

ホオノキの近交弱勢に及ぼす近親交配の影響

石田 清（森林生態研究グループ）

1. はじめに

近親交配は子孫の生存率や繁殖量を減少させる。この現象は近交弱勢と呼ばれる。これまでの理論的研究によると、近交弱勢の程度は、近親交配が数世代続くと小さくなる（「近交弱勢のパージ（除去）」という）と予想されている。近交弱勢は、近親交配が生じやすい小集団の絶滅リスクを高めるため、近交弱勢のパージが生じるかどうかは保全生物学の分野において重要な問題となっている。自然集団を対象としたこれまでの研究によると、パージの起こりやすさには生活史特性が関係し、長寿命植物では近交弱勢のパージが生じにくいと考えられている。近交弱勢のパージが生じる条件を明らかにするためには、樹木の近交弱勢と近親交配の関係を明らかにする必要がある。本研究では、高い自殖率を示す高木種のホオノキを対象として近交弱勢に及ぼす近親交配の影響を推定した。

2. 材料と方法

ホオノキの近親交配の程度には地域変異があり、北海道の集団は近親交配を行い、本州以南の集団は任意交配を行うと推定されている。そこで北海道（札幌市篠舞）と九州（福岡市油山）から1集団ずつ選び（以下、「札幌」、「福岡」という）、種子と成木の酵素多型分析を行い、成木段階の固定指数（ F_{is} ；近親交配の程度を表す）および種子～成木段階の生存率に現れる近交弱勢の程度（ δ_i ）を推定した。さらに交配実験（自殖と他殖）と発芽実験を行い、受精直後～種子段階までの生存率に現れる近交弱勢の程度（ δ_e ）と発芽率に現れる近交弱勢の程度（ δ_g ）を測定した。 δ_i と δ_g に基づいて発芽種子～成木段階の生存率に現れる近交弱勢の程度（ δ_s ）も推定した。近交弱勢の程度（ δ ）は次式で表される： $\delta = 1 - (\text{自殖由来の子孫の平均生存率}) / (\text{他殖由来の子孫の平均生存率})$ 。

3. 結果と考察

成木段階の固定指数については、札幌の値は0よりも有意に高かったが（ $F_{is}=0.15$ ）、福岡の値は0と有意に異ならなかった（ $F_{is}=-0.02$ ）。この結果は、札幌が近親交配集団であり、福岡が任意交配集団であることを示している。受精直後～種子段階までの生存率に現れる近交弱勢の程度（ δ_e ）については大きな集団間変異が認められ、札幌の値は福岡の値の1/2以下となった（図-1）。発芽率に現れる近交弱勢の程度（ δ_g ）も同様の傾向を示した。これらの近交弱勢から推定した受精直後～発芽種子段階の生存率に現れる近交弱勢の程度は、札幌と福岡でそれぞれ0.33、0.97であり、福岡は札幌よりも約3倍大きな値を示した。一方、種子～成木段階に現れる近交弱勢の程度（ δ_i ）は両集団ともに大きく、札幌と福岡でそれぞれ0.94、0.99であった。発芽種子～成木段階の生存率に現れる近交弱勢の程度（ δ_s ）も大きく、二集団は類似した値を示した（図-1）。

以上の結果から、ホオノキは世代あたりの突然変異率が高く、近交弱勢の程度が大きくなりやすいと考えられている（Ishida 2006）にもかかわらず、生活史の初期段階（受精直後～発芽種子段階）に現れる近交弱勢は近親交配によってパージされるものといえる。しかしながら、近交弱勢のパージの起こりやすさは生活史段階によって異なり、後期段階（発芽種子～成木段階）では初期段階よりもパージが生じにくいと考えられる。ホオノキの後期段階に現れる近交弱勢の程度は大きく、平均生存率の減少を介して近親交配集団の個体群動態に影響していると考えられる。

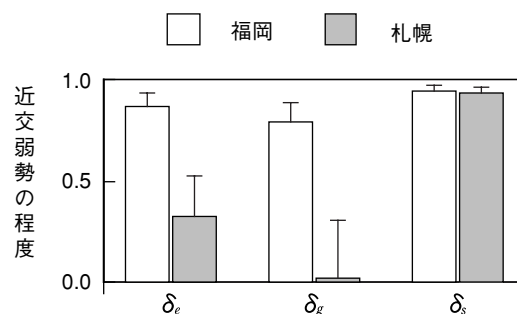


図-1 ホオノキ集団の近交弱勢の程度

受精直後～種子段階の生存率（ δ_e ）、発芽率（ δ_g ）、発芽種子～成木段階の生存率（ δ_s ）に現れる近交弱勢の程度を示す。

誤差線は標準誤差（母樹を用いたジャックナイフ標準誤差）を示す。

引用文献：Ishida, K. (2006) Maintenance of inbreeding depression of a highly self-fertilizing tree, *Magnolia ovobata* Thunb. *Evolutionary Ecology*, 20:173-191.

落葉広葉樹 2 次林における地上部成長呼吸量の季節変動特性について

深山 貴文・小南 裕志・細田 育広（森林環境研究グループ）・岡野 通明（チーム長（大気－森林系担当））

1. はじめに

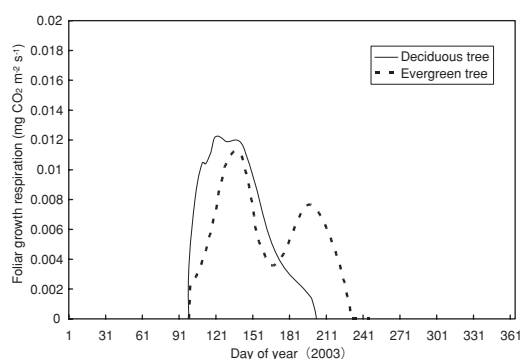
山城試験地では森林の二酸化炭素の年間吸収量や吸収特性を求めるため、乱流変動法による大気－森林間の二酸化炭素交換量の連続観測が行われている。一般に乱流変動法では、夜間生態系呼吸量の欠測値については夜間気温や夜間地温と呼吸量の関数によって推定を行い、補完する場合が多い。しかしこの場合、維持呼吸量等の季節変動特性は反映されるものの、気温によって直接的に制御されない成長呼吸量の季節変動特性については、十分に反映されない。そこで、実際の落葉広葉樹 2 次林における地上部成長呼吸量の季節変動特性を評価するために、本研究では自動葉群チャンバーと自動幹チャンバーを用いて連続観測を行い、成長呼吸量を分離して解析を行い、その季節変動特性の評価を行った。

2. 試験地と方法

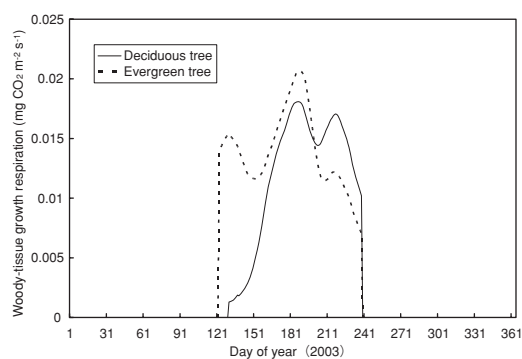
試験地は京都府南部の相楽郡山城町に位置する山城水文試験地である。本試験地は風化花崗岩を表層地質とする丘陵部に位置し、標高220m、流域面積1.6haの流域試験地である。植生はコナラ、ソヨゴ等の落葉樹と常緑樹の混交林で、それぞれの胸高断面積合計は $13.3\text{m}^2\text{ha}^{-1}$ と $6.3\text{m}^2\text{ha}^{-1}$ 、平均樹高は約10mである。葉群呼吸量の観測に用いた自動葉群チャンバーは54Lの容積を持ちガラス板で構成され、換気口の開閉によって換気を行った。一方、木部組織呼吸量の観測に用いた自動幹チャンバーは0.91Lの容積を持ちアクリル板で構成され、換気用ポンプと電磁弁によって換気を行った。チャンバーによる測定間隔は30分とし、測定時には換気を停止して5分間チャンバーを密閉させ、3分間の CO_2 濃度の変化量から二酸化炭素濃度計（Li-cor製、LI-800）によって夜間呼吸量の測定を行った。夜間呼吸量はチャンバー内の葉面積あるいは木部表面積により単位面積あたりに換算した。観測期間は2003年の1年間で、山城試験地尾根上のコナラとソヨゴの樹冠最上部と最下部の計4カ所に自動葉群チャンバーを、コナラとソヨゴの胸高付近各1カ所、計2カ所に自動幹チャンバーを設置して連続観測を行った。休眠期のチャンバー内気温と呼吸量の関係から維持呼吸量の推定式を求め、成長期に実測された呼吸量との差を成長呼吸量とした。成長呼吸量についてはDay of year（1月1日を起点とした経過日数）を用いたFriedman's super smootherによるノンパラメトリック回帰を行い、波形の比較を行った。

3. 結果と考察

図－1と図－2にノンパラメトリック回帰をおこなった葉群成長呼吸量と木部組織成長呼吸量の季節変化の波形をそれぞれ示した。それぞれの図において実線は落葉広葉樹、波線は常緑広葉樹の値を示している。葉群成長呼吸量については、落葉広葉樹は1山型、常緑広葉樹は2山形のピークの波形を持ち、特に落葉広葉樹の成長呼吸量が開葉期に集中的に高まる特徴があった。一方、木部組織成長呼吸量は落葉広葉樹のピークが2回、常緑広葉樹のピークが3回出現する複雑な波形を示し、全体的に葉群成長呼吸量よりも遅れて上昇する特徴があった。この遅れの原因としては、新葉開葉後に光合成量が増加するため、木部組織での成長が葉群での成長の後に行われているためと考えられる。この時間差の結果、群落レベルで葉群成長呼吸量と木部組織成長呼吸量を合計した地上部成長呼吸量の季節変動の波形としては、前半は葉群成長呼吸量の上昇で高まり、後半は木部組織成長呼吸量の上昇によって高まるために、全体としては鐘形の季節変動の波形を示すと考えられた。落葉広葉樹 2 次林における地上部成長呼吸量は複数の成長呼吸量の合計であり、多点で自動チャンバーを用いて連続観測する手法は、複雑な季節変動特性を持つ成長呼吸量の評価において特に有効と考えられた。



図－1 葉群成長呼吸量の季節変化



図－2 木部組織成長呼吸量の季節変化