

人工交配家系を用いたスギカミキリ抵抗性に関する遺伝性の検討
Examination of the heritability for the resistant to *Semanotus japonica*
among *Cryptomeria japonica* full-sib families

宮下久哉^{*1}・加藤一隆^{*1}・平岡裕一郎^{*1}

Hisaya MIYASHITA^{*1}, Kazutaka KATO^{*1} and Yuichiro HIRAOKA^{*1}

* 1 森林総合研究所林木育種センター

For. and Forest Prod. Res. Inst., Forest Tree Breeding Center, 3809-1 Ishi, Juo, Hitachi, Ibaraki 319-1301

要旨：森林総合研究所林木育種センターでは、1980年度から開始した「地域虫害抵抗性育種事業」により、スギカミキリ抵抗性品種の開発を進めている。関東育種基本区においては、これまでに7クローンがスギカミキリ抵抗性品種として合格している。しかし、実生での普及には抵抗性が不明なため、現状ではさし木で普及せざるを得ない。また将来第三世代以降の精英樹に抵抗性を付与するためにも、その遺伝性を明らかにする必要がある。そこで、林木育種センターに植栽している抵抗性クローンおよび感受性クローンを母材料とした人工交配家系にスギカミキリの人工接種試験を行った。交配組合せ別の辺材部食害率では抵抗性を親に持つ人工交配家系群の辺材部食害率が低い傾向を示した。遺伝様式を調べた結果、狭義の遺伝率は0.22と比較的高かった。以上の解析結果から、スギのスギカミキリに対する抵抗性は次代へ遺伝することが示された。

キーワード：狭義の遺伝率、スギカミキリ抵抗性品種、辺材部食害率

Abstract : Tree breeding project to develop varieties of *Cryptomeria japonica* resistant to *Semanotus japonicus* has been conducted by Forest Tree Breeding Center since 1980. So far, 7 varieties have been selected as resistant ones in Kanto breeding region. However, it is necessary to clarify hereditary of the resistance in order to find out proper extension methods as clones or seeds and also find out the feasibility of crossing with another varieties of superior growth. We investigated narrow-sense heritability of the resistance. Inoculation tests were conducted to the seedlings produced by crossing among resistant and non-resistant varieties. The families derived from resistant varieties showed lower damage rates than that from non-resistant ones. The narrow-sense heritability showed 0.22. In this study, it is suggested that the resistance is a inheritable trait and that there is the possibility of further improvement of resistant varieties in the tree breeding program.

Keywords : Resistant variety for *Semanotus japonicus*, Narrow-sense heritability, Rate of larvae that damaged the wood

I はじめに

スギカミキリは、スギやヒノキを食害するカミキリムシであり、樹幹に卵を産み付けふ化した幼虫が樹体内を穿孔して木材部分を食い荒し、木材としての価値を著しく低下させる被害を起こす害虫である。森林総合研究所林木育種センターでは、1980年度から開始した「地域虫害抵抗性育種事業」により、スギカミキリ抵抗性品種の開発を進めている。関東育種基本区においては、福島県、栃木県、茨城県、千葉県、愛知県、岐阜県と林木育種センターが協力し、これまでに7クローンをスギカミキリ

抵抗性品種として開発している（1, 2, 3, 4）。これら抵抗性品種の普及においては、抵抗性検定がクローンを用いた検定であることから、各県が採穂園を造成してさし木苗で普及しているのが現状である。そのため、抵抗性品種を採種園に導入して実生苗として大量に普及させるためには、その遺伝性を確認する必要がある。

本報告では、スギカミキリ抵抗性品種(以下、「抵抗性」とする)と、検定に不合格であったクローン(以下、「感受性」とする)を用いて人工交配を行い、得られた人工交配家系(以下、「交配家系」とする)を用いてスギカミキリ人

工接種試験を実施し、スギカミキリ抵抗性に関する遺伝性の検討を行った。

II 材料と方法

これまで林木育種センターでは、スギカミキリ抵抗性品種の開発にあたって、樹体内に侵入した幼虫の主な死亡原因が侵入後に生じた傷害樹脂道より滲出したヤニにまかされることであることを明らかにし、傷害樹脂道形成能力を抵抗性の重要な指標とした抵抗性検定手法を確立した(6)。確立した手法を用いて、本研究では、スギカミキリ抵抗性の評価は、ふ化直前のスギカミキリの卵を用いた人工接種試験により行った。具体的には、「独立行政法人森林総合研究所林木育種センター品種開発実施要領－スギカミキリ抵抗性品種－」(2010年11月12日付け22森林林育第242号、以下「実施要領」という。)に定められた方法に則って実施した。

試験は、林木育種センター(茨城県日立市)に造成した試験地において実施した。試験地では、試験木を家系ごとに列状に植栽している。人工接種試験に用いた供試木は、2008年春に植栽し実施要領の供試条件を満たす植栽後5年が経過している。さらに、実施要領に従い胸高直径が4cm以上の個体を対象とした。交配組合せあたり原則2個体以上を供試した。供試木の合計数は、92本となつた。2013年5月にスギカミキリの卵を供試木に接種し、2014年1月に供試木を伐倒し、個体ごとに幼虫の食害調査を行った。

人工接種試験に用いたスギカミキリの卵は、2013年4月に林木育種センター構内で捕獲した成虫の雄と雌を一対ずつペアリングして産卵させたものである。ふ卵器を用いて一斉にふ化するように調整し供試した。人工接種試験に余った卵は、自然状態に静置し、ふ化日及びふ化

数の確認に用いた。その結果、ふ化は接種2日後から始まって、5日後にはほぼ終わり、ふ化率は89%であった。供試木1本あたり9個の卵を接種するので、9個のうち8個程度は、供試木全個体でふ化したものと考えた。なお、実施要領では、1個体あたり6個以上ふ化するように定められている。また、ふ化しなかった卵は、ふ卵器で保温中に色が白色から黄色へと変化せず目視でも判別出来るため、接種板への移植を行っていない。そのため、余った卵よりも接種に用いた卵の方がふ化率は高かったことが予測される。

供試木への卵接種は、幹の地上高50cm、90cm、130cmの3箇所に、卵を3個入れた接種板を布製のガムテープで貼り付け、供試木1個体あたり卵9個を接種した。食害調査は、外樹皮から、内樹皮、材表面(木部形成層付近)にいたる食入幼虫頭数を調査した。これら食害調査の結果を用いて、個体ごとに食入率を算出した。このうち材表面への食入を「辺材部への食害」とし、辺材部食害率の評価結果をもとに、スギカミキリ抵抗性を評価した。

辺材部食害率は、以下の式によって算出した。

$$\text{辺材部食害率} = \text{辺材部食害頭数} / \text{接種頭数}$$

辺材部食害頭数は、辺材部に食害がない、又はごく一部に食害があるが再生可能な状態を「無被害」とし、それ以上に辺材部に穿孔した幼虫数とした。

人工接種試験に用いた交配家系の人工交配の組合せを表-1に示す。交配親の数は、母親については、抵抗性が4クローン、感受性が4クローン、合計8クローンとなり、父親については、抵抗性が3クローン、感受性が3クローン、合計6クローンとなった。供試条件の径に達した個体が得られた人工交配の組合せは25組となつた。母親と父親がともに抵抗性の組合せが5組であり、母親が抵抗性で父親が感受性の組合せは6組、母親が感

表-1. 人工接種試験に用いた交配家系の人工交配の組合せ

Table 1 The combination of artificial crossing

父親		抵抗性				感受性			
		ボカスギ	千葉19	愛知20-5	茨城39	クモトオシ	益子24	益子7	筑波15
母親	ボカスギ			○					
	千葉19	○				○	○		
	愛知20-5	○	○			○	○		
	茨城39	○				○	○		
母親	クモトオシ		○	○		○	○		
	益子24	○				○			
	益子7	○	○	○		○	○		
	筑波15	○		○		○			

受性で父親が抵抗性の組合せは8組、母親と父親がともに感受性の組合せは6組となった。

スギカミキリ抵抗性に関する家系間差を評価するため、一元配置の分散分析により検定を行った。

スギカミキリ抵抗性に関する遺伝性を評価するため、全平均を固定効果、相加効果及び非相加効果を変量効果とする線形混合モデルに基づき、制限付き最尤法により求めた変量効果の分散成分から、狭義の遺伝率を以下の式で求めた。

狹義の遺伝率=相加的遺伝分散／全分散
なお、分散成分は、統計解析ソフト ASReml 3.0 により算出した。

III 結果と考察

1. 交配組合せ別の辺材部食害率

交配組合せ別の辺材部食害率を図-1に示す。抵抗性×抵抗性の交配家系群の辺材部食害率は平均 14%となつた。同様に、抵抗性×感受性は平均 20%，感受性×抵抗性の平均は 20%，感受性×感受性の平均は 23%となつた。図-1 から、親に抵抗性があると子供に抵抗性が付与されることが示唆された。また図-1 から、感受性を親としている家系の中に食害率が 0% の家系が 4 家系あり、それぞれ茨城 39×益子 7, 益子 7×ボカスギ, クモトオシ×益子 7, 益子 7×クモトオシの 4 家系であった。益子 7 は、上述の地域虫害抵抗性育種事業の抵抗性検定において、不合格となつた個体である。しかし、今回の試験結果から、益子 7 を交配親に持つ子供の中には、抵抗性を示すものもあることが判つた。益子 7 については、再度、実施要領に則り、抵抗性の検定を行う必要があると考えられる。

2. 分散分析

有意水準 5% の分散分析の結果を表-2 に示す。F 値が 1.39 となり、F 境界値の 1.68 よりも小さいため、有意水準 5% では棄却できなかつた。その要因として、家系内個体数が少なかつたことが考えられる。

表-2. 分散分析表

Table2 Analysis of variance

変動	自由度	平均平方	F 値	P-値	F 境界値
家系間	19262	24	803	1.39	0.15
家系内	38648	67	577		1.68

3. 狹義の遺伝率

スギカミキリ抵抗性に関する狭義の遺伝率は 0.22 であつた。精英樹間の人工交配家系における 10 年生時の樹高

の狭義の遺伝率は 0.30、胸高直径では 0.07 との報告例があり（5），それと比較して、スギカミキリ抵抗性の遺伝率は低くはないといえる。以上から、スギカミキリ抵抗性形質は、次代へ遺伝することが認められた。

IV おわりに

本報告で、抵抗性クローネおよび感受性クローネを母材料とした交配家系を用いて人工接種試験を行つた結果、抵抗性を親に持つ交配家系群の辺材部食害率が低い傾向を示した。さらに、狭義の遺伝率は、比較的高かつた。以上から、スギのスギカミキリに対する抵抗性は次代へ遺伝することが示された。このことは、抵抗性品種で構成した採種園から、スギカミキリ抵抗性を示す種苗生産が可能であること示唆するものである。また、抵抗性品種を親とすることで、スギカミキリ抵抗性形質を後代に付与できることを示す。

今後は、今回抵抗性があることが示唆された益子 7 の再検定再評価を行うとともに、未検定の交配組合せについて人工接種試験を行い、検定結果の信頼度を向上させることに取り組む。さらに、スギ第二世代精英樹と交配し、第三世代以降の精英樹へスギカミキリ抵抗性の付与に取り組む考えである。

引用文献

- 加藤一隆 (2004) センタ一本所でのスギカミキリ抵抗性育種事業－抵抗性合格木の確定－. 平成 15 年度林木育種センタ一年報 : 62-63
- 加藤一隆 (2007) スギカミキリ抵抗性育種事業－関東育種基本区における一次検定の結果－. 平成 17 年度林木育種センタ一年報 : 68-69
- 加藤一隆・谷口亨 (2003) 関東育種基本区において実施したスギカミキリ抵抗性育種事業における一次検定の 10 年間の調査. 林木育種センター研究報告 19 : 13-24
- 加藤一隆・谷口亨 (2005) スギカミキリ抵抗性育種事業において関東育種基本区で実施した二次検定の 3 年間の結果. 林木育種センター研究報告 21 : 67-74
- 宮浦富保・栗延晋・蓬田英俊 (2000) スギモデル実生採種林における樹高と胸高直径の遺伝パラメータの成長初期の年次変化. 林木育種センター研究報告 17 : 87-94
- 植木忠二 (2004) 関西育種基本区におけるスギカミキリ抵抗性育種に関する研究. 林木育種センター研究報告 20 : 219-292

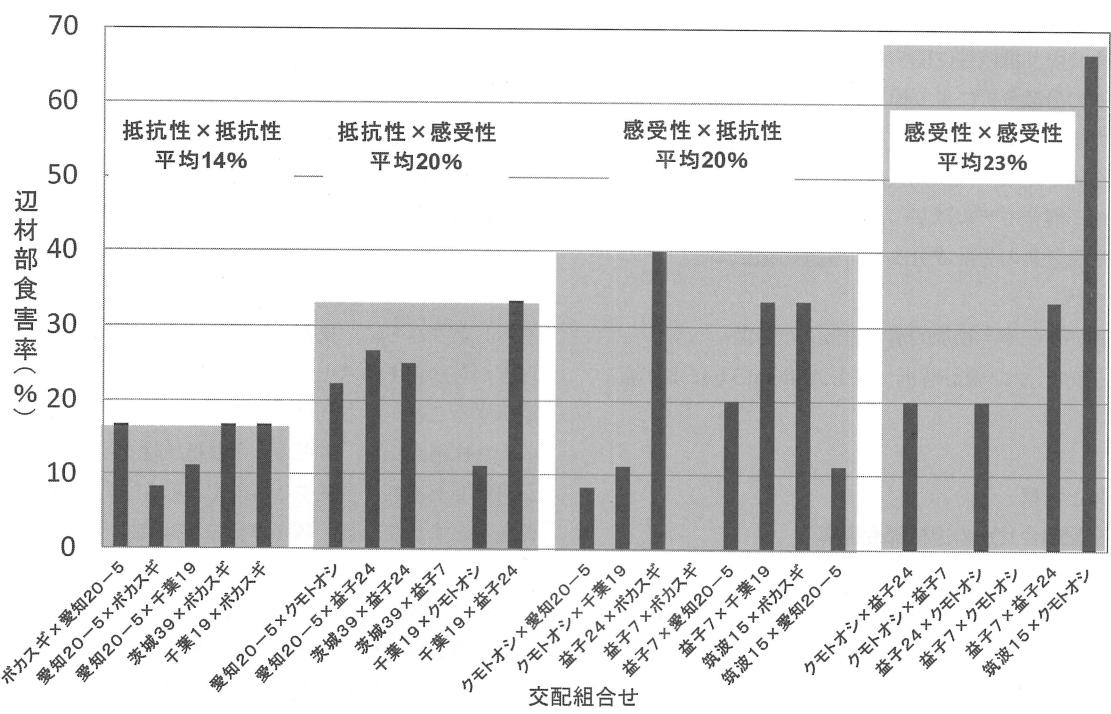


図-1. 交配組合せ別の辺材部食害率

Fig. 1 Damage rate of families