

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月27日現在

機関番号：82105

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22580171

研究課題名（和文） 河川への落葉供給源として必要な河畔林幅の解明

研究課題名（英文） Elucidation of the riparian forest width necessary for leaf-litter source to streams

### 研究代表者

阿部 俊夫（ABE TOSHIO）

独立行政法人森林総合研究所・北海道支所・主任研究員

研究者番号：10353559

研究成果の概要（和文）：川への落葉供給源となる河畔林の範囲を明らかにするため、2箇所の河畔林でヤナギ類の落葉移動距離を調査した。落葉散布範囲は風向きの影響を受け、根元から15～25mまでであった。冬期の林床での落葉移動はわずかであった。新たなモデルを開発し、風速や葉の落下速度から計算をおこなったところ、落葉散布パターンをほぼ再現できた。このモデルを使うことで、任意の河畔林で川への落葉供給源となる範囲を推定することが可能と考えられる。

研究成果の概要（英文）：To elucidate the source area of leaf-litter to streams, travel distance of willow leaves were investigated at two riparian forest. Leaf dispersal areas of the litterfall were to 15 - 25m from the tree root, depended on the wind direction. Few leaves moved on the forest floor during the winter. A new dispersal model I developed was able to estimate the leaf dispersal patterns accurately. We are sure that this model is useful to reveal source area at any riparian forest.

### 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野： 農学

科研費の分科・細目： 森林学・森林科学

キーワード： 河畔林、落葉、移動距離、風、モデル

#### 1. 研究開始当初の背景

(1) 河畔林はさまざまな機能を有するが、その一つに落葉を河川に供給する機能がある。落葉は水生昆虫等の重要なエサ資源であり、食物連鎖を通じて魚類生息にも寄与している。河畔林の機能を維持するには、必要な林帯幅を解明し、その範囲を保全しなければならない。河川への落葉供給源となる範囲は、落葉の移動距離によって決まるが、落葉移動

は「落下時の移動」、「林床での再移動」という2プロセスからなっている。前者は風が吹けばどの森林でも起こるが、後者は林床植生が密な場所や平坦地では起こりにくい。両者は物理的に異なる現象であり、分けて取り扱わなければならない。

(2) 落葉の具体的な移動距離を調べることは一般に難しく、河畔林での調査事例はほと

んどない。研究代表者らは、山地斜面において希な種（クリ）を指標として落葉移動距離を調査したが、平地の河畔林と山地の森林では構成種や地形が異なる。ヤナギ類など河畔林の主要構成種では、希な種を指標とする手法は使えないため、葉にマーキングを施すなど別の手法が必要である。

(3) 任意の河畔林で落葉移動距離を推定するにはモデル化が必要である。以前の研究で、落下時の移動に関して風速分布や葉の落下速度から移動距離を予測する物理モデルを開発したが、1次元の評価であるうえ、観測結果と合致しないケースもあった。高精度で面的評価のできるモデルの開発が必要である。また、林床での再移動に関しては、最大傾斜方向の移動距離を予測する経験的モデルを作成したが、傾斜のない河畔林には適用できないため、別の手法を考える必要がある。

## 2. 研究の目的

(1) 実際の河畔林において、主要樹種であるヤナギ類の落葉移動距離を観測し、2つの移動プロセス（落下時の移動、林床での再移動）の各々について重要性を明らかにする。

(2) 落下時の移動について、各方位への落葉分配なども考慮して既存モデルを改良し、平坦な河畔林で高精度の面的な落葉散布予測ができるようにする。林床での再移動については、経験的モデルの改良をおこなうか、簡単に移動距離を計測する方法を考案する。

(3) 以上より、河畔林における落葉の移動距離、ひいては川への落葉供給源となりうる河畔林の範囲を明らかにする。モデルを用いることで、他の河畔林への適用や樹木が成長した場合のシミュレーションも可能になると期待される。

## 3. 研究の方法

(1) 北海道の2箇所の平坦な河畔林を調査地とした。赤川河畔林は月形町（日本海側）にあるヤナギ・ハンノキ林で、林床にはササが密生している。勇払川河畔林は苫小牧市（太平洋側）にあるヤナギ類、シラカンバ、イタヤカエデなどから成る疎林で、林床はヨシやササ、ホザキシモツケなどが密生している。両者とも幅100m以上の広い河畔林があり、川と平行に林道が通っている。赤川河畔林では2010年秋～2011年春に、勇払川河畔林では2011年秋～2012年春に調査をおこなった。

(2) 河畔林で個体数の多いヤナギ類の落葉移動を追跡するために、調査個体の葉にスプレー塗料でマーキングし他のヤナギの葉と識別できるようにした。林道脇に生育するヤ

ナギ各1個体（赤川は樹高14.5mのエゾノキヌヤナギ、勇払川は樹高12.3mのオノエヤナギ）を調査対象とし、高所作業車（高さ12m）を用いて落葉直前の時期にマーキング作業をおこなった。この際、樹冠のほぼ中央を境として上下で色を変えた。調査個体から放射状に4方位へリタートラップを5mおきに配置し、約1週間ごとにトラップに落ちたヤナギ落葉の枚数を調べた。

林床での移動に関しては、雨や雪解け水によって葉の塗料がかなり落ちてしまったため、ヤナギ落葉の調査はおこなわず、代わりに、林床に設置した落葉の模型3種（防水紙で作成したヤナギ、ハルニレ、ブナ型の各30枚）の移動を調査した。模型の設置箇所は、後述の風向・風速観測地点の近傍であり、調査期間は、落葉期末（11月上～中旬）から翌春の開葉期（6月上旬）までとした。

(3) 落葉移動に関係すると考えられる林内の風や雨量などの観測もおこなった。調査地の河畔林内に高さ11mのタワーを建て、4高度（高さ11m、8.6m、4.3m、1m）の風向・風速を計測し、その近傍で雨量を観測した。この際、密生した林床植生がタワー建設の支障となったため、タワーを中心とする直径10m程の林床植生を刈り払った。また、リタートラップで採取したヤナギ落葉を用いて、無風条件下で葉の落下速度を計測した。これらのデータを用いて、落葉移動モデルの改良と検証をおこなった。

## 4. 研究成果

(1) 樹冠より落下した葉の密度は、根元から離れるにつれ急速に低下することが知られている。落葉の密度が5枚/m<sup>2</sup>未満となる距離

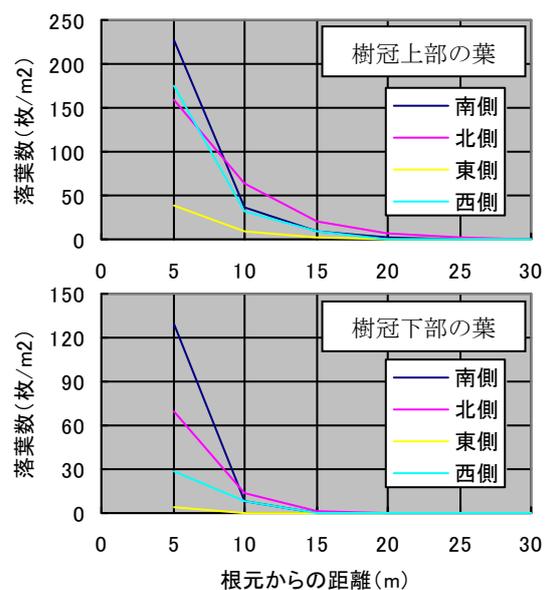


図1 赤川河畔林のヤナギ落葉散布範囲

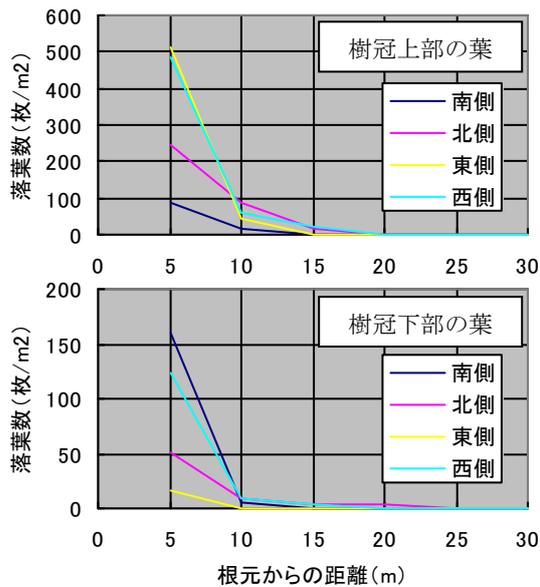


図 2 勇払川河畔林のヤナギ落葉散布範囲

を調べると、方位により異なるが、樹冠上部の葉については、赤川河畔林で根元から 15～25m、勇払川河畔林で 15～20m であった(図 1、図 2)。一方、樹冠下部の葉は 10～15m であった。これは、高い位置にある葉ほど滞空時間が長く、遠方まで移動しやすいためと考えられる。なお、方位による散布距離の違いには、落葉期の風向が関係していると考えられるが、これについては後述する。

(2) 林床での落葉モデルの移動は全体に不活発であった。赤川河畔林ではもっとも移動したハルニレ型でも平均 0.3m であり、ヤナギ型はほとんど移動がなかった。勇払川河畔林では平均移動距離はヤナギ型：0.7m；ハルニレ型：2.2m；ブナ型：2.1m であった。冬期の林床での落葉移動も、基本的には風が営力と考えられるが、調査地では約 5 ヶ月間も積雪に覆われており、林床上の落葉は風を受ける機会を著しく制限されている。この観測は密生する林床植生を刈り払った場所でおこなっており、実際の林床ではさらに移動が阻害されるはずである。以上から、北海道の河畔林では、冬期の林床での落葉移動はほとんど起こらないものと考えられた。

なお、ヤナギ型は他の 2 種より移動が不活発であったが、これは葉が小さく林床上で風を受けにくいと考えられる。また、勇払川河畔林の方が、赤川河畔林より落葉モデルの移動距離が長いのは、太平洋側の方が日本海側より晩秋の雨が少なく林床が乾燥していることと、冬の積雪期間がやや短いことによると考えられる。

(3) 落下時の移動に関しては、両調査地とも北側への散布距離が長かったが(図 1、図 2)、

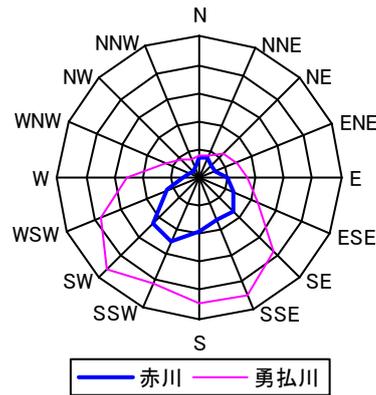


図 3 落葉期における 1m/s 以上の風向

(1 目盛は日あたり頻度 100)

落葉期の風向をみると、赤川河畔林では南南西の風が、勇払川河畔林では南南東～南西の風が卓越していた(図 3)。リタートラップ調査の各期間について、累積落葉数が 95%以上となる距離と、その方向へ吹く風の強さ(トラップ方向への風速合計を全データ数で除した値)を求め、関係を調べたところ、両調査地とも有意な正の相関が認められた(赤川河畔林： $r = 0.59$ ；勇払川河畔林： $r = 0.61$ ；いずれも  $p < 0.01$ )。これにより、風が落下時の葉の散布方向と散布距離に影響していることが確認された。

(4) 前述のように、北海道の河畔林では、林床での落葉移動がほとんど起こらないため、葉が樹冠から落下する際の移動が極めて重要と考えられる。落下時の移動に関して、面的な落葉散布を推定可能な新しい物理モデルを開発した。新モデルは、一定の確率でランダムに落葉を発生させ、個々の葉がどの地点に落下するかを落下中の風向・風速から計算するものである。

原点上の高さ  $H$  (m) より落下した落葉の落下地点  $(x, y)$  は、次式のように風速と滞空時間で決まると考えられる。

$$x = u_x \cdot (H/F)$$

$$y = u_y \cdot (H/F)$$

ここで、 $u_x$ 、 $u_y$  はそれぞれ風速  $u$  (m/s) の  $x$  軸方向成分、 $y$  軸方向成分； $F$  は葉の落下速度 (m/s) である。本研究では風向・風速を 4 高度で計測しているため、樹冠から林床までを 4 層に分け、上の層から順に上式を用いて各落葉の位置を計算し、地表面に到達したときの座標を求めた。この際、落下速度  $F$  は正規分布に従うと仮定し、個々の落葉に対して正規乱数を用いて  $F$  を割り当てた。 $F$  の分布パラメータは、実際に落下速度を計測して求めた。

落葉量は落葉期内でも初期と盛期で大きく異なるため、上記のモデル計算はリタートラップの回収(約 1 週間おき)ごとに分けて

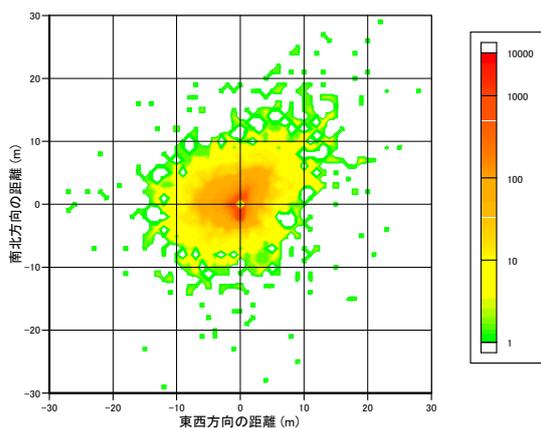


図 4 新モデルによる面的な落葉散布推定  
(赤川河畔林の例)

おこない、落葉の発生確率としてはトラップに入った落葉数に比例した値を用いた。計算結果を 1m メッシュの落葉数として表し、各メッシュの値に適当な定数  $k$  を乗じると、両試験地とも林道沿いを除いてモデル推定とトラップによる観測結果がよく合致した (図 4)。林道沿い (赤川河畔林では  $y$  軸、勇払川河畔林では  $x$  軸) に関しては、樹木がないため河畔林内より風が強いと推測されるが、モデルでは河畔林内の風速を計算に用いており、散布距離が観測結果より短めに算出されたものと考えられる。なお、定数  $k$  は落葉総数を調整するパラメータであり (各個体の樹冠サイズにより葉量は異なる)、本研究ではトラップの観測結果を用いて最小 2 乗法で決定した。

新たな落葉散布モデルは、異なる 2 箇所の河畔林においてともに良好な結果が得られたことから、精度の良いモデルであると考えられる。新モデルは面的な推定が可能であり、樹冠近くでも比較的再現性が高いなど以前のモデルに比べ優れた特徴を持つが、計算に必要なデータはほとんど変わらない (風向・風速、落下高、葉の落下速度など)。このモデルを用いれば、どの河畔林においても風を測ることで落葉散布を推定可能と考えられる (ただし、平坦地に限る)。

(5) 本研究では 2 箇所の河畔林で落葉散布範囲が根元から 15~25m 程度であることを明らかにした。我が国の河畔林で落葉移動距離を観測した事例としては、おそらく唯一の貴重なデータであり、今後、各地の河畔林保全幅を検討する際、参考になると期待される。

また、新たに開発した落葉散布モデルを用いることで、ほかの河畔林においても、推定された散布パターンから落葉供給源となる河畔林幅を明らかにできると考えられる。さらに、このモデルは、河畔林樹木が成長した場合に落葉供給源の範囲がどう拡大するか

といった将来シミュレーションにも利用できる」と期待される。

なお、新モデルの完成が最終年度末ぎりぎりとなってしまったため、研究期間内の成果発表ができなかったが、次年度に学会発表等をおこなう予定である。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 2 件)

- ① 阿部俊夫、倉本恵生、山野井克己、北海道の河畔林におけるヤナギ類樹木の落葉散布範囲、日本森林学会、2012 年 3 月 27 日、宇都宮大学 (宇都宮市)
- ② 阿部俊夫、倉本恵生、山野井克己、高所作業車を用いた河畔林樹木の落葉散布範囲の測定、応用生態工学会、2011 年 9 月 15 日、金沢学院大学 (金沢市)

[その他]

ホームページ等 なし

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

阿部 俊夫 (ABE TOSHIO)

森林総合研究所・北海道支所・主任研究員  
研究者番号：10353559

##### (2) 研究分担者

なし

##### (3) 連携研究者

倉本 恵生 (KURAMOTO SHIGEO)

森林総合研究所・北海道支所・主任研究員  
研究者番号：00353673

山野井 克己 (YAMANOI KATSUMI)

森林総合研究所・北海道支所・グループ長  
研究者番号：20353906