

航空機を用いた陸上生態系観測の可能性

海洋研究開発機構 地球表層物質循環研究分野
鈴木 力英

陸上生態系に対する今後期待される航空機観測は、その目的から大きく次の二つに分類して考えることができる。一つは、気候変動予測にもつながる気候システムの理解に資する観測であり、もう一つは生物多様性や生態系機能とサービスの評価を目的とした観測である。

気候システムに対して陸上生態系が担っている最たる機能は、植物による大気と陸面間の炭素交換と、バイオマスや土壌中有機物としての炭素の地表面付近への固定であろう。また、生態系はメタンや生物起源揮発性有機化合物の発生とも強く関連する。さらに、植生は蒸散や降水の遮断を通じて水収支にも影響を及ぼすほか、地表面のアルベドや力学的粗度とも密接に関わっている。

衛星観測によるデータを使って、生態系の動態が研究されてきた。しかし、衛星観測の水平解像度には限界があり、高解像度衛星の画像であっても、たとえば森林の樹冠や林床といった構造を読み取ることはできない。しかし、実際には森林の3次元構造が陸面プロセスに対して重要な意味を持っている。葉であっても、樹冠の葉と林床の葉とでは光環境が大きく異なるため、光合成による生産性の差異は大きいだろう。また、葉や枝が持つ降水に対する遮断の効果も林床と樹冠とでは著しく異なり、遮断蒸発量の差となって現れるだろう。

気候システムに対する生態系の役割を解き明かすためには、生態系が3次元構造を持っている前提に立ち、たとえば森林であれば航空機に搭載された光学センサー(分光放射計)やレーザースキャナによって樹冠や林床といった部分が識別できる高解像度の画像を得ることが必須である。また、植生は太陽からの照明を受ける方位とその反射光を観測する方位によって分光反射特性が変化する。2方向性反射分布関数と呼ばれる。航空機によって対象となる植生の2方向性反射分布関数を明らかにすることは、その植生の精密な3次元放射伝達モデルの開発を通じ、信頼性の高い植生構造の推定に繋がる。

IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) が2012年に設立されたことに象徴されるように、生物多様性や生態系サービスが近年注目されるようになってきた。同時に、その評価を行うための基盤となる科学的知見を観測で得ることの重要性も高まってきた。評価のためには、衛星データを基にした生態系(土地被覆)の分布や、葉面積指数や森林地上部バイオマスといった物理量も有用である。しかし、生物多様性を明らかにするには、たとえば森林の場合、樹木の個体を識別する解像度が必要であり、衛星ではなく航空機による観測が必要となる。さらに、それぞれの個体の葉などの化学組成(光合成色素、水、窒素、セルロース、リグニンなど)をとらえれば、その個体の種の同定につながる。

これに対して最近では、航空機に搭載した高精度ハイパースペクトル放射計(ハイパーカメラ)とレーザースキャナによる葉の化学組成にまで踏み込んだ観測的研究が進められている。たとえば、ハワイの熱帯林を対象に、ハイパースペクトル画像に教師付分類を施すことによって樹種を同定し、最終的に個木レベルで識別可能な17種に分類された地図が作られている。生物多様性や生態系サービスの研究の必要性の高まりに呼応し、以上のような航空機を使った観測システムの開発と導入が期待される。