

## CS-101

## 都市表面から大気への熱伝達量の予測

日本大学 生産工学部 学生員 井下 雅博 中津川 徹  
日本大学 生産工学部 正会員 坪松 学

地球環境変化の一つに地球気温の温暖化がある。この原因として大気中の二酸化炭素量の増加による長波長の吸収や人工排熱さらに地表の熱特性の変化に伴う地表から大気への熱伝達量の増加などが考えられる。ここでは都市化により地表の熱特性の変化に伴う大気への熱伝達量について建物など人工構造物の疎密の状態の影響について検討を行った。

太陽日射により暖められた地表は地表と接する大気へ熱エネルギーを供給するが、この値は地表面と大気との温度差や接触している面積又気流などに関係する。都市化により草木で覆われていた地表はアスファルトや瓦など多くの人工物質に置き換えられ、地表面の温度は植生面と比べ日中ではるかに高温となる。また家屋やビルなどの建物の側壁面など大気と接触する面積の増加や林立する建物の影なども熱伝達量に大きく影響を与える。これらのことについて観測データをもとに計算した結果を以下に示す。

温度データは千葉県習志野市周辺で実際の建物を観測した値を用い、また影による面積に関しては北緯35度での観測日付近の値を計算により求めた。

図-1は一般的な住宅（建坪約64m<sup>2</sup>）表面からの熱伝達量を一般に用いられている実験式により無風（自然対流）として求めたもので、上から順に対象とした家屋の要素、その時の気象、屋根・各壁面からの熱伝達量及び家全体からの熱伝達量を、また下段にこの時の家屋への直達太陽日射量及び天空光の合計と先の図に示した家屋全体からの熱伝達量を比較して載せてある。この時の熱伝達量は日射エネルギーの約5%程度である。熱伝達量は全量が大気の気温の上昇に用いられることから、かなり大きな値であると考えられる。

つぎに図-2は4階建てのビルの全面を放射温度計で観測し、熱伝達量をもとめ図-1と同様に建物の要素、気象、及び建物の各表面や全体からの熱伝達量を示してある。

都市域においては高さや大きさの異なる多くの建物が林立し、お互いの影が表面温度に複雑に影響を与え、従って熱伝達量を予測することは容易ではない。そこでビルの大きさ及びその敷地を単純化し、建物の配置をいくつかのパターン化して、日の当たる面積や互いの影の影響を受ける面積を各時刻ごとに計算した。次に実際のビルの表面温度の観測データを用い、それぞれに対応すると思われる場所の温度をパターン化したモデルに用いて、敷地全体からの熱伝達量を計算した。

図-3の上段は用いたモデルの図でパターンIは敷地

|    | 東 (m <sup>2</sup> ) | 西 (m <sup>2</sup> ) | 南 (m <sup>2</sup> ) | 北 (m <sup>2</sup> ) |
|----|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 屋根 | 47.0                | 47.0                | —                   | —                   |
| 壁  | 34.5                | 30.0                | 38.0                | 51.5                |
| 窓  | 13.5                | 18.0                | 18.0                | 4.5                 |

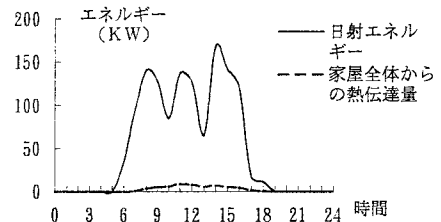
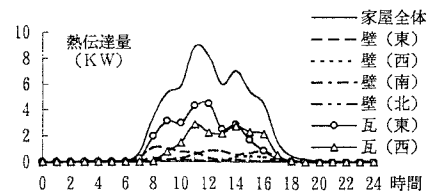
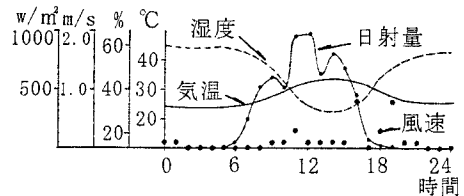


図-1 上段は気象、中段は家屋表面からの熱伝達量、下段は日射量と家屋からの熱伝達量のエネルギー

150m×120m全体が草でおおわれている状態、パターンⅡは敷地全体がアスファルトの場合、またパターンⅢ、パターンⅣ、パターンⅤ、パターンⅥはそれぞれコンクリートの建物（底辺50m×50m、高さ25m）が図に示してあるような配置でたっている場合（道路はいずれもアスファルトで幅30m）の、またパターンⅦは敷地の南半分に高さ200mのビルが建ち幅100mを隔てて同様のビルがある場合を示している。下段にそれぞれの敷地からの熱伝達量を載せてある（気象条件は図-2と同じ）。

各パターンの違いによる熱伝達量の違いを表-1に載せてある。これは地表の温度が気温より高くなっている期間のそれぞれの敷地から1日の熱伝達量を求め比較するため敷地面積で除し、単位面積からの値に直して示したものである。パターンⅠは全面が植生の、またパターンⅡは全面がアスファルトの場合、パターンⅢ、パターンⅣ、パターンⅤはそれぞれ道路面積も含め上空から見た場合人工物質が占める割合が34%、48%、76%に対応し、またパターンⅥはパターンⅤの道路が東側にある場合の、またパターンⅦは高層ビルに対応している。

|     |      | 単位 | KJ/m <sup>2</sup> |
|-----|------|----|-------------------|
| I   | 15   | II | 606               |
| III | 318  | IV | 505               |
| V   | 864  | VI | 848               |
| VII | 1690 |    |                   |

表-1 各パターンによる単位面積からの熱伝達量の違い

これらの値は地表面温度による地表から放射される電磁波放射エネルギーに比べ、小さな値であるが、しかしこのエネルギーはすべて気温の上昇に使われることを考えると、地表をおおう人工物質の多寡は気温に大きな影響を与えていることが判る。都市化に伴う熱伝達量の増加はここで示したように建物の密度や側面、影に影響を受け、またパターンⅦで側面を考えず上空より得られた温度データだけから計算した熱伝達量の合計は、527KJ/m<sup>2</sup>で、側面を考慮した場合の1/3.2となり建物側面の影響も大きいことが判る。しかし日射量は有限の値であり、したがって熱伝達量をいかに少なくするかは、熱伝達量は地表面温度と気温との差に関係することから地表が高温にならないような配慮が重要となり、今後これらのことについて検討を行いたい。

| ビル | 面積 (m <sup>2</sup> ) | 窓の割合 (%) |    | 面積 (m <sup>2</sup> ) | 窓の割合 (%) |
|----|----------------------|----------|----|----------------------|----------|
| 屋上 | 1538                 | —        | 南北 | 1503                 | 15       |
| 東西 | 296                  | 0        | 北  | 1503                 | 15       |
| 西  | 296                  | 0        |    |                      |          |

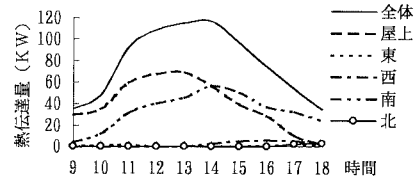
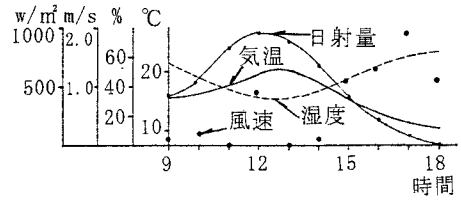


図-2 上段は気象、下段はビル表面からの熱伝達量の例

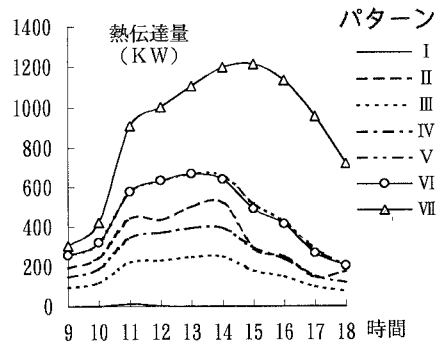
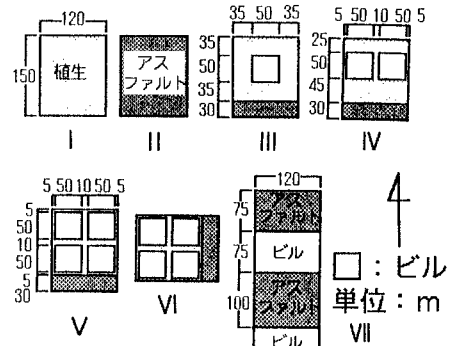


図-3 上段、用いたモデルのパターン 下段、各パターンからの熱伝達量