

カラマツ類の高芽接ぎによる世代短縮と着花促進(2)

台・穂各クローンの着花性と高芽接ぎラメットの着花

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
著者名	濱谷,稔夫 佐々木,忠兵衛 倉橋,昭夫
発行元	日本林學會
巻/号	71巻7号
巻号補足	
掲載ページ	p. 265-270
発行年月	1989年7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



論文

カラマツ類の高芽接ぎによる世代短縮と着花促進 (II)
台・穂各クローンの着花性と高芽接ぎラメットの着花

濱谷 稔夫*・佐々木忠兵衛**・倉橋 昭夫**

濱谷稔夫・佐々木忠兵衛・倉橋昭夫：カラマツ類の高芽接ぎによる世代短縮と着花促進 (II) 台・穂各クローンの着花性と高芽接ぎラメットの着花 日林誌 71: 265~270, 1989
カラマツ類の台木と供穂個体それぞれの着花性が高芽接ぎラメットの着花に与える影響を検定する目的で、着花性のわかっている個体を組合せて作ったカラマツ+カラマツ+グイマツを台木としこれにグイマツ2年生苗を芽接ぎする3段高芽接ぎ実験と若干の関連実験を行った。各クローンの着花性を高・低二つのクラスに分け、その組合せを穂/台の記号で示すと、着花の良い方から 高/高>高/低>低/高>低/低の順になった。つまり、芽接ぎラメットの着花は、まず供穂クローンの着花性によって、次いである程度台木クローンの着花性によって左右される。そして、着花性の高い成木を台木にすると、供穂個体の芽接ぎ時の樹齢に関係なく、芽接ぎラメット上の雌球花着花開始はほとんど同じになる。一方、着花性が低い幼齡の台木に芽接ぎしてその成熟を待つ場合では、概して成熟した供穂個体および着花性の高い供穂個体の芽接ぎラメットの方が早く着花する。

HAMAYA, Toshio, SASAKI, Chubei, and KURAHASHI, Akio : Effectiveness of top-budding on the acceleration of maturity and flower setting of larch species (II) Effect of the flower setting ability of the scion and stock clones on that of the ramets J. Jpn. For. Soc. 71: 265~270, 1989 The buds of 2-year-old seedlings of Kurile larch (Gk; *Larix gmelinii* (RUPR.) RUPR. var. *japonica* (REG.) PILGER) were grafted onto the top shoots of 3-step grafts combined in the order of L (2-year-old seedlings) + L+Gk (L: Japanese larch: *Larix kaempferi* (LAMB.) CARR.). With separation of the clones into two classes of great (g) and little (l) ability for flower setting, and expressing the combination of the classes of scions (buds) and stock in each step with the figures of scion/stock, the degree of flower setting was in the order of g/g>g/l>l/g>l/l. This means that the budded ramets set flowers under the influence of the flower setting ability of the scion clone at first and then, to some extent, of the stock clone; and, when adult trees with great flower setting ability are used as stock, the budded ramets on them almost simultaneously begin to set female strobili without regard to the age of the bud suppliers at the time of budding. However, on immature stock or that with little such ability, the ramets of mature scion suppliers and of clones with great flower setting ability generally set flowers earlier.

I. はじめに

カラマツ類の高芽接ぎによる世代短縮効果の解明を目的とする一連の研究で、カラマツ幼・若齡個体を成木に高芽接ぎしてその着花の著しく促進されることが前報(I) (4)で明らかにされた。そしてその際台木となる個体の供穂個体との組合せによって芽接ぎラメットの着花に大きな影響のあることも示唆された。そこで台・穂間の着花性の影響関係を検定する目的で3種の実験、すなわち、(i)それぞれ着花性の異なるカラ

マツ個体とグイマツ個体を種々に組合せた2段芽接ぎラメットを台木とし、これにグイマツ2年生実生苗を芽接ぎしてその着花状況を比較する(幼齡苗3段芽接ぎ)実験、(ii)着花性の違いのわかっているカラマツ成木の間で相互芽接ぎを行って着花への影響を検討する(相互芽接ぎ)実験、および(iii)カラマツ・グイマツ接木ラメットに対する台・穂部位別環状剥皮処理の着花への影響を比べる(台・穂別環状剥皮)実験を行った。本報はとくに(i)について1981~1986の6年間の観察結果をまとめたものである。(ii)および(iii)は

* 東京大学農学部 Fac. of Agric. Univ. of Tokyo, Tokyo 113

** 東京大学北海道演習林 Univ. For. in Hokkaido, Univ. of Tokyo, Furano 079-15

*** 現勤務先: 東京農業大学農学部 Fac. of Agric., Tokyo Univ. of Agric., Tokyo 156

まだ観察継続中であって一部の関連する事項についてのみ触れる。

II. 材 料 と 方 法

1. 供穂個体, 台木および接ぎ方

1) 幼齡苗 3 段芽接ぎ実験

台木: カラマツ(L)個体とグイマツ(Gk)個体の間で L+L+Gk という形の 2 段接木が行われたラメット 8 本 (別に対照 2 本) を台木として用いた (図-1)。すなわち, 1964 年にカラマツ 2 年生実生苗にカラマツ V-58 および V-307 の第 1 段接木が行われた。そして 9 年目の 1972 年にこれらの接木ラメット (当時の樹高約 4.5 m) を台木として, その樹冠外縁部にグイマツ早期着花性個体 2 本 (V-544, V-545) および比較木 2 本 (V-

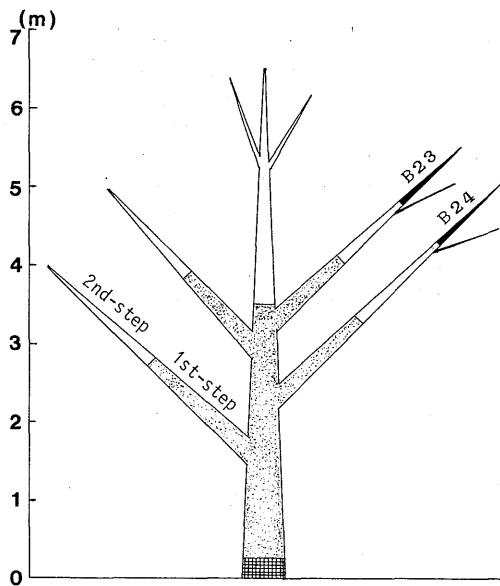


図-1. カラマツ・グイマツの 3 段高芽接ぎ

Schema of three-step-budding of L and Gk clones

注 ■■■: 基底台木, カラマツ 2 年生実生

▨: カラマツ第 1 段接木ラメット (V-58 または V-307), 1964 年接木。

□: グイマツ第 2 段芽接ぎラメット (V-544, 545, 574 または 1481), 1972 年接木。

■: グイマツ 2 年生実生芽接ぎラメット, 1981 年接木。

N. B. ■■■: 2-year-old L seedling as the basal stock.

▨: First-step grafted ramet of a L tree (V-58 or V-307), grafted in 1964.

□: Second-step budded ramets of Gk trees (V-544, 545, 574 or 1481), grafted in 1972.

■: Final-step budded ramets of 2-year-old Gk seedlings, grafted in 1981.

574, V-1481) の第 2 段芽接ぎを実施し, さらに 9 年を経過した 1981 年にその上にグイマツ 2 年生実生 2 個体の芽接ぎラメット (最終段) を作った。なお, カラマツ第 1 段接木ラメットのクローン当り 1 本ずつを台木の着花状況の比較観察用として第 2 段芽接ぎをせずにそのまま残した (表-2 の**)。

表-1. 供試木オルテットの樹齢と大きさ

Age and size of orthets

樹種*	個体番号	樹齢	樹高	胸高直径	調査年
Species	Individual used	Age	Height (m)	D.B.H. (cm)	Measured in
Gk	B 23**	2	0.2	—	1981
	B 24**	2	0.2	—	1981
	V-92	49	23.7	24.3	1984
	V-544	27	17.6	13.9	1984
	V-545	27	17.4	18.7	1984
	V-574	27	16.4	20.0	1984
	V-1481	46	17.5	28.8	1972
L	V-58	42	29.6	49.0	1957
	V-307	59	31.0	60.0	1974

注 *Gk: グイマツ, L: カラマツ, **V-92 の自然受粉家系。

N. B. *Gk: *Larix gmelinii* var. *japonica*, L: *L. kaempferi*.

**Open-pollinated family of V-92.

表-2. クローン組合せ別第 1・2 段接木ラメットの着花値*

Flower setting on every combination of clones as stocks*

接木クローン	Grafted clone	年 Year			
第 1 段 1st-step	第 2 段 2nd-step	1983	1984	1985	1986
	**	2	•	1	•
V-58	V-574	1	•	•	•
	V-1481	•	•	1	•
	V-544	3	3	1	3
	V-545	3	2	1	2
	**	3	•	3	•
V-307	V-574	2	•	1	•
	V-1481	1	•	1	•
	V-544	4	4	1	3
	V-545	3	2	2	3

注 *: 着花値; 0 (•: なし) と 1~9 (多) の 10 段階。

細字: 雄花, 太字: 雌球花。**: 上部に接木なし (対照)。

N. B. *: Degree of flower setting; 10 classes from

0 (•: none) to 9 (abundant). Century: Male, Gothic: Female.

** : No graft on the upper part (control).

供穂苗：最終段階芽接ぎにはグイマツ（千島系）V-92の自然交配次代のうちから2年生苗2本（B23, B24）を選んで用いた。これらの苗の1年生部分の芽を採取してグイマツ第2段階芽接ぎラメットの先端部に芽接ぎした。B23, B24の2本のオルテットも本試験地の側に定植された。

各段階供穂個体オルテットの大きさと樹齢を表-1に、また第2段階までの各組合せ接木ラメットの着花状況を表-2に示す。

カラマツ両オルテットのうち、V-58は比較的着花性が低く着花量の少ない個体、そしてV-307は着花性が高く雌球花着花の多い個体である(4)。また第2段階芽接ぎに用いたグイマツ4個体のうち、V-544とV-545は早期着花性個体でとくに雌球花の着花が早く量も多いことで著しい(5)。これらに比べてV-574とV-1481は着花量が少なく、両者の間にはっきりした違いがみられる。

2) 相互芽接ぎによる台木の着花性の検定

上にみたような台木と芽接ぎラメット相互の相手の着花性への影響あるいはその効果の現れ方が両者のどちらにより強く依存するかを検討する目的で、出自を同じくし同齢であるが着花性を異にする個体間で相互芽接ぎを実施した。すなわち、1981年4月に24年生となったNo.1とNo.2[前報(I)表-1参照(4)]の間で相互芽接ぎを行った。

3) 台・穂部位別環状剥皮処理実験

台木と芽接ぎラメットのおのおのに対する機械的な着花促進処理(環状剥皮)(3)が互いに相手の着花にどのような効果を及ぼすかをみる目的で、L(3年生苗)+Gk(V-92)の接木ラメット3本を用いて、(1)L台木を地上約90cmで処理、(2)Gk芽接ぎラメットを芽接ぎ位置より約40cm上、地上1.5mで処理、(3)無処理、の3種の処理区(各1本を4回反復処理)の実験を行い、それぞれの着花状況を比較した。

2. 芽接ぎラメットの着花調査

台・穂両者の着花などに関する調査の方法はすべて前報(I)(4)と同じである。毎年春の開花期に各接芽から伸長した枝(「芽接ぎラメット」)の着花状況を観察し、10段階の着花値クラス(無0から花芽が枝全面に群がり着く状態9までを区分、0:大凶、1~2:凶、3~4:並下、5~6:並、7~9:豊)に仕分けした(3~5)。雌球花着花の少ないものは実数を数えた。芽接ぎクローンの着花程度を表すのに、各クローン3ないし9ラメットの平均をもってそれぞれの値とした。

III. 結果の検討

1. 3段階芽接ぎ幼齢苗クローンの着花

グイマツ2年生苗芽接ぎクローンの着花状況を台木クローン組合せ当り2~4ラメットの着花値の平均として表-3に示した。

表-3を通覧して、以下の傾向が指摘される。

(i) 大半の芽接ぎ組合せのラメットは芽接ぎ後4*年目の1985年に相当量の雄花を着け始め、また若干数の雌球花を着けた。2,3の組合せではさらに早く、2,3年目の1983, '84年から雄花着花を始めた。ちなみに1983, '85両年はカラマツの豊作年つまり着花の多い年であった[前報(I)表-2, 3参照(4)]。しかし、両供穂個体B23, B24のオルテットは8年生の時点(1986年秋)でまだ雌雄ともに着花を始めた形跡がない。そこで、参考までに、これらのオルテットと同じくV-92から自然受粉で得られた次代家系(1966年に

表-3. 各クローン組合せ台木上の芽接ぎ2クローンの着花状況

Flower setting of 2 budded clones on every combination of stock clones

接木クローン 1st-step	Grafted clone 2nd-step	供穂個体 Bud supplier	年 Year			
			1983	1984	1985	1986
V-58	V-574	B23	•	•	•	•
		B24	•	•	•	•
	V-1481	B23	•	•	•	•
		B24	•	•	•	•
	V-544	B23	•	•	•	•
		B24	•	•	•	•
	V-545	B23	1	•	•	•
		B24	•	•	•	•
V-307	V-574	B23	+	•	•	•
		B24	•	•	•	•
	V-1481	B23	•	•	•	•
		B24	•	•	•	•
	V-544	B23	•	•	•	•
		B24	•	•	•	•
	V-545	B23	•	•	•	•
		B24	•	•	•	•

注 細字：雄花着花値；(•：なし)~9(多)の10段階(+：1未満の平均着花値)。太字：雌球花実数(+：1未満の平均着花値)。

N. B. Century: Degree of male flower setting; 10 classes from 0 (•: none) to 9 (abundant) (+: mean value less than one). Gothic: Number of female strobili (+: mean number less than one).

試験地植栽のもの)を定期的に調査してきたところ、樹齢21**年(1985年)にはじめて多くの雌球花を着けた。なお、V-92自体は、グイマツの母樹のうちではこれまで比較的着花の多かった個体である(* **は(iii)で使用)。

(ii) 上のような着花状況の中でも、第1段および第2段クローンの着花性の差によって低いもの同士の組合せから高いもの同士の組合せに向かって(表の上段から下段に向かって)順に雌雄とも着花量が多くなる。いま各クローンの着花性を高・低二つのクラスに分け、組合せを、

接穂(最終段あるいは第2段)のクラス
台木(第2段あるいは第1段)のクラス

という分数式の形で示すと、着花のよい方から高/高>高/低>低/高>低/低の順となる。この結果でみる限り接穂ラメットの着花にはまず接穂クローンそのものの着花性が、次いで台木クローンの着花性がある程度の影響を及ぼすといえる。このような傾向は、表-2で示された第1段+第2段クローン組合せ台木の着花値の傾向とも似ている。つまり、台木の着花性によって芽接ぎラメットの着花開始年や着花量が大きく左右されることも明白な事実である。

(iii) 最終段芽接ぎのグイマツ両クローンの間にも着花性に差があるように認められる。すなわち、いくつかの台木クローン組合せの上で、B23のほうがB24より着花が早く、雌雄ともに着花量も多い。

以上要するに、グイマツにおいても幼齢個体の高芽接ぎによって著しい着花促進・世代短縮の効果が認められた。カラマツの場合前報(I)(4)と同様に、その効果を、

$$P=a-b$$

ただし、 a :2年生実生苗の着花開始までの年数、
 b :同じ2年生苗を高芽接ぎして着花開始するまでの年数、

で示すと、

$$17 [=21^{**}-4^{*},$$

ただし前報(I)(4)と同じ計算では

$$15=21^{**}-(4^{*}+2),$$

(* **は(i)の数値を応用)]

年という大きな値となり、促進の効果はきわめて大きいといえる。そしてその場合、第1段台木から数えた樹齢のほか、台木や供穂個体の着花性が大きく影響し、しかも着花性の良いクローンを組合せた方がさらに効果を高めるようである。

2. 相互芽接ぎにおける着花性の影響

1988年春で7年を経過してなお、すべての芽接ぎラメットに雌球花の着花が認められていない。また、雄花も1983年に台・穂組合せNo.2+No.2にラメット当たり平均2個、1985年にNo.1+No.2に2個、No.2+No.2に6個がそれぞれ認められたのみである。一方、着花性の低いNo.1を供穂個体とした場合の組合せNo.1+No.1およびNo.2+No.1の両者には7年目の現在まだほとんど着花が認められていない。これは普通の高芽接ぎラメットなら雌球花の着花可能となる4年目すなわち1985年以降に豊作年がないことも一因と考えられる。いずれにしても、現時点で台木および供穂個体としての影響いかなるを論じるのは尚早である。

3. 台・穂部位別環状剥皮処理の効果

各処理区、各年度における台木、接木ラメットごとの着花状況を表-4に示す。これによると、芽接ぎラメ

表-4. グイマツV-92芽接ぎラメットを台・穂部位別に環状剥皮処理した場合の着花状況

Flower setting as the result of girdling either the stocks or the budded ramets of V-92

処理区 Treatment	着花位置 Location of flower setting	年 Year							
		1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	
♂ ¹⁾	(1) ²⁾	b. r. ³⁾	5	1	4	2	5	•	6
		S. ³⁾	4	•	1	1	3	•	4
	(2) ²⁾	b. r.	—	1	4	3	5	•	6
		S.	—	•	•	2	1	•	4
	(3) ²⁾	b. r.	4	1	4	2	4	•	5
		S.	1	•	•	1	•	•	2
♀ ¹⁾	(1)	b. r.	153	•	243	•	485	•	1020
		S.	•	•	•	•	2	•	4
	(2)	b. r.	—	•	126	15	149	•	810
		S.	—	•	•	•	•	•	•
	(3)	b. r.	32	•	•	•	5	•	618
		S.	•	•	•	•	•	•	•

注¹⁾ ♂:雄花着花値, ♀:雌球花数。²⁾(1):台木に環状剥皮処理, (2):芽接ぎラメットに処理, (3):無処理。各処理に1個体を反復供試。処理年度:1978, 1980, 1982, 1984。³⁾b. r.:グイマツV-92の芽接ぎラメット, S.:カラマツ台木。

N. B. ¹⁾ ♂: Degree of male flower setting, ♀: Number of female strobili. ²⁾(1): Girdling of stocks, (2): Girdling of ramets, (3): No treatment. One individual was used repeatedly for each treatment. Year of treatment: 1978, 1980, 1982, and 1984. ³⁾b. r.: Budded ramet of V-92, S.: Stock of L.

ットの雄花着花値は豊・凶年それぞれに処理区間で大差がなく、同一処理区の台木（の枝）上の着花値がそれより多少ずつ劣るのみであった。（１）と（２）の接木ラメットおよび（１）の台木にしかるべき着花値が得られることは当然予想されたことであるが、（２）の台木にも何がしかの着花が認められた。しかし（３）においても若干量の着花があったので、この説明は慎重を要し、剥皮の効果が接木位置を超えて下方に及ぶ可能性よりもここはむしろ台・穂間の着花性の相互影響の可能性を考えるべきかもしれない。他方、雌球花の着花は芽接ぎラメットでのみ観察され、（１）において最も多く、（２）ではそれよりやや少ないか約半数ないし $1/3$ 、（３）で最も少なかった。

IV. 考 察

本研究の主眼は、成熟期に達した台木上で高芽接ぎによって幼齡個体をクローン化し着花促進・世代短縮効果を上げる際の、接木クローンの着花に及ぼす台木の着花性や樹齡等の影響について検証することである。

高芽接ぎクローンの着花傾向が台木から強い影響を受けることは明らかであるが、このように着花性の高い成熟した台木の上で幼齡個体クローンが急速に着花可能な成熟状態となり着花結実を早める過程にはどのような内的要因が介在しているであろうか。そのような要因としては、（１）結実豊凶周期、（２）台木の成長ないし成熟度合、着花性等の諸性質、（３）同じく供穂個体の諸性質、（４）台木と供穂個体の組合せ、および（５）これらと関連する成長調節物質（ホルモン等）などが考えられるが、そのうち（１）～（３）の一部に関連して前に若干触れたことがある（６）。

着花性の高い台木クローンの樹体内には低いものよりもある種の着花誘起物質の生産蓄積が多く、その物質が接がれたクローンのほうに移動してその着花を早めることは容易に想像される。この種の物質の存在と関与については、すでにチャイラヒャンが１，２年生草本植物を用いた接木実験によって示唆しており、その実験では台木内の着花誘起物質（花器形成作用のある一種のホルモン？）あるいはそれによる刺激が台木の葉から接穂の芽の部分へ移動することも確かめられているという（２）。本研究のカラマツとグイマツにも類似の物質あるいは生理的作用の存在が想定されるが、他の多くの樹種と異なりカラマツ類の場合のかかる物質あるいは作用は個体の齡によってその生産量・状態

を変動するものと考えられる。このことは、オルテットの齡の効果が接木後ほどなく台木の齡の効果によって打ち消される事実からみても明白である。たとえば、前報（Ⅰ）（４）の世代短縮とは逆に２年生台木に接がれた成木ラメットはほどなく台木のように旺盛に伸長を始め着花しにくくなる。また高芽接ぎの場合、台木の総葉量が若齡台木に比して多いことも代謝そして着花誘起物質の生産に利する働きをしていると推定される。

しかも、このような発育段階に伴った一見非遺伝的な効果と並行して、着花性に差を生じる明らかに遺伝的な個体差の存在も否定できない。そしてこれらの個体のクローンを台木あるいは接穂としてどのように組合せるかによって、着花量あるいは着花促進効果にも大きな差を生じる。たとえば、前報（Ⅰ）（４）で述べたように、同じ１７年生成木を台木としてもすべてのクローンがNo.1上よりNo.2の上ではるかに着花値が高い。一方、カラマツとグイマツの３段接木を行った本実験の結果でみる限り接穂ラメットの着花にはまず接穂クローンそのものの着花性が、次いで台木クローンの着花性がある程度の影響を及ぼすといえる（もちろん、これだけの知見から着花促進物質の生産・分配・消長およびそれに対する遺伝的支配に関して何かを言及することは適当でない）。

これまで、樹木の性的成熟は自然条件下ではおおむね樹体の大きさの増大に伴うものという考えが一般的であった（Ⅰ，３）。しかし前報（Ⅰ）（４）の例では、No.1の樹体がNo.2のそれより大きいにもかかわらず（同、表-1参照）、それ自体も、またその上の芽接ぎクローンも着花が少なく、したがってまだ成熟状態に達していない観がある。つまり、性的成熟の早遅は各個体の遺伝的特性によって大きく変動すると思われる。

一方、供穂個体の着花性と台木のそれとがよく適合し、また台木の性的成熟が十分に芽接ぎラメットの着花が効果的に促進されるとして、それを可能にする供穂個体の齡の下限が認められるであろうか。本研究では接芽を量的に採取しうる最低限の２年生苗を用い、また供穂個体の齡がどうであろうと最も早いもので４年目に雌球花を着ける点に变りはないので、この値は世代短縮の可能性の極限といってよいであろう。いずれにしても、幼齡個体芽接ぎクローンの成熟化は台木固有の成熟特性の影響を受け、台木が性的成熟に達して初めて芽接ぎラメットの成熟そして着花も進行するものと思われる。

視点を変えていえば、着花性の良好な成木を台木に用いると、芽接ぎラメットは供穂個体のそのときの年齢とは関係なく台木の発育段階に合わせて様に性的成熟が進み、雌球花着花開始の時点ではほとんど同調する。しかし、着花性が低い幼齢の個体を台木として用いた場合には、供穂時のオルテットの発育段階によって芽接ぎラメットの成熟化の度合いが異なり、概して成熟供穂個体からの芽接ぎラメットの方が早くなり、幼齢供穂個体からの方が遅くなる傾向を示す。なお、ここで台木の成熟段階は必ずしも樹体の大きさのみによって規定されるものではなく、遺伝的に早熟ないし着花性の高い個体は樹体の割に早く着花する。

また、台・穂部位別環状剥皮処理実験では、雌球花と雄花によって処理区ごとの剥皮効果に大きな差がみられたが、当然カラマツ属の他の種や個体あるいは樹齢にあっても処理効果の差異が考えられよう。いずれにしても、人為的な処理によって促進させた着花齢であるにせよ、台木と接木ラメットの着花性が相互の着花に影響を及ぼすことの証拠の一つとなるであろう。

要するに、本研究の結果でみる限り、接穂ラメットの着花にはまず接穂クローンそのものの着花性が、次いで台木クロンの着花性がある程度の影響を及ぼすといえる。着花性の良好な成木を台木に用いると、芽接ぎラメットは供穂個体のそのときの年齢とは関係なく台木の発育段階に合せて様に性的成熟が進み、雌球花着花開始の時点ではほとんど同調する。しかし、

着花性が低い幼齢の個体を台木として用いた場合には、概して成熟オルテットからの芽接ぎラメットの方が早くなり、幼齢オルテットからの方が遅くなる傾向を示す。つまり、カラマツ類の高芽接ぎでは、台木および供穂個体の着花性の良否および両者の組合せいかんが芽接ぎラメットの着花を大きく左右する。したがってとくにまだ着花性の予測できない若齢実生の着花促進を図るときには、着花性の良いことがわかっている成木を台木として用いるべきである。

引用文献

- (1) 浅川澄彦：カラマツの結実促進（最近の林業技術 6）. 79 pp, 日林協, 東京, 1965
- (2) チャイラヒヤン(中村英司訳)：植物開花生理—高等植物における発育の諸法則—, 213 pp, 朝倉書店, 東京, 1959
- (3) 濱谷稔夫・倉橋昭夫：2, 3の機械的処理によるカラマツの着花結実促進. 日林誌 52: 244~253, 1970
- (4) ———・佐々木忠兵衛・倉橋昭夫：カラマツ類の高芽接ぎによる世代短縮と着花促進 (I) 高芽接ぎによるカラマツの世代短縮. 日林誌 71: 232~240, 1989
- (5) 佐々木忠兵衛・倉橋昭夫・濱谷稔夫：早期着花性グイマツの高芽接ぎによる雑種採種木の育成. 北海道の林木育種 17(2): 19~22, 1974
- (6) ———・—————：カラマツ・グイマツ高芽接ぎクロンの着花. 日林北支講 27: 61~65, 1978

(1988年7月28日受理)