

広葉樹造林のための遺伝・育種・種苗生産からのアプローチ

－試験研究成果と事業的な取り組みの事例－

平成22年3月

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会
広葉樹造林にかかる遺伝的多様性研究会

目次

はじめに

試験研究成果と事業的な取り組み

1. クヌギ・コナラ種子の生産と発芽特性について（茨城県）	1
2. 湯桧曽川沿いにおけるユビソヤナギの分布と増殖（群馬県）	3
3. 外来樹種のニセアカシアの繁殖のメカニズムや除去方法について（埼玉県）	5
4. ケヤキ優良木選抜のために（千葉県）	7
5. 水源の森林づくり ―水源林広葉樹苗木育成事業―（神奈川県）	9
6. 新潟県における地域産苗利用推進の取り組み（新潟県）	11
7. 富山県におけるケヤマハンノキ天然林の遺伝的分化に基づく種苗配布区域の検討と地域性種苗の生産体制の安定化（富山県）	13
8. オノオレカンバの持続的利用における保全への取り組み（山梨県）	15
9. 広葉樹種子を安定的に確保するために（長野県）	17
10. 更新困難なハナノキ集団の保全管理技術の実証試験（岐阜県）	19
11. 静岡県における有用広葉樹や絶滅危惧種の遺伝的変異・増殖・植栽事例（静岡県）	21
12. 有用広葉樹の育種と遺伝的多様性保全に向けて（森林総合研究所 林木育種センター）	27

広葉樹種苗配布の遺伝的ガイドライン（森林総合研究所）	31
----------------------------	----

広葉樹造林にかかる遺伝的多様性研究会 活動報告	39
-------------------------	----

はじめに

この報告書は、関東・中部林業試験研究機関連絡協議会に設置された「広葉樹造林にかかる遺伝的多様性研究会」の報告として、参画機関が持つ広葉樹造林にかかる遺伝的多様性の保全に関する情報を取りまとめたものである。

過去に多かった優良な広葉樹林資源が失われつつある中、森林の多様性回復や森の象徴として、広葉樹造林が拡大しつつあり、地域産種苗を活用する動きも認められるが、種子豊凶などの影響から安定的な供給が出来ない場合が多い。加えて広葉樹苗木は、林業種苗法の対象外のため、全国各地からの移入が恒常的に行われており、地域外個体を導入することによる遺伝的攪乱などの問題が懸念されている。これらのことから、本研究会では、地域集団の遺伝的多様性を配慮した森林の健全な管理・保全のために必要な情報を蓄積し、今後の広葉樹種苗の生産・流通のありかたについて提案できるよう、共同研究の推進を図るとともに競争的資金に係る課題提案素材等を検討した。本研究会は平成 17 年度～21 年度の 5 年間活動してきた。研究会の基体的な活動は、年 1 回開催される研究会での協議と情報交換、現地検討である。本研究会は、第 1 回:平成 17 年度は山梨県、第2回:平成 18 年度は静岡県、第3回:平成 19 年度は長野県、第4回:平成 20 年度は富山県、第5回:平成 21 年度は森林総合研究所林木育種センターで開催された。この間、広葉樹造林における遺伝的多様性の保全のための遺伝・育種・種苗生産等に関わる課題や試験研究成果について、協議や情報交換を行ってきた。これらにより共通意見の集約を行い、広葉樹の種子の豊凶に関する研究と治山用緑化樹の遺伝的攪乱の実態に関わる研究について検討した。第 4 回研究会において、競争的資金の獲得を目指し、環境省・平成 21 年度環境研究・技術開発推進費に応募したが、残念ながら不採択であった。しかしながらこの応募を通して、応募に必要な条件や行政部門との連携のあり方等、様々な問題点が明らかとなった。これらの経験が次の応募につながるものと期待される。

本報告書は、本研究会で提供された試験研究成果および事業的な取り組み等について取りまとめたものである。本報告書がこの問題に関心のある方の参考に、あるいは今後の研究につながる材料になることを期待する。

平成 22 年 3 月

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会
広葉樹造林にかかる遺伝的多様性研究会

クヌギ・コナラ種子の生産と発芽特性について

茨城県林業技術センター 市村よし子

1. はじめに

本県は原木栽培の生しいたけで全国第二位の生産量を誇っているが、その原木の約 4 割は福島県などの他県から移入している。原木生しいたけのさらなる生産振興を図るためには、県内産の優良な原木の安定供給が重要であることから、当センターでは、昭和 54 年に国で定めた「シイタケ原木育種事業実施要領」に基づき、昭和 54～56 年に、成長や形質などに優れた県内産のクヌギ 35 クローン、コナラ 37 クローンを精英樹候補木として選抜した。そのうち、平成元年にクヌギ 27 クローン、平成 3 年にコナラ 17 クローンを精英樹として認定された。これらの精英樹等を用いて、クヌギやコナラの採種園を造成し、約 9 年が経過したので、これまでの種子生産量と種子の発芽特性等について報告する。

2. 成果の概要

クヌギ・コナラ採種園は平成 12 年に那珂市戸の「県民の森」内に造成した。面積はクヌギが 0.57ha、コナラが 0.46ha、合計 1.03ha である。1～5 年育苗した精英樹等のつぎ木苗を用い、植栽間隔は縦横 5m で、植栽密度は約 400 本/ha（クヌギ 226 本、コナラ 185 本）とした。

種子生産量の調査は、植栽翌年の平成 13 年から開始し、クローン別の生産量が分かるようにクローンごとに採取した。

採種園産種子の稔性を調査するため、発芽率をクローンごとに調べた。平成 17 年から 19 年産種子は冷蔵保存後、採取翌年の 4 月に播種した（春播き）。平成 20 年産種子は採取後の 11 月に試験的に MEP50%乳剤 500 倍液に浸漬後、播種した（秋播き）。

植付け後、クヌギは 3 年目、コナラは 2 年目で初めて結実し、初年度の生産量はクヌギで 2.6kg、コナラで 0.4kg であった。その後の生産量の推移は図-1 のとおりである。平成 19 年度の実産量はコナラだけで 234kg となり、最高記録となっている。平成 21 年度の実産量はクヌギで 40kg、コナラで 1kg となり、クヌギは過去最高となった。また、豊作年の採種園全体の種子生産における各クローンの寄与率（各クローンから生産された種子の割合）は、クヌギで 0.05～11.8%（図-3）、コナラで 0～15.2%（図-4）となり、クローンによって採種園内の種子生産が偏る傾向が見られた。これはクローンによって結実特性が異なるためと考えられる。

各クローンの発芽率は、春播きではクヌギが 0～100%で平均 59%、コナラが 0～92%で平均 43%となった。秋播きではクヌギが 60～100%で平均 85%、コナラが 87～100%で平均 93%となった。クヌギでは、凶作だった 18 年産の発芽率が低いですが、それ以外では平均発芽率が 7 割を超えていた（図-2）。コナラでは、春播きでは発芽率のばらつきが大きいですが、秋播きではいずれのクローンでも発芽率が 8 割を超えていた。春播きで発芽率のばらつきが大きい原因として、ゾウムシ類等による種子の食害、保存期間中の種子の乾燥や劣化等が考えられることから、播種時期は春より秋のほうがより適していると考えられる。

平成 17 年はコナラ 5kg、平成 20 年はクヌギ 7kg、コナラ 120kg、平成 21 年はクヌギ 23kg の種子を茨城県林業種苗協同組合へ配布している。

3. 今後の取り組み

今後は本格的な種子生産に向け、安定した種子生産量が確保されるよう、豊凶差の縮小のための管理方法や種子の発芽率を保つ保存方法の検討が必要である。また、採種園産の種子が母樹の優良な形質を受け継いでいるかどうか調査を行うため、平成20年度から採種園産実生苗による次代検定林を設定しており、今後、成長等について調査を行っていく計画である。クローン別の種子生産量や発芽率についても継続して調査を行い、調査結果を採種園の改良に反映させ、よりよい種苗の生産に努めていきたい。

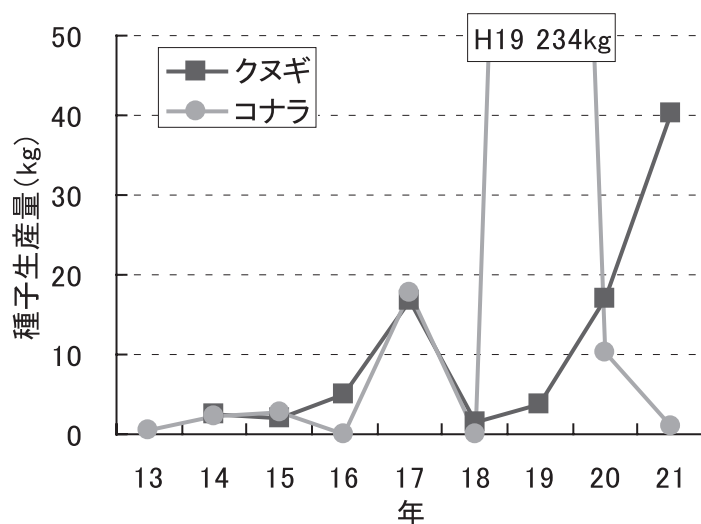


図-1. 採種園におけるクヌギ・コナラ
種子生産量の推移

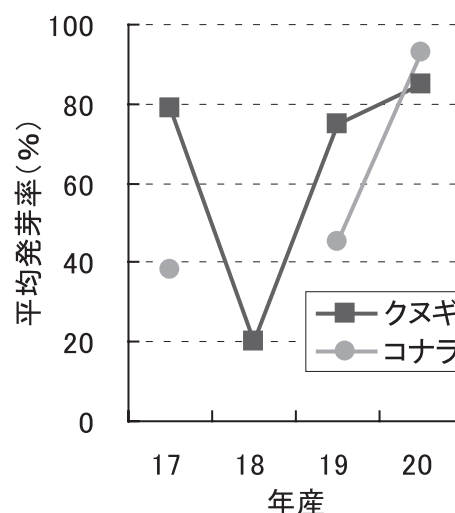


図-2. 種子発芽率の推移
注：平成18年産コナラについては、
種子の採取がなかったため未計測

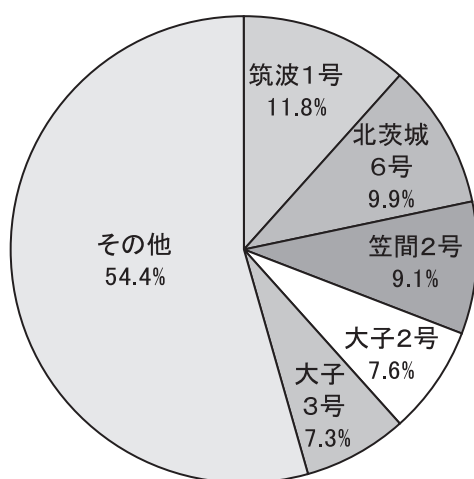


図-3. 平成21年におけるクヌギクローン
の種子生産寄与率

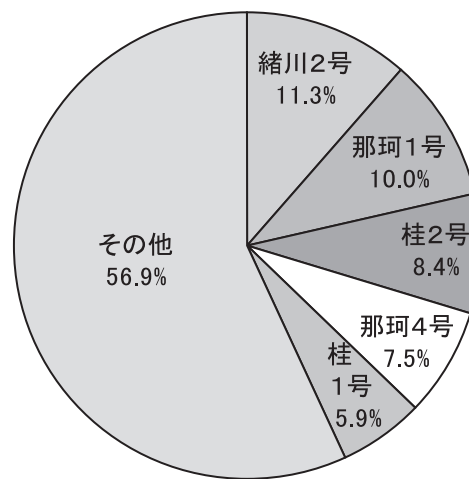


図-4. 平成19年におけるコナラクローン
の種子生産寄与率

湯桧曽川沿いにおけるユビソヤナギの分布と増殖

群馬県林業試験場 竹内忠義

1. はじめに

ユビソヤナギ (*Salix hukaoana*) は、群馬県みなかみ町湯桧曽で発見された日本固有種のヤナギ科の樹木である (写真-1)。その分布は、みなかみ町その他、東北地方の一部の地域に生息が確認されているにすぎず、環境省の絶滅危惧種 I B 類に指定されている。先駆的な種であるユビソヤナギは、土石流や洪水などの河川攪乱により形成された砂礫堆積地に更新してきたといわれている。しかし、河川改修の影響などによる更新機会の減少で、生育範囲、本数の減少が危惧されている。そこで、ユビソヤナギの今後の保全対策の基礎資料とするため、湯桧曽川を中心とする分布と効率的な増殖方法を把握するための調査を行った。

2. 成果の概要

1) ユビソヤナギの分布

分布の調査 (2004、2005 年実施) は、倒れているもの、極度に樹勢が悪いものを除いた胸高直径 5 cm 以上の幹を対象に行った。その結果、ユビソヤナギの分布は湯桧曽川沿いでは、利根川合流点から約 10km 上流の芝倉沢出合付近まで確認することができた。湯桧曽川沿い以外でも谷川、利根川沿いに生息していることがわかった。本数は、湯桧曽川沿いで 1,695 本確認でき、1996 年実施の同様の調査結果と比べると約 6 割に減少していた。(表-1)。また、減少の割合は区域により差があることもわかった。

2) ユビソヤナギの挿し木増殖の検討

ユビソヤナギの挿し木を実施し、増殖方法としての有効性を検討した。発根率は、個体間や処理方法による差が若干みられたが、各回の平均発根率は 40 % に満たない値であった (図-1)。試験場所と生息地域との環境の違いが影響していることも考えられるが、発根性が高いといわれる他のヤナギ類の挿し木に比べ、ユビソヤナギの挿し木は発根性が低い可能性が示唆された。

3) ユビソヤナギの種子特性の把握

湯桧曽川沿いのユビソヤナギから採取した種子を、温度条件の違う恒温器に保存し、保存期間による発芽能力の低下について調べた。ユビソヤナギの種子は、常温では約 2 週間で発芽能力はなくなったが、保存温度を低くするほど発芽能力の維持する期間が長くなることがわかった (図-2)。今回、-20℃で保存した種子は 200 日過ぎても 50 % 以上の発芽率を保っていた (写真-2)。

3. 成果の活用

今後、ユビソヤナギの保全対策の基礎資料として提供できると考えている。また、増殖したユビソヤナギは、林業試験場内に現地外保存というかたちで植栽し、来場者に観察して頂くことで、ユビソヤナギの存在を周知していくことができると考える。



写真 湯檜曽川沿いのユビソヤナギの様子

表 ユビソヤナギの分布調査結果

流域区分 ¹⁾		本数		2005年/1996年 (%)
		1996年 ²⁾ (本)	2005年 (本)	
A	利根川との合流地点から赤沢砂防ダム	140	127	90.7
B	赤沢砂防ダムから土合橋	1,658	912	55.0
C	土合橋からマチガ沢出合	571	443	77.6
D	マチガ沢出合から一ノ倉沢出合	286	129	45.1
E	一ノ倉沢出合から武能沢出合	165	84	50.9
谷川及び他流域		41	22	53.7
合計		2,861	1,717	60.0

注1) A～Eは湯檜曽川沿い。

注2) 1996年調査結果は、阿部(1996未発表)の調査によるもの。

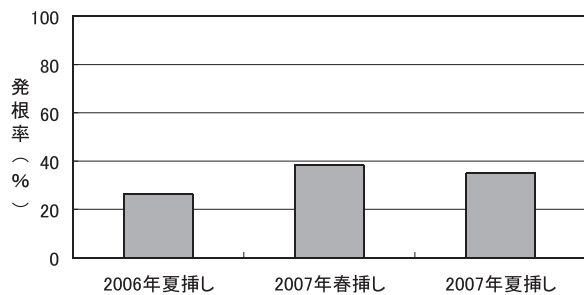


図-1 ユビソヤナギの挿し木結果
注) 各回平均発根率を示す。

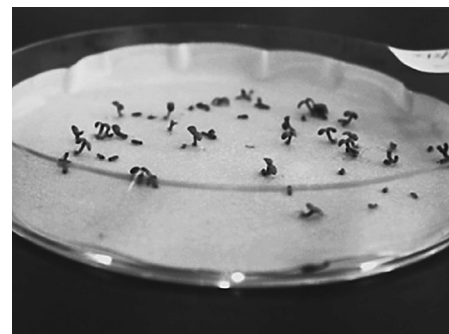


写真-2 20℃保存 200日目の発芽状況

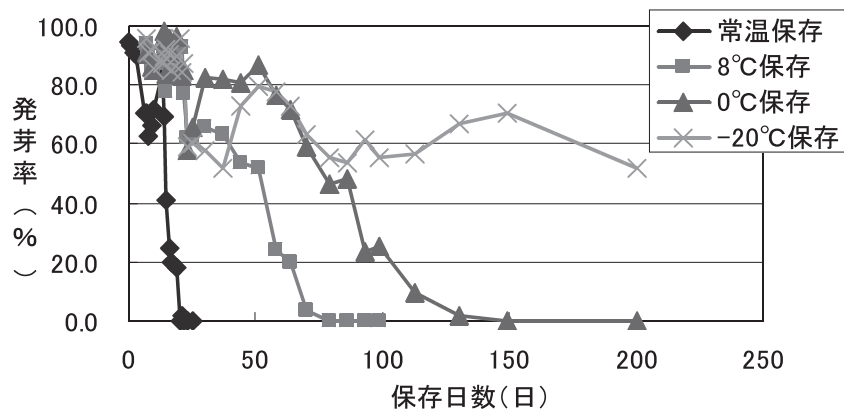


図-2 保存温度の違いによる種子保存期間と発芽率の関係

外来樹種のニセアカシアの繁殖のメカニズムや除去方法について

埼玉県農林総合研究センター 森林・緑化研究所 崎尾均

1. はじめに

外来樹種のニセアカシアは河川敷内への侵入定着および分布拡大が激しく河川生態系にとって深刻な状況になっている。日本に導入当時は砂防事業等に使用され侵食防止機能は高く評価されてきたが、現在では在来種を駆逐し生物多様性を破壊しつつある。本種の分布拡大については根萌芽による栄養繁殖や河川による種子繁殖が指摘されているがそのメカニズムについてははっきりしていない。また、除去方法についても伐採はむしろ分布の拡大を促進することが知られている。そこで、繁殖のメカニズムや除去方法を検討した。

2. 成果の概要

1) 繁殖メカニズムの解明

当年度の発芽率を調べるために、7月から10月まで樹上の種子を採取し発芽試験を行った。発芽能力は8月以降に採取した種子から見られ、発芽率は3～7%程度であった。

また、幹の剥皮による萌芽の発生状況を調査した。剥皮によって40個体のうち大部分の個体から幹に萌芽が発生したが、根萌芽の発生はわずかであった。このことから、剥皮は根萌芽の発生を抑制する効果のあることが明らかになった。

2) 除去方法の検討

幹の剥皮による枯殺（巻き枯し）方法を検討するために、発生萌芽の除去回数を検討した。6月に剥皮し、発生した萌芽を1, 2, 3ヶ月間隔で除去した。1ヶ月ごとに萌芽を除去した個体では10月以降はほとんど萌芽の発生は見られなかった。しかし、翌年の6月にはすべての処理区で再び萌芽が発生し、1年間の除去では枯殺にいたらなかった。2年目も同様の処理を継続した。その結果、毎月、萌芽を除去した処理区では、秋には萌芽の発生がわずかになり、枯死する個体もみられた。

これらの結果から、幹の剥皮によって発生した萌芽を1ヶ月間隔で除去することで2年目には根萌芽の発生を抑え、効果的に除去できることが示唆された。

伐採による枯殺方法を検討するため、萌芽の刈り取り頻度を変えて萌芽の発生を比較した。1回の刈り取りでは、刈り取り後に発生した萌芽は刈り取り前と同じくらいのサイズに成長した。3回刈り取りでは秋にはほとんど萌芽の発生は見られなかったが、剥皮試験の結果から推定すると今年も萌芽がかなり発生することが予想される。刈り取りでニセアカシアを枯死させるには少なくとも年に2回以上の刈り取りを繰り返す必要のあることが判明した。

3) 遺伝子構造の解析

荒川流域の12個体群で見ると、計20の葉緑体ハプロタイプが確認されていた。埼玉県で最も古く植栽された二瀬ダム個体群と支流の個体群を含む上流の4個体群では17タイプの葉緑体ハプロタイプがみられており、これらのタイプはいずれも下流の個体群でも確認された。河畔域のニセアカシア自然林は上流から河川によって散布された種子が定着した可能性を示している。

3. 今後の展開・課題等

巻き枯し法は、単独では萌芽の衰退まで2年を必要とし、グリホサートなど除草剤に比べ効率的でない。農薬使用が困難な場所では、低照度環境を維持しながら少しずつ巻き枯し法を実施する（小山 2009）など検討の余地がある。



図1 ニセアカシアの巻き枯らし
2006年6月実施



図2 幹から発生した萌芽枝(2006年7月)
根萌芽枝の発生はほとんどなかった。

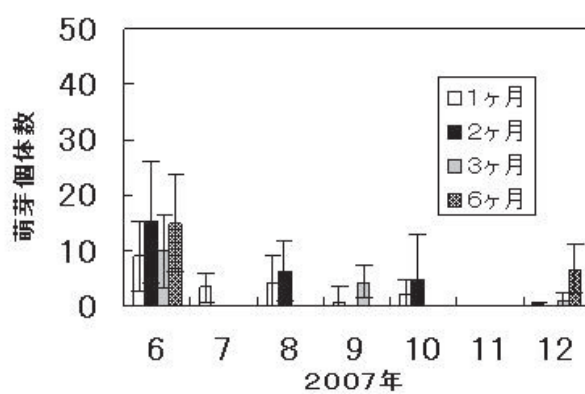
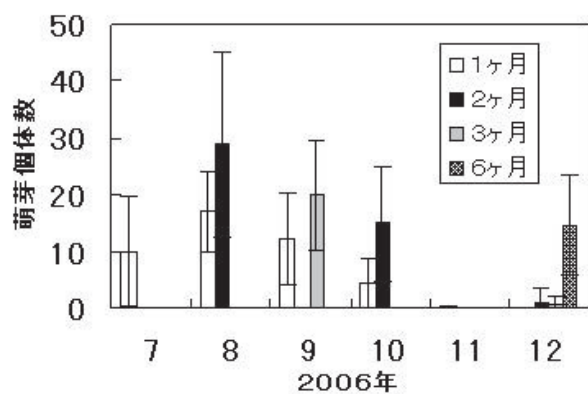


図3 ニセアカシア萌芽の発生数。7月から12月まで1, 2, 3, 6ヶ月間隔で萌芽を除去し発生数を比較した。1ヶ月間隔で萌芽を除去した個体では、2年目の夏以降はほとんど萌芽の発生は認められなかった。

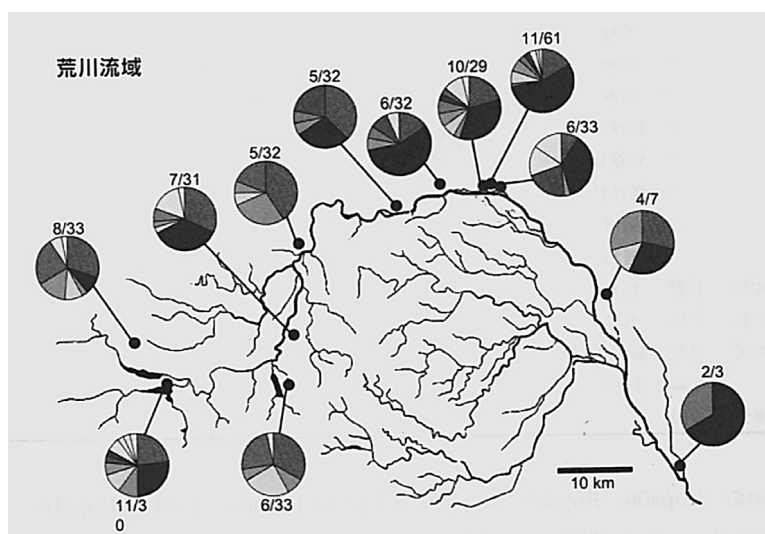


図4 荒川流域の各個体群で見られたハプロタイプの組成
向かって左の上流4個体群で見られた17ハプロタイプは
下流の個体群でも確認された。「ニセアカシアの生態学」崎尾編より

ケヤキ優良木選抜のために

千葉県農林総合研究センター 森林研究所 遠藤良太

1. はじめに

有用広葉樹の一つであるケヤキの育種を進めるための遺伝情報収集の一つとして、千葉県清和県有林内のケヤキが優先する二次林(千葉県君津市)から選抜した9家系を用いて、諸形質(肥大成長(胸高直径)、傾斜、幹曲り、分岐性)の家系間変異と遺伝性について検討した。

2. 成果の概要

千葉県農林総合センター森林研究所上総試験地に 1993 年に造成したケヤキ実生家系試験林(面積 0.3ha、3000 本/ha、3反復の列状植栽)と 2002 年に造成したケヤキクローン試験林(面積 0.04ha、3000 本/ha、単木混交植栽)において、2009 年 4 月に胸高直径、傾斜、幹曲り、分岐性の調査を行った。傾斜については地上から2mまでの傾いている方向の地上2m位置で中心と隔たった長さ、幹曲りについては根元と3m位置を結んだ線の最大間隔(矢高)を測定した。分岐性については地上から3mの高さまでを観察し、3段階の指数(0:ほとんど分岐がないあるいは幹と枝がはっきりした分岐、1:3m~4mの間に主幹が不明瞭な分岐あるいは幹と枝ははっきりしているが太い枝(概ね幹の半分を超える太さ)の分岐、2:3m以内に主幹が不明瞭な分岐)で評価した。

胸高直径、傾斜、幹曲り、分岐性、についてそれぞれ分散分析を行ったところ、胸高直径において5%水準でクローン間差が検出された(表-1)。胸高直径の家系間差は検出されなかったが、家系試験林は調査時(17 年生)の観察によると、ある程度成長の劣った家系では劣勢木の枯死が進み始めている状況であった。このため劣勢木の多かった家系の平均値が大きくなり、家系間においては有意な差が検出できなかった可能性も考えられた。したがって、ケヤキの諸形質の中で成長を示す胸高直径は、比較的遺伝的な変異の大きい形質である可能性が考えられた。

胸高直径、傾斜、幹曲り、分岐性について、クローン試験林(親)と実生家系試験林の調査データを用いて、両者の回帰式から遺伝率を推定したところ、胸高直径 56%、傾斜 100%、幹曲り 100%、分岐性 100%となった(表-2)。一つの小さな集団における調査事例からですが、ケヤキの胸高直径、傾斜、幹曲り、分岐性は遺伝性の高い形質である可能性が示された。



写真－1 ケヤキ試験林

表-1 ケヤキ諸形質(傾斜、曲り、分岐性、胸高直径)について千葉県清和県有林内の9系統から分散分析により算出されたF値

	系統数	胸高直径	傾斜	幹曲り	分岐性
クローン	9	2.807	0.286	1.743	1.985
家系	9	0.665	0.422	1.196	0.664

表-2 ケヤキ諸形質(傾斜、曲り、分岐性、胸高直径)について千葉県清和県有林内の9系統から親子回帰により算出された遺伝率

	胸高直径	傾斜	幹曲り	分岐性
遺伝率(%)	56	100	100	100

水源の森林づくり ―水源林広葉樹苗木育成事業―

神奈川県自然環境保全センター 齋藤央嗣

1. はじめに

広葉樹は林業種苗法の対象でなく広域的な移動が課題となっている。地域固有の遺伝子をもつ優良な広葉樹苗木の生産技術の確立と、安定した需給体制を構築することを目的として、神奈川県内で自生する広葉樹の母樹を指定し、その母樹等から種子生産を行うことで、県内産広葉樹の県内自給をはかり、広葉樹の遺伝的多様性の保全に配慮するため、水源林広葉樹苗木育成事業を実施している。

2. 事業の概要

1) 広葉樹母樹の指定

平成20年末までに選定された母樹候補木は16科35種185個体となった。

(事業として対象樹種は、ミヤマヤシャブシ、ケヤマハンノキ、ブナ、シラカシ、ミズナラ、コナラ、ケヤキ、カツラ、ホオノキ、ヤマザクラ、キハダ、イロハモミジ、イタヤカエデ、ヤマボウシ、アセビ、シオジの16種を実施しており、他の樹種は参考として選抜)

2) 広葉樹種子の生産

平成17年 ヤマザクラほか12種 51kg(未精選の樹種も含む)

平成18年 ブナほか10種 31kg(未精選の樹種も含む)

平成19年 ヤマザクラほか15種 51kg(未精選の樹種も含む)

平成20年 ヤマザクラほか24種 54kg(未精選の樹種も含む)

3) 広葉樹苗木の出荷

平成17年 30千本 (主な樹種; コナラ4千本、クヌギ3千本、ケヤキ3千本)

平成18年 23千本 (主な樹種; コナラ6千本、クヌギ1千本、ケヤキ2千本)

平成19年 27千本 (主な樹種; コナラ4千本、クヌギ5千本、ケヤキ5千本)

平成20年 23千本 (主な樹種; コナラ4千本、クヌギ4千本、ケヤキ1千本)

3. 今後の展開・課題等

引き続き、事業を継続するとともに、選抜した母樹による広葉樹採種園(集植所)を整備し、種子の安定生産に努める。

また県内広葉樹の遺伝的多様性の解明を進める。

表. H11～17年度に選定された母樹候補木(16科35種185個体)

樹種名	樹種名	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	合計	うち* 増殖済
カバノキ科	アカシデ	0	0	0	0	0	0	1	1	
	ミヤマヤシャブシ	1	2	0	0	0	0	0	3	
	ケヤマハンノキ	1	2	0	0	0	0	0	3	1
ブナ科	ブナ	6	4	0	0	0	0	0	10	1
	アカガシ	1	0	0	0	0	0	0	1	
	シラカシ	2	0	0	0	0	0	0	2	
	ミズナラ	2	3	0	0	3	0	0	8	
	コナラ	7	2	0	16	0	0	0	25	
	クヌギ	1	0	0	2	0	0	0	3	
ニレ科	ハルニレ	0	0	0	0	3	0	0	3	
	ケヤキ	14	4	7	0	3	28	2	58	19
カツラ科	カツラ	3	0	0	0	0	0	0	3	
モクレン科	ホオノキ	4	1	2	6	0	0	0	13	
	コブシ	0	0	0	0	0	0	2	2	
バラ科	ヤマザクラ	3	1	0	0	0	0	1	5	
	シウリザクラ	1	0	0	0	0	0	0	1	
	イヌザクラ	0	0	0	0	0	0	1	1	
	マメザクラ	0	0	0	0	0	0	1	1	
	サンショウバラ	0	0	0	0	0	0	2	2	
ミカン科	キハダ	4	1	0	0	0	0	1	6	5
ニシキギ科	マユミ	0	0	0	0	0	0	1	1	
カエデ科	イロハモミジ	0	2	0	0	0	0	2	4	
	イタヤカエデ	6	2	0	0	0	0	0	8	
	オオモミジ	0	1	0	0	0	0	0	1	
トチノキ科	トチノキ	4	0	0	0	1	0	0	5	
クロウメモドキ科	ヨコグラノキ	1	0	0	0	0	0	0	1	
ツバキ科	ヒメシャラ	0	0	0	0	0	0	2	2	
ミズキ科	ミズキ	0	0	0	0	0	0	1	1	
	ヤマボウシ	0	2	0	0	0	0	1	3	
ツツジ科	アセビ	2	0	0	0	0	0	0	2	
	サラサドウダン	0	0	0	0	0	0	1	1	
エゴノキ科	エゴノキ	0	0	0	0	0	0	1	1	
モクセイ科	シオジ	4	0	0	0	0	0	0	4	4
合計		67	27	9	24	10	28	20	185	30

* クローン増殖の成功したもののみ、実生を除く

* 事業としては、ミヤマヤシャブシ、ケヤマハンノキ、ブナ、シラカシ、ミズナラ、コナラ、ケヤキ、カツラ、ホオノキ、ヤマザクラ、キハダ、イロハモミジ、イタヤカエデ、ヤマボウシ、アセビ、シオジの16種を実施しており、他の樹種は参考として選抜。



写真1 トラップによる種子の生産状況
(丹沢山堂平)



写真2 苗木の生産状況
(コナラ・イロハモミジ)

新潟県における地域産苗利用推進の取り組み

新潟県森林研究所 樋口有未

1. はじめに

近年新潟県では森林へのニーズの多様化や環境への意識の高まりに伴い、広葉樹植栽の機会が増大してきた。しかし、広葉樹種苗は遺伝的背景や生育環境の大きく違う県外からも多く移入されており、地域固有の生態系保護の観点で問題が提起されている。

本事業の目的は、健全な広葉樹林育成のために、種子採取源を県内に確保し、地域産優良種苗生産環境の整備を図ることである。

2. 事業の概要と成果

1) ブナ種苗配布区域のゾーニング

県内のブナの大豊作にあわせ、平成17年度に県治山課と緑化用樹木需給調整協議会は、県内を5つの地域に緩くゾーニングし、ブナの母樹林候補地を選定、県と県山林種苗協会（以下、種苗協）が採種を行った。ゾーニングにあたっては、新潟大学紙谷智彦教授の助言を受け、母樹林候補地の選抜と調査は、県、種苗協と新潟大学が協力して行った（図1）。

2) 広葉樹母樹林指定

県では、平成3年度までに指定した母樹林7箇所に加え、平成18年度に、ブナおよび9樹種の広葉樹について、22箇所の母樹林を指定した。ブナの母樹林は、平成17年度に調査した候補地から指定した。それ以外の樹種については県の地域機関の推薦をもとに選抜し、調査は県と種苗協で行った。母樹林については、県が必要に応じて追加指定を行うこととし、種子の採取から苗木生産までは種苗協が行っている（平成20年度末現在 14樹種、表1）。

3) 県内産苗の利用

県では、治山事業において県内産広葉樹の積極的利用を推進し、平成20年度に治山事業で植栽された広葉樹高木性樹種の苗木本数の内、県内産の利用率は83%である。

3. 今後の展開・課題等

ブナなどは種子量の豊凶差が激しく、毎年安定的に苗木が供給できるわけではない。このため、平成21年度からブナの母樹林で、種子の豊凶調査を開始した。

また、需要の多いゾーンでは苗木の不足が生じることや、種苗生産者の広葉樹育苗技術に偏りがある等の問題がある。したがって、今後は安定的に形質の良い広葉樹種苗を供給するために、種子の貯蔵技術と苗木の成長管理技術（写真1，2）の開発が必要である。

なお、母樹林の遺伝的組成については、（独）森林総合研究所が調査を終了しており、広葉樹種苗配布区域について、全国的なガイドラインが示された場合は、それに沿って再検討を行う予定である。

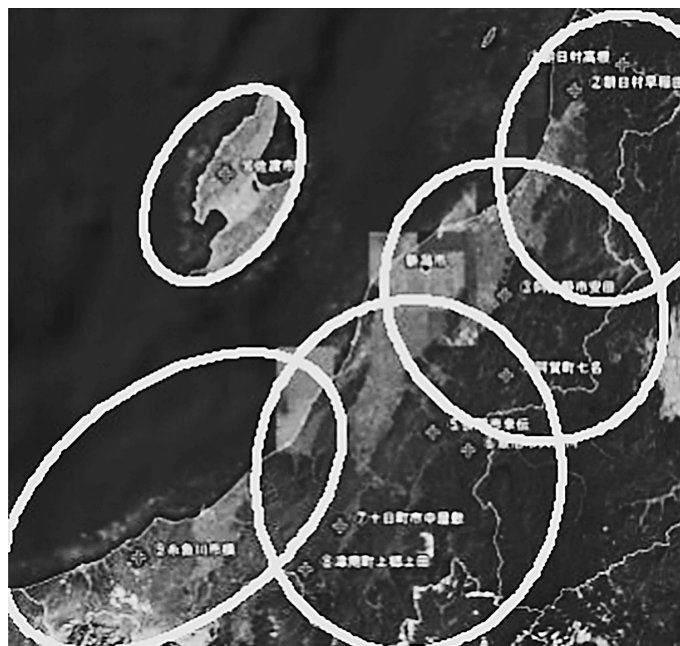


図1 ブナ種苗配布区域のゾーニング（+は母樹林候補地）

表1 母樹林指定樹種および箇所数

樹種	ブナ	コナラ	タブノキ	ケヤキ	シロダモ	スダジイ	カシワ	
箇所数	9	4	4	3	2	2	1	
樹種	クヌギ	ウラジロガシ	トチノキ	キハダ	トリネコ	イタヤカエデ	ホオノキ	合計
箇所数	1	1	1	1	1	1	1	32



写真1 成長抑制のため林縁を利用した育苗試験



写真2 根切りによる成長抑制試験

富山県におけるケヤマハンノキ天然林の遺伝的分化に基づく種苗配布区域の検討と 地域性種苗の生産体制の安定化

富山県水産総合技術センター 森林研究所 斎藤真己

1. はじめに

ケヤマハンノキ (*Alnus hirsuta* Turcz.) は、痩せ地でも旺盛な生育を示すことなどから治山や砂防の緑化樹として全国各地で利用されているが、その種子は国内だけでなく中国や韓国など海外からも大量に導入されており、既存集団への遺伝子攪乱やそれを取り巻く生態系への攪乱が危惧されている。

そこで、本研究では葉緑体DNAを用いて富山県内のケヤマハンノキ天然林の集団間の遺伝的分化について調査した後、治山やのり面緑化事業で利用されているケヤマハンノキについても同様の調査を行い、その遺伝的構造を攪乱しないような種苗の配布区域について検討した。また、地域性を考慮した種苗の安定生産のためにはケヤマハンノキ天然林の結実豊凶の周期や種子の発芽率・保存性といった情報が重要になることから、これらについても調査を行った。

2. 研究の成果

富山県におけるケヤマハンノキ天然林の遺伝的分化に基づく種苗配布区域について検討するため、天然林13集団、のり面緑化施工地5集団、治山施工地4集団の葉緑体DNAのハプロタイプについて調査した結果、標高1,100m以上のⅠ型とそれ以下のⅡ型の2つに分化していることが明らかになった(図-1)。一方、のり面緑化や治山施工地で使用されている個体のハプロタイプは標高にかかわらず全てⅡ型であった。異なるハプロタイプの苗が植栽されていた高標高の地域では交雑による遺伝子攪乱の危険性が高いことから、今後はハプロタイプを考慮した緑化が必要であると考えられた。そこで、ケヤマハンノキの地域性種苗の安定生産に向けて高標高の天然林の種子の豊凶について調査した結果、その年変動は非常に大きく、毎年安定して種子を採取するのは困難であることが明らかになった(図-2)。しかし、種子の保存性は高かったことから(表-1)、ケヤマハンノキの地域性種苗の安定生産のためには、葉緑体DNAの分析結果をもとに採種林分を特定した後、豊作年に大量に種子を採取して次回の豊作年まで貯蔵しておくことで対処できると考えられた。

3. 今後の展開・課題等

富山県では、平成19年から「水と緑の森づくり税」が導入され広葉樹の植栽面積が増加していることから、今後はケヤマハンノキ以外の樹種についても同様の調査を行い、できるだけそれらの遺伝的構造を攪乱しないように配慮する必要がある。

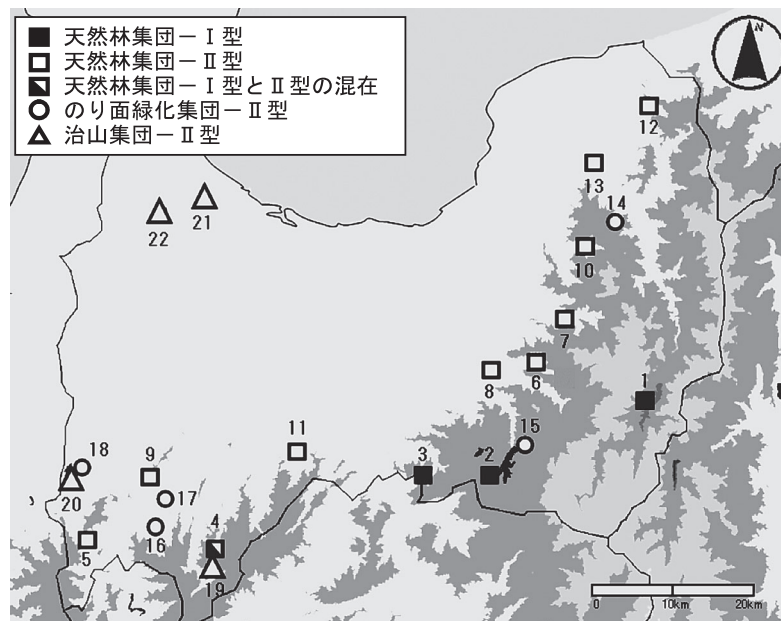


図-1 富山県におけるケヤハンノキの葉緑体 DNA のパプロタイプ (標高 1,000m で彩段)

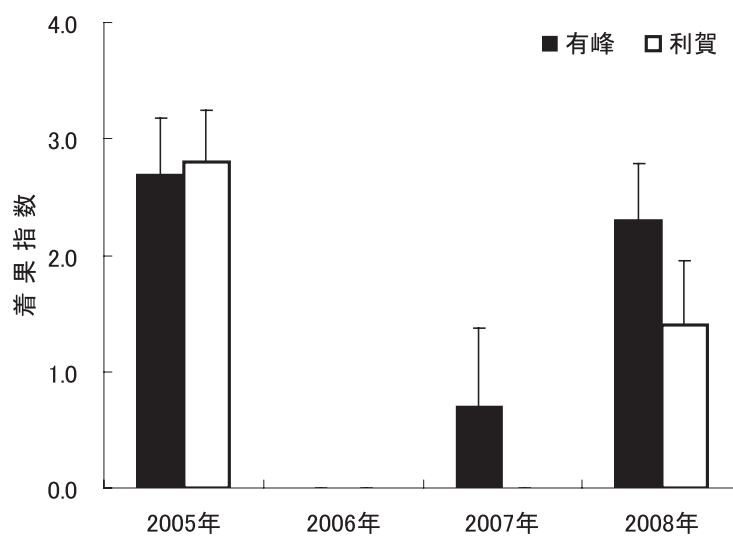


図-2 高標高にある天然林の着花指数の年推移

表-1. 冷蔵保存した種子の発芽率の年次推移と年間の変動係数

調査個体	発 芽 率 (%)			年間の変動係数
	2006年	2007年	2008年	
有峰A	50.0	51.0	42.5	0.09
有峰B	85.0	87.0	86.5	0.01
有峰C	78.0	80.0	76.0	0.03

オノオレカンバの持続的利用における保全への取り組み

山梨県森林総合研究所 西川浩己

1. はじめに

オノオレカンバ (*Betula schmidtii*) は、本州中部以北の太平洋側、朝鮮半島、中国東北部およびウスリーに分布するカバノキ科の樹種である。材は緻密で非常に堅く比重が0.9–0.95と大きく、その材質が印章や櫛などの工芸品として適当であるため、天然生木の需要が生じている。オノオレカンバは先駆性でありながら、長寿で成長も非常に遅いため、資源の安定供給および遺伝資源保全の観点から、利用と並行して永続的確保の方策を構築する必要がある。オノオレカンバのような樹種を資源として適正に利用していくためには、樹種特性だけでなく、分布範囲全体にわたる遺伝的多様性の賦存状態を把握し、地域集団の遺伝的特徴について明確にし、それを踏まえた管理や保全を検討することが重要である。そこで、マイクロサテライトマーカーを用いて、国内外のオノオレカンバ分布域における地域集団内の遺伝的多様性および集団間分化について把握することを検討した。本研究は、文部科学省科学研究費補助金 No.12380100「天然林施業における伐採対象樹種の遺伝的多様性保全法の確立」による助成を受け実施した。

2. 成果の概要

日本国内13集団、韓国3集団および中国1集団の計17集団から計581個体から冬芽、葉、枝および幹の形成層のいずれかの組織からDNAを抽出した。ウダイカンバ、シラカンバおよび *B. pendula* で開発された7マイクロサテライト遺伝子座を用いて、遺伝子型を決定し、集団遺伝学的パラメーターを算出して解析を行った。

1) 集団内の遺伝的多様性

Allelic richness : 日本集団の方が韓国・中国集団のより高かった。日本国内では特に明確な傾向はみられなかった。

ヘテロ接合度の期待値 : 日本集団の方が韓国・中国集団のより高かった。日本国内では南の集団の方が北の集団より高くなる傾向はみられた。

近交係数 : 全体として比較的高かった。隔離分布の影響を受けやすく、近親交配が多くなるためと考えられた。

2) 集団間の遺伝的分化

集団分化程度はやや高かったが、国内外の集団間の遺伝的分化の影響によるもので、日本国内の集団間の遺伝的分化程度は比較的低くかった。

3) 集団間の遺伝的關係

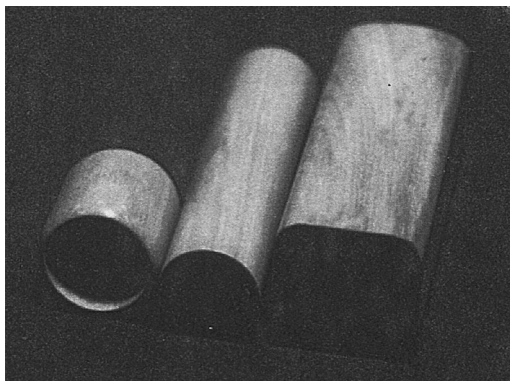
系統樹 : 韓国・中国集団から成るグループは、日本集団と遺伝的に大きく異なっており、日本集団とは分化していることが示唆された。日本国内から成るグループは、2つのグループに細分され、東北・北関東地方集団の北方グループと山梨県周辺の本州中部地方集団

の南方グループに分けられ、各集団の地理的な位置関係をほぼ反映していた。

クラスター分析：遺伝的に異なる系統を意味する4つのクラスターが検出された。クラスターⅠには東北地方と北関東地方の集団の個体が多く割り振られ、クラスターⅡには本州中部地方の集団の個体が多く割り振られた。またクラスターⅢおよびクラスターⅣには韓国・中国集団のほとんどの個体が割り振られた。これらのことから日本集団と韓国・中国集団は遺伝的に大きく異なり日本集団とは分化していることが示唆された。

3. 今後の展開・課題等

- ・未採集のウスリー等の国外集団、国内集団についても調査を行い、さらに詳細なオノオレカンバの集団内および集団間分化について検討
- ・葉緑体DNAによる明確な遺伝構造の解明
- ・繁殖や更新における地域内での集団間の花粉や種子による遺伝子流動の制限の要因の検討



写真－1 オノオレカンバの印鑑



図－1 調査対象集団

広葉樹種子を安定的に確保するために

長野県林業総合センター 小山泰弘

1. はじめに

近年、広葉樹造林は増加傾向にある。しかし、現在流通している広葉樹種苗のなかには、種子源が不明なものが見られるなど(図1、図2)、苗木の由来がわからない中で植栽が行われている。

一方、集団遺伝学的な研究により、広葉樹の多くで地理的な変異が観察されており、遺伝的に異なる環境に植栽した場合には環境適応性が低下するような事例も観察され、広葉樹の種苗配布にあたってのガイドラインの策定に向けて検討が進められている。

今後、種苗配布のガイドラインが策定された場合には、各地域で広葉樹種苗の安定供給体制を整備しなければならないが、生産量が多いナラ類などの広葉樹種子は、長期保存が難しい上に、豊凶がある(図3)ため、対応が難しい。

特に種子の豊凶については、調査事例が少ないため、種子源の安定的な確保のために、種子豊凶データを整理することが重要である。

本県では、ツキノワグマの出没予測に用いるため、平成17年度よりナラ類の結実状況を調査している。今回は、ナラ類の結実状況調査結果をもとに、長野県内の結実状況について年変動を確認するとともに、種子源確保に向けた検討を行ったので報告する。

2. 成果の概要

ナラ類の結実調査について、可能な限り効率的に多点調査を行うため、地方自治体の林務担当職員が誰でも調査可能な手法とした。調査は、毎年7～8月の種子が充実し始めた時期を対象に、20本程度を対象として、目視により種子結実が確認できた本数をカウントした。

この方法を用いることで、毎年、長野県内全域で100箇所以上の地点でデータを集めることが出来た。また地域ごとの豊凶については、結果から得られた「結実本数率」により解析した。

地点数が多くなったことで、地域ごとの豊凶が整理され(図4)、4年間で以下のことがわかった。

- 1) ブナ・ミズナラともに全県で豊凶が同調することはない。
- 2) クリは毎年一定量以上の作柄が得られる。
- 3) ミズナラとコナラは豊凶の地域性が近似する(図4)。
- 4) ミズナラ、コナラともに県下全域で凶作となることはなかった。

3. 今後の展開・課題等

種苗配布のガイドラインが策定された場合、県を超えた種子流通が必要になると思われる。

広域的な種子豊凶については、「ブナ等の広域的結実調査」データベース(通称タネダス)が森林総研データベース上で試験運用(<http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/tanedas/>)されており、各県のデータ蓄積を行う事で、由来の正しい種子の流通につながると考えられる。

こうした調査を各県で広めていく必要があると考えられる。

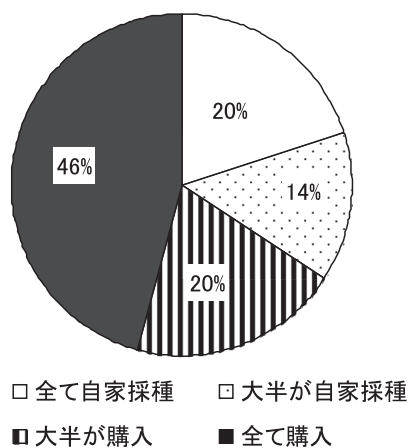


図 1 広葉樹種子の入手先
(小山 2005)

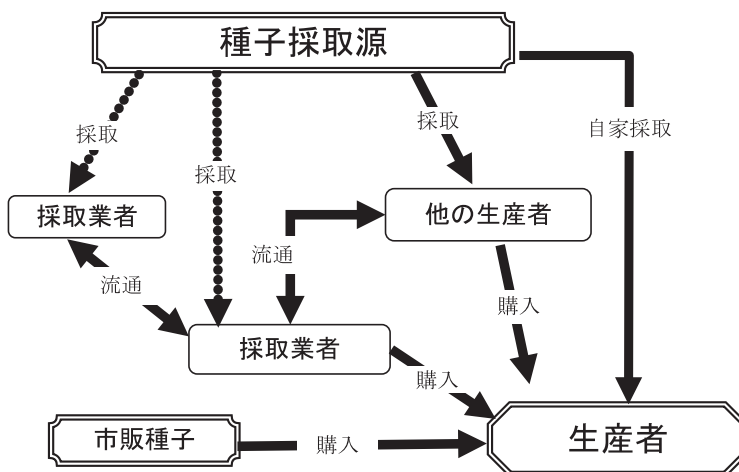


図 2 長野県における種子流通(小山 2005)

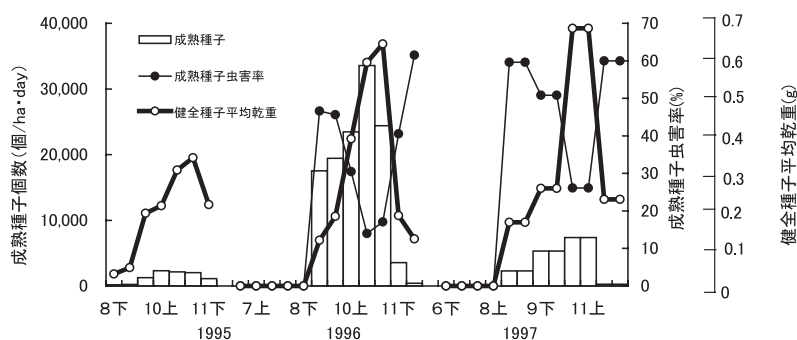


図 3 コナラ林の種子落下量の年変動(小山ら 2001)

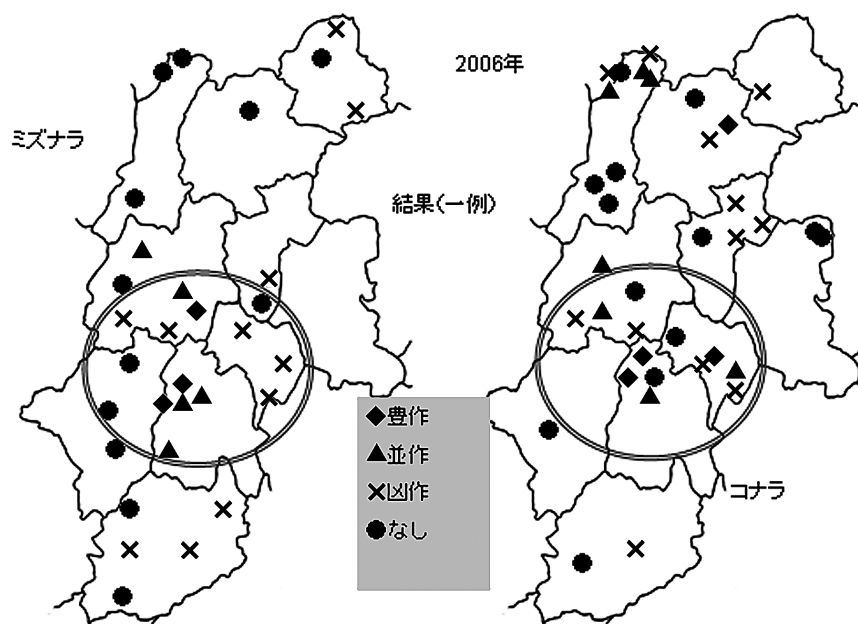


図 4 2006 年のミズナラとコナラの種子豊凶
(円内を見ると豊凶が近似していることが良くわかる)

更新困難なハナノキ集団の保全管理技術の実証試験

岐阜県森林研究所 大洞智宏

1. はじめに

希少樹種は、限られた地域のみ分布しているものが多い。さらに、近年の人間活動によって、生息域を分断されるなど小集団化が進んでいる。

岐阜県内のハナノキの自生地も、その範囲は人為の影響によって狭められ、また、自生地においても針葉樹人工林化が進むなど、現在のハナノキ個体群は、その存続が危機的な状況にある。将来にわたってハナノキ個体群を健全に維持するためには、自生地において個体群を維持し、個体群のサイズを大きくすることが重要であると考えられる。そこで、自生地内の個体群の維持・サイズ拡大のために、林床の光環境の改善が有効かどうかについての検証をおこなった。

本研究は、「環境省地球環境保全等試験研究」による助成を受け行った。

2. 成果の概要

岐阜県中津川市千旦林において、ハナノキが混交するスギ・ヒノキ人工林内に試験地を設定した。試験地内に、スギ・ヒノキを中心に伐採を実施した受光伐区(994m²)と、無施業の対照区(609m²)を設定した(表1)。

ハナノキの種子散布量を把握するため、2005年5月に開口部0.5m²のシードトラップを受光伐区に25個、対照区に15個ランダムに設置した。その後、同年の6月末に落下種子を回収しトラップを撤去した。

ハナノキ実生の発生・消長を把握するため1m×1mの調査区を受光伐区に30個、対照区に16個設置した。実生調査区は、様々な状態の林床(ミヤコザサ優占、ミズゴケ優占、乾性の裸地、湿性の裸地など)に散らばるように任意に設置した。実生調査は2005年10月、2006年5月、6月、7月、9月、10月及び2007年5月、6月、8月、9月、10月に個体識別を行い実施した。初めて確認した個体は、その高さを測定した。その後の調査では、生死の確認だけを行い、2006年10月、2007年10月に高さを測定した。

各シードトラップに捕捉されたハナノキ種子は、受光伐区では、試験区全域にまんべんなく多量の種子が散布されたと推定されたが、対照区では、散布種子数が少なく、散布量にも偏りがあると推定された(図1)。種子散布数に対する実生の発生数は、受光伐区で1.1%、対照区が1.0%で実生の発生に対して受光伐の影響はなかったと考えられた。

2006年に発生したハナノキ実生の個体数の変化を図2に示す。実生の生存率は、受光伐区で発生当年の秋までで53%、翌年の秋までで6%であった。対照区では当年の秋までに全個体が枯死した。実生の生存に対して受光伐が有効であった可能性が示唆された。

2006年、2007年6月の調査時、ハナノキ成木からの落葉が観察された。落葉には、黒褐色の斑紋が認められた。当年生実生において、第1葉に、これと同じような斑紋のある個体が、多数あった(図3)。7月以降の調査では、第1葉がなくなった実生個体が多数みられた。第1葉を失うことは、ハナノキの実生の生存や成長に大きな影響を及ぼしていると考えられる。したがって、当試験地において、この病気の発生は、ハナノキ実生の定着を阻害する要因になっている可能性が高い。

3. 今後の展開・課題等

実生の生存に関して受光伐が有効であった可能性が示唆されたが、更新に有効な稚樹群落を林内に形成させるには至らなかった。この原因として、伐採率が低く実生が成長するのに十分な明るさが得られなかった可能性と、病気の発生によって実生の成長が阻害された可能性が考えられる。

可能であれば、今後、再度受光伐を行い、更新が照度の不足のみによって阻害されていたのか、病害の影響も受けていたのかについて明らかにしたい。

表 1 受光伐区と放置区における立木の本数密度と胸高断面積合計

	受光伐区						放置区	
	受光伐前		受光伐後		伐採率		本数密度 (/ha)	胸高断面積合計 (m ² /ha)
	本数密度 (/ha)	胸高断面積合計 (m ² /ha)	本数密度 (/ha)	胸高断面積合計 (m ² /ha)	本数 (%)	断面積 (%)		
ハナノキ	362	6.8	362	6.8	0	0	164	2.5
スギ	986	24.2	433	18.4	56	24	66	1.4
ヒノキ	573	6.9	121	2.8	79	59	608	9.1
その他	463	3.5	262	1.8	43	49	952	9.7
合計	2384	41.4	1178	29.8	51	28	1790	22.7

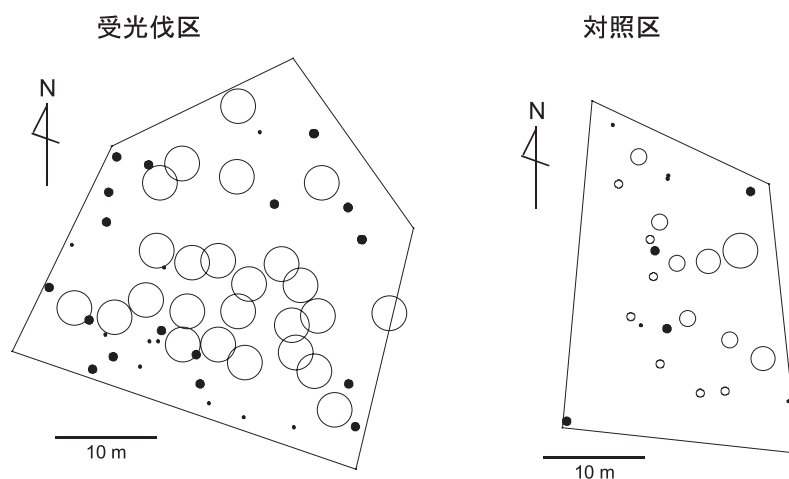


図1 2006年におけるハナノキの散布種子量の分布.

○はシードトラップの位置で、印の大きさが充実種子量を示す。
大きい印から順に、400個/m²以上、200～399個/m²、100～199
個/m²、0～99個/m²である。
●はハナノキの立木位置（大きい印：胸高直径10cm以上、小
さい印：胸高直径10cm未満）を示す。

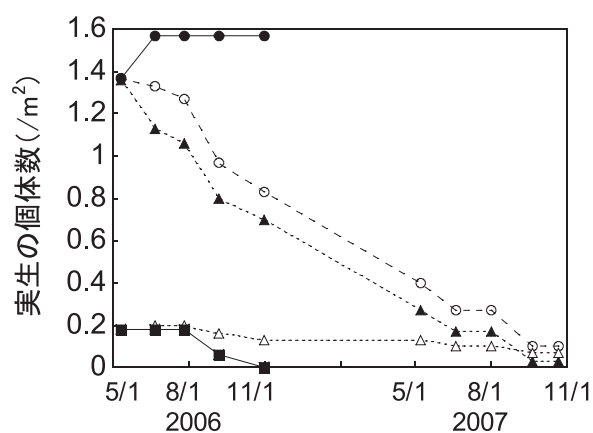


図2 2006年に発生したハナノキ実生の個体数の変化

▲受光伐区5月確認個体，△受光伐区6月確認個体，
■放置区5月確認個体，●受光伐区の積算実生発生数，
○受光伐区の全個体。



図3 落葉（右）と第1葉（左）の斑紋

静岡県における有用広葉樹や絶滅危惧種の遺伝的変異・増殖・植栽事例

静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター
袴田哲司・山本茂弘・片井秀幸・山田晋也

1. はじめに

静岡県は、県土の 64%に当たる 499 千 ha が森林で、民有林の 64%が針葉樹、30%が広葉樹である。県では、荒廃または管理の行き届かない 12,000ha の森林を対象に、針・広混交林化や多様性のある広葉樹林への誘導を重要施策としており、広葉樹の植栽が増加の傾向にある。しかし、広葉樹は林業種苗法の対象外であり、無秩序な種苗の導入による遺伝子の攪乱や環境不適応、種苗確保の困難性や不明瞭な種苗系統の流通、苗木の不良や植栽技術の不備による造林成績の低下などの問題が提起されている。これらを解決するため、主要樹種であるブナやケヤキについて遺伝的な地域変異を明らかにし、種苗移動範囲について検討を行った。また、優良な種苗を効率的に増殖させるため、挿し木の技術改良や菌根菌の利用や炭の施用による成長に優れた苗木の育成手法を検討した。

静岡県では 663 種の植物が独自に指定された絶滅危惧種であり、そのうち樹木は 38 種である。絶滅危惧種は集団や地域個体群が孤立していることが多く、集団ごとに遺伝的変異を有する可能性が高い。そのため、保全を図る場合には、遺伝構造を把握した上での対策が必要である。そこで、静岡県および長野県版レッドデータブックで絶滅危惧Ⅱ類（絶滅の危険が増大している種）に指定されているカバノキ科カバノキ属のジゾウカンバに着目した。当樹種は、関東山地を中心にブナクラス域に生育する日本固有種であり、静岡県の集団は全国分布の南限に位置するため、その保全が望まれている。静岡県で確認されている 2 集団について、遺伝的特徴や生育地の状況などを調査するとともに、個体の増殖や成長促進の技術についても検討を行った。また、静岡県で絶滅危惧種ⅠB類であるナガボナツハゼやイワツクバネウツギについては、遺伝的構造について検討するに至っていないが、現存する個体数が少ないため、増殖方法の検討を行った。

このような、遺伝的な地域変異や多様性を考慮した広葉樹の植栽や絶滅危惧種の保全は、今後の森林管理において重要な課題であるが、静岡県では先進的な事業として地域性種苗（郷土種）の導入を進めている。富士山静岡空港の法面緑化や富士山 3776 自然林復元大作戦では、事業地周辺から採種を行い、育苗した実生苗を現場へ植栽している。これらは、遺伝情報に配慮した事業展開において参考になる事例である。

2. 成果の概要

1) 有用広葉樹の遺伝構造

静岡県におけるブナ集団の遺伝的特徴を明らかにするため、県内の 39 地点のブナ集団を対象に、葉緑体 DNA と核 DNA の 2 つの遺伝マーカーを用いて遺伝的構造を解析した。葉緑体 DNA による解析では、静岡県のブナ集団には D、E、F 及び 0（仮称）の 4 種類のハプロタイプと 1 種類（E-1、仮称）のサブタイプが存在した。ハプロタイプ D は県西部、E は県中部～東部～伊豆、F は県東部、0 は伊豆南西部、E-1 は伊豆全域に分布していた。ハプロタイプ E は県内で幅広く分布していた。一方、ハプロタイプ 0 は伊豆南西部のみに存在し、現在生育しているブナは地域固有系統であると推察された（図 1）。また、核 SSR 解析では、静岡県内のブナ集団はアレリックリッチネスの平均値が 10.04、ヘテロ接合度の期待値の平均値が 0.86 で、全国のブナ集団（それぞれ 9.57 と 0.84）と比べてやや高い傾向にあった。 D_A 距離に基づく近隣結合法による無根樹状図を作成した結果、県内の集団は全て太平洋側ブナ集団に属し、さらに太平洋側に分布するブナ集団間での類似関係は、九州地方や四国地方のブナ集団とは異なり、関東地方や中部地方に分布するブナ集団により近縁で、地理的

な位置関係と一致していた。

ブナ植栽木の葉緑体 DNA 解析を行ったところ、県内に天然分布するハプロタイプ(E、E-1、F) 以外に、北海道～東北日本海側 (A)、北海道～山陰 (B)、山陰 (C) に天然分布するハプロタイプの苗木が植栽されていることが明らかとなった (表 1)。また、静岡市の 2 ヶ所の植栽地における核 DNA のアレリックリッチネスは 10.35 と 6.26、ヘテロ接合度の期待値は 0.78 と 0.68 で、天然林集団の平均値 (13.27、0.86) と比較していずれも遺伝的多様性が低かった (表 2)。

静岡県内に自生するケヤキの葉緑体 DNA の 5 領域を解析した結果、3 種類のハプロタイプが認められた。県中央部を流れる安倍川を境に西側に 1 系統、東側に 2 系統が分布し、東側の 2 系統は重複するような地理的分布であることが明らかになった。また、静岡県産ケヤキ精英樹候補木 37 クローンについて、別の 2 領域の遺伝的変異を調べたところ、2 種類のハプロタイプに分類され、県中央部を境として東西に分かれることが明らかになった (図 2)。東西のハプロタイプと開芽日との関係を比較すると、系統の分布域と年平均気温との関係は低かったが、西タイプの平均開芽時期は東タイプよりも有意に早く、異なるハプロタイプで生理的に異なる応答をする可能性が示唆された。今後はこれら系統間でフェノロジー等の調査を継続し、本県に存在しない系統との成長量の違いなども調査する予定である。ケヤキは山林土壌の施用によるアーバスキュラー菌根菌との共生により (図 3)、初期成長が促進され、籾殻くん炭の併用でさらに効果が表れた (表 3)。活着性は明らかではないが、菌根菌との共生や炭の施用を取り入れることも、植栽事業の成果を向上させる一つの手法として有効であろう。また、新規の成長調整物質により、挿し木発根率の向上が認められ (図 4)、優良個体の効率的な増殖につながる成果も得られた。

2) 絶滅危惧種の遺伝構造と増殖

静岡県で絶滅危惧Ⅱ類に指定されているジゾウカンバは、富士宮市の毛無山に全国最南端の集団があるとされていたが、その後の調査により、さらに南に位置する静岡市葵区の下十枚山にも自生することが確認された。これら 2 集団の遺伝的な特徴を明らかにするため、全国の分布域を網羅するように試料を採取し解析を行った。その結果、全国のジゾウカンバには、葉緑体 DNA で大きく分けて 3 つの系統があることが明らかになった。また、詳細な分類では、静岡県のジゾウカンバは山梨県の大菩薩連嶺黒岳のものと同一の系統であることが明らかになった。静岡県における 2 箇所の自生地に設置したプロット調査では、褐色森林土壌上ではなく岩や礫の多い土壌で生育本数が多かった。また、林床および周辺に幼樹は確認できなかったが、カバノキ類はギャップにおいて更新されることから、今後も継続調査が必要である。種子の発芽率は 30%前後であり、広葉樹の平均的な数値であった。挿し木が困難なため、県外産の個体から組織培養による増殖を試みたところ、冬芽からのシュート伸長には、植物ホルモンの BAP、GA₃ とともに 0.5mg/L を添加した無機塩類 1/2 濃度の MS 培地が適した。シュートの発根には、寒天の代わりにパーミキュライトを支持体とした場合で発根率が高かった (図 5)。また、本県の 2 箇所の自生地から各約 30～40 個体以上の冬芽を採取し、植物体の再生を試みたが、植物体の再生した個体は 6 個体と少なかった。静岡県産のジゾウカンバは発根個体数が少なかったため、発根培地の改良が必要である。また、ジゾウカンバは、瘦尾根や岩角地に自生するため、乏しい土壌養分の状況下で生育していると考えられる。カバノキ科の樹種は外生菌根菌が共生することが知られ、樹木から有機物などを享受する一方、土壌中の無機成分や水分を樹木に供給し、土壌病原菌から根系を守るなどの役割を担っている。ジゾウカンバの稚苗に外生菌根菌 *Cenococcum geophilum* を共生させると、葉数の増加が認められたことから (図 6)、実生苗や組織培養苗に外生菌根菌を共生させることにより、良質な苗木を育成できることが示唆された。

静岡県において絶滅危惧ⅠB類に指定されているイワツクバネウツギは、県西部の一箇所

のみで自生が確認されている。組織培養では5月上旬に腋芽をWP培地に挿しつけたが、腋芽を伸長させるためには4℃で50日間の低温処理が必要だった。培地の植物ホルモンはBAP 0.5mg/Lで良く伸張した。シュートはホルモンフリーのWP培地で86%の発根率が得られ、幼植物体が再生した。また、8月下旬に挿し木を行ったところ、発根は容易で、80%以上の発根率であった(図7)。試験対象とした母樹としては1個体のみの結果のため、個体数を増やして試験を行う必要がある。

同じく絶滅危惧IB類に指定されているナガボナツハゼは、県西部及び愛知県東部の痩せた低山に生育する。土地の造成等により、本県での生育地は5箇所程度、個体数は1本～20本/箇所程度に減少している。挿し木は困難なため、組織培養で5月上旬から6月中旬にかけて腋芽培養を試みた。数種類の培地を比較したが、伸長量には有意な差はなかった。培地pHは5.3、植物ホルモンは0.5mg/Lのゼアチン濃度が適する傾向がみられた(図8)。シュートはオーキシシン(NAA、IBA)を含むバーミキュライト培地で発根し、幼植物体が再生し、発根率は70%であった。組織培養による効率的な増殖のためには、培地のpH、植物ホルモンの種類と濃度、発根培地等を検討する必要がある。

これらの樹木の組織培養では、培養器内での保存のため継代培養条件について検討する必要がある。また、伸長、発根性には個体差が大きいので、汎用的な培養技術の確立が必要である。幼植物体の馴化条件、育苗方法、圃場等での管理方法を明らかにする。増殖技術の確立のほか、現地での保全についても検討する必要がある。

3. 静岡県における地域性種苗の植栽事例(聞き取り調査)

静岡県では、既に事業の中で地域性種苗の植栽を行っている。2009年6月に開港した「富士山静岡空港」では、静岡空港環境監視機構(学識経験者と地元住民代表による委員会)で空港内緑化の検討を行い、平成12年度から郷土種の生産と盛土斜面への植栽を開始した。この事業では、72種の広葉樹を対象に、大井川～天竜川間の標高200m以下の範囲で採種を行い、径9cmの黒ポリポットで育てた苗を法面に1本/m²の密度で植栽している。自然の植生遷移を応用して、植生を早期に回復させるため、先駆植物、落葉樹、常緑樹を混植し、目的とする森林の造成を図っている。平成19年度までに、40万本を生産し、25万7千本を植栽した。その比率は常緑樹4割、落葉樹6割である。

富士山3776自然林復元大作戦では、1996年の台風で風倒被害があった箇所を広葉樹の自然林に回復させる事業を展開している。富士山3776自然林復元検討委員会で復元の内容を検討し、標高によってカシ帯、クリ帯、ブナ帯、シラベ帯に区分されている。カシ帯の樹種では、富士山麓以外の安倍川、興津川、由比川、狩野川流域での採種・採穂も認められているが、クリ帯では富士山麓とその周辺、ブナ帯では富士山麓のみを供給源として限定している。このように、35種の広葉樹について特定の範囲から採種し、富士農林事務所育種場で育成した苗木を富士山周辺で活動するボランティア団体や事業体へ無償配布している。2007年度の苗木生産は3,313本で、そのうち1,000本は植栽イベントで使用、残りはイベント以外で植栽されているが、ブナ、コナラ、ミズナラは植栽樹種として要望が多いようである。

3. 今後の展開・課題等

静岡県では、行政施策として「ふるさと広葉樹の供給体制の構築」を進めている。この中で、広葉樹の母樹林を指定することや、遺伝子攪乱の防止について森林所有者等への普及啓発を図ることが掲げられている。このような施策を推進するためには、具体的な計画を策定する必要があるが、研究で得られたデータは重要な科学的根拠になるものと考えられる。また、地域の固有性を維持するという観点からも、新しい葉緑体ハプロタイプが発見された集団や絶滅危惧種の林分は貴重であり、これらの保全計画を立案する際にも対象

樹種の遺伝構造を把握しておくことは重要である。現実的には、地域の特性を活かした森づくりを進めるにあたり、地域で必要な種子を確保できる広葉樹母樹林の設置や種苗安定供給の体制づくりが必要である。多数の都道府県で広葉樹の母樹林指定が行われているにもかかわらず、現時点では静岡県には広葉樹の採種母樹林が指定されていない。したがって、遺伝的な地域変異の情報に基づいて母樹林指定を進める必要がある。しかし、遺伝的な地域変異のデータだけでは、不十分なため、適応的な形質の変異や系統間の生育差等に関する調査を行って、系統ごとの適切な植栽地域を明らかにし、集団の歴史を刻んでいる中立の遺伝的変異の両面から総合的に検討して、人工植栽する上での種苗配布区域を示すことが重要である。

地域性種苗の導入にあたって、実際にそれを生産する種苗業者の意見も貴重である。生産者の高齢化が進む中、採種母樹林の設定地は車道から近い採りやすい場所にし、樹高もあまり高くないほうが良い。また、県が広葉樹採種園を造成し、そこから得られる種子の配布を望む声も聞かれる。一方で、広葉樹苗の需要予測が立たなければ、育苗をひかえるという意見も本音であろう。したがって、公共事業などで行う広葉樹植栽の計画を明確にし、情報を生産者に提供することも重要である。いずれにしても、地域性種苗の供給体制を整備するためには、生産団体や行政の連携した取り組みが必要であり、都道府県における育種場の役割などにも期待がかかる。

静岡県では、平成16年に県版レッドデータブックを作成し、絶滅危惧種の現状把握を行った。現在はそれに続く「静岡県希少野生動植物保護条例」について検討を行っており、希少種の保護回復事業の促進として、希少個体の増殖や生息地等の保全・保護復元を目標に掲げている。絶滅危惧種や希少種の保全では、その種の生育に適する環境を確保することが最も重要である。現存する個体が枯死しないような、天然更新による増殖ができるような環境を確保または整備することである。その一方で、個体の減少が著しく環境の改善が見込まれない場合には、人為的に遺伝資源の確保と増殖を行い、それらを現地へ里帰り植栽するという考えもある。その場合、希少集団の遺伝的な地域変異と、それぞれの集団の遺伝的な多様性を把握しておくことが不可欠である。いずれにしても、保全対策については、専門家の意見を仰いどうえで関係者や地元住民と協議して具体的な対策を行う必要があるが、ジゾウカンバの遺伝的な地域変異や増殖手法、ナガボナツハゼやイワツクバネウツギの増殖方法などの成果は、重要な科学的な知見になると考えられる。

温暖な伊豆半島に存在するブナ集団は、生態学的にも貴重である。伊豆半島は、固有種を含む特徴的な植物や貴重な植物が多く見られる地域であるが、新しいハプロタイプのブナ集団が確認されたことは、伊豆半島における生態系や植物相の独自性をさらに支持するものだと考えられる。しかし、天城山のブナは次世代の更新が不十分であり将来の存続も危惧されているように、伊豆の他のブナ林でも同様の懸念がある。したがって何らかの保全対策が必要であると考えられ、植栽を行う場合は、他地域の種苗を導入しないような配慮が必要である。

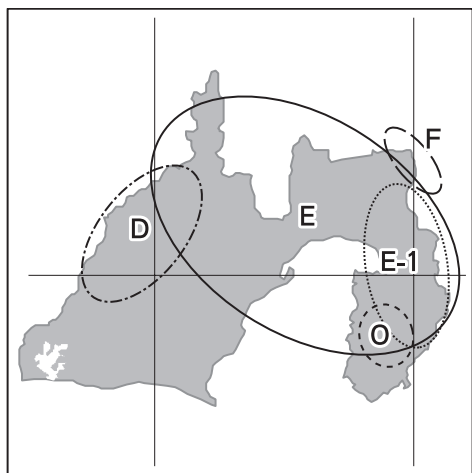


図1 静岡県におけるブナ葉緑体 DNA ハプロタイプの分布

表1 ブナ植栽木の葉緑体 DNA ハプロタイプ

調査地	調査 個体数	ハプロタイプ ¹⁾					
		A	B	C	E	E-1	F
伊豆市	154	0	66	2	50	12	24
函南町	24	0	0	0	24	0	0
静岡市A林分	16	0	0	0	16	0	0
静岡市B林分	16	16	0	0	0	0	0

1)天然分布するハプロタイプA, B, C, E, E-1, Fの地域は、それぞれ北海道～東北日本海側、北海道～山陰、山陰、中部、伊豆半島、東北太平洋側～関東・紀伊半島である。

表2 ブナ植栽木の遺伝的多様性

調査地	調査 個体数	対立遺 伝子数	アレリック リッチネス	ヘテロ接合度 の期待値
	<i>n</i>	<i>A</i>	<i>AR</i> _[48]	<i>H_E</i>
静岡市A林分	30	11.15	10.35 ¹⁾ **	0.78 **
静岡市B林分	30	6.54	6.26 **	0.68 **
静岡県内天然林集団平均 ²⁾	30.7	14.27	13.27	0.86

1) 表中の**は静岡県内天然林集団平均との t 検定により、1%水準で有意差なしであることを示す。

2) 静岡県内のブナ天然林6集団の平均。

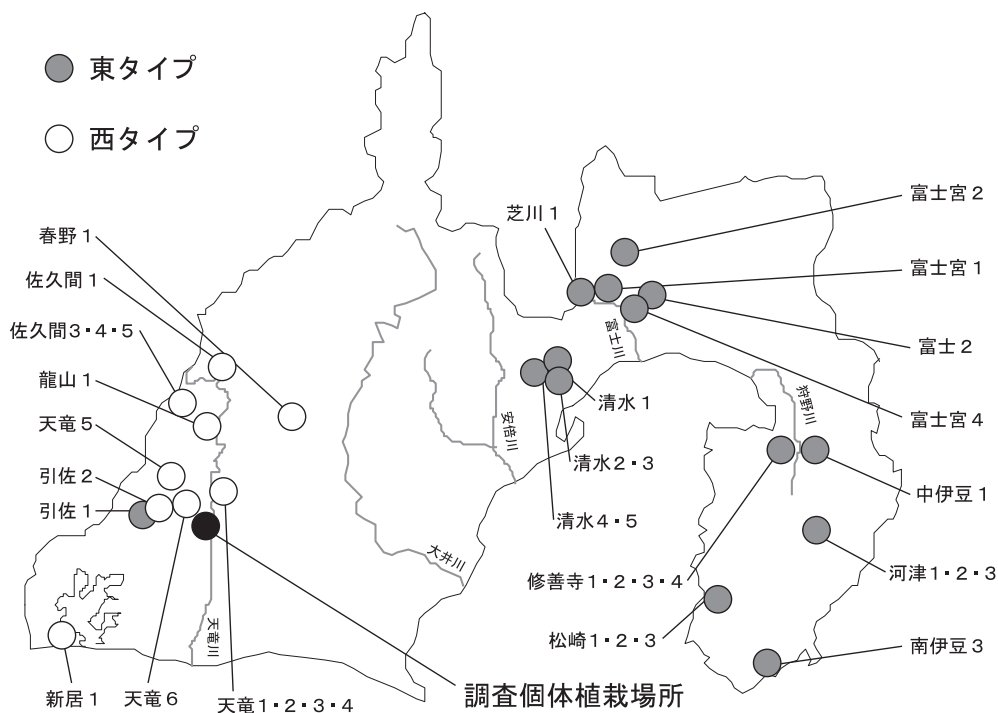


図2 静岡県におけるケヤキ精英樹候補木の葉緑体 DNA ハプロタイプの分布

表 3 山林土壌と籾殻くん炭を施用したケヤキ苗の成長 平均値±標準偏差

調査項目\試験区	山林土壌＋ 籾殻くん炭	山林土壌	籾殻くん炭	無施用
苗高成長量 (cm)	9.4±2.8	7.4±2.4	1.8±1.1	2.5±1.2
根長 (cm)	18.5±10.0	17.8±9.3	16.8±6.3	18.7±9.3
地上部生重量 (g)	0.25±0.06	0.19±0.04	0.08±0.02	0.10±0.02
地下部生重量 (g)	0.42±0.14	0.38±0.16	0.21±0.06	0.30±0.10

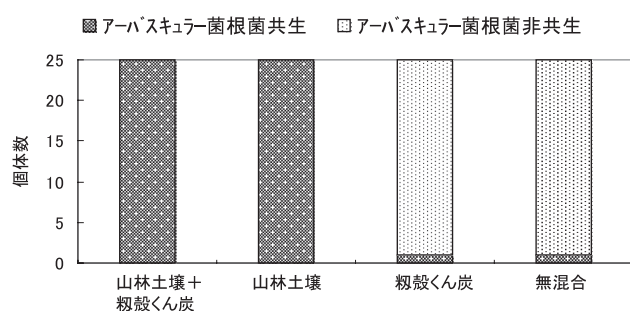


図 3 山林土壌と籾殻くん炭を施用したケヤキ苗のアーバスキュラー菌根菌共生個体数

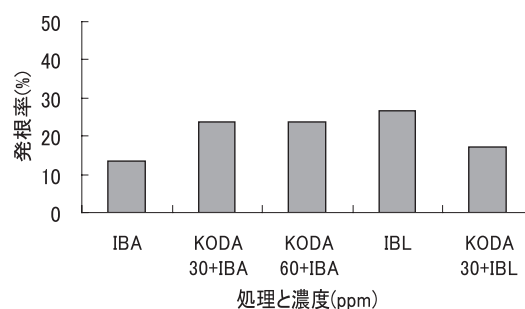


図 4 生長調整物質によるケヤキの発根促進
IBA：インドール酪酸、KODA：α-ケートールリノレン酸、IBL：インドールブチルラクトン

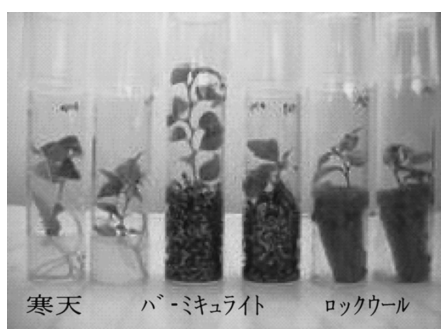


図 5 発根培地支持体と
ジゾウカンバの発根



図 6 *Cenococcum geophilum* の共生による
ジゾウカンバ苗の生育状況
左：菌根菌共生 右：非共生

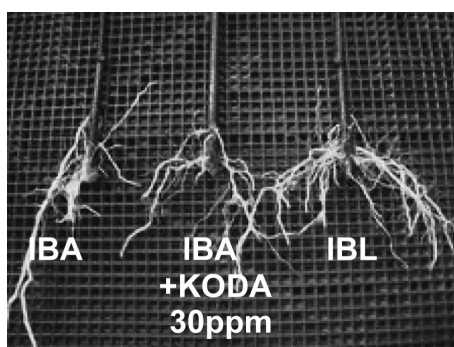


図 7 生長調整物質による
ワツバネツギの発根促進



図 8 0.5mg/L のゼアチンを含む WP 培
でのナガボナツハゼのシュート増殖

有用広葉樹の育種と遺伝的多様性保全に向けて ～森林総合研究所林木育種センターの取り組み～

(独) 森林総合研究所林木育種センター

高橋誠・矢野慶介・武津英太郎・宗原(河合)慶恵・岩泉正和

1. はじめに

森林総合研究所林木育種センター(以下、林木育種センター)では有用広葉樹の育種・広葉樹の遺伝的多様性保全に向けて広葉樹の遺伝的多様性・系統地理に関わる研究、広葉樹の有用形質候補木や遺伝資源の収集・保存など様々な研究・事業を行っている。ここでは関東育種基本区において特にケヤキ・ブナを対象に行われた研究・事業について報告する。

2. ケヤキについての取り組み

林木育種センターでは将来の育種母材料としてケヤキの優良形質候補木の収集を行い、育種センター構内に保存を行っている。図-1 に候補木の選抜位置を示した。これまでに約 180 個体の優良形質候補木が収集された。また、これ以外にも優良林分や天然記念物などから、ケヤキの遺伝資源の収集・保存を行っている。図-2 にケヤキ遺伝資源の収集地点を示した。これまでに 600 個体を越える遺伝資源が収集されている。今後これら優良形質候補木と遺伝資源について特性の評価を進めるとともに、育種母材料・遺伝資源として利用・配布を行っていく予定である。

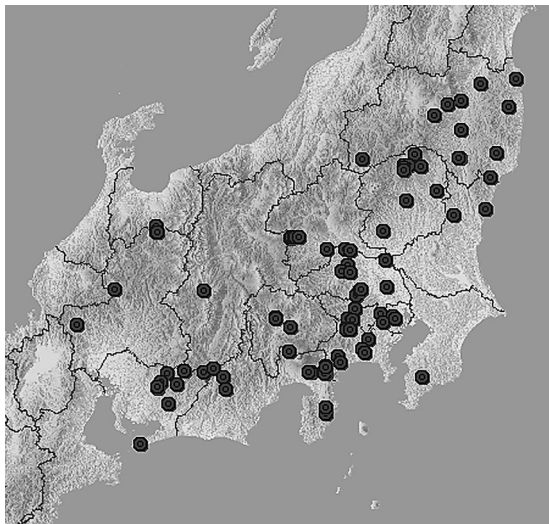


図-1 関東育種基本区内で選抜されたケヤキ優良形質候補木の位置

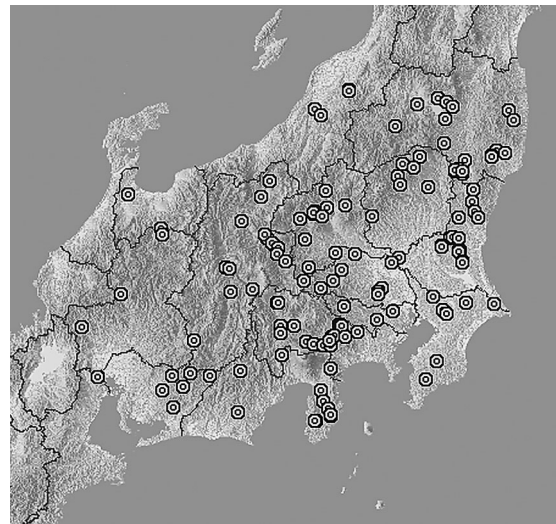


図-2 関東育種基本区および新潟県・富山県から収集されたケヤキ遺伝資源の収集位置

図は杉本智彦氏公開のカシミール 3D を用いて作成した。

ケヤキは九州から東北まで広く天然分布する日本の代表的な落葉広葉樹の一つである。広葉樹育種・遺伝的多様性の保全を進めるためにはその基礎情報として系統地理学的構造や集団間の遺伝的地理分化についての基礎的知見が必要であるが、ケヤキに関する報告は少ない。そこで葉緑体 DNA 多型を用いた遺伝的地理構造の解析を行った(武津ら 2008, 2009)。図-3 にケヤキの葉緑体 DNA の多型より得られたハプロタイプ間の遺伝的距離とハプロタイプの地理分布を示した。11 のハプロタイプが存在し、それらが地理的構造をもって分布していることが明らかになった。また、遺伝的に大きく異なるハプロタイプ群が中部地方以西において隣接して存在することが明らかとなり、遺伝的多様性を維持するためにはこれらの遺伝的地理構造を考慮に入れる必要性が示唆された。また、アロザイムや核 SSR マーカーを使った集団間分化に関する研究(矢野ら 2007b, 2009b)も現在進められており、集団間での分化があることも示された。また、ケヤキ天然林内での遺伝的構造に関する研究(岩泉ら 2009)や開葉フェノロジー(高橋ら 2005b, 高橋ら 2006c, 矢野ら 2008b)、紅葉・落葉フェノロジー(矢野ら 2006, 2007a, 2008a, 2009a)など表現形質の遺伝的変異に関する研究も行っている。

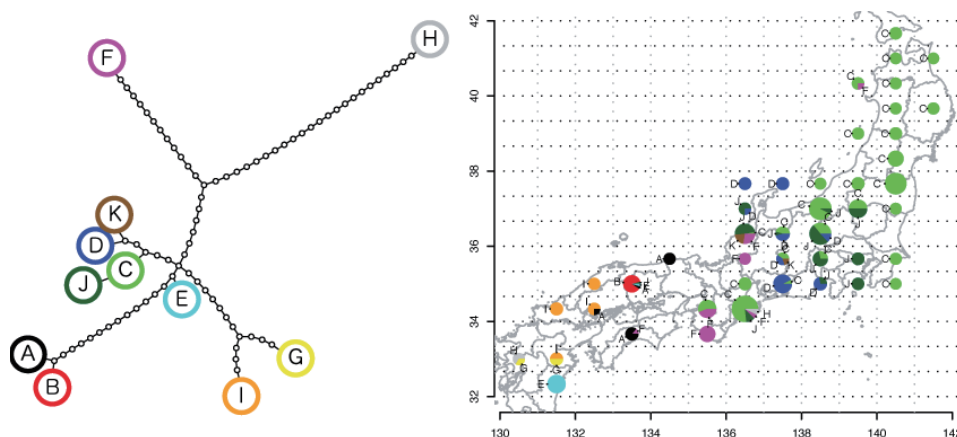


図-3 ケヤキの葉緑体 DNA 多型より得られたハプロタイプ間の関係及びハプロタイプの分布

左図の枝長はハプロタイプ間の変異数を示す。右図は1次メッシュごとのハプロタイプの割合を示す。武津ら 2008 より転載。

また、遺伝的多様性に配慮した広葉樹の種苗を供給するために必要となる基礎的研究も行った。着花促進技術の検討ら（高橋 2005a）や着花量の年変動の観察・解析（宗原ら 2008）といった着花に関する研究や、採種園の造成に向けた樹型誘導の試験（高橋ら 2006d, 高橋ら 2007c）、核 SSR マーカーを使ったクローン識別や選抜集団の遺伝的多様性の評価（武津ら 2005, 武津ら 2005b, 武津ら 2007a）などが挙げられる。

3. ブナについての取り組み

ブナにおいても、ケヤキと同様に、今後の適切な種苗の流通のあり方を検討するために必要となる基礎的研究を行った。ブナの分布域全体を網羅するように、全国のブナ林 478 集団 3,004 個体から分析試料（葉また冬芽）を採取し、葉緑体 DNA の 3 領域で一塩基多型を分析し、遺伝的地理構造の解析を行った（Takahashi et al. 2006, 2008 など）。その結果、ブナの葉緑体ハプロタイプも系統地理学的な構造を持った分布パターンが明瞭に示され（図-4）、種苗の流通にあたっては、地域間での遺伝的な系統の差異に配慮する必要性が示唆された。

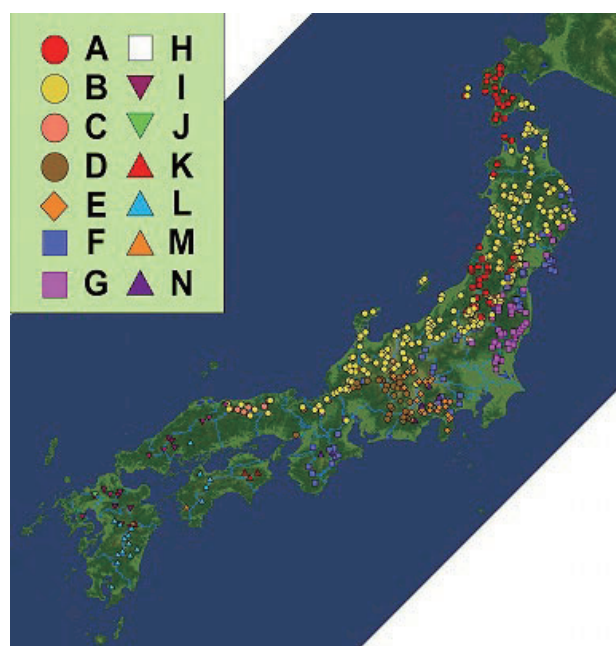


図-4 ブナの葉緑体ハプロタイプの地理的な分布パターン
同じ形のマークは類似したハプロタイプであることを意味する。

DNA 分析により、葉緑体の DNA 多型による系統は明瞭に異なることが明らかになったので、今後はこれらの系統間で、適応的な形質が異なるかどうかを明らかにしていくことが重要である。そのためには、遺伝的系統が明らかな系統を効率的に育成するための増殖技術の確立が重要であり、現在、ブナのさし木増殖に取り組んでいる（小澤ら 2009, 高橋ら 2009c, 渡邊ら 2008, 渡邊ら 2009a, b）。

4. おわりに

林木育種センターでは、森林の遺伝的多様性を保ちながらより適切な種苗流通や広葉樹造林が進められるように、基礎的研究から実用的な事業まで進めていく予定である。最後ではありますが、林木育種センターにおいて広葉樹造林にかかる遺伝的多様性に関わる研究を進めていく上で、各県の研究機関や森林総合研究所の森林遺伝領域の担当者の方々をはじめとする、多くの方々にご協力を頂いた。この場を借りて御礼を申し上げる。

5. 研究会期間中に公開された報告・論文等

武津英太郎, 渡邊敦史, 高橋誠, 生方正俊 (2005a) SSR マーカーによるケヤキ優良形質候補木集団の遺伝的多様性. 日本森林学会大会講演要旨集 116:650

武津英太郎, 高橋誠, 磯田圭哉, 渡邊淳史 (2005b) ケヤキ SSR マーカーの開発と優良形質候補木のクローン識別. 林木育種センター年報 2004:68-70

武津英太郎, 高橋誠 (2006) SSR マーカーを用いたケヤキにおける花粉の有効飛散距離の推定. 日本生態学会大会講演要旨集 53:334

武津英太郎, 高橋誠, 生方正俊, 星比呂士 (2007a) マイクロサテライトマーカーを使ったケヤキ遺伝資源のクローン識別. 林木育種センター年報 2005:118-120

武津英太郎, 小山泰弘, 小谷二郎, 斎藤真己, 中田了五, 渡邊敦史, 高橋誠, 生方正俊 (2007b) ケヤキの系統地理学的解析に向けた葉緑体 DNA 多型の同定とマーカー化. 第 118 回日本森林学会大会 118:369

武津英太郎 (2007) ケヤキ等の広葉樹育種に対する林木育種センターにおける取り組み
-収集・系統管理・育種技術・・・埋まる外堀- 第 16 回バイテク林木育種研究会

武津英太郎, 高橋誠, 中田了五, 矢野慶介, 渡邊敦史, 小山泰弘, 小谷二郎, 斎藤真己, 宮崎祐子, 島田博匡, 瀧井忠人, 壁村勇二, 生方正俊 (2008) 葉緑体 DNA 変異を用いたケヤキ (*Zelkova serrata*) の系統地理学的解析. 第 119 回日本森林学会大会 119:40

武津英太郎, 高橋誠, 中田了五, 渡邊敦史, 小山泰弘, 前田一, 津村義彦, 上野真義 (2009) ケヤキにおける系統地理学的解析と種苗配布. 第 120 回日本森林学会大会

岩泉正和, 高橋誠, 武津英太郎, 矢野慶介, 宮本尚子, 生方正俊 (2009) ケヤキ天然集団の更新過程における遺伝的動態: 成木, 実生, 稚幼樹段階における遺伝変異. 第 56 回日本生態学会大会

宮下智弘, 高橋誠 (2007) ブナ天然林と二次林における遺伝的多様性と遺伝構造の比較. 第 118 回日本森林科学学会大会

宮下智弘, 高橋誠 (2008) ブナ二次林の遺伝構造. 林木遺伝資源情報 第 13 号-5

宮下智弘, 大宮泰徳, 高橋誠 (2008) ブナ二次林からの採種方法の違いによる苗木集団への遺伝的影響. 林木の育種 228:30-35

宗原慶恵, 高橋誠, 平岡裕一郎, 三浦真弘, 谷口真吾, 渡邊敦史 (2008) 茨城県・福島県南部におけるケヤキ着花量の年変動と気象要因との関係. 関東森林研究 59:129-132

小澤創, 高橋誠, 矢野慶介, 宮本尚子, 渡邊次郎 (2009) ブナのさし木増殖—光条件を変えた時のさし穂の物質生産—. 第 120 回日本森林学会大会

高橋誠, 加藤一隆, 武津英太郎, 福田陽子 (2005a) パクロブトラゾールとウニコナゾールを用いたケヤキの着花促進の検討. 林木育種センター年報 2004:61-64

高橋誠, 福田陽子, 武津英太郎 (2005b) ケヤキ優良形質候補木の開葉フェノロジーのクローン間差. 林木育種センター年報 2004:65-67

高橋誠, 武津英太郎, 福田陽子, 渡邊敦史 (2005c) 葉緑体 DNA 多型を用いたブナ人工造林地の種子源の推定—新潟県における治山造林での事例—. 第 116 回日本森林学会大会

高橋誠, 戸丸信弘, 渡邊敦史 (2006a) ブナのハプロタイプ高密度化のための葉緑体 DNA 多型の探索とマーカー化. 第 53 回日本生態学会

高橋誠, 斎藤真己, 長谷川幹夫, 渡邊敦史, 武津英太郎, 福田陽子 (2006b) ブナの人工造林に用いられた苗木の種子源の推定—葉緑体 DNA 多型を用いた解析—. 第 117 回日本森林学会大会

- Takahashi, M., Watanabe, A., Goto, S., Fukatsu, E., Goto-Fukuda, Y., Kanno, M., Suyama, Y., and Tomaru, N. (2006) Construction of high-resolution chloroplast haplotype map in *Fagus crenata* for phylogeography and conservation. Population Genetics and Genomics of Forest Trees: from Gene Function to Evolutionary Dynamics and Conservation.
- 高橋誠, 福田陽子, 武津英太郎 (2006c). 関東育種基本区から選抜されたケヤキ優良形質候補木の開葉フェノロジーの遺伝性とクローン間差. 日本森林学会関東支部発表論文集 57:147-149
- 高橋誠, 宗原慶恵, 福田陽子, 武津英太郎 (2006d) 断幹後のケヤキの萌芽反応—採種林造成時の断幹による樹型誘導の可能性の検討. 日本森林学会関東支部大会講演要旨集 58:19
- 高橋誠, 後藤晋, 梶幹男, 渡邊敦史, 福田陽子 (2007a) ブナ葉緑体ハプロタイプと適応的形質との関係—ブナ産地試験地のデータ解析の結果から—. 第 54 回日本生態学会大会
- 高橋誠, 原正利, 小山泰弘, 小谷二郎, 斎藤真己, 小澤創, 西川浩己, 陶山佳久, 菅野学, 渡邊敦史, 武津英太郎, 戸丸信弘 (2007b) ブナ葉緑体ハプロタイプの地理的分布とハプロタイプ間の類縁関係. 第 118 回日本森林科学会大会
- 高橋誠, 宗原慶恵, 福田陽子, 武津英太郎 (2007c) ケヤキ断幹個体の萌芽反応—採種林造成時の断幹による樹型誘導の可能性の検討. 関東森林研究 58:87-90
- 高橋誠 (2008) 林木遺伝資源保存林シリーズ (12)—ブナ科ブナ属—. 林木の育種 227:40-45
- 高橋誠, 後藤晋, 梶幹男, 渡邊敦史 (2008a) ブナ産地試験地における葉緑体ハプロタイプと表現型形質との関係. 第 119 回日本森林学会
- 高橋誠, 原正利, 藤井紀行, 陶山佳久, 津田吉晃, 小山泰弘, 片井秀幸, 小谷二郎, 斎藤真己, 上野満, 伊藤聡, 小山浩正, 西川浩己, 小澤創, 宮崎祐子, 瀧井忠人, 和田寛, 島田博匡, 花岡創, 吉丸博志, 松本麻子, 渡邊敦史, 武津英太郎, 岩泉正和, 福田陽子, 橋本光司, 戸丸信弘 (2008b) 葉緑体 SNP によるブナの系統地理学的な研究—分布域全体をほぼ網羅したハプロタイプ地図の作成—. 第 55 回日本生態学会大会
- Takahashi, M., Hara, M., Fujii, N., Suyama, Y., Watanabe, A., Fukatsu, E., Tomaru, N. (2008) Phylogeography of *Fagus crenata* revealed by chloroplast SNPs. Proceedings The 8th IUFRO International Beech Symposium
- 高橋誠, 平岡宏一, 後藤晋, 原正利, 藤井紀行, 渡邊敦史, 武津英太郎, 小山泰弘, 片井秀幸, 陶山佳久, 戸丸信弘 (2009a) ブナの地理的変異と広葉樹種苗. 第 120 回日本森林学会大会
- 高橋誠, 平岡宏一, 戸丸信弘 (2009b) 葉緑体・核 DNA と形態形質の系統地理学的解析にもとづくブナの種苗配布区域設定の試み. 第 56 回日本生態学会大会
- 高橋誠, 渡邊次郎, 小澤創, 宮本尚子 (2009c) ブナ高齡個体のさし木増殖. 北海道の林木育種 52:24-27
- 渡邊次郎, 小澤創, 宮本尚子, 高橋誠 (2008) 高齡なブナのさし木の試み. 第 119 回日本森林学会大会
- 渡邊次郎, 小澤創, 宮本尚子, 壽田智久, 蛭田利秀, 今井辰雄, 高橋誠 (2009a) 高齡なブナの挿し木増殖. 日本森林学会誌 91:342-345
- 渡邊次郎, 小澤創, 宮本尚子, 高橋誠 (2009b) ブナのさし木増殖—ブナの発根に対するさし木後の光条件の影響—. 第 120 回日本森林学会大会
- 矢野慶介, 山田浩雄, 野村考宏, 岩泉正和 (2006) ケヤキの紅葉, 落葉フェノロジーのクローン間および産地間での変異. 第 117 回日本森林学会大会 120:598
- 矢野慶介, 高橋誠, 岩泉正和, 宮本尚子, 久保田正裕 (2007a) 遺伝資源保存園におけるケヤキの紅葉, 落葉フェノロジーの産地間差. 第 54 回日本生態学会大会
- 矢野慶介, 高橋誠, 宮本尚子, 岩泉正和, 山田浩雄, 生方正俊 (2007b) アイソザイムを用いたケヤキ天然林 12 集団での遺伝的多様性. 第 118 回日本森林学会大会 118:577
- 矢野慶介, 高橋誠, 岩泉正和 (2008a) ケヤキの紅葉, 落葉フェノロジーのクローン間変異と産地の環境条件との関係. 第 119 回日本森林学会大会
- 矢野慶介, 高橋誠, 岩泉正和, 宮本尚子 (2008b) ケヤキの開葉フェノロジーのクローン間変異と遺伝性. 関東森林研究 59:105-109
- 矢野慶介, 高橋誠, 岩泉正和 (2009a) ケヤキにおける紅葉フェノロジーの産地間変異—国内分布域を網羅した産地試験の結果—. 第 56 回日本生態学会大会
- 矢野慶介, 生方正俊, 高橋誠, 岩泉正和, 武津英太郎, 宮本尚子 (2009b) SSR を用いたケヤキの地理的変異の解明. 第 120 回日本森林学会大会

広葉樹種苗配布の遺伝的ガイドライン

森林総合研究所 津村義彦

1. はじめに

有用樹種、特に針葉樹の場合、林業種苗法でその苗木の配布区域の指定がある。これはある程度、我が国の気候帯に則したものである。しかし、広葉樹にはその規定がなく、全国どこへでも苗木を送り植栽することができる。本来、樹木集団は長期的な気候変動に対応してその分布域を変遷させながら生き残ってきている。そのため同一種でも地理的に遺伝的な違いが生じていることが多い。例えば、ブナ (*Fagus crenata*) は明瞭で西日本の集団が遺伝的な多様性が高く、北方の集団ほど遺伝的多様性が低くなる傾向がある (Tomaru et al. 1997)。また西日本の集団は母性遺伝するミトコンドリア DNA や葉緑体 DNA でも集団間で遺伝的分化が大きいことが明らかになっている (Tomaru et al. 1998、Fujii et al. 2002)。このように遺伝的に異なる集団を人為的に混ぜてしまうことは、これまでに数十万年という長い年月をかけて自然が作り上げた遺伝構造を壊してしまうことになる。本論ではこれによってどのような問題が生じる可能性があるか、また環境省の 5 年間のプロジェクトを通して得られた結果から作成した遺伝的ガイドラインについて述べる。

2. 遺伝子攪乱とは何か

遺伝的に異なる集団を植栽した場合、遠縁の個体同士の交配で雑種強勢 (heterosis) を示すことがある。これは遺伝的に異なる個体同士の交配でよいものが現れる現象のことを言う。野菜やトウモロコシなどの育種にはこの原理が使われ、実際に F1 種子が販売されている。遠縁の個体同士の交配で問題となるのは、局所環境に適応した遺伝子型をもった集団に適応していない遺伝子型を植栽した場合である。この環境に適応していない遺伝子型の個体が偶然に生育した場合に、周辺の個体と交配し次世代 (雑種第一世代) を残すことになる。これらの雑種第一世代は適応的な遺伝子 (対立遺伝子) をヘテロ型で保有しているため、この局所環境でも適応できる。しかし雑種第二世代になると、この適応的な遺伝子座が遺伝分離し適応的でない遺伝子型が出てくる。この場合にこれらの個体群はこの局所環境では生育できずに死滅する。これがメンデルの分離の法則に従っていれば、組換えが起らなければ交配集団の 1/4 が生育できないことになる (図-1)。世代を重ねるごとに適応的でない個体群が死滅していき、もともと存在していた適応的な個体群の遺伝的多様性も減少していく。そのためこの局所個体群が長い年月をかけて形成してきた適応的な遺伝子型

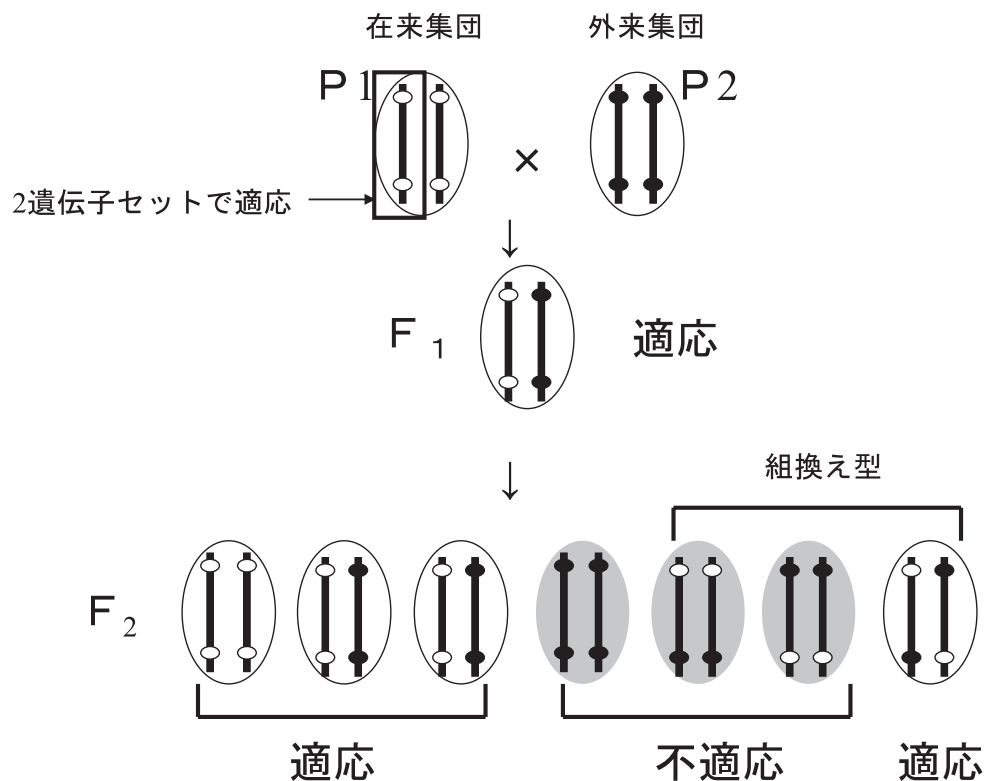


図-1 外来集団を植林した場合の遠交弱勢の一例。異なる遺伝子座の2つの白い対立遺伝子がある場合のみ適応的である例。集団レベルでは次世代でも適応する個体は存在するが、遺伝的多様性が徐々に減少していく。

が崩壊していく。この現象は雑種崩壊 (hybrid breakdown) や希釈 (dilution) と呼われ、遠交弱勢 (outbreeding depression) (Price and Waser 1979, Templeton 1986, Lynch 1991) の結果を生じることが多い。遠交弱勢は適応的な遺伝子がホモ接合型で有利な場合は雑種第一世代でも起る現象である。雑種第一代目でヘテロ接合型になり弱勢が生じることになる。この現象はいくつかの種で既に報告されている。Stacy (2001) の研究によるとスリランカの *Syzgium rubicundum* と *Shorea cordifolia* の2樹種で異なる集団間の交配が近隣個体や同集団内個体との交配に比べ有意に適応度が低下することを報告している。雑種第一世代で遠交弱勢の結果、適応度が減少すると、それに伴って、在来集団の遺伝的多様性も減少していく。実際の遠交弱勢のメカニズムは遺伝子間の相互作用や複数の遺伝子のブロックが保たれている場合に適応的だったりすることが多くもっと複雑な場合がある。

このように異なる集団を同所に植栽すると、雑種第一世代の雑種強勢で生育がよいものでも世代を重ねると遠交弱勢が現れ衰退していくものがある (Fenster and Galloway 2000)。そのため自然が長い時間をかけて築き上げた遺伝構造を人為的に攪乱すると集団や種の衰退につながることもある。これが遺伝的攪乱である。

3. 遺伝子攪乱を防ぐには

植林に用いる苗や種子は遺伝的な組成が植栽地域の同種の集団と遺伝的に近縁なものを
用いればよい。主要針葉樹種では種苗の配布区域が決められており、また天然分布範囲で
の遺伝構造が明らかになっている種が多いため (Tsumura 2006, Tsumura et al. 2007a,
2007b, Aizawa et al. 2007)、これらの報告をもとに種苗の移動可能範囲を把握することが
できる。しかし広葉樹では林業種苗法の適応も受けないので早急に主要な樹種での遺伝構
造を明らかにする必要がある (亀山 2006)。現在までに我が国の広葉樹で遺伝構造が調べ
られている樹種はあまり多くないが、そのうち最もよく調査が行われているのがブナであ
る (Tomaru et al. 1997, 1998, Fujii et al. 2002, Okaura and Harada 2002)。ブナについ
てはすでに十分なデータがあるため現時点である程度の種苗配布範囲の設定が可能である。
その他の樹種ではまだ十分なデータが出ていないため、これらの調査結果をまっけて種苗の
配布範囲の決定を行うことになる。しかし遺伝構造の調査で得られる G_{ST} や F_{ST} などの遺
伝的分化係数は相対的な値であるため、母性遺伝する葉緑体 DNA と両性遺伝する核 DNA
の両方のデータをもとに種苗配布のガイドラインを構築する必要がある (亀山 2006)。ま
た種苗配布の遺伝的ガイドラインを着実に実行するためには、種苗の生産体制や配布体制
も整備する必要がある。

森林総研では環境省地球環境保全研究費 (2005-2009 年度) の支援を受けて我が国の主
要広葉樹の遺伝構造及び遺伝子攪乱の実態の調査を行ってきた。対象としている樹種はミ
ズナラ、ケヤキ、ヤマザクラ、スダジイ、ヤブツバキ、クヌギ、ウダイカンバなどである。
また遺伝子攪乱が起っている場所を特定し、どのような現象が生じているかの調査もブナ
などの樹種で行ってきた。これらの研究は東北大学 (陶山佳久)、東京大学 (斉藤陽子)、
岐阜大学 (向井譲)、名古屋大学 (戸丸信弘)、長野県林業総合センター (小山泰弘)、中央
農業研究センター (岩田洋佳)、森林総研 (吉丸博志、上野真義、津田吉晃、松本麻子、高
橋誠、武津栄太郎) と共同で行ってきた。本プロジェクトで明らかになった知見をもとに
広葉樹種苗の移動のための遺伝的ガイドライン (案) の策定を行った。

4. ガイドラインを作成する際の考え方

近年、広葉樹の植林が日本各所で行われている。この行為は緑化、山地防災、温暖化防止、レクリエーションなどに非常に有効である。しかしながら、由来の全く異なる苗木を大量に植栽すると、自生している同種の植物が本来持っている遺伝的な多様性や適応的な遺伝子を攪乱してしまう可能性がある。そのため、このような危険性を避けるために、植林用の種苗の配布のためのガイドラインを策定した。これはそれぞれの種の保有する遺伝的多様性及び遺伝的分化のデータをもとに策定を行う。

本来、ガイドラインを作成するには中立な遺伝的変異のデータだけでなく、適応的な量的形質のデータがあることが望ましいが、ほとんどの樹種において後者のデータはない（そのようなデータを取ることは短期的には不可能である）。しかし、誤った植栽をすることによって将来、不可逆的な影響を及ぼす恐れがあるので、「予防原則」に則り、これまでに得られた中立な遺伝的変異のデータに基づきガイドラインを早急に作成する必要がある。また、今後、得られるデータをもとに随時、ガイドラインを見直して修正する、いわゆる「順応的管理」を行う。

5. 広葉樹の植栽地について

(1) 国立公園、国定公園の特別保護地域、各種保護林などの地域にあつては特別な事情のない限り、自然の森林の推移にゆだね、植栽は行わない。特別な事情で植栽する際には、遺伝的分化程度の状況も踏まえ、なるべく近隣の林分から採種した種子から育苗したものをを用いる。

(2) 保全目的等の事業にあつては、下記の種苗流通のゾーニングの基準をより厳格に遵守すること（実線、破線、距離の制限ともに遵守）が望ましい。

(3) 木材生産等の産業目的での植栽にあつては、下記の種苗流通のゾーニングの基準（実線、距離の制限）を遵守することが望ましい。

6. 種苗流通のゾーニングの基準

(1) 分布域広範な多くの集団を解析した種について、核 DNA 及び葉緑体 DNA の調査結果で、共通に有意な遺伝的分化が見られるところは、実線を引く。（実線：種苗の移動を制限する）葉緑体 DNA のハプロタイプが異なる場合は遺伝的な分化があるとする。核 DNA の遺伝的分化は G'_{ST} (Hedrick 2005) の値を用いて評価する。

(2) 分布域広範な多くの集団を解析した種について、核 DNA 及び葉緑体 DNA の調査結果で、片方に有意な遺伝的分化が見られる場合は、破線を引く。（破線：種苗の移動をなるべく行わない、条件付き）核 DNA では NJ 樹や STRUCTURE、SAMOVA で構造を明ら

かにし、グループ間の遺伝的分化程度を $G'st$ (Hedrick 2005) や D (Jost 2008)、遺伝距離で調べて判断する。

(3) 距離による移動制限

距離による遺伝的隔離の程度に応じて、距離による種苗の移動制限を行う。これは関東平野などの容易に、地理的な大きな障壁がない場合に適応する。(集団レベルでの空間自己相関をもとにした距離による移動制限を行う。これは主に同一の葉緑体 DNA ハプロタイプが広域に分布する場合に、その分布域内の種苗の移動の制限のために適応する。

7. 苗木生産のための種子の採取方法

(1) 植栽個体に由来する遺伝子の混入を防ぐために

自生の個体から採種すること(公園、庭園、並木など、植栽個体からの採種は避けること)。自生個体であっても、植栽個体が近くにある場合の採種は避けること(植栽個体からの花粉による遺伝子混入を防ぐため)。

(2) 自家受粉による種子を避けるために

孤立木からの採種は避けること。樹種により花粉の飛散距離は異なり、一概には言えないが、ある程度の個体数がまとまった集団からの採種が望ましい。

(3) 遺伝的多様性の高い種子を得るために

地域集団では近縁関係にない多くの個体から採種すること。

1つの場所(林分)で採種する場合には、個体間の距離を 30m 以上離して(近縁個体を避けるため)、30 個体以上から採種することが望ましい。採取面積としては、3ha 以上の範囲で行う。同じ地域集団の中ならば、複数の場所(林分)から採種したものを混合することも可能。

8. 遺伝的ガイドラインへの付帯事項

広葉樹の種苗生産は現状では流通に制約がないため、各生産者が全国に種苗を出荷できる。今後、予防原則のもとに遺伝子攪乱のリスクを回避し、遺伝的系統に配慮した種苗の流通体制をめざすと、個々のゾーニングの規模(面積)の大小に応じて、種苗の出荷可能範囲が縮小することにつながる可能性がある。広葉樹種苗の生産者数は現在でも減少傾向にあるため、遺伝的系統に配慮した種苗生産を指向しつつ、広葉樹種苗の生産者の経営を悪化させないためには、以下のような方策があるとよいかもしれない。

(1) インセンティブ

現在、ほとんどの広葉樹種苗は流通段階において採種地が明かではない。遺伝的系統に配慮した種苗の流通体制を確立していくためには、各種苗の採種地の明確化することが必

須である。流通段階での採種地情報の付帯化を短期間で促進するためには、1) (公共事業等における) 採種地が明確な種苗の優先的な使用、2) 採種地情報の明確な種苗の価格の差別化といったインセンティブ (動機付け) が有効であろう。

(2) 委託生産

従来の主要造林樹種 (針葉樹) の種苗生産と異なり、これまで広葉樹種苗の生産には地域的に大きな偏りがみられる。このため、採種地が明らかな種子を用いた委託生産も取り入れることが、現在の生産水準を維持しつつ適切な種苗の配布を進める上で有効であろう。

(3) 緑化事業の工期の弾力化

広葉樹では、多くの樹種で種子生産量に豊凶がみられ、また人為的な着花促進技術も知られていないため、毎年各地域で安定的に種苗が流通しているわけではない。このような生物学的な制約要因を踏まえつつ、なおかつ遺伝的系統に配慮した種苗の流通を目指すためには、(公共事業などの) 硬直的な工期の設定を緩和して、植栽に用いる樹種特性 (開花・結実特性) を勘案した弾力的な工期の設定が望まれる。

(4) 種子バンクの設立

先に記したように、多くの広葉樹では種子生産に豊凶がみられ、なおかつ人為的な着花促進技術が知られていない。このような現状にあっては、豊作年の採種種子を適切な方法で長期貯蔵することが望ましい。このため、種子貯蔵のための技術開発、あるいは種子貯蔵事業 (種子バンク) を助成する施策を推進することが、遺伝的系統に配慮した種苗の配布体制を促進する上で有効であろう。

謝 辞

本ガイドラインは環境省プロジェクトで得られた成果をもとに研究グループ内で議論を重ねて策定した案である。研究グループは東北大学 (陶山佳久)、東京大学 (斉藤陽子)、岐阜大学 (向井譲)、名古屋大学 (戸丸信弘)、長野県林業総合センター (小山泰弘)、中央農業研究センター (岩田洋佳)、森林総研 (吉丸博志、上野真義、津田吉晃、松本麻子、高橋誠、武津栄太郎) のメンバーである。またこのガイドラインの策定にあたってはプロジェクトの評価委員である九州大学の館田英典教授に多くの助言を頂いた。その他、千葉大学の小林達明教授、山梨県森林総合研究所の長池卓男氏、森林総研林木育種センターの三浦真弘氏には広葉樹の種苗配布のあり方についての座談会で多くのアイデアを頂いた (林木の育種 230 : 2-12, 2009)。これらの多くの意見や助言に深く感謝の意を表す。

引用文献

- Aizawa, M., H. Yoshimaru, H. Saito, T. Katsuki, T. Kawahara, K. Kitamura, F. Shi and M. Kaji (2007) Phylogeography of a northeast Asian spruce, *Picea jezoensis*, inferred from genetic variation observed in organelle DNA markers. *Molecular Ecology* 16:3393-3405.
- Fenster, C. B. and L. F. Galloway (2000) Inbreeding and outbreeding depression in natural populations of *Chamaecrista fasciculata* (Fabaceae). *Conser. Biol.* 14: 1406-1412
- Fujii, N., et al. (2002) Chloroplast DNA phylogeography of *Fagus crenata* (Fagaceae) in Japan. *Plant Syst. Evol.* 232: 21-33.
- Hedrick, PW (2005) A standardized genetic differentiation measure. *Evolution* 59: 1633-1638.
- Jost L (2008) G_{ST} and its relatives do not measure differentiation. *Molecular Ecology*, 17, 4015–4026.
- 亀山章（監修）(2006) 生物多様性緑化ハンドブック、pp.323、地人書館、東京
- Okaura, T. & Harada, K. (2002) Phylogeographical structure revealed by chloroplast DNA variation in Japanese beech (*Fagus crenata* Blume). *Heredity* 88: 322-329.
- Price, M. V., and N. M. Waser. (1979) Pollen dispersal and optimal outcrossing in *Delphinium nelsoni*. *Nature* 277: 294–297.
- Stacy, E. A. (2001) Cross-fertility in two tropical tree species: evidence of inbreeding depression within populations and genetic divergence among populations. *Am. J. Bot.* 88: 1041-1051
- Templeton, A. R. (1986) Coadaptation and outbreeding depression. In M. E. Soule [ed.], *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*, 105–116. Sinauer, Massachusetts, USA.
- Tomaru, N. et al. (1996) Genetic diversity in Japanese beech, *Fagus crenata*: influence of the distributional shift during the late-Quaternary. *Heredity* 78: 241-251.
- Tomaru, N. et al. (1998) Intraspecific variation and phylogeographic patterns of *Fagus crenata* (Fagaceae) mitochondrial DNA. *Am. J. Bot.* 85: 629-636.
- Tsumura, Y. et al. (2007) Genome-scan to detect genetic structure and adaptive genes of natural populations of *Cryptomeria japonica*. *Genetics* 176: 2393-2403.

- Tsumura, Y. et al. (2007) Genetic diversity and the genetic structure of natural populations of *Chamaecyparis obtusa*: implications for management and conservation. *Heredity* 99: 161-172
- Tsumura, Y. (2006) The phylogeographic structure of Japanese coniferous species as revealed by genetic markers. *Taxon* 55: 53-66

「広葉樹造林にかかる遺伝的多様性研究会」活動報告

第1回広葉樹造林にかかる遺伝的多様性研究会

- 1 日 時：平成18年1月11日（水）～1月12日（木）
- 2 場 所：山梨県甲府市 KKR 甲府 ニュー芙蓉
- 3 出席者：独）森林総合研究所、独）林木育種センター、茨城県、栃木県、群馬県、
埼玉県、千葉県、新潟県、富山県、長野県、岐阜県、静岡県、山梨県
（13機関、計22名）

4 会 議

(1)あいさつ

研究会会長 山梨県森林総合研究所長 牧村隆幸
独）森林総合研究所 森林遺伝研究領域長 長坂壽俊

(2)特別講演

「日本産広葉樹の遺伝的多様性の地域分化に関する研究の現状」

独）森林総合研究所 吉丸博志 生態遺伝研究室長

「葉緑体DNA多型を用いた種苗の種子源の推定について」

独）林木育種センター 高橋誠 環境育種研究室長

(3)協議事項

①広葉樹の遺伝的多様性に関わる参加各機関における課題等について

研究の取り組み、行政・NGO等の要望等について、参加各機関から情報提供および意見交換を行った。

②要望・質問事項について

要望・質問事項6件について、意見交換および情報提供を行った。

③課題化に向けて検討すべき方向性について

広葉樹の遺伝的多様性に関する最新の研究動向と種苗の配布区域等の今後の課題、種苗の安定的な確保、生産流通の実態等について講演、協議により相互理解を深めた。

広葉樹造林にかかる遺伝的多様性研究会において、現在実施されている広葉樹の遺伝的多様性に関する研究課題への協力、参加各機関の研究の実施体制、対象樹種、種子の豊凶調査、貯蔵技術の向上、種子・苗木の流通実態調査等の今後の取り組みについて、共同研究の推進課題の抽出、調査計画立案等については、会員相互で連携して取り組むこととした。

④その他

5 現地検討会

(1)笛吹市八代町 「稲山ケヤキの森」有用広葉樹母樹林

(2)甲斐市竜王 信玄堤 ケヤキ水防林

を視察し、有用広葉樹母樹林整備事業、ケヤキ優良形質木の選定、ヤノナミガタチビタマムシの被害等について討議を行った。



会議の様子（1月11日）



現地検討会（「稲山ケヤキの森」有用広葉樹母樹林）

第2回広葉樹造林にかかる遺伝的多様性研究会

- 1 日 時：平成18年11月9日（木）～11月10日（金）
- 2 場 所：静岡県浜松市浜北区根堅 静岡県林業技術センター
- 3 出席者：独）森林総合研究所、独）林木育種センター、茨城県、栃木県、群馬県、
埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、富山県、山梨県、長野県、岐阜県、
静岡県 （14機関、計23名）

4 会 議

(1)あいさつ

研究会会長 （代理）静岡県林業技術センター 伊藤憲吾
独）森林総合研究所 森林遺伝研究領域長 長坂壽俊

(2)特別講演

「遺伝的多様性研究の進行状況について」

独）森林総合研究所 津村義彦 樹木遺伝研究室長

(3)協議事項

①広葉樹苗木生産の実績（過去5年間程度）

②広葉樹植栽の実績（過去5年間程度）

③広葉樹の着花状況（過去数年間）

④広葉樹種子豊凶の調査基準について

各都県の広葉樹苗木生産及び植栽実績、結実量の状況等を報告した。クマ対策としての広葉樹種子豊凶調査の実施、種子豊凶調査の手法、広葉樹採種園の設置状況等について意見交換を行った。

⑤各機関における広葉樹の遺伝的多様性に関する研究への取り組み状況と成果の概要

広葉樹植栽による遺伝的攪乱への対策、新規プロジェクト研究等の紹介があった。

⑥課題化に向けて検討すべき方向性、計画・実施にあたっての質問事項

できるだけ多くの機関が参加できる課題について検討した。競争的資金の獲得のため、獣害対策としての広葉樹種豊凶調査、既存成果が活用できる対象樹種（ブナ・ケヤキ・ナラ類）、広葉樹林化の一研究項目としての可能性などについて議論した。

⑦行政・NGO等の要望

⑧その他

5 現地検討会

(1)場所

静岡県島田市 静岡空港ビジターセンター、静岡空港建設地

(2)内容

空港建設地での広葉樹による法面植栽の説明を受け、現地を視察した。

- ・植栽する樹種や方法は専門家による委員会では決定している。遺伝的攪乱を防ぐため、大井川以西、天竜川以東の範囲で種子を集め、ビジターセンターで育苗したものを植栽している。
- ・遺伝的多様性を維持するためには、可能な限り多くの母樹から種子を集める必要がある。



会議の様子（11月10日）



静岡空港ビジターセンターでの広葉樹植栽
についての説明を受ける



静岡空港ビジターセンターでの育苗



静岡空港建設地法面での広葉樹植栽

第3回広葉樹造林にかかる遺伝的多様性研究会

- 1 日 時：平成19年7月2日（月）～7月3日（火）
- 2 場 所：長野県東筑摩郡山形村 スカイランドきよみず
- 3 出席者：（独）森林総合研究所、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、神奈川県、新潟県、
富山県、山梨県、岐阜県、静岡県、長野県（13機関、27名）

4 会議

（1）あいさつ

研究会会長 長野県林業総合センター所長 後藤昌己

（2）議事

1)話題提供

先端技術を活用した農林水産研究高度化事業「広葉樹林化のための更新予測および誘導技術の開発」について 吉丸博志（森林総合研究所）

「自然再生事業のための遺伝的多様性の評価技術を用いた植物の遺伝的ガイドラインに関する研究」の中間報告 津村義彦（森林総合研究所）

葉緑体マーカーを用いたブナの系統地理学的研究の展開－都県の機関などとの連携－ 高橋誠（森林総合研究所林木育種センター）

治山用緑化木「ケヤマハンノキ」の遺伝子攪乱の実態把握と、地域性種苗の生産体制整備に向けた指針づくり 斎藤真己（富山県林業技術センター・林業試験場）

2)各県からの報告

- ①広葉樹種子豊凶調査の状況（実施状況と調査基準）
- ②広葉樹指定母樹林及び育種母材の選抜状況について
- ③広葉樹人工林の調査事例
- ④研究にかかる外部資金の導入状況（高度化、科研費など）
- ⑤課題化に向けて検討すべき方向性、計画、実施にあたっての質問事項
- ⑥行政・NGO等からの要望事項
- ⑦その他

3)課題化に向けて検討すべき方向性

広葉樹類の豊凶調査は、関東中部地域での統一的な豊凶調査の手法について、さらに研究しながら「より効率的でより正確な」手法を整理していく。

ケヤマハンノキの遺伝子攪乱実態把握と苗木の生産に関する研究は、研究を進める上での課題も多いが、かなり古い時代から植栽されていることや、国内産の種子、苗木が広域に移動しているとともに、中国等から種子が輸入された実績もあることから、問題もあると予見されるため、今後の検討課題とした。

5 現地検討会

- （1）広葉樹指定母樹林（ケヤマハンノキ、コバヤマハンノキ、ヤシヤブシ）

（２）広葉樹山林苗畑

長野県内の山林苗木生産量の 80%を占める松本周辺の山形村・波田町を訪れ、生産量および生産方法が異なる 3 名の生産者から、苗木生産の現状や流通の実態などを伺った。



会議の様子（7月2日）



現地検討会（広葉樹母樹林：山形村）



現地検討会（広葉樹山林苗畑：波田町）

第4回広葉樹造林にかかる遺伝的多様性研究会

- 1 日 時：平成20年10月15日（水）～10月16日（木）
- 2 場 所：白樺ハイツ（富山市亀谷1-10）
- 3 出席者：（独）森林総合研究所、茨城県、栃木県、千葉県、神奈川県、新潟県、山梨県、長野県、岐阜県、静岡県、富山県（11機関、計22名）

4 会 議

(1)あいさつ

研究会会長 富山県農林水産総合技術センター森林研究所長 伊藤巖
（独）森林総合研究所 森林遺伝研究領域長 吉丸博志

(2)特別講演

「主要広葉樹の遺伝的多様性と遺伝構造」

（独）森林総合研究所 津村義彦

「周辺の天然林個体群と系統が異なるブナを植栽した場合の環境適応性」

長野県林業総合センター 小山泰弘

「予算化にむけた具体的な研究内容と今後のスケジュールについて」

（独）森林総合研究所 吉丸博志

「根粒菌を活用したケヤマハンノキのポット苗の効果的育苗法」

富山県農林水産総合技術センター森林研究所 斎藤真己

(3)協議事項

- ・課題化に向けて検討すべき方向性について

治山・法面など森林周縁部緑化において利用される早生樹種の中には、近縁外来種が利用されている場合が多く、在来樹種集団への遺伝的攪乱および将来的な適応形質の崩壊が懸念されることから、ケヤマハンノキ、ヤシャブシ類、コマツナギ、ヤマハギ等を対象として、国内産と国外産の遺伝的識別法の開発、外来遺伝子の侵略範囲の実態調査、外来および在来集団のフェノロジー（着果性、開葉）の差異、根粒菌フランキアを活用した在来集団の効果的育苗法の開発等を進め、在来集団を用いた緑化の体制作りを目的に相互で連携して取り組むこととした。

5 現地検討会

富山市有峰自然公園にて、ケヤマハンノキの着花指数に関する検討会と広葉樹林の視察を行った。



現地検討会（のり面施工地）



ケヤマハンノキ天然林での着花指数に関する検討会

第5回広葉樹造林にかかる遺伝的多様性研究会

- 1 日 時：平成21年8月10日（月）～8月11日（火）
- 2 場 所：茨城県日立市
- 3 出席者：（独）森林総合研究所本所、同林木育種センター、同森林バイオ研究センター、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、新潟県、富山県、山梨県、長野県、岐阜県、静岡県（16機関、計31名）

4 会 議

(1)あいさつ

研究会会長 （独）森林総合研究所林木育種センター 遺伝資源部長 栗延晋
（独）森林総合研究所 森林遺伝研究領域長 吉丸博志

(2)協議事項

①参加機関ごとの活動状況報告

茨城県、群馬県、埼玉県、千葉県、神奈川県、新潟県、富山県、山梨県、長野県、岐阜県、静岡県より、試験研究の成果や事業的な取り組みについて報告があった。

②研究会での活動状況報告

本研究会の幹事長である山梨県より、これまでの本研究会の活動状況について、1)第3回研究会までは各県における取り組み状況などについて情報を交換し、共通意見の集約を行い、広葉樹の種子の豊凶に関する研究と治山用緑化樹の遺伝子攪乱実態に関わる研究についての検討を実施したこと、2)第4回研究会において、競争的資金の獲得を目指し、環境省・平成21年度環境研究・技術開発推進費に応募したが、残念ながら不採択になったこと、さらに 3)今年度は、研究会の最終年度であるので、各県におけるこの間の活動実績についてそれぞれ報告を行ったこと等について、報告がなされた。

なお、本研究会は平成17年度から毎年開催されてきた（第1回：平成17年度は山梨県、第2回：平成18年度は静岡県、第3回：平成19年度は長野県、第4回：平成20年度は富山県、第5回：平成21年度は森林総合研究所林木育種センター）。

③広葉樹種苗配布の遺伝的ガイドラインの策定について

（独）森林総合研究所が中心となり研究プロジェクト「自然再生事業のための遺伝的多様性の評価技術を用いた植物の遺伝的ガイドラインに関する研究」（環境省・地球環境保全等試験研究費；平成17～21年度）を推進しているが、当該プロジェクトの研究成果に基づいた、広葉樹種苗の流通に関するガイドラインの策定が林野庁において検討されていることから、（独）森林総合研究所の津村氏から、現在検討中のガイドライン案について説明があり、討議を行った。

④今後の研究会の活動について

本研究会は平成 21 年度が最終年となるため、次年度以降の研究会の活動について討議を行った。その結果、神奈川県と千葉県から昨今大きな社会問題となっている花粉症をテーマとした研究会の設立について提案がなされ、花粉症問題に対する遺伝的・育種的対策の検討・推進を主たるテーマとしつつ、花粉の飛散対策や樹種転換、医療関係者との連携なども含めた、幅広い情報交換・討議の場として「花粉症対策研究会」を立ち上げることとした。幹事長は神奈川県とし、千葉県、埼玉県、富山県、森林総合研究所林木育種センターの 5 機関が幹事となって運営を進めることとした。なお、第 1 回目研究会は神奈川県で開催する予定である。

「広葉樹造林にかかる遺伝的多様性研究会」参画機関

(独) 森林総合研究所
(独) 森林総合研究所 林木育種センター
茨城県林業技術センター
栃木県林業センター
群馬県林業試験場
埼玉県農林総合研究センター 森林・緑化研究所
千葉県農林総合研究センター 森林研究所
(財) 東京都農林水産振興財団 東京都農林水産農林総合研究センター
神奈川県自然環境保全センター
新潟県森林研究所
富山県農林水産総合技術センター 森林研究所
山梨県森林総合研究所
長野県林業総合センター
岐阜県森林研究所
静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター

広葉樹造林のための遺伝・育種・種苗生産からのアプローチ
－試験研究成果と事業的な取り組みの事例－

平成22年3月

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会
広葉樹造林にかかる遺伝的多様性研究会

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会事務局
(独) 森林総合研究所 企画部 研究管理科 地域林業室
〒305-8687 茨城県つくば市松の里1
電話 029-829-8121

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会 HP
<http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/kanchu/index.html>