

筑波大学水理実験センターにおける 大気—群落相互作用に関する研究

A Review of Studies on an Air-canopy Interaction at ERC

林 陽生*

Yousei HAYASHI

太陽から地表面に到達するエネルギーの再配分プロセスを明らかにする目的で、熱・水収支観測圃場を利用した観測が開始された。できる限り多くの要素を実測する点、また長期連続観測を行う点が、熱・水収支観測の基本構想中に設定された。

圃場整備の過程で、圃場植生を芝にするか牧草にするかといった議論があり、主に維持管理の点で牧草とすることとした。以後、観測圃場では牧草群落上の接地境界層の観測が行われることになった。

1978年5月上旬に5種混合(ケンタッキーブルーグラス、ウィーピングラブグラス、レッドトップ、ウィーピング、クリーピング)種子を播種した。初年目は7月下旬に牧草の刈り込みを行った。1978年5~9月の草丈の変化を第1図に示す。毎年、ルーチン観測日程に応じた刈り込みを適宜行い各種観測を実施した。

熱・水収支観測施設の他、圃場内に設置した高さ4mの気象観測ポール、隣接したアカマツ林内の高さ14mの観測塔、さらに牧草群落内のプロファイル測定装置や係留気球を利用した気候・気象に関する研究が行われた。ここでは、これらの研究の中から植物群落内外の微気象及び乱流輸送に関する研究を紹介する。

1) 牧草群落の微気象に関する研究

水理実験センター熱・水収支観測施設を利用した牧草群落内外の微気象に関する研究は、古藤田

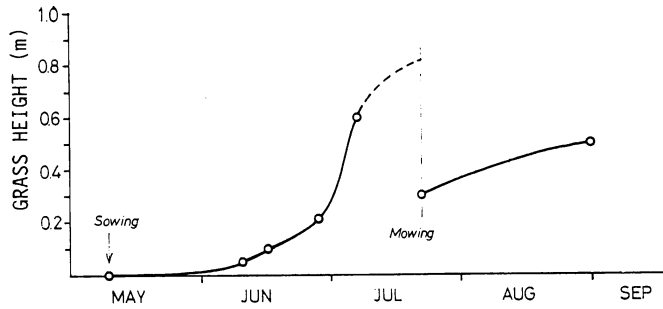
(1979)と林(1979)により始められた。その後、古藤田・林(1980a, b)、林・古藤田(1980)、林(1982)、Hayashi(1983)の一連の研究が行われた。これらの研究は、群落の繁茂状態を表す経験定数を含んだ諸物理量の関係を定義することによって新しい微分方程式を導き、これを基礎として牧草群落の空気力学的特性を明かにしたものである。

この方程式の特徴は、群落構造を葉面積指数の鉛直分布で与えるもので、これが群落内の運動エネルギー吸収を規定する点に特徴がある。従来の理論では、群落内の乱流混合距離の条件を加わえるため、風速プロファイルと群落構造との関係に関する議論に仮定を必要とした。林(1980)は、数値解を求め、森林や都市の建物群にも応用可能なものである点を示した。

摩擦速度は接地境界層の物理量を定義する場合に重要なパラメーターである。傾度法その他、超音波風速温度計を用いた乱流変動法にて摩擦速度を求めることができる。林・黄(1981)は両方法を用いて同時観測を行い、両者による値がよく一致することを示した。

小泉(1982)は裸地における気温の時間変化及び鉛直分布を観測し、地表面の乾湿状態に起因する潜熱フラックスの動態とそれが熱収支に及ぼす影響を明らかにした。独自に観測装置を制作し、これによって測定した値を基軸とした議論を行った。

*農林水産省四国農業試験場・生産環境部気象資源研究室



第1図 熱・水収支観測圃場の牧草の平均的草丈変化 (1978年)

小泉による手法はその後の卒業研究に引き継がれた。川村 (1983) は牧草群落内外の比湿鉛直分布に関する研究を行い、日中には群落が顕熱・潜熱の湧源、夜間は顕熱の吸源となる実態を明らかにした。植物の生理的活動と境界層の気象要素との関係を取り扱ったこの研究は、後の二酸化炭素や水蒸気フラックスの研究に引き継がれた。

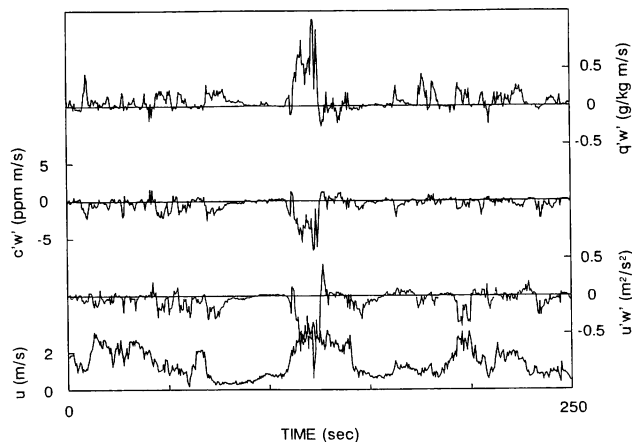
那須野(1987)は、群落層から高度100mの気層の気象要素を測定し、さまざまな高度で摩擦速度を求め、それらの値がほぼ一致するといった結果を導いた。

2) 乱流輸送に関する研究

牧草群落は他の植物群落に比べてフレキシブルであるため、極めて特徴的な乱流構造の境界層が形成

される。そこで、群落と気流の相互作用を明らかにする観点から、林 (1984) は群落直上の風向が周期的に変動する現象を解析し、風速増大とともに周期性が明瞭化することを示した。さらに Hayashi (1986) は揺れの VTR 画像解析を行い、風速に比例してその周期が増大することを示した。VTR による方法の欠点を補うため、林 (1987) は歪ゲージを使った変位センサーを開発した。この方法は、その後群落模型を用いた穂波の風洞実験 (Hayashi & Isobe, 1987) に応用された。

一般の植物群落は日中は二酸化炭素の吸源、夜間は湧源となる。那須野 (1989) は作物群落及びアカマツ群落における二酸化炭素フラックスを乱流変動法にて測定し、日射量と風速に対する依存性を解明



第2図 赤松群落上の風速、運動量フラックス、炭酸ガスフラックス、潜熱フラックスの時系列変動 (那須野, 1989)

した。第2図に群落上の風速，運動量フラックス，二酸化炭素フラックス，潜熱フラックスの時系列変動を示す。引き続き村上(1990)は，代表的な乱流のスケールが群落構造に依存し，これが各種フラックスに支配的な影響を及ぼすプロセスが明らかになった。

カマツ林の群落が，気象の変化に対してどのように応答するかを解明する目的で，林ほか(1989)，原菌ほか(1989)，那須野ほか(1989)は群落内外の温度場の特徴や乱流輸送特性に関する一連の研究を行った。その結果，アカマツ林の樹幹に貯熱されるエネルギーの特徴，風速と抵抗係数との理論的な関係から外れる現象，樹冠部で乱流混合距離が増大する現象などが明らかになった。

文 献

- 川村隆一(1983)：植物群落内の比湿鉛直分布に影響をおよぼす諸要因。筑波大学第1学群自然学類昭和57年度卒業研究，66P。
- 小泉 隆(1982)：地表面の熱収支と接地気層における気温について。筑波大学第1学群自然学類昭和56年度卒業研究，56P。
- 古藤田一雄(1979)：植被面における風速分布のパラメータについて。筑波大学水理実験センター報告，3，17—24。
- 古藤田一雄・林 陽生(1980a)：植物群落上の風速分布とその空気力学的特徴量について。農業気象，35，221—228。
- 古藤田一雄・林 陽生(1980b)：群落内外の風速分布と空気力学的パラメータ。国立公害研究所調査報告第14号，137—148。
- 那須野正明(1987)：筑波大学水理実験センター熱収支・水収支観測圃場における風の鉛直分布と空気力学的パラメータについて。筑波大学第1学群自然学類昭和61年度卒業研究，38P。
- 那須野正明(1989)：水稻群落と赤松群落における炭酸ガスの乱流輸送特性。筑波大学大学院博士課程地球科学研究科昭和63年度特別研究，88P。
- 那須野正明・林 陽生・原菌芳信・西沢利栄(1989)：群落外環境の変化に対する赤松群落の動的応答3。赤松群落内外の乱流輸送について。筑波大学水理実験センター報告，13，113—121。
- 林 陽生(1979)：牧草上における地面修正量と粗度長について。筑波大学水理実験センター報告，3，25—31。
- 林 陽生(1980)：植物群落内風速プロファイルの数値解。地理学評論，53，389—395。
- 林 陽生(1982)：植物群落によって特徴づけられた気層の風。地理学評論，55，51—64。
- 林 陽生(1984)：牧草群落上の気流の風向変動。筑波大学水理実験センター報告，8，25—29。
- 林 陽生・古藤田一雄(1980)：牧草地上の粗度長と地面修正量の特徴。天気，27，277—283。
- 林 陽生(1987)：2次元歪センサーを利用した穂揺れの測定。筑波大学水理実験センター報告，11，105—109。
- 林 陽生・原菌芳信・那須野正明・鳥谷 均(1989)：群落外環境の変化に対する赤松群落の動的応答1。赤松群落内外の温度場の特徴。筑波大学水理実験センター報告，13，98—103。
- 林 陽生・黄 水 鎮(1981)：風杯風速計と超音波風速温度計で観測した風速と摩擦速度の特徴。筑波大学水理実験センター報告，5，1—10。
- 原菌芳信・林 陽生・那須野正明・鳥谷 均(1989)：群落外環境の変化に対する赤松群落の動的応答2。赤松群落の乱流輸送に関する空気力学的パラメータの特徴。筑波大学水理実験センター報告，13，105—112。
- 村上智美(1990)：植物の揺らぎと群落境界層内の熱・物質輸送特性。筑波大学第1学群自然学類平成元年度卒業研究，125P。
- Hayashi, Y. (1983) : Aerodynamical properties of an air layer affected by vegetation. *Envir. Res. Center Pap.*, 3, 54P.
- Hayashi, Y. (1986) : Observational aspects on a dominant frequency in an airflow over a Weeping-lovegrass stand. *Bound. Lay. Meteorol.*, 36, 239—243.
- Hayashi, Y. and Isobe, S. (1987) : Transport of momentum above waving model canopies. Poster Abstracts of Int. Sympo. of Flow and Transport in Natural Environment : Advances and Applications, AAS, Canberra, p7.