

豊橋市内の中規模緑地による周辺市街地に対する気温低減効果 (Ⅱ) —2010 年、夏季の詳細観測による冷氣層と“冷氣のにじみ出し”の関係性の把握—

豊橋技術科学大学 環境・生命工学系

三島浩敬 (学生会員)、東海林孝幸 (会員)、田中里佳 (非会員)、北田敏廣 (会員)

1. 緒言

ヒートアイランド対策の 1 つとして、緑地から市街地への“冷氣のにじみ出し”という市街地気温低減効果を持つ現象がある。この“冷氣のにじみ出し”現象とは、晴天・静穏な夜間という条件下で放射冷却により緑地内に冷氣が蓄積され、その冷氣が周辺市街地に重力流的に全方位に向かって流れ出ることをいう。

2009 年の夏季における豊橋市内の中規模緑地 (高師緑地 24.2 ha) と緑地周辺市街地を対象とした気温測定により、緑地南側市街地に“冷氣のにじみ出し”の存在が示唆された。しかし、冷氣の到達距離や緑地内で生成された冷氣がにじみ出しとして市街地へと出て行く過程は明らかにされていない。そこで本研究では、高師緑地と高師緑地南側市街地を対象とした定点、移動観測による多地点での気温を測定することで高師緑地からの“冷氣のにじみ出し”の到達距離を明らかにし、同時に緑地内の鉛直・水平方向の気温観測から冷氣層と“冷氣のにじみ出し”の関係を調査する。

2. 観測概要

2.1 観測対象・期間

観測対象は愛知県豊橋市南部にある緑地 (高師緑地 24.2 ha) とした (図 1)。定点観測の観測期間は 2010 年 8 月 1 日から 9 月 31 日まで行った。また、移動観測、鉛直気温観測、水平気温観測、風速観測は 8 月 21 日 18 時から翌 22 日 6 時まで行った。

移動観測等の行った日の天気は 21 日の夕方から夜間まで晴れ、翌 22 日の明け方の天気は曇りであった。

2.2 観測方法

(a) 定点観測 緑地内と緑地南側市街地の 23 箇所 (図 1 ●) に測器を設置し、設置高さは一律地表面から 2.5 m とした。緑地内では樹林内、芝生上、駐車場といった場所に取り付けた。また、温度センサーの近傍 (5 m 以内) に空調室外機などの人工排熱源が存在すると測定に影響が出るため、市街地に測器を設置するとき、周辺に人工排熱源がないよう考慮した。測定器のサンプリング間隔は 1 分で、解析には 1 時間平均値を使用した。

(b) 移動観測 緑地南側市街地を対象に 21 地点 (図 1 ×) の観測を行った。移動手段は自転車とし、観測地点の気温、地表面温度の測定を行った。なお、観測は地表面から高さ 1.5 m とし、1 時間毎に行った。

(c) 水平気温観測 緑地内の芝生上と樹林内に測器を設置し (図 1 △)、地表面から高さ 1.5 m で観測を行った。サンプリング間隔は 1 分で、解析には 1 時間平均値を用いた。

(d) 鉛直気温観測 バルーンに紐を付け緑地内から上空 30 m 付近まで上げ、紐に設置した測器によって緑地の鉛直気温分布を測定した (図 1 ■)。サンプリング間隔は 1 分

で、解析には 1 時間平均値を用いた。

(e) 風速観測 3 次元超音波風速計を緑地内の芝生上と樹林内の 2 箇所 (図 1 ○) に設置した。風向、風速は 10 Hz で観測し、解析には 10 分平均値を用いた。

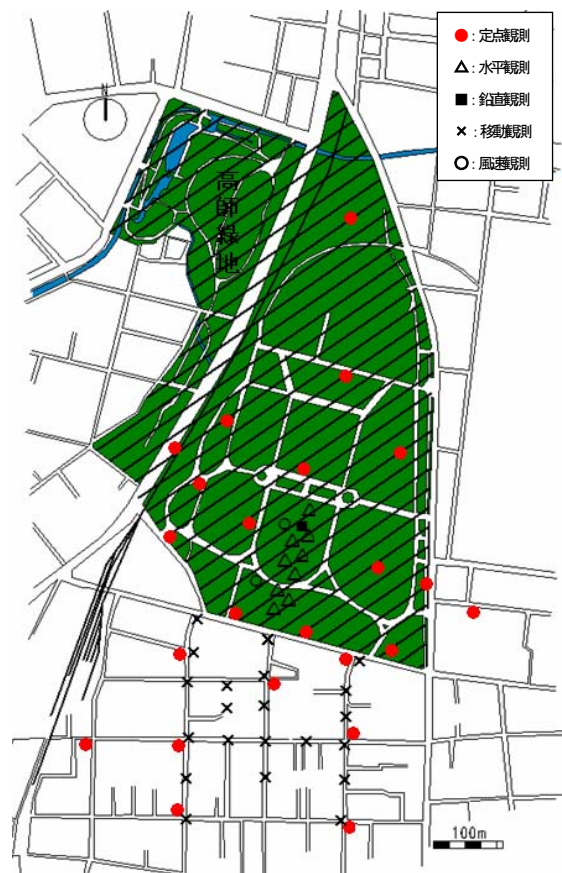


図1 観測対象場所

3. 結果、及び考察

3.1 冷氣のにじみ出し到達距離

移動観測によって得られた、緑地と緑地南側境界から 330 m までの市街地における 20 時～4 時までの 2 時間毎の気温分布を図 2 に示す。20 時及び 22 時いずれの地点においても気温は同程度であり、緑地南側境界付近と市街地の気温差は 0.1 °C であった。このことから 22 時の時点で冷氣は市街地に流出していないことが示唆された。また、0 時では緑地南側境界から 50 m 程度までの気温が、それ以降の気温より低い。このことから冷氣が緑地南側境界から約 50 m 地点に到達していることがわかる。そのときの緑地南側境界付近と市街地の気温差は 0.3 °C となった。さらに 2 時では冷氣の到達距離は概ね 120 m 程度と考えられ、このときの緑地南側境

界付近と市街地の気温差は 0.5°C となった。4 時に冷気は更に深く浸透し、距離にして約 140 m となり、このときの緑地南側境界付近と市街地の気温差は 0.3°C となった。

以上の結果から緑地南側境界から市街地へと“冷気のにじみ出し”が始まる時間は、22 時から 0 時の間である。また、“冷気のにじみ出し”最大到達距離は約 140 m であり、緑地南側境界から約 140 m 程度の距離にある市街地は“冷気のにじみ出し”現象による気温低減効果を受けていると考えられる。

3.2 市街地への“冷気のにじみ出し”過程

移動観測と水平気温観測によって得られた、緑地と市街地における気温の時間変動を図 3 に示す。緑地と市街地の間を横断する道路を 0 m とし、緑地を-方向に市街地を+方向に取る。クールアイランド強度は、20 時～4 時の平均を取ると 1.5°C であった。ここで、クールアイランド強度とは緑地と市街地それぞれの代表値の平均気温差としている。緑地境界と市街地の気温差は、20 時～4 時の平均を取ると 1.2°C となった。また、芝生上と樹林内の気温差は、20 時～4 時の平均を取ると 0.3°C となった。

このことから、緑地と市街地の間に気温差は約 1.5°C に維持されていることがわかった。この原因として、緑地境界と市街地の間には 1 車線の市道があり、その地表面からの放熱によって緑地と市街地の気温差が小さくならないためであると考えられる。また、緑地の芝生上で生成された冷気は市街地へ直接にじみ出していくのではなく、樹林内と道路で温められた上で、“冷気のにじみ出し”として緑地から市街地へ流出しているといえる。

3.3 冷気層の生成と厚さ

鉛直気温観測によって得られた、緑地内の鉛直気温分布を図 4 に示す。ここでの“冷気層の厚さ”は鉛直方向の気温勾配がほぼ無くなる高度とした。鉛直方向の気温は、20 時の段階では地表面付近から 5 m まで 0.3°C の気温差が見られ、 5 m から 10 m までは気温の変化はなく、 10 m 以上で再び気温が上昇した。このことから、20 時には地表面付近の気層は安定となっていることがいえる。同様に 22 時以降も地表面付近の気温が上空よりも低い状態が続き、気層は安定状態を保ち続けたが 6 時までに消滅した。冷気層の厚さは 20 時に 5 m であったものが、22 時には 15 m 、0 時には 20 m 、2 時には 17 m 、4 時には 20 m と変化した。冷気層は 2 時に最大厚 20 m 地点の気温と地表面の気温の差は最大 1.3°C となった。

観測期間内で冷気層は 0 時に最大 20 m となった。これは緑地内にあるクロマツとほぼ同等の高さである。これより冷気層は、芝地周辺の樹木が壁となり、その高度まで蓄積されたと考えられる。また、冷気層の厚さは夜間を通して維持されず、一定の厚さになるとそれ以上は発達しないことが明らかになった。

4. 結論

本研究により得られた結論を以下にまとめる。

- ① 高師緑地における“冷気のにじみ出し”の最大到達距離は緑地境界から市街地の約 140 m 地点までであった。また、“冷気のにじみ出し”は 22 時～0 時の間に始まることがわかった。
- ② 緑地の芝生上で生成された冷気は市街地へ直接にじみ

出していくのではなく、樹林内と道路で温められて、緑地から市街地へ“冷気のにじみ出し”が発生している。

- ③ 冷気層は 20 時～22 時の間に生成され始め、0 時に層の厚さが最大となる。また、冷気層の厚さは夜間を通して維持されているわけではなく一定の厚さになるとそれ以上は発達しない。

- ④ “冷気のにじみ出し”発生時間は冷気層の最大厚さになる時間と重なる。そのことから、緑地内で冷気層が最大厚さになると市街地へ“冷気のにじみ出し”が始まると考えられる。

- ⑤ 今回の観測で、高師緑地のクールアイランド効果における詳細な部分が明らかとなった。

今後、高師緑地周辺市街地に対し地表面被覆の改善等のヒートアイランド対策技術を導入することによる緑地による気温低減効果を評価したいと考えている。

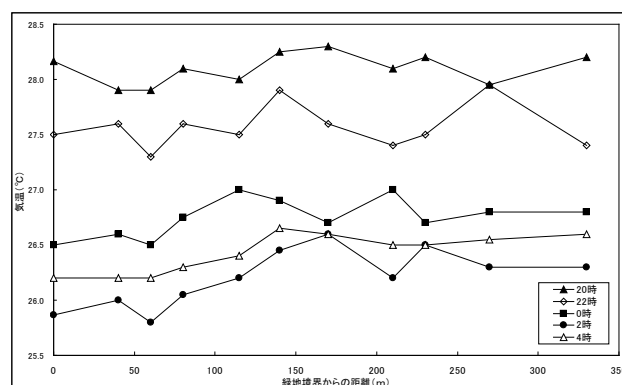


図2 にじみ出し到達距離

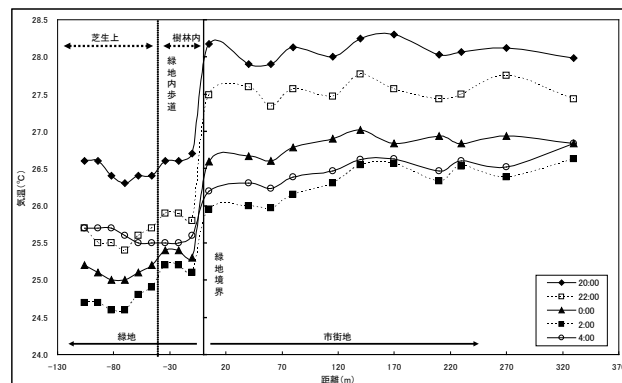


図3 夜間の緑地と市街地の気温推移

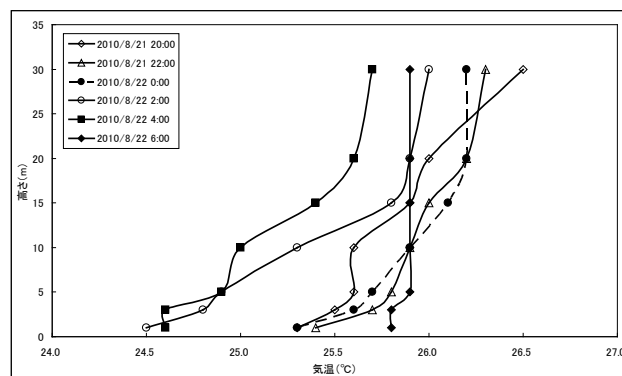


図4 緑地内の鉛直気温分布