

遺伝マーカで 樹木の繁殖プロセスを探る

岐阜県立森林文化アカデミー

玉木 一郎

樹木は森林を構成する主要な生物種で、その主な性質には長命・大きな体サイズ・固着性などがあげられます(表1)。そのため、森林に出かけると、いつも同じ個体と同じ場所に数十～数百年も前から生育している姿を目にすることができます。このような生活史特性を持つ樹木にとって、交配し次世代に自分の遺伝子を伝えることは生活史の中で最も重要なイベントです。それゆえ、樹木は様々な繁殖様式を進化させてきました。

例えば、送粉様式には風媒、虫媒、水媒などがあります。樹木種は基本的に他殖性ですが、自殖可能な種もあります(他殖は他家受粉で次世代を生産することを、自殖は自家受粉で生産することを意味します)。性表現は雌雄同株が多いのですが、雌雄異株や雌性両全性異株(雌株と両性株)など、何でもあります。

表1 樹木種の主な性質と繁殖に及ぼす影響

主な性質	繁殖に及ぼす影響・制約
長命	繁殖の機会が多くなるので、基本的に他殖性。ただし部分的に自殖を行う種もある。
大きな体サイズ	個体内での異質性が大きい。例えば、樹冠上部と下部で光や水分環境が異なる。
固着性	自身は移動できないので、何らかの手段で花粉や種子を運んでもらう必要がある。

樹木種の多様な繁殖様式を考慮に入れた上で森を眺めてみると、林床に生育する実生の種子親・花粉親はどこにいるのだろうか?林内に一本しか無い種類の木になっていた果実の種子は自殖でできたのだろうか?それとも林外から花粉が運ばれてきてできたのだろうか?といった疑問が浮かびます。しかし、花粉や種子は小さいため、あらかじめ目印を付けておくのは困難ですし、できたとしても、既にそこに定着してしまっているものはどこから来たのか調べようがありません。これらの疑問を解決する手助けをするのが遺伝マーカです。遺伝マーカはゲノム中の特定の領域に存在する、種・集団・個体を区別できる塩基配列パターンのことで、マイクロサテライトやAFLP、SNPなどがあります。特にマイクロサテライトはゲノム中に存在する繰返し配列の変異で(図1)、変異が多い、自然淘汰に中立、共優性(ヘテロ接合とホモ接合の見分けがつかないこと)といった個体識別に有利な特徴を有するため、多くの繁殖生態学的研究で用いられています(ヒトの犯罪捜査や親子鑑定にも使われています)。

個体A	...GTACCATATATATATGCTTGG... ATが6回	...GTACCATATATAT GCTTGG... ATが4回
個体B	...GTACCATATATATAT GCTTGG... ATが5回	...GTACCATATATAT GCTTGG... ATが4回

図1 ゲノム中のマイクロサテライト部位

例えば、種子と母樹の遺伝子型を調べて、種子の遺伝子型から母樹由来の遺伝子を差し引いてやることで、父樹由来の遺伝子型を調べることができます(図2)。

この父樹由来の遺伝子型と森林内の全ての父樹候補個体の遺伝子型を比較してやることで、その種子が自殖

由来または他殖由来なのか?林外に花粉親を持つのか?といったことを推定できます。



図2 母樹・種子・父樹候補の遺伝子型

図2の例では、種子ABCのそれぞれの父樹由来の遺伝子型は10、14、22となります。このうち種子Aは自殖もしくは、父樹候補Cとの他殖により生産された可能性が考えられます。種子Bは父樹候補Bによる他殖由来の可能性が高そうです。種子Cの父樹由来の遺伝子型に一致する父樹候補個体は林内には存在しないため、林外からの花粉による他殖由来であると考えられます。

もちろん、膨大なゲノム中のたった一カ所を調べるだけでは種子Aのように、偶然母樹と父樹の遺伝子型が一致してしまう可能性が排除しきれないため(その確率も計算することができます)、複数のマイクロサテライト部位を調べることで推定の信頼性を高める必要があります。

マイクロサテライトマーカを用いた繁殖生態学的研究の例として、私が大学のころに行っていたモクレン科モクレン属の樹木であるシデコブシの研究の一つを紹介します。シデコブシは両性花を持ちますが、雌性先熟(一つの花の中で最初に雌しべが成熟し、その後で雄しべが成熟するため、一つの花の中では受粉が成立せず、基本的に他殖性を示します。しかし一個体の中で個花の開花タイミングが異なるため、雌期と雄期の花が混在し、隣花受粉(同一個体内の別の花どうしで受粉が生じること)による自殖が生じてしまいます。

全種子に対する他殖種子の割合を他殖率とよびますが、他殖率は個体・個花の開花タイミングや集団・個体の保有する致死遺伝子の程度の影響を受けます。この他殖率が集団レベル/集団内の個体レベル/個体内の果実レベルのどの階層でばらつくのか疑問に思い、5集団56母樹204果実の1498種子の核マイクロサテライト遺伝子型を調べ、上述の各階層における他殖率とそのばらつきの程度を調べてみました。その結果、全体の平均値は約0.7(全種子の7割が他殖種子で3割が自殖種子)だったのですが、そのばらつきは集団内の個体レベルで最も大きいことが分かりました。つまり、個体レベルの有害遺伝子の保有の程度、もしくは個体間の開花タイミングの違いがシデコブシの自殖可能性に最も影響を及ぼしていたことが明らかとなりました。

現在私は、遺伝マーカを用いた樹木種の種間交雑の研究に取り組み始めたところです。研究がまとまったら、またこのような場で成果を報告したいと思います。