

ハンノキ属(*Alnus*)3種のジベレリン(GA3)処理時期による花芽分化抑制効果の違い

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
著者名	吉野, 豊
発行元	日本林學會
巻/号	82巻4号
巻号補足	
掲載ページ	p. 388-392
発行年月	2000年11月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



短 報

ハンノキ属 (*Alnus*) 3 種のジベレリン (GA_3) 処理時期による
花芽分化抑制効果の違い吉 野 豊^{*,1}

吉野 豊：ハンノキ属 (*Alnus*) 3 種のジベレリン (GA_3) 処理時期による花芽分化抑制効果の違い 日林誌 82 : 388~392, 2000 オオバヤシャブシ (*Alnus sieboldiana*), ヒメヤシャブシ (*Alnus pendula*) およびハンノキ (*Alnus japonica*) に処理時期を変えてジベレリン (GA_3) の葉面散布を行い、花芽分化の抑制効果を調査した。その結果、ハンノキでは 6 月の処理で雄花と雌花の花芽分化が抑制された。オオバヤシャブシでは 6 月の処理で雄花の、7 月の処理で雄花と雌花の花芽分化が抑制された。ヒメヤシャブシでは 6 月の処理で雄花と雌花の、さらに雄花芽が形成された 7~8 月の処理でも雌花の花芽分化が抑制された。この結果から花芽分化時期の前後にジベレリン処理を行うと、花芽分化が抑制される現象はハンノキ属の樹種が共通にもつ性質であると考えられる。また、オオバヤシャブシとヒメヤシャブシでは、すでに形成された雄花芽にジベレリン処理を行うと花芽が徒長し、大部分の雄花芽が枯死、脱落した。

キーワード：オオバヤシャブシ、ジベレリン、花芽分化、ハンノキ、ヒメヤシャブシ

Yoshino, Y.: Effects of gibberellin (GA_3) applied at various times on flower bud formation in three *Alnus* species. J. Jpn. For. Soc. 82: 388~392, 2000 An aqueous solution of gibberellin (GA_3) was applied to *Alnus sieboldiana*, *A. pendula*, and *A. japonica* at various times and the effect on floral differentiation was examined. In *A. japonica*, the formation of male and female flowers was inhibited by GA_3 applied in June. In *A. sieboldiana*, the formation of male flowers was inhibited by GA_3 applied in June and the formation of male and female flowers was inhibited by GA_3 applied in July. In *A. pendula*, the formation of male and female flowers was inhibited by GA_3 applied in June, and the formation of female flowers was inhibited by GA_3 applied in July or August when the male flowers had already been formed. These results show that the inhibition of floral differentiation by application of GA_3 at the time of floral differentiation is a characteristic common to *Alnus* sp. Furthermore, the application of GA_3 to the male flower buds of *A. sieboldiana* and *A. pendula* already formed caused abnormal elongation of the male flower buds. Most of the male flower buds were killed and detached from the branches by this treatment.

Key words: *Alnus japonica*, *Alnus pendula*, *Alnus sieboldiana*, floral differentiation, gibberellin

I. は じ め に

ハンノキ属 (*Alnus*) の樹木は、世界で 29 種が確認されており、北半球の温帯を中心に北アフリカ、イラン、中南米にも分布している (村井, 1964)。また、日本に分布するハンノキ属の樹種は 10 種に区分される (染郷, 1985)。いずれも根に根粒菌を保持し、地力を増進する働きをもっている (植村, 1964)。やせ地に耐え、成長が速いヤシャブシ (*Alnus firma*) 類は、主として治山用として用いられ、過湿地に生育可能なハンノキ (*Alnus japonica*) は、河畔林や沼沢地の主要な構成樹種となっている (上原, 1959)。このようにハンノキ属の樹種は特殊な環境下に適応して生育が可能なものが多いので、環境保全上重要な役割を果たしている。

兵庫県の六甲山系には治山用として、多くのヤシャブシ類が植栽されているが、最近、この花粉が激しいアレルギー症状を誘発することが明らかとなった (中原ら, 1990)。ハンノキ属を含むカバノキ科の樹木の花粉は、日本のみならず、世界的にも花粉症を誘発することで、大きな問題となっている (小笠原, 1995)。筆者らは、さきに花芽分化前のオオバヤシャブシ (*Alnus sieboldiana*) に

ジベレリン (GA_3) を投与すると、花芽分化を著しく抑制することを明らかにし、この処理がヤシャブシ林の花粉量を減らす手段として有効であることを報告した (吉野・前田, 1997)。そこで、このようなジベレリン処理による花芽分化の抑制効果が他のハンノキ属の樹種にも共通してみられる現象かどうかを確かめるために、ヒメヤシャブシ (*Alnus pendula*) とハンノキについても処理時期を変えて検討した。さらに、オオバヤシャブシについてもジベレリンの処理時期による花芽分化の抑制効果の違いを調査した。

II. 材 料 と 方 法

1. オオバヤシャブシ

供試材料は兵庫県立森林・林業技術センター構内に定植されている 5 個体を用いた。供試木は 8 年生で平均樹高は約 3 m、平均胸高直径は 2.6 cm であった。試験に用いたジベレリン (GA_3) は葉面散布用の市販品 (協和発酵工業株式会社製、商品名：ジベレリン協和) である。処理時期は 1998 年 6 月 12 日、7 月 13 日、8 月 10 日および 9 月 8 日の合計 4 回とした。供試木の個体ごとに長さ約 1.5 m の 1 次枝を 5 本ずつ選び、それぞれの枝を各処理時期と無

* 連絡・別刷請求先 (Corresponding author) E-mail: y-yosino@mvc.biglobe.ne.jp

¹ 兵庫県立森林・林業技術センター緑化センター (669-5114 兵庫県東郡山町野間 903-1)

Hyogo Prefectural Forestry and Forest Products Research Institute Ryokka Center, Noma, Santo-cho, Hyogo 669-5114, Japan.

処理区に割り当てた。ジベレリンの葉面散布は、 $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ の水溶液をハンドスプレーを用いて1枝当たり約100 mLずつ散布した。散布時には処理枝全体をポリエチレン袋で覆い、薬液が他の枝に付着するのを防止し、薬液の滴下がなくなるのを確認してから袋を除去した。なお、8月以後の処理時には、すでに分化していた雄花芽の数を記録するとともに、散布後の雄花芽の状態を定期的に観察した。処理枝における雄花序の着生数の調査は、同年12月に行った。雄花序は枝の先端から3節以下の腋芽に形成されることが多い(吉野・前田, 1997)ので、該当する腋芽の数とその部分に着生した雄花序の数を数え、腋芽100節当たりの雄花序数に換算した。また、雌花序の着生数の調査は翌年4月に行い、供試枝の先端から1 m以内に着生した雌花序数を数えた。

2. ヒメヤシャブシ

供試木は兵庫県加西市にある古法華生活環境保全林に植栽されていた5個体(平均樹高3 m, 平均胸高直径1.8 cm)を用いた。ジベレリン(GA_3)の葉面散布の時期は1998年6月11日、7月14日、8月11日の3回とした。それぞれの個体から長さ約1.2 mの枝を4本ずつ選び、各枝を各処理時期と無処理区に割り当てた。散布に用いたジベレリン水溶液の濃度は $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ で、1枝当たり140 mLの薬液を使用した。散布方法はオオバヤシャブシの場合と同様の方法で行った。なお、雄花芽は6月処理時にはみられなかったが、7月処理時には小さい雄花芽が形成されている枝もあったので、散布時にその数を記録した。処理枝に着生した雄花序数の調査は同年12月に、雌花序数の調査は翌年4月に行った。雄花序は頂芽に形成される。そこで、まず供試枝全体の全頂芽数を数え、そこに着生した雄花序数を記録し、頂芽100個当たりの雄花序数を求めた。雌花序は供試枝の先端から1 m以内に着生した数を数えた。

3. ハンノキ

供試木は兵庫県加西市東剣坂にある貯水池の土手に植栽されていた5個体を用いた。供試木の平均樹高は7.4 m, 平均胸高直径は12.5 cmであった。葉面散布に用いたジベレリン(GA_3)の処理濃度は、 $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ とした。処理時期は1998年6月11日と7月14日の2回とした。各供試木から樹冠の中部に着生している長さ約2.5 mの1次枝を3本ずつ選び、それぞれ6月処理、7月処理および無処理区に割り当てた。なお、処理枝間の距離は、なるべく離してドリフトにより薬液が他の枝に付着しないように配慮した。散布は、長い柄の先端に噴口を付けた噴霧器を用い、薬液のドリフトがないように低圧で散布した。1枝当たりの散布量は600 mLであった。雄花序数と雌花序数の調査は翌年4月に行った。長さが50 cmの小枝(サンプル枝)を供試枝から7~12本選んで、そこに着生した花序数を数えた。なお、雄花序は頂芽の位置に着くので、まずサンプル枝の頂芽数を数え、そこに着生した雄花序数を記録して頂芽100個当たりの着生数に換算した。

III. 結 果

1. オオバヤシャブシ

処理時期別の着花数を図-1に示す。雄花序、雌花序数はともに7月処理区が最も少なく、次いで6月処理区で少ない傾向を示した。7月処理区では雄花序、雌花序数がともに、6月処理区では雄花序数のみが無処理区に比べて有意な差が認められた(t 検定; $p < 0.05$)。また、6月処理区での雌花序数は個体間の差が大きく、無処理区との間に有意差はみられなかったが、無処理区に比べると、着花数が少なかった。6月と7月の処理枝では節間の長さが大きく、徒長傾向を示し、腋芽の形成が阻害される傾向を示した。なお、6月処理区の一部の枝で通常は1個の雄花序となるべき花序が多数の小さな雌花序に変化する奇形が認められた。また、8月以後の処理では処理時にすでに着生していた雄花芽のほとんどは徒長し、やがて枯死し脱落する傾向が認められた。脱落した雄花序を含めると、8月以後の処理区で着生した雄花序数は、無処理区とほとんど差が認められなかった。雌花序数も同様に8月以後の処理では無処理区との間に有意な差が認められなかった。

2. ヒメヤシャブシ

処理時期別の着花数を図-2に示す。雄花序数についてみると、6月処理区の花序数は無処理区に比べて有意に少なかった(t 検定; $p < 0.05$)。また、オオバヤシャブシと同様に、すでに分化している雄花芽にジベレリン処理を行うと、ほとんどの雄花芽が徒長し、やがて枯死、脱落する現象が認められた。脱落した雄花芽数を加えた数で比較す

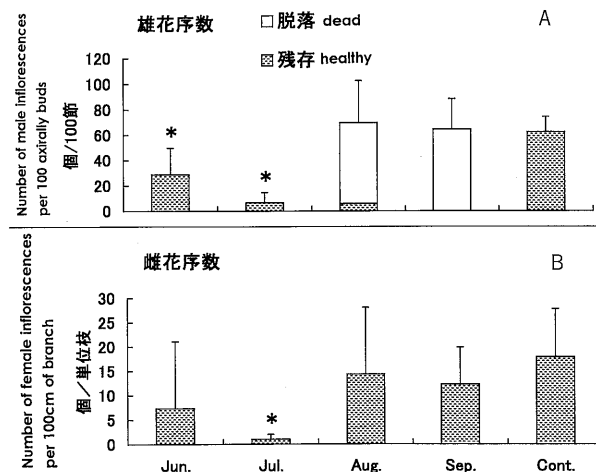


図-1. ジベレリン処理時期別のオオバヤシャブシの花序着生数

Numbers of inflorescences in *Alnus sieboldiana* treated with GA_3 at various times.

平均値と標準偏差を表す。雄花序は腋芽100節当たり、雌花序は長さ1 mに着生した個数である。*は対照区との間に5%の危険率で有意差があることを示す(t 検定)。

Values are means and SD. A, Numbers of male inflorescences per 100 axillary buds; B, Numbers of female inflorescences per 100 cm of branch; *, Significantly different from Control at the 5% level (t -test).

ると、7月処理区の雄花序数は無処理区に比べてやや少ない傾向を示したが、有意な差が認められなかった。また8月処理区の雄花序数も無処理区と、ほとんど差が認められ

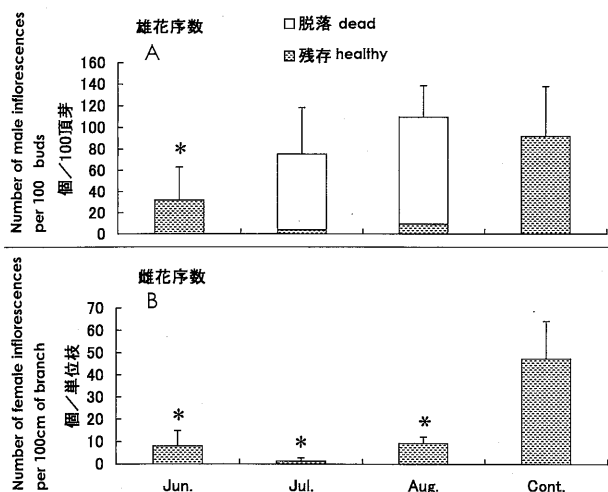


図-2. ジベレリン処理時期別のヒメヤシャブシの花序着生数

Numbers of inflorescences in *Alnus pendula* treated with GA_3 at various times.

平均値と標準偏差を表す。雄花序は頂芽100個当たり、雌花序は長さ1mの枝に着生した数である。*は対照区との間に5%の危険率で有意差があることを示す (t 検定)。

Values are means and SD. A, Numbers of male inflorescences per 100 buds; B, Numbers of female inflorescences per 100 cm of branch; *, Significantly different from Control at the 5% level (t -test).

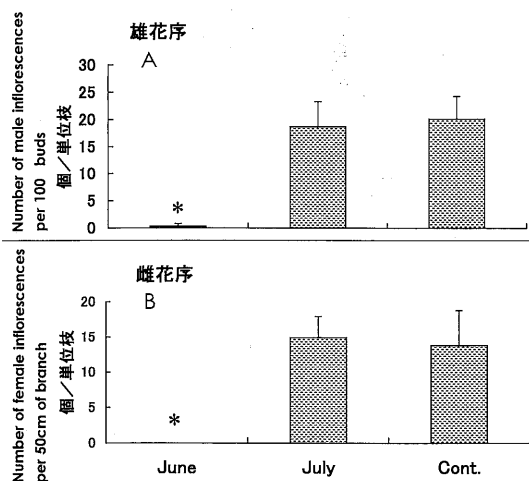


図-3. ジベレリン処理時期別のハンノキの花序着生数

Numbers of inflorescences in *Alnus japonica* treated with GA_3 at various times.

平均値と標準偏差を表す。雄花序は頂芽100個当たり、雌花序は長さ50cmの枝に着生した数である。*は対照区との間に5%の危険率で有意差があることを示す (t 検定)。

Values are means and SD. A, Numbers of male inflorescences per 100 buds; B, Numbers of female inflorescences per 50 cm of branch; *, Significantly different from Control at the 5% level (t -test).

なかった。雌花序数についてみると、6~8月の処理区はいずれも無処理区に比べて有意に少なかった (t 検定; $p < 0.05$)。なお、6月処理区の多くの枝では節間が著しく伸長し、徒長傾向を示した。

3. ハンノキ

処理区別の着花数を図-3に示す。雌花序、雌花序ともに6月処理区の着花数は無処理区に比べて有意に少なかった (t 検定; $p < 0.05$)。しかし、7月処理区の着花数は雄花序、雌花序ともに無処理区に比べて、ほとんど差が認められなかった。なお、6月処理区の枝のほとんどは、節間が長く徒長傾向を示した。

IV. 考 察

わが国に自生するハンノキ属樹種は、ミヤマハンノキ亜属 (*Alnaster*) とハンノキ亜属 (*Gymnothyrsus*) の2亜属に区分されており、オオバヤシャブシとヒメヤシャブシは前者、ハンノキは後者に属している (村井, 1963)。オオバヤシャブシにジベレリン処理を行うと、花芽分化が顕著に抑制されることは、さきに報告した (吉野・前田, 1997)。本試験の結果から花芽分化時期前後にジベレリン処理を行うと、ヒメヤシャブシとハンノキについても花芽分化が著しく抑制されることが確かめられた。この結果から、ジベレリン処理による花芽分化の抑制現象はハンノキ属の樹種に共通に認められる現象である可能性が強いと推察される。また、筆者はカバノキ属の樹種についてもジベレリン処理により花芽分化が顕著に抑制される現象を確かめている (Yoshino, 2000)、したがって、この現象はカバノキ科の樹種が共通にもつ性質かもしれない。このことを確かめるためには、さらに多くの樹種について検討する必要がある。

ハンノキ属の樹種では、6~7月に花芽が形成され、雄花序は外部に露出するが、雌花序は翌年の春にならないと外部に出現しない (矢頭・岩田, 1961)。また、雄花芽も外観上、花芽と判定できるのは、花芽分化後の発育のステージがかなり進行してからである。したがって、花芽の分化・発育を詳細に調査するには、時期別に茎頂を採取し、その顕微鏡標本を作製し、検鏡する必要がある。筆者らは、このような方法でオオバヤシャブシの雄花芽と雌花芽の分化時期を調査し、花芽分化が始まる時期は、いずれも7月上旬であることを確かめている (筆者未発表資料)。

オオバヤシャブシでは、ジベレリン処理による花芽分化の抑制効果は、花芽分化のごく初期のステージである7月の処理で効果が最も高く、花芽が未分化である6月の処理では効果がやや低下する傾向が認められた。また、花芽分化のステージが進んだ8月以後の処理では花芽分化の抑制効果が認められないことが確認できた。

7月処理を行った7月13~14日には、オオバヤシャブシではまだ外観上、雄花芽の形成が認められなかったが、ヒメヤシャブシとハンノキではすでに雄花芽の形成が多く認められた。したがって、ヒメヤシャブシとハンノキの雄

花芽の分化時期は、オオバヤシャブシの花芽分化よりも早い6月中～下旬と推察される。ヒメヤシャブシとハンノキでは、雄花芽が認められない時期である6月処理で雄花芽と雌花芽の分化抑制効果が認められた。ところが、雄花芽が多く認められた時期である7月の処理では、ハンノキは雄花序、雌花序ともに花芽分化の抑制効果が認められなかった。これらの結果から、各樹種とも花芽分化の初期かその直前にジベレリン処理を行うと、花芽分化が著しく抑制される現象が認められた。しかし、ヒメヤシャブシの雌花序は雄花芽の形成がすでに確認された7月～8月の処理でも花芽分化が抑制された。ヒメヤシャブシでは雄花芽と雌花芽で分化の時期が異なり、側生花芽である雌花芽は頂生花芽である雄花芽よりもかなり遅い時期に形成される可能性がある。そのため、遅い時期のジベレリン処理でも雌花芽の分化を抑制したのかもしれない。あるいは、雌花芽の発育がかなり進んだステージにおいても、ジベレリン処理を行うと、雌花芽が生理的に異常な状態となって発育が阻害される可能性も考えられる。この点については、今後、形態学的な調査が必要である。

なお、ヒメヤシャブシとオオバヤシャブシでは、すでに分化した雄花芽にジベレリン処理を行うと、花芽が徒長し、枯死、脱落する現象が認められた。したがって、花芽の発育がかなり進行した時期でも、ジベレリン処理を行うと、雄花序数を減らす効果があるといえる。このように、発育段階に入った花芽にジベレリンを投与すると生理的に異常な状態を引き起こし、花芽の発育が阻害される現象は、リンゴ (McLaughlin and Greene, 1984) やピスタチオ (Lin *et al.*, 1984) でも認められている。

木本植物の花芽分化は、通常、伸長成長が停止したり、緩慢となる時期に誘起されることが多い (中川, 1988)。オオバヤシャブシは花芽が形成される7月上旬には、枝は伸長成長が緩慢となっているが、主軸はまだ盛んに伸長中である (吉野, 2000)。したがって、花芽は伸長成長が緩慢となった枝に多く形成され、主軸や伸長成長が進行中の枝には形成されない (吉野, 2000)。伸長成長が旺盛な枝には内生ジベレリン・ジベレリン様物質の含量が多く、花芽分化が抑制される傾向は、ヤナギ属 (Junttila, 1982)、ニホンナシ (伴野ら, 1985)、ウンシュウミカン (尾形ら, 1996) などで確認されている。また、果樹では、発育段階にある果実内で内生ジベレリンが作られ、着果枝のジベレリン含量が増加すると、花芽分化が抑制されると考えられている。つまり、多量の果実が着いている枝では、内生ジベレリンの生成量が多く、花芽分化が抑制され、隔年結果の一因となるといわれている (高木・鈴木, 1985; Garcia-Luis *et al.*, 1986; 岩垣, 1995)。この原因としては、リンゴでは果実中の種子で生産されるジベレリンがサイトカイニンの移動を阻害し、茎頂分裂組織の活動を抑制するためと推察されている (McLaughlin and Greene, 1991)。

通常、植物体の栄養成長期の内生ジベレリンの量は、生

重1g当たり数ngから数十ng程度とごく微量である (山口, 1996)。本試験のように内生量に比較して、はるかに多いジベレリンを投与すると、生殖成長に入りつつある枝を栄養成長の段階に引き戻し、花芽分化が起きにくい生理状態に誘導するものと思われる。

なお、ウンシュウミカンにジベレリン処理を行うと、花芽を葉芽に変えるのではないかとわれている (岩堀, 1983)。この結果からジベレリン処理は花芽分化の初期のステージにある花芽を葉芽に変化させる作用をもつ可能性も考えられる。この点については、今後、処理後の花芽の形態的な変化を経時的に観察し、解明する必要がある。

なお、無傷植物にジベレリン処理を行うと、頂芽優勢を盛んにし、腋芽の形成を抑制する現象が認められている (増田ら, 1971)。本試験でも花芽分化が著しく抑制された枝では、節間成長が促進され、腋芽の形成が阻害された。この結果から、ジベレリン処理による花芽分化の抑制現象は腋芽の形成の阻害に起因する可能性もある。

引用文献

- 伴野 潔・林 真二・田辺賢二 (1985) ニホンナシの花芽形成、栄養成分並びに内生生長物質に及ぼす SADH 及び新梢誘引の影響。園学雑 53: 365-376。
- Garcia-Luis, A., Almela, V., Monerri, C., Augusti, M., and Guardiola, J. L. (1986) Inhibition of flowering *in vivo* by existing fruits and applied growth regulators in *Citrus unshiu*. *Physiol. Plant.* 66: 515-520.
- 岩堀修一 (1983) 柑橘における生長調節物質の利用。植物の化学調節 18: 26-37。
- 岩垣 功 (1995) 常緑果樹における着花、結実の制御技術。植調 29: 3-10。
- Junttila, O. (1982) Gibberellin-like activity in shoots of *Salix pentandra* as related to the elongation growth. *Can. J. Bot.* 60: 1231-1234.
- Lin, T.-S., Crane, J. C., and Ryogo, K. (1984) Effects of gibberellic acid on vegetative and inflorescence buds of pistachio. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 109: 39-42.
- 増田芳雄・勝見允行・今関英雄 (1971) 植物ホルモン。368 pp, 朝倉書店, 東京。
- McLaughlin, J. M. and Greene, D. W. (1984) Effects of BA, GA₄₊₇ and daminozide on fruit quality, vegetative growth, flower initiation, and flower quality of 'Golden Delicious' apple. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 109: 34-39.
- McLaughlin, J. M. and Greene, D. W. (1991) Fruit and hormones influence flowering of apple. II. Effects of hormones. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 116: 450-453.
- 村井三郎 (1963) 邦産ハンノキ属の植物分類・地理学的研究 (第II報) 低木樹種を含めた全樹種の比較研究。林試研報 154: 21-72。
- 村井三郎 (1964) 邦産ハンノキ属の植物分類・地理学的研究 (第III報) 世界全種の分類および各節の分布。林試研報 171: 1-107。
- 中川昌一 (1988) 果樹園芸原論 開花・結実の生理を中心として。492 pp, 養賢堂, 東京。
- 中原 聡・芦田恒夫・衛藤幸男 (1990) オオバヤシャブシの花粉症の一例とその疫学調査。アレルギー 39: 10-109。
- 小笠原寛 (1995) ハンノキ属花粉飛散と花粉症 (兵庫県の花粉症。小笠原寛編著, 119 pp, 神戸新聞総合出版センター, 神戸)。59-73。
- 尾形凡生・蓮川博之・塩崎修志・堀内昭作・河瀬憲次・岩垣 功・奥田 均 (1996) ウンシュウミカンの栄養器官における内生ジベレリンの含量の時期別消長とパクロブトラゾール処理がジベレリン合成に及ぼす影響。園学雑 65: 245-253。
- 染郷正孝 (1985) ハンノキ植物の細胞遺伝 樹木進化の一断面。132 pp, 林木育種協会, 東京。

- 高木敏彦・鈴木鉄男(1985) ウンシュウミカンの開花時における新梢および母枝中のジベレリン様物質の活性. 静岡大農研報 35: 25-28.
- 上原敬二(1959) 樹木大図説(I). 1300 pp, 有明書房, 東京.
- 植村誠次(1964) 肥料木と根粒菌. 264 pp, 地球出版, 東京.
- 山口信次郎(1996) ジベレリン生合成の研究. 最近の進歩(1). 化学と生物 34: 402-410.
- 矢頭献一・岩田利治(1961) 図説樹木学. 落葉広葉樹編. 216 pp, 朝倉書店, 東京.
- 吉野 豊(2000) オオバヤシャブシの花芽分化に及ぼす日長時間の影響. 日林誌 82: 91-94.
- Yoshino, Y. (2000) Inhibition of flower bud formation in *Betula platyphylla* and *Betula pendula* by gibberellin (GA₃) application. J. For. Res. 5: 67-70.
- 吉野 豊・前田雅量(1997) ジベレリン (GA₃) およびウニコナゾール-P 処理がオオバヤシャブシの花芽分化に及ぼす影響. 日林誌 79: 89-93.

(2000年4月14日受付, 2000年7月27日受理)