

CS-75

都市化に伴う地表から大気への熱伝達量変化に関する考察

日本大学 ○正員 坪松 学

井下 雅博

都市化に伴う環境変化の一つに都市域における気象、いわゆる微気象の変化がありその中に都市での気温の変化がある。とくに大きな都市ではヒートアイランド現象が問題になっている。都市化により気温に影響を与える原因として人工排熱の他に地表面の熱特性が大きく変化したことが考えられ。ここでは都市化にともなう地表面の熱特性変化による大気への熱エネルギーの伝達に関して考察を行なった。

都市化に伴い地表面を覆う物質の種類や状態がが変わり、地表面の熱特性が大きく変化した。草木で覆われていた地表はアスファルトやコンクリート、瓦やタタなどの工業材料に置き代わった。またこれらの物質や多くの人工の構造物は雨水の地表での保水能力をいちじるしく減少させた。これらのことにより地表の熱特性、つまり熱容量や比熱、熱伝導率などが変化し、草木で覆われた地表面よりも都市域の地表面の温度は日中ははるかに高い値を示す。気温への熱エネルギーの多くは主に暖められた地表と接する大気へ熱伝達によって与えられることを考えると、このことは気温環境に大きな影響を与えていると思われる。

地表面から大気への熱伝達量を知るには地表の温度分布やその値の経時変化と大気と接触する熱伝達面積を知らなければならない。一般に地表面の温度は上空から航空機や人工衛星により放射温度計を用いリモートセンシングにより得られるが、地表面温度を経時的に得るこや、温度計の同一視野内の色々な放射率を選択して用いること、さらにビルの側壁面の温度や表面積など地表の凹凸による影響を知ることはむずかしい

当然高層化されることにより側面の影響は大きくなり、また2階建ての住宅では上空からの見掛けの面積に対し熱伝達面積は一般に3倍程度にもなる。さらに瓦は近年熱環境や美観などから光学的に反射率が高い(放射率小)ものが多くまた複雑な表面形状から放射温度計で正確な値を計測することはむづかしい。

そこでいくつかの都市化による地表面状態を考え、実際の表面温度の観測結果を用いて地表から大気への熱伝達量を求め比較した。用いた熱伝達量の計算式は一般に用いられている実験式を利用した。

図-1は地表面物質の違いによる物質表面から大気への熱伝達量を示したもので、上段には一例として地表面の物質や建物壁面の向きと表面温度の経時変化の関係を示し、下段は数種類の地表面物質の表面温度および気温からそれぞれ単位表面積(1m²)当たりの大気への熱伝達量の経時変化を自然対流(無風)として求めたものである。(温度は波長8~14μmの範囲を収集する放射温度計の放射率を1とし、建物や植生に関しては複数場所の計算結果の平均を、また植生域での熱伝達に関する表面積と表面の温度は葉裏を考慮し実験から近似的に上空から見ることの出来る面の熱伝達量の1.8倍、また内部の葉は全て気温と同じとした)

図-2は屋根材として多く用いられている表面が波

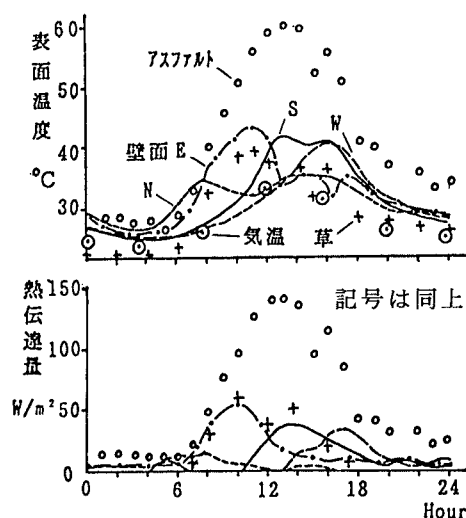


図-1 物質表面温度(上段)と大気への熱伝達量(下段)

を打った棧瓦の熱伝達量を検討したもので、上段は気象を、中段は表面の放射率が異なると思われる2種類の棧瓦、放射率の大きな瓦（反射率小）と放射率の小さな光沢瓦（反射率大）について瓦中央の表面温度の時間変化を放射温度計と熱伝対で調べたものである。放射率に関係ない熱伝対温度計によると双方の表面の温度はほとんど同じであるが、放射温度計では二つの瓦の放射率が異なることや周囲からの電磁波の反射などで大きな差が現われている。下段は一例として瓦の場所ごとの表面温度の違いについて示したもので南向き勾配25%の光沢棧瓦の太陽高度の低い時期の12時と15時の値である。

瓦からの熱伝達量について上空からのデータを用いた場合と実際の値に関し、実際の熱伝達面積に対し見掛けの熱伝達面積の比は棧瓦で0.95、屋根の勾配が30°とするとこの比は0.82、また側面を考えると0.75となる。一例として、先の15時のデータを用い上空から観測した熱伝達量にたいする実際の値の比は57%となる。このことは建物の側面、とくに高層ビルなどに関しても言える問題である。

表-1は都市化の状態を幾つかにモデル化し、実際の夏期のデータからそれぞれの場所での熱伝達量について全面が草であった場合の比として各時間帯毎に示してある。壁面など全ての熱伝達面を考慮して計算しまた地域外からの影の影響は無いとしている。

表-1

都市化の状態と熱伝達量の変化（全域植生の場合に対する熱伝達量の比）

植生	瓦住宅(2F)	ビル(4F)	アスファルト面	7~12	13~18	1~24
80%	20%	—	—	1.6	2.0	1.7
50%	50%	—	—	2.4	3.5	2.8
25%	25%	25%	25%	2.3	5.0	3.5
—	—	50%	50%	2.2	6.5	4.1

都市化に伴う温度環境変化に関係する因子には、都市の排熱や地球規模での二酸化炭素の増加などがあるが、暖められた地表面から大気への熱伝達の影響は植生域に比べ都市域では数倍にも増えていることが表判る。これは都市化に伴い地表の熱特性が変化し日中地表が高温化すると同時に熱伝達面積の増加したことによる。しかし都市化によるこのような熱伝達量には上限がある。都市化により高温となる人工物質のしめる割合が増し、また高層ビルが増え熱伝達面積が増えたとしても、太陽からの熱エネルギー量は変わることなく、高層ビルの壁面は大きな熱伝達面ではあるが、このビルの影の部分もまた大きな面積をしめることになる。最大の熱伝達量は気温と地表面温度、および熱伝達面積の最も効率のよい関係から得られる。これらの問題について考えたい。

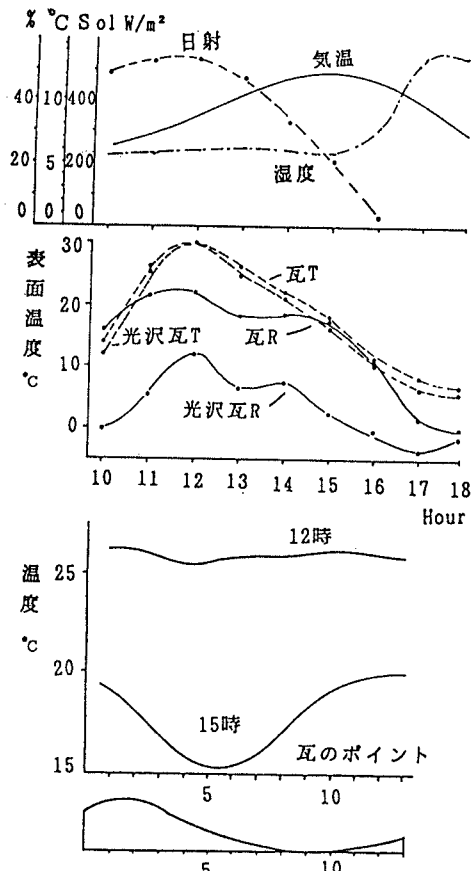


図-2 瓦表面の温度特性