

自然教育園における冷気のにじみ出し現象  
 - その1 冷気形成とにじみ出しの到達距離 -

正会員 成田 健一\*  
 正会員 菅原 広史2\*\*

緑地 クールアイランド にじみ出し  
 放射冷却 冷気流

1. はじめに

東京都港区白金台に位置する自然教育園は約 20ha の面積を有し、樹林地が 90%を占める大規模緑地である。地形は南から北へ向かって下っており、園内には北側の市街地につながる比高最大 13m の Y字型の谷が存在する。園の周囲は土塁で囲まれており、谷の出口も比高約 8m 土手で市街地と仕切られている。新宿御苑の実測<sup>1)</sup>では樹林地よりも芝地で冷気生成がなされていたが、皇居のようにほとんどが樹林地という緑地でも冷気のにじみ出し現象は発生している<sup>2)</sup>。今回は、樹林地での冷気形成と冷気流出に対する地形効果の把握を目的に実測を行った。

2. 実測概要

緑地の中央部には高さ 20m 既設の観測タワーがあり、今回はその上端での熱収支観測と、緑地内外の水平ならびに鉛直気温分布(1分毎)、さらに緑地境界での超音波風速計による冷気流出の把握(1秒毎)を中心に実測を行った。熱収支以外の実測は夏季のみの集中観測とし、2009 年は 7/22~9/28、2010 年は 7/23~9/29 の各々 69 日間行った。2010 年の測器の配置状況を図 1 に示す。

3. 実測結果

図 2 に夜間の風速・風向・気温の変化の一例を示す。

タワー上端の風速をみると 21 時半頃に風速が弱まりはじめ、それとほぼ同時に東側境界では乱れていた風向が南風に安定し、風速も弱まり、気温が急激に約 2 度低下している。北側境界でもほぼ同時に風速・風向が安定している。首都高速道に面する西側では少し遅れて 22 時半頃から気温が低下している。目黒通りに面した南側境界では風向の安定が悪いが、0 時以降は風向・風速がほぼ安定している。図中に矢印で示した 1 時頃には、北側境界では南風、西側では東南東風、東側では南南西風、南側では西北西風と、全方位で自然教育園から周辺市街地へ冷気の流出が生じていることがわかる。

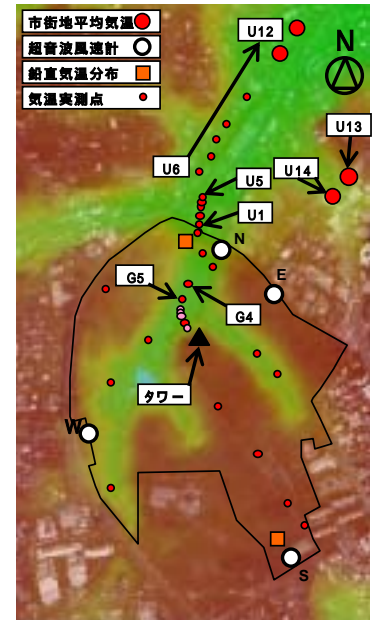


図 1 測器配置図(2010年)

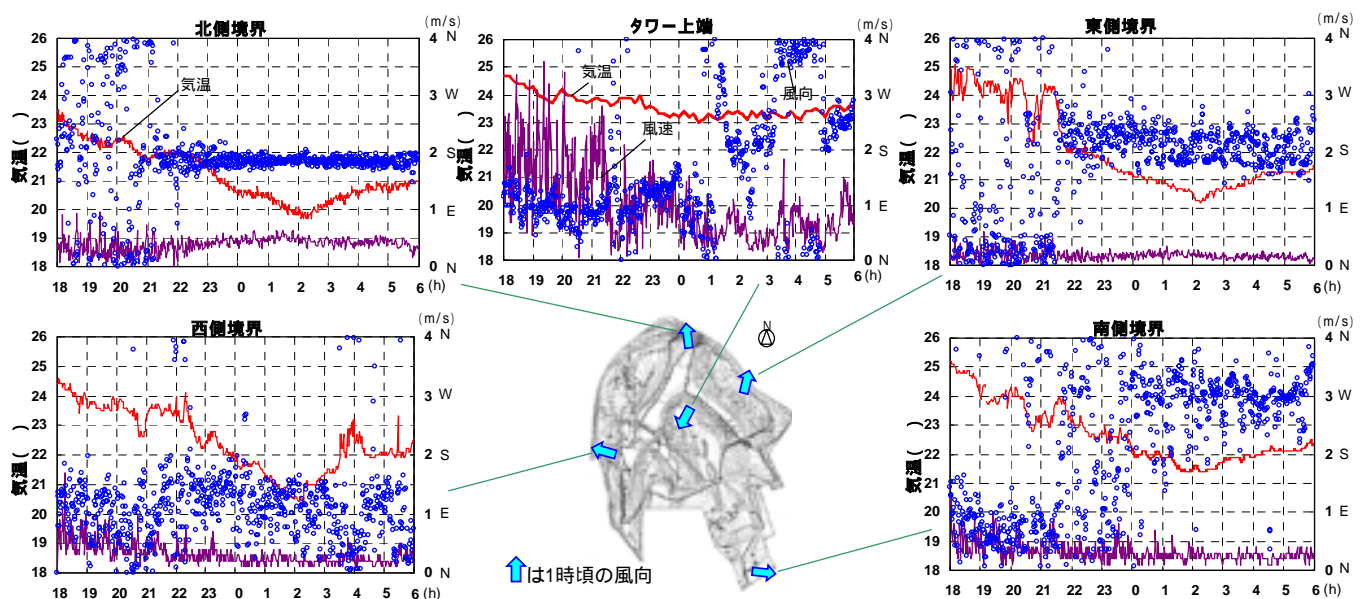


図 2 超音波風速計による風速・風向ならびに気温の時間変化(2010年9月9日~10日)

図3は同日のタワートップから谷までの鉛直気温分布を20時~2時の間で2時間毎に表したものである。図4(上図)は同日のタワートップを基準とした気温差の高さ-時間断面のisoplethである。20時~22時頃は、タワーが建つ地表付近(標高28m)が最も低温となっており、谷底の低地よりも低温となっている。その後、谷底の低地に冷気が溜まりはじめ、0時以降は谷底が最も低温となっている。0時~2時にかけては樹冠表面付近(標高38m)に明確な冷氣層が形成されており、樹冠で冷気が生成されていることを示唆している。最終的な冷氣層の厚みは標高40m以上まで達している。

図4(下図)は同日の最も遠い市街地観測点(U12)を基準とした気温差の水平距離-時間断面のisoplethである。0時~4時の間、自然教育園と市街地との温度差は約4.4に達している。図5は園内と市街地の気温の時間変化を表したグラフである。20時半頃から低地(G4)に冷気が溜まりはじめ、21時半頃から断続的に冷氣層が土手を越えて市街地(U1)へ流出している。23時半頃からは連続的ににじみ出しが起り、幹線道路の手前のU5まで冷気が達している。約2時間後の1時半頃には、タワートップの気温、風向が安定しているのに対しU12は約1℃気温が下がっているため、U12まで冷気が到達していると考えられる。このことから、市街地への冷気の到着距離は380m(U12)を越えているといえる。3倍近い広

さをもつ新宿御苑でのにじみ出しの範囲が80~90mあったのに比べると、はるかに遠くまで及んでいる。これは地形の効果によると考えられる。低地G4と市街地U1に気温差はないが、幹線道路を越えたU6に冷気が達したときには、出時の気温より1.5~2℃気温が上昇している。幹線道路の両端で温度差が大きく、越えるにも時間がかかっていることから、幹線道路の存在が冷気のにじみ出しの障害となっている可能性が高い。

#### 4.まとめ

今回の実測でにじみ出し現象が確認できた日は2009年が14日間、2010年は12日間であった。自然教育園から東西南北の全方位に冷気がにじみ出すことが確認された。冷氣層は、谷底低地よりも樹林地の地表付近から形成されていた。また、樹冠表面に相当する高さにも明確な冷氣層が認められた。谷状の地形効果により、市街地へ流出する冷気の到達距離は今回の実測範囲の380mを超えていたが、途中の幹線道路が冷気のにじみ出しの障害となっていることが推測された。

#### 謝辞

本研究は三上岳彦氏(帝京大学), 萩原信介氏(国立科学博物館), 清水昭吾氏(首都大学東京)との共同研究である。

#### 参考文献

- 1) 成田健一・三上岳彦・菅原広史・本條毅・木村圭司・桑田直也: 新宿御苑におけるクールアイランドと冷気のにじみ出し現象. 地理学評論, 77, pp.403-420, 2004.6
- 2) 成田健一・菅原広史: 都市緑地の冷気のにじみ出し現象. 地学雑誌, 120, (印刷中), 2011.2

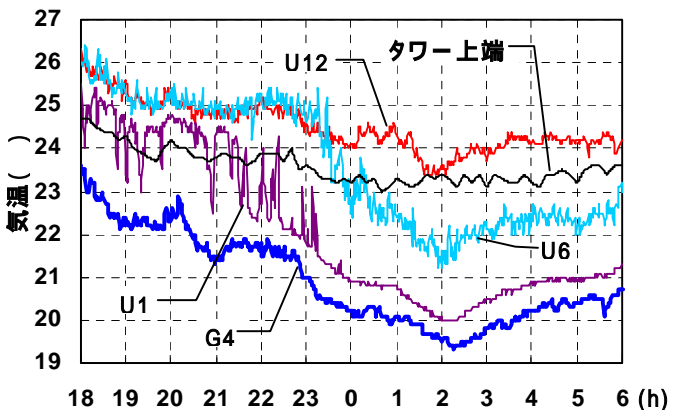
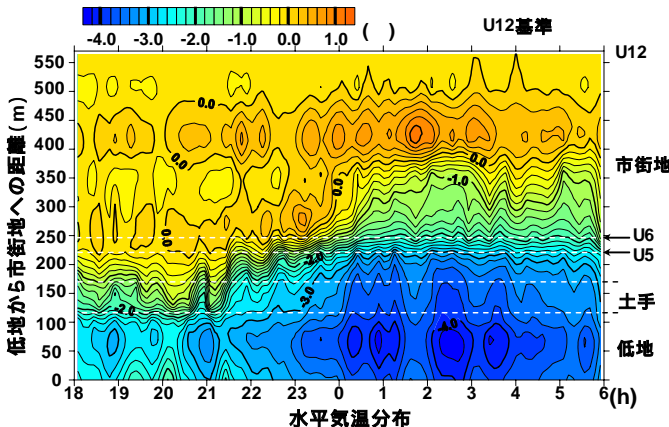
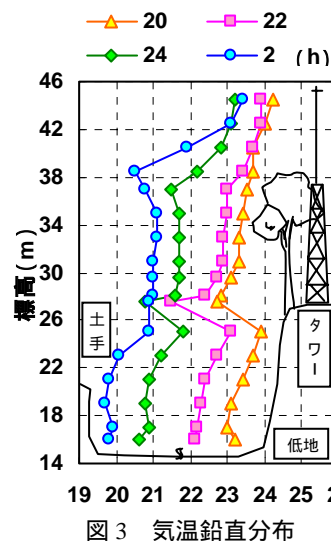
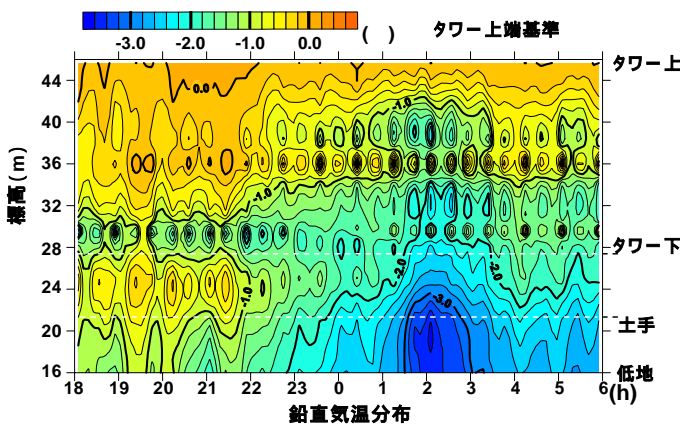


図4 気温差 isopleth - 上図: 鉛直分布、下図: 水平分布

図5 タワー上端と低地および市街地代表地点の気温時間変化

\* 日本工業大学工学部建築学科・教授・工博

\*\*防衛大学校地球海洋学科・准教授・理博

\* Professor, Nippon Institute of Technology, Dr. Eng

\*\* Assoc. Professor, National Defense Academy of Japan, Dr. Sci