

不均一な林冠構造に対応した光環境のシミュレーション

生産技術部 宇都木 玄

森林の階層構造の解析とそれに伴う光環境条件の把握は、均一な林冠構造を仮定して研究されてきた。ところが実際には施業や自然攪乱において立木が倒れ、空間隙（Gap）ができることで、森林は不均一な葉や枝の空間分布を示すことが多い。また不均一な林冠構造に対応した光環境によって、下層植生の分布や生産量も変化する。こうした森林構造を数理的に表現することは難しく、解析が遅れている分野である。そこで我々は森林にGapが存在したときの森林構造をシミュレーションモデルで再現し、Gapが林内光環境に及ぼす影響を解析することを試みている。シミュレーションの概要を以下に記す。対象林分は平均樹高18m、林冠長7～8m、立木密度1100本/haである。大中小3本のヒノキ個体の葉位置をすべて測定し、葉の三次元座標と葉面積の垂直分布を決定した。次にサンプルとなった3個体を、調査林分の毎本調査と位置図をもとにしてパソコン上の空間に割り振り、約4haの仮想森林を作成した（図1）。さらに仮想森林内において、木を削除してある面積を持ったGapを作成した。この仮想森林を様々な天空位置から見ることによって、林分の様々な場所や高さにおける、散乱光（天空全体から一様に降り注ぐ光）及び直達光（太陽から直接到達するビーム状の光）の相対的な光強度を推定した。このモデルで推定された相対光強度（閉鎖林冠下・林床面）は5%以下となり、調査外分内で実際に計測した値とよく一致している。また林冠直下（葉の付着する最下部）で相対光強度が林床面より小さくなることが表現できた。



図1 約4haの仮想森林の拡大図

それぞれの木は、400～600の三角形で近似した葉の集合体として描かれている。葉群を三角形で近似することで、様々な林分に応用できる。

散乱光と直達光とでは、Gap周縁から林内に至る減衰様式が異なっていた。散乱光では林内の高い位置ほど高い相対光強度を示し、その傾向を維持しながら林内方向に弱くなった。一方直達光は林内のどの高さにおいてもGap周縁から2～3mで急激に弱まり、それ以後は高さに関係なく同じ強さの相対光強度を示した。よってGapができた場合、直達光による光環境変動の影響を受ける面積は、散乱光によるものより小さいことが示唆される。モデルに基づき林床での散乱光による相対光強度分布図（図2）を描くことを試みた。Gapの大きさによってGap内の最大の相対光強度（GMRLI）が異なった。Gapが大きくなるとGMRLIも大きくなるが、その強さはGap面積200～300m²で80%以上となり、その後徐々に100%に近づいた。さらに相対光強度が80%以上になる部分の面積は、Gap面積の増大と共に増加した。Gap周縁から相対光強度が5%以下になる場所までの距離はGapの大きさと正の相関関係を示した。例えば400m²のGapの場合、Gap周縁から8m林内に入ったところで5%以下となった。つまりGap直径のほぼ0.35～0.4倍の距離を林内に入ると、そのGapの影響がほぼなくなることが示唆された。

植物の光強度に対する光合成反応は直線的ではなく頭打ちを示すことが知られている（光－光合成曲線）。従って今回解析した相対光環境にもとづいて絶対値での光量の林内分布を推定すること、及び植物の光合成反応をプラスしたシミュレーションを開発し、森林内Gapが森林の生産量（炭酸ガス同化量）に与える影響を解析することが次の課題である。

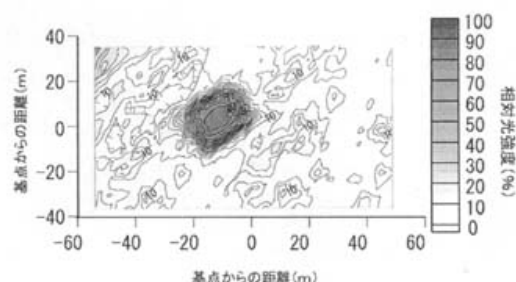


図2

仮想林分の中心に400m²のGapを空けたときの相対光強度分布図

図中の数字は相対光強度（%）。図中心の濃色部分がGap。白色が相対光強度5%以下の部分。

(拡大図52KB)