

ストロブマツの生育におよぼす摘葉の影響

古 野 東 洲

Effects of Artificial Defoliation upon the Growth of Eastern White Pine (*Pinus strobus* Linn.)

Tooshu FURUNO

目 次

要 旨..... 1	後の生育経過
ま え が き..... 2	3. 針葉の形態におよぼす摘葉の影響
試 験 方 法..... 2	総 括..... 9
結果および考察..... 3	あ と が き..... 12
1. 摘葉木の枯死	文 献..... 12
2. 摘葉による生長減退およびその	Résumé 13

要 旨

食葉性昆虫類の食害が林木の生育におよぼす影響を明らかにするために、種々の摘葉試験、被害林における被害解析が行なわれ、マツ属では、アカマツ、クロマツ、テダマツの生育とその生育期における異常な葉量減少との関係はほとんど明らかになっている。

本報告は、ストロブマツの幼令木を用いて、1970年に京都大学農学部附属演習林本部苗畑で、摘葉試験を行ない、以後5生育期の生育状況について、さらに摘葉後に展開した針葉の長さとの重さの関係を調査した。摘葉処理は、旧葉摘葉、新葉摘葉、全葉摘葉の3処理を、4月から10月に、各月末にハサミで針葉をその基部で切断した。

供試木は各処理区5本で、1970年には毎月末、以後は毎生育終了時に地際直径と樹高を測り、1974年12月に地上部の幹、枝、葉の重量を求め、樹幹解析を行なった。調査結果の概要はつぎのようになった。

1. ストロブマツは3月下旬頃から新梢を伸長させ、6月上旬には生長を終る。アカマツ、クロマツの樹高生長と似た生育をする。
2. 摘葉木で枯れたものは、全葉摘葉8、9月区では全個体で、全葉摘葉7、10月区、新葉摘葉9、10月区で、5個体のうち1または2個体であった。
3. 新葉の摘葉は、針葉が伸長中であれば、葉鞘に包まれた基部から針葉が再伸長して以後の樹体を維持した。
4. 旧葉摘葉では4月摘葉区で処理年に生長減退がみられ、2年目においてもすこし摘葉の影響がみられたが、3年目以後は樹勢を回復していた。5～10月の旧葉摘葉は生長には影響をあたえなかった。

5. 5～10月の新葉、全葉摘葉区における樹高生長は、ストローブマツが5月下旬には年間の樹高生長の大部分を終るため、処理年には影響はみられず、2年目に大きな生長減退がみられた。これに反し、直径生長には、処理当年、翌年ともに摘葉の影響があらわれ、生育期後半の処理ほど生長減退は大きかった。さらに、摘葉後3年目においても8～10月摘葉区で摘葉の影響が残っていた。
6. 3年間の生長は、新葉摘葉で対照木の生長率の56～87%（樹高）、65～79%（直径）、66～84%（材積）となった。
7. 摘葉後4年目、5年目では、4年目に全葉摘葉7月区でまだすこし摘葉の影響が残っていたが、他は生長率が対照木と同じか大きく、樹勢を回復していた。すなわち、ストローブマツはテーダマツより摘葉に強い影響をうけ、アカマツ、クロマツと似たような結果となった。
8. 摘葉後伸長した新梢に展開した針葉は、正常な針葉より短いものが多くあらわれ、さらに細い傾向がみられた。しかし、樹勢の回復とともに針葉の形態も正常となった。

ま え が き

林木の生育に欠くことのできない葉のはたらきについては、林分葉量、同化能力などいろいろな面から調査研究されているが、森林保護学上、食葉性害虫類の食害が、林木の生育にあたえる影響、葉量の異常な減少が生育にどのような影響をあたえるかを知ることは重要なことである。現実には、食葉性害虫類に大部分の葉を食害された林木（樹木）を見ることも多い。各種の摘葉試験、被害林（木）の調査による被害解析が数多く行なわれ、林木の異常な葉量減少と生育減退との関係が解明されつつある。著者は今までに、マツ属の主要食葉性害虫であるマツカレハの幼虫の食害とアカマツの生育との関係を摘葉試験、被害林（木）の調査により研究し、両者の関係をほぼ明らかにし¹⁾、また、クロマツの摘葉試験により、クロマツもほぼアカマツの場合と同じような影響をうけることを明らかにした²⁻⁴⁾。さらに、アカマツやクロマツと樹高生長に著しい違いがみられるテーダマツの摘葉試験により、テーダマツがアカマツ、クロマツに比べて摘葉に対して強い抵抗性をもっていることを明らかにした⁵⁾。

ストローブマツはチョウセンゴヨウ、アマミゴヨウ、ヒマラヤゴヨウなどとともに、生育経過はアカマツ、クロマツと類似し、葉量の異常な減少は、アカマツ、クロマツで調査されたと同じような影響を被害木にあたえるであろうと考えられていた。

わが国に生息するマツ属の食葉性害虫は、マツカレハ、ハバチ類、クロスズメなど数多く、それらはいずれもマツ属を食害して、その生育に影響をあたえていると思われる。幼令木に対するハバチ類の食害、大発生時におけるマツカレハの食害は、被害木の生存をおびやかしていることもしばしばである。

本報告は、著者が行なっている一連の摘葉試験の一つとして、ストローブマツの幼令木を用いて、時期別に摘葉を行ない、処理後5年間の生育状況について調査した結果をとりまとめたものである。

試 験 方 法

本試験は、京都大学農学部附属演習林本部苗畑で、以下のような状況で行なわれた。

試験期間：1970年4月から1974年12月まで5生育期間。

試験材料：3年生ストローブマツを1969年2月に植付け、1生育期間は正常な状態で育てたも

ので、試験開始の1970年4月には、平均地際直径13.4mm、平均苗高38.5cmであった。

摘葉時期および方法：1970年4月から10月まで、各月下旬に、旧葉摘葉、新葉摘葉、全葉摘葉の3種類の処理を行ない、各処理とも摘葉に強弱をつけず、処理対象針葉をすべて摘んだ。しかし、4月の処理は、処理時には新葉が伸長していないので、旧葉摘葉だけを行ない、5月の処理から3種類の摘葉を行なった。供試本数は各処理区とも5本であった。摘葉処理は、ハサミで針葉を処理した。伸長中の新葉は葉梢の部分を残して切断し、葉鞘の脱落した針葉（ストローブマツの葉梢は、針葉の伸長終了後に脱落する）は、その基部で切断した。

測定項目：地際直径と苗高は1970年には、4月下旬の第1回摘葉処理時から各処理時に、以後毎年の生育休止期に測定した。最終調査は1974年12月に、各供試木を地際から伐倒し、樹幹解析用の円板を採取し、幹材積、幹生長量を求め、一部供試木は、幹・枝・葉の重量を求めた。さらに、1972年7月26日に前年に伸長した満1年葉（旧葉）を、1973年7月27日には同様満1年葉と新葉とを各供試木から20～30本採取し、その長さと重さを調査した。

結果および考察

1. 摘葉木の枯死

摘葉が最も大きく影響した場合には、摘葉木は枯死する。

本試験では、全葉摘葉区の7～10月区および9、10月の新葉摘葉区に枯死個体がみられた。すなわち、全葉摘葉区の8、9月区では全個体が、7、10月区ではそれぞれ2個体が、新葉摘葉9月区で2個体、10月区で1個体が枯れた。

ストローブマツの新梢の伸長は5月下旬に終るアカマツ⁹⁾、クロマツ^{10,11)}と同様の経過をたどるため、新葉の伸長終了後の摘葉は針葉を回復することができないため、この時期での全葉摘葉の影響は激しく、アカマツ、クロマツと同じように枯れると推測されていたが、10月全葉摘葉区で生き残った個体があられ、反面7月全葉摘葉区の一部が枯れ、両樹種とはやや異なった結果となった。また、9月新葉摘葉区の枯死個体は、処理時、すでに旧葉がほとんど無く、新葉の摘葉が結果として全葉摘葉のようになったためと考えられる。Linzon¹²⁾の報告では、ストローブマツの旧葉は2年分着いているが、京都での調査では旧葉は1年分しか着葉せず¹³⁾、さらに2生育期目は比較的早く落葉する個体もみられ、このように旧葉が早く落葉した個体が新葉摘葉でも枯れ、生き残った個体は旧葉が残っていたものである。針葉が伸長中の5～7月全葉摘葉木は、針葉の生長点を含む葉鞘に包まれた部分が残されて、アカマツ¹⁴⁾、クロマツ¹⁴⁾、テーダマツ⁷⁾の結果と同様、切断後針葉が再伸長したために枯れなかった。

生育期における一度の全葉摘葉で、ストローブマツ、アカマツ、クロマツのように枯死個体があられるものや、テーダマツのように枯れないものもみられ、マツ属でも種によって違いがみられるようである。さらにマツ属以外の樹種では、生育期における一度の全葉摘葉では1個体も枯れなかった樹種（カラマツ¹⁵⁾、ムクノキ¹⁶⁾、エノキ¹⁶⁾、コナラ¹⁷⁾、モミジバフウ¹⁸⁾）、摘葉の時期によって一部枯れた樹種（アラカシ¹⁹⁾、シイ²⁰⁾、イイギリ²¹⁾、トチウ²²⁾、ポプラ²³⁾）など、全葉摘葉と枯死の関係は、常緑樹、落葉樹、針葉樹、広葉樹で、さらに種によっても幾らか異なるようである。

2. 摘葉による生長減退およびその後の生育経過

本試験は、摘葉処理をした年を入れて、5生育期間について生育経過を調査し、摘葉されたストローブマツは、この調査期間では樹勢を回復したと思われ、葉量の減少にともなう生長減退、樹勢回復の経過はほとんど明らかになったと考えられる。

摘葉の影響は生長量の減退としてあらわれるが、その影響からの樹勢の回復の経過を知るには、生長量を比較することもさることながら、生長率で比較することが妥当と思われる、著者がこれまで行なった摘葉試験の場合と同様に、生長率の回復が樹勢の回復をあらわしていると考え、主として生長率によって、生き残った個体について考察を進める。

2.1 樹高生長について

正常なストローブマツの樹高生長は、アカマツ、クロマツの樹高生長と同様に、5月下旬には新梢の伸長は大部分終る。この間の伸長量が年間の樹高生長量となる。無摘葉木の樹高生長量は、樹高が1mを超えてからは毎年60~70cmであった。

樹高の生長経過を生長率で比較すると図-1のようになる。図-1では、無摘葉木の生長率を100とし、各処理区の生長率をそれぞれ換算して示した。なお、一部枯死個体がみられた処理区では、生存個体だけを平均して示した。

旧葉摘葉の場合、4月区の摘葉年と翌年に生長減退がみられ、それぞれ生長率が無摘葉木のそ

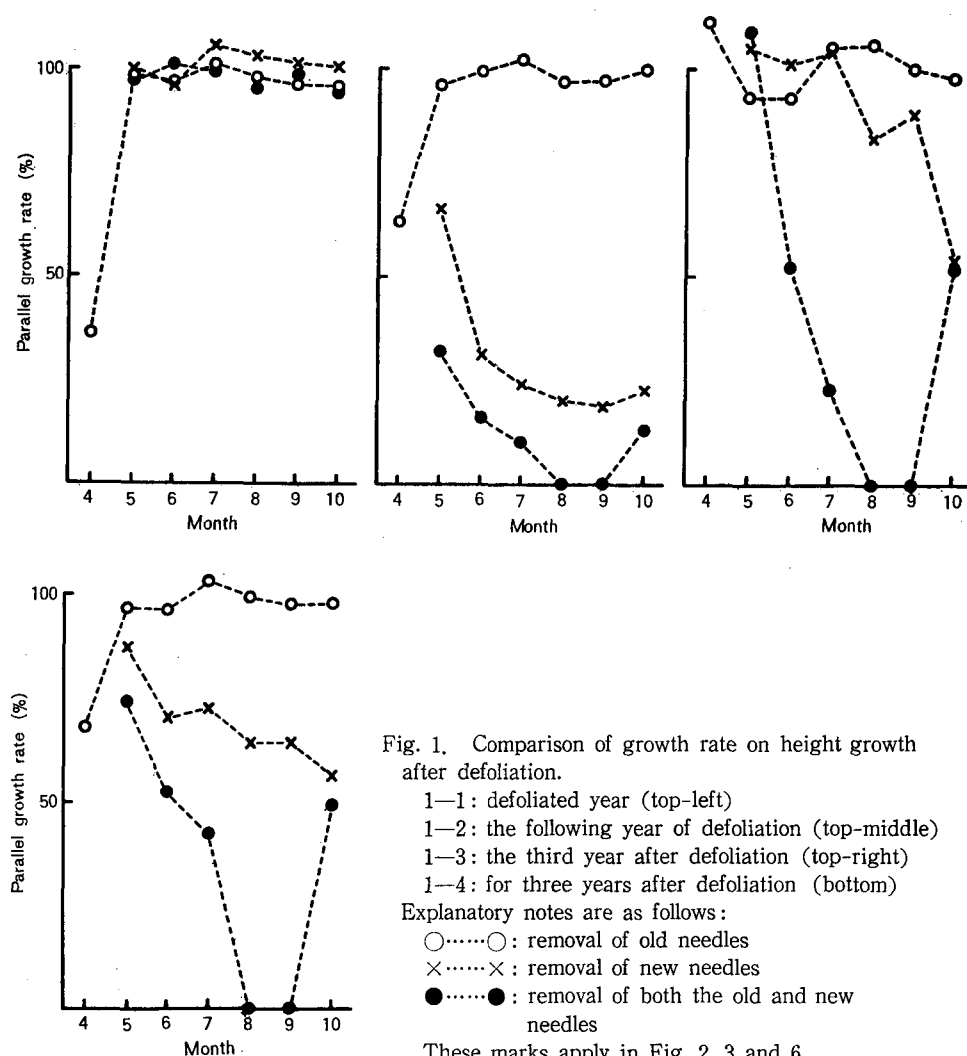


Fig. 1. Comparison of growth rate on height growth after defoliation.

- 1-1: defoliated year (top-left)
 1-2: the following year of defoliation (top-middle)
 1-3: the third year after defoliation (top-right)
 1-4: for three years after defoliation (bottom)

Explanatory notes are as follows:

-○: removal of old needles
- ×.....×: removal of new needles
-●: removal of both the old and new needles

These marks apply in Fig. 2, 3 and 6.

れの36%, 63%であったが, 3年目には生長率は回復していた。5月以後の摘葉は, 樹高生長には影響をあたえていない。4月旧葉摘葉区の生長にあたえる影響は, クロマツ, テーダマツの結果より大きくあらわれ, 3年後には無摘葉木と約70cmの差があらわれた。

新葉摘葉の場合, 処理年にはその影響はあらわれていない。処理の翌年に, 摘葉の影響が大きくあらわれ, とくに, 7~10月区では, 生長率で無摘葉木の約20%, 無摘葉木の平均生長量52cmに対し, 10cm前後しか生長していない。5~7月区では, 摘葉の影響は3年目にはなくなっていたが, 8~10月区ではなお生長率は悪かった。4年目以後では生長率は回復していた。

全葉摘葉の場合には, 新葉摘葉よりも生長に大きな影響をあたえ, 処理翌年には生長率は無摘葉木のその10~15% (6, 7, 10月摘葉), 7月の生長量は3.5cmと非常にすくなかった。当然3年目までも摘葉の影響が残る, 5月区以外では生長率で50%まで, とくに7月区での影響は大きく, さらに4年目においても, 生長率は無摘葉木の80%で, 19cmしか伸長していない。5年目には各処理月とも生長率は回復していたが, 7月区では樹高は無摘葉木の1/3強でしかなかった。

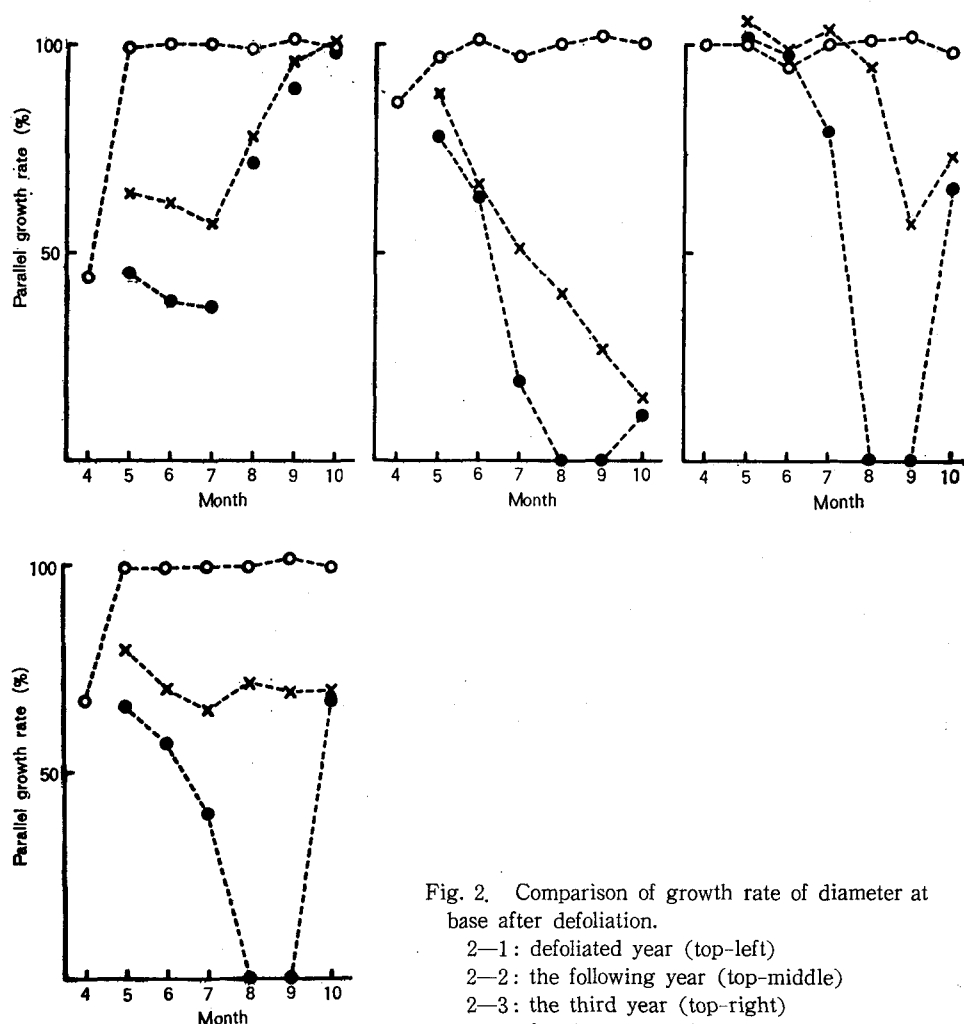


Fig. 2. Comparison of growth rate of diameter at base after defoliation.

- 2-1: defoliated year (top-left)
- 2-2: the following year (top-middle)
- 2-3: the third year (top-right)
- 2-4: for three years (bottom)

2.2 直径生長について

処理別の地際直径の生長率を求め、樹高生長同様に、無摘葉区のそれと比較すると図—2のようになる。

樹高生長の結果と異なる点は処理当年から直ちに摘葉の影響があらわれていることで、2年目、3年目の経過は樹高生長のそれと大きな違いはみられない。

旧葉摘葉では、4月区で処理当年の生長に摘葉の影響があらわれ、2年目においても、まだすこしその影響が残っていると思われる。その他の時期での摘葉は直径生長には影響していない。

新葉摘葉では、処理当年にすでに5～7月区で大きく摘葉の影響があらわれ、7月区の生長が最も悪かった。9、10月区では、ほとんど影響があらわれていないが、処理までは正常に生育し、すでに年間の生長をほとんど終わらせてしまっているからである。処理翌年の生長には、生育期の後半に摘葉したものほど、その影響が大きくあらわれ、とくに10月区の生長率は無摘葉木の生長率の15%で、皮なし直径で1.2 mm（無摘葉木10.8 mm）しか生長せず、さらに処理後3年目にお

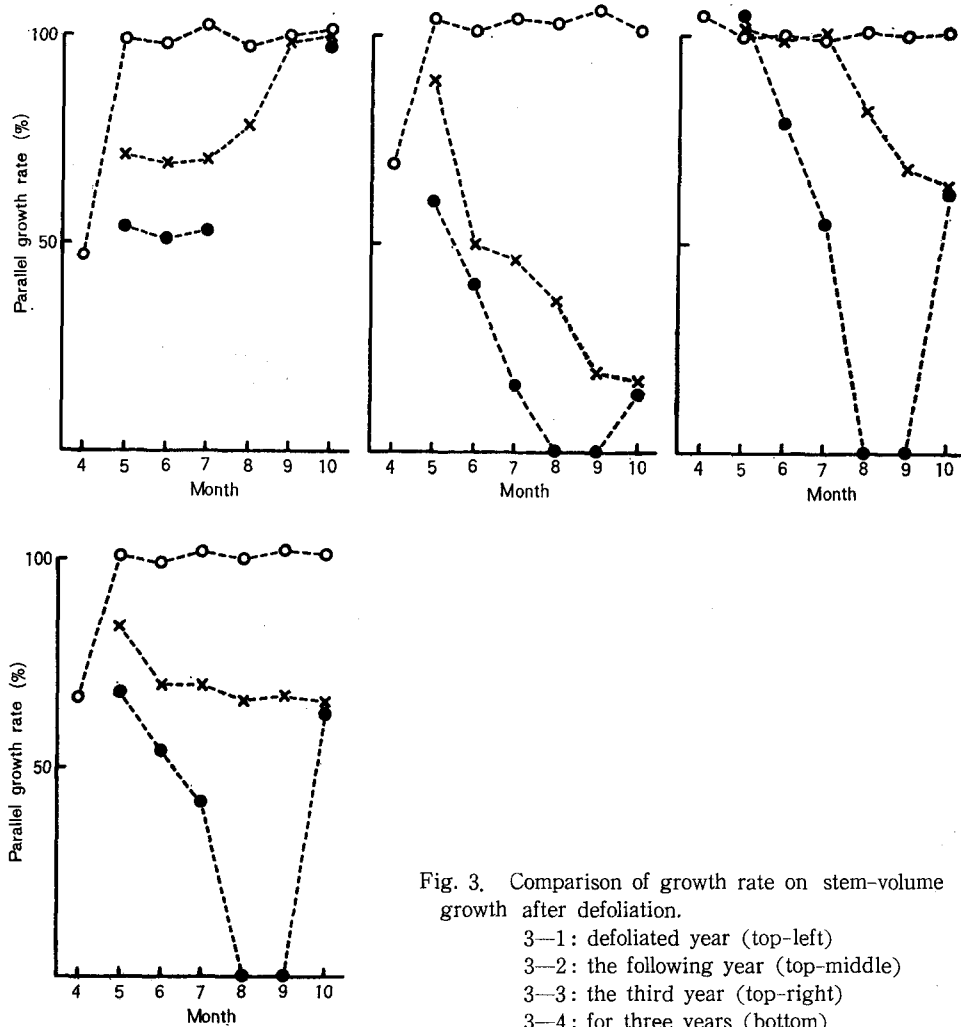


Fig. 3. Comparison of growth rate on stem-volume growth after defoliation.

3—1: defoliated year (top-left)

3—2: the following year (top-middle)

3—3: the third year (top-right)

3—4: for three years (bottom)

いても、9、10月区では摘葉の影響が残っていた。4年目以後では、生長率は回復し、直径生長には摘葉の影響はみられなかった。

全葉摘葉の場合、5～7月区で新葉摘葉よりさらに大きく、処理年から摘葉の影響があらわれ、無摘葉木の半分も生長していない。処理翌年の摘葉の影響は大きく、10月区では0.6 mm、7月区でも1.1 mm、生長率でそれぞれ11%、19%と生長減退は大きい。処理後3年目では、5、6月摘葉区は生長率を回復していたが、7、10月区では、それぞれ無摘葉区の79%、64%と摘葉の影響が残っていた。

3年間の直径生長を比較すると、新葉摘葉では生長率が、無摘葉区の65～80%、全葉摘葉7月区では40%、無摘葉区の平均皮なし地際直径が42mmに対し、17.8mmと1/2以下の細さであった。

2.3 材積生長について

樹幹解析結果より求めた材積生長の結果を、樹高、直径生長の場合と同様に生長率を求めて、無摘葉区のそれと比較すると図—3のようになる。

材積生長は、樹高生長と直径生長の総合として、図—1、図—2からおおよその推定はできる。摘葉の影響をうけなかったのは5～10月旧葉摘葉区で、他の摘葉区は大なり小なり摘葉のために生長減退をおこしている。摘葉当年の生長は無摘葉区に対して、旧葉摘葉4月区で50%弱、新葉摘葉5～7月区で約70%、全葉摘葉5～7月区で50%強と、摘葉処理後、直ちにその影響がみられ、直径生長での生長減退が材積生長にあらわれている。摘葉翌年の生長減退は激しく、新葉摘

Table 1. Effects of artificial defoliation upon length and weight of white pine needle.

Group of defoliation	Month	One-year-old needle in 1972		One-year-old needle in 1973		Needle of current year in 1973	
		Average length (mm)	Dry weight per length (mg/cm)	Average length (mm)	Dry weight per length (mg/cm)	Average length (mm)	Dry weight per length (mg/cm)
Old needle-defoliation	4	68	0.89	81	1.11	—	—
	5	94	1.13	87	1.15	90	0.86
	6	77	1.02	79	1.01	67	0.75
	7	77	1.12	85	1.33	79	0.98
	8	81	1.04	85	1.10	79	0.79
	9	76	1.00	83	1.06	65	0.84
	10	75	0.99	77	1.01	71	0.79
New needle-defoliation	5	69	0.95	78	1.14	67	0.78
	6	49	0.73	81	1.06	77	0.78
	7	53	0.64	90	1.23	79	0.75
	8	47	0.64	82	1.01	78	0.78
	9	41	0.56	76	0.87	82	0.72
	10	27	0.48	64	0.96	70	0.77
All needle-defoliation	5	67	0.82	73	1.04	73	0.76
	6	49	0.60	79	1.03	74	0.66
	7	19	0.41	—	—	67	0.67
	10	25	0.49	56	0.86	57	0.63
Non-defoliation		81	1.10	82	1.22	74	0.83

葉9, 10月区, 全葉摘葉7, 10月区では, 生長率は無摘葉区のそれに比べて20%以下で, 無摘葉区の生長量 150 cm^3 に対し, 5~10%の生長量であった。処理後3年目においても, 新葉摘葉の8~10月区, 全葉摘葉の6~10月区に摘葉の影響があらわれ, 枯れずに, 最も摘葉に影響された7月全葉摘葉区では, 3年後の材積が無摘葉区のその1/10にも達していない。このように生育期に一度でも葉がなくなれば, たとえ生存し続けたとしてもその影響は著しい。

3. 針葉の形態におよぼす摘葉の影響

マツ属の針葉は種によって, それぞれ個有の長さをもっているが, 同一種でもその長さにある程度変異がみられ, アカマツでは品種によって大きな変異がみられるようである。²⁴⁾ ストローブマツでも同様と思われ, 無摘葉木で短いものは35mmのものもみられたが, 針葉長の範囲は45~105 mm で, 平均は80~90mmであった。²⁵⁾ アカマツの針葉でも同様に短いものと長いもので2倍以長の差がみられる。⁹⁾

摘葉した個体に展開した針葉が, 無摘葉木に展開した針葉に比べて, 短く細いことがアカマ

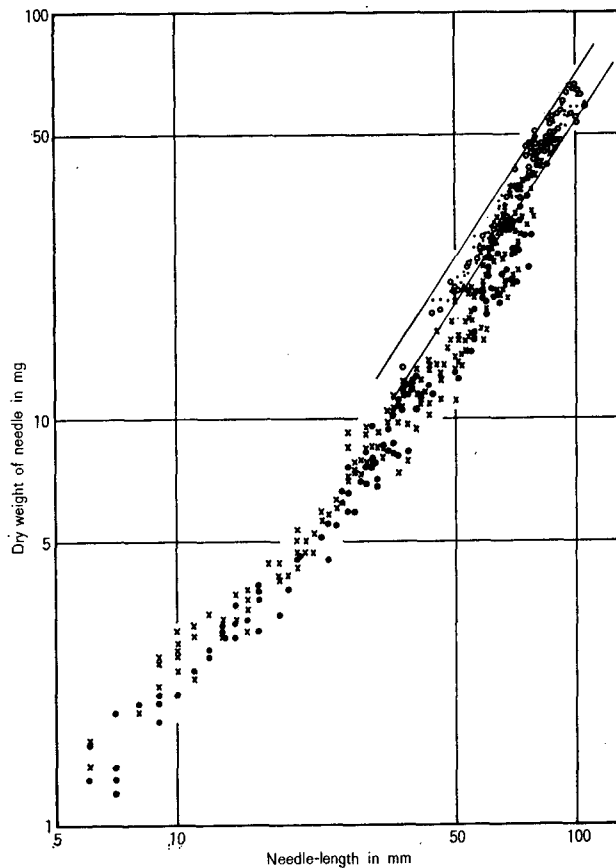


Fig. 4. Relations between length and dry weight of needle.

- : non-defoliation
- : old needle-defoliation from May to October
- △: old needle-defoliation in April
- ×: new needle-defoliation
- : all needle-defoliation

ツで観察されているが、本試験でのストローブマツの針葉も、正常な針葉に比べて短く細かった。⁹⁾ 調査結果を示すと表一1のようになる。摘葉のため生長減退をおこした全葉摘葉区、新葉摘葉区、4月旧葉摘葉区の針葉が短いことがわかる。摘葉処理翌年の1971年に展開した針葉は、生長に摘葉の影響が大きかった処理区において、とくに針葉長は著しく短かった。全葉摘葉7、10月区、10月新葉摘葉区では、10mm未満の短い針葉もみられた。摘葉3年目の1972年に展開した針葉は、3年目まで摘葉の影響が残っていた処理区（全葉摘葉7、10月区、新葉摘葉9、10月区）で、まだ針葉長はすこし短い傾向がみられる。

針葉の長さ²⁶⁾と重さは比例しないので、重さを単純に比較することは妥当ではないが、一応の目安として、単位長あたりの重さを比較すると、摘葉区で、とくに強く摘葉の影響をうけた処理区で軽いことがわかる。3年目においても摘葉の影響が残っている個体の針葉はまだ軽い。摘葉4年目の1973年に展開した針葉は、摘葉区においても、無摘葉木の針葉とほとんど長さ、重さともに変わりなく、針葉の形態も摘葉の影響がみられない。

マツ属の針葉の長さ²⁶⁾と重さの関係は、一般に、両対数グラフ上ではほぼ1.5の勾配で近似されるが、本試験でのストローブマツの針葉も同様の結果がみられる（図一4）。摘葉木に展開した針葉のうち比較的長いものでは、正常針葉の関係の下方にバラツキ、とくに摘葉の影響を大きくうけたものほど離れる傾向がみられる。3cm以下のとくに短い針葉では、正常な針葉でみられる長さ²⁶⁾と重さの関係を満足せず、摘葉の影響が針葉の形態にもあらわれている。摘葉の影響が生長にみられなかった旧葉摘葉区（5～10月）に展開した針葉は、無摘葉木の針葉の関係を満足し、針葉の展開、伸長にも、旧葉摘葉は影響していないことが、さらに、4月旧葉摘葉区では正常針葉の関係の下限にバラツキ、比較的摘葉の影響が小さかったことがわかる。

総 括

ストローブマツ幼令木を用いた摘葉試験の結果について考察し、生育期の異常な葉量減少にとまなうその後の生育状況について、一応の傾向は得られたと思われる。ここでは、今までに行なわれたアカマツ、クロマツ、テダマツなどマツ属の摘葉試験やその他の樹種の同様試験と比較してみよう。

生育期における一時的な葉量減少、とくに全葉のそう失に対する樹木の反応は、落葉樹、常緑樹や針葉樹、広葉樹で、さらに樹種によって差がみられるが、おおまかには、落葉広葉樹が摘葉に対して最も抵抗力が強く、常緑針葉樹が最も弱いと思われる。しかし、テダマツのように、摘葉に大きな抵抗を示すもの、落葉広葉樹でも一度の全摘葉だけで枯れることもある樹種（イイギリ、ポプラ）など、摘葉に対する樹木の反応はさまざまなようである。アカマツやクロマツは、カラマツや広葉樹類よりも、摘葉の影響が大きいことは明らかである。

ストローブマツの生育期の全葉摘葉の結果、7～10月に枯死個体がみられ、とくに8、9月における全葉摘葉個体はすべて枯れたことなど、アカマツやクロマツの結果（8月以後10月までの全葉摘葉個体の枯死、アカマツで一部7月摘葉木も枯れる）と類似し、さらに枯れなかった個体の摘葉後の生育状況も同様の傾向を示した。すなわち、摘葉の影響が、樹高生長には処理の翌年に強くあらわれ、とくに摘葉時期がおそいほど生長減退が大きく、また直径生長にも、摘葉年、その翌年とアカマツやクロマツと似たような摘葉の影響をうけることがわかった。さらに、摘葉後3年目においても、生育期後半の摘葉では、まだその影響をうけていることもよく似た結果となった。

クロマツの摘葉試験では、摘葉後3年間で調査を終えたために、摘葉の影響を強くうけた処理

区で、試験終了までに樹勢を回復しなかった。しかし、本試験では5年間の生育経過を調査した結果、摘葉後4年目では大部分の処理区は樹勢を回復していた。しかし、7月全葉摘葉区の樹高生長で、対照木の生長率の80%、材積生長で89%となり、摘葉後4年目においてもまだ摘葉の影響が残っていることが明らかになった。摘葉後5年目には、すべての処理区で生長率は対照木と同じかまたは大きくなり、樹勢を回復していた。

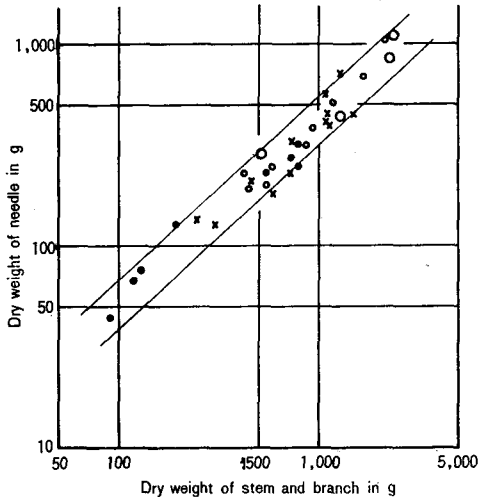


Fig. 5. Relations between needle and non-assimilation parts (stem and branch) in dry weight.

- : non-defoliation
- ◐: old needle-defoliation
- ×: new needle-defoliation
- : all needle-defoliation

摘葉の影響からの樹勢の回復は、これまで考察してきたように、生長率から推察できるが、樹体に見合うだけの葉量を着けているかどうかを調査することも一つの方法であろう。伐倒された一部について地上部の非同化部分（幹、枝）と葉量の関係を求めると図—5のようになる。両者の関係は無摘葉木、摘葉の影響をうけなかった旧葉摘葉木でも或る程度のバラツキがみられ、この範囲へ新葉摘葉木、全葉摘葉木も含まれ、各処理区とも非同化部分量に対して葉量が相対的に同じ割合で着いていることがわかる。摘葉後5年目には、図—5からも各摘葉木は樹勢を回復していることがわかる。

摘葉後4年間、5年間の生長を比較すると図—6のようになる。摘葉の影響をうけなかったものは、5～10月旧葉摘葉区で、その他の処理区はすべて摘葉の影響をうけたことが明らかである。本試験の場合には摘葉後4年目よりも5年目でやや回復の徴候はみられるが、摘葉の影

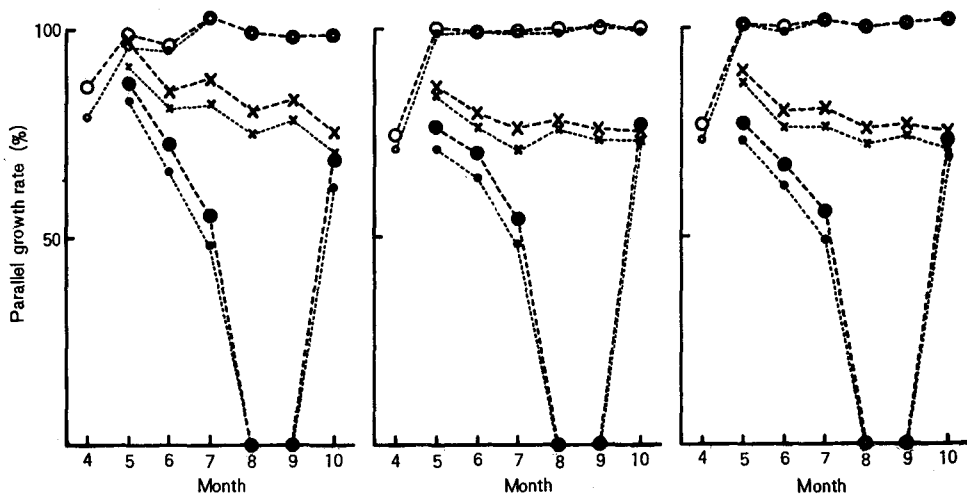


Fig. 6. Comparison of growth rate on height, diameter and stem-volume for four years (small marks) and for five years (large marks) after defoliation.

- 6—1: height growth (left)
- 6—2: growth of diameter at the base (middle)
- 6—3: growth of stem volume (right)

響から脱して樹勢を回復しても、一度、摘葉のために減退した生長量を取りもどすことは困難で、本試験のように、生育期における激しい葉量減少の影響は大きい。

わが国では、まだストロブマツの食葉性害虫による激害の報告はほとんどみられず、^{27, 28)}佐藤はハバチによる被害林を調査しているが、今後ストロブマツの植栽が増加すれば激害をうけることも考えられ、マツカレハなど食葉性害虫の被害に対しては注意を払う必要がある。

¹²⁾Linzon のストロブマツを用いた摘葉試験（5月30日摘葉）では、2年の旧葉がみられ、葉の寿命が1年長く、本試験に用いたストロブマツと異なっている。そのため、直接の比較は困難であるが、満1年葉と満2年葉を摘んだ処理区は、この時にはまだ新梢が伸長していないので、本試験の4月摘葉区に相当すると思われ、その結果を本試験のように計算すると、樹高生長では処理年は40%、2年目は53%、直径生長でそれぞれ16%、78%となる。本試験の4月摘葉区とは処理年の直径生長にやや差がみられるが、他は似たような結果が得られている。

マツ属では、同時期における摘葉の影響は本試験および Linzon のストロブマツで最も激しくあらわれ、ついでクロマツ、テーダマツの順となった。本試験と同様の設定で摘葉を行なったこの3樹種では、他の処理区においても総体的に、ストロブマツ、クロマツ、⁶⁾テーダマツの順に摘葉の影響を受け、とくにテーダマツでは生育期のどの時期に全葉摘葉されても枯れないなど、摘葉に対する抵抗力は強い。

摘葉に対して以後の生育に差があらわれるのは、マツ属ではその新梢の伸長と針葉の展開の違いが原因していると考えられる。この新梢の伸長と針葉の展開には、大きく分けてつぎの3つの型があると思われる。

アカマツ・クロマツ型：1年に1段の枝階を作るグループで、3月中旬頃から新梢を伸長させ、5月下旬または6月上旬には伸長を終り、それに針葉を展開し、7月下旬または8月上旬には針葉の伸長が終る。アカマツ、クロマツのほか、ストロブマツ (*Pinus strobus*)、チョウセンゴヨウ (*P. koraiensis*)、ヒマラヤゴヨウ (*P. excelsa*) などの五葉松類、ヨーロッパアカマツ (*P. sylvestris*)、ヨーロッパクロマツ (*P. nigra*)、フランスカイガンショウ (*P. pinaster*) など多くの種が含まれる。

テーダ・スラッシュ型：春から秋まで順に新梢が伸長を続け、年に3～5段の枝階がみられるグループで、テーダマツ (*P. taeda*) では、1段目の新梢は春から5月下旬に伸長を終り、先端に芽を作る。この芽は間もなく2段目として伸び、6月下旬または7月上旬には伸び終り、再び頂芽は3段目として伸長する。このように、秋まで新梢は伸長を続け、伸長し終った新梢に順次針葉を展開する。この枝階の段は、植えられている場所、個体、樹令によって差がみられる。テーダマツ (*P. taeda*)、スラッシュマツ (*P. elliotii*) のほかにエキナータマツ (*P. echinata*) などが含まれる。

バンクス・リキダ型：1年に複数の枝階を作るが、テーダ・スラッシュ型のように下の段から順に、秋まで伸長せず、年間の伸長はアカマツ・クロマツ型のように6月には終る。新梢の伸長初期から枝階が分かれて伸長し、下段ほど早く終り、それぞれの枝階に針葉が展開する。バンクスマツ (*P. banksiana*)、リキダマツ (*P. rigida*) のほかにバージニアマツ (*P. virginiana*) が含まれる。

これまでのマツ属の摘葉試験で、アカマツ、クロマツ、ストロブマツでは似たような摘葉試験結果が得られ、テーダマツと摘葉による影響に差がみられたのは、このように、生育期間中新梢が伸長するか否かに主な原因があると考えられる。バンクス・リキダ型の樹種について、本試験と同様な試験がみられないので正確には比較することは不可能である。²⁹⁾Craighead は、*P. sylvestris* と *P. banksiana* が生長開始30～40日後と夏の終りでの全葉摘葉で、全供試木が枯れた

こと、芽の生育開始前後で旧葉を摘んでも両樹種とも枯れなかったことを報告している。処理方法の違いが全葉摘葉木で枯れたためと思われるが、もし針葉をむしってしまったら、両樹種とも新梢の伸長経過から推定して、針葉の回復は望めず、枯死は当然と考えられる。バンクス・リキダ型に含まれる樹種も、新梢の伸長経過から、アカマツ・クロマツ型と同じ傾向の摘葉試験結果が得られるのではないかと推測される。

マツ属に含まれる樹種は数多く、さらに異なった生育経過を示すものがあるかも知れないが、現在のところ、京都市近郊の野外で植栽可能な種では以上の3つの型に大別され、摘葉に対する反応は、テーダ・スラッシュ型と他の2型に大きく分けることも可能であろう。すなわち、テーダ・スラッシュ型のは、摘葉に対して落葉樹のように強く、アカマツ・クロマツ型、バンクス・リキダ型のは、摘葉に対して非常に弱いと考えられる。

あ と が き

本試験はマツ属を対象として行なっている一連の摘葉試験の一つで、ストローブマツは摘葉に対して相当に弱いことを明らかにすることができた。ストローブマツは比較的古くから、とくに北海道に導入植栽され、東北、中部地方にも一部植栽されている。近畿地方での植栽は比較的最近と思われるが、京都大学農学部上賀茂試験地での植栽例では、10数年までの生長は良好で、今後の生育に期待がもたれている樹種の一つである。マツ属の食葉性害虫であるマツカレハやハバチ類の食害に対して、実際に、本試験にみられたような影響をうけるかどうか、適当な被害林分での調査が今後の課題であろう。マツ属を対象とした摘葉試験では、本試験で、アカマツ、クロマツ、テーダマツ、ストローブマツについての結果が得られたが、なお多くの樹種について、総括で述べたような新梢の生育経過と対応させて、葉量減少とその後の生育についての調査が必要と思われる。

文 献

- 1) 古野東洲：摘葉によるマツカレハ被害の模型試験，日林誌，**46**，52～59（1964）
- 2) ———：マツカレハおよびスギハムシの被害をうけたアカマツの解析，日林誌，**46**，115～123（1964）
- 3) ———：マツカレハの被害をうけた壮令アカマツ林の生育，京大演報，**37**，9～24（1965）
- 4) 近藤秀明・神永翔六・古野東洲：マツカレハの被害をうけた若令アカマツ林の生育，茨城林試報，**2**，1～17（1968）
- 5) 古野東洲：林木の生育におよぼす食葉性害虫の影響，京大演報，**35**，177～206（1964）
- 6) ———：クロマツの生育におよぼす摘葉の影響，京大演報，**40**，16～25（1968）
- 7) ———：テーダマツの生育におよぼす摘葉の影響，京大演報，**43**，73～84（1972）
- 8) ———・岡本憲和：外国産マツ属の虫害に関する研究，第2報マツカレハ幼虫の摂食について，京大演報，**35**，207～216（1964）
- 9) ———：生育開始前の摘葉がアカマツの生長，とくにその年の上長生長におよぼす影響，京大演報，**36**，85～97（1965）
- 10) 鐙木徳二：稚令期ニ於ケル松類年生長経路の研究，日林誌，**2**，1～12（1919）
- 11) 尾中文彦：摘葉，摘芽，輪伐，光の遮断等の処理が常緑針葉樹の成長，特に肥大生長に及ぼす影響，京大演報，**18**，55～91（1950）
- 12) Linzon, S. N.: The Effect of Artificial Defoliation of various ages of Leaves upon white Pine Growth, For. chron., **34**, 50～56（1958）
- 13) 古野東洲：マツ属針葉の着葉年について，日林関西支講，**23**，60～61（1972）
- 14) ———・四手井綱英：伸長期に切断されたアカマツおよびクロマツ針葉の伸長について，日林誌，**42**，435～440（1960）
- 15) 伊藤武夫・浜武人：カラマツ苗の摘葉がその生長に及ぼす影響，長野林友，**7**，36～43（1960）

- 16) 古野東洲・四手井綱英：ムクノキ，エノキ苗の摘葉と以後の生長経過について，70回日林講，329～330 (1960)
- 17) —————：未発表
- 18) —————：未発表
- 19) —————：未発表
- 20) —————：未発表
- 21) —————・四手井綱英：広葉樹の摘葉試験——イイギリの例，日林関西支講，13，29～30 (1963)
- 22) —————：広葉樹の摘葉試験——トチウの例，日林関西支講，14，70 (1964)
- 23) 西口親雄・有沢浩：ポプラの摘葉と成長に関する一実験，北方林業，171，172～178 (1963)
- 24) 岩村通正：赤松品種に関する研究，第2報（アカマツ針葉の変異に関する調査），日林関西支講，1，31～33 (1950)
- 25) 山崎次男・岩村通正：赤松品種に関する研究，第1報（アカマツ針葉の変異に関する調査），日林誌，33，51～55 (1951)
- 26) 古野東洲：京大上賀茂試験地に生育しているマツ属針葉の形態について，日林関西支講，25，133～135 (1974)
- 27) 佐藤平典：マツノミドリハバチによるストローブマツ幼令林の被害解析（I），19回日林東北支講，36～38 (1967)
- 28) —————：マツノミドリハバチによるストローブマツ幼令林の被害解析（II），79回日林講，214～216 (1968)
- 29) Craighead, F.C.: Some Effects of Artificial Defoliation of Pine and Larch, J. For., 38, 885～889 (1940)

Résumé

In order to know the effects of herbivorous insects upon the growth of forest stands and trees, many defoliation tests and damage-analysis of defoliated trees have been carried out. Consequently, concerning Japanese red pine (*Pinus densiflora*), Japanese black pine (*Pinus thunbergii*) and Loblolly pine (*Pinus taeda*), the relations between its growth and the unusual decrease of foliage have been nearly completely explained.

An experiment was conducted at Kyoto to assess the effects of the artificial removal of foliage of different ages from Eastern white pine (*Pinus strobus*) upon height, diameter and stem-volume growth. Effects of artificial defoliation upon the growth of Eastern white pine were investigated for five growing periods, from 1970 to 1974, in the nursery of Kyoto University Forest, and these results were compared with the growth of Japanese red pine, Japanese black pine and Loblolly pine.

Seventy-five healthy Eastern white pine, about 40cm tall and four years old were tagged and measured prior to defoliation. Every month from April to October of 1970, four groups of five trees were subjected to various artificial defoliation tests. The foliage was removed from the test trees with scissors. This was carried out in each group as follows:

1. removal of old (one-year-old) needles only;
2. removal of new (current year) needles only;
3. removal of both the new needles of the current year and the old needles;
4. removal of no needles on check trees.

Artificial defoliation of the test trees was not repeated after 1970. Tree height and diameter at the base of all test trees were remeasured at the end of the growing season each year from 1970 to 1974. In late July of 1972 and 1973, the twenty or thirty needles were sampled in each test tree, and the length and weight were subsequently measured. All test trees were cut down at the base in December of 1974. The fresh weight of stem, branch and foliage was measured and the materials for the determination of the dry-fresh weight ratio and for stem analysis were sampled.

The results obtained from these investigations were as follows:

1. Under normal conditions in Kyoto, the height growth of Eastern white pine began

late in March or early in April, and continued until the last week of May or the first week of June. Just at Japanese red pine and Japanese black pine, the greater part of the height growth of Eastern white pine was over late in May.

2. All of the test white pines that defoliated all needles in August and September began to wither. Among the removal groups of all foliage in July and October, and the removal groups of new foliage in September and October, one or two of the five test trees began to wither.

3. If the elongating needles of Eastern white pine were cut down and part of the leaf-sheath remained on shoot, the needles elongated.

4. Late in April the artificial defoliation of only the old needles had a greater influence upon the growth of Eastern white pine than upon Japanese black pine and Loblolly pine. That is, the growth rate was 35% in height growth, 44% in diameter and 47% in stem volume. In the following year of defoliation, this growth rate was less than that of the check trees, and in the third year the growth rate was similar to that of the check trees. However, old needle defoliation from May to October had no influence upon the growth of Eastern white pine.

5. The height growth of the defoliated trees from May to October was similar to the normal trees in the treated year. However, in the following year, defoliation had the greatest influence upon the pine growth. In the case of the defoliation of all needles, the parallel growth rate in the following year was 32% (defoliation in May), 16% (June), 10% (July) and 13% (October) respectively, compared to the normal growth.

6. Artificial defoliation had the greatest influence upon the diameter growth both in the treated year and in the following year. It seemed that the later the defoliated month was, the less the growth became. Parallel growth rate in the following year was 78% (defoliation in May), 63% (June), 19% (July) and 11% (October) respectively on the removal of all needles, and in the test trees which new needles were removed, growth rate was 88% in May and 15% in October.

7. In the third year after defoliation, the growth of Eastern white pine, which defoliated all new needles from August to October, was smaller than that of the non-defoliated trees.

8. The parallel growth rate of Eastern white pine, which defoliated new needles during the growing season, was 56~87% as compared with the normal height growth rate for three years, 65~79% in diameter growth, and 66~84% in stem volume.

9. In the fourth and fifth years after defoliation, the growth rate of white pine was similar to that of the non-defoliated trees.

10. Generally, the effects of artificial defoliation upon the growth were similar among Eastern white pine, Japanese red pine and Japanese black pine, however Eastern white pine suffered greater influences than Loblolly pine.

11. The needles which elongated on the new shoots of the defoliated white pine were shorter and slenderer than the normal needles.