

リギダ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
Pitch Pine (*Pinus rigida* Mill.)

Tooshiu FURUNO

要 旨

食葉性昆虫の食害が林木の生育におよぼす影響を知るために、多くの摘葉試験が行われているが、本報告は、マツ属を供試した一連の摘葉試験として行われたものである。供試材料は、京都大学農学部附属演習林本部試験地の苗畑に育てられていたリギダマツ (*P.rigida*) で、1984年に摘葉し、1987年まで摘葉後の生育状況が調査された。

摘葉試験と平行して、リギダマツ、バンクスマツ (*P.banksiana*) の新梢の伸長経過が調査された結果、両種の新梢の伸長は、クロマツ (*P.thunbergii*) の新梢の伸長とほぼ同時期で、その間に複数の枝階を展開することが明らかになった。

旧葉摘葉、新葉摘葉、全葉摘葉の各処理を4月から10月まで、各月末に行い、処理後、3年間または4年間の生育経過は次のようであった。

1. 5月から10月に旧葉を摘葉した場合には、摘葉は生育に影響しなかった。ただ、4月の旧葉摘葉で、処理当年の樹高成長、直径成長ともに、いくらかの成長減退がみられた。

2. 全葉摘葉では、9月区の全処理個体が枯れ、7月区では8個体のうち1個体が、8月区では3個体が枯れた。その他の月の摘葉個体はすべて生き残った。

3. 樹高成長におよぼす摘葉の影響は、処理翌年に最も激しく、全葉摘葉では、5月処理区の成長率は、無摘葉区の成長率の74%、6月区で47%、7月区で34%、8月区で28%、10月区で38%であった。しかし処理後3年目では、8月区を除いて、年間成長率はほぼ無摘葉区と同じ程度に回復していた。

4. 直径成長におよぼす摘葉の影響は、処理当年から直ちにあらわれ、さらに処理翌年も続いた。すなわち、2年目の年間成長率は、無摘葉区の成長率の56% (6月区)、34% (7月区)、24% (8月区)、14% (10月区) で、摘葉翌年の直径成長の減退が目立った。新葉摘葉の場合も、全葉摘葉ほどではないが、成長減退は目立った。処理後3年目においても、生育期後半に摘葉された処理区には、まだその影響が残っていた。直径成長に対しては、生育期の後半に摘葉するほど成長減退が目立った。

5. 摘葉による幹材積の成長には、直径成長にみられたと同様な傾向で、その影響があらわれた。すなわち、処理当年、その翌年ともに成長減退がみられ、摘葉区の成長率は、3年間で無摘葉区の成長率の、全葉摘葉で53~88%、新葉摘葉で68~92%であった。

6. 一般に、リギダマツは、アカマツ (*P.densiflora*)、クロマツ (*P.thunbergii*)、ストローブマツ (*P.strobus*) に近い摘葉の影響をうけ、テーダマツ (*P.taeda*) よりは、摘葉によって顕

著に成長減退があらわれることが明らかになった。

まえがき

林木の生育には、葉はなくてはならないものである。葉の量、同化能力など、葉の働きについては、森林生態学の各分野で研究されている。一方、林木の葉を食物として生活している一群の昆虫類——食葉性昆虫が森林生態系には必ず生息し、時として異常なまでに葉量が少なくなる程、或る種の昆虫が大発生することもある。その結果、食害された林木は、食害の程度によっては成長減退を呈し、激害の場合、被害木が枯死することもしばしばである。この葉量の異常な減少が、被害木の生育にどのように影響しているかを知ることは、林木を育てる上の重要な知識の一つであろう。現在までに、各種の摘葉試験、被害林(木)の解析が行われ、林木の葉量の異常な減少と生育との関係は逐次明らかにされつつある。著者は、今までに、マツ属の主要な食葉性害虫であるマツカレハ (*Dendrolimus spectabilis*) 幼虫の食害とアカマツ (*P.densiflora*) の生育との関係を、摘葉試験¹⁾、被害林(木)の調査^{2~4)}により研究し、両者の関係をほぼ明らかにした⁵⁾。さらに、クロマツ (*P.thunbergii*)⁶⁾、テーダマツ (*P.taeda*)⁷⁾、ストローブマツ (*P.strobus*)⁸⁾の摘葉試験により、テーダマツが他の3種に比べて、その新梢の伸長経過の違いから、摘葉に対して、はるかに強い抵抗性をもっていることを明らかにした。

リギダマツ (*P.rigida*) の新梢の伸長は、バンクスマツ (*P.banksiana*)、バージニアマツ (*P.virginiana*) とともに、年間に複数枝階を作るが、伸長期間がアカマツやクロマツとほぼ同期間であるため、摘葉によりアカマツやクロマツが示したような影響をうけるものと推察されていた⁹⁾。しかし、リギダマツは、「樹幹より葉を生じ萌芽性」と解説され、記述されている45種のマツ属のうちで唯1種、萌芽性が強調され⁹⁾、この萌芽性が摘葉個体の反応に何らかの影響をあたえる可能性も考えられていた。

本報告は、著者が行っている一連の摘葉試験で、リギダマツの幼齡木を用いて、生育期に、時期別に摘葉し、処理後4生育期間のリギダマツの生育状況について調査した結果を、これまでのマツ属に対する摘葉試験と対比させて、とりまとめたものである。

リギダマツの種子の採取、育苗、測定に御協力賜った上賀茂試験地の職員の方々に深謝する。

試験方法

1. 供試木の育成

1978年の秋に、上賀茂試験地3林班のリギダマツ見本林の1本(樹齡27年)から種子を採取し、翌1979年3月に播種、1980年3月に、上賀茂試験地才1苗畑に床替え、1年後の1981年3月に再び床替えし、1983年2月まで、供試木を育成した。

2. 試験設定および方法

上賀茂試験地苗畑で育成されたリギダマツは、1983年2月に、演習林本部苗畑に植栽され、以下の状況で試験は行われた。

試験期間：1984年4月から1987年12月までの4生育期間。

供試材料：1983年2月、苗畑に定植されたリギダマツは、1生育期間は正常に育てた後に試験に供した。試験開始の1984年4月には、地際直径 $19.1 \pm 3.6\text{mm}$ 、樹高 $79.8 \pm 13.0\text{cm}$ であった。

摘葉時期および方法：1984年4月から10月までの生育期の各月末に、旧葉摘葉、新葉摘葉、全葉摘葉の3種類の処理を行った。各処理ともに、摘葉には強弱をつけず、処理対象の針葉をすべ

て摘んだ。4月末にはまだ新梢の伸長も初期で、新葉が伸長していないので、旧葉摘葉が全葉摘葉と同じ処理になった。摘葉にはハサミを用い、葉鞘の部分約8mmを残し、葉鞘から出ている針葉を切断した。供試本数は、4～6月全葉摘葉区、新葉摘葉区および無摘葉区は各7本、7～10月全葉摘葉区は各8本、旧葉摘葉区は各2本であった。

測定調査：地際直径と樹高を1984年4月の処理開始時に、樹高は各年の生育休止期に測定した。3生育期経過後の1987年1月に、全葉および新葉処理区で、各区2本または3本を残し、地際で伐倒し、幹、枝、葉の重量を求めるとともに、樹幹解析用の円板を採取した。残された供試木は、さらに1年間生育状況を観察した後、1988年2月に、同様の方法で最終測定を行った。生重量で求められた樹体各部重量は、研究室でサンプル資料により、乾重率を求め、乾重量に換算された。さらに、樹幹解析により幹年成長量、幹材積を求めた。

1984年4月6日から新梢の伸長経過を知るために、その長さを3～4日間隔で伸長終了まで測定した。リギダマツとともにバンクスマツの新梢伸長経過を測定し、同時にクロマツをも対照として測定した。

結果及び考察

1. 新梢の伸長

リギダマツおよびクロマツの幹の新梢の伸長経過を示すと図-1のようになる。クロマツの伸長は、岡本¹⁰⁾、尾中¹¹⁾の調査例と大差はない。リギダマツの冬芽は、1984年4月6日には、3～9cmの長さで、調査個体は5.1cmであった。冬芽の形状は、アカマツ、クロマツやテーダマツのように、鉛筆状または筆の穂先のようになめらかではなく、芽の先端から基部までの間に突起がみられる。調査木では、基部から1.8cm、3.4cm、4.6cmのところに突起があり、突起部は枝として伸長する。それぞれ図-1の(1)、(2)、(3)のように、新梢の伸長とともに、分枝部の位置も変化した。才1枝階までの基部の節間7.6cmは5月9日に、才2節間までの20.3cmは5月19日、才3節間までの28.8cmは5月28日には伸長が終了し、6月2日には、新梢の全長33.4cmの伸長が終了している。本調査木は4枝階を形成して、幹の年間の伸長成長は終わった。同時期に測定したクロマツの新梢伸長も、伸長量に差がみられるだけで、伸長終了時期は、リギダマツと同じであった。リギダマツの年伸長量である才4節間までの伸長は、クロマツの新梢と同じ経過で伸長していることが明確になった。

リギダマツと同じ新梢の伸長経過をもつも

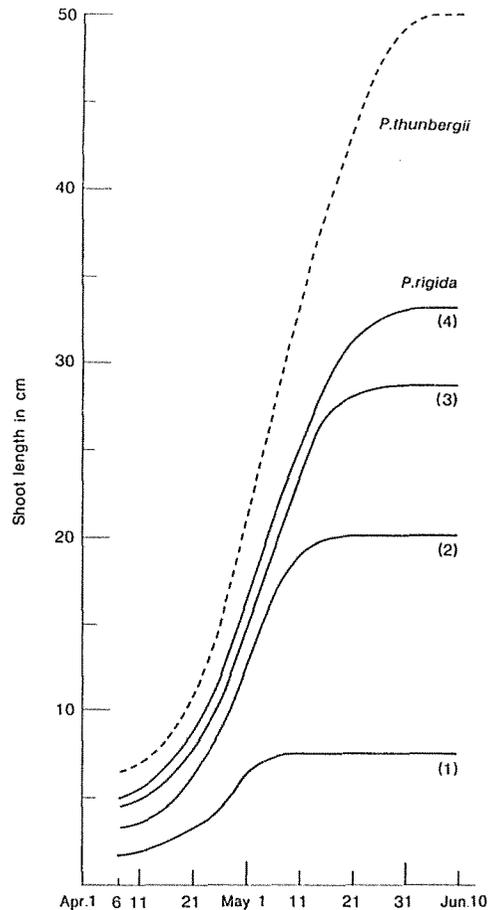


Fig.1 Shoot elongation of Pitch pine and Japanese black pine.

- (1): the basal internode
- (2): the second internode
- (3): the third internode
- (4): the fourth internode

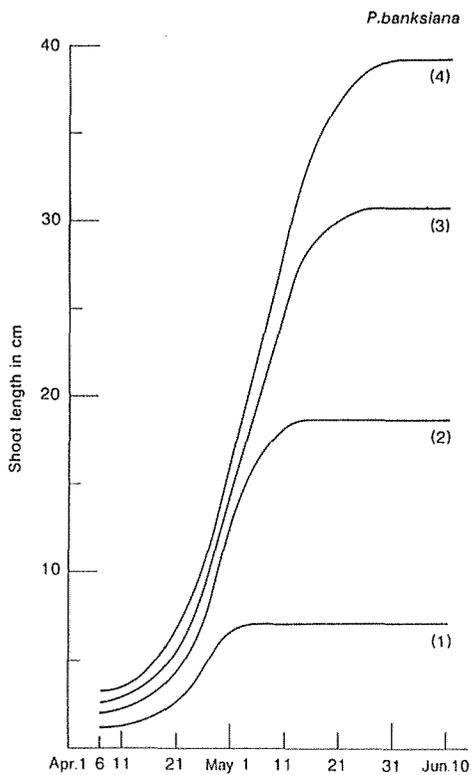


Fig.2 Shoot elongation of Jack pine.
 (1),(2),(3)and(4) : the basal, second,
 third and fourth
 internode

のと考えられているバンクスマツの新梢の伸長経過は図-2のようになり、リギダマツと全く同じであることが確認された。すなわち、4月6日には3.3cmの長さの新梢は、7.3cm, 18.7cm, 30.9cmで分枝した各節間を形成して、6月2日には、39.2cmに伸長している。リギダ・バンクスマツ型の伸長経過をもつ樹種の新梢の伸長時期は、これまで観察だけであったが、本調査で、クロマツと同じであることが確認された。なお、リギダマツ、バンクスマツの1生育期に形成される枝階(節間)には、樹齡、樹勢、植栽場所、個体によって2~5段の違いがみられるのが常である。

2. 摘葉木の枯死

樹葉の異常な減少が最も大きく影響した場合に、異常木は枯死する。マツ属を対象とした摘葉試験では、生育期における一度の全葉摘葉で、アカマツ⁵⁾、クロマツ⁶⁾、ストロブマツ⁸⁾では、摘葉木の一部が枯れ、テーダマツ⁷⁾では枯れなかった。枯れるか枯れないかの大きな違いの原因は、両者の新梢の年伸長経過の違いである。さらに、アカマツ、クロマツとストロブマツで、一部違いが認められ、種によっても、いくらか違いが認められている。

リギダマツでは、旧葉摘葉区、新葉摘葉区のスべての個体は生存し、全葉摘葉区で枯死個体があらわれた。全葉摘葉と摘葉木の枯死の関係を著者がこれまでに行ったマツ属の摘葉試験^{1, 6~8)}より整理すると表-1のようになり、リギダマツでは、7, 8, 9月の全葉摘葉区で、各区8本のうち、それぞれ1, 3, 8本が枯死した。

Table 1 The appearance of withering individual by the defoliation of all needles in some pines.

Tree species	Treat. numbers	Defoliated period (End of each month)										Shoot elongation type
		Apr.~Jun.		Jul.		Aug.		Sep.		Oct.		
		No.	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%		
<i>P.rigida</i>	8	0	1	12.5	3	37.5	8	100	0	0	<i>Rigida·banksiana</i> type	
<i>P.densiflora</i>	24	0	6	25.0	24	100	24	100	24	100		
<i>P.thunbergii</i>	5	0	0	0	5	100	5	100	5	100	<i>Densi·thunbergii</i> type	
<i>P.strobus</i>	5	0	2	40.0	5	100	5	100	2	40.0		
<i>P.taeda</i>	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<i>Taeda·elliottii</i> type	

新梢の年伸長時期が同じであるアカマツ、クロマツ、ストロブマツの結果と大きな違いがみられたのは、8月および10月処理木である。すなわち、アカマツ・クロマツ型の新梢伸長型をもつこれら3樹種の全葉摘葉木がすべて枯死した8月処理区で、リギダマツは8個体のうち5個体が生き残り、さらに、アカマツ、クロマツの全個体が枯死した10月区で1個体も枯れなかった。

摘葉処理は、葉鞘に包まれた部分を残して針葉をハサミで切断し、そのために葉鞘内の針葉基部の成長点は残り、時期に応じて再伸長するために^{7, 12)}、一度の全葉摘葉木も再伸長した針葉の同化作用に支えられて枯れないことがわかっている。アカマツ、クロマツ、ストロブマツの7月全葉摘葉区の生存、枯死の差は、切断後の針葉の再伸長の有無、多少に左右されている。すなわち、針葉の伸長が早く終わりまたは終わりに近く、再伸長量が0かまたは0に近かった個体が枯れ、針葉がまだ伸長し終わっていない個体は、以後の伸長量が再伸長として、一部針葉を回復させた結果、枯死をまぬがれたものである。リギダマツの針葉も7月下旬～8月上旬には伸長を終了し、この時期までであれば、針葉の切断後、これまで調査された樹種と同様に、時期に応じて再伸長した針葉がみられた。

リギダマツを供試した今回の調査で、これまでの試験と異なったことは、摘葉後供試木の幹の各処から萌芽枝が発生したことである。萌芽の初期に展開する針葉は幼葉であったが、次第に成葉がみられるようになった。萌芽により発生した針葉が、摘葉された個体のその後の樹体維持にプラスに作用し、とくに、10月全葉摘葉区のアカマツ、クロマツとの違いは、このリギダマツの萌芽性が影響したものと考えられる。

マツ属のなかでもテーダマツのように、生育期における一度の全葉摘葉では枯れないように⁷⁾、摘葉に対して強い抵抗力がある樹種がみられる反面、アカマツ・クロマツ型、リギダ・バンクスマツ型の新梢伸長の樹種 (*P. densiflora*⁵⁾, *P. thunbergii*⁶⁾, *P. nigra*¹³⁾, *P. sylvestris*¹⁴⁾, *P. pinaster*¹⁵⁾, *P. strobus*⁸⁾, *P. armandi*¹⁶⁾, *P. contorta*¹⁷⁾, *P. banksiana*¹⁸⁾) では、針葉の伸長以後、とくに8、9月の全葉摘葉木は枯れることが確認されている。リギダマツの場合には、その萌芽性が枯死個体の出現を少なくしているものと思われる。今後、マツ属の摘葉に対する抵抗性を考察するには、その萌芽力を知ることが基礎知識として必要である。

3. 摘葉による成長減退およびその後の生育経過

本試験では、リギダマツの摘葉の影響を、処理年を含めて3生育期間は全個体について、一部の個体については、さらに1年間、生育経過を調査した。リギダマツの摘葉による異常な葉量減少の影響、樹勢回復の経過はほぼ明らかになったものとする。

摘葉の影響は枯れなくても、成長量の減退として現れるが、影響からの樹勢の回復の程度を知るには、成長率により比較するのが妥当と考えられ、著者のこれまでの摘葉試験における考察と同様に、供試木の成長率の回復が、摘葉の影響からの脱出、樹勢の回復を示しているものと考えて、本試験結果を、主として成長率を基礎に考察を進める。

3-1 樹高成長

リギダマツの樹高成長は前述のように、アカマツ、クロマツ、ストロブマツの成長と同様に、5月下旬には大部分を終え、6月上旬には終る。この間の幹の主軸新梢の伸長量が樹高成長量となる。本調査では、樹高が1m以下であった1984年の樹高成長量は 42.5 ± 8.8 cmで、樹高が1mを越えた1985年以後3年間の年成長量は、 59.1 ± 10.6 cm, 50.0 ± 9.8 cm, 56.7 ± 12.2 cmで、この間の最大値は75cmであった。平均的な樹高年成長量は50～60cmと思われる。

樹高の成長率を無摘葉木のそれと比較すると図-3のようになる。図-3には、無摘葉木の年成長率の平均を100として、それぞれ対応する処理区の成長率を換算して示し、全葉摘葉区および新葉摘葉区では標準偏差をも示した。なお、一部枯死個体がみられた処理区は生存個体で求めた。

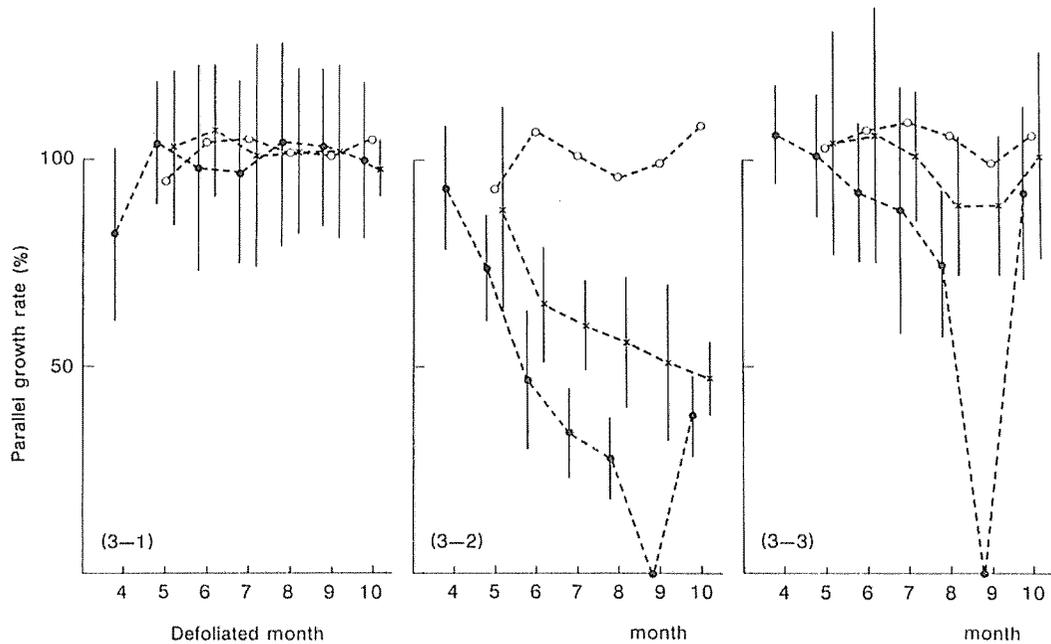


Fig.3 Comparison of growth rate on height growth after defoliation.
Parallel growth rate: percentage of growth rate of defoliated tree to that of non-defoliated tree in same period

3-1: defoliated year

3-2: the following year of defoliation

3-3: the third year after defoliation

Explanatory notes are as folloes :

○---○: removal of old needles only

×---×: removal of new needles only

●---●: removal of all (old and new) needles

These marks apply in Fig.4, 5, 6, 7 and 8.

処理当年の樹高成長では(図-3-1), 摘葉は4月処理区を除いて, その影響はない。4月全葉摘葉区で, 平均して成長率は無摘葉区の82%で, この傾向はクロマツ(75%)⁶⁾, ストローブマツ(36%)⁸⁾でも認められ, ストローブマツが最も激しく摘葉の影響をうけ, リギダマツが最も少ない。リギダマツの樹高成長経過から, 5月下旬には伸長はほぼ終わっているので, 6月以後の摘葉が樹高成長に影響していない図-3-1の結果は当然であろう。標準偏差にみられるように個体差は比較的大きい。

摘葉処理翌年の年成長率は図-3-2のように, 新葉摘葉, 全葉摘葉ともに, 摘葉時期により大きな影響があらわれている。新葉摘葉6月区で, 比較成長率は65%で, 10月区の47%まで, 処理月に応じて激しい摘葉の影響をうけている。成長減退の激しい個体では, 無摘葉区に比べて, 成長率は $\frac{1}{2}$ であった。旧葉が残されたとは云え, 新葉の有無は翌年の樹高成長に大きな影響をあたえていることがわかる。5月新葉摘葉区は, 個体によっては, 無摘葉木の平均より大きい成長率を示した個体もあらわれ, 反面, 成長減退の目立つ個体もみられる。平均すると成長率は無摘葉区の88%となる。この-12%が摘葉の影響であろうが, 一般的には, この程度のマイナスであれば, この時期の摘葉の影響を問題にすることはないと思われる。この原因は, アカマツ, クロ

マツ、テダマツの針葉の伸長、時期別切断調査により明らかにされているマツ属針葉の切断後の再伸長のために、リギダマツの針葉も相当量再伸長した結果であろう。

全葉摘葉ではさらに成長は悪く、7、8月摘葉では、たとえ生き残っても成長率は無摘葉区の $\frac{1}{2}$ または以下であった。4月全葉摘葉区は処理翌年ですでに摘葉の影響を脱したものと推察され、5月区においても、比較成長率は74%で、6月以後の処理区に比べて摘葉の影響は少ない。

摘葉処理後3年目の年間成長率は図-3-3のように、8月全葉摘葉区の生存個体に未だ摘葉の影響が残っていると思われる。平均成長率は無摘葉区の75%で、8月区のみすべての個体の成長率が無摘葉区の平均値より悪かった。しかし、摘葉個体の多くは、無摘葉区に比べても良い成長率を示すものから、-20%以内の成長率を示し、ほぼ樹勢を回復したものと思われる。

以上のように、樹高成長には、旧葉処理では、摘葉の影響はみられず、新葉、全葉の処理で、とくに摘葉翌年に激しく成長減退があらわれることが明らかになった。このリギダマツの成長経過を、クロマツ⁶⁾、ストローブマツ⁸⁾のそれと比べると、三者では、リギダマツが最も摘葉の影響が少なく、とくに全葉摘葉区の3年目の成長率が2樹種に比べて、無摘葉木のそれに近い値を示し、樹高成長における樹勢の回復が早いことが明らかになった。

3生育期間および4生育期間の成長率を無摘葉木のそれと比較すると図-4のようになる。生存個体の樹高成長に最も激しく摘葉が影響したのは8月全葉摘葉で、3生育期間の成長率は無摘葉区の平均成長率に比べ68%で、個体では50%のものもあった。この場合、無摘葉区では、平均して3年間に152cm伸長したが、8月全葉摘葉区では87cmであった。図-4では、4月、5月の全葉摘葉、5月、6月、7月の新葉摘葉では3年間の平均成長率は、無摘葉区に比べて-11%以内で、この時期の摘葉は、樹高成長には大きな影響をあたえていない。また、さらに1生育期が経過した4年間の成長率では、各処理区とも、さらに無摘葉区の成長率に近づき、次第に樹勢が回復していることがわかる。

マツ属の食葉性害虫で、最も食害が激しいマツカレハ^{19,20)}の食害の最盛期が生育期の前半で、この時期の食害に対して樹高成長がうける影響が少ないことは、リギダマツにとっては非常に有利である。

3-2 直径成長

樹幹解析結果より、地上30cm高における皮なし直径の成長経過を、樹高の場合と同様に、成長率で比較すると図-5のようになる。

摘葉処理当年に、すでに処理の時期に応じて成長への影響があらわれている(図-5-1)。すなわち、全葉摘葉では6月処理区の、新葉摘葉では7月処理の成長減退が激しい。生育期後半における摘葉は、処理時期までの正常な成長量が増加しているために、見かけ上、処理年の摘葉の影響は少なくあらわれている。4月~7月の全葉摘葉では、年間成長が無摘葉区に比べてほぼ $\frac{1}{2}$ 程度となり、摘葉の影響はストローブマツほどではなかったが、4月、5月の生育初期の処理で、クロマツよりは激しい。

摘葉翌年の直径成長には、4月および5月処理区で

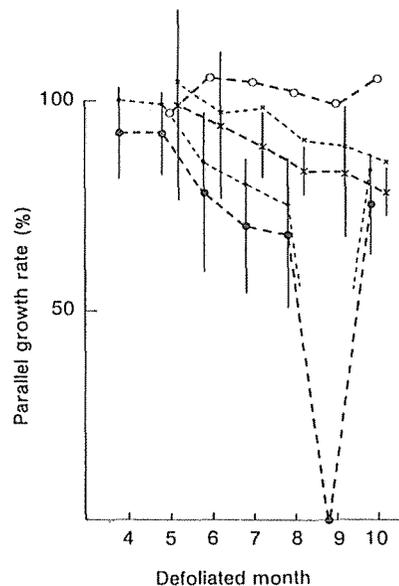


Fig.4 Comparison of growth rate on height growth for three years (large marks) and for four years (small marks) after defoliation.

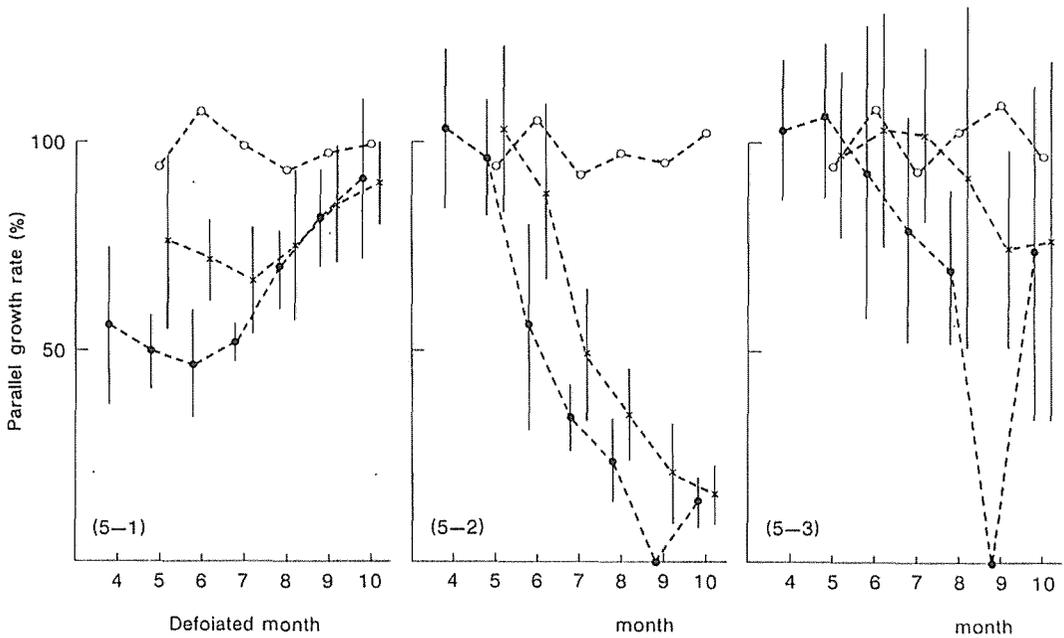


Fig.5 Comparison of growth rate of diameter at 30cm height after defoliation.

5-1: defoliated year
5-2: the following year
5-3: the third year

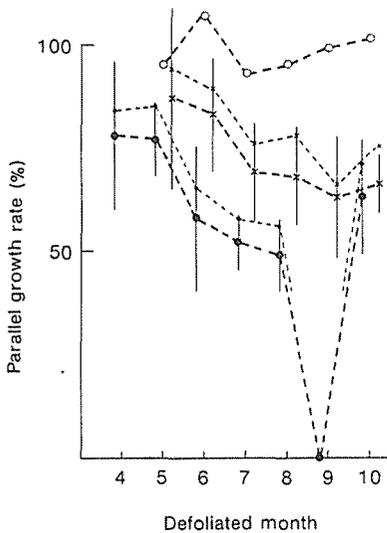


Fig.6 Comparison of growth rate on diameter growth for three years (large marks) and for four years (small marks) after defoliation.

は、すでに成長率はほぼ回復している。しかし6月以後の処理区において、とくに摘葉が後になるほど激しく成長減退を示している。10月処理区では、成長率は平均して無摘葉区の15%で、個体によっては10%より小さく、摘葉翌年における直径成長への摘葉の影響が激しいことがわかる。このような傾向はクロマツ⁶⁾、ストロブマツ⁸⁾でも同じようにみられ、比較的摘葉に対して抵抗性があるテーダマツ⁷⁾でも8月以後の処理区で摘葉翌年の成長減退が目立った。このように、摘葉は一般的に、その翌年の直径成長に大きな影響をあたえることが明らかになった。

処理後3年目における摘葉木の直径成長は、7月、8月、10月全葉摘葉区、9月、10月新葉摘葉区で、まだ処理の影響がみられるが、他の処理区のものはずでに成長率を回復させている(図-5-3)。リギダマツは、生育期後半に激しく摘葉されれば、3年目においてもなお直径成長にその影響が残ることが明らかになった。しかし、10月処理区で、無摘葉区の平均値より良い成長率を示したものもあり、大きな個体差があ

らわれている。

摘葉後3年間および4年間の成長を比較すると、図-6のようになる。6~8月の全葉摘葉区では、3年間で対照区の成長率の49~58%で、ほぼ½しか成長していない。また、7~10月新葉摘葉区、10月全葉摘葉区も成長率は無摘葉区の70%以下で、樹高成長に比べて、直径成長に摘葉の影響が激しくあらわれている。さらに、4年間の成長を比較すると、各処理区とも、成長率は無摘葉区の値に近づき、少しずつ樹勢を回復している。

3-3 材積成長

樹幹解析により求めた皮なし幹材積より、材積成長を、樹高、直径成長と同様に成長率で比較すると図-7のようになる。

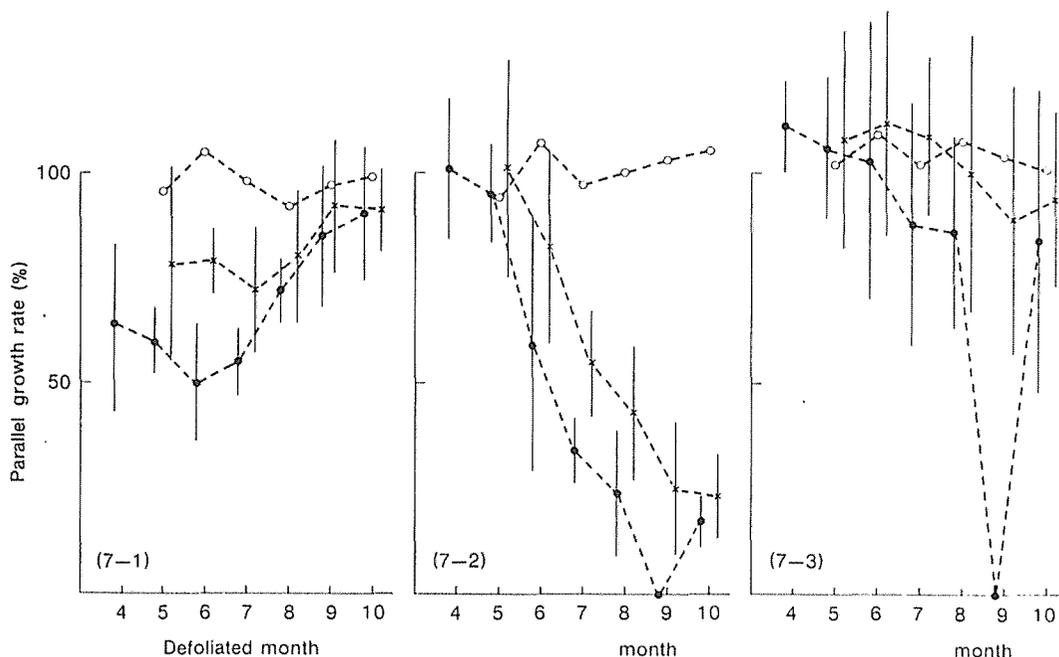


Fig.7 Comparison of growth rate of stem-volume growth after defoliation.

- 7-1: defoliated year
- 7-2: the following year
- 7-3: the third year

樹高成長、直径成長の経過から、摘葉の材積成長への影響を推察することができるが、傾向としては、直径成長経過が示した摘葉の影響と似たような結果となった。すなわち、摘葉処理当年からすでに全葉摘葉では6月区の成長率が無摘葉区のその50%、5月、7月区でも60%以下で、大きな成長減退を示している。摘葉翌年の成長減退も激しく、全葉摘葉7、8、10月区、新葉摘葉9、10月区で、無摘葉区の成長率の½以下であった。摘葉後3年目では相当に摘葉の影響から回復していることがわかる。7、8、10月全葉摘葉区の平均値では、無摘葉区の85%を示しているが、この場合においても50%以下の個体もあり、個体差は大きい。

摘葉後3年間および4年間の材積成長率は図-8のようになる。無摘葉区と比較して最も成長減退が激しかった8月全葉摘葉区で53%、7月区では55%と無摘葉区の平均成長率の約½であっ

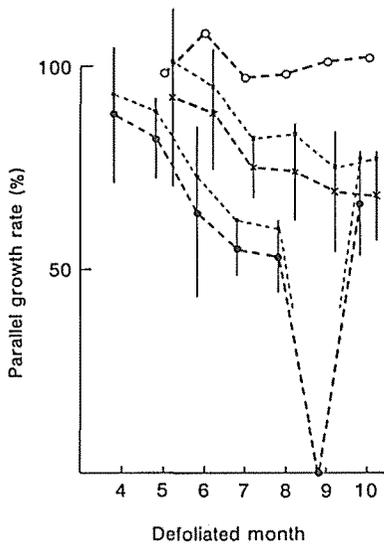


Fig.8 Comparison for growth rate on stem-volume growth for three years (large marks) and for four years (small marks) after defoliation.

た。さらに新葉摘葉7~10月区で、66~75%で、たとえ生存を続けても、本試験のような激しい摘葉は、その後の生育に大きな影響を与えることが明らかになった。4年間の成長率は、3年間のそれと比べ、いくらか無摘葉区に近づき、被害が一度だけであれば、その被害は次第に回復する傾向がみられる。

4. 考察

以上、リギダマツ幼齡木を用いた摘葉試験により、処理後の生育経過を調査したが、各処理とも、とくに処理後3年目の生育について、相当な個体差があらわれた。本報告では、これまでの摘葉試験同様に、平均値により摘葉の影響を考察し、概略の傾向は得られたものと理解したい。

生育期における一時的な葉量減少、とくにその最も激しい全葉のそう失に対して、リギダマツも、失葉の時期によっては枯れることが明らかになった。しかし、新梢の伸長時期の同じアカマツ、クロマツ、ストロブマツに比べて、針葉の再伸長がなくても、リギダマツは萌芽により枯死を免れることがわかった。この点、摘葉に対する抵抗性は、この3樹種より大きい。テラダマツでは、生育期における一度の全葉摘葉では枯れないことが明らかになっている⁷⁾。

マツ属のこのような摘葉試験結果は、アカマツ林^{2~4)}、ストロブマツ林²⁾における現実のマツカレハの加害の調査により証明されている。

落葉針葉樹のカラマツ²⁰⁾では、全葉を摘葉しても枯れず、落葉性樹種と常緑性樹種では、前者が摘葉に対して抵抗性が強いことは、これまでに行われた数々の摘葉試験により明らかになっている^{23~27)}。しかし同じマツ属でも差がみられたように、常緑性、落葉性であっても、樹種により摘葉に対する抵抗性に差があることも明らかで、失葉による樹木の反応をより詳細に知るためには、今後も各樹種の反応を、摘葉試験、現実の食葉性昆虫の被害林分の調査を繰り返し、資料を積み重ねる必要がある。

摘葉の影響からの樹勢の回復は、これまでの考察のように、成長率を比較することによって推察できるが、摘葉個体が樹体に見合うだけの葉量を持っているかどうかを調査することも一つの方法と考えられる。調査途中の葉量の実測は不可能であるが、3年後および4年後の伐倒調査より、リギダマツの地上部の非同化部分(幹および枝)と葉の量の関係を求めると図-9のようになる:

両者の関係は無摘葉木においても相当なバラツキが認められ、さらに摘葉の影響をうけなかった旧葉摘葉木を加えると、バラツキは図-9の上限、下限の間に含まれる。非常に大きなバラツキではあるが、全葉摘葉木、新葉摘葉木の処理後3年後、4年後には、非同化部分量に対する葉量は、大部分の個体が無摘葉木の上、下限の範囲に求められ、非同化部分と葉量のバランスは正常と考えられ、相対的に似たような割合で着葉していることが明らかになった。このような個体は、ほぼ樹勢を回復したものと解してもよいであろう。摘葉により一度成長減退を示した個体は、地上部の非同化部分に対する葉量の関係で、樹体に見合う葉量を展開しただけであって、今後、摘葉により減退した成長量をとるもどすことは困難と思われる。

著者のこれまでのマツ属の摘葉試験では、ストロブマツ⁸¹がその影響を激しくうけ、テーダマツ⁷¹が最も抵抗性を示し、アカマツ⁵¹、クロマツ⁶¹がその中間に位置している。リギダマツはテーダマツほどではないが、アカマツ、クロマツよりも摘葉に対して抵抗性を示した。さらに、リギダマツの萌芽性が摘葉に対する抵抗性を維持する要因になっていることが明らかになった。Linzon²⁸¹、Craighead²⁹¹はストロブマツ、ヨーロッパアカマツ (*P. sylvestris*)、バンクスマツ (*P. banksiana*) で摘葉試験を行っているが、摘葉の時期、方法に違いがあり、著者の結果とは直接に対比させることは不可能である。Linzonによるストロブマツは著者の結果と大差はないと思われる。またCraigheadによるヨーロッパアカマツとバンクスマツの調査では、夏の終わりの全葉摘葉で、全供試

木が枯れ、芽の成長開始前後で旧葉を摘んでも枯れなかったと報告している。両種は夏の終わりの時期では、すでに新梢は伸長し終って、針葉の回復（再伸長）は不可能のために枯れ、成長開始前後の時期は、著者の行った4月摘葉に相当し、新梢の伸長による針葉の回復（展開）により生き残ったものと考えられる。ヨーロッパアカマツは新梢の伸長型がアカマツ・クロマツ型であるから、アカマツやクロマツと同じような摘葉の影響をうけるものと推察される。またバンクスマツ⁸¹は新梢の伸長型がリギダマツと同じで、予備試験の結果では、萌芽性がないことから、摘葉に対する抵抗性はリギダマツより弱いものと考えられる。

マツ属における摘葉に対する抵抗性を、既知の資料より、新梢の伸長型がアカマツ・クロマツ型の樹種で最も弱く、リギダ・バンクスマツ型がやや強く、テーダ・スラッシュマツ型が最も強いグループと推察することができる。すなわち、

アカマツ・クロマツ型は、新梢に展開した針葉が伸長し終る8月以後では、針葉の再伸長はなく、そのために9月末までの全葉摘葉木は枯死する。10月末全葉摘葉木では、ストロブマツでかろうじて生き残った例があり、個体によっては、低温による休眠により、樹勢を翌年まで持ち越したのであろう。調査を続けければ、さらに生き残る例がみられる可能性もある。しかし、ここに含まれる各種は、8月の針葉の伸長終了以後の生育期の全葉そう失では、枯死を免れることは

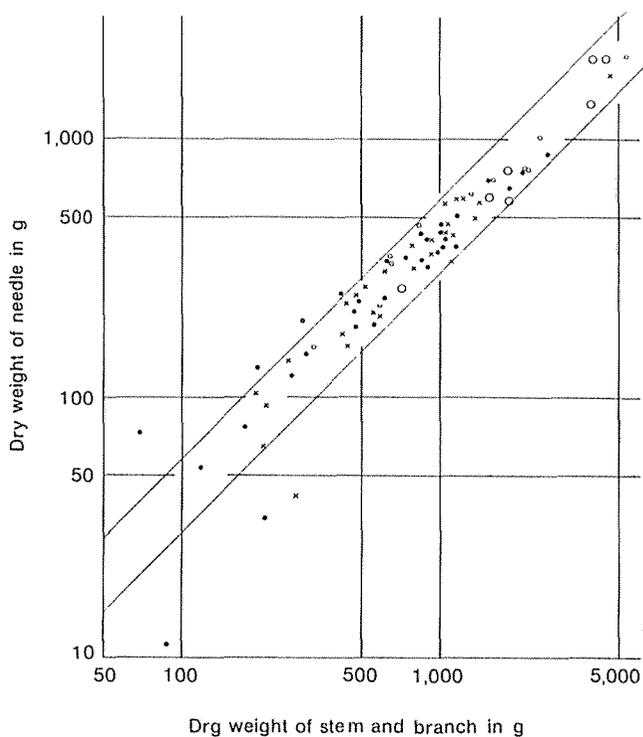


Fig.9 Relations between needle and non-assimilation parts (stem and branch) of Pitch pine in dry weight.

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

ないと考える方が妥当であろう。

リギダ・バンクスマツ型は、新梢の伸長期がアカマツ・クロマツ型とほぼ同じであるため、アカマツ・クロマツ型に準じて摘葉が影響すると考えられる。しかし、本試験のリギダマツのように、萌芽性を持っている樹種では、それによって生き残り、この場合には、アカマツ・クロマツ型の伸長型を持つ樹種に比べて、摘葉に対して抵抗性がみられる。

テーダ・スラッシュマツ型の樹種は、生育期を通じて新梢を伸長させ、それに針葉を展開する能力をもっているため、テーダマツの摘葉試験にみられたように、生育期における如何なる時期の全葉失葉でも枯れず、摘葉に対して強い抵抗性がある。

以上のように、新梢の伸長がテーダ・スラッシュマツ型に属する樹種では、一度の全葉そう失では枯れないので、成長減退が許容されるのであれば、食葉性昆虫に対して比較的安心していられるが、そのほかのマツ属では、昆虫の発生、食害の時期によっては、被害木が枯れることもあるので、食葉性昆虫の発生経過に対して十分な注意を拂う必要がある。

あ と が き

本試験は、マツ属を対象として行っている一連の摘葉試験の一つで、リギダマツが、その萌芽力のために、これまで考えられていたよりは摘葉に対して抵抗性があることが明らかになった。リギダマツは、わが国には、テーダマツ、スラッシュマツ、ストローブマツほど各地に導入されていないので、被害例の調査はほとんど不可能であろう。今後は、いろいろな樹種による摘葉試験、マツ属樹種の萌芽性の有無、萌芽が樹勢回復にどのように作用するか、さらに事例の被害林分の調査など、マツ属にみられる葉量減少とその後の生育について、本報告で考察した事項をさらに詳しく検証する必要がある。

引 用 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マムシの被害を受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受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受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) ————：ストローブマツの生育におよぼす摘葉の影響，京大演報，47，1～14（1975）
- 9) 帝国森林会：森林家必携，8～12，林野弘済会（1971）
- 10) 鍋本徳二：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，輪截，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) 古野東洲・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）
- 13～18) ————：未発表
- 19) ————：マツカレハ幼虫の攝食量について，日林誌，45，368～374（1963）
- 20) ————：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）
- 21) 有沢 浩・芝野伸策・井口和信・仁原勝男・太田重之・古田公人：北海道のストローブマツ林に大発生したマツハレハ（予報），97回日林論，493～494（1986）
- 22) 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）
- 23) 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回日林誌，329～

- 330 (1960)
- 24) 古野東洲・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)
- 25) ————：広葉樹の摘葉試験——トチウの例，日林関西支講，14，70 (1964)
- 26) 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)
- 27) 古野東洲：未発表
- 28) Linzon, S.N. : The Effect of Artificial Defoliation of various ages of Leaves upon white Pine Growth, For. chron., 34, 50～56 (1958)
- 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 the feeding damages by herbivorous insects upon the growth of forest trees and stands, 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*, Eastern white pine, *Pinus strobus* and Loblolly pine, *Pinus taeda*, the relations between its growth and the unusual decrease of the foliage during growing season have been nearly completely explained.

An experiment was conducted at Kyoto to assess the effects of artificial removal of the needles of different ages at Pitch pine, *Pinus rigida*, upon the growth of tree-height, diameter and stem volume. Effects of artificial defoliation upon the growth of Pitch pine were investigated for four growing periods, from 1984 to 1987, in the nursery of Kyoto University forest, and these results were compared with the growth of four defoliated pines, *Pinus densiflora*, *Pinus thunbergii*, *Pinus strobus* and *Pinus taeda*, previously.

Healthy Pitch pines of about 80cm tall and five years old were tagged and measured prior to the defoliation. At the end of each month from April to October, various artificial defoliations were carried out in four groups as follow :

1. removal of old (one and two-year-old) needles only, two trees each month ;
2. removal of new (current year) needles only, seven trees each month ;
3. removal of all (old and new) needles, seven trees on April, May and June and eight trees on July, August, September and October ;
4. non-removal of needles on seven check trees.

The needles were removed from the test trees with scissors remaining part of the leaf sheath.

Tree height and diameter at the base of all test trees were measured at the beginning of the defoliation and tree height were measured at the end of each growing season from 1984 to 1987. Most test trees were cut down at the base on January of 1987 and other trees on February of 1988. The fresh weight of stem, branch and needle in each tree 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 :

The height growth of Pitch pine under the normal conditions began early on April and continued until the last week of May or the first week of June, and four internodes at new shoot were formed. In this growing period, branch shoot elongated similarly. The

process of height growth of Jack pine, *Pinus banksiana*, also was just the same as Pitch pine and these height growth were very much the same as that of Japanese black pine (Fig.1 and 2).

Whole test Pitch pines defoliated all needles on September began to wither. In all needles removal group on July and August, one and three of eight test trees began to wither in each month, and other defoliated trees were continued the growing.

Old needle defoliation from May to October had no influence upon the growth of Pitch pine.

The influence of defoliation upon the growth of Pitch pine in the end of April was smaller than that of Japanese black pine, Eastern white pine and Loblolly pine. That is, the parallel growth rate (percentage of growth rate of defoliated tree to that of non-defoliated tree in same period) in treated year was 82% in height growth, 56% in diameter and 64% in stem volume. However, in the following year and in the third year after defoliation, these growth rate was similar to that of check trees.

In the defoliated year, the height growth of the defoliated trees from May to October was similar to the check trees. However, in the following year, the influence of the defoliation upon the Pitch pine growth was the greatest. In case of all needle defoliation, the parallel growth rate was respectively 74% (defoliation on May), 47% (June), 34% (July), 28% (August) and 38% (October). In the third year after treatment, the growth rate was the same or similar to that of the non-defoliated trees exclusive of all needle defoliation on August.

The defoliation had a greatest influence upon the diameter growth both in the treated and in the following year. The parallel growth rate in the following year was 56% (defoliation on June), 34% (July), 24% (August) and 14% (October) respectively in all needle defoliation, and the parallel growth rate in new needle defoliation was 88% (June), 49% (July), 35% (August), 21% (September) and 16% (October). It seemed that the later the defoliated month was, the less the growth became in the following year after the treatment. In the third year after defoliation, the growth rate of treated tree was smaller than that of check trees in case of the defoliation in the latter half of the growing season.

Artificial defoliation had the influence upon the stem volume growth as same as diameter growth, both in the treated year and the following next year. The growth rate of stem of Pitch pine continued the growing after defoliation was 53~88% at all needle defoliation and 68~92% at new needle treat as compared with that of the check trees for three years after defoliation.

Generally, the effects of artificial defoliation during the growing season upon the growth were similar among Pitch pine, Japanese red pine, Japanese black pine and Eastern white pine, and these pines suffered greater influences than Loblolly pine.