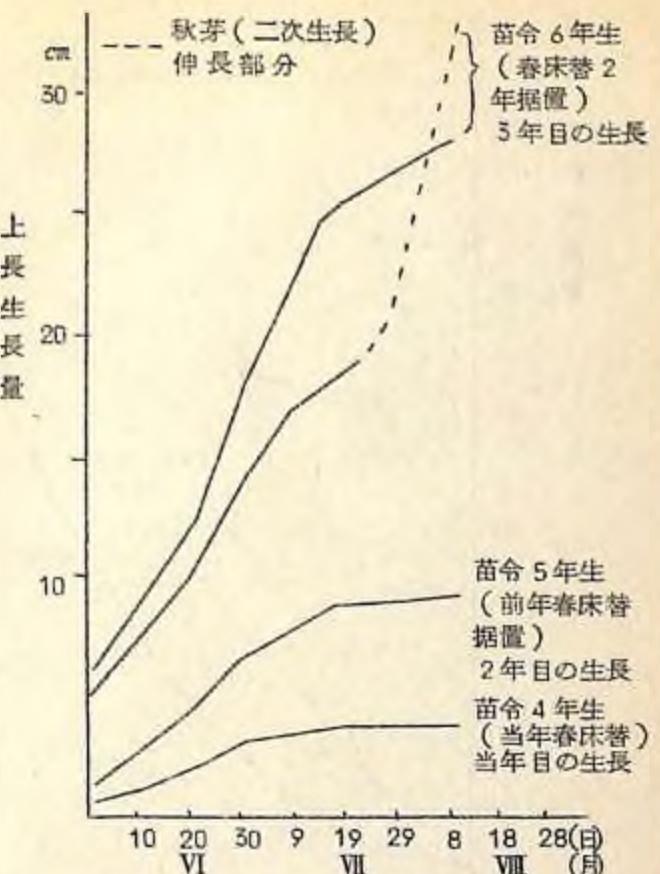
2-3 植付方法と生長

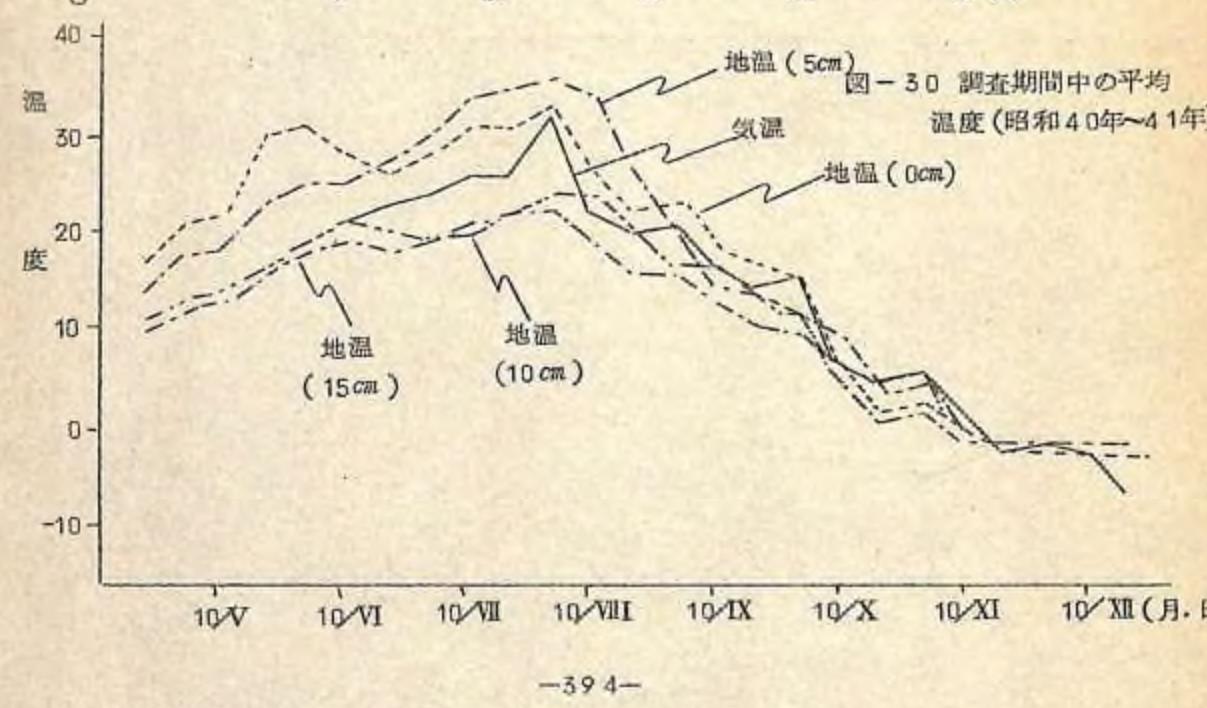
移植時期別の地上部、地下部の生長経過を知るために、まず一般的な上長生長経過を床替後の生育期間(図-28)、およびカラマツ、アカエゾマツとくらべて(図-29)しらべた。移植当年の伸長量がいちじるしく悪く、これが翌年まで持続され、3年目でやっと順調に伸びはじ

めることから、移植当年の伸長量の減退の後作用が大きいことがわかる。また、落葉性のカラマツにくらべて、トドマツ、アカエゾマツの上長生長が、ほとんど6月中旬に終ることは、従来の成績とおなじであった。

つぎに、1回床替4年生据置苗を4月下旬から11月下旬まで、毎月2回掘取り、白根をすべて除去して直ちに苗畑に植付け、植栽後2日目ごとに5本づつ掘上げ、新しく発生した白根の本数を調査してから、再び植付けをおこなった。試験期間中の気象とくに温度関係をしめすと図-30の通りである。白根の発生する地温は5月から10月中旬までは10°C以上であるが、その後は急速に低下する。白根発生までの所要日数は表-20にしめした。上

長生長がとまり、新葉が完全に展開し、同化生長が最高になり、肥大生長をはじめると8月に、百





-394-

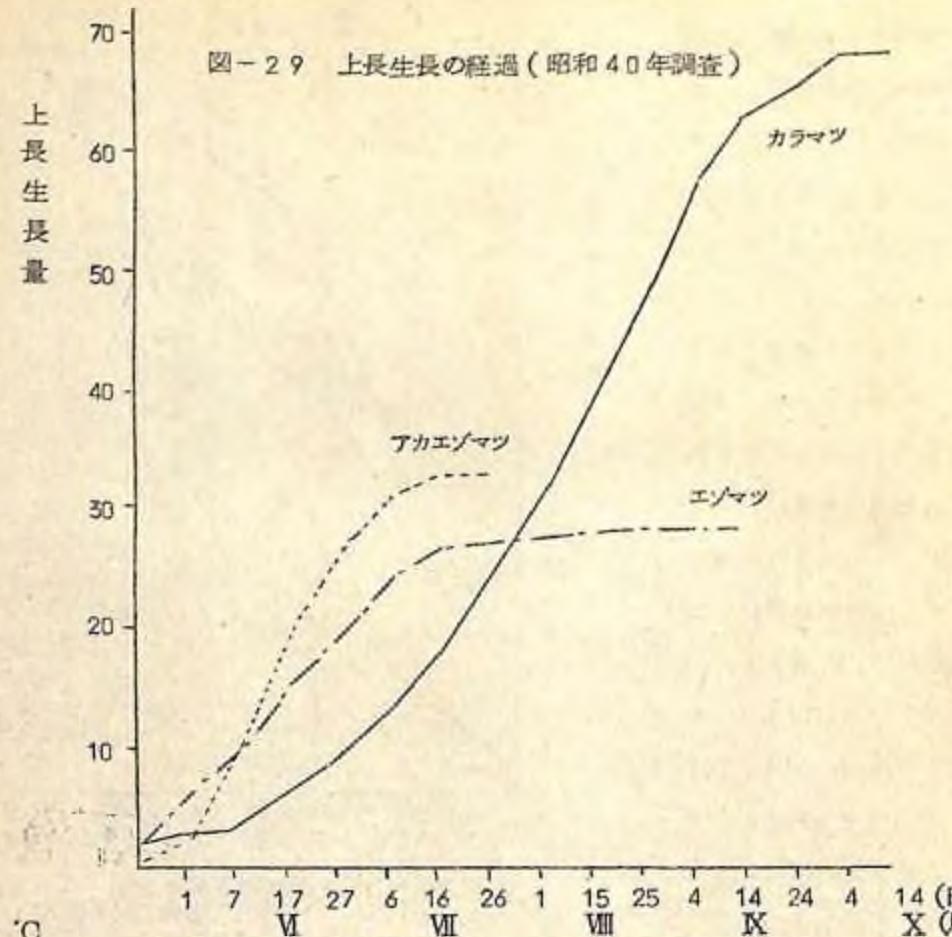


図-29 上部生長の経過(昭和40年調査)

表-20 白根発生所要日数と本数ならびに発根指數(苗令5年)

| 植付年月日 | 植付後経過日数 | | | | | | | | | | | | 白根発生所要日数 | | |
|----------|---------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|------|----|
| | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 | 23 | 25 | 27 | 29 | |
| 40.5.10 | 自根本数 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 |
| 40.5.20 | 自根根指數 | 0.8 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.5 | 1.8 | 2.0 | 2.3 | 2.6 | 2.9 | 3.2 | 3.5 | 3.8 | 7 |
| 40.6.5 | 自根本数 | 1 | 2 | 3 | 4.0 | 5.6 | 7.0 | 9.0 | 11.0 | 13.0 | 15.0 | 17.0 | 19.0 | 21.0 | 7 |
| 40.6.22 | 自根根指數 | 0.4 | 0.8 | 1.2 | 1.5 | 2.0 | 2.8 | 3.6 | 4.4 | 5.2 | 6.0 | 6.8 | 7.6 | 8.4 | 11 |
| 40.7.6 | 自根本数 | 2.4 | 4.4 | 9.6 | 17.6 | 24.4 | 31.6 | 38.6 | 44.6 | 51.6 | 58.6 | 65.6 | 72.6 | 79.6 | 11 |
| 40.7.21 | 自根根指數 | 0.8 | 1.2 | 2.0 | 3.2 | 4.8 | 6.4 | 8.0 | 9.6 | 11.2 | 12.8 | 14.4 | 16.0 | 17.6 | 11 |
| 40.8.2 | 自根本数 | 2.0 | 3.5 | 5.5 | 8.0 | 10.5 | 13.0 | 15.5 | 18.0 | 20.5 | 23.0 | 25.5 | 28.0 | 30.5 | 9 |
| 40.8.21 | 自根根指數 | 0.4 | 0.8 | 1.2 | 2.0 | 3.2 | 4.8 | 6.4 | 8.0 | 9.6 | 11.2 | 12.8 | 14.4 | 16.0 | 7 |
| 40.9.6 | 自根本数 | 2.5 | 3.6 | 5.0 | 6.6 | 8.2 | 9.8 | 11.4 | 13.0 | 14.6 | 16.2 | 17.8 | 19.4 | 21.0 | 9 |
| 40.9.21 | 自根根指數 | 0.8 | 1.2 | 2.0 | 3.2 | 4.8 | 6.4 | 8.0 | 9.6 | 11.2 | 12.8 | 14.4 | 16.0 | 17.6 | 11 |
| 40.10.11 | 自根本数 | 3.28 | 5.56 | 8.2 | 13.9 | 18.2 | 23.5 | 28.8 | 34.1 | 39.4 | 44.7 | 49.0 | 54.3 | 59.6 | 13 |
| 40.10.21 | 自根根指數 | 0.8 | 1.2 | 2.0 | 3.2 | 4.8 | 6.4 | 8.0 | 9.6 | 11.2 | 12.8 | 14.4 | 16.0 | 17.6 | 15 |
| 40.11.4 | 自根本数 | 2.0 | 3.2 | 4.8 | 6.4 | 8.0 | 9.6 | 11.2 | 12.8 | 14.4 | 16.0 | 17.6 | 19.2 | 20.8 | 15 |
| 40.11.22 | 自根根指數 | 0.4 | 0.8 | 1.2 | 2.0 | 3.2 | 4.8 | 6.4 | 8.0 | 9.6 | 11.2 | 12.8 | 14.4 | 16.0 | 15 |

-395-

根の発生所要日数が短いことと、11月上旬の植付では白根発生が全くみられず、そのまま越冬することになる。白根の発生所要日数をしらべた後、再び植付けた苗木の生長量を表-21にしました。植えかえの時期による差は、8月中旬から9月中旬までの期間を最高として、この期間

表-21 移植時期と生長量

| 移植時期 | (1) 当年伸長量 | | (2) 翌年伸長量 | | 総重量 | 移植時期 | (1) 当年伸長量 | | (2) 翌年伸長量 | | 総重量 |
|--------|--------------|------|--------------|-------|-------|------|--------------|------|--------------|----|-----|
| | cm | cm | cm | cm | | | cm | cm | cm | gr | |
| 40年 | | | | | | 41年 | | | | | |
| 5月10日 | 4.7 | 10.6 | 15.3 | 24.15 | 4月30日 | 4.2 | 19.6 | 25.8 | 271.0 | | |
| 20日 | 5.6 | 14.8 | 20.4 | 36.53 | 5月11日 | 3.4 | 12.6 | 16.0 | 242.4 | | |
| 6月5日 | 7.3 | 6.1 | 13.4 | 23.36 | 月23日 | 3.7 | 16.3 | 20.0 | 287.1 | | |
| 22日 | 11.8 | 5.4 | 17.2 | 23.44 | 6月6日 | 4.0 | 14.4 | 18.4 | 238.1 | | |
| 7月6日 | 16.8 | 4.4 | 21.2 | 22.12 | 月20日 | 8.5 | 14.9 | 23.2 | 259.5 | | |
| 21日 | 20.5 | 3.0 | 23.5 | 21.88 | 7月5日 | 9.0 | 10.4 | 19.4 | 241.9 | | |
| 8月2日 | 20.3 | 3.6 | 23.9 | 19.70 | 月20日 | 10.0 | 7.7 | 17.7 | 262.7 | | |
| 21日 | 22.7 | 4.1 | 26.8 | 19.62 | 8月4日 | 9.8 | 9.5 | 19.1 | 220.9 | | |
| 9月8日 | 19.9 | 5.1 | 25.0 | 20.30 | 月22日 | 10.0 | 10.6 | 20.6 | 238.6 | | |
| 21日 | 20.7 | 5.0 | 25.7 | 13.70 | 月31日 | 9.4 | 9.5 | 18.9 | 209.1 | | |
| 10月11日 | 17.9 | 5.0 | 22.9 | 14.35 | 9月13日 | 10.1 | 11.0 | 21.1 | 245.5 | | |
| 21日 | — | — | — | 16.11 | 月27日 | 10.3 | 11.5 | 21.6 | 269.6 | | |
| 11月4日 | 21.3 | 3.5 | 24.8 | 15.55 | 10月8日 | 9.9 | 10.1 | 20.0 | 258.8 | | |
| 22日 | 17.6 | 3.7 | 21.3 | 16.10 | 月12日 | 11.2 | 7.9 | 19.1 | 268.0 | | |
| | | | | | 月26日 | 11.0 | 8.6 | 19.6 | 255.4 | | |

より早いか、またおそい場合はいくらか劣っている。総重量も植付時期がおそいほど劣る。

植穴の大きさと施肥が植付後の初期生長におよぼす影響をしらべたのが表-22である。1年目は、普通穴と大穴および小穴の処理間に差があったが、大穴と小穴をくらべると差がなく、むしろ立地による差が大きかった。2年目には、植穴処理間に差はなくて、施肥および立地間に差があった。図-31)。

表-22 植穴の大きさ、施肥と生長との関係

| 区 | 処理Ⅰ | 40年 樹高 | 41年秋 伸長量 | 42年秋 伸長量 | 処理Ⅱ | 二 次 生長の% 全本数 |
|-----|-----|-----------|-------------|-------------|--------|-------------------------|
| V | 小 | 42 | 7 | 25 16 | 肥 無 | 48.9 5.4 47 55 |
| IV | 大 | 39 | 8 | 19 16 | 肥 無 | 46.8 1.8 47 55 |
| III | 対 | 41 | 5 | 13 15 | 肥 無 | 24.1 9.1 29 44 |
| II | 小 | 41 | 6 | 12 10 | 肥 無 | 25.0 5.4 52 37 |
| I | 大 | 41 | 6 | 15 9 | 肥 無 | 21.2 4.2 52 48 |

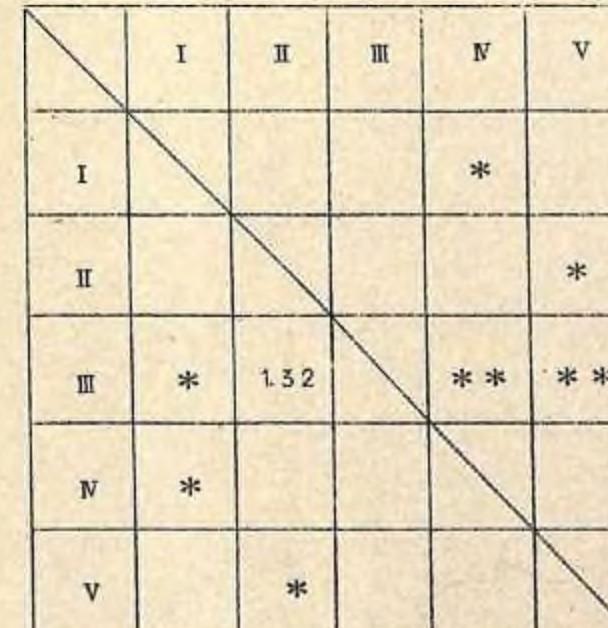


図-31 植穴の大きさ、施肥の処理間の有意差

なお、これまでにあげた結果は下記の通りに取まとめて報告した。

1. 玉利長三郎(1967-7)：秋におけるトドマツ苗木移植後の貯元糖および澱粉含有量の変動：日林誌, 49-7, 273-278
2. 真田 勝(1967-11)：施肥要素とトドマツ苗木の二次生長について：日林北海道支部集 16号, 96-98
3. 玉利長三郎(1967-11)：秋におけるトドマツ苗木移植後の全窒素含有量の変動：同上, 16号, 99-100
4. 中野 実, 菅原セツ子(1967-12)：トドマツ苗木の移植時期と地上部, 地下部の生長：林試北海道支場年報, 1966, 31-38.
5. 玉利長三郎(1968-3)：トドマツ秋植え苗木の特性：昭和42年度林試北海道支場業務研究発表会, (講演)
6. 玉利長三郎(1969-4)：トドマツ植付時の枝葉の調整とO, N, 变動：80回, 日林大会(講演)
7. 玉利長三郎(1969-6)：苗木の生理：札幌営林局, 昭和44年度種苗研修教材, 1-29
8. 玉利長三郎(1969-11)：栄養分含有量の変動からみた植付時の枝葉の役割：日林北海道支部集, 18号, 68-71
9. 玉利長三郎, 菊田信吾, 神田耕治, 豊岡 洪(1969-11)：トドマツ山出苗木の秋期肥培と活着生長：同上, 18号, 72-75
10. 津田耕治, 大友玲子(1969-11)：本数密度がトドマツ苗木の生育と養分吸収における影響：同上, 18号, -
11. 林試北海道支場業務報告, 昭和40-44年度)