

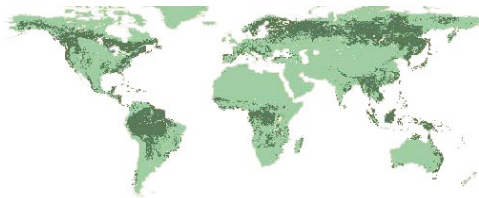
木々のあいだの競争・共存と、森林の果たす役割

甲山隆司

北海道は森林に恵まれています。森林は、わたしたちの生活に、木材の供給に留まらずにさまざまな恩恵もたらしています。地球上では10万種にもおよぶ樹種が存在し、多彩な森林がありますが、人間による土地利用や気候変化によって著しい森林の減少と劣化も進んでいます。今回は、森林がどのようにして保たれ、また変容しているのかに注目してみましょう。

1 植物の競争によって森はできた

私たち人間を含めたすべての地球上の生物は、地球表層の陸地と海洋を広く、薄く覆う膜（生物圏）を形成しています。陸地は地球表層のおおよそ1/3を占め、陸地の中で森林の占める面積は3割程度に過ぎません。しかし、森林は、地球上の全生物量の9割を占める巨大な有機物の貯蔵庫となっています。その理由は、森林が、樹木という巨大で長寿命の植物によって形作られているからです。植物は、生活に必要な有機物を、太陽の放射エネルギーを利用して光合成によって大気中の二酸化炭素から作り上げます。陸上と海洋の植物による光合成が、地球上の全生物の生活を支えている訳です。光合成は、おもに葉が行ないます。植物は太陽光を捕捉する葉を地表に有効に広げ、かつ土壌中の水や栄養塩を根から供給する体制を進化させてきました。草と樹木の違いは、葉を根からつなぐ茎（幹と枝）が高く発達し、長年の間、葉が展開する足場を提供する点にあります。ただ葉と根をつなぐだけの構造に多くの有機物を分配する意味は、ただひとつ、すなわち近隣の植物より少しでも高いところに葉を茂らして太陽の光エネルギーを先取りする有効性に他なりません。森林の分布は、

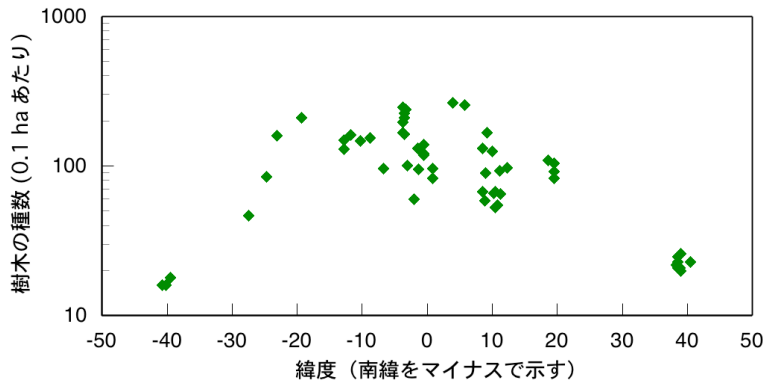


十分な気温と降水量が保証される気候と完全に一致し（図1）、人間に木材を供給し、温室効果ガスの増加を緩和する等重要な役割を提供する理由も、ひとえに植物の身勝手な進化の結果なのです。

図1 世界の森林分布（濃緑色）。FAOによる

2 樹木の競争が多様性をもたらす

さて、光を巡る進化の「軍拡競争」によって森が形作られたと言いましたが、それだったら一番高くなる樹種が勝者として君臨することになり、多くの樹種から成る森林が存在する理由はなさそうです。実際の森林は、(単一樹種の植林地を除けば)多くの樹種から形成されています(図2)。樹木の種数は、熱帯低



地の多雨林でもっとも高く、緯度や標高、あるいは乾燥気候になるとともに減少します。これは、森林全体の光合成生産量の変化ともだいたい対応しています。

図2 森林の樹木種数の緯度変異。Gentry 1988 のデータによる

なぜ高い種だけにならないのか、その理由は、やはり光を巡る競争に関係しています。堅固な材によって高く長寿命の樹木が出来あがっても、その寿命には限りがあります。種の再生・更新は、また小さな稚樹から始めなければいけません。暗い森林内に生育する低木種と、最終的には明るい森林上部にまで成長できる高木種は、ともに暗い所から更新をスタートさせなければいけないのです。光の高い個体からの先取り関係がある場合、低木種が高木種よりも種子生産能力などに秀でていれば、両者が共存できるのです(図3)。

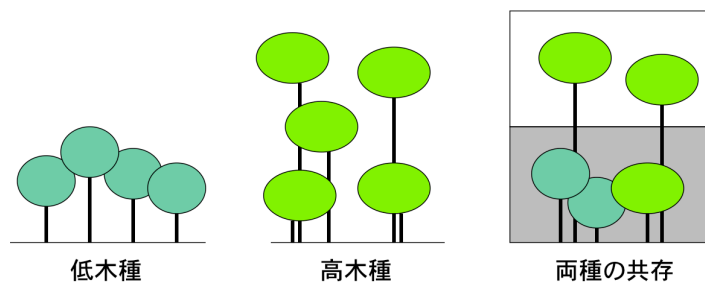


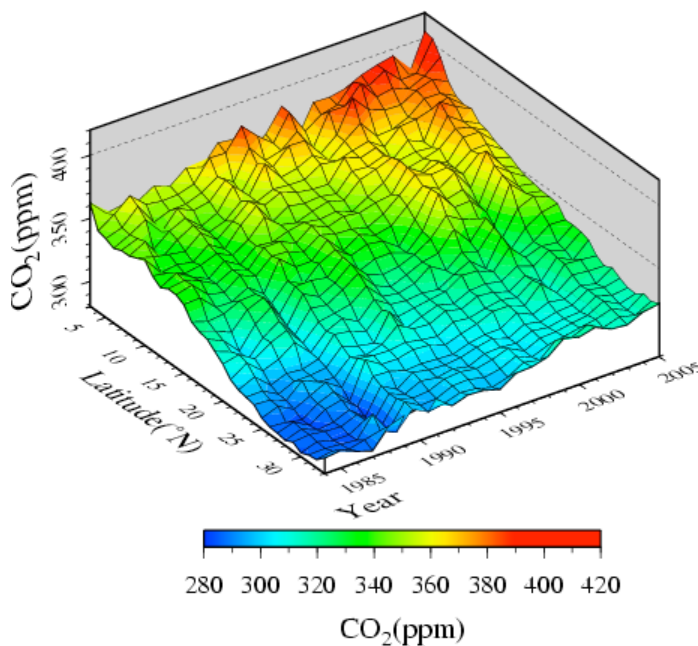
図3 高木種も低木種も暗い林内から更新することによって共存する

実際には、2層だけではなく、多くの層を樹種間で分ける事によって、共存することが可能です。温帯林と比べて、熱帯林ではこの垂直方向の最大高さの分化が著しいことが判っています。この理由については、さまざまな検討がされていますが、ひとつには、太陽光が低緯度熱帯域では高い天頂角から差すために、より葉が垂直方向に重なり易く、樹木一個体の葉群もあまり縦長にならず、垂直の詰め込みが顕著になることが挙げられます。

大きな高木の枯死は、林内に局所的に明るい部分を作ることになります。高木の枯死がもたらす光環境の不均質性によって、明るい環境で速やかに成長する樹種と、暗い林内で長く待てる樹種とが共存する、という別のメカニズムも樹木種の多様性を維持しています。

3 地球環境の変化と森林

私たち人間が化石燃料の利用を増やし続けていることに起因する大気中の二酸化炭素濃度の上昇は、森林にも変化をもたらします。二酸化炭素は主要な温室効果ガスですが、これは温暖化を引き起こすとともに、植物の光合成生産の基質の増大を意味することにも注目する必要があります。陸域が卓越する北半球



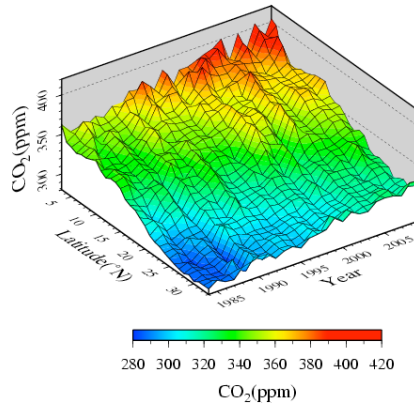
では、二酸化炭素濃度が夏期に低下し冬期に上昇する季節変化が存在しますが、これは、季節性をもつ温帯林と北方林の光合成活性を反映しています。この夏冬の振幅が、30数年の観測期間のなかで次第に増大してきています。この振幅の増大は、大気二酸化炭素の増加によって森林の光合成生産速度が増加していることを示唆しています(図4)。

図4 二酸化炭素濃度の緯度分布の経年変化(気象庁)

こうした二酸化炭素濃度上昇の効果は、農地で与える肥料を増やして作物の増産を図るのと似ているとして、「施肥効果」と呼ばれます。大気中の温室効果ガスの増加をある程度相殺することも期待される施肥効果ですが、同時に進行する温暖化は、植物や土壌生物の呼吸速度（すなわち二酸化炭素放出速度）を増加させることにもなるため、森林の施肥効果に多大の期待をかけることはできません。さらに重大なのは、環境が光合成と呼吸のバランスを変化させ、森林の構造にも変容をもたらしていることです。急激な気候変化に即応して、人間の地域社会の仕組みも適応的に変化させていくことは、簡単ではありませんが、長寿命で動けない森林となると、さらに深刻です。百年スケールで生じる気候変化に対して、森林は数千年の時間遅れをもってその樹種組成をゆっくりとしか変化させることができません。この遅延は、種子散布の制約と、既存の森林の構成種の集団があたりに侵入しようとする樹種の更新を抑制することに起因します。人間の土地利用がもたらす直接的な森林減少・劣化とともに、気候変化がもたらす影響も考慮に入れて、将来に亘る森林資源の保全を考えていく必要があります。

訂正資料：木々のあいだの競争・共存と、森林の果たす役割

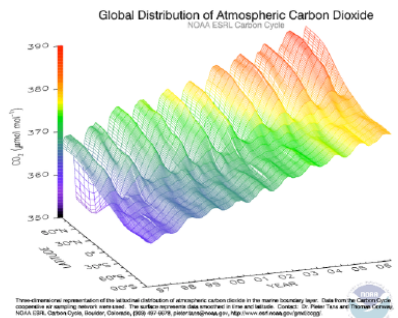
ご指摘ありがとうございました。配布資料の図4(以下)は、大気ではなく海洋表層に溶け込んでいる二酸化炭素の濃度を示したものでした。



冬季の東経137度線の北緯3～33度における表面海水中の二酸化炭素濃度の経年変化(1984～2009年)

この図4では海洋の一次生産を反映しており、北半球の温帯域のなかでは緯度が低い方がが生産による年変動がおおきいことを示唆しています。

大気中の二酸化炭素濃度の、全緯度域の変化は、以下の図のようになります。北半球(陸半球)の高緯度で年々振幅が大きいののは、森林による夏季の二酸化炭素取り込みと、冬季の放出を反映しており、年変動がない熱帯から、海半球で季節温度変化がマイルドな南緯ではその傾向が減少します。こちらを示すべきところ誤って上の図を載せてしまいました。



大気中二酸化炭素濃度(縦軸)の経時的(右横軸)・緯度(左斜軸)変化