

日比谷公園と皇居外苑における冷気のにじみ出しの実測

塩野 修平*

Observation of the cold air seeping-out phenomena in Hibiya Park and Kokyo-gaien Park

Shuuhei SHIONO

1. 序論

地表被覆の変化、人工排熱の増加などの要因により、都市が高温化するヒートアイランド現象が問題となっている。この対策として都市内の緑による気温低減効果が期待されている。都市内の大規模な緑地公園は、周辺の市街地と比べ気温が低いクールアイランドが形成されている。また、夜間には緑地内で生成された冷気が市街地へと流出するにじみ出し現象の発生も報告されている。

冷気のにじみ出しについてはこれまで新宿御苑(58.3ha)を対象とした実測が行われてきた(成田ほか2004)。それによると、にじみ出しは晴天かつ静穏な時間帯において発生し、発生した冷気が80~90m先の市街地にまで影響を与えていることが確認されている。しかし、緑地の規模や地表面構成が異なった場所においてにじみ出しが出現するのかは報告されていない。

そこで本研究では、新宿御苑と緑地の規模・地表面構成が異なる場所におけるにじみ出しの発生の有無の検討および市街地への冷気の流出範囲の特定を目的とした。

2. 実測概要

本実測は、東京都千代田区に位置する日比谷公園(16.1ha)、皇居外苑(21ha)および周辺市街地を対象とし、2006年夏季と2007年夏季に実施した。2006年夏季は、新宿御苑での実測にならい、日比谷公園において、①超音波風速温度計を用いた冷気のにじみ出しの測定、②高所作業車を用いた鉛直気温分布の測定を行った。また、日比谷公園の北側は皇居外苑に接するため、③日比谷公園と皇居外苑のクールアイランドとしての連続性を把握するため、両エリア内において温度ロガーによる気温水平分布の測定を行った。なお介在する濠の水温の測定も行った。

①に関しては、日比谷公園の外縁部の4箇所に超音波風速温度計を設置し、通風日射遮蔽シェルター内に取り付けたT型熱電対の気温とともに1秒間隔で測定した。②の鉛直気温分布に関しては、日比谷公園内で高所作業車からロープを垂らし、2m間隔に取り付けた熱電対で測定した。③の気温分布の測定は、日射遮蔽シェルター

内に取り付けた温度ロガーを街路灯・樹林の高さ2.5mの位置に設置し(日比谷公園:11地点、皇居外苑:12地点、市街地:20地点)、濠の水温・水面上90cmの気温とともに1分間隔で測定した。観測期間は、2006年7月14日~2006年9月15日の53日間行った。

2007年夏季においては、前年の実測で残された以下の諸点の把握を目的に実測を計画した。皇居外苑に関しては、①超音波風速温度計を用いたにじみ出しの測定(皇居外苑内7地点に設置)、②皇居外苑内の鉛直気温の測定、③丸の内街区側にも温度ロガーを設置し、濠の水体が冷気の流出に与える影響を調査した。一方、日比谷公園に関しては、④公園内および周辺市街地に設置した温度ロガーの気温から冷気の流出限界の測定を行った(温度ロガーを皇居外苑内:17地点、日比谷公園内:3地点、市街地:21地点に設置し、水温・水面上気温とともに測定)。観測期間は、2007年7月23日~2007年9月13日の52日間行った。なお、測定方法・記録間隔は2006年夏季の実測と同様である。

3. 日比谷公園におけるにじみ出し現象

3.1 夜間のクールアイランド強度

日比谷公園平均気温と市街地平均気温の気温差をFig.1に示す。これを見ると、日比谷公園は、日中は、1°C~2°C程度、夜間においては、0.5°C~1°C程度の気温差がある。日中は、日射や排熱により市街地は熱が溜まり易くなっているためであると考えられる。夜間は、緑地内で放射冷却が活発に行われるため市街地より低温となると考えられ、日比谷公園は、クールアイランドが形成されていることがわかる。また、夜間において急激な気温差が起こる日があり、にじみ出しが発生していると考えられる。

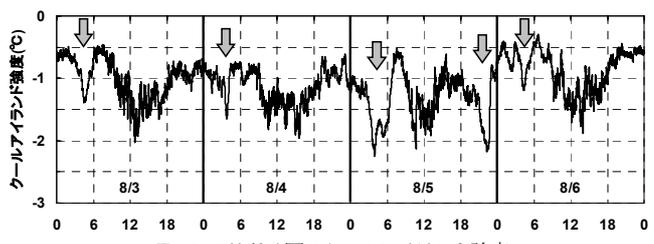


Fig.1 日比谷公園のクールアイランド強度

3.2 超音波風速計による冷気流出の確認

夜間の冷気の動きを検討するため超音波風速温度計で測定した日比谷公園の境界における夜間の風向・風速・気温の変化を Fig.2 に示す (南側の気温は欠測)。各地点とも、午前 2 時頃から風速が 0.2~0.3m/s 程度の静穏な状態となり、気温が 1℃程度低下している。この時間帯の風向は各地点とも日比谷公園から市街地へ流れる向きに変化しておりにじみ出しが市街地へ流出していることが分かる。全観測期間を通してこのようなにじみ出しは計 8 夜観測された。

3.3 冷気の生成場所の特定

夜間の冷気生成は日比谷公園内のどこで行われているのかを検討するため、にじみ出し発生夜の日比谷公園内の気温分布を示す (Fig.3)。日比谷野外音楽堂付近において気温が高く、排熱の影響があると考えられる。それ以外の地点に関しては、気温が低く夜間は日比谷公園全体が冷えていることがわかる。特に冷えるのは、日比谷公園の中心部と芝生面であることがわかる。

4. 皇居外苑におけるにじみ出し現象

4.1 夜間のクールアイランド強度

皇居外苑平均気温と市街地平均気温との気温差を Fig.4 に示す。皇居外苑は午前中の早い時間帯において市街地よりも僅かに気温が高くなる傾向が認められる。これは、皇居外苑がオープンスペースであるため、早い時間帯から日射の影響を受けてしまうためであると考えられる。夜間においては、1℃程度気温が低く日比谷公園と同様にクールアイランドが形成されていることがわかる。また、深夜においてにじみ出しと思われる気温低下があり、皇居外苑においてもにじみ出しが発生していると考えられる。

4.2 超音波風速計による冷気流出の確認

皇居外苑内の夜間の冷気の動きを捉えるため、超音波

風速計の夜間の風速・風向・気温の変化を示す (Fig.5)。皇居に近い二重橋・桔梗門はにじみ出しの発生時刻が早く、皇居から外苑向きの風向に変化することから、皇居でもにじみ出しが発生しており、その冷気が外苑内に流入していると考えられる。市街地側である行幸通り・国道北側では、冷気が市街地方向へ変化しており皇居外苑内の冷気が市街地へ流出していることがわかる。また、日比谷公園北側に近い祝田橋付近では、にじみ出しにより気温は低下するものの夜間において風速が早いいため、冷気が攪拌されているのだと考えられる。皇居外苑では、

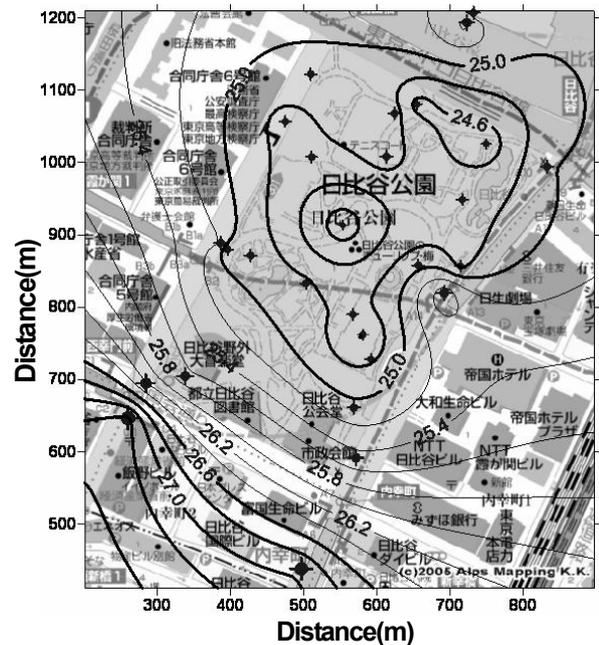


Fig.3 日比谷公園内の気温分布

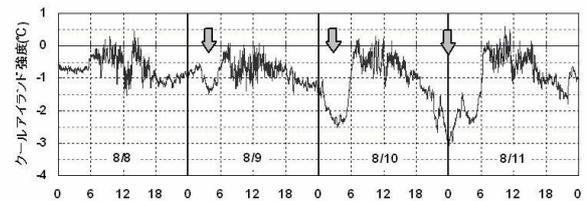


Fig.4 皇居外苑のクールアイランド強度

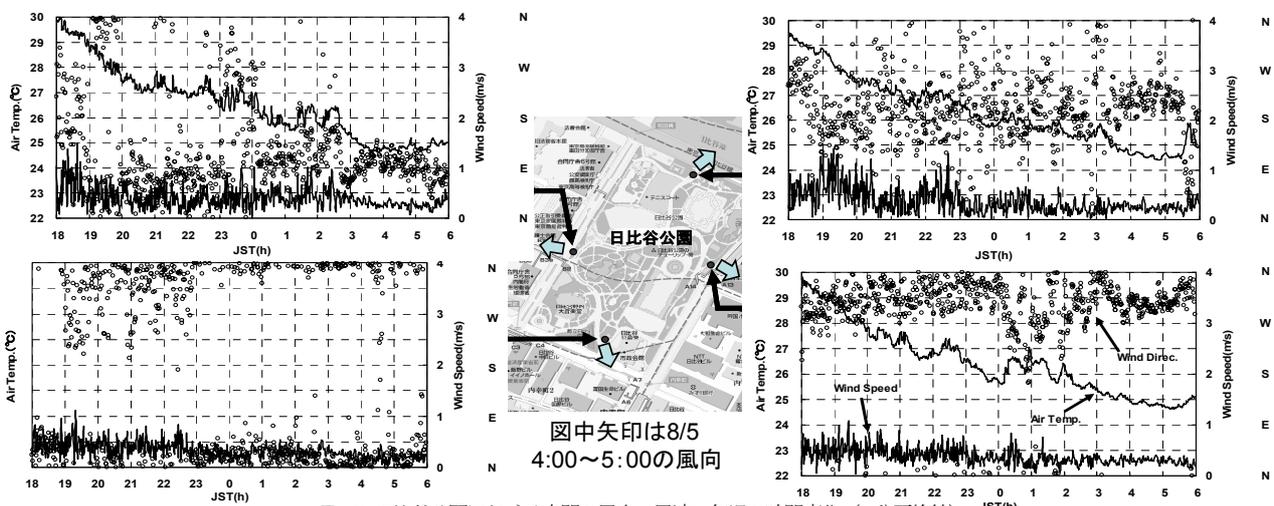


Fig.2 日比谷公園における夜間の風向・風速・気温の時間変化 (1分平均値)

観測期間中にじみ出しが計 11 夜発生していた。

4.3 冷気の生成場所の特定

皇居外苑内の気温の時間変化を Fig.6 に、気温測定場所を Fig.7 に示す。夜間、皇居外苑の西側付近から気温が低下し始め、それが徐々に皇居外苑全体に広がっていることが分かる。しかし、皇居付近でも濠端では気温の低下が遅れており、冷気が流出しづらいことがわかる。また、皇居外苑内では、芝生面が皇居側の地点とほぼ同時刻から気温が低下していることから、皇居外苑では皇居からの冷気の流入による気温の低下と芝生面からの放射冷却により生成された冷気によりにじみ出しが発生していると考えられる。また、皇居からの冷気の流入は二重橋方面から冷える場合、坂下門方面から冷える場合、外苑内の芝生面皇居側の地点が同時に冷える場合の 3 通りの冷気の流入パターンがあることがわかった。

4.4 濠の水体温影響

濠の存在が周辺にどのような影響があるのか検討するため、濠の水温と皇居外苑内の気温の時間変化を Fig.8 に示す（気温の測定場所は Fig.7 を参照）。濠の水温は日中において皇居外苑よりも 2°C 程度、低温となっているが、

夜間においては気温が高くなっていることがわかる。さらに、濠の水温は晴天が続くにつれ徐々に温度が上昇しており温度が下がりにくいといえる。水面上の気温は、皇居外苑と比べると気温が高く水温の影響を受けていると言える。また、濠端の気温も皇居内と比べると気温が下がりにくく、濠の水温は付近の気温に影響をあたえていることが分かる。よって、濠は夜間において熱源として作用していることが判明した。濠では通常水門を閉めており、水位調整を行う際等に水門を開く。そのため、他の水路とのつながりが遮断されており水の流れがない。これが影響し熱を溜めやすくし

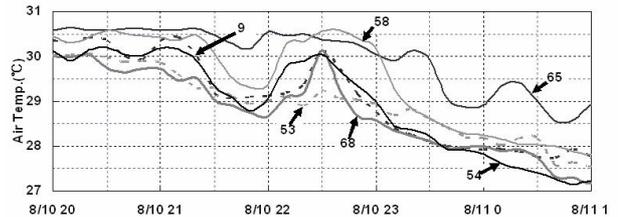


Fig.6 皇居外苑内の気温時間変化

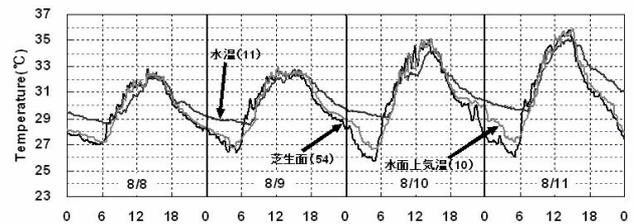


Fig.8 濠の水体温および気温の時間変化

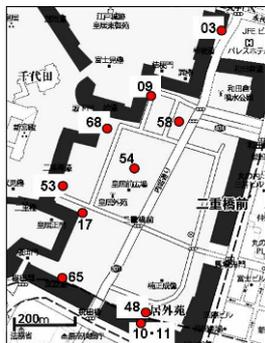
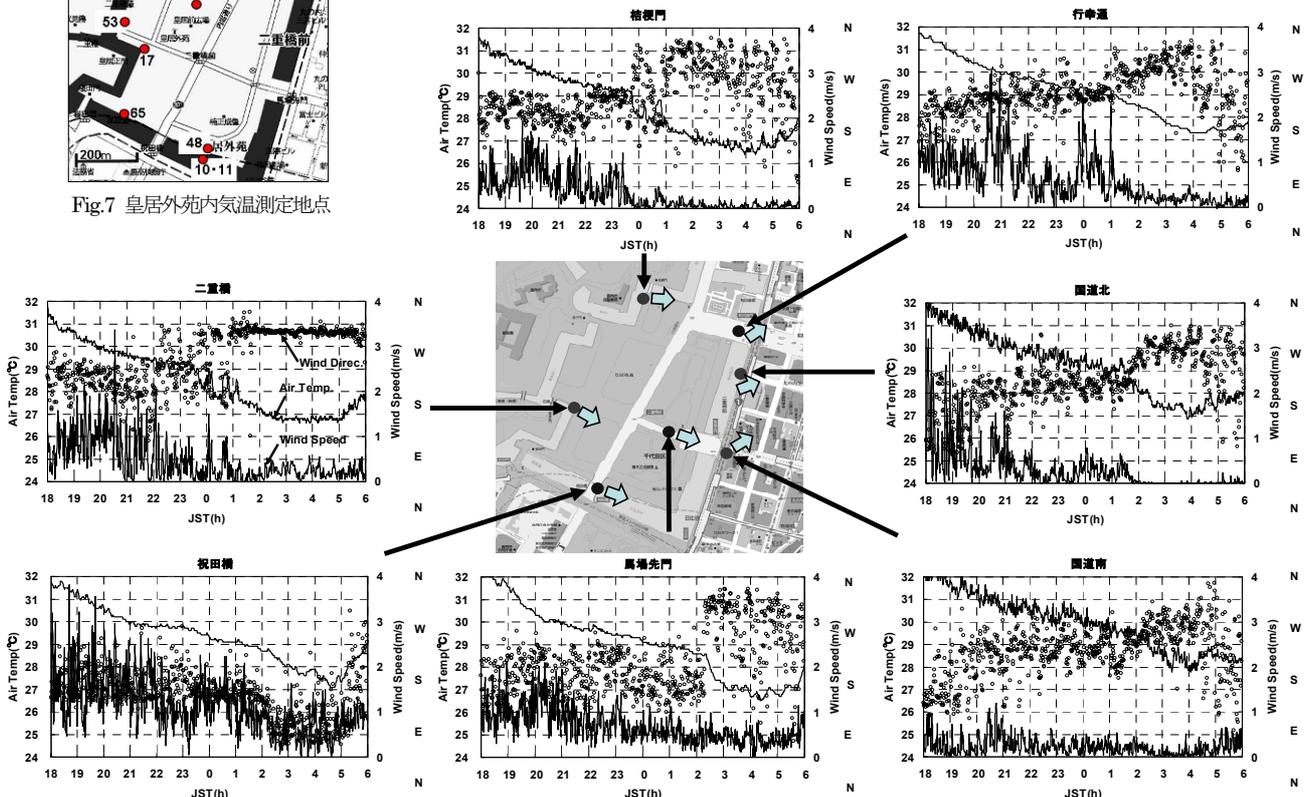


Fig.7 皇居外苑内気温測定地点



図中の矢印は8/10 4:00~5:00の風向

Fig.5 皇居外苑における夜間の風向・風速・気温の時間変化 (1分平均値)

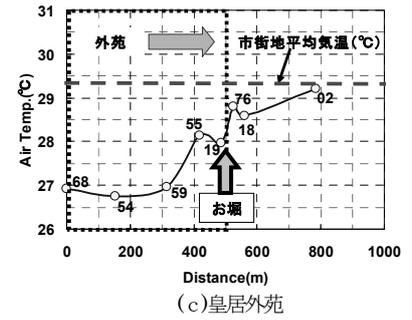
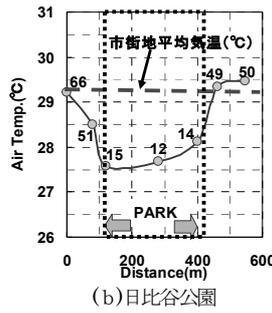
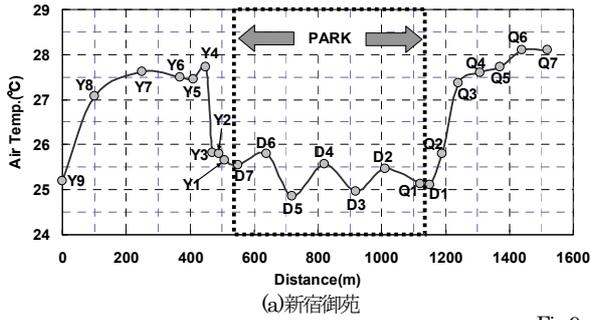


Fig.9 各緑地内の断面気温分布

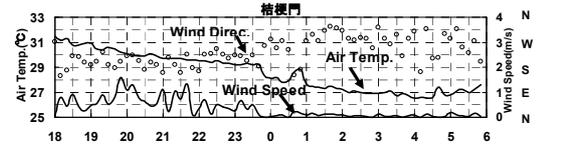
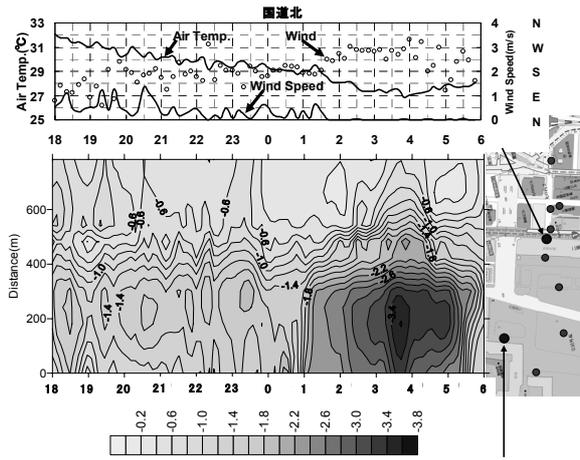


Fig.11 坂下門・東京駅間の気温、距離、時間断面分布 8月9日

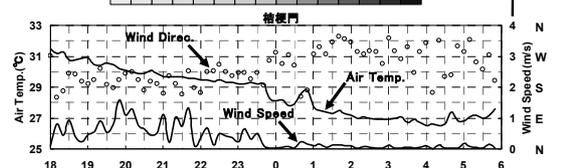
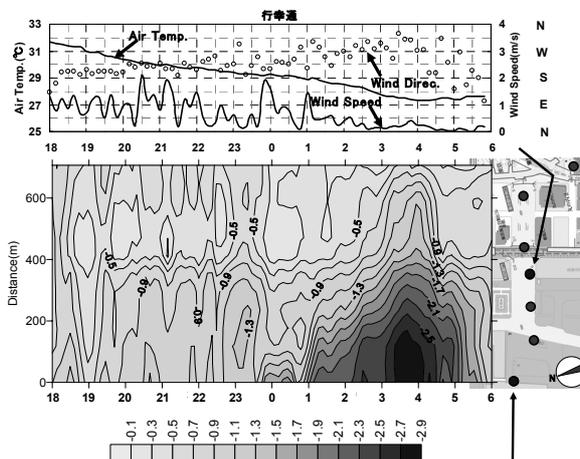


Fig.12 桔梗門・東京駅間の気温、距離、時間断面分布 8月9日

ているものと考えられる。

5. 新宿御苑のにじみ出しとの比較

新宿御苑・日比谷公園・皇居外苑の市街地への冷気流



Fig.10 気温測定地点

出範囲を示す (Fig.9)。また、各緑地の測定地点を Fig. 10 に示す。新宿御苑では 90m 付近まで冷気が流出しているのに対し、日比谷公園では 45m と新宿御苑の半分程度しか市街地へ流出していないことがわかる (Fig.9 (b))。これは、日比谷公園は規模が小さいため、生成される冷気が少ないといった要因が考えられる。皇居外苑では、濠を越えて 120m 程度まで冷気が流出しており、新宿御苑よりも冷気の影響範囲が広いことがわかる。これは、皇居という大規模緑地からの冷気の流入があるからだと考えられる。また、Fig.11,12 ににじみだし発生夜の気温、距離、時間の断面分布を示す。ここから、風速が弱くなると冷気が溜まり、市街地へ冷気が流出している様子がわかる。また、Fig.11 では濠端付近で気温差が大きくなっており、冷気が水温の影響を受け、濠が越えにくくなっていることがわかる。

6. 結論

日比谷公園・皇居外苑からにじみ出しが発生することが明らかとなった。また、発生した冷気が市街地へ流出しており、その範囲は日比谷公園では 45m、皇居外苑においては 120m 程度であった。新宿御苑との比較を行ったが、今回の実測からでは規模・地表面構成の違いからのにじみ出しの影響を把握するには至らなかった。

[参考文献]

- 1) 成田 健一・他・三上 岳彦・本條 健・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, 77-6, 403-420, 2004

審査員 (主査) 教授 成田 健一
 審査員 (副査) 教授 市橋 重勝
 審査員 (副査) 教授 川村 清志