

グイマツクローンの着果量に対する光条件と環状剥皮の影響

内山和子*・黒丸 亮*・来田和人*

Effect of light intensity and girdling on seed production of *Larix gmelinii* var. *japonica* clones

Kazuko UCHIYAMA*, Makoto KUROMARU* and Kazuhito KITA*

要 旨

北海道にあるグイマツ雑種F₁採種園（30年生）に植栽されている8クローンを対象に、自然着果木と環状剥皮処理木の着果量と光条件の関係を豊作年に調べた結果、自然着果ではクローンによって光条件がよいほど着果量が増加するものと、光条件にかかわらず着果量が少ないものがあった。環状剥皮処理木では、一部のクローンを除き、光条件にかかわらず球果数が増加し、結実促進効果があった。採種園における光条件として、相対光量子束密度50%を維持するような密度管理が必要と考えられる。また、採種効率上、本採種園での現在の最適密度は225本/haとなった。

キーワード：光条件、着果量、環状剥皮、グイマツクローン、採種園

はじめに

グイマツは千島・サハリンに分布し、北海道における主な造林樹種の一つであるグイマツ雑種F₁の母樹である。グイマツ雑種F₁は、グイマツと、本州中央部に分布するカラマツとの種間雑種であり、耐鼠性が強く、幹の通直性に優れたグイマツと、成長の早いカラマツの特徴を併せ持っていることから造林の需要は多い。グイマツ雑種F₁の種子生産はグイマツとカラマツを人為的に混植した採種園で行われているが、採種量は慢性的に不足し、年間約200万本ある苗木の需要に対して半分程度しか供給できない状態が続いている。結実促進処理技術も事業的には確立しておらず、十分な量の種子を確保するには採種木を大きく仕立てる必要がある。そのため、採種木の大きさに応じて立木密度を調整し、光環境を適正に維持することが重要となる。また、結実量にはクローン間差もあり、クローンの着果特性を考慮した管理をすることも重要である。しかし、採種園管理や結実促進処理の効果などに関して調査が十分になされておらず、管理指針も作成されていない。結実に関わる要因のうち最も重要であると考えられる光条件の着果量への影響を明らかにすることができれば採種園管理に応用可能であり、さらにより有効な結実促進処理が実施できる。

グイマツの着果量は、同一年の同一林分においてもクローン間でばらつきがある（本田・浅井 1997, 川口 1970, 内田・藤谷 1967）。この着果量のばらつきにかかわる要因として、光条件、クローン特性、人為的処理および樹冠サイズが考えられる。植物は、一般に光条件の良いところで花や種子を多くつけることが経験的に知られており、実際、目にすることも多い。マツ類においては間伐実施後に球果数が増加し（柳

*北海道立林業試験場 Hokkaido Forestry Research Institute, Bibai, Hokkaido 079-0198

〔北海道林業試験場研究報告 第44号 平成19年3月, Bulletin of the Hokkaido Forestry Research Institute, No.44, March 2007〕

沢ら 1961), ヒノキでは強光になるほど花芽の形成は早く, 着生数も多くなる (長尾・佐々木 1985)。

右田 (1960) はスギの苗木を用いた遮光試験で, 光度 (相対照度) を 15%, 25%, 50%, 100% の 4 段階にして苗木を育て, 花芽の着生状況を調べた。その結果, 光度が 15% 未満では着生せず, 25% で着生したものはわずかであり, 花芽の着生には 50% 以上の陽光量を必要とするとしている。採種園においても照度が高いほうが着果量は多くなるという前提で, 全体的に日が当たるように受光伐を行なっている。しかし, 光条件と着果量の関係を定量的に扱った研究は少ない。

これまで, 結実を促進する人為的処理については, グイマツと同じカラマツ属であるカラマツに対しては根切りや環状剥皮などの物理的な処理, 薬剤処理, 施肥, それらの併用などが試行されてきた。百瀬 (1964) は, 物理的な処理のうち, 環状剥皮がもっとも処理しやすく効果もそろってあらわれるとしており, 同様の研究結果は多く (板鼻ら 1983, 浜谷・倉橋 1970, 川口 1970, 内田・藤谷 1967), その効果はクローンにより差がある (浜出 1973, 畠山 1970, 川口ら 1967, MELCHIOR 1960)。薬剤処理の場合は, スギやヒノキで効果が得られているジベレリンを始めとするホルモン剤の塗布や散布の結果, NAA や GA4/7 に効果があったとする報告 (EYSTEINSSON and GREENWOOD 1993, 橋詰 1967) もみられるが, 一方, 効果は確認されなかったという報告もある (金子・浅川 1972, 三上ら 1979)。グイマツに人為的な結実促進処理を試行した例は少なく, 接木クローン (8-11 年生) に環状剥皮処理を行ったが効果は乏しかったという報告 (浜谷・倉橋 1970) があるが, カラマツの結実促進技術が応用できるかどうか確認した事例はほとんどない。

浅川ら (1966) は, 平均樹高約 23.5m, 平均胸高直径約 31.0cm のカラマツ採種林を用いて, 間伐後に環状剥皮処理を行った。立木密度は無間伐区 (約 380 本/ha), 弱度間伐区 (約 200 本/ha), 強度間伐区 (96 本/ha) の 3 段階を設定した。その結果, 強度間伐区において最も効果があり, 環状剥皮によって着花を促進するためには, あらかじめかなり強い間伐を行う必要があるとしているが, 具体的な照度については述べていない。

そこで本研究では, グイマツ雑種採種園におけるグイマツ 8 クローンについて, 自然着果木の光条件と着果量の関係, 光条件の違いによる環状剥皮の効果, またそれらのクローンによる違いを調べ, その結果から, 採種園として適切な光条件を維持するための密度管理および環状剥皮方法について検討した。

材料と方法

調査地と材料

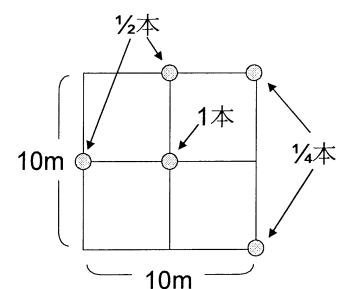
調査地は, 北海道中川郡中川町に位置する北海道立林業試験場道北支場構内にあるグイマツ雑種 F₁ 採種園の 2 ブロックである。面積は 1.3ha で, 1973 (昭和 48) 年にグイマツ採種園として造成され, 1985 年に雑種採種園とするためカラマツが植栽された。立木密度は 151 本/ha (2004 年), 平均樹高 13.4m (2004 年), 平均胸高直径は 23.5cm (2002 年) で, 植栽されているグイマツは 13 クローン 210 ラメートである。このうち, 2005 年に間伐を予定している 8 クローン 64 本について 2002 年に環状剥皮処理を実施した。本研究では, 剥皮処理木 64 本および同クローンの自然着果木 82 本の, 計 146 本を対象とした。

光条件の調査

2001 年 6 月に, 各ラメートについて樹冠中下層部南側にある一次枝の上側, 樹冠外縁部において, 光量子束計 (LI-COR, LI-250 Light Meter) を用いて光量子束密度を測定した。

次に, 自然着果木の球果数に対する光条件の影響を検討するためにクローンと相対光量子束密度を要因とする共分散分析を行った。球果数は対数変換を行い, 統計解析を行った。

一方, 光条件の目安となる立木密度をラメートごとに次のように求め, 光条件との関係を検討した。各ラメートを中心とする 10m 四方の



図の例では, 計 2.5 本 → 250 本/ha

図-1 立木密度算出例

範囲についてそれぞれ立木密度を推定した(図-1)。この採種園では縦横5m間隔で植栽されており、1ラメートを中心とする10m四方の範囲内には最大9ラメートが含まれる。この正方形の四隅に立っているラメートを1/4本、辺上に立っているラメートを1/2本、中心のラメートを1本として数え、その範囲内の立木密度を計算し、中心のラメートに対する周囲の立木密度とした。立木密度と相対光量子束密度の関係を調べるため、立木密度別に相対光量子束密度の平均を求め、立木密度との相関係数(ケンドールの順位相関)を求めた。

環状剥皮処理

環状剥皮処理は2002年7月に実施した。8クローン64本について、鉋と鋸を使用し、胸高位置に4cm幅で、半周ずつ向かい合わせて剥皮した。向かい合わせた剥皮帯の端はおよそ5cmずつ重なるようにし、垂直方向の間隔は3通り設定して、胸高直径、胸高直径の二分の一、胸高直径の四分の一とした。しかし、処理間で球果数に有意差は認められなかったため、解析では全剥皮処理を込みにして剥皮処理木として扱うことにした。なお、処理木は、採種園の整備計画に沿って事業的に進められている受光伐予定木であり、相対的に立木密度の高い暗い環境下のものが選ばれた。

着果量調査

2003年8月および2004年7月に、各ラメートについて双眼鏡を用いて球果数を測定した。グイマツの球果は結実後数年間着生し続けるため、枝には前年以前の球果と当年の球果が混在しているが、当年の球果は色および形状で判別可能である。調査本数は表-1に示したとおりで、剥皮処理等による枯死により試験設定当時よりも減少している。2003年は樹冠に着生しているすべての球果数を測定した。2004年は豊作年で球果数が多かったため、各ラメートについて着果数が平均的な一次枝を2本選んで球果数を測定し、著しく着果数が少ない一次枝を除き着果している一次枝の本数を記録した。ラメートの球果数は、一次枝2本の着果個数を平均したものに枝数をかけた値とした。2003年、2004年のそれぞれで、クローンと処理を要因とする分散分析を行ったが、2003年は結実せず球果数が0個のラメートがあったため、2003年のみすべてのデータに1をプラスして対数変換をした。次に、球果数に対する環状剥皮処理と相対光量子束密度の影響とそれらの交互作用を調べるため、相対光量子束密度と環状剥皮処理を要因とする共分散分析を行った。分散分析にはSAS (Statistical Analysis System) のGLM Procedureを用いた(SAS 1990)。なお、2003年は凶作年であったため、光条件と着果量の関係については、2004年での結果について述べる。

表-1 結実調査本数

クローン名	2003.8			2004.7		
	剥皮処理木	自然着果木	総計	剥皮処理木	自然着果木	総計
沼川 118	4	9	13	3	9	12
鹿追 7	15	15	30	13	12	25
留辺蘂 47	3	7	10	3	7	10
留辺蘂 65	4	8	12	4	6	10
鹿追 2	10	15	25	10	15	25
鹿追 8	13	9	22	10	7	17
鹿追 10	4	8	12	1	8	9
留辺蘂 10	4	10	14	4	10	14
総計	57	81	138	48	74	122

結 果

自然着果木の着果量に対する光条件の影響

2004年の自然着果木の球果数について相対光量子束密度との関係を、クローンを込みにしてみた(図-2)ところ、全体の相関係数は有意ではない($r=0.159$)が、明るいほど着果量の上限が増す傾向が認められた。

共分散分析でクローンと相対光量子束密度に交互作用が認められた(表-2)。すなわち相対光量子束密

度と球果数の関係はクローンにより異なっていた。クローン別に見ると、全体での傾向と同様に明るいほど球果数の上限が増すクローン（鹿追2, 鹿追7, 留辺薬10）以外に、明るさと無関係ではあるが球果数が中程度のクローン（沼川118, 留辺薬65）、明るさと無関係に球果数が少ないクローン（留辺薬47, 鹿追8, 鹿追10）がみられた（図-3）。

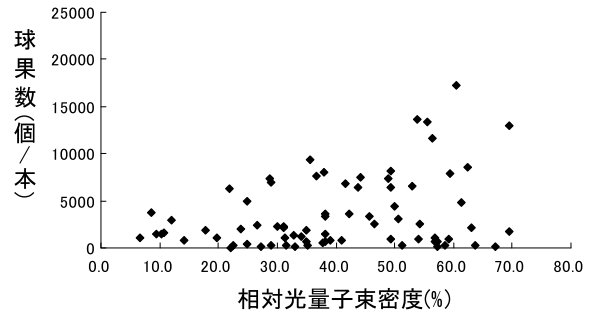
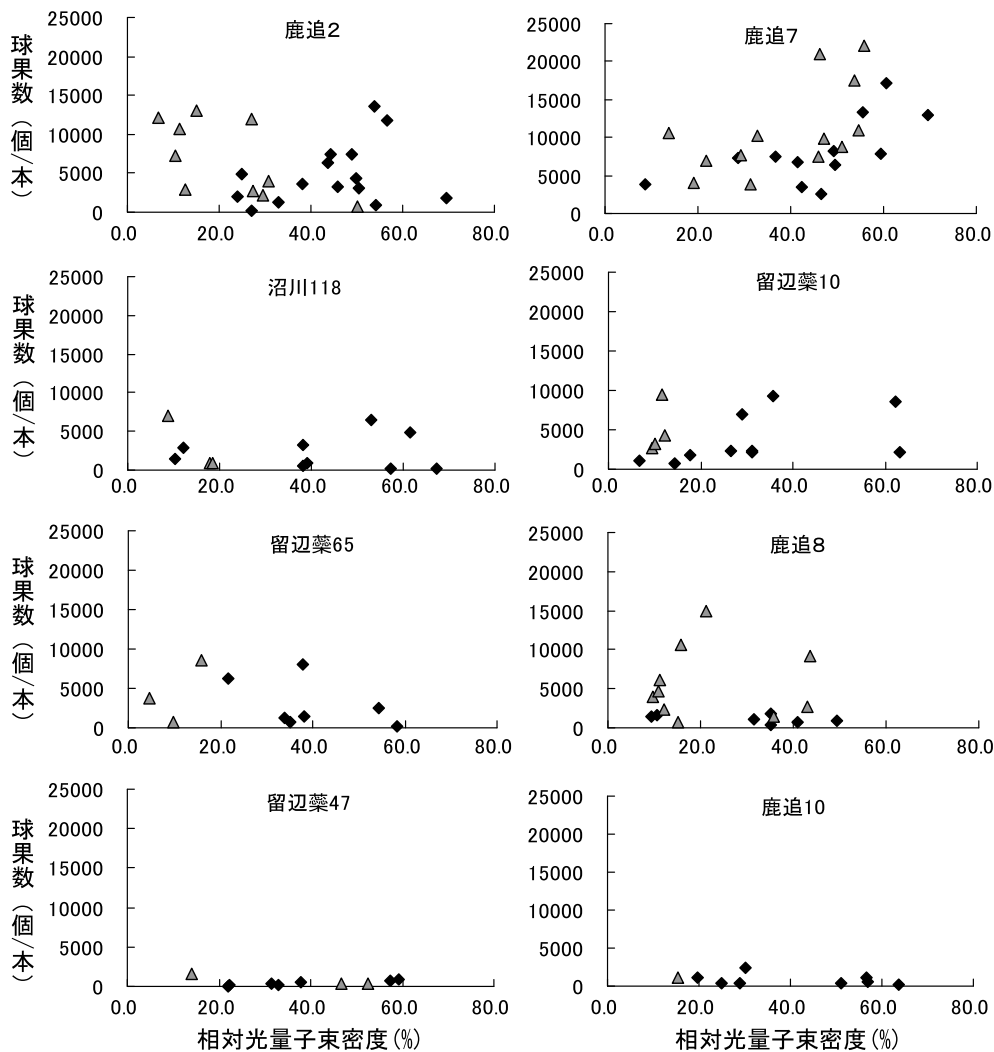


図-2 自然着果木の光条件と球果数の関係

表-2 自然着果木の着果量に関する共分散分析結果

Source	df	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
クローン	7	3.224	0.461	2.67	0.0182
相対光量子束密度	1	0.030	0.030	0.18	0.6766
相対光量子束密度 ×クローン	7	2.807	0.401	2.32	0.0368



図中の◆は自然着果木, ▲は剥皮処理木を示す。

図-3 クローン別にみた相対光量子束密度と球果数の関係

剥皮処理木の着果量に対する光条件の影響

2004年はすべてのクローンについて剥皮処理木の球果数が自然着果木に比べて多く（表-3）、分散分析ではクローン間、処理間で有意差が認められたが、交互作用は認められなかった（表-4）。

剥皮処理木の着果量と光条件の関係（図-4）をみると、自然着果木の場合と同様に、明るいほど着果量の上限值が増す傾向が認められたが、着果量の上限は自然着果木の場合よりも明らかに多い傾向があった。共分散分析結果では環状剥皮処理の効果のみが有意となり、環状剥皮処理と相対光量子束密度の交互作用は認められなかった（表-5）。すなわち、今回の試験では、環状剥皮の効果は光条件によって左右されないことを示唆している。一方、各クローンにおける環状剥皮木の着果量と光条件の関係を自然着果木での結果と合わせてみると、①自然着果で光条件がよいほど多く着果し、光条件が悪くても剥皮効果が大きかったクローン（鹿追2、鹿追7、留辺藁10）、②自然着果では光条件に関わらず球果数が中程度で、剥皮効果は小さかったクローン（沼川118、留辺藁65）、③自然着果では光条件にかかわらず着果量は少なかったが、剥皮効果は光条件が悪くても大きかったクローン（鹿追8）、④自然着果でも環状剥皮処理を行っても光条件に関係なく球果が少なかったクローン（留辺藁47、鹿追10）に区分された（図-3）。

表-3 ラメートあたりの球果数

クローン名	2003		2004	
	剥皮処理木	自然着果木	剥皮処理木	自然着果木
沼川 118	1	4	2728	2175
鹿追 7	1	2	10827	8113
留辺藁 47	0	0	753	417
留辺藁 65	2	56	4841	2340
鹿追 2	6	36	6763	4802
鹿追 8	0	0	5661	1138
鹿追 10	0	0	1044	782
留辺藁 10	36	49	4919	3743
平均	6	18	6573	2939

表-4 2004年における剥皮効果の分散分析結果

Source	df	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
クローン	7	15.071	2.153	12.06	<.0001
処理	1	1.046	1.046	5.86	0.0172
クローン×処理	7	0.863	0.123	0.69	0.6802

表-5 相対光量子束密度と環状剥皮処理の共分散分析結果

Source	df	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
相対光量子束密度	1	0.429	0.429	1.44	0.2318
処理	1	1.877	1.877	6.33	0.0132
相対光量子束密度 ×処理	1	0.111	0.111	0.38	0.5414

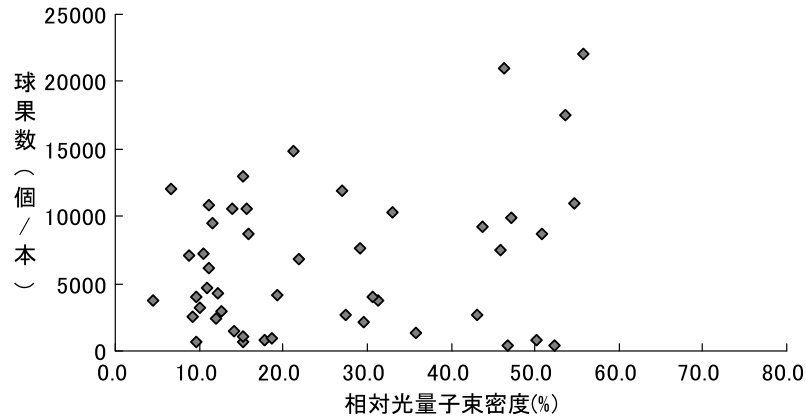


図-4 剥皮処理木の光条件と球果数の関係

立木密度と光条件の関係

立木密度ごとの相対光量子束密度の平均値は、立木密度が大きくなると減少する傾向が認められ ($r=0.287^{**}$)、立木密度125本/haが最も高く(60%)、立木密度300本/ha(30%)で30%程度まで低下した(図-5)。

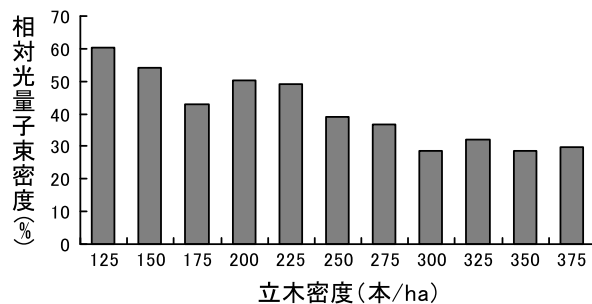


図-5 立木密度別の平均光量子束密度

考 察

自然着果木の着果量に対する光条件の影響

自然着果木で着果量と光条件の関係を、クローンを込みに行ってみると、全体の相関係数は有意ではない ($r=0.159$) が、明るいほど着果量の上限が増す傾向があった(図-2)。さらに、クローン別にみると、明るいほど着果量の上限が増すクローン以外に、明るさと無関係に着果量が少ないものがみられた(図-3)。

日照のよく当たる部分に着果量が多いこと、また、間伐によって樹冠に陽光が当たるようになると着果量が増加することは一般的に認められている (MATTHEWS 1963)。また、カラマツの自然着果木の着果量には、クローン間差が認められるという報告 (本田・浅井 1997, 川口 1970, 内田・藤谷 1967) もあるが、これまでの報告では光条件の面からクローン特性の違いを具体的に報告した例はなかった。

採種量を増加させることを目的としてクローンを選抜するとき、結実量だけでなく、他のクローンとの同調性が重要な基準となる。光条件に関係なく球果数の少ないクローンには、他のクローンと同調せずに、豊作年には少ししか着果しないが他の年に着果するクローンもある (内山ら 未発表)。事業的な採種が行われるのは、豊作年など、採種園全体である程度まとまった量の着果が見られた年であり、採種効率を考えるとより多く着果しているラメートを中心に採種する。このため、豊作年以外に着果しても他のクローンは着果していなければ採種が行われず、豊作の周期が他のクローンと同調しないクローンは種子生産には寄与しない。また、今回の結果では、同一年においても着果量にクローン間のばらつきがあり、光条件がよくなるほどそのばらつきは顕著になっていた(図-3)。森口ら (2005) は、採種園の構成クローンの花粉親としての寄与率を分子マーカーを用いて推定した研究の総説から、ヨーロッパアカマツ、ダグラ

スファー、スギなどでは構成クローンの花粉親としての寄与率は均等交配から著しく偏っていることが多いことを報告し、各クローンの雄花着花量を均等化する、開花期の異なるクローンを除去する、といった遺伝的管理が重要だと指摘している。また、後藤ら（2002）は、クロマツ採種園における種子生産に対する各クローンの寄与を調べ、均等な状態からは著しく偏っていることを明らかにし、クローンごとの採種量を調整する、寄与率によってクローンのラメート数を調整するなどの措置を適用する必要があるとしている。すなわち、結実量が多く、同調性が高いクローンを優先的に残すことは、同じ本数密度でもより多くの球果を生産できるだけでなく、構成クローンの種子親としての寄与率の均等化に寄与すると考えられる。

環状剥皮処理木の着果量に対する光条件の影響

自然着果木の場合と同様に、明るいほど着果量の上限值が増す傾向が認められたが、着果量の上限值は自然着果の場合よりも明らかに多い傾向があった（図-4）。また、共分散分析の結果からは、環状剥皮の効果は光条件には左右されないことが示唆された（表-5）。

一方、各クローンにおける環状剥皮木の着果量と光条件の関係を自然着果木での結果と合わせてみると、クローンによって①光条件、環状剥皮の両方に反応するもの、②自然着果数は中程度で環状剥皮には反応しないもの、③環状剥皮のみに反応するもの、④どちらにも反応しないものの4つに区分された。これは、カラマツにおける環状剥皮の効果にはクローン間差があるとの報告（浜出 1973, 畠山 1970, 川口ら 1967, MELCHIOR 1960）と矛盾しない結果であった。ただし、この結果をクローン特性の違いと言い切れるか否かについては、他の要因も含め、今後さらに詳しい検討が必要と考えられる。特に、光条件や環状剥皮処理に反応しなかったクローンについては、当面、採種園からの淘汰が現実的な対応策となるが、剥皮本数が少ないクローンもあり、詳細な検討も重要と考えられる。

一方、MELCHIOR（1960）は、ヨーロッパカラマツとニホンカラマツについて、それぞれのクローンにおける環状剥皮に対する反応の違いは凶作年に着果数を調べると評価できるとしている。しかし、本試験では、凶作年にあたる2003年には、環状剥皮処理木でも着果量が2004年と比べごくわずかであり、2003年の着果量からの判定はできなかった。この原因としては、2002年の剥皮処理を行った時期が遅かったことが考えられる。内山ら（未発表）が別のカラマツ採種園で剥皮処理を行った試験では6月上旬に処理したのものにもっとも効果が現れた。剥皮処理が適期を過ぎて行われた場合には、その効果は翌々年にあらわれる（MELCHIOR 1960）という報告があり、これらを考え合わせると、2002年に剥皮処理を行った7月3-4日は剥皮処理の適期を過ぎていたために、翌2003年に対しては処理の効果がなく、翌々年の2004年に効果が現れ、球果数が増加したものと考えられる。この点に関しては今後検討する予定である。

光条件と、採種量を最大にする採種園管理

本研究から、クローンによって、光条件や環状剥皮処理に対する反応の違いがあることが確認できたことから、採種園のクローン管理に関して新たな情報を提供できると考えられる。本研究の対象としたグイマツ雑種採種園における立木密度別の相対光量子束密度の平均は、125本/haが最も高く60%であったが、立木密度が高くなると有意に減少し、300本/ha以上では約30%であった（図-5）。採種量を最大にする立木密度と相対光量子束密度を明らかにするために、実用に供するほど着果しなかった2クローンを除く6クローンを用いて単位面積あたりの採種量を推定したところ、立木密度が225本/haと350本/haのときに値が大きくなり、そのときの相対光量子束密度は49%と29%であった（図-6）。採種木の立木密度が低いと光条件はよくなり採種木一本あたりの球果数は多くなるが、採種木の本数が少ないために採種園全体の採種量は減少する。逆に立木密度が大きい場合、光条件が悪くなり採種木一本あたりの球果数が減少するため、採種園全体の採種量は減少する。225本/haで単位面積あたりの採種量が大きくなったのは、採種木一本あたりの球果数と立木密度の釣合いがとれたためである。350本/haで単位面積あたりの採種量が多くなった

のは、調査本数が2本以下と少なく着果性のよいクローンの影響を受けたためである。採種木が成長すると相対照度が低下するため適正な立木密度は減少するが、本研究の解析結果から、相対光量子束密度を50%程度に保って採種園の本数密度を管理すべきであると考えられる。

浅川ら（1966）はカラマツ採種林において、環状剥皮によって着花を促進するためには、あらかじめかなり強い間伐を行う必要があるとしている。今回のグイマツを用いた処理では立木密度の高いラメートでも結実促進効果が認められ、異なる結果になった。しかし浅川ら（1966）の事例と比べ、今回用いたグイマツ雑種採種園はラメートの樹高、胸高直径が共に小さく、密度も低いため、採種園の中で相対的に立木密度が高い部分でも光条件としては比較的明るく、効果が認められたと考えられる。

以上から、採種量を増加させるためには、採種園内を明るくするような施業をする必要があり、採種木の枝の伸びをみながら適度な間伐（受光伐）を積極的に実施し、適切な状態を維持しなければならない。また、適正な間伐によって採種木を大きく仕立てることは樹冠サイズを大きくし、採種量を増加させる。

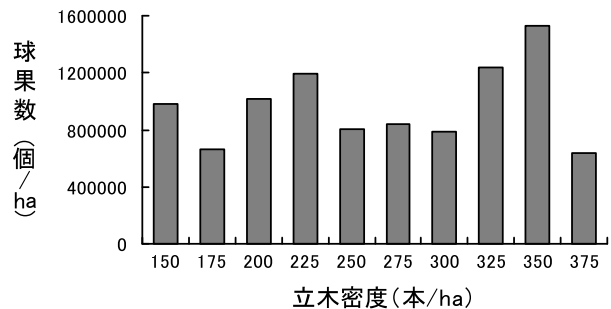


図-6 立木密度別のヘクタールあたり推定球果数

まとめと今後の課題

本研究では、30年生のグイマツ雑種F₁採種園に植栽されている8クローンを対象に、自然着果木と環状剥皮処理木の着果量と光条件の関係を調べた結果、本採種園において、自然着果ではクローンによって光条件がよいほど着果量が増加するものと、光条件にかかわらず着果量が少ないものがあった。環状剥皮処理木では、豊作年（2004年）では光条件にかかわらず効果があった。採種園における光条件として、相対光量子束密度50%を維持するような密度管理が必要と考えられる。また、採種効率上、本採種園での現在の最適密度は225本/haとなった。なお、環状剥皮処理の効果は、処理の翌年には現れず、翌々年に現れた。この原因としては処理時期によることが予測され、今後の検討を要する。

現在、グイマツ雑種F₁の種苗は、慢性的に不足しており、採種量の増加が求められている。光環境と結実量の解析から単位面積当りの結実量を最大化する光条件が明らかとなった。その条件は相対光量子束密度で50%であり、この値を維持するように採種園の管理を進めていかなければならない。また、採種園の間伐を行なうときに、結実量が多く同調性が高いクローンを優先的に残すことで結実量をより高めることが可能となる。

グイマツにおいても環状剥皮処理の結実促進効果が認められたが、幹に直接、剥皮処理を行なうことにより樹勢が衰退することから、剥皮木の継続的な利用は難しいと考えられる。そのため、採種園の間伐計画に合わせて、間伐木を対象に環状剥皮処理を実施するのがよいだろう。間伐木は光条件が悪いものが対象になることが多いが、剥皮の効果は光条件が悪い採種木でも認められることから、間伐前に環状剥皮を実施することで、光条件が悪く自然着果では結実量が少ない間伐木からの採種も期待できるようになる。近年、新方式の採種園とさし木増殖技術を組み合わせることで優良品種の普及を図る方法が確立された（黒丸ら 2006）。この方法では、優良品種の早期普及を図るために、植栽後数年の小径木から種子を採取している。このため小径木を対象とした結実促進処理の確立も求められており、小径木に対する環状剥皮効果の検証、実用的な処理方法の確立が今後の課題である。

引用文献

- 浅川澄彦・藤田桂治・長尾精文・横山敏孝 1966 カラマツ採種林の本数密度と環状剥皮の結実促進効果
日林誌 48(6) : 245-249.
- EYSTEINSSON, T. and GREENWOOD, M. S. 1993 Effects of maturation and gibberellin A4/7 on flowering and branching characteristics of *Larix laricina*. Can. J. For. Res. 23(1): 14-20
- 後藤 晋・宮原文彦・井出雄二 2002 福岡県のマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ採種園における種子生産量と各構成クローンの寄与 林木の育種 203 : 6-10
- 浜谷稔夫・倉橋昭夫 1970 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(8) : 244-253.
- 浜出惇司 1973 カラマツ採種園の結実促進処理の効果について 昭和48年度 第23回道林研 : 143-146
- 橋詰隼人 1967 カラマツ幼齡木の着花促進試験 日林誌 49(11) : 405-408.
- 畠山末吉 1970 カラマツ採種園の結実促進について 光珠内季報22 : 1-6
- 本田雅幸・浅井達弘 1997 グイマツ雑種採種園の着果経過 平成9年度 第47回道林研 : 92-93
- 梶鼻直栄・三上 進・角掛万作・勝浦浩二 1983 カラマツ採種園における根切り処理の着花効果 日本林学会東北支部会誌 : 172-174.
- 金子富吉・浅川澄彦 1972 生長調節物質によるカラマツの雌花率向上の可能性 林木の育種 74:14,16-17.
- 川口 優・久保田泰則・近久明男 1967 カラマツの開花, 結実促進法 日林講 78 : 150-151.
- 川口 優 1970 種子のとれ始めた採種園(その1)道のカラマツ採種園の現況 北海道の林木育種 13:1-3.
- 黒丸 亮・来田和人・内山和子 2006 グイマツ雑種 F_1 さし木苗「スーパー F_1 」用種子の生産経過と今後の見通し 北海道の林木育種 49(1) : 12-15.
- MATTHEWS, J. D. 1963 Factors affecting the production of seed by forest trees. Forestry Abstracts 24(1): 1-13
- MELCHIOR, G.H. 1960 Ringelungsversuche zur Steigerung der Blühwilligkeit an japanischer Larche (*Larix leptolepis* [Sieb. & Zucc.] Gord.) und an europaischer Larche (*Larix decidua* Mill.) Silv. Gen. 9(4): 105-111.
- 右田一雄 1960 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(2) : 49-51.
- 三上 進・浅川澄彦・飯塚三男・横山敏孝・長尾精文・竹花修次・金子富吉 1979 カラマツの着花促進 林試研報 307 : 9-24.
- 百瀬行男 1964 カラマツの結実性促進について 林業技術 267(6) : 12-15.
- 森口喜成・後藤 晋・高橋 誠 2005 分子マーカー情報に基づく採種園の遺伝的管理 日林誌 87(2) : 161-169.
- 長尾精文・佐々木恵彦 1985 ヒノキの花成反応に及ぼす光処理の効果 林試研報 332 : 39-60.
- SAS Institute 1990 SAS/STAT User's Guide. Version6, Fourth Edition, volume2 Cary NC.
- 内田 勉・藤谷光紀 1967 江部乙カラマツ採種園の着花促進試験 北海道の林木育種10 : 5-10.
- 柳沢聡雄編著 1961 採種林施業の基礎と方法 北海道林木育種叢書 第3集:29-35. 北海道林木育種協会江別

Summary

Effect of light intensity and girdling on seed production were studied on eight clones of *Larix gmelinii* var. *japonica* in the 30 year-old hybrid seed orchard in Hokkaido. In some clones, the amount of cones was increased by high light intensity, but not in others. Girdling increased the number of cones regardless of light intensity in a mast year. It is suggested that cone production per area is maximized at 50% of relative light intensity and present optimum tree density is 225 trees/ha in this hybrid seed orchard.

Key words : light intensity, seed production, girdling, *Larix gmelinii* var. *japonica*, clonal seed orchard