

落葉はどこまで飛ぶのか？－クリを指標として－

独立行政法人森林総合研究所 ○阿部俊夫・坂本知己・柴田銃江
延廣竜彦・壁谷直記・萩野裕章

1. はじめに

森林は、河川に対して多くの有益な機能を持っており、例えば、森林から供給される落葉は水生生物の重要なエサ資源になるといわれている。このため、北米を中心として、機能維持のために何m幅の河畔林が必要かという研究も行われている（高橋ほか，2003）。しかし、国内では河畔林の必要幅に関する研究はほとんど進んでおらず、特に、落葉供給機能に関しての河畔林の必要幅は、国際的にみても、未だ十分に解明されていない。この問題は、落葉の移動距離に関わる問題であり、①落葉が樹冠から落下する際の移動、②林床面でのリター移動の2つのプロセスに分けることができる。本研究では、リター供給に必要な河畔林幅の解明を目的として、まずは、落葉が落下する際の飛散距離について検討を行った。

2. 研究方法

本研究では、落葉の飛散距離に関して、①現地観測、②モデルによる推定の2通りのアプローチを行った。まず、現地観測のため、ブナ自然林（茨城県北茨城市）内において、谷を挟んで両側の斜面上に単木的に分布する樹種を探した。林冠層を構成する高木で、葉の形や大きさが一般的な樹種として、クリの木が最も観測対象に適していることが分かった。そこで、両側の斜面上にある2本のクリの木を結ぶライン上に（水平距離80m）、5～10m間隔でリタートラップを設置し、落葉供給木からの距離に応じてクリの落葉量がどう変化するかを観測した。クリの木の大きさは、左岸側が胸高直径50cm、樹高15m、右岸側が直径30cm、樹高18mであった。なお、調査地付近では、谷は南北を向いており、北側が上流となっている。

モデルとしては、風散布種子の分布推定のために開発された物理モデル（Greene & Johnson, 1989）を採用した。このモデルは、無風時に樹冠下へ落下する葉量を評価できないものの、風速や落下速度など簡単なパラメータから、落葉散布を推定することができる。このモデルでは、山地のような傾斜地を想定していないため、傾斜地でも適用できるよう、次のように改良して用いた。

$$\frac{dQ}{dx} = \frac{Q(H - xH')}{Hx\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left[-\left(\frac{\ln(xF/H\bar{u})}{\sqrt{2}\sigma}\right)^2\right]$$

ここで、 Q ：落下する葉の総数、 x ：落葉供給木からの水平距離（m）、 H ：落葉の落下高（m）、 H' ： H の x による微分、 σ ：風速 u の対数 $\ln(u)$ の標準偏差、 \bar{u} ：風速 u の幾何平均（m/s）、 F ：落葉の落下速度（m/s）である。上述したクリの木について、このモデルを適用するために、近くに、高さ13mのタワーを建設し、13m、8.6m、4.5mの3高度での風速と、風向（高さ13mのみ）を5秒間隔で測定した。落葉の落下速度 F は、無風条件下（屋内）において、クリの葉を、高さ7mから落下させ、床から4mを通過するまでの時間から算出した。落下速度の測定は、風乾状態と水に濡らした状態の2通りについて行ない、調査地での降雨データを考慮して平均的な落下速度を計算した。落下高 H は、クリの木の樹冠中央部から地

表までの高さとして地形データから算出し、 x の多項式で近似して計算に用いた。上式で計算した dQ/dx は、半径 x の円周上に落下する葉の数であり、単位面積あたりの落葉数は、 dQ/dx を円周長 $2\pi x$ で割ればよい。ただし、本研究では、リタートラップを配置した方向についてのみ計算を行う必要があるため、16方位1方位分の角度範囲（ 22.5° ）を同一方向と見なし、トラップの配置方向を中心とする 22.5° の範囲の風速データだけを dQ/dx の計算に用い、 dQ/dx を円弧長（ $2\pi x/16$ ）で割って、単位面積あたりの落葉数を求めた。この際、 Q は、落葉供給木の樹冠下を

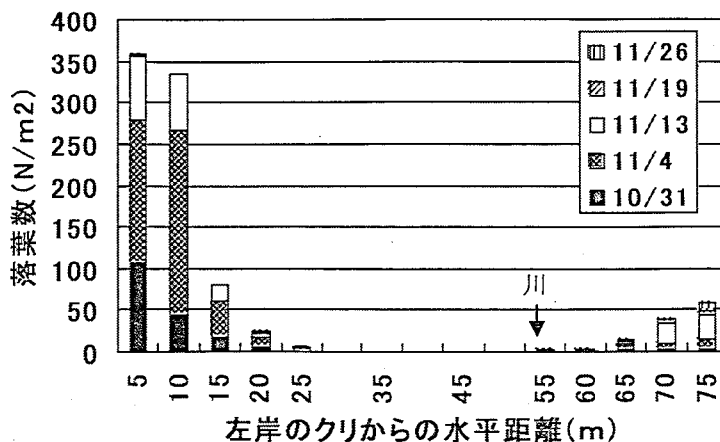


図-1. クリ落葉の散布密度(トラップは2003/10/23に設置)

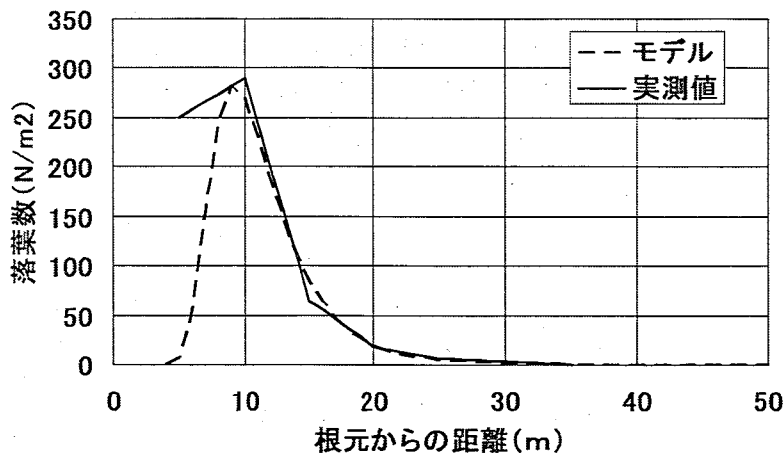


図-2. 左岸(西向き斜面)についてのモデル計算結果. 10/31~11/4および11/4~13の2期間について計算し, 合計した.

向きであり, 主風向とは大きくずれていた.

モデルを用いて, 単位面積あたりの落葉数を計算したところ, 左岸側(西向き斜面)のクリの木では, モデルによる推定がほぼ実測データと一致した(図-2). しかし, 右岸側(東向き斜面)では実測データに比べて飛散距離がやや過大評価になった. 右岸側における実測とモデルのズレは, おそらく山地における風速分布の空間的な不均一性が大きな要因と思われる. タワーは左岸側斜面の脚部にあるため, 観測された風が, 右岸側斜面の風と異なっても不思議ではない. また, 左岸側の傾斜が 20° であるのに対し, 右岸側では 30° と急傾斜であるため, 尾根から谷に向かう風が吹き抜けにくい可能性も考えられた.

左岸側について, 落葉数の累加曲線を描くと図-3のようになった. モデル推定値と実測値に若干のズレがあるのは, モデルでは無風時に樹冠近傍に落下する落葉を評価できないためである. しかし, モデルと実測のズレは, 距離とともに急速に小さくなっており, 両者とも15mまで急速に曲線が立ち上がり, 累積で約90%に達していた. 河畔林の必要幅の評価には, 落葉供給木の真下に落ちるような落葉はあまり重要でなく, 風が吹いた時に, 落葉が何m移動するかが重要であるため, 本研究で用いたモデルのみでも十分な評価が可能と考えられる.

4. おわりに

本研究では, 落葉の飛散距離をモデルで推定可能であることを示した. まだ, ケーススタディの段階ではあるが, 一応, 15mという具体的な数値目標を示せたことは意義があると思われる. 今後, このモデルを用いて, 樹種, 斜面傾斜, 樹高が異なる場合の落葉飛散距離についても評価を行う予定である. もちろん, 最終的には, 河畔林の必要幅の評価は, 林床面での落葉移動も考慮して行う必要がある.

参考文献

- Greene, D.F. & Johnson, E.A. (1989) A model of wind dispersal of winged or plumed seeds. *Ecology* 70: 339-347.
- 高橋和也・林靖子・中村太士・辻珠希・土屋進・今泉浩史 (2003) 生態学的機能維持のための水辺緩衝林帯の幅に関する考察. *応用生態工学* 5: 139-167.

除いた10m以遠の 22.5° 範囲について, トラップから算定した値とモデル推定値が一致するように決定した.

3. 結果および考察

リタートラップによる調査の結果, クリの落葉量は, 落葉供給木からの距離に応じて明瞭に減少した(図-1). クリ落葉の入った最も遠くのトラップは落葉供給木から25m地点のものであり, 落葉のほとんどは落葉供給木から15m以内に落ちていた. この傾向は, どちらの斜面でも同様だった. なお, 落葉盛期は谷の上流から吹く北寄りの風が多かったが, 2本のクリの木を結ぶラインはほぼ東西の

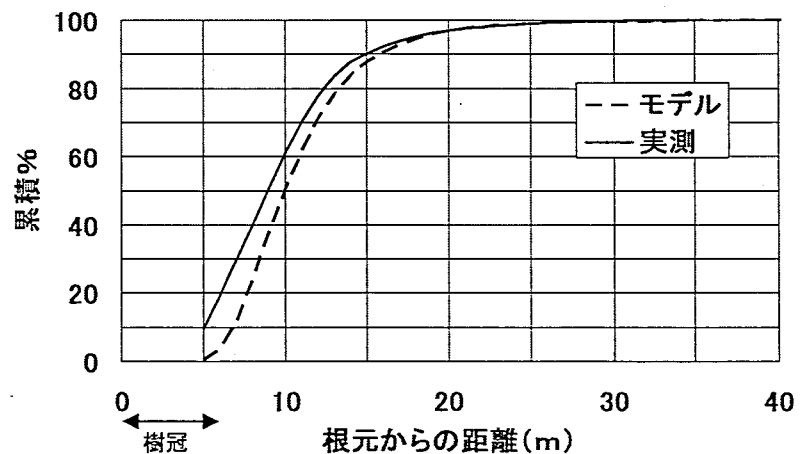


図-3. 左岸(西向き斜面)についての落葉の累加曲線(10/31~11/13の期間). 計算は, 距離5m以上について行った.