

ミストの蒸散効果を利用したヒートアイランド対策

- そのコンセプトと初歩的検討 -

正会員 辻本 誠 (名古屋大学)
同 奥宮 正哉 (名古屋大学)
同 原田 昌幸 (名古屋大学)

はじめに

土木学会誌の連載「緑」が昨年末、屋上緑化とヒートアイランド¹⁾をとりあげたように、都市域での、特に夏季における温度上昇がヒートアイランドと名付けられ、社会問題として強く意識されてきている。

そして、ヒートアイランド対策として、東京都では屋上緑化が条例化され実行されているが、単純な熱収支において以下の点で疑問が残る。植物は光合成の効率を最大化するため、森のように立体的な緑地では太陽光をほぼ100%吸収する。これに対して、文献¹⁾でも屋上モルタルの日射吸収率を80%と仮定したシミュレーションを行っているように、地表面(その直上の空気層を含む)で考えると、緑化が充実したものであれば、熱の入力は日射の20%分増加する可能性があり、これが植物からの蒸散による潜熱とどのようなバランスにあるかは明確な測定例が無い。それならば、緑化に固執せず、植物による蒸散分だけを、非常に蒸散し易い形のミストで空気中に供給できれば、入力を増やさずに冷却効果だけを利用できるのでは、というのが本稿の主旨である。

また、この効果で外気温が下がれば周囲空間の空調負荷も下がるし、室外機のCOPも改善されると考えられることから、以下、図1に示すようにミストの蒸散により得られる効果のうち、(A)ヒートアイランドの緩和を基本とし、これと(B)夏季における不快域からのシフト、(C)全体系としての省エネルギーを同時に実現する方策(図1の積集合の部分)とその可能性について検討する。

A. ヒートアイランドの緩和

ヒートアイランド緩和対策の具体的目標は、仮想的に存在する都市周辺の緑地と同じ環境状態を実現することである。具体的測定は少ないが、名古屋市では市民団体が行った市内緑地との比較調査など^{2),3)}があり、夏季、終日2~3の差があることが報告されている。この差が主には緑地のもつ蒸散効果であることに異論はなからう。

仮に、100m×100mの空間を想定して、クスノキ林と同じ蒸散量を確保すると、「図解生物学データブック」によれば、クスノキの夏季の全蒸散速度として2137(mgH₂O/dm²/h/10mmHg飽差)が与えられ、名古屋市の夏(気温34、相対湿度50%)にクスノキ林(有効な葉の面積を地面の面積に同じと仮定)と同量の蒸散量の空間を作り出すとすれば、全蒸散量は、1時間あたり4.5m³(75l/min)となる。

この量の蒸散による冷却効果が全部空気の色度を下げるために使われると考えると、1分当り、高さ7mの空気柱に2の温度降下を与えることができる。実際には外気風による移送で熱拡散が

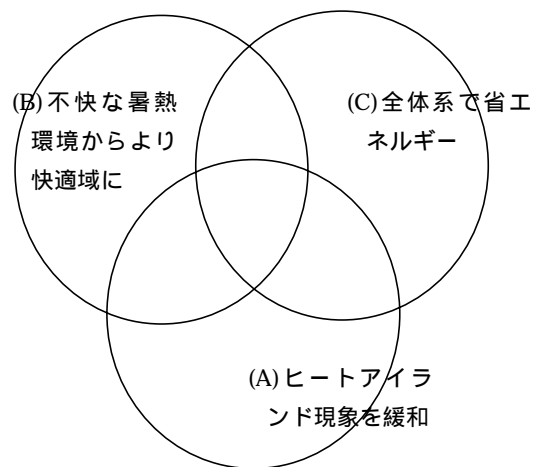


図1 ミストにより得られる効果

起っていると考えられるが、詳しくは実測によらざるを得ない。

B. 不快環境からのシフト

屋内での定常状態の温度・湿度下における快適性については、ASHRAE (Koch ほか、1960) などの研究成果(相対湿度 75% までは気温だけが温冷感を決める) があり、図 2 の湿り空気線図上のそれぞれの太線の位置で、被験者がその温冷感を示す比率が最も高くなる。これに名古屋気象台データから典型的な夏季の温湿度を書き加えると、10 - 16 時は過半数が暑いという環境である。これに対し、ミスト散布を相対湿度 80% までで制御して行うことができれば、環境は図中の矢印上を移動するので (A、C での検討条件 : 温度差 2 を超えて環境制御すれば)、過半数が暑いとは言わない環境、すなわち「暑い」から「少し暑い」の間の環境へシフトできる。日射の温冷感への影響については未知であるが、相対湿度の上限を制御することで、ミスト散布により暑熱感の改善を図ることは可能であろう。

C. 全体系としての省エネルギー

A. で検討した空間に消火用に開発されたノズルで、蒸散が容易な径 $20\ \mu\text{m}$ 前後のミストを水噴霧方式でクスノキ林相当分散する場合のポンプ動

力を計算する (協力 : 能美防災) と、3.6m 間隔のノズル設置で 15kW ($1.5\text{W}/\text{m}^2$) のポンプ動力が必要とされる。

文献³⁾によれば、外気温度が 2 下がると、建物空調負荷は 5.6% 低減され、空調機器の効率 (COP) は 5% 向上するとされるので、ミスト蒸散システム稼動中は周辺の建築物で、空調消費エネルギーが約 10% 削減される。

以上から、ミスト蒸散の空間と建築物の空間が一致しているとして、空調消費エネルギーが $15\text{W}/\text{m}^2$ 程度を超えるような都市空間 (全電気) では、ミスト蒸散によるヒートアイランドの緩和が、省エネルギーと共存できる。

その他 ミスト蒸散による効果としては、検討したものの他に霧と戯れるなどアトラクションとしても利用可能、ノンフロンで環境にやさしいなどもあるが、ミストが残った場合での微小粒子による健康への障害など検討すべき課題もある。

(文献)

- 1) 梅干野 晁、屋上緑化とヒートアイランド、土木学会誌、2002.12
- 2) 名古屋東部丘陵気温分布測定結果、くらしの環境調査ネットワーク、1991.8.4
- 3) 坪井宣治、市街地街路空間の温熱性状に関する研究、名古屋大学工学研究科地圏環境工学専攻修士論文、2000.3
- 4) 図解生物学データブック、丸善、p671,1986

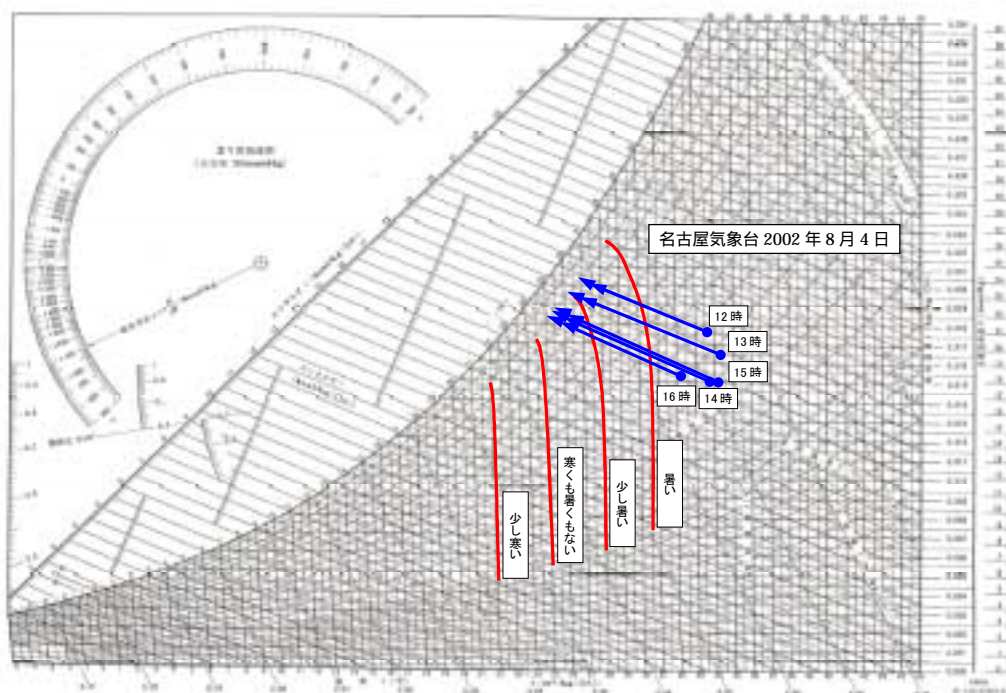


図 2 湿り空気線図上での温冷感とミスト散布による状態変化