

小型黒球温度計の開発と都市環境測定

* 鈴木尚起^{※1}・矢島新^{※2}・小野耕作^{※1}・梅谷和弘^{※1}・酒井敏^{※1}

※1 京都大学大学院人間・環境学研究科 ※2 京都大学大学院地球環境学舎

1. はじめに

起伏が大きい都市では建物の側面からの輻射が平坦な郊外より大きく、都市の温度が高い傾向にある。しかし都市と郊外ではどの程度輻射の違いがあるかはその測定例はあまりなく、また都市の中で輻射の分布が描けるほど多くの観測点を用いた高分解能の研究はなされていない。われわれはそれを可能にする測定器として黒球温度計に注目した。標準となるベルノン式とよばれる黒球温度計は銅製直径 15cm の金属球につやの無い黒塗装を施したもので、擬似黒体を仮定しており、その温度上昇の割合から放射量を見積もることが出来る無指向性の計測器である。人間が感じる暑さは気温と異なり放射の量が大きく寄与し、実際熱射病になるのに放射の影響があることがわかっている。そのため現在黒球温度計は主に室内高温作業場や学校で用いられており、熱射病になる危険性の指標(WBGT)として用いられている。

しかしわれわれはこの黒球をむしろ純粋に放射を測る測定器として利用できないか考えた。既存の放射計は指向性や波長の特徴をもっており、非常に高価なため都市気象を高密度に測るのに向いていない。一方黒球はその特徴から気軽に測ることが出来、熱収支について考えるなら非常に扱いやすいのである。

2. 実験

都市高密度観測を可能にするにはベルノン式は大きく、重量もあるために強固な支持機構が必要になる。よってわれわれは小型で軽量の黒球温度計を試作した。球体部分にはピンポン球(直径 4cm)に黒色ツヤ無し塗装をしたものを用い、その中にサーミスタセンサ(103JT050)を挿入して観測を行った(図 1)。

3. 結果と考察

観測した(2005/4)結果、ベルノン式(直径 15cm)とピンポン球(直径 4cm)の間に図 2 のような相関が見られた。大きくずれる部分は明け方と夕方の気温変化の激しいときで、球の熱容量の差が大きく影響しているものと考えられる。ベルノン式は時定数が 10 分以上と非常に大きいので、朝夕にピンポン球黒球との差が大きくなるが、これはピンポン球黒球の精度が悪いわけではない。室内実験の結果(Yuge,1960)によるとある程度の風速があると球体での温度差は

ほぼ直径の 1/2 乗に比例することがわかっている。結果もおよそ 1/2 乗で、熱容量が小さいピンポン球の反応が早いだけで夜間も含め全体として相関は高いことがいえる。ベルノン式への換算も可能であるため放射環境を測定するのに直径 15cm 銅製である必要はなく、多数配置可能なピンポン球黒球の方が実態を把握するのに有効であると考ええる。

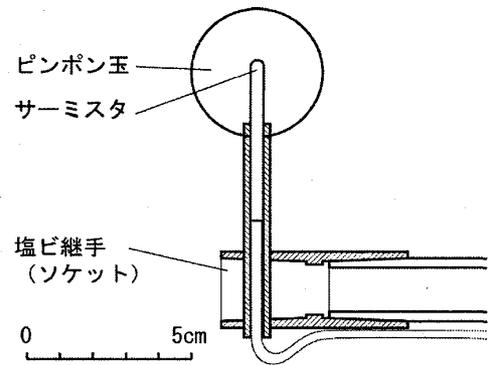


図 1:ピンポン球黒球温度計構造図

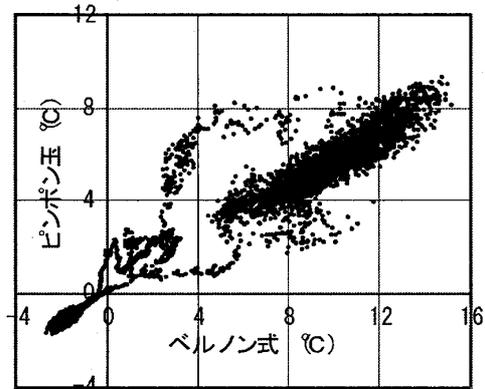


図 2:黒球と気温の温度差

4. まとめと今後

その後 2005/8 に京都都市高密度観測を行ったが、直射日光の当たり具合による変化があまりにも大きく、都市、郊外の地域差を測ることが困難であった。しかし放射環境を測定するのに多数配置可能なピンポン球黒球温度計が優れているのは間違いない。

現在までにわれわれは風洞実験や日射を遮る半球化実験、そして赤外放射に限定した白球実験などのさまざまな室内屋外実験を行っており、より詳しいデータを得ている。また今後、季節ごとの放射の影響なども今後調べる予定である。発表ではこれらの実験結果なども詳細に述べる。