



Title	沖縄の日長条件下におけるマツ属の生長制御に関する研究 (II)(農学部附属演習林)
Author(s)	新里, 孝和; 諸見里, 秀宰; 赤井, 龍男
Citation	琉球大学農学部学術報告 = The Science Bulletin of the Faculty of Agriculture. University of the Ryukyus(25): 695-703
Issue Date	1978-12-01
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/4227
Rights	

沖縄の日長条件下におけるマツ属の生長制御に関する研究(Ⅱ)*

新里孝和**・諸見里秀宰***・赤井龍男****

Takakazu SHINZATO, Shusai MOROMIZATO and Tatsuo AKAI: Studies on the growth control of pine species under the day-length in Okinawa (Ⅱ)

I 緒 言

樹木の生長制御に影響をおよぼす重要な環境要因として、光、温度、水、大気中の成分、無機養分、土壌の物理的・化学的性質、他の植物、昆虫、各種動物があげられる。¹³⁾ それらの要因は、樹木の生育に対して総合的に、相互に作用するものと考えられる。外国樹種を導入した場合、導入地(植栽地)は原産地の緯度と異なった条件下におかれるので、それらの環境要因の相違によって、樹木の生育に何らかの規制を受けることが考えられる。特に樹木の生育に影響をおよぼす多くの環境因子の中で、光要因は極めて重要であると考えられるが、さらにその生理生態的意義として、光の強さ、光の性質、日長の三つに分けられる。

光要因のうち、日長は1日24時間中の明期時間の長さで、年周期で季節的に変化し、しかもその長さは緯度によって異なってくる。日長の長短のくり返しによって植物の生育に影響をおよぼす現象を光周性、または日長効果とよび、植物の光周性に関する研究は、草本植物の生殖生長に対するものが多く、^{2,20)} 単に光周性といえれば日長と草本植物の開花現象との関係を意味する場合が多い。

しかし、樹木は草本植物に比較して、発芽から開花までの期間が長いことや、個体が大形で取扱いが困難であることなどから、樹木では、主として稚苗について、栄養生長や諸器官の形態形成と日長効果に関して研究が進められてきた。^{4,5,8,13,17)} また、季節変化に対応した樹木の形態形成、生長リズムなど、特に低温に対する環境適応あるいは抵抗形態としての休眠芽形成と日長との関係についての研究も盛んになってきた。^{1,9,10,11,12)}

現在、沖縄地方に導入されているアカマツ、クロマツの生育状況は極めて悪いので、その原因を追求するため、日長反応をとり上げ、日長とそれらの樹種の生長との関係を検討した結果、生長期における沖縄地方の自然日長が伸長生長を抑制し、形態形成についても抑制的にはたらくことがわかった。^{14,15)} 本報告は、日長がアカマツ、クロマツの2年生苗の栄養生長と形態形成におよぼす影響について、調査結果をとりまとめたものである。

* 本論文の要旨は日本林学会九州支部大会(1976年)において講演した。

** 琉球大学農学部附属演習林

*** 琉球大学農学部林学科

**** 京都大学農学部附属演習林

Ⅱ 材料と方法

京都からアカマツ、クロマツの1年生苗木を、1975年11月7日にとり寄せ、ほぼ大きさのそろったものを内径24cmの素焼鉢に2本ずつ植えつけ、日長処理開始まで育苗した。

土壌は、与那演習林産の森林土と川砂とバーク堆肥を3:2:1の割合で混合したものをを用いた。

日長試験には、自然日長区と、アカマツ、クロマツの天然分布域のほぼ中央部となる京都地方の生長期の日長になるよう日没から2時間人工補光した区を設定した。補光時間は、自然日長時間が約10分増減するごとに調節した。光源は、100Wナショナル散光型レフランプを用い、材料の生長点付近で約200 luxになるよう調節した。

処理期間中、鉢の中の養分欠乏を補うためハイポネックス(6.5:6.0:19.0)を1,000倍に希釈し、各処理区とも1週間ごとに1鉢当たり約2dl施肥した。

芽が開き出した1976年2月18日に日長処理を開始し、春季の生長が停止した約4か月後の1976年6月15日に、各個体を図1のように区分し、幹の長さや地際直径、針葉の長さを調査するとともに、それぞれの器官について乾重量を測定した。伸長生長は29本、各器官の大きさと乾重量は12本についてそれぞれ測定した。

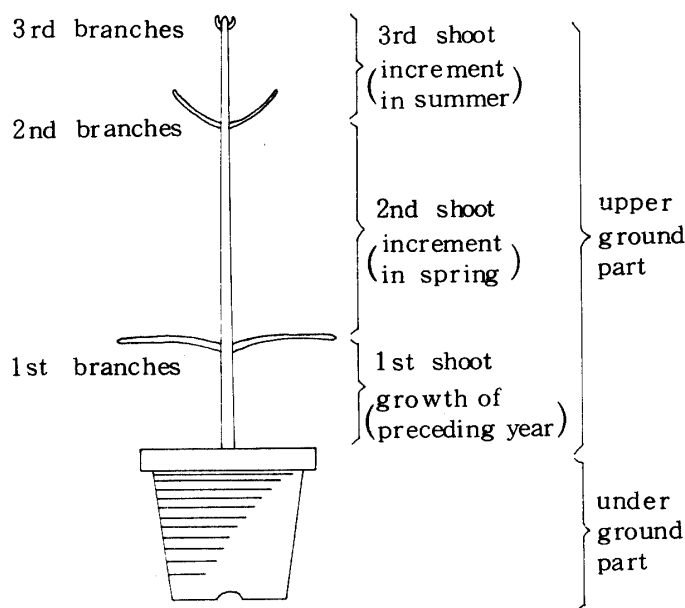


Fig. 1. Names of each part of 2-year-old seedlings for investigation

Ⅲ 結果と考察

幹の伸長生長と葉の伸長生長経過を図2に示した。アカマツ、クロマツとも2月10日頃に出芽し(自然日長約11時間)、3~4月の間に盛んに伸長し、4月中旬頃にはほぼ休止した。前回¹⁴⁾の調査では1月下旬に出芽し、2~3月に生長しており、生長期に多少の違いが認められたが、このことについては今

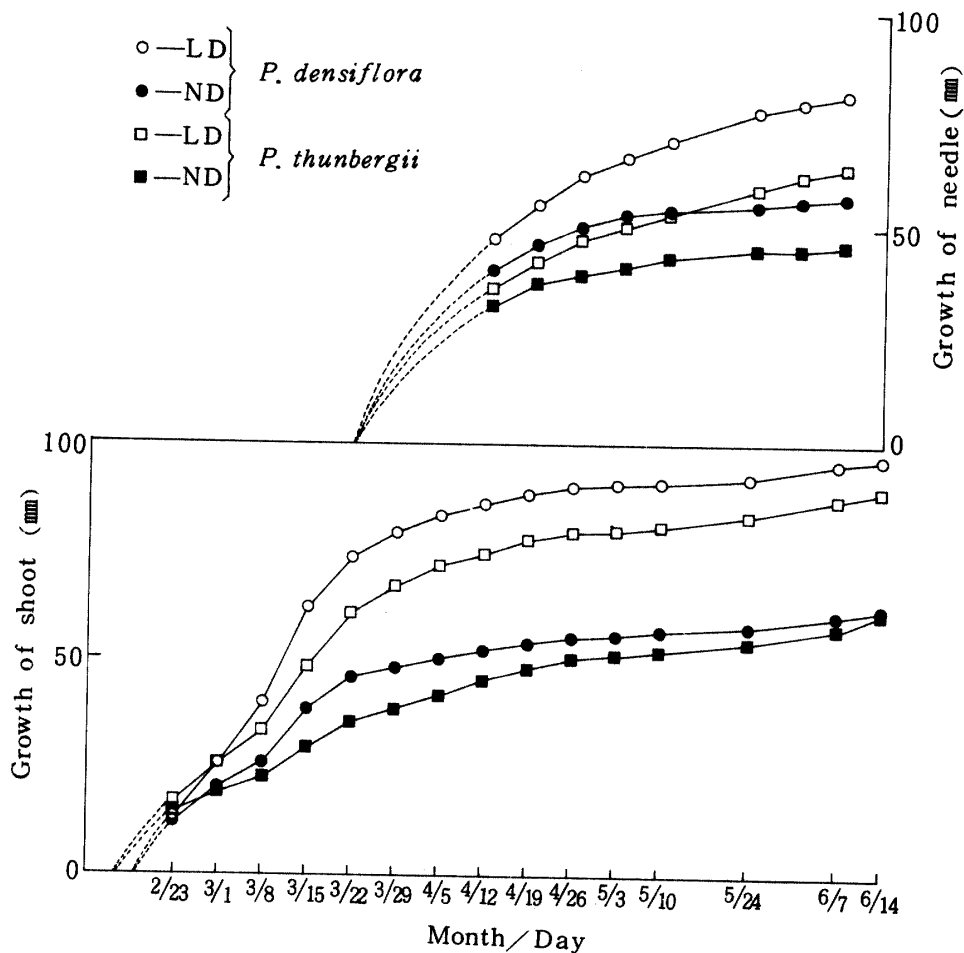


Fig. 2. Shoot growth and needle increment of 2-year-old seedlings of two pine species under the different photoperiod (Mean of 29 plants).

ND: The seedlings were only grown under natural day length

LD: The seedlings were grown under natural day light and complement illumination by incandescent lamps of about 200 lux (on the growing point of seedlings) in two hours after sunset

These marks apply following figures

後考察を加えたい。葉の伸長生長は、幹の生長がほぼ終了しかける3月下旬頃から始まり、6月まで生長し続ける。図2.から明らかなように、幹、葉とも伸長生長は自然日長条件下で著しく抑制され、前回と生長経過に多少のずれはみられたが、同様な結果を示した。

処理終了時における各器官の1個体当りの大きさの平均値を処理区別に比較すると表1.のとおりであった。

日長処理が伸長生長に与える影響と同じように、各器官についてみると、補光区に比べ自然日長区

Table 1. Average value of each organ of seedlings after photoperiodic treatment in the 117 days

Species	Day length	Average								
		height of stem (mm)	diameter of stem (mm)	number of needles in 2nd shoot	total needle length in 2nd shoot (mm)	needle dry weight in 2nd shoot (mg)	total dry weight of whole needles (mg)	dry weight stem and branches (mg)	total dry weight of upper ground parts (mg)	total dry weight of root (mg)
<i>p. densiflora</i>	ND	134.0	4.8	108	9,693.0	1,127.9	1,618.6	734.9	2,353.5	2,040.5
	LD	173.0	5.4	109	17,539.0	2,279.4	3,237.1	935.7	4,097.8	2,760.6
<i>p. thunbergii</i>	ND	104.0	4.5	93	7,490.0	1,192.6	1,751.1	671.1	2,422.2	1,622.9
	LD	154.0	5.3	102	11,216.0	1,951.0	3,374.0	1,142.1	4,516.1	2,520.6

ではその生育が抑制され、とくに葉の生長量に大きな違いがみられた。すなわち、幹の第2部位における総葉長はアカマツの自然日長区では補光区の0.55、クロマツでは0.67であった。幹の第2部位における葉重は自然日長区では補光区に比べ、アカマツ0.49、クロマツ0.61、全葉重でも自然日長区では補光区に比べ、アカマツ0.50、クロマツ0.52と、アカマツ、クロマツとも幹の第2部位における総葉長と葉重、全葉重は補光区に対して自然日長区は約 $\frac{1}{2}$ 程度で、自然日長区の葉の生長量は補光区に比べ著しく小さくなっている。非同化部重はアカマツの自然日長区は補光区の0.79であり、クロマツは0.59と大きな違いを示した。地上部全重量を総計してみると、アカマツの自然日長区は補光区の0.57、クロマツで0.54と著しく小さくなっている。根重は、アカマツの自然日長区は補光区の0.74、クロマツで0.64とやや小さくなっている。また地際直径、第2部位の葉数については日長処理区間では、他の器官に比べ大きな差はなかった。

つぎに第2部位(春季の生長)の各器官の相対的な大きさや数量について、それらの関係を両対数グラフ上で示した。

幹の長さや葉数の関係は図3.に示したように、アカマツ、クロマツとも補光することにより明らかに節間長は長くなった。図3.からわかるように、幹の伸長生長は処理区間で差が認められるが、葉数は処理区間で差がないことを示し、1年間の形態形成は、前年にできた冬芽中においてすでに定まっている葉の原型を展開するだけであり、³⁾ 日長は展開後の伸長生長に影響するものと考えられる。

針葉の形態について、その長さや重さの関係を図4.に示した。アカマツ、クロマツとも処理区間で分離は認められず、針葉の形態について、処理区間で本質的な差は明確には認められなかった。しかし、補光することにより、針葉の長さや重さは自然日長区より絶対的に大きくなった。節間長と針葉の大きさは同化能力に影響をおよぼし、自然日長区でそれらの値が小さくなることは、沖縄の自然日長はアカマツ、クロマツの生育にとって、短日効果があることを示すものと考えられ、各個体の栄養生長にとって抑制的に作用しているものと推考される。

同化部重と非同化部重の相対生長関係を図5.に示した。図5.から明らかなように、アカマツ、クロマツとも自然日長区と補光区とは明らかに分離し、自然日長区では相対的に同化部の生育が抑制された。

図6.は地上部重と地下部重の相対生長関係を示したものである。アカマツでは処理区間で差が認められ、自然日長区は補光区に比較して相対的に地上部の生育が抑制された。クロマツでは処理区間で明らかな差は認められないが、自然日長区は補光区に比較して、地上部重、地下部重とも小さくなっている。

日長効果が、樹木の生育におよぼす影響について、これまで多くの研究が当年生苗について行われてきた。^{4, 5, 8)} 一般に当年生アカマツの栄養生長は、日長が長くなるに従って増大し、24時間連続光のもとで最大となることが報告されている。^{4, 6)} クロマツについても同様な結果が得られている。¹⁶⁾ また従

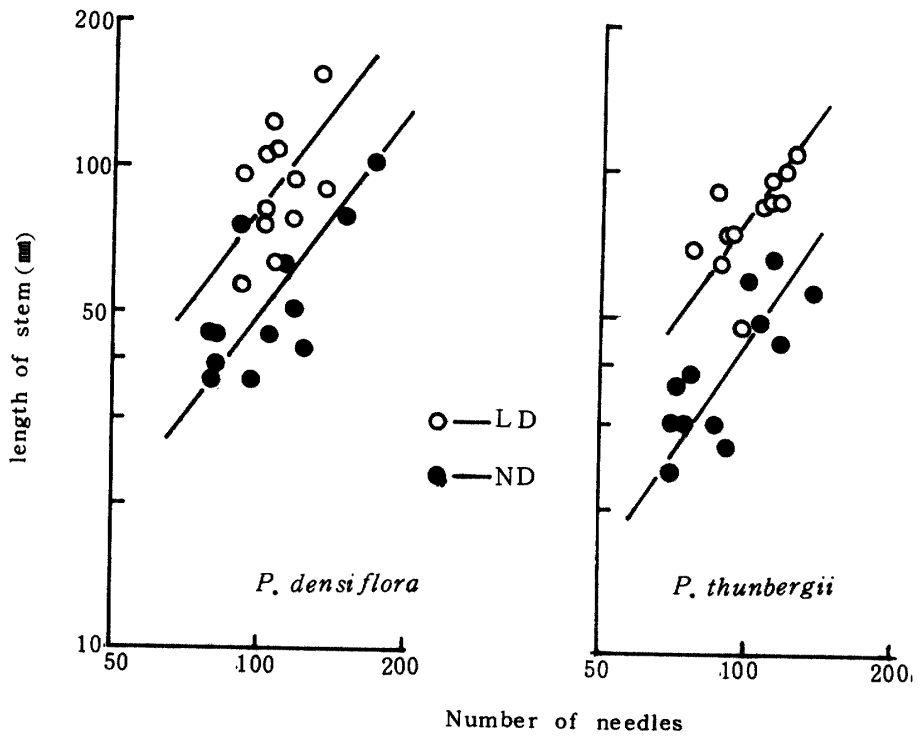


Fig. 3. Relations between length of stem and number of needles at 2nd shoot under two different photoperiod

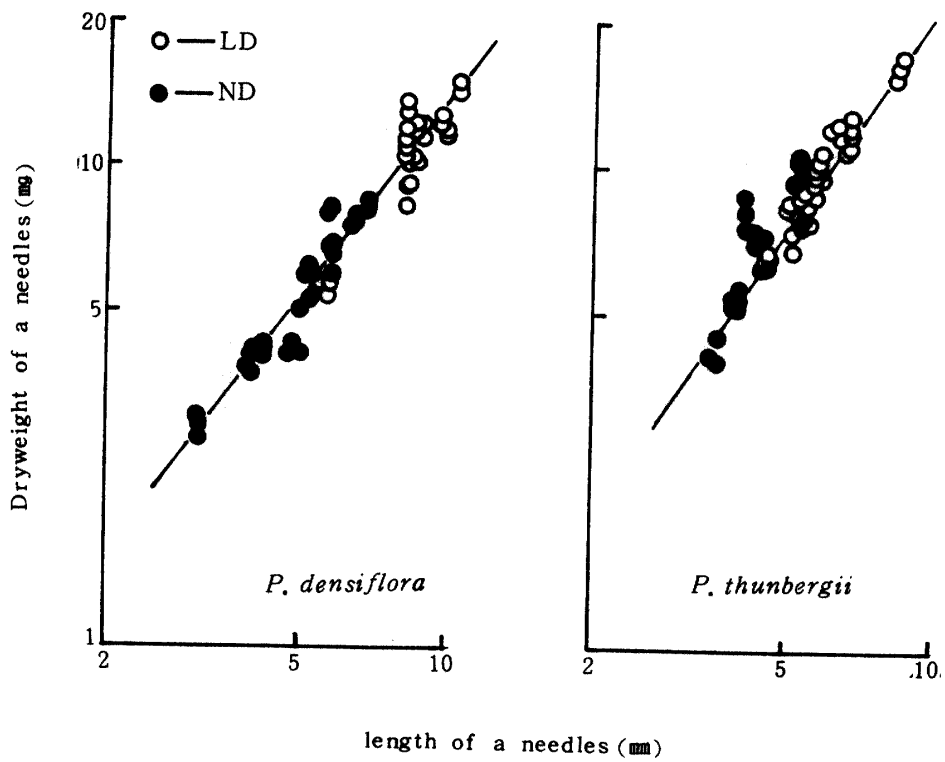


Fig. 4. Relations between dry weight and length of a needle at 2nd shoot

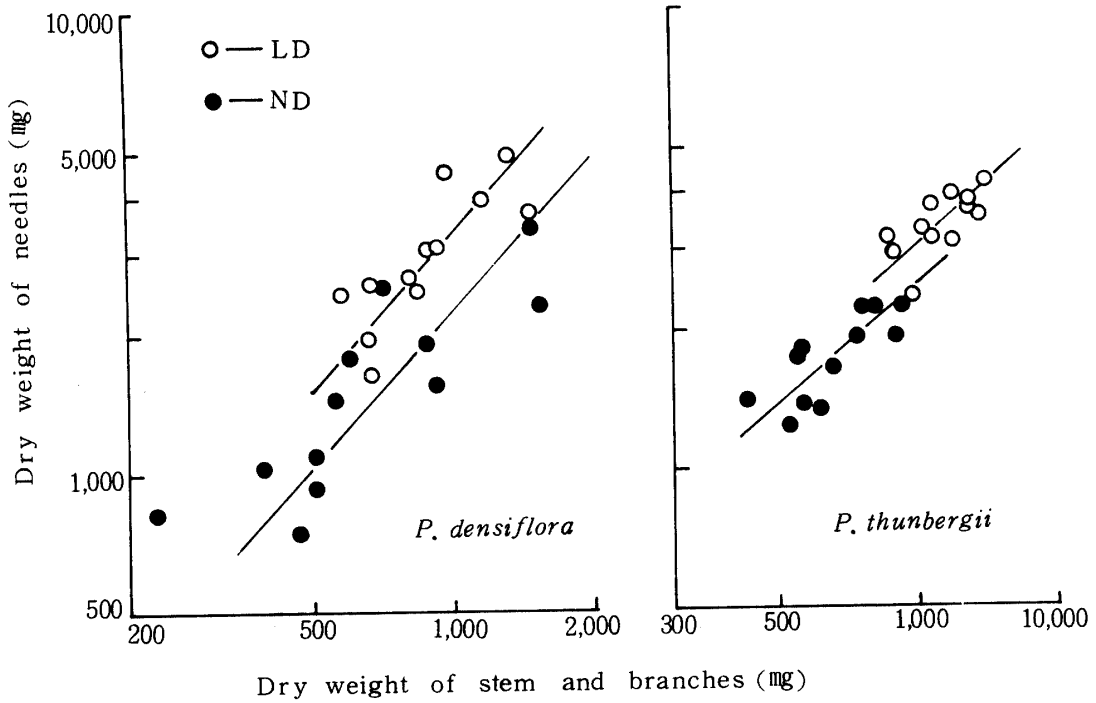


Fig. 5. Allometric relations between dry weight of needles and of non-assimilatory organs (stem and branches) of upper ground part

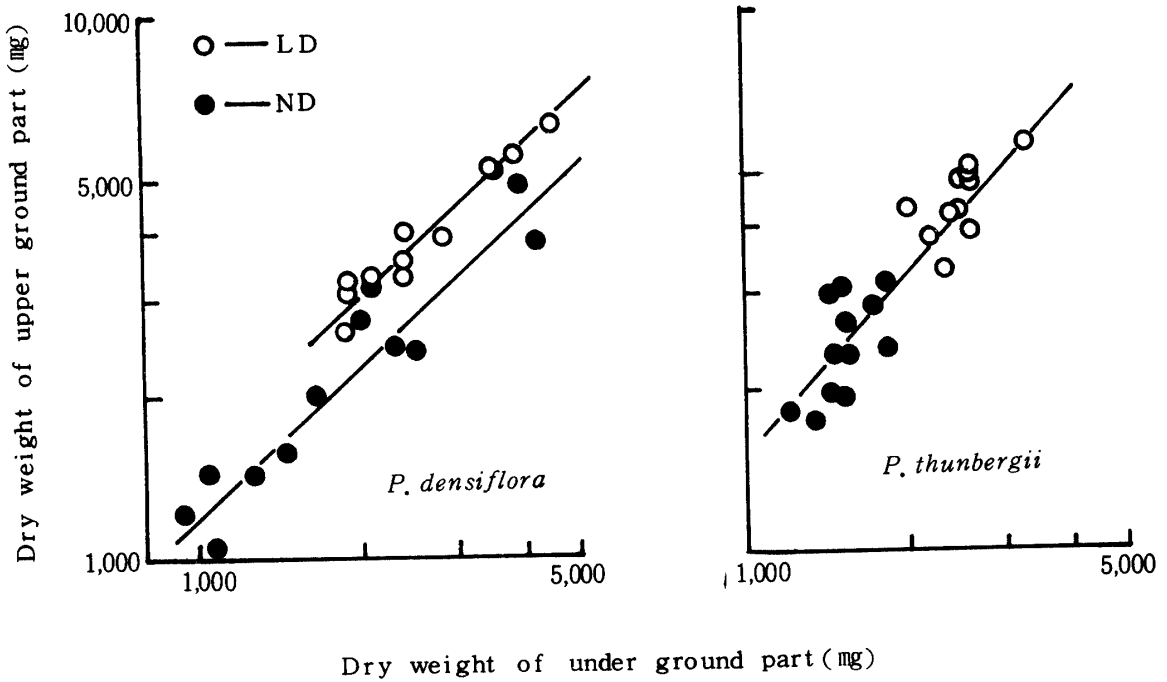


Fig. 6. Allometric relations between dry weight of upper ground part and dry weight of under ground part

来の研究の多くは純生理実験として、太陽光線のもとに一定時間（通常6～8時間）おき、その後一定時間人工光線を補光して、日長を種々に変え、同一日長処理区における1日当りの総光量はほぼ等しく行われている。⁸⁾しかし、当年生苗と、1年生以上の苗では栄養生長に対する日長効果も異なることが考えられ、また自然日長は日々変化し、1日の総光量は日長の長短にともなって増減する。従って、生育する地域の緯度の違いによる樹木の生長と日長効果を調べることを目的として、本実験は、沖縄の自然日長条件下で、1年生以上の苗について行ったものである。その結果は、従来行われてきた当年生苗についての形態形成に関する日長効果の報告^{4, 6, 7, 19)}とほぼ同様な傾向を示した。しかし、補光区（長日）は自然日長区（短日）に比較して各器官の絶対量は大きくなるが、各器官の相対生長関係については、当年生苗における日長効果ほど大きな差は認められない。また T/R 率についても、アカマツは補光区で1.48、自然日長区で1.15、クロマツは補光区1.79、自然日長区1.49と大差はなかった。これは生育段階の違いによって、日長に対する反応も変化してくるものと考えられる。¹⁸⁾また自然日長に2時間補光という他の実験例に比較して少ない補光時間の違いも関係していることも考えられるが、日長処理したアカマツ、クロマツ苗の形態については、日長処理区間に本質的な違いはないことを示すものであろう。すなわち、沖縄の自然日長は、アカマツ、クロマツの生育にとって短日の抑制効果を示し、1個体の栄養器官は補光区に比較して総体的に小さいということになる。

樹木の生育に影響をおよぼす多くの環境因子の中で、導入樹種であるアカマツ、クロマツについて、少なくとも沖縄地方の自然日長がその一因として、生育不良の原因になっているものと推考される。

Ⅳ 要 約

沖縄地方におけるアカマツ、クロマツの生育不良の原因を、日長の面から検討し、それらの樹種の栄養生長と日長との関係について調査した。

1. 本研究は、沖縄の自然日長区と、それらの樹種の天然分布のほぼ中央部となる京都地方の自然日長になるように、自然日長に日没から2時間人工補光した区を設定し、処理区別に種々の形質について比較した。
2. 幹、葉の伸長生長は補光区で著しく増大し、自然日長区で減少した。乾重量では、とくに全葉重量に大きな違いがみられ、補光区は、自然日長区の約2倍になった。
3. 幹の節間長、針葉の大きさは補光区で明らかに増大した。
4. 同化部重と非同化部重の関係から、補光区は自然日長区に比べ、相対的に同化部重が増大した。これらのことから、アカマツ、クロマツの天然分布域と導入地域である沖縄地方における生育の違いは、日長がその一因として関与していることが明らかとなった。

終りに、本研究を進めるにあたり苗木の育成、調査に多大な助力をいただいた、本演習林の大城重太郎氏はじめ職員各位に厚くお礼申し上げます。

参 考 文 献

1. 赤井龍男・浅田節夫 1966 カラマツ属の光周性について、第14回日林中部支講、33～38
2. ボナー、ゴールストン 1972 植物の生理、348～378、東京、岩波書店
3. Downs, R. J. and Borthwick, H. A. 1956 Effects of photoperiod on growth of trees, Bot. Gaz., 117: 310～326
4. 池本彰夫 1972 長日条件下におけるアカマツ稚苗の栄養生長に関する研究、群馬県林試、特報2: 1～77

5. 小早川進 1944 日長が林木の栄養生長に及ぼす影響に就て, 東大演報, 34: 85~119
6. 永森通雄 1968 アカマツの光周性に関する研究(I), アカマツ稚苗の栄養生長におよぼす日長の影響, 高知大演報, 2: 47~57
7. _____ 1971 アカマツの光周性に関する研究(II), 短日ならびに光中断処理におけるアカマツ稚苗の栄養生長について, 高知大演報, 3: 76~105
8. _____ 1976 アカマツ稚苗の栄養生長におよぼす日長効果, 高知大農紀要, 30: 1~87
9. NAGATA, H. 1968 Studies on the photoperiodism in the Dormant Bud of *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc. (III) Photoperiodism in the Terminal Buds of Second-year Seedlings, Jour. Jap. For. Soc., 50: 174~180
10. _____ 1968 Studies on the photoperiodism in the Dormant Bud of *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc. (IV) Thermo-sensitivity of the Terminal Buds in the Stage of Predormancy, Jour. Jap. For. Soc., 50: 211~216
11. _____ 1969 Studies on the photoperiodism in the Dormant Bud of *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc. (V) Photoperiodism in the Terminal Buds in the Stage of Formation in Second-year Seedlings, Jour. Jap. For. Soc., 51: 85~90
12. 永田 洋 1968 アカマツ休眠芽の光周性に関する研究(VI) 形成期の1年生アカマツ冬芽の低温感応性, 北海道林試報, 6: 41~49
13. Kozłowski, T. T. 1971 Growth and Development of trees, I, 296~386 New-York, Academic Press
14. 新里孝和・諸見里秀宰・赤井龍男 1976 沖縄におけるマツ属の生長制御に関する研究, 第87回日林論, 199~200
15. _____・_____・_____ 1977 沖縄の日長条件下におけるマツ属の生長制御に関する研究(I), 日林誌, 59: 468~471
16. 田島良男 1955 マツ類, その他針葉樹幼植物に対する日長効果, 鹿大学報, 4: 127~130
17. Wareing, P. F. 1950 Growth studies in woody species I. Photoperiodism in first-year seedlings of *Pinus sylvestris*, Physiol. Plant. 3: 256~276
18. 薬師寺清雄・赤井龍男・池本彰夫 1972 マツ属稚苗の生長と形態におよぼす日長の影響について, 京大演集, 10: 43~52
19. _____・_____・_____ 1976 アカマツ, クロマツ, リュウキュウマツを原産地と異なった日長条件下で生育させた場合の生育状態について, 京大演集, 11: 50~57
20. 吉井義次 1949 植物の光周性, 1~149, 東京, 養賢堂

Summary

Pinus densiflora and *Pinus thunbergii* are widely distribute from Honshu to Kyushu in Japan. In the Okinawa Islands, however, it is observed that these species clearly decrease growth and development of planted the seedlings.

This paper deals with response on the vegetative growth of 2-years-old seedlings of *Pinus densiflora* and *Pinus thunbergii* under two conditions of day length.

1. The seedlings were only bred under natural day light from sunrise to sunset (represent by ND) in about 4 monthes after 18th Feb. 1976. Other seedlings were bred under the same natural day light and complemented illumination after sunset by incandescent lamps in two hours(LD). The light intensity of complementary illumination was approximately 200 lux on the growing point of seedlings. In day-length of LD treatment is approximately the same length in Kyoto which is equivalent to the central area of the distributed range of these species.

2. The elongation of stem and needles under LD treatment was remarkably larger than those organs under ND treatment. The dry weight of needles affected strikingly under photo-periodic treatment and the total dry weight of needles under LD treatment was about twice as much as that under ND treatment.

3. The internode-length in stem and length of a needle of the seedlings bred under LD treatment was greater than those under ND treatment.

4. It was clear that LD treatment predominantly increased the dry weight of needles from the allometric relations between dry weight of needles and dry weight of stem and branches.

The above results obtained were concluded as follows; it was shown that *Pinus densiflora* and *Pinus thunbergii* bred in the Okinawa islands were evidently inhibited by natural day-length which was a factor into all environmental factors.