

マツ属の生育におよぼす新梢切断の影響

古 野 東 洲・山 崎 豊 弘

Effects of Artificial Deprival of Shoots on Stem upon the Growth of Some Pine Species

Tooshu FURUNO and Toyohiro YAMAZAKI

目 次

要 旨.....	9	5. 新梢の切断による幹の曲がり	
まえがき.....	10	6. 新梢の切断による生長減退	
試験方法.....	11	およびその後の生育経過	
結果および考察.....	11	総 括.....	22
1. 不定芽の発現		あとがき.....	22
2. 不定芽の伸長		文 献.....	22
3. 樹幹の新梢における側軸の変化		Résumé	23
4. 枝の新梢の変化			

要 旨

林木の幹の新梢が昆虫に食害されたり,その他の何らかの原因によって損傷を受けた場合には,側軸やすぐ下の枝が主軸に代って上長伸長し,幹が曲がることしばしばみられる。

本報告は,1966年から1972年に,アカマツ,クロマツ,テダマツを用いて,幹の新梢の主軸,側軸を切断することによって,生育にどのような影響があらわれるかを,幹の曲りと生長量で調査したものである。各試験の調査期間は3カ年または4カ年であった。

試験は京都大学農学部附属演習林上賀茂試験地と本部試験地で行なわれ,

処理Ⅰ:幹の新梢の主軸を軸長の50%切断

Ⅱ:幹の新梢の主軸を軸長の100%切断

Ⅲ:幹の新梢の側軸をすべて切断

Ⅳ:幹の新梢の主軸,側軸ともにすべて切断

の4種類の処理方法により,4月から10月まで時期別に行なった。調査結果を要約するとつぎのようになる。

1. 処理Ⅰおよび処理Ⅳの場合に不定芽があらわれ,その年の終りには,早く処理されたものにあらわれた不定芽ほど長く伸長した。その長いものは,アカマツは21 cm,クロマツは24 cm,テダマツは59 cmも伸長し,テダマツの不定芽の伸長がとくによかった。さらに,全般に処理Ⅰよりも処理Ⅳの個体に発現した不定芽の方が長かった(表-1,図-1,2)。

2. 処理Ⅱおよび処理Ⅳでは,切られた幹に代って枝が上長伸長し,処理Ⅱよりも処理Ⅳで幹が大きく曲がった。さらに処理時期がおそいほど幹の曲がりが大きかった(表-2)。

3. 樹高生長には,処理Ⅱの場合,3樹種とも処理した年の生長が悪く,対照木の生長率と比

べて、クロマツでは70%, アカマツで80%, テーダマツで80~100%であったが、翌年には回復していた。処理Ⅳの場合には処理Ⅱよりも切断の影響が大きくあらわれた(図-6, 7, 8)。

4. 直径生長には、処理Ⅱでは処理した年よりも翌年に影響がみられたが、樹高生長同様に3樹種とも切断の影響はすくない。処理Ⅳでは、クロマツは処理年、翌年ともに対照木に比べ70~90%の生長を示した。4年間の生長率は対照木の80~90%であった。テーダマツでは処理の翌年の生長がとくに悪かった。4年間の生長は対照木の85~90%と判断された(図-10.11)。

5. 材積生長には、アカマツ、クロマツの処理年、翌年の生長は70~90%であったが、3年目にはほとんど生長率を回復していた。3年間には対照木の85~95%の生長率を示した。テーダマツの生長減退はさらにすくなかった。処理Ⅳでは、クロマツは3年または4年間で対照木の80~90%, テーダマツは80~95%の生長率で、処理Ⅱよりわずかに生長が悪かった。処理ⅠとⅢでは目立った生長減退はみられなかった(図-12.13)。

6. マツノシンマダラメイガの食害木も大体処理Ⅱおよび処理Ⅳにみられたのと同じような生長を示した。

7. マツ属の幹の新梢の切断は一時的には生長に影響するが、比較的早く樹勢を回復し大きな生長減退はみられなかった。しかし、幹は曲がり、その形は悪くなった。

ま え が き

樹木の樹幹は背地性を示し、地表より垂直に生長するのが普通であるが、現実には、樹幹の曲がっている個体は多い。日本での主要樹種のうちで、スギやヒノキでは、幹の曲がっているものはそれほど多いとは思われないが、マツ属、とくにアカマツでは、樹幹の曲がった個体を各地に多くみかける。¹⁾造園、園芸面ではとくに樹幹を曲げる操作をし、また適当に曲がったものの価値が認められているが、木材生産としての林業では樹幹の曲がりは致命的な欠陥となる。

樹幹の主軸が何らかの原因によって損傷をうけた場合には、側軸や枝(とくに前年枝)が背地性を示して主軸に代って上長生長をし、その結果樹幹が曲がる。この場合、損傷の程度によって曲がりが大きく目立ったり、目立たなかったりする。また二又になることもあるであろう。樹幹の曲がりは昆虫類による食害、風などによる物理的な力などさまざまな原因によってひきおこされるものと考えられる。

マツ属には多くの害虫類があり、とくにシンクイムシと呼ばれるマツノシンマダラメイガ、マツマダラメイガ、マツツアカシンムシ、マツツマアカシンムシなどは新梢を食害して枯らし、その食害のために樹幹が曲がる場合が多くみられる。^{2,3)}

マツ属の生長とこれらシンクイムシ類の加害との関係を調査した報告は現在のところ多くは見当らない。金光はシンクイムシ類に食害されたクロマツの生育、アカマツを用いて新梢の除去と生長との関係を調査し、被害木に多くの異常樹形があらわれること、樹高生長におよぼす影響について、また、⁴⁾Heikkinen は shoot moth に新梢を食害されたマツの幹の曲がりについて報告している。⁵⁾

本報告はアカマツ、クロマツ、テーダマツを用いて、樹幹の新梢を人為的に、時期別に切断して、その後の生育状況を、樹幹の形、生長について調査した結果をとりまとめたものである。試験の計画、実行、とりまとめに有益な助言を賜った四手井教授に厚く御礼申し上げる。

なお、本報告の一部はすでに79回および82回日本林学会で発表した。

試 験 方 法

試験は京都大学農学部附属演習林上賀茂試験地および本部試験地にて、つぎのような計画によって行なわれた。

処理方法：切断処理は樹幹の新梢のみを対象に行ない、その他枝の新梢は対象外とし、つぎの4種類の方法によった。

処理Ⅰ：新梢の主軸（幹となるべき新梢）の軸長の50%を切断。

処理Ⅱ：新梢の主軸を基部から切断（軸長の100%切断）。

処理Ⅲ：新梢の側軸（枝となるべき新梢）のすべてを基部から切断（新梢主軸だけが残る）。

処理Ⅳ：新梢の主軸、側軸ともにすべて基部から切断。

処理時期および供試材料：

試験Ⅰ：上賀茂試験地にて、4年生および5年生のアカマツを用いて、1966年4月中旬から9月中旬まで、8回にわたり処理Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳの方法により新梢を切断、供試本数は5年生では各区5本、対照木10本、4年生では処理Ⅱの各区20本、処理Ⅳの各区10本、対照木30本。

試験Ⅱ：試験Ⅰと同様に5年生クロマツを用いて、処理Ⅱの方法により新梢切断、供試本数は各区10本、対照木15本。

試験Ⅲ：本部試験地にて5年生アカマツを用いて、1967年4月下旬から10月中旬まで4回にわたり、処理Ⅱの方法により新梢切断、供試本数各区とも5本。

試験Ⅳ：本部試験地にて2年生テーダマツを用いて、1969年4月下旬から10月下旬まで12回にわたり、処理Ⅱ、Ⅳの方法により新梢切断、供試本数各区とも6本。テーダマツの新梢は生育期間を通じて3～5段に分かれて伸長するが、本試験では年度当初の伸長を基準に、2、3段に伸びているものでも、1段目の新梢基部にて各時期とも切断処理を行なった。

試験Ⅴ：本部試験地にて、試験Ⅳと同様に5年生クロマツを用いて、処理Ⅳの方法により新梢切断、供試本数は各区とも6本。

調査期間：試験ⅠおよびⅡは1966年から3生育期間、試験Ⅲは1967年から、試験ⅣおよびⅤは1969年から4生育期間。

調査項目：各試験ともに処理開始時に供試木の大きさ（地際直径および樹高）を調査し、各生育末期ごとに同様の測定を行なった。なお3または4生育期後には地上部を伐採し、樹幹解析を行なった。なお上賀茂試験地の供試木については、新梢主軸と側軸との角度、幹に代ろうとする側軸や枝の動きを調査した。また、処理Ⅰ、Ⅳの供試木については、切断部附近より発現する不定芽を調査した。

結果および考察

1. 不定芽の発現

マツ属は新梢が損なわれてその上長伸長がとまると、針葉基部の葉鞘に包まれたところから不定芽を発現させる性質をもっている。本試験においても、処理Ⅰおよび処理Ⅳの場合に、切断部に近い針葉基部から不定芽が現われた。発現した不定芽の生育休止期での調査結果を表-1に示す。

Table 1. Germination and elongation of adventitious shoots

Treated date	Length of adventitious bud (cm)								Numbers of adventitious bud in length from 0.5 cm to 2.0 cm		
	<i>P. thunbergii</i>			<i>P. taeda</i>			<i>P. densiflora</i>			<i>P. densiflora</i>	
	Treatment IV Five year-old			Treatment IV Two year-old			Treatment IV Four year-old		Treatment I Five year-old	Treatment IV Four year-old	
	min.	max.	ave.	min.	max.	ave.	max.	max.	max.	Five year-old	Five year-old
4.16								17.0	6.0	0	0
5. 1	11.7~23.0	16.0		23.7~59.0	41.3		21.0	12.0	6.0	13	0
15	8.4~24.0	14.2		20.5~42.0	33.6		21.0	18.0	8.5	8	3
6. 1	10.4~17.5	14.1		17.8~43.0	32.6		15.0	12.0	5.0	8	2
15	6.5~17.6	12.2		18.7~35.4	26.1		13.0	10.0	4.8	7	4
7. 1	4.2~13.1	9.7		19.3~37.7	25.6						
16	5.0~ 9.2	7.2		9.6~19.5	15.6		14.0			6	10
30	1.1~ 7.5	3.0		8.5~21.1	14.5						
8.15	0.7~ 1.5	1.0		5.6~11.0	8.1					22	0
9. 1	0.3~ 1.0	0.6		0.1~ 3.2	1.8						
15	0 ~ 0.4	0.2		0 ~ 1.1	0.6					0	0
10. 3	0 ~ 0.1	+		0 ~ 0.3	0.1						
23	0 ~ 0	0		0 ~ 0	0						

不定芽は切断後2~3週間後に針葉基部が肥大して外から観察できるようになってくる。不定芽は必ず針葉基部の葉鞘に包まれたところから現われるから、切断された附近に針葉が着いていなければ、不定芽は現われない。

不定芽は切断部分に単数で現われるのはまれで、数多く現われる。発現数を詳しくは数えていないが10芽以上現われる場合が多く、多いものでは20数芽も発現した。しかし、数多く現われても多くの弱々しい不定芽は2~3年の間に枯れるようである。不定芽は生育期間中伸長を続け、生育休止期には表-1にみられるように処理時期が早いものに現われた不定芽ほど長く伸長していた。この傾向は3樹種ともに認められ、他のマツ属でも同様の結果があらわれるものと思われる。

2. 不定芽の伸長

試験Ⅳ、Ⅴのクロマツ、テダマツに発現した不定芽の伸長経過を図-1、図-2に示す。アカマツ⁶⁾やクロマツ⁷⁾の新梢は生育期前半(6月上旬)には伸長を終わってしまうが、この不定芽は生育期を通じて伸長している。不定芽は発現から約50日後頃から伸長が盛んになり約40日間続き、次第に伸長速度はおそくなり、生育期末まですこずつ伸びている。アカマツ、クロマツともに4~5月の処理木で、長く伸長した不定芽は20cmを越えたものもみられた。テダマツは、アカマツ、クロマツに比べて不定芽の伸長量は多く、最大のものでは59cm⁸⁾の長さに伸長し、アカマツ、クロマツの約2.5倍の長さに伸長している。テダマツの新梢は生育期間を通じて段を作りながら伸長する性質があるが、6年下旬までに切断したものに現われた不定芽は、一時伸長を休み再び伸長した。

処理ⅠとⅣに発現したアカマツの不定芽の伸長量に大きな差があらわれた。処理Ⅰの切断部が伸長中または伸長の終わった1年未満の新梢で、処理Ⅳの満1年経過したものと違うためか、また処理Ⅰでは、新梢側軸が残っているために、その側軸が比較的容易に主軸に代る能力があるためとも考えられるが、この点についてはさらに詳しい調査が必要であろう。

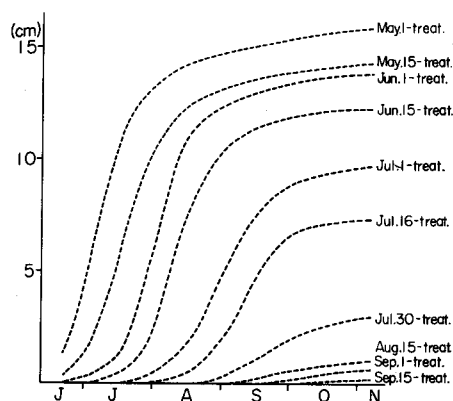


Fig. 1. Elongation-curves of adventitious shoots of Japanese black pine.

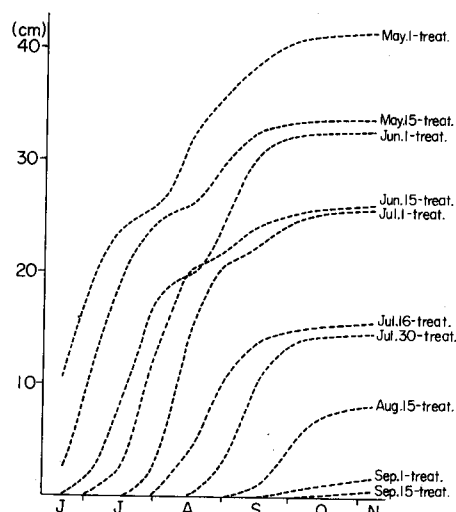


Fig. 2. Elongation-curves of adventitious shoots of Loblolly pine.

3. 樹幹の新梢における側軸の変化

樹幹の頂芽は普通1本の主軸とそれを取りまく複数の側軸（一般に力強い太いものは4, 5本）とからなる新梢として展開し、主軸は幹として背地性を示して垂直に伸び、側軸は幹と一定の角度をもつ枝として生長する。

マツ属の新梢が伸長を始める生育初期には主軸は勿論であるが、側軸も背地性を示して垂直に伸びる。それが時の経過とともに、次第に側方にたおれ主軸と一定の角度をもつようになる。アカマツを例として、この側軸の動きを主軸との角度で求めると図-3のようになる。角度の測定は主軸長 10 cm のところで側軸との間隔を測り、これより主軸と側軸との角度に換算した。

主軸と側軸との角度は4月中旬には $5 \sim 10^\circ$ でまだほとんど側軸は側方にたおれていないが、4月下旬から5月上旬にかけて、新軸の伸長とともに急に角度は大きくなり、伸長がほとんど終る5月下旬には約 35° 、針葉の伸長がほとんど終る7月下旬には約 40° と次第に側軸は主軸から離

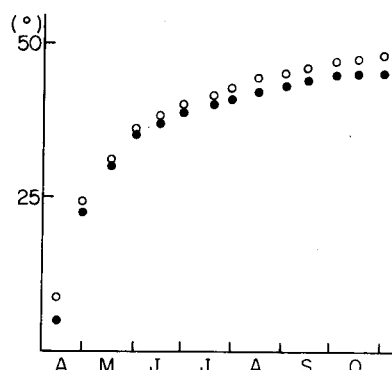


Fig. 3. Seasonal changes of the angle between lateral shoot and leading shoot of stem on normal growth.

- : Japanese red pine of four years old
- : Japanese red pine of five years old

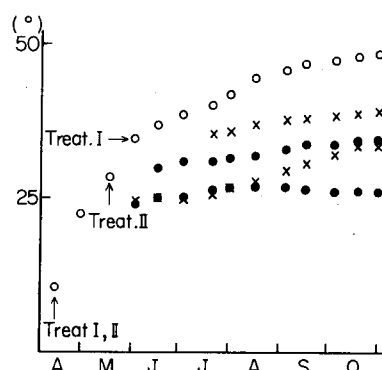


Fig. 4. Seasonal changes of the angle between lateral shoot and leading shoot on the growth of treated stem.

- : normal growth of lateral shoot
- : growth of lateral shoot replaced the leading in Treatment II
- ×: growth of lateral shoot replaced the leading in Treatment I

れ、生育休止期には $45^{\circ}\sim 50^{\circ}$ となる。この側軸の動きには、側軸相互間では大きな差はみられない。クロマツの側軸もほぼ似たような変化を示すようである。

このような側軸の一般的な動きが、新梢主軸を切断したものでは、処理後次第に各側軸間に差がみられるようになる。太くて長い勢力の強い側軸は主軸に代ろうとする動きをし、図-3にみられるような普通の角度の変化がおこらない。早く主軸が切断されたものほど側軸はより強く主軸に代ろうとしていることがわかった。処理 I および II の場合の側軸の主軸となす角度の動きの一部を図-4に示す。

処理 I の場合、4月中旬に主軸を切断したものは、主軸に代ろうとした側軸は生長休止期には約 33° に開き、6月上旬処理のものは約 39° に開いた側軸がみられた。処理 II では、主軸に代ろうとした側軸は4月中旬の処理のものでは、生長休止期には樹幹延長線と約 25° 、5月中旬処理のもので約 35° 、8月中旬処理のもので約 41° の角度となった。側軸のうちで、1本だけが主軸に代るものと、2本の側軸がその角度を小さくするものがあり、後者の場合はこの2本とも後まで上長伸長し、幹が二又になることがある。また枝になる側軸は、処理をしなかったものの側軸の動き(図-3)と大きな差はみられなかった。処理 I と II とでは、側軸の主軸に代ろうとする力は処理 II の場合が大きいようであった。処理 I では主軸が50%残っているからその影響のためと考えられる。

枝になる側軸の主軸との角度と主軸に代ろう

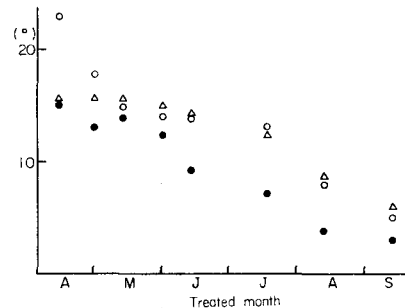


Fig. 5. Differences between the angle of normal lateral shoot and the angle of lateral shoot replaced leading shoot of Japanese red pine.

●: Treatment I, five years old
○: Treatment II, five years old
△: Treatment II, four years old

Table 2. Bending stem caused

Treated date	<i>P. thunbergii</i>					<i>P. taeda</i>		
	Treatment IV					Treatment IV		
	Elongation of the lower branch			Elongation of advantitious shoot	Elongation of the lower branch			
	Crook	Posthorn	Degree of bending		Crook	Posthorn	Degree of bending	
	(No.)	(No.)	min. max. ave. (cm) (cm)	(No.)	(No.)	(No.)	ave. (cm)	
4. 16								
5. 1	0	2	11~16 13.3	4	1	2	3.5	
15	0	2	11~25 18.0	4	1	1	4.0	
6. 1	0	2	12~21 18.1	4	1	1	3.5	
15	1	1	15~20 18.5	4	2	2	5.0	
7. 1	1	2	17~22 20.0	3	2	1	4.5	
16	1	2	18~23 20.5	3	3	1	5.5	
30	2	2	18~21 20.8	2	4	1	5.5	
8. 15	3	1	17~34 23.3	2	3	2	8.5	
9. 1	3	1	19~35 25.1	2	4	2	8.5	
15	5	1	20~45 30.9	0	6	0	8.5	
10. 3	6	0	24~40 29.4	0	6	0	8.5	
23	6	0	25~54 30.2	0	6	0	12.5	

とした側軸の樹幹延長線との角度の差、すなわち主軸に代ろうとした側軸の動きを処理時期別に示すと図-5のようになる。

早く処理されたものの側軸ほど、より大きく主軸に代ろうとする力が働いていることがわかる。8月や9月に処理されたものの側軸は、その年の生長休止期には目立った動きはみられない。このように、生育期前半の早い時期に処理されたものほど、幹の曲がりはずくなく、処理がおそくなるほど幹の曲がりが目立つことがわかった。

4. 枝の新梢の変化

枝に展開する新梢も伸長初期には背地性を示しているが、次第に枝の延長方向に倒れる。枝の主軸は、はじめは幹と平行に伸びている。この場合枝の延長線となす角度は $40^{\circ}\sim 45^{\circ}$ であるが、次第に枝の延長方向に倒れて $15^{\circ}\sim 20^{\circ}$ になる。

処理Ⅲの場合、側軸がすべて切断されているだけで主軸の伸長を妨げることはなく、枝に展開した新梢は無処理のものと全く同じように動き、枝として伸長した。

処理Ⅳの場合、幹の上長生長は不定芽が伸びるまでは一次的にも止ってしまうので、枝に展開している主軸が幹に代ろうとして、枝延長線へ倒れる動きを一時止めるかすくなくする。この場合、切断部より発現した不定芽との勢力のかねあいで、不定芽の勢力が強ければ幹に代ろうとしたものでも再び枝としての伸長に逆もどりするし、不定芽の勢力が弱ければこれをおさえて枝の主軸が上長伸長を続け、また両者ともに上長伸長する（二又になる）ものもある。概して、早く処理されたものほど不定芽の勢力が強く、7月下旬以後の処理のものでは、不定芽の勢力が弱く枝の主軸が幹に代る傾向が強いようである。

5. 新梢の切断による幹の曲がり

幹となるべき主軸がその機能をなくした場合には、新梢側軸か枝の新梢が幹に代って上長伸長をはじめる。この結果として幹が曲がることが多く、生育期初期に新梢が切断されたものでは、幹

by shoot deprival

				<i>P. densiflora</i>			
Treatment II				Treatment II			
Elongation of adventitious shoot	Elongation of the lateral shoot			Elongation of the lateral shoot			
	Crook	Posthorn	Degree of bending	Crook	Posthorn	Degree of bending	
(No.)	(No.)	(No.)	ave. (cm)	(%)	(%)	min. max. ave. (cm) (cm)	
				50	42	0~16	9.6
3	3	3	3.1	41	59	4~22	10.0
4	2	4	2.8	69	31	4~22	10.4
4	2	4	3.0	67	33	4~29	9.6
2	2	4	3.2	67	33	7~26	11.6
3	3	3	4.4				
2	3	3	4.9	76	24	7~26	14.6
1	3	3	5.6				
1	3	3	6.3	76	24	9~27	15.6
0	3	3	7.6				
0	3	3	7.3	90	10	9~50	18.8
0	3	3	7.5				
0	6	0	10.5				

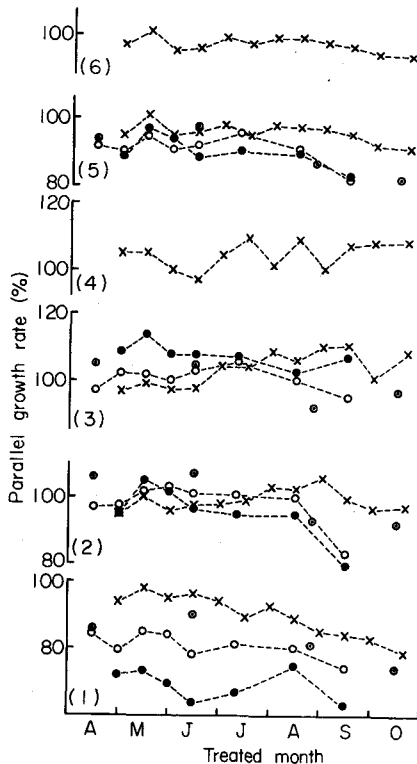


Fig. 6. Comparison of growth rate on height growth after deprival of leading shoot (Treatment II).

- (1): treated year
- (2): next year of deprival
- (3): the third year after deprival
- (4): the fourth year after deprival
- (5): for three years after deprival
- (6): for four years after deprival

These numbers apply in Fig. 7, 8, 10, 11, 12 and 13.

- : Japanese red pine at the nursery of Kamigamo
- : Japanese red pine at the nursery in campus
- : Japanese black pine in campus
- ×: Loblolly pine in campus

These marks apply in Fig. 10.

は勢力の強い不定芽を伸長した個体は不定芽が幹として伸長している。これは早く処理したものに多くみられる。処理Ⅱでは、4月中旬の新梢の伸長が約30%の時期に主軸を切断したものでは側軸はほとんど主軸が伸長したもののよう伸長し、幹が全く曲がっていなかったものもみられた。

テダマツの幹の曲がり方はアカマツ、クロマツに比べて相当に小さかった。最も大きく幹が曲がったものでも幹延長線と15 cmしか離れず、多くは5 cmまでで、このようなものは幹の太りとともに次第に目立たなくなると思われる。不定芽を力強く伸長させる能力とともに、アカマツやクロマツとは違った機能があるようである。

の曲がりの程度はすくなく、新梢の切断時期がおそいほど幹は大きく曲がる傾向がみられる。表-2のように幹延長線と曲がった幹との間隔の最大を求めると、処理時期が生育後期になるほど間隔は大きく、幹の曲がりが目立ち、また処理Ⅱと処理Ⅳとでは前者の方が幹の曲がりやすくないことがわかる。処理Ⅱでは幹となるべき新梢主軸だけが切断されたために、新梢側軸がこれに代るのは比較的容易なためと思われる。処理Ⅳの場合には、幹の新梢は主軸、側軸ともに切られ、枝の新梢が幹に代るため、すでに前年には枝として生育したために幹から50°近い角度で側方に開いていたものが上方に伸びていかなばならない。この新梢はこの時すでに幹から相当に離れていたはずである。

幹に代ろうと伸び始めた新梢をもつ枝は、枝となるために開いていたところから幾分上方に持ち上げられるようにして新梢を伸長させるものと思われる。枝として生育していたものは図-3より明らかなように、満1年後には新梢の位置は、枝の長さが40 cmであれば約30 cm、30 cmであれば約22 cm幹と離れている。それにもかかわらず幹に代ったものでは、その間隔がせまくなっていた。一度側方に開いたものを再び上方に持ち上げ角度が小さくならなければならないであろう。

幹の曲がり方は、おおまかには側方に伸びたものが次第に湾曲して幹延長線に近づいて上長生長している湾曲形のものとは曲がり始めから次第に間隔を拡げて上長生長しているものの2つのタイプがみられる。処理Ⅱの場合には両方のタイプが各処理時期にみられたが、湾曲形のは早く処理したものに多く半数がこの形を示し、9月中旬処理のものでは10%であった。処理Ⅳの場合も処理Ⅱと似た傾向を示したが、5月下旬までの処理では幹が曲がったものはすべて湾曲し9月下旬以後の処理では湾曲形のはみられなかった。処理Ⅳで

6. 新梢の切断による生長減退およびその後の生育経過

幹の新梢の切断は、新梢とともに針葉も除かれるが、その量は全針葉に比べてわずかである。^{6,7)} マツ属の摘葉試験の結果から30%ぐらいの葉量が減少しても生長にはほとんど影響しないことが判明しているが、本試験では針葉の減少はわずかでも新梢が切られているから或る程度は生長に影響していると思われる。幹の形についてはこれまで述べてきたようにアカマツ、クロマツでは相当に切断の影響がみられること、テーダマツではこの両種ほどは影響がみられないことがわかった。ここでは一応幹の曲がりは無視して樹高、直径、材積の生長に対して新梢の切断がどのように影響しているかをその生長率を比較することによって考察する。

6-1. 樹高生長について

樹高生長には土壤条件の良し悪しによって差があらわれるが、年間に本部試験地ではアカマツ、クロマツは50~70 cm、テーダマツは80~100 cm、上賀茂試験地ではそれぞれ40~50 cm、60~80 cm 伸長する。

樹高の切断処理後の生長経過を生長率によって比較すると図一6, 7, 8のようになる。対照区の生長率を100として、各処理区別にそれぞれ生長率を換算した。

幹の新梢主軸の切断(処理Ⅱ)は処理した年にだけ樹高生長に影響がみられ、翌年にはほとんど樹勢は回復している。アカマツ、クロマツ、テーダマツの3樹種のうち、クロマツに最も大きく新梢の切断が影響し、ついでアカマツ、テーダマツの順となった。クロマツでも処理年の生長

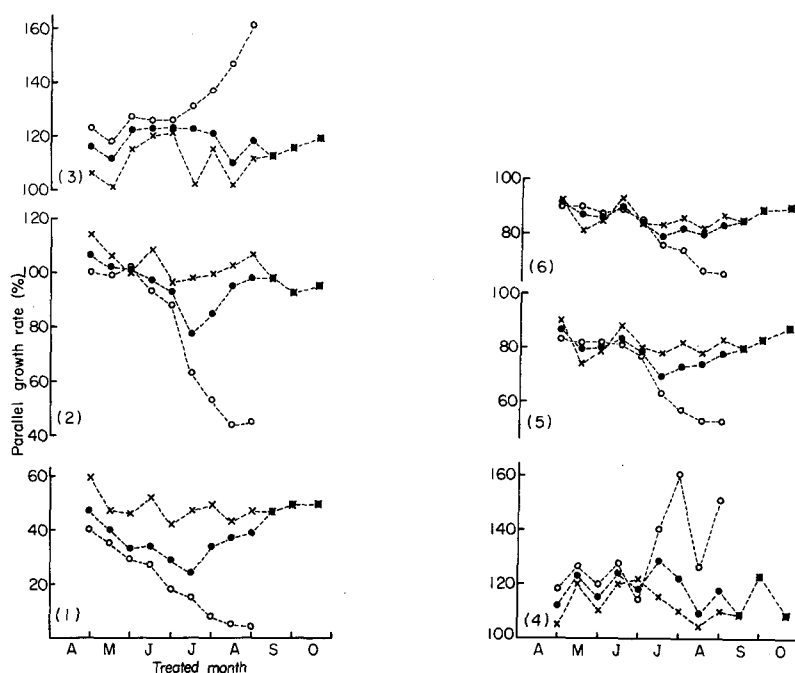


Fig. 7. Comparison of growth rate on height growth after deprival of all terminal shoots (Treatment IV) of Japanese black pine.

- : a adventitious shoot replaced the stem
- ×: a lower lateral branch replaced the stem
- : average

These marks apply in Fig. 8.

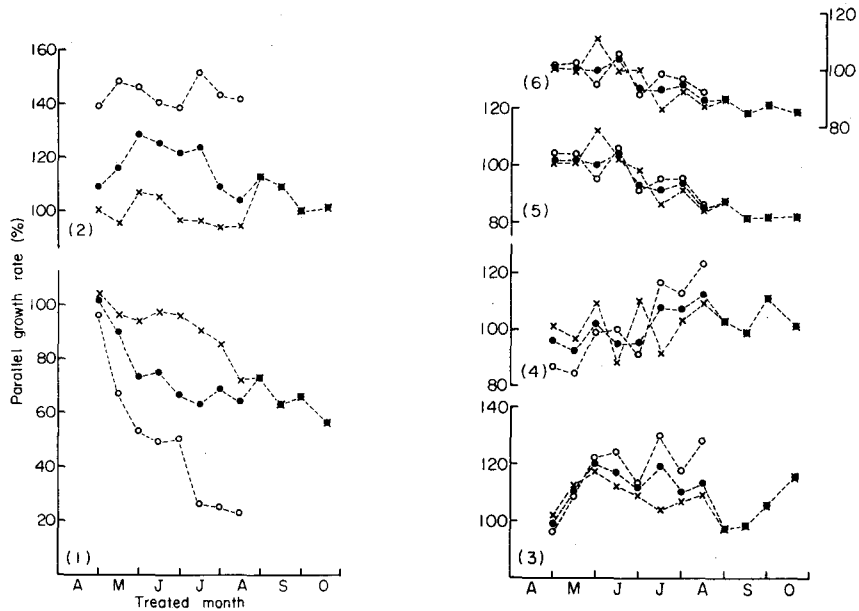


Fig. 8. Comparison of growth rate on height growth after deprival of all terminal shoots (Treatment IV) of Loblolly pine.

率が対照木の約70%で、アカマツは80%であった。この両樹種は処理時期による差はほとんどみられなかったが、テーダマツは生育期前半の処理では処理の影響はみられず、後半の処理で80～90%の生長を示した。アカマツ、クロマツとテーダマツの違いは新梢の伸長経過によるものと考えられる。すなわち、生育期を通じて新梢を伸長させる能力があるテーダマツでは、切断の影響を処理以後での伸長で回復しようとする力が働いたのではないかと思われ、アカマツ⁶⁾、クロマツ⁷⁾のように新梢の伸長量がほとんど前年の貯蔵養分によっているものは、処理年には主軸の長さで側軸の長さの差だけが処理の影響としてあらわれたのではないか。主軸長に対する最も長い側軸長の割合を調査した結果、図-9のようにクロマツの側軸がアカマツのそれよりも、主軸長に比べて相対的に短かったことから、処理年にクロマツに切断の影響がみられたことも理解できる。

3樹種とも2年目以後の樹高生長は回復し、なお3年目には処理年の減退量を取りもどす傾向もみられ、処理から3年間または4年間の生長を比較すると、テーダマツではほとんど新梢主軸の切断の影響がみられなく、アカマツ、クロマツでも多くは10%またはそれ以下の生長減退であった。

幹の新梢の主軸、側軸ともに切断(処理Ⅳ)することは、主軸だけ切断したものよりも樹高生長には大きく影響している。処理個体によって不定芽が幹として伸長したもの、枝の新梢主軸が幹に代ったものがみられ、処理した年の生長は不定芽が幹として伸長したものがクロマツ、テーダマツともにとくに悪く、7～8月の処理のものの生長は著しく悪い。処理Ⅱ同様にテーダマツよりもクロマツに処理の影響が大きくあらわれている。処理の翌年もクロマツではその影響が残り、7～8月処理で不定芽の伸長した個体では、生長減退は著しい。クロマツで枝の新梢が幹に代ったものでは、処理の影響はほとんどみられない。テーダマツでは処理の翌年にはその影響は

全くみられないと考えてもよい。クロマツでも3年目以後には生長率は回復している。

3年間または4年間の生長は、テーダマツで7月以後に切断処理したものでは10~20%の生長減退がみられたが、生育期前半での処理はその影響はほとんどみられないようである。クロマツでは、7~8月処理で不定芽を伸長させたものは、3年間で50~60%、4年間で65~75%の生長となったが、枝が幹に代ったものでは約80%(3年間)、約85%(4年間)の生長となり、全体としては、3年間で15~30%、4年間で10~20%の生長減退となった。

6-2 直径生長について

樹高生長と同様に地際直径または地上30cm高直径の生長率を求め、対照木のそれと比較すると図-10, 11のようになる。

アカマツ、クロマツの処理Ⅱでは、処理した年よりもその翌年に影響があらわれたのは7月以後の処理区で、10~30%の生長減退がみられた。生育期前半での処理はほとんど影響しないと思われる。3年目には、クロマツの一部の処理区にややその影響が残っていると思われる傾向があるが、アカマツの結果ではほとんど樹勢を回復しているので、これを有意とするかどうかについてはこの試験だけでは判断し難い。3年間の直径生長は対照木より5~10%の生長減退で、新梢主軸の切断はその後の直径生長に大きな影響をあたえないと思われる。

テーダマツの処理Ⅱの場合にも、処理年には影響はみられず、2年目以後に処理の影響があらわれている。生育期前半での処理はほとんど直径生長に影響せず8月以後に処理したものに生長減退がみられ、3年間、4年間の生長にも同様生長減退がみられた。しかしこのテーダマツの試験区では個々の木がお互に競争する程に大きくなり、処理のために相対的に小さくなった個体が一部被圧され生長に影響した可能性があり、4年目の生長にはこの影響があらわれているのではないと思われる。

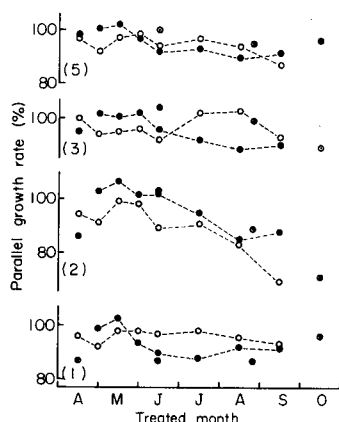


Fig. 10. Comparison of growth rate of diameter at 30 cm height after deprival of leading shoot (Treatment II).

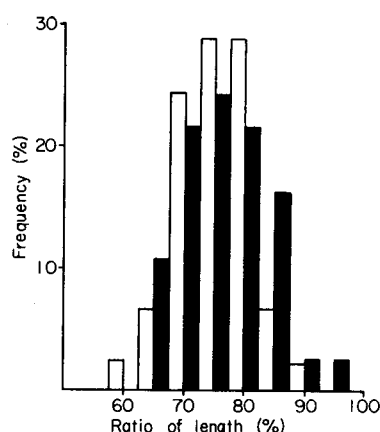


Fig. 9. Distribution of ratio of lateral shoot to leading shoot in length.

■: Japanese red pine
□: Japanese black pine

処理Ⅳでは、クロマツの場合、処理した年には9~10月の処理はほとんどその影響はみられない。これは処理までは正常に生長し、年間の直径生長の大部分をすでに終わらせてしまっているからである。生育期前半の処理は対照区に比べ10~20%、生長が悪く、翌年も続いて10~30%生長率は悪い。3年目にはほとんど生長率は回復していると考えてよいであろう。3, 4年間で対照区の80~90%の生長率を示した。

テーダマツの処理Ⅳで、処理年はクロマツとほとんど同じ傾向を示したが、2年目の生長減退が目立った。9~10月の処理のものの生長率が半分になっている。反対に4~5月処理のものの影響はすくない。テーダマツはその新梢を

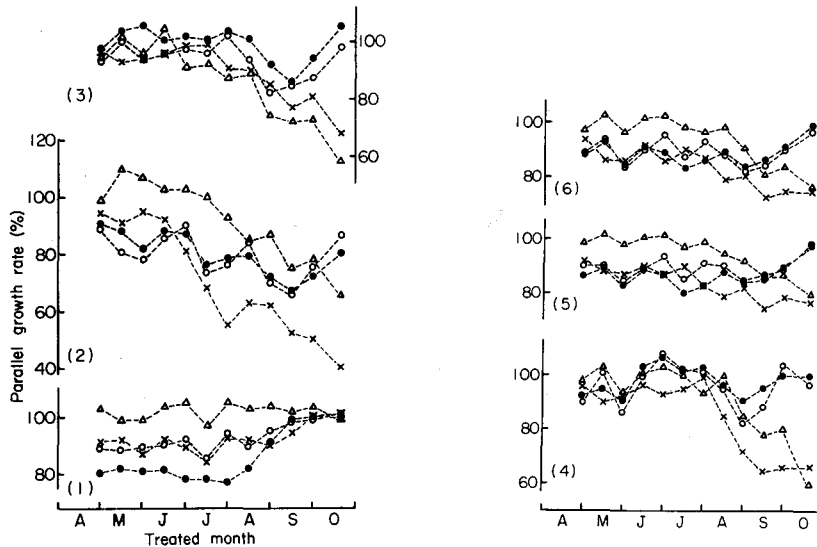


Fig. 11. Comparison of growth rate of diameter after deprival of shoot.

Treatment II

△: diameter at the base of Loblloly pine

Treatment IV

○: diameter at the base of Japanese black pine

●: diameter at 30 cm height of Japanese black pine

×: diameter at the base of Loblloly pine

年間を通じて伸長させるが、本試験では年度の生長点で切断しているため、生育期後半の切断量は前半のものに比べれば多いであろう。この影響が2年目にあらわれたものと考えられる。3, 4年目には生長は回復する傾向を示したが、前記のように個体相互間の影響があらわれて、それまでに処理のため生長減退を示した小さい個体の回復を妨げたようである。3, 4年間の生長率では10~25%小さくなったが、8月以後の処理のものは、処理の影響をうけ、つづいて個体間の競争の影響をも一部うけたことを考慮すると新梢切断の影響は10~15%と考えてもよいであろう。

6-3 材積生長について

幹の生長は樹高生長、直径生長からも推定することができるが、樹幹解析結果より求めた各生育期末の幹材積よりその生長率を対照区のそれと比較すると図-12, 13のようになる。

処理IIでは、処理した年はアカマツでは対照区の90~95%, クロマツで80~85%となった。処理の翌年の材積生長は両樹種とも生育期前半の処理のものより後半の処理のものに激しく処理の影響があらわれている。6月までの処理のものはクロマツではほとんど生長率を回復させているが、アカマツでは対照区と比べて7月処理のもので80~90%, 8月で80%, 9月で70~75%と処理の影響がみられる。しかし、3年目では両樹種ともほとんど樹勢を回復し、生長率は対照区のものとはほとんど差がみられない。3年間の材積生長は生育期前半に処理されたものは対照区に比べて90~95%, 後半に処理されたものでは85~90%となり、新梢主軸だけを切断したものは量的には大きな影響をうけないことがわかった。

処理IIのテーダマツも処理した年にはほとんど生長には影響がみられず、翌年に、生育期後半の処理に影響があらわれている。3年目にも9~10月の処理のものに影響がみられる。3, 4年

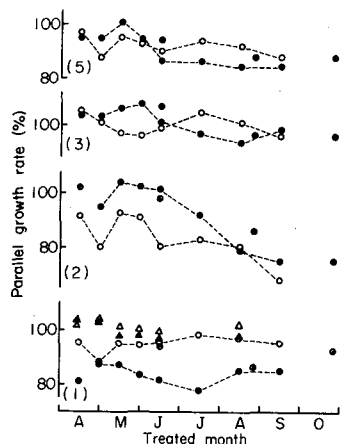


Fig. 12. Comparison of growth rate on stem-volume growth after deprival of shoot.

Treatment I

△: Japanese red pine in the nursery of Kamigamo

Treatment II

○: Japanese red pine at the nursery in Kamigamo

●: Japanese red pine at the nursery in campus

●: Japanese black pine in campus

Treatment III

△: Japanese red pine at the nursery in Kamigamo

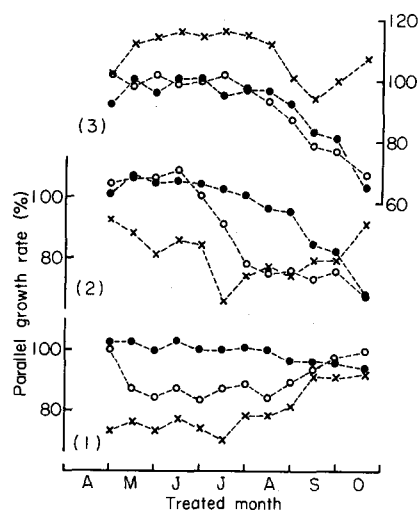


Fig. 13. Comparison of growth rate on stem-volume growth after deprival of shoot.

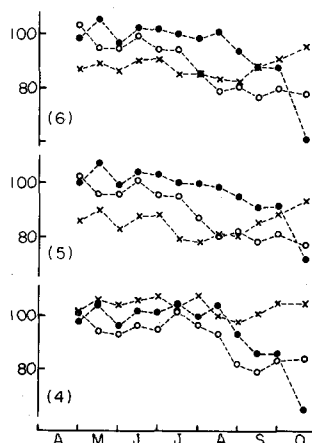
Treatment II

●: Loblolly pine

Treatment IV

○: Loblolly pine

×: Japanese black pine



間の生長を比較すると、処理の影響はほとんどないと考えてよいのではない。ただ、一部生育期の後半に処理したものに処理翌年の生長減退の影響が残っていると考えられる。

処理Ⅳの場合、クロマツでは生育期前半に処理したもので対照区の生長率の70~80%となり、2年目も生長減退がみられる。3年目、4年目には樹勢は回復していると考えられ、3年間、4年間の生長には、処理時期による差はあまりみられず、対照区の生長率の80~90%となった。テダマツは処理した年にはクロマツとあまり差がなかったが、2年目では、生育期前半の処理のものはすでに回復し、後半に処理したものが生長減退を示した。この傾向は3年目にも残り、3年間、4年間では、4~7月処理のもので約5%、8月以後処理のもので20%前後生長率が悪かった。処理ⅠとⅢの場合は図-12の(1)に示したように、処理はほとんど生長には影響していない。とくに処理Ⅲの場合には幹も曲らず、生長減退もみられない。

総 括

シンクイムン類が加害した場合に、マツ属は本試験で得られたような生長経過をとるものと考えられるが、上賀茂試験地のアカマツの試験区にみられたマツノシンマダラメイガの被害木についての調査結果は、本試験と非常に似た結果を示した。被害は、新梢主軸が中途まで食害され、主軸の下部半分が残って側軸が主軸に代って伸長しているもの2本、新梢主軸だけがほとんど基部まで食害されたもの6本、新梢側軸の一部が食害されたもの2本、新梢主軸、側軸ともに食害されたもの2本で、処理ⅡとⅣに相当するものはマツノシンマダラメイガによる被害木であったが、その他のものは加害虫を確認していない。

年間の幹材積生長率は正常木のそれに比べて処理Ⅰに相当するように新梢主軸が食害されていたものでは109%、処理Ⅱにあたるものでは95%、処理Ⅲでは103%、処理Ⅳでは84%となった。

さらに、これらの被害木の側軸の動きを測定した結果は、処理Ⅰにあたるものでは側軸が幹延長線と26°~30°の角度で伸び、枝の角度よりせまく主軸に代ろうとしていた。処理Ⅱにあたるものでは0°~35°の範囲のものがみられ、被害状況によって側軸の動きに相当に差がみられたが、いずれも枝となるものよりは上長伸長していた。処理Ⅳにあたるものも、枝の新梢主軸の枝方向への動きが約10°すくなかった。

金光⁴⁾は調査したクロマツ造林地でシンクイムン類の食害をうけたものの樹高生長が10年間で減退量が約20%で、またアカマツの調査ではおそくも3年目には樹高生長は正常に回復していたことを報告し、本試験も似た結果が得られている。アカマツやクロマツのような樹高生長経過をもつ樹種とテーダマツのような生長経過の樹種とでは、一般に、後者の方が摘葉に対して抵抗性をもっていることに加えて、新梢の切断に対しても生長の回復力が強いことがわかった。

本試験はとくに幹の新梢が被害をうけた場合のその後の生長について調査したが、現実にはシンクイムン類は樹冠のすべての新梢を食害する可能性をもっている。本試験は主としてマツノシンマダラメイガが好んで幹の新梢を食害するので、その加害を想定して生育にあたる影響を調らべ、このような被害は連続しなければ⁴⁾生長量に大きな影響がみられられないことを明らかにした。しかし金光が指摘しているように多くの新梢を食害されればさらに生長減退は激しくなるであろう。

あ と が き

本試験はアカマツ、クロマツ、テーダマツを用いて、幹の新梢を切断して、不定芽の発現状況や、その後の生長について調査し、幹の形は悪くなるが生長量の減退は比較的すくないことを明らかにした。幹の曲がり具合もさらに生長が進み、幹が太くなれば目立たなくなる可能性もあり、このことについてはさらに長期間の調査が心要であろう。

文 献

- 1) 佐野宗一・赤井竜男：日本各地のアカマツの樹形について、京大演集報，**10**，1~10，(1972)
- 2) 古野東洲・岡本憲和・四手井綱英：外国産マツ属の虫害に関する研究，第1報 マツノシンマダラメイガについて，京大演報，**34**，107~125，(1963)
- 3) 金光桂二：愛知演習林において松の新条を食害する小蛾数の種類とその生活史，東大演習林，**15**，70~77，(1964)

- 4) 金光桂二：マツ幼令木におこるシンクイムシの被害，東大演習林，**17**，143～150，(1968)
- 5) HEIKKENEN, H. J. : The Identification and Dating of Past Attacks of the European Pine Shoot Moth on Red Pine, J. For., **58**, 380～384, (1960)
- 6) 古野東洲：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)
- 7) 尾中文彦：摘葉・輪戴・光の遮断等の処理が常緑針葉樹の成長，特に肥大成長に及ぼす影響，京大演報，**18**，55～91，(1950)
- 8) 古野東洲：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)
- 9) ———：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)
- 10) ———：摘葉によるマツカレハ被害の模型試験，日林誌，**46**，52～59，(1964)

Résumé

When the terminal bud cluster is destroyed by the feeding of insects or other factors, the lateral bud or the lower branch assumes dominance, the stem occasionally becoming crooked.

In this report, the effects of artificial shoot-cutting of the stem upon the growth and stem form of three pine species, Japanese red pine (*Pinus densiflora*), Japanese black pine (*P. thunbergii*) and Loblolly pine (*P. taeda*), were investigated for three or four years at the nurseries in campus and Kamigamo Experiment Station of Kyoto University Forest.

The terminal shoots of the stem were removed from the test trees with scissors every month from April to October in each as follows:

- Treatment I. removal of a half of the leading shoot on terminals;
- Treatment II. removal of the leading shoot leaving the lateral shoots on terminals;
- Treatment III. removal of all lateral shoots on terminals;
- Treatment IV. removal of all terminal shoots of the stem; and
- Treatment V. removal of no terminal shoots on check trees.

Tree height and diameter at the base and 30 cm height of all test trees were measured at the end of growing season each year. After three or four years, all test trees were cut down at the base for stem analysis.

Results obtained from these investigations were as follows:

In the case of Treatment I and IV, adventitious buds appeared near the cutting portion, and at the end of first treated year, adventitious buds that appeared early elongated longer than the others. The longest shoots were 21 cm in Japanese red pine, 24 cm in Japanese black pine and 59 cm in Loblolly pine. And generally, adventitious shoots in Treatment IV were longer than in Treatment I (Table 1, Fig. 1 and 2).

In Treatment II, a lateral shoot replaced the leading shoot, in Treatment IV, a lower lateral branch began to indicate height growth, the resulting form of stem turned out to be variously crook and posthorn. The stems of test trees in Treatment IV were more crooked than in Treatment II and the later the terminal shoots were destroyed in the growing season, the greater the stem was crooked (Table 2).

In Treatment II, parallel growth rate of tree height was 70% in Japanese black pine, 80% in Japanese red pine and 80～100% in Loblolly pine in the treated year, and in the next year the growth was nearly the same as that of check trees (Fig. 6, 7 and 8).

In Treatment II, the diameter growth in the next year suffered a little from the influence of shoot deprival. In Treatment IV, the parallel growth rate of Japanese black pine was 70～90% of check trees both in treated year and the next year, becoming 80～90% during four years after treatment. The growth of Loblolly pine, in the next year, was less than Japanese black pine, but after the same four years, parallel growth rate was as nearly the same as Japanese black pine (Fig. 10 and 11).

In Treatment II, stem growth of Japanese red pine and Japanese black pine showed in 70~90% of check trees in the treated year and the next year, but in the third year growth rate was normal. The growth rate for three years was 85~95% to check trees. In Treatment IV, growth rate was 80~90% in Japanese black pine, 80~95% in Loblolly pine to check trees for three and four years. In Treatment I and III, there is no loss of growth (Fig. 12 and 13).

It seemed that Japanese red pine infested with pine shoot moth (*Dioryctria splendidella*) showed nearly the same growth in Treatment II and IV.

Plate I Various form of bending stem caused by artificial deprival of terminal shoot on stem in *P. taeda*.

photo. 1~3: removal of the leading shoot on terminals

photo. 4~8: removal of all terminal shoots of stem

elongation of the lower branch (4~6) and elongation of the adventitious shoot (7, 8)

photo. 9: adventitious buds on cutting portion

Plate II Various form of bending stem in *P. thunbergii* and *P. densiflora*

photo. 10~15: removal of all terminal shoots of stem in *P. thunbergii*

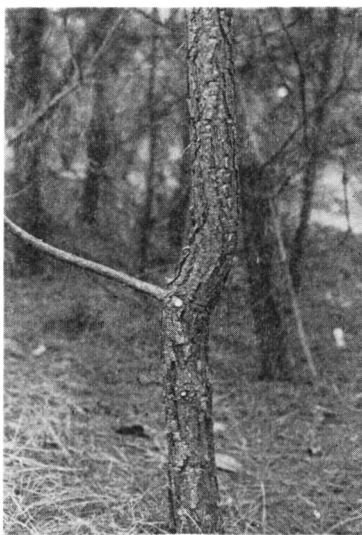
the lower branch replaced the stem (10~12) and elongated adventitious shoots (13~15).

photo. 16~18: shoot deprival in *P. densiflora*

removal of a half of the leading shoot (16), removal of the leading shoot (17) and removal of all terminal shoots (18).



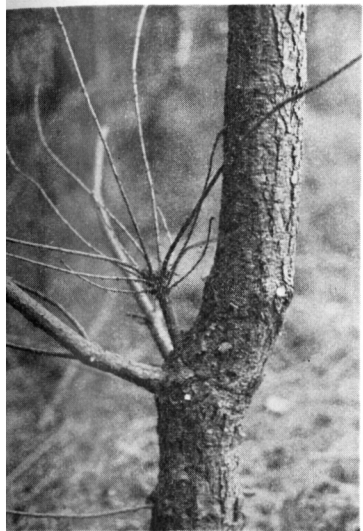
(1)



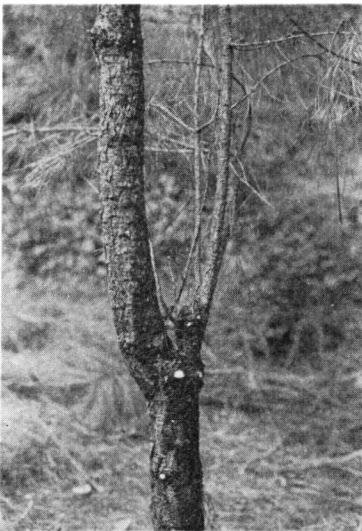
(2)



(3)



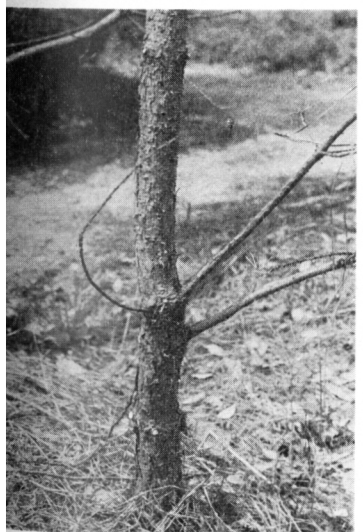
(4)



(5)



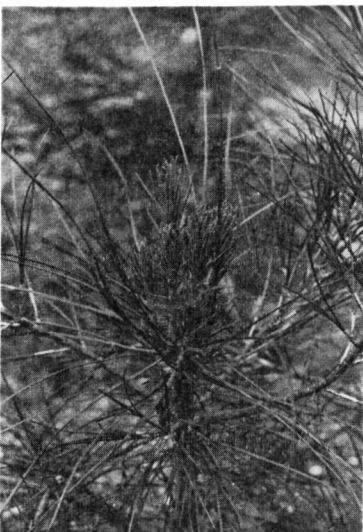
(6)



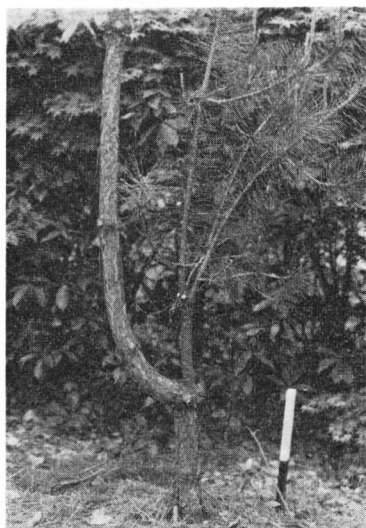
(7)



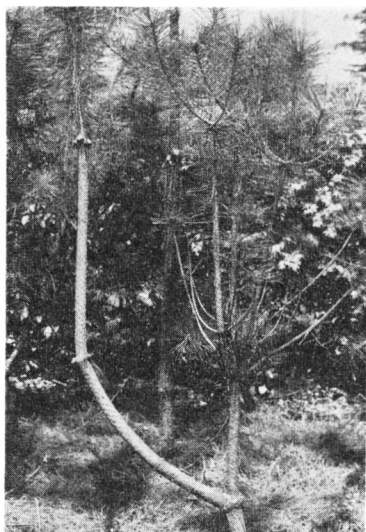
(8)



(9)



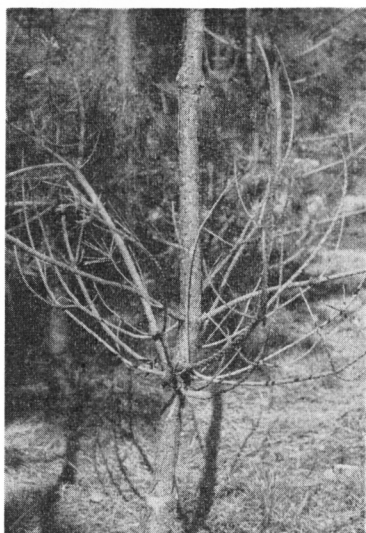
(10)



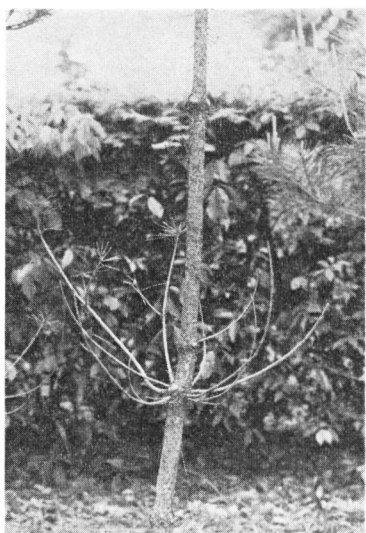
(11)



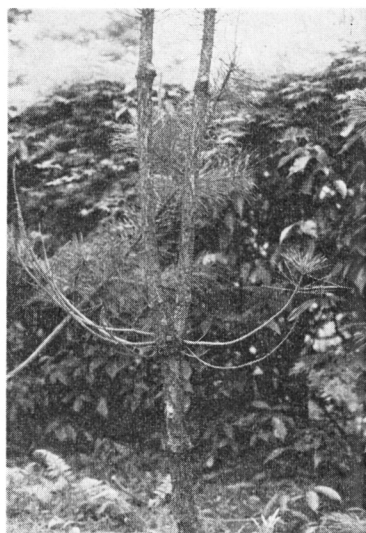
(12)



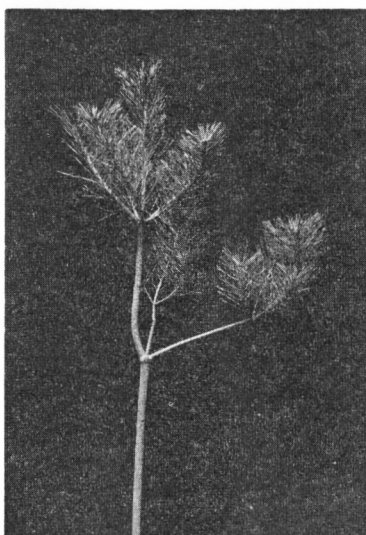
(13)



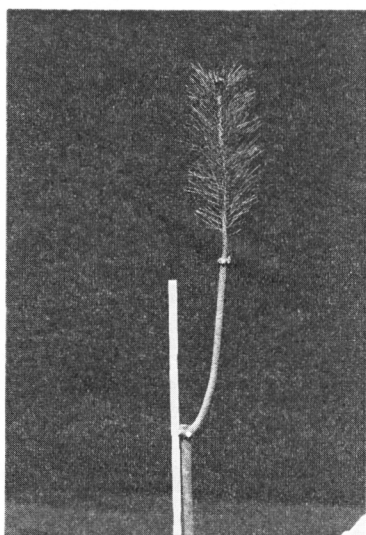
(14)



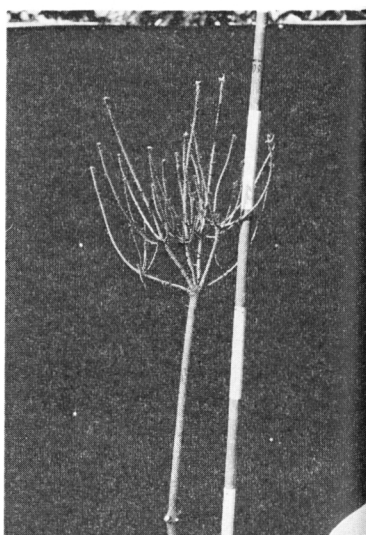
(15)



(16)



(17)



(18)