

種々の光の強さのもとにおけるスギ苗の生長と 花芽分化におよぼすジベレリンの影響

橋詰隼人*

昭和55年7月31日受付

The Effect of Gibberellin on the Growth and Flower Bud Formation of *Cryptomeria japonica* Seedlings under Different Light Intensities

Hayato HASHIZUME*

This study is concerned with the effect of gibberellin on the growth and flower bud formation of *Cryptomeria japonica* under different light intensities, using one-year-old seedlings. The seedlings were grown under the relative light intensities of 100, 50, 15 and 6 %, and GA₃ solutions of 100 and 500 ppm were foliar-sprayed in the early growth period (June~July) and the late growth period (August~September).

Height growth was promoted by gibberellin treatment, but diameter growth and weight growth was inhibited. The effect of gibberellin on growth was strongest under 100 % day light, and it decreased with the decrease of relative light intensity.

The flower bud formation by gibberellin was promoted most remarkably under 100 % day light, and it decreased with decreasing relative light intensity. When sprayed with gibberellin, male flower buds were differentiated at the relative light intensities above 6 %, and female ones, above 15 %. It seemed that male flower buds could be formed under weaker light intensity as compared with female ones.

緒 言

陽光量とスギの生長との関係は、近年非皆伐施業に関連して関心がもたれ、川那辺³⁾、安藤¹⁾、谷本¹⁰⁾らによって研究された。川那辺³⁾によると、スギは庇陰が強まると直径および重量生長が低下する。しかし、樹高生長はある暗さまではかえって大きくなるという。陽光量と着花との関係については、右田^{5,6)}、全¹¹⁾らの研究があり、スギは陽光量100%区で最も多く花をつけ、受光量が少なくなるにしたがって着花量が減少する傾向がみ

られる。このように、スギの生長と着花は陽光量によって大きく左右される。ジベレリンはスギの生長と花芽分化をいちじるしく促進するが⁹⁾、これまでの試験は全陽光下で行なわれ、種々の光の強さのもとでジベレリンの効果を試験した研究は少ない。ジベレリンの生理作用をさらにくわしく研究するために、本研究においては人工的に光の強さを変えて苗木を育てて、ジベレリンの効果を試験した。

本研究に際し、ジベレリンを提供して下さった協和醸酵工業株式会社に対し厚くお礼を申し上げる。また実

* 鳥取大学農学部林学科造林学研究室

Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Tottori University

験を手伝っていただいた向井克明君に深く感謝する。

材料と方法

オキノヤマスギ1年生実生苗を用いて実験を行なった。供試材料は、床替えに先だてて選別して大きさを揃え、全個体について苗高と根元直径を測定した。また別に20本をランダムに選んで苗高、根元直径および乾重量を測定し、それにもとづいて D₃H と苗重との関係式を求め、この式を用いて床替え時の苗木の乾重量を推定した。床替えは3月中旬に行なった。耕うん整地後、1m²当り堆肥2kg、石灰500g、森林肥料(N:P:K=20:10:10)60gを施して、1m²当り64本の密度で植栽した。庇陰試験区として、相対照度100%、50%、15%および6%の4区を設け、ダイオネットで照度を調節した。遮光処理は4月下旬から10月下旬まで行った。ジベレリン処理は、GA₃水溶液を葉面散布した。処理区として、100ppm区と500ppm区、さらに生育前期処理区(6月25日と7月15日の2回処理)と生育後期処理区(8月15日と9月5日の2回処理)の合計4区を設けた。

床替え後、各処理区から10本を選定して10日おきに苗高と根元直径を測定した。さらに10月に各処理区から20本ずつ掘り取り、苗高、根元直径、側枝長、乾重量などを測定した。着花調査は10月下旬に全個体について行なった。雌花は1個ずつ数えたが、雄花は花房数を数えて着花数とした。

結 果

1. 生長におよぼす影響

相対照度別、ジベレリン処理区別の樹高生長の経過を Fig. 1~5 に示す。なお、樹高生長率は測定開始時苗高に対する伸長量のパーセントで示した。相対照度100%区では、前期処理、後期処理ともGA処理後急激に伸長生長が促進された。相対照度50%区と15%区では、前期処理では生長が促進されたが、後期処理ではあまり促進されなかった。また、6%区ではジベレリンによる伸長促進がわずかしみられなかった。

掘り取り調査の結果は Fig. 5 および Table 1 に示すとおりである。なお Fig. 5 の苗高、根元直径および苗重の生長率は、生長開始時と生長終了時の測定値から1生長期の生長率を求め、対照区(相対照度100%、GA無散布区)の値を100として、各処理区の値を示した。

苗高、根元直径および苗重の生長率は、いずれも相対照度の低下にともなって減少した。GA処理の効果を見ると、苗高の生長率は相対照度100%区ではGA処理区

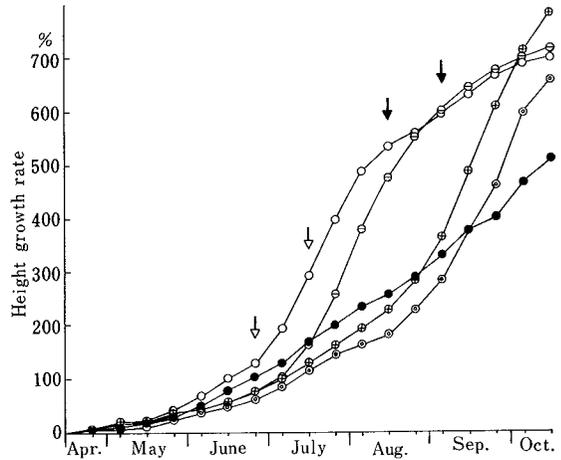


Fig. 1 Height growth under 100% relative light intensity.

● 対照(無処理), ○ GA 100ppm 前期処理,
□ GA 500ppm 前期処理, ◇ GA 100ppm 後期処理,
△ GA 500ppm 後期処理, ▽ GA 前期処理区の散布時期,
↓ GA 後期処理区の散布時期。

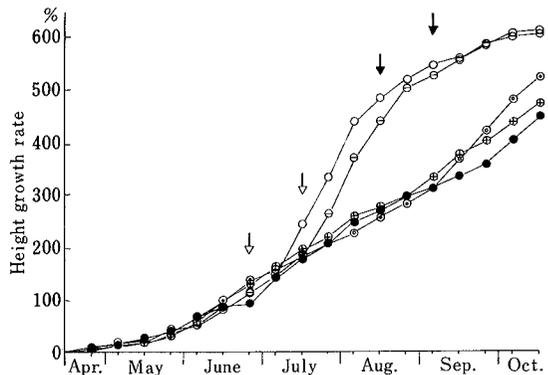


Fig. 2 Height growth under 50% relative light intensity.

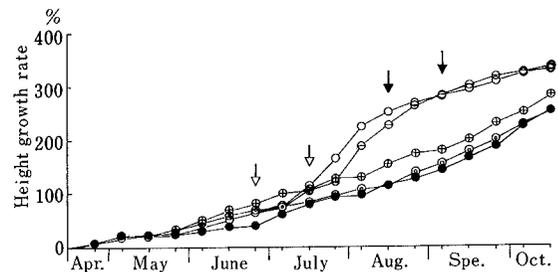


Fig. 3 Height growth under 15% relative light intensity.

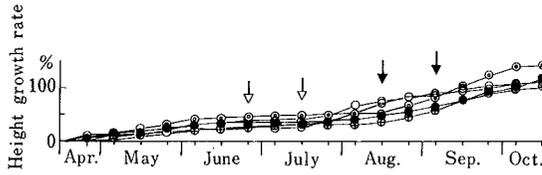


Fig. 4 Height growth under 6% relative light intensity.

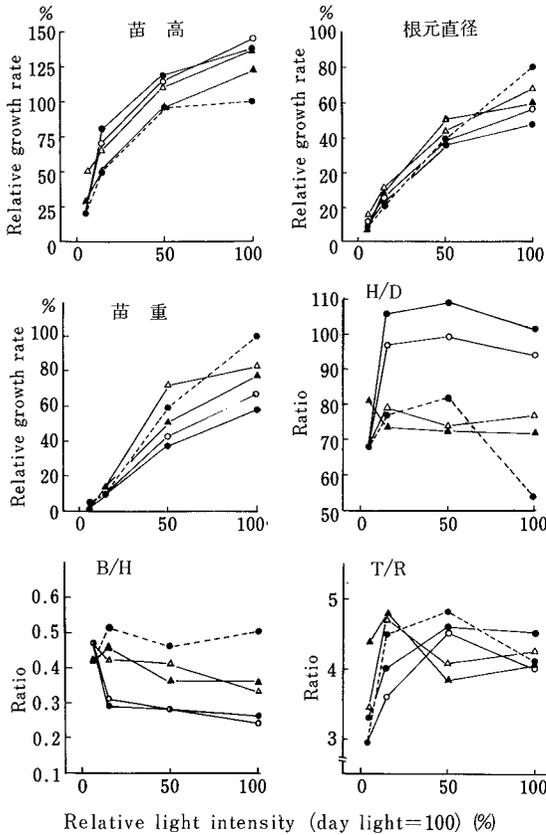


Fig. 5 Effect of gibberellin on the relative growth rates of seedling height, basal diameter and seedling weight and the ratios of H/D, B/H and T/R.

- 対照 (無処理)
- GA 100ppm 前期処理
- GA 500ppm 前期処理
- △—△ GA 100ppm 後期処理
- ▲—▲ GA 500ppm 後期処理

は全部対照区よりも高い値を示した。相対照度50%区と15%区では前期 GA 処理区と後期処理区の100ppm区が対照区よりも高い値を示した。根元直径の生長率は、相対照度100%区では GA 処理によって減少したが、50%以下の照度区では対照区と GA 処理区との間に大きな差はなかった。苗重の生長率は、相対照度100%区では GA 処理によって減少した。相対照度50%区では、GA100ppm 後期処理区を除き、対照区よりも GA 処理区の方が低い値を示した。相対照度15%以下では、対照区と GA 処理区との間に大きな差はみられなかった。以上のように、苗高、根元直径、苗重ともに相対照度 100%区で対照区と GA 処理区との間の差が最も大きく現われ、相対照度の低下にともなって両者の差が少なくなり、相対照度 6%区ではほとんど差がみられなかった。すなわち、ジベレリンの効果は全陽光下で最も強く現われた。

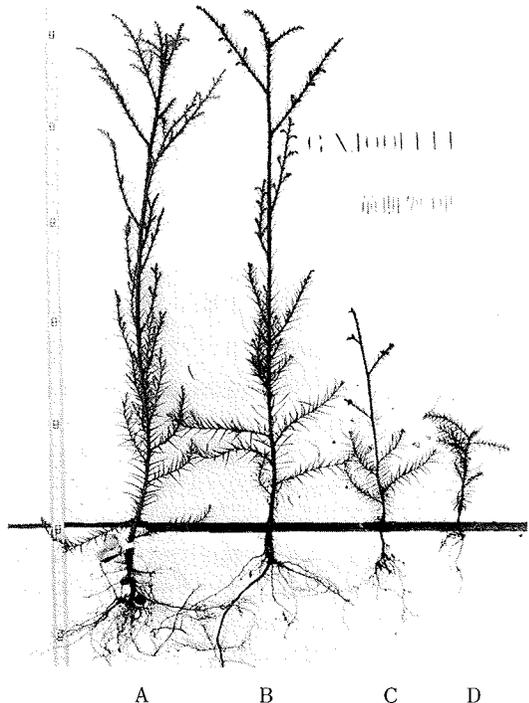


Photo. 1 Effect of gibberellin on the growth and flower bud formation of one-year-old seedlings under different light intensities. 100ppm solution was foliar-sprayed on June 25 and July 15.
A: R. L. I. 100%, B: R. L. I. 50%,
C: R. L. I. 15%, D: R. L. I. 6%.

Table 1 Effect of gibberellin on the growth of one-year-old seedlings under different light intensities

Treatment	Relative light intensity (%)	Height (H) (cm)	Basal diameter (mm)	Elongation of main stem (cm)	Branch length (B) (cm)	Top weight (T) (g)	Root weight (R) (g)	Total dry weight (g)	H/D	B/H	T/R
Control (untreated)	100	35.4	6.6	30.0	17.6	7.52	1.84	9.36	53.6	0.50	4.09
	50	38.6	4.7	32.5	17.7	5.48	1.14	6.62	82.1	0.46	4.81
	15	20.0	2.6	14.7	10.1	1.03	0.23	1.26	76.9	0.51	4.48
	6	11.6	1.7	6.2	4.9	0.29	0.10	0.39	68.2	0.42	2.90
前期 GA ₃ 100ppm	100	50.0	5.3	44.5	11.8	5.22	1.30	6.52	94.3	0.24	4.02
	50	45.7	4.6	39.5	12.9	3.86	0.86	4.72	99.3	0.28	4.49
	15	24.2	2.5	19.2	7.5	0.82	0.23	1.05	96.8	0.31	3.57
	6	11.6	1.7	6.3	5.5	0.29	0.10	0.39	68.2	0.47	2.90
前期 GA ₃ 500ppm	100	48.7	4.8	43.1	12.7	4.84	1.08	5.92	101.5	0.26	4.48
	50	44.7	4.1	38.8	12.7	3.20	0.69	3.89	109.0	0.28	4.64
	15	26.5	2.5	21.7	7.7	0.85	0.21	1.06	106.0	0.29	4.05
	6	11.6	1.7	6.1	5.4	0.30	0.09	0.39	68.2	0.47	3.33
後期 GA ₃ 100ppm	100	49.9	6.5	44.1	16.3	7.39	1.74	9.13	76.8	0.33	4.25
	50	40.1	5.4	33.6	16.5	4.69	1.14	5.83	74.3	0.41	4.11
	15	23.8	3.0	18.6	9.9	1.23	0.26	1.49	79.3	0.42	4.73
	6	12.9	1.9	7.4	6.1	0.38	0.11	0.49	67.9	0.47	3.45
後期 GA ₃ 500ppm	100	46.6	6.5	40.6	16.6	7.61	1.88	9.49	71.7	0.36	4.05
	50	37.5	5.1	31.6	13.6	4.20	1.09	5.29	73.5	0.36	3.85
	15	22.9	3.1	16.8	10.6	1.40	0.29	1.69	73.9	0.46	4.83
	6	13.0	1.6	8.0	5.5	0.31	0.07	0.38	81.3	0.42	4.43

相対照度100%区では、苗高の生長率は、GA 100ppm 前期処理>GA 500ppm 前期処理>GA 100ppm 後期処理>GA 500ppm 後期処理>対照区の順であった。また根元直径と苗重の生長率は、対照区>GA 100ppm 後期処理>GA 500ppm 後期処理>GA 100ppm 前期処理>GA 500ppm 前期処理の順であった。樹高生長は後期 GA 処理よりも前期 GA 処理で促進されたが、直径生長および重量生長は逆に前期処理で一層抑制された。また GA 100ppm 区よりも 500ppm 区の方が樹高生長、直径生長、重量生長ともに劣り、ジベレリンの濃度が高すぎるとかかえて生長が阻害されるようである。

次に相対生長係数についてみると、比較苗高 (H/D) は、対照区では相対照度 100% 区で最も値が低く、50% 以下の照度では逆に高い値を示した。これは、低照度では根元直径の生長が不良であるためである。GA 処理区では、前期処理区の相対照度 15~100% 区で比較苗高が

いちじるしく高かった。また後期処理区の 100% 区も対照区よりも高い値を示した。すなわち、GA 処理によって樹高生長は促進されるが、直径生長は逆に抑制されるので、比較苗高が高くなり、苗木は徒長苗の形態を示した。枝張り度 (B/H) についてみると、相対照度 15~100% 区では GA 処理によって側枝の伸長が抑制され、対照区よりも低い値を示した。とくに前期処理区で側枝の伸長抑制がいちじるしかった。T/R 率は、対照区では相対照度 100% 区よりも 15~50% 区でやや高くなり、6% 区では T/R 率はいちじるしく低下した。GA 処理区では、前期処理区の 15~50% 区および後期処理区の 50% 区で対照区よりも低い値を示した。

2. 花芽分化におよぼす影響

着花調査の結果を Table 2 および Fig. 6 に示す。花芽は GA 処理区で着生し、GA 無処理区では着生しなかった。雌雄両花芽とも GA 100ppm 前期処理区で最も

Table 2 Effect of foliar application of GA₃ on the flower bud formation of one-year-old seedlings under different light intensities.

Relative light intensity (%)	Treatment		% of seedlings with flowers		No. of flowers per seedling	
	Time	Concentration	♂	♀	♂	♀
100	June~	100 ppm	100	30	36.1	1.9
	July	500 "	100	30	34.5	1.7
	Aug.~	100 "	79	11	25.7	0.7
	Sep.	500 "	65	18	14.8	1.4
50	June~	100 ppm	100	40	35.2	2.6
	July	500 "	100	5	33.9	0.1
	Aug.~	100 "	88	13	26.4	0.1
	Sep.	500 "	26	0	0.9	0
15	June~	100 ppm	100	10	10.6	0.3
	July	100 "	85	0	6.1	0
	Aug.~	100 "	70	0	4.1	0
	Sep.	500 "	35	0	2.0	0
6	June~	100 ppm	75	0	2.3	0
	July	500 "	55	0	1.2	0
	Aug.~	100 "	35	0	0.5	0
	Sep.	500 "	5	0	0.1	0

Notes 1) In every treatment, 64 seedlings were used.

2) The number of male flowers were shown by the number of clusters.

多く着生した。雄花芽は相対照度100%区と50%区で多く着生し、照度の低下にともなって着花率および着花数が減少し、6%区ではわずかししか着生しなかった。雌花芽は相対照度100%区で最も多く着生し、照度の低下にともなって着花率、着花数が減少した。15%区では100ppm前期処理区でわずかに着生した。6%区は全然着花しなかった。ジベレリンによるスギの花芽分化は全陽光下で最も促進される。また、雄花芽は雌花芽に比べて弱い光のもとで形成されることがわかった。しかし、弱光のもとでは花の発育が悪く、花の健全な発育のためには50%以上の相対照度が必要のようである。

考 察

本研究の結果によると、ジベレリンは好適濃度ではスギ苗の樹高生長を促進したが、直径生長および重量生長は逆に阻害された。四手井ら⁸⁾が3年生スギ苗で行なっ

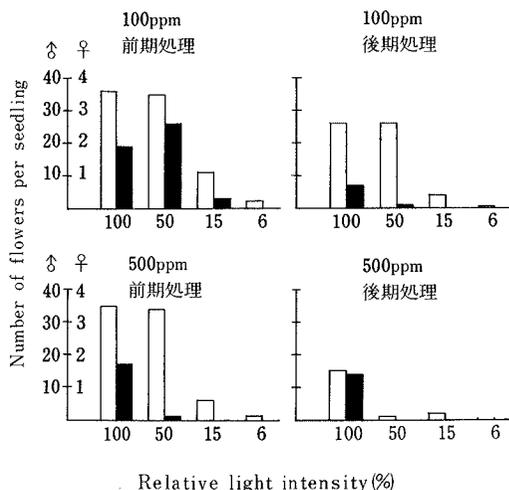


Fig. 6 The relation between light intensity and flower bud formation by gibberellin in one-year-old seedlings.

□ Male flower, ■ Female flower.

た実験によると、高濃度、高回数処理では生長がかえって抑制されたという。Littleら⁴⁾によると、バルサムモミではジベレリンを処理すると主軸の伸長が促進され、R(根重)/T(地上部重)比が減少した。針葉の光合成速度および光合成能力はGA処理木と対照木との間に差がなく、外与のジベレリンは光合成生産物を増加させるのではなく、光合成生産物の配分に影響することによって生長に関与するとしている。しかし、スギの場合はGA処理によって乾重量が減少するので、光合成も阻害されるのではないと思われる。

人工庇陰試験の結果によると、スギは一般に庇陰が強まると直径および重量生長が低下する。しかし、樹高生長はある暗さまではかえって大きくなる場合があるという³⁾。Negishi⁷⁾によると、スギ苗の光合成速度は光が強くなるにしたがって増加し、20kluxで光飽和点に達する。本研究においては、スギ苗の生長は相対照度100%区で最も良く、照度が低下するにしたがって樹高生長、直径生長および重量生長が悪くなった。またジベレリンの効果は全陽光下で最も強く現われ、照度が低くなるほど効果が減退した。樹木の生長には、栄養物質とホルモンなどの生長調節物質が必要である。栄養物質とくに炭水化物は、光合成によって生産されるから、受光量が少なくなれば当然その量は減少し、生長は衰える。受光量と生長調節物質との関係については不明な点が多いが、

一般に樹木は長日処理で栄養生長が促進されるので、受光量が多いほどホルモンの生産が盛んになるのではないかと思われる。スギの生長や花芽分化に対するジベレリンの効果が全陽光下で最も強く現われ、弱光のもとでは現われないことは、栄養物質の問題ばかりでなく、生長調節物質の問題も関係している。外与のジベレリンが効果を現わすためには、内生ホルモンの状態が重要であるように思われる。

陽光量とスギの着花との関係については、二、三の報告がある。右田⁵⁾の実験によると、スギの3年生実生苗は陽光量100%区ではほとんどが着花したが、50%区では100%区の約半、25%区では約四分に着花本数が減少し、15%区はまったく着花しなかった。全ら¹¹⁾がクモトオシスギのさし木苗で行なった実験によると、GA非散布区では雌花芽は陽光量100%区以外は形成されなかった。雄花芽は100%区と58%区に最も多かった。GA散布区では、雌雄両花芽とも100%区に最も多く着生し、受光量が少なくなるほど着花量が減少した。スギの花芽形成には、少なくとも58%以上の光の強さが必要であると結論している。本研究においても、ジベレリンによるスギの花芽分化は全陽光下で最も促進され、照度の低下にともなって着花が悪くなった。また、雄花芽は相対照度6%以上で、雌花芽は15%以上で形成され、雄花芽は雌花芽に比べて弱い光のもとでも形成可能のようであった。

総 括

1年生スギ苗を用いて、種々の光の強さのもとにおける生長と花芽分化に対するジベレリンの効果を試験して、次の結果をえた。

1. 樹高生長はジベレリン処理によって促進されたが、直径生長および重量生長は逆に抑制された。生長に対するジベレリンの効果は、全陽光下で最も強く現われ、相対照度の低下にともなって減退した。

2. ジベレリンによる花芽の分化は全陽光下で最も促進され、相対照度の低下にともなって着花率および着花

数が減少した。雄花芽は相対照度6%以上で、雌花芽は15%以上で形成された。雄花芽は雌花芽に比べて、弱い光のもとでも形成可能のようであった。花芽分化の促進および花芽の十分な発育のためには、少なくとも50%以上の相対照度が必要のようである。

文 献

- 1) 安藤 貴・宮本知子：スギ苗の生長に及ぼす光の強さと植栽密度の影響。日林誌, 54 47~55 (1972)
- 2) 橋詰準人：針葉樹の花芽分化の化学調節。日林誌, 50 14~16 (1968)
- 3) 川那辺三郎・四手井綱英：陽光量と樹木の生育に関する研究(III) 針葉樹苗木の生育におよぼす被陰の影響。京大演報, 40 111~121 (1968)
- 4) Little, C.H.A. and Loach, K.: Effect of gibberellic acid on growth and photosynthesis in *Abies balsamea*. *Can. J. Bot.*, 53 1805~1810 (1975)
- 5) 右田一雄：遮光および日長がスギ苗の花芽着生におよぼす影響。日林誌, 42 49~51 (1960)
- 6) 右田一雄：スギの生育条件と花性。林業技術, 313 29~31 (1968)
- 7) Negishi, K.: Photosynthesis, respiration and growth in 1-year-old seedlings of *Pinus densiflora*, *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa*. *Bull. Tokyo Univ. For.*, 62 1~115 (1966)
- 8) 四手井綱英・市河三次・木平勇吉：ジベレリンによるメタセコイア、スギの開花について(第II・III報)。日林誌, 42 363~368 (1960)
- 9) 佐藤大七郎・堤 利夫：樹木—形態と機能—, 文永堂, 東京(1978) pp. 225~262
- 10) 谷本丈夫：林木の生長に及ぼす人工庇陰の影響(I) 1生長期間中のスギ苗木の庇陰下での生長経過。日林誌, 57 407~411 (1975)
- 11) 全 尚根・宮島 寛：光の強さがスギの花芽形成におよぼす影響。日林九支研論, 25 53~54 (1971)