都市キャノピー

「キャノピー」という言葉を広辞苑で引いてみるといくつかの意味があり、もともとは仏像や昔の高貴な人が使用したベッドの上についている天蓋のことを指していたようである。気象学に関連した分野では都市キャノピーや森林キャノピーという言葉がよく使われ、空の一部または全部が建物や植物の枝葉で覆われる空間のことを指している。

このような場所では、地上に何も無い平坦な空間と比べると放射量や風が大きく異なる。また、その上の何もない空間の大気との境界が明瞭ではなく、大気への影響のしかたも平坦な表面とは異なってくる。一般に気象学の分野では建物や植物による地表面の凹凸の影響は、粗度長という概念を導入して考える。粗度長を導入すると、地表面の凹凸の付近で起きていることについては何も情報が無くなる。一方、凹凸を完全に解像して数値モデルで計算することも現在では不可能ではないが、特殊な問題を除いてそこまでは通常気象学の範囲では必要とされないであろう。このようなことから、地上にある物体や植物の影響がそれらの近傍でどうなるのかを概略的にとらえる手法としてキャノピーモデルが考えられた。植物が生えている空間の風がどのように変化するかを考察したのは井上栄一が最初であろう (Inoue 1963)。Inoue は麦や稲の群落がつくるキャノピーの上部で風速が指数分布、その上で対数分布となることを示した。

都市には多くの建造物が存在するが、建物の存在は風を弱くする力学的効果と、短波・長波放射が複雑に建物間を反射していく熱的效果との、二つの大きな影響を及ぼす。都市のヒートアイランド効果の研究の中で、Oke (1979) は夜間に都市のヒートアイランド効果が顕著になる理由として都市のキャノピー構造をあげ、次のような点を指摘している。

- 1) ビルの側面から人工発熱がある。
- 2) ビルの谷間で短波放射の吸収がある。
- 3) 天空率が小さいことによる長波放射放出の減少。

少。

- 4) 建物の素材の大きな熱容量による昼間の熱吸収量の増加[†]。
- 5) 表面の水浸透性の低下や植生の減少による蒸発潜熱の減少。
- 6) 風速の低下による顕熱の減少。

このように都市キャノピーという立体構造が地面付近の都市気候を大きく変える重要な要素となっている。

都市の3次元構造を気象の分野でも直接扱うようになってきたのは1990年代に入ってからである。またそのころから、単一のビルスケールを数値流体力学 (CFD) モデルで扱っていた建築学の分野と、メソスケールモデルの高分解能化を図っていた気象学の分野のスケールが重なるようになってきた。しかし当時は、ビルの壁面や地面に熱が伝導・蓄積をしていく過程を計算しようとすると、太陽の方位とビルの影の位置や壁面同士での放射量のやりとりの時間変化の計算が膨大となるため、CFD モデルは定常計算が主であった。また、メソスケールモデルでは、ビル群の上空のことは議論できても、実際観測等を行う都市の地面付近のデータとは直接比較できなかった。両方の接点として都市キャノピーモデルの必要性が認識されるようになった。

都市キャノピーモデルは現在では世界に数多くあるが、植生キャノピーモデルとは異なり、それらが一つのモデルに統一される方向には無い (Grimmond *et al.* 2009 a)。英国の King's College の Grimmond らを中心に、都市境界層のエネルギー収支に都市キャノピーのどのような特徴がいちばん効いているのかを検討するため、2年ほど前から世界の20の都市キャノピーモデルを比較するプロジェクトが始まっている (Grimmond *et al.* 2009 b)。気象モデルに組み込む都市モデルとしては平面のみを考える slab モデル、1層の特殊な層を考える1層都市キャノピーモデル、都

[†] 2) と関連し、建物の存在により表面積が大きくなっていることも効いている (著者註)。

市キャノピーを多層で考える多層都市キャノピーモデルがあり、都市キャノピー内の放射特性や運動量、顕熱、水蒸気の輸送過程、都市表面の多様性をどのように扱うかに多くの考え方があ

参 考 文 献

Grimmond, C. S. B. *et al.*, 2009 a : Urban surface energy balance models : Model characteristics and methodology for a comparison study. Meteorological and Air Quality Models for Urban Areas, A. Baklanov, S. Grimmond, A. Mahura and M. Athanassiadou (eds), Springer-Verlag, 150 pp.

Grimmond, C. S. B. *et al.*, 2009 b : The International Urban Energy Balance Models Comparison Project : First results. submitted to J. Appl. Meteor. Climatol.
Inoue, E., 1963 : On the turbulent structure of airflow within crop canopies. J. Meteor. Soc. Japan, **41**, 317-326.
Oke, T. R., 1979 : Review of urban climatology 1973-1976. Technical Note No.169, WMO-No.539, 100 pp.

(産業技術総合研究所環境管理技術研究部門
近藤裕昭)