



# 広葉樹の種苗の移動に関する遺伝的ガイドライン

森林総合研究所





## 目次

はじめに	1
遺伝子攪乱とは何か	1
遺伝子攪乱を防ぐには	3
広葉樹の遺伝的ガイドライン	4
1. 広葉樹の種苗流通のゾーニングの基準	4
2. 広葉樹の植栽地について	4
3. 広葉樹の苗木生産のための種子の採取方法	5
4. 遺伝的ガイドラインを推進するために	5
謝辞	7
引用文献	8
図の見方	9
ミズナラ	10
スダジイ	11
クヌギ	12
ブナ	13
ケヤキ	14
ヤマザクラ	15
ヤブツバキ	16
ウダイカンバ	17
イロハモミジ	18
オオモミジ	19
用語解説	20





## はじめに

林業上有用とされる針葉樹4種(スギ、ヒノキ、アカマツ、クロマツ)については、林業種苗法により苗木の移動範囲の制限(配布区域の指定)があります。これはある程度、我が国の気候帯に則したものです。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ます。

本来、天然の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たので、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といえます。例えば、ブナは地域による遺伝的な違いが明瞭で、核DNA分析の結果では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ります<sup>1</sup>。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ます<sup>2,3</sup>。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ります。本パンフレットでは、これによってどのような問題が生じる可能性があるかということと、また環境省の5年間(平成17年度～21年度)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解説します。

## 遺伝子攪乱とは何か

遺伝的攪乱とは長い歴史で形成されたある種の遺伝構造や遺伝的多様性が、人為的に持ち込まれた個体との交雑によって乱されることです。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(hybrid vigor)を示すことがあります。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います。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 $F_1$ 種子(雑種第1代種子)が販売されています。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す。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)を残すことになります。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ます(図-1)。しかし雑種第二世代になると、この適応的遺伝子座が遺伝分離し適応的でない遺伝子型が出てきます。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します。これがメンデルの分離の法則に従っていれば、1/4が生育できないことになります。植栽された集団と在来集団で交雑が起こると、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きます。





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が崩壊していきます。この現象は雑種崩壊 (hybrid breakdown) や希釈 (dilution) と呼ばれ、遠交弱勢 (outbreeding depression)<sup>4, 5</sup>の結果を生じることが多いといわれています。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す。雑種第一世代目でヘテロ接合型になり弱勢が生じることになります。この現象はいくつかの種で既に報告されています。Stacy (2001)<sup>6</sup>の研究によるとスリランカの *Syzygium 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ます。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ります。

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ります<sup>7</sup>。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場合があります。これが遺伝子攪乱です。

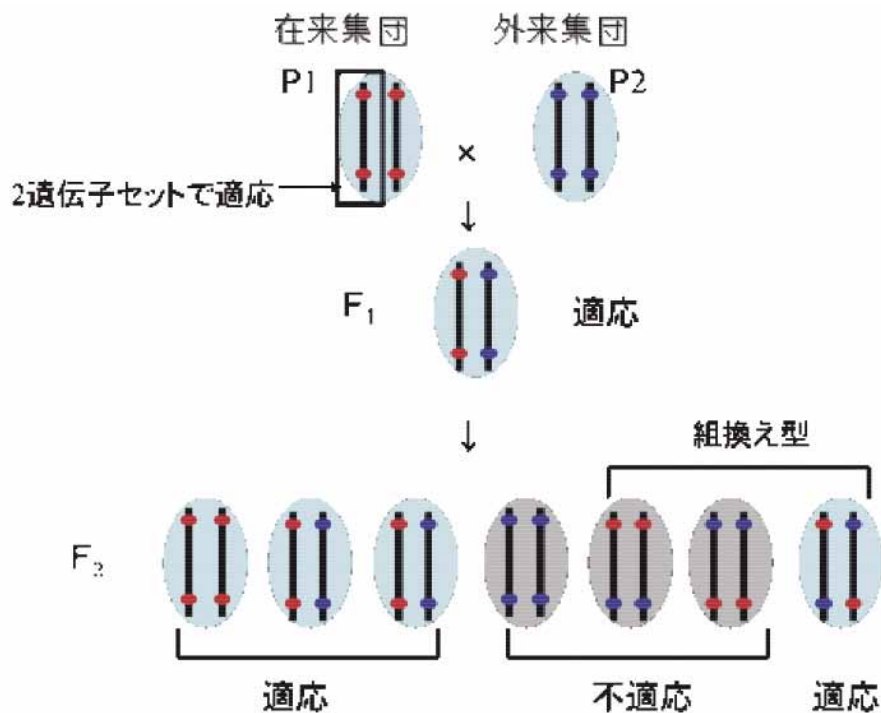


図-1 外来集団を植林した場合の遠交弱勢の一例。異なる遺伝子座の2つの赤い対立遺伝子がある場合のみ適応的である例。集団レベルでは次世代でも適応する個体は存在しますが、遺伝的多様性が徐々に減少していきます。



## 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といえます。主要針葉樹種では種苗の移動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<sup>8, 9, 10, 11</sup>、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ます。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ります<sup>12</sup>。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ありませんが、そのうち最もよく調査が行われているのがブナです<sup>1, 2, 3, 13</sup>。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の移動範囲の設定が可能です。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て種苗の移動範囲の決定を行うことになります。植物の場合は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移動制限のガイドラインを構築する必要があります<sup>12</sup>。また種苗移動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ります。

森林総合研究所では環境省地球環境保全研究費(平成17年度～21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ました。対象とした樹種はミズナラ、スダジイ、クヌギ、ブナ、ケヤキ、ヤマザクラ、ヤブツバキ、ウダイカンバ、イロハモミジ、オオモミジの10種です。これらのデータは環境保全研究成果集に記載してあります。詳しくは以下にお問い合わせください。



問い合わせ先  
〒305-8687

茨城県つくば市松の里1  
森林総合研究所 森林遺伝研究領域 樹木遺伝研究室  
電話: 029-829-8261  
メール: [cj-genome@ffpri.affrc.go.jp](mailto:cj-genome@ffpri.affrc.go.jp)





## 広葉樹の遺伝的ガイドライン

近年、広葉樹の植林が日本各所で行われています。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と思われます。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ります。このような危険性を避けるために、植林用の種苗の移動に関するガイドラインを作成しました。これはそれぞれの樹種が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作成したものです。

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のですが、ほとんどの樹種において後者のデータはありません。そのようなデータを得るには、実際に全国の種苗を様々な地域に植栽して生育状況を追跡調査するなどの、大規模で長期間の試験が必要となり、短期間で結果を得ることはできません。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りますので、「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、現時点でのガイドラインを早急に作成したものです。今後は、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」が望ましいと考えられます。

### 1. 広葉樹の種苗流通のゾーニングの基準

ゾーニングの基準として、以下の2点を考えました。

(1) 分布域が広範な多くの集団を解析した樹種について、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には、種苗の移動を強く制限する意味で実線を引くことにします。

(2) 分布域が広範な多くの集団を解析した樹種について、核DNA及び葉緑体DNAの調査結果で、片方にのみ有意な遺伝的分化が見られるところには、種苗の移動をなるべく避ける意味で破線を引くことにします。

中立な遺伝的変異のデータに基づく遺伝的分化は、自然状態での遺伝子の交流があまり行なわれていないことを示しています。適応的な量的形質のデータが得られていない時点では、このようなゾーニングは最小限の必要条件であると思われます。

### 2. 広葉樹の植栽地について

植栽する場所の自然度と目的に応じて、移動範囲の制限の厳しさを考慮する必要があるでしょう。

(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っては災害復旧などの特別な事情のない限り、自然の森林の推移にゆだね、植栽は行わないことが必要です。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ことが必要です。



- (2) 上記以外の地域でも保全目的等の植栽にあたっては、種苗流通のゾーニングの基準をより厳格に遵守するよう努めること(実線、破線ともに)が必要です。
- (3) 木材生産等の産業目的での植栽にあたっては、種苗流通のゾーニングの基準を遵守するよう努めること(実線)が必要です。

### 3. 広葉樹の苗木生産のための種子の採取方法

苗木生産のための種子は、同じゾーンの中でのなるべく近い場所(例えば同じ県内など)が望ましいのですが、採種方法についても注意が必要です。

#### (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が必要です(公園、庭園、並木などの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が必要です(植栽個体からの花粉による遺伝子の混入を防ぐため)。

#### (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が必要です。樹種により花粉の飛散距離が異なるので一概には言えませんが、ある程度の個体数がまとまった集団からの採種が必要です。

#### (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(母樹)から採種することが必要です。1つの場所(林分)で採種する場合には、個体間の距離を約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といえます。採取面積としては3ha以上の範囲が望ましいですが、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です。

### 4. 遺伝的ガイドラインを推進するために

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ます。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ります。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でしょう。

#### (1) 産地表示

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らかではありません。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をすることが必須です。





## (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ます。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と考えられます。

## (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ありません。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,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ます。

## (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ません。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と思われれます。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と考えられます。







## 謝 辞

本ガイドラインは環境省地球環境保全研究費プロジェクト「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」(平成17年度～21年度、代表:森林総合研究所、津村義彦)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ガイドラインです。研究グループは東北大学(陶山佳久)、東京大学(齊藤陽子、井出雄二)、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、現、東京大学)、森林総合研究所(吉丸博志、金指あや子、上野真義、津田吉晃(現、ウプサラ大学)、松本麻子、高橋誠、武津英太郎)のメンバーです。

研究協力者として山形大学の小山浩正氏、東北大学の阿部晴恵氏、宇都宮大学の逢沢峰昭氏、筑波大学の上條隆志氏、高田裕氏、松永壮太氏、木村健太郎氏、東京大学の梶幹男氏、後藤晋氏、軽込勉氏、東京農工大学の福嶋司氏、京都大学の青木京子氏、瀬戸口浩彰氏、水澤玲子氏、東樹宏和氏、瀬尾明弘氏、高知大学の石川慎吾氏、九州大学の田金秀一郎氏、壁村勇二氏、熊本大学の藤井紀行氏、宮崎大学の伊藤哲氏、東邦大学の長谷川雅美氏、北海道立林業試験場の阿部友幸氏、山形県林業研究センターの上野満氏、山形県環境研究センターの伊藤聡氏、秋田県の和田覚氏、富山県農林水産総合技術センターの斎藤真己氏、石川県林業試験場の小谷二郎氏、福井県自然保護センターの水谷瑞希氏、福島県林業研究センターの渡邊次郎氏、小澤創氏、山梨県森林総合研究所の西川浩己氏、静岡県森林・林業研究センターの袴田哲司氏、静岡県茶業研究センターの片井秀幸氏、奈良県森林技術センターの宮崎祐子氏、三重県科学技術振興センターの島田博匡氏、和歌山県農林水産総合技術センターの瀧井忠人氏、長崎県総合農林試験場の前田一氏、北九州市立自然史・歴史博物館の真鍋徹氏、湯浅俊行氏、大上幹彦氏、ひたちなか市教育委員会の齊藤新氏、林野庁の高橋友和氏、熊本県林業研究指導所の草野僚一、千葉県立中央博物館の原正利氏、森林総合研究所の平岡宏一氏、河原孝行氏、加藤珠理氏、勝木俊雄氏、菊地賢氏、北村系子氏、金谷整一氏、野宮治人氏、矢野慶介氏、生方正俊氏、中田了五氏、渡邊敦史氏、宮本尚子氏、織部雄一朗氏、倉本哲嗣氏、福田陽子氏、花岡創氏、岩泉正和氏、笹島芳信氏、橋本光司氏、長谷部辰高氏に材料採取や実験などを手伝って頂きました。

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及び筑波大学の中村徹教授に多くの助言を頂きました。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きました(林木の育種 230:2-12, 2009)。また10種の図の作成は内山憲太郎氏(森林総研)が行いました。これらの多くの意見や助言に深く感謝の意を表します。



## 引用文献

1. Tomaru N et al. (1997) *Heredity* 78: 241-251.
2. Tomaru N et al. (1998) *Am. J. Bot.* 85: 629-636.
3. Fujii N et al. (2002) *Plant Syst. Evol.* 232: 21-33.
4. Price MV & NM Waser (1979) *Nature* 277: 294 –297.
5. Templeton AR (1986) Coadaptation and outbreeding depression. In M. E. Soule [ed.], *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*, 105–116. Sinauer, Massachusetts, USA.
6. Stacy EA (2001) *Am. J. Bot.* 88: 1041-1051
7. Fenster CB and LF Galloway (2000) *Conser. Biol.* 14: 1406-1412
8. Tsumura Y (2006) *Taxon* 55: 53-66
9. Tsumura Y et al. (2007a) *Genetics* 176: 2393-2403.
10. Tsumura Y et al. (2007b) *Heredity* 99: 161-172
11. Aizawa M et al. (2007) *Mol. Ecol.* 16:3393-3405.
12. 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
13. Okaura T & Harada K (2002) *Heredity* 88: 322-329.







## 図の見方

### 葉緑体DNAのパターン

分析した集団の保有する葉緑体DNAハプロタイプを異なる色で表してあります。葉緑体DNAハプロタイプが大きく異なるところ(2塩基以上)に線(実線または破線)が引いてあります。

### 核DNAのパターン

分析した集団は黒丸で示してあります。それぞれの保有する遺伝的要素の類似の程度を色で表してあります。一般的に青色は北方タイプで赤色は南方タイプを示します。また色の濃淡は遺伝的な分化の程度を表し、種ごとに異なります。濃い色は集団間の遺伝的分化が大きいことを、薄い色は小さいことを示します。分析集団の無いところは近隣の集団の遺伝的要素で補間してあり、遺伝的な要素が連続的であるように示してあります。遺伝的に大きく異なるところに線(実線または破線)が引いてあります。ほとんどの種は遺伝的な要素が2つの色で表されていますが、遺伝的分化が大きいブナは4つの要素(色)で表してあります。またスタジイは3つの要素で表してあります。そのためこれら2種については分布域全体を色分けすることができないため、集団の持つ遺伝的な組成をそれぞれ円グラフで示してあります。

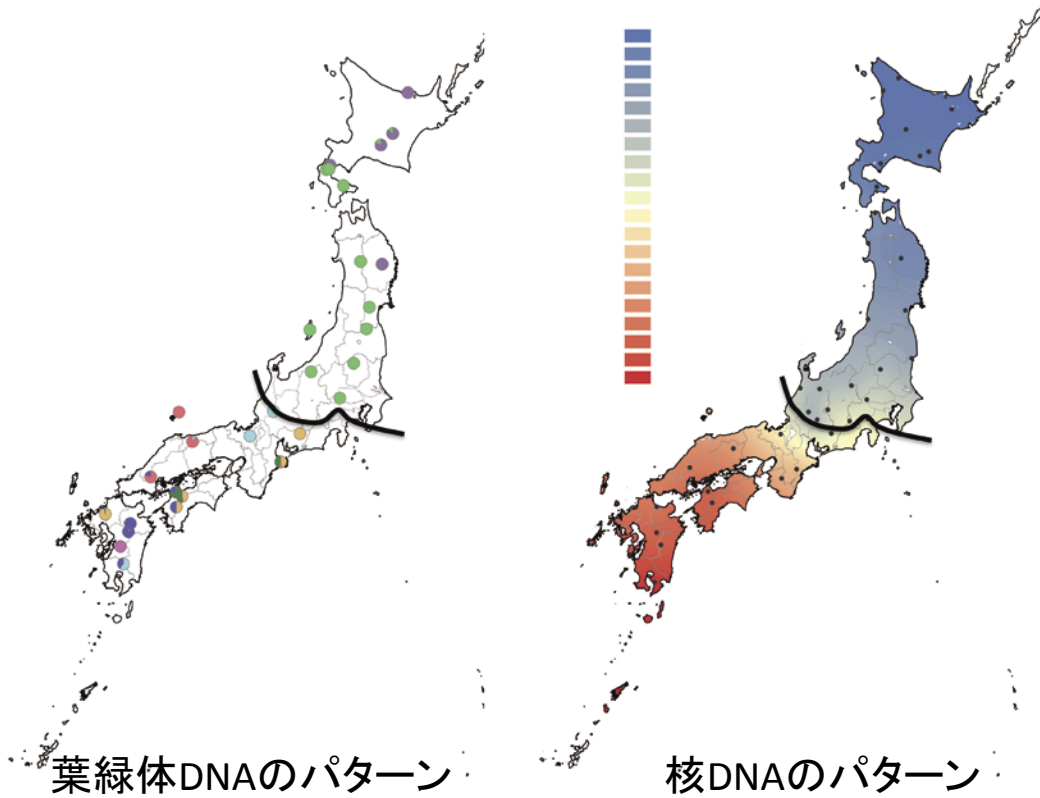
### 苗の移動を制限すべき線(実線)

地図上に示してある実線は、葉緑体DNA及び核DNAの両方で有意な遺伝的分化が見られたところに引いてあります。種苗の移動を制限すべき線です。各樹種の詳細なデータはお問い合わせください。

### 苗の移動を制限することが望ましい線(破線)

地図上に示してある破線は、葉緑体DNAまたは核DNAの一方で有意な遺伝的分化が見られたところに引いてあります。植栽目的も勘案し、可能であれば種苗の移動を制限することが望ましい線です。各樹種の詳細なデータはお問い合わせください。

## ミズナラ (*Quercus crispula*)

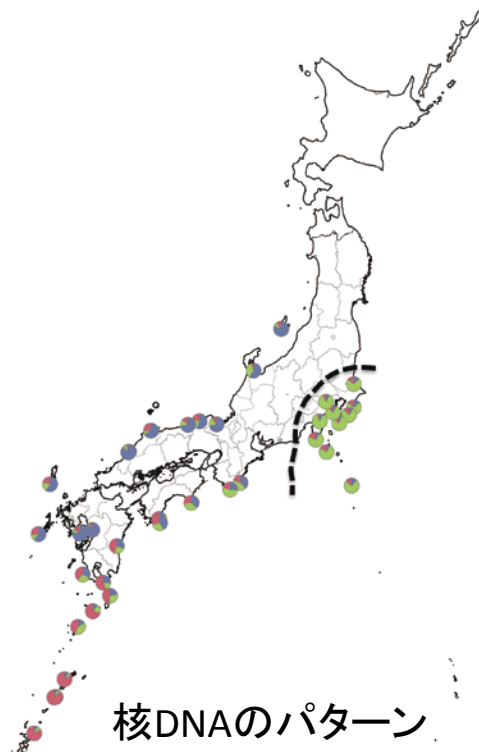


葉緑体DNA及び核DNAともに北方タイプと南方タイプがあり、その境界はほぼ核DNAのパターンの関西から東海にかけての黄色で示したあたりです。そのため、この黄色で示したところに種苗の移動の実線が引けます。

また核DNAのパターンでの色の濃淡は遺伝的分化程度を表し、濃い色ほど遺伝的分化が明瞭であることを示します。

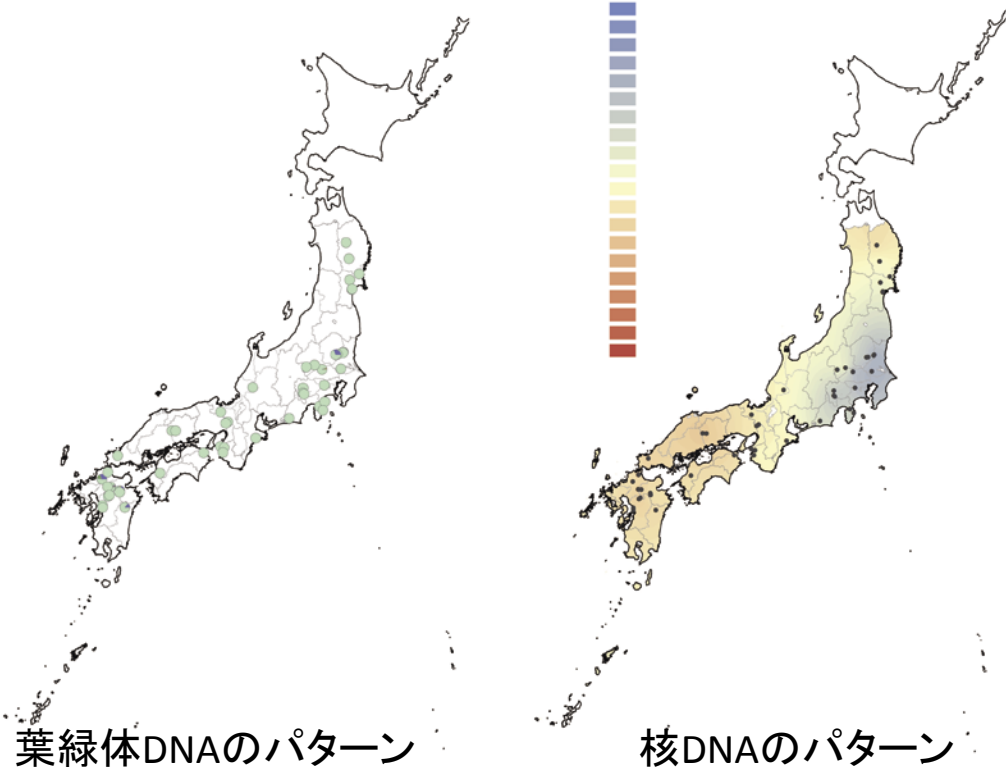


## スタジイ (*Castanopsis sieboldii*)



葉緑体DNAで沖縄諸島が特異的なハプロタイプを示したので破線が引いてあります。核DNAでは3つの要素があり、特に関東地域が緑の要素が強く遺伝的に分化しているため破線が引けます。

## クヌギ (*Quercus acutissima*)

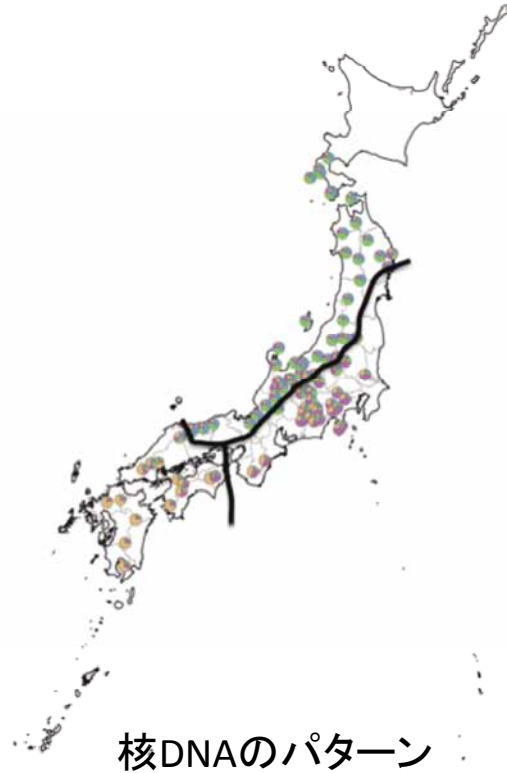


クヌギは葉緑体DNA及び核DNAともに遺伝的分化程度は低いという結果がえられました。有意な遺伝的な分化が存在しないため、日本国内での種苗の移動制限はありません。

また核DNAのパターンでの色の濃淡は遺伝的分化程度を表し、濃い色ほど遺伝的分化が明瞭であることを示します。この場合は色が薄いため、遺伝的分化程度が低いことを意味しています。

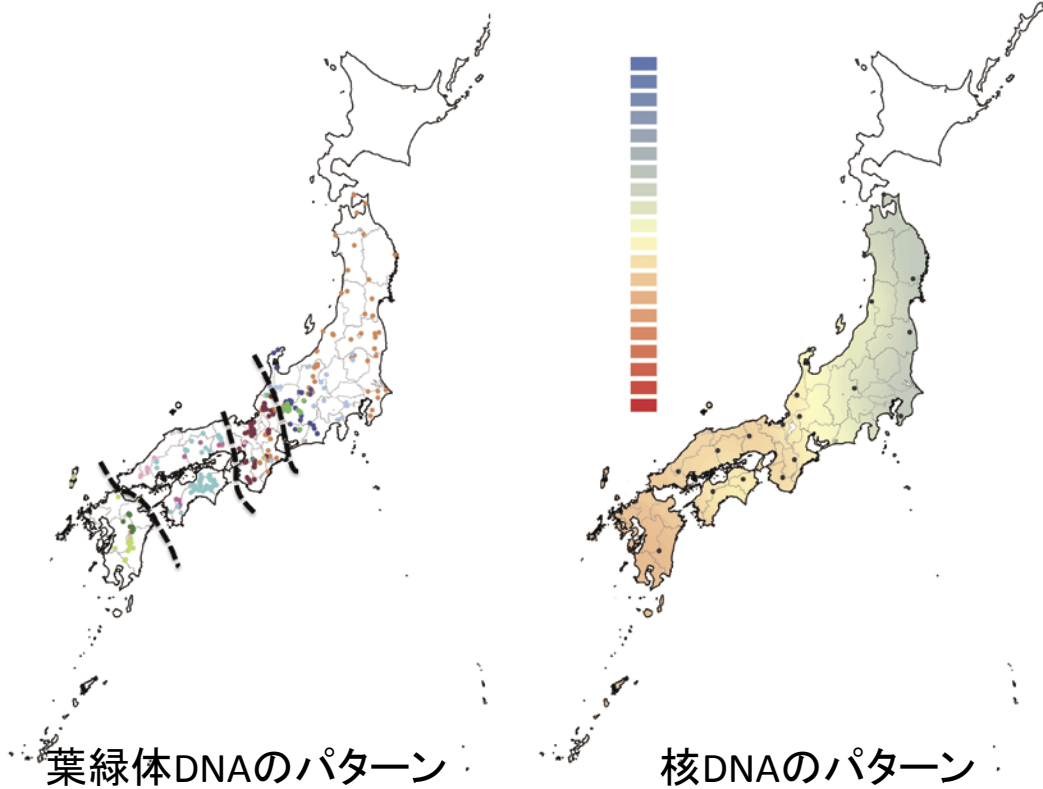


## ブナ (*Fagus crenata*)



遺伝的分化が最も明瞭な樹種の一つです。葉緑体DNA及び核DNAともに遺伝的分化程度は明瞭です。両方のDNAで共通な遺伝的な違いは日本海側と太平洋側です。また九州、四国と中国地方の一部を含んだ地域も間に実線が引けます。また葉緑体DNAではさらに太平洋側が細かく分かれるため、図のような破線が引けます。

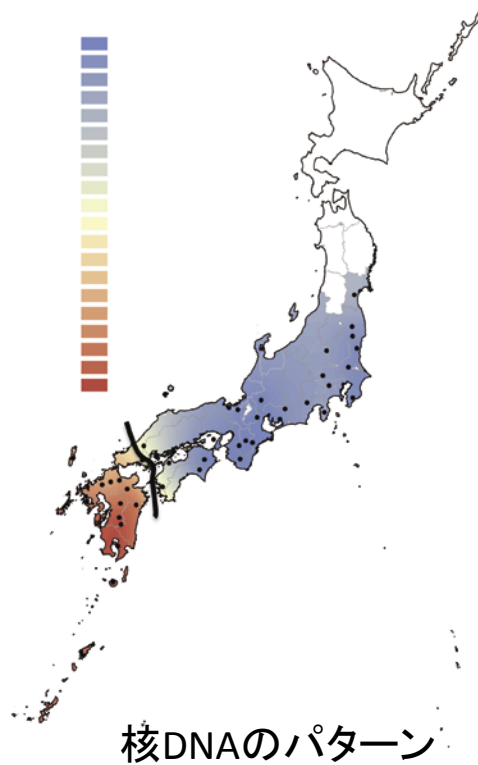
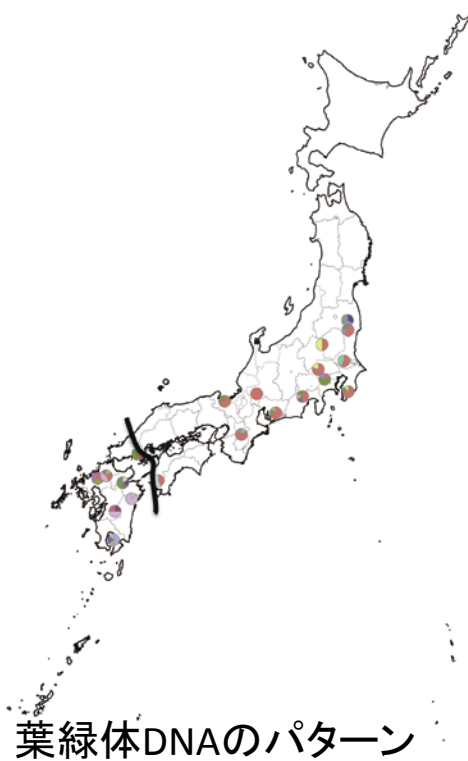
## ケヤキ (*Zelkova serrata*)



葉緑体DNAは明瞭に分化しており、九州、四国と中国、近畿、東海と北陸と信越、それ以外に分かれます。そのためこれらの間に破線が引けます。

また核DNAのパターンでの色の濃淡は遺伝的分化程度を表し、濃い色ほど遺伝的分化が明瞭であることを示します。この場合は色が薄いため、遺伝的分化程度が低いことを意味します。

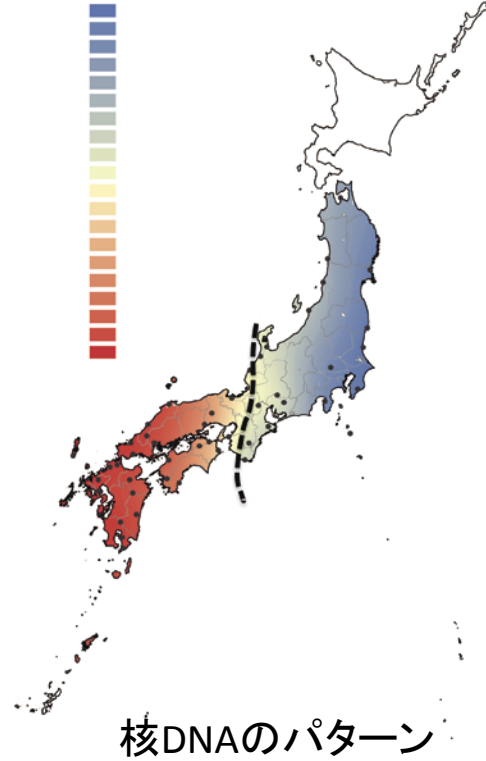
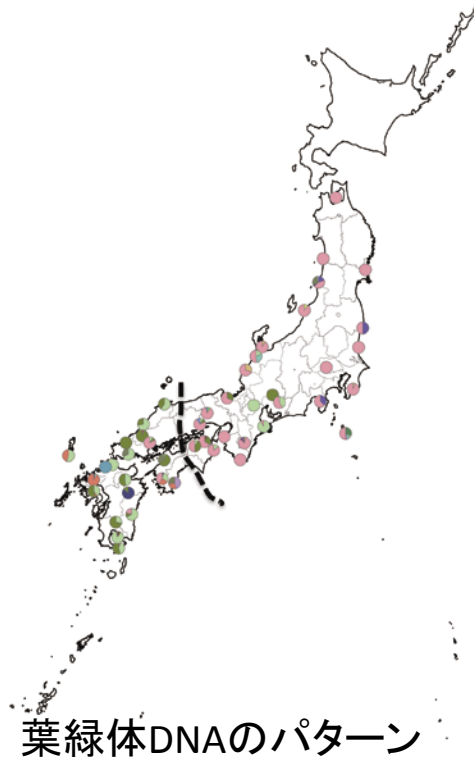
## ヤマザクラ (*Cerasus jamasakura*)



葉緑体DNA及び核DNAともに九州及び山口とそれ以外で明瞭に遺伝的に分化しています。そのため種苗の移動の境界は九州及び山口とそれ以外の間に実線が引けます。

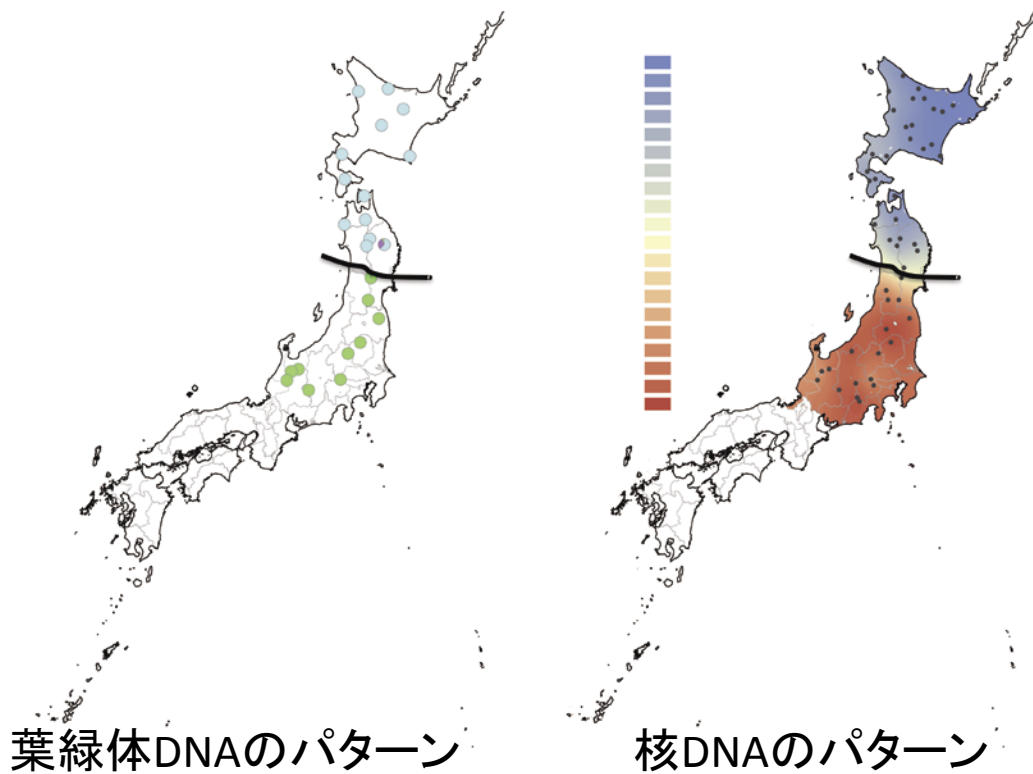


## ヤブツバキ (*Camellia japonica*)



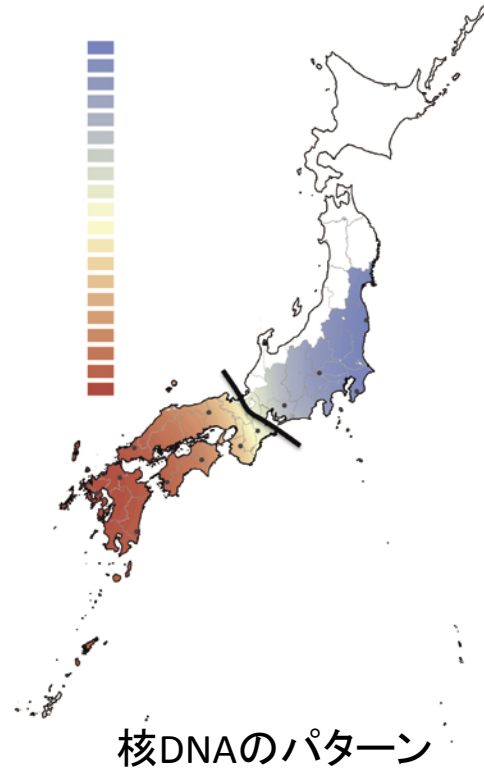
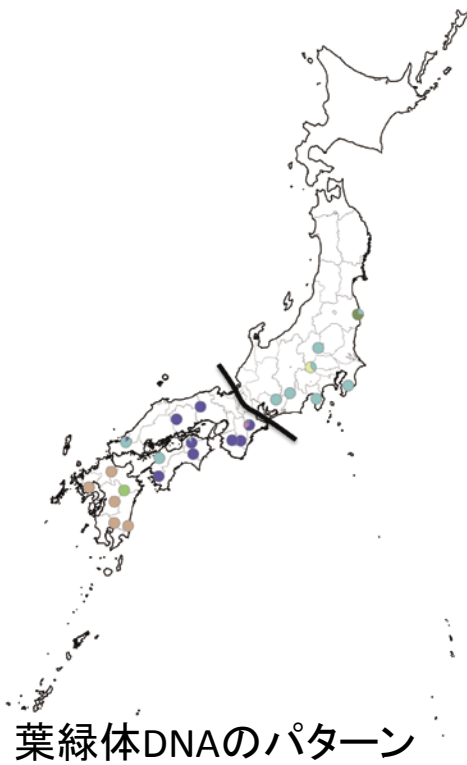
ヤブツバキは葉緑体DNA及び核DNAともに北方型とそれ以外で明瞭に遺伝的な分化がありますが、両方のDNAの分化位置が微妙に異なります。そのため種苗の移動の境界は北陸から中国と四国にかけて2つの破線が引けます。また葉緑体DNAでは伊勢湾を囲む地域に南方型が認められます。

## ウダイカンバ (*Betula maximowicziana*)



ウダイカンバは葉緑体DNA及び核DNAともに北方型と南方型に明瞭に遺伝的分化があります。そのため種苗の移動の境界は宮城県北部から秋田県南部にかけて実線が引けます。

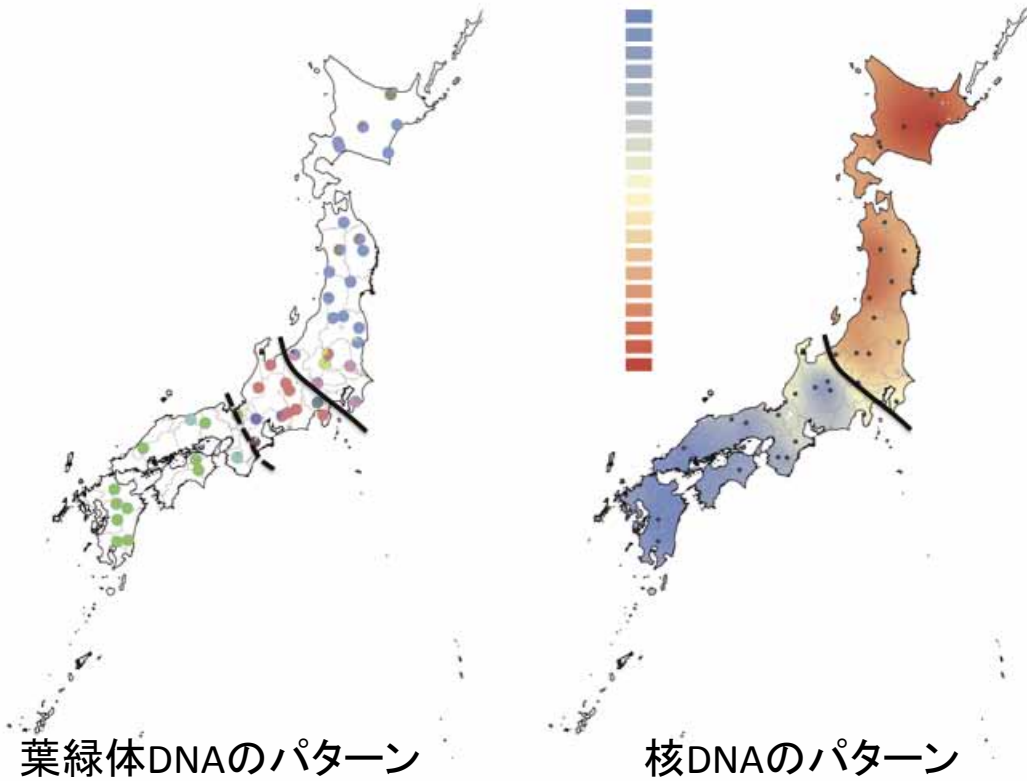
## イロハモミジ (*Acer palmatum*)



イロハモミジは葉緑体DNA及び核DNAともに北方型と南方型に有意に分化していました。そのため種苗の移動の境界は福井県西部から三重県にかけて実線が引けます。



## オオモミジ (*Acer amoenum*)



オオモミジは葉緑体DNA及び核DNAともに北方型と南方型に有意に分化していました。そのため種苗の移動の境界は長野県東部から山梨県にかけて実線が引けます。また葉緑体DNAはさらに若狭湾から三重県にかけて破線が引けます。



## 用語解説

### 核DNA

細胞内の核に存在するDNA(deoxyribonucleic acid、デオキシリボ核酸)のことを指します。高等植物のゲノムサイズ(DNAの量)は数千万〜数百億塩基と種によって大きさが異なりますが、遺伝子の総数は2万から4万程度と大きな差はありません。このDNAには生存に不可欠な遺伝子が多くコードされており、両親から子へと遺伝します。

### 葉緑体DNA

細胞質内の葉緑体内に存在するDNAのことを指します。高等植物ではそのゲノムサイズは12万塩基から15万塩基ほどです。このDNAには主に光合成に関する遺伝子などが80個前後コードされています。一般的に植物では母親から子供に遺伝します(母性遺伝)。

### ミトコンドリアDNA遺伝子

細胞質内のミトコンドリア内にあるDNAのことを指します。植物ではそのゲノムサイズは20万塩基から200万塩基ほどです。このDNAには100個程度の遺伝子がコードされています。一般的に植物では母親から子供に遺伝します(母性遺伝)。

### 対立遺伝子

ある特定の遺伝子でも、生物は父親と母親から由来した遺伝子を一对を持っています。これら対立遺伝子と呼びます。両親から同じ種類の対立遺伝子を引き継いでいるものをホモ接合型と呼び、異なる種類の対立遺伝子を受け継いでいる場合をヘテロ接合型と呼びます。これら対になった遺伝子の型を**遺伝子型**と呼びます。

### 遺伝分離

両親から子に遺伝子が伝わる場合に、父親及び母親の持っている対立遺伝子の一方しか子に遺伝しません。そのため同じ両親の子供でも保有している遺伝子の種類と組み合わせが異なります。このことを遺伝分離と言います。

### メンデルの分離の法則

ある形質の遺伝子型がヘテロ接合型(Aa)である場合、このヘテロ接合型の個体同士を交配すると、次世代では遺伝子型はAA:Aa:aaが1:2:1の比に分離します。対立遺伝子Aとaに優劣関係がある場合は形質は3:1の比に分離することになります。これを分離の法則と呼びます。



平成23年3月1日発行

**編集**：環境省地球環境保全研究費「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」研究グループ（平成17年度～21年度）

**発行**：独立行政法人森林総合研究所

ISBN：978-4-902606-75-1

第2期中期計画成果20 安全・安心-11 広葉樹の種苗の移動に関する遺伝的ガイドライン



独立行政法人森林総合研究所では、第2期中期計画の成果として下記の重点分野ごとに成果集を刊行しております。

地球温暖化対策に向けた研究(温暖化対策)

森林と木材による安全・安心・快適な生活環境の創出に向けた研究(安全・安心)

社会情勢変化に対応した新たな林業・木材利用に関する研究(林業・木材利用)

新素材開発に向けた森林生物資源の機能解明(生物機能)

森林生態系の構造と機能の解明(生態系解明)



独立行政法人 森林総合研究所

305-8687 茨城県つくば市松の里1

Tel: 029-873-3211(代) Fax: 029-874-3720

[www.ffpri.affrc.go.jp](http://www.ffpri.affrc.go.jp)