

特集

ヒートアイランド、クールアイランド

クールアイランド検証

皇居

日本工業大学 成田 健一

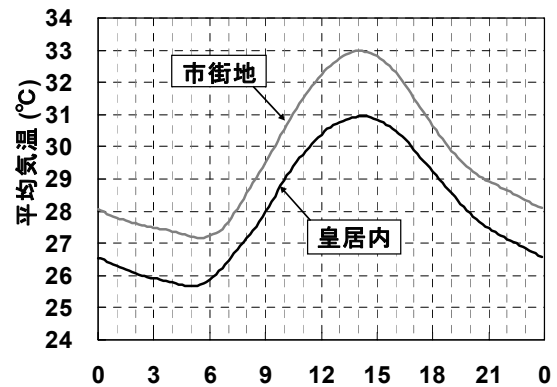
1. はじめに

皇居は、言うまでもなく都内最大の緑地である。一般には公開されていない吹上御苑を中心としたコアエリアと、一般開放されている旧本丸を含む東御苑は宮内庁の管轄で、この部分だけで約 115ha という広さである。これに環境省管轄の皇居外苑と北の丸公園（計約 78ha）それにお濠の水面（約 37ha）を加えると、約 230ha（日比谷公園の約 14 倍、新宿御苑の約 4 倍）という広大な敷地である。

これまで、皇居内においては、都市気候の観点からの本格的な気象観測は行われていなかったが、2006 年から、環境省による「都市緑地を活用した地域の熱環境改善構想」の一環として、宮内庁の特別許可を得て、首都大学東京の泉岳樹氏らの研究チームにより観測が実施された。筆者は 2007 年よりこのチームに加わり、皇居内での実測の一部を担当してきた。一方、皇居外苑を中心とした周辺エリアに関しては、同じく環境省の委託業務「(平成 18 年度) 都市内の緑による熱環境改善効果調査」ならびに「(平成 19 年度) 大都市オフィス街をモデル地区とした熱環境管理推進事業」として、東京都環境科学研究所による実測が実施されてきた。これには、日本工業大学のほか、防衛大学・菅原広史氏、竹中工務店・三坂育正氏、千葉工業大学・松島大氏らが参画した。本稿で紹介する内容は、これらの成果に基づく結果である。

2. 皇居内外の平均気温差

はじめに、夏季の平均気温の日変化を比べてみよう。第 1 図は、皇居内（5 地点）と市街地（皇居周辺東西南北の 4 地点）の 8 月一ヶ月間の平均気温を比較したものである。この差が、いわゆる「クールアイランド強度」と呼ばれるものである。クールアイランド強度は日中 14 時過ぎに最大となり約 2.0℃の差となっている。



第 1 図 皇居のクールアイランド強度 (2007 年 8 月)

3. 夜間における冷気にのじみ出し現象

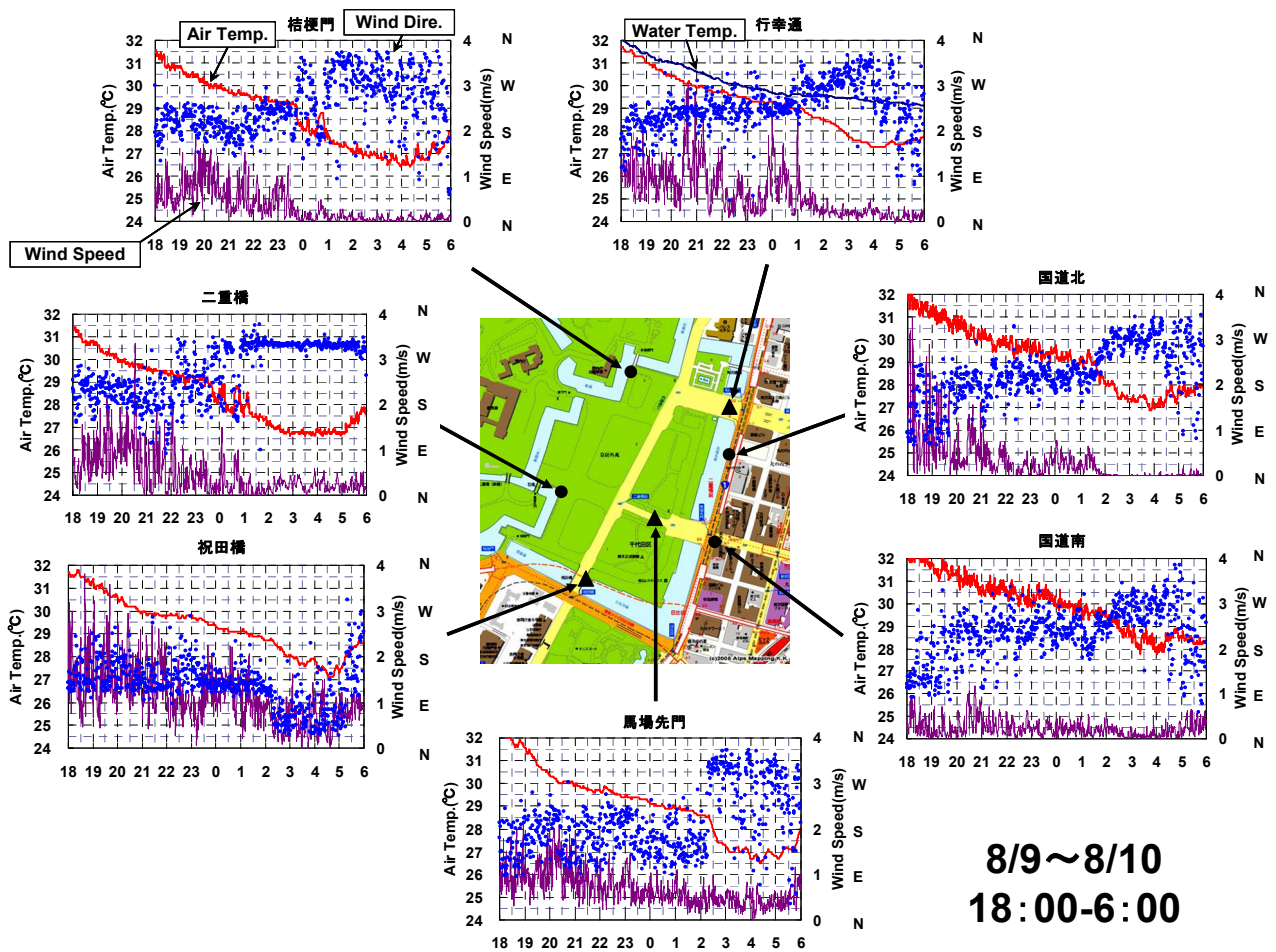
大規模緑地のクールアイランド強度については、日中の変化は比較的安定していて晴天日であればほぼ同様の時間変化を示すのに対し、夜間は日ごとの気温差が大きく変動することが、新宿御苑における先行研究で指摘されている。その理由は、晴天・静穏な夜には緑地内で放射冷却が進み冷気の蓄積が起こるため、このような気象条件では、夜間でも日中よりも大きな 3℃程度のクールアイランド強度が観測される。そして、冷気の蓄積が一定以上に達すると、その冷気が四方の周辺市街地に向かって重力流的に流れ出る。このような現象を冷気の「にじみ出し現象」と呼んでいる。注意していただきたいのは、この現象は風によって緑地内の冷気が風下側の市街地へ移流・拡散する現象とは全く異なるということである。にじみ出す冷気の速度は毎秒 20~30cm というゆっくりとした流れで、しかもほとんど乱流成分を含まないため、緑地内の冷たさを保ったまま周辺市街地を覆っていく。そのため、明確な流出範囲が容易に特定できる。一方、風による一方向への流出現象では、市街地に流入すると同時に活発に混合されるため、明確な気温分布をとらえるのは非常に困難を極めるのが一般的である。

第 2 図は、皇居外苑～丸の内街区に設置した超音波

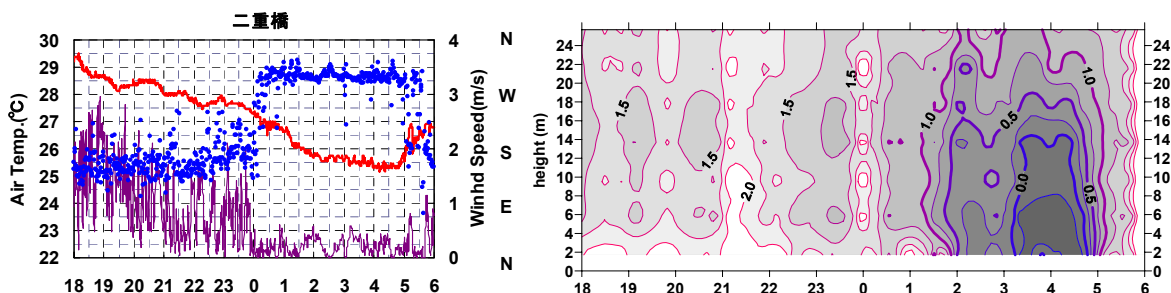
風速計（設置高度は 2.5m）で測定した風向・風速と気温の時間変化の一例である。図では夕方 18 時から早朝 6 時までの時間変化（1 分平均値）を示している。二重橋の地点に注目すると、午前 0 時頃を境に風向が南よりから西北西（皇居から市街地へ向かう風向）に変わり、それと同時に気温が約 1℃急激に低下している。変化後の風速は 0.5m/s 以下で風向の変化も小さい。これが、典型的な冷気のにじみ出し現象である。北側の桔梗門でもほぼ同様の変化が認められるが、風向は二重橋ほど安定していない。これは濠の形状による差と思われる。行幸通や馬場先門でも明確な風向変化と気温低下がみられるが、先の 2 地点に比べると 30 分～1 時間遅くなっている。濠を越えた地点（国道北）

でも馬場先門とはほぼ同じ時刻に変化がみられることから、冷気は丸の内の街区に達していることがわかる。

このような市街地へ流出する冷気層の厚さはどれくらいあるのだろうか？第 3 図は、馬場先門付近で高所作業車を用いて気温の鉛直分布を調べた結果である。第 2 図とは日が異なるため、二重橋での風と気温の変化を併示した。右側の図は気温差で示した高さ－時間断面の等値線図で、基準温度は有楽町駅近くの鉄塔で測定された高さ 110m の気温である。二重橋での冷気流出から 1 時間半ほど遅れて、実測地点に冷気が到達し、最も冷却した時間帯には、地上 14m 以下の層では上空 110m よりも低温となっている。明確な冷気層の厚さは 17～18m 程度と思われる。



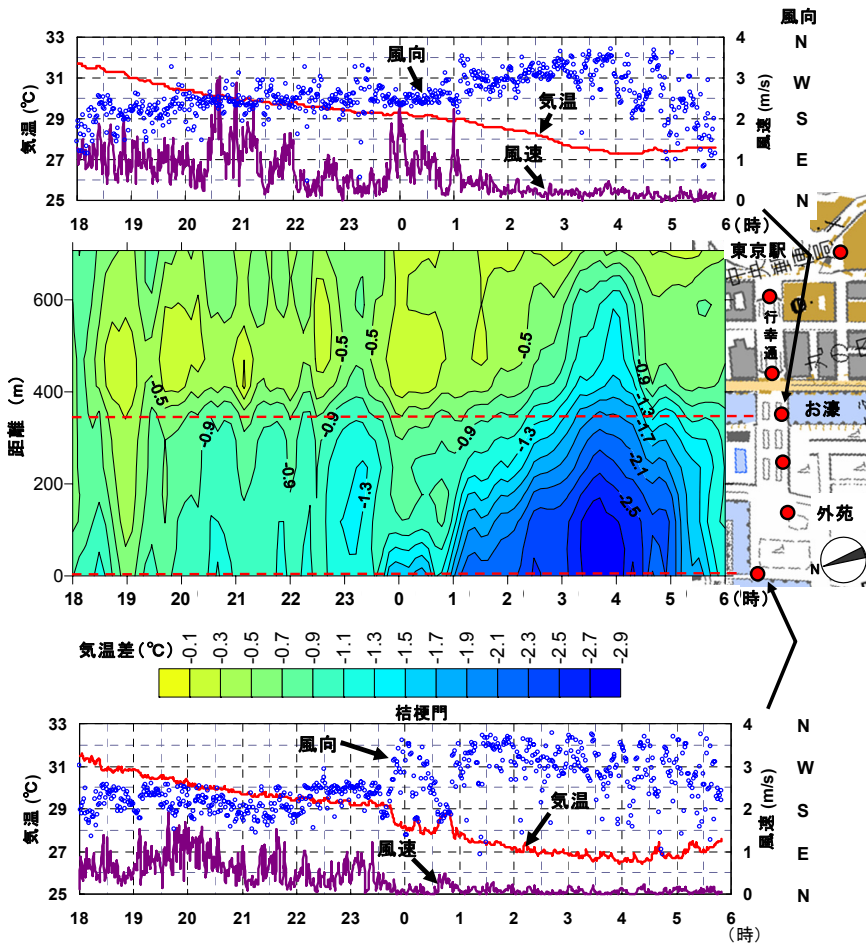
第 2 図 皇居外苑におけるにじみ出し現象（2007 年 8 月 9 日～10 日）



第 3 図 高所作業車を用いた冷気層の厚さの検討（2007 年 8 月 6 日～7 日）

第4図は、第2図と同日のデータについて、桔梗門から行幸通り沿いに東京駅丸の内南口に至る測線に関して、気温差の距離-時間断面の等値線図を描いたものである。基準温度は東京駅周辺の4地点の平均温度としている。濠の水温は冷氣に対して2~3℃程度高温

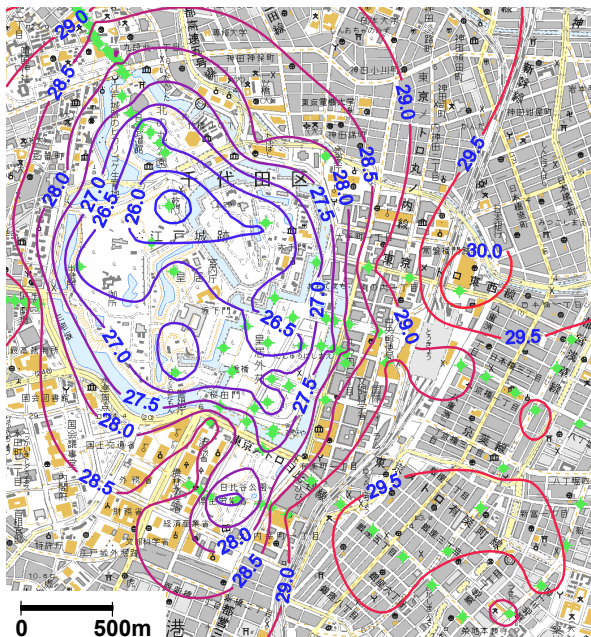
である(第2図・行幸通の図、第7図参照)が、冷氣フロントが濠の対岸へ到達する遅れは小さい。しかしながら、日比谷通りを越えて丸の内街区に広がるまでに約1時間半の遅れが生じている。そして、最も冷氣が拡大した3時~4時半には、冷氣の先端が東京駅付



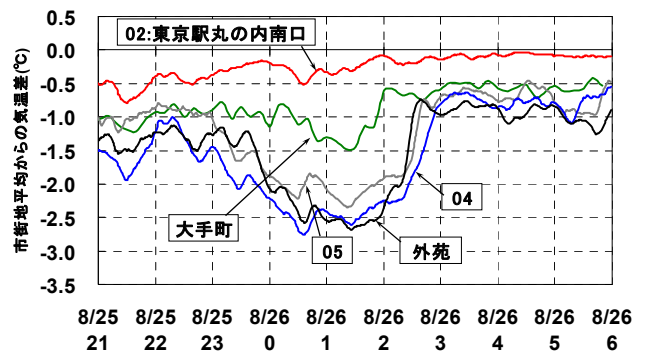
基準温度とした東京駅周辺の4地点の位置



第4図 皇居外苑から丸の内街区への冷氣の流出 (2007年8月9日~10日)



第5図 にじみ出し発生時の気温分布 (2007年8月10日3時~4時)

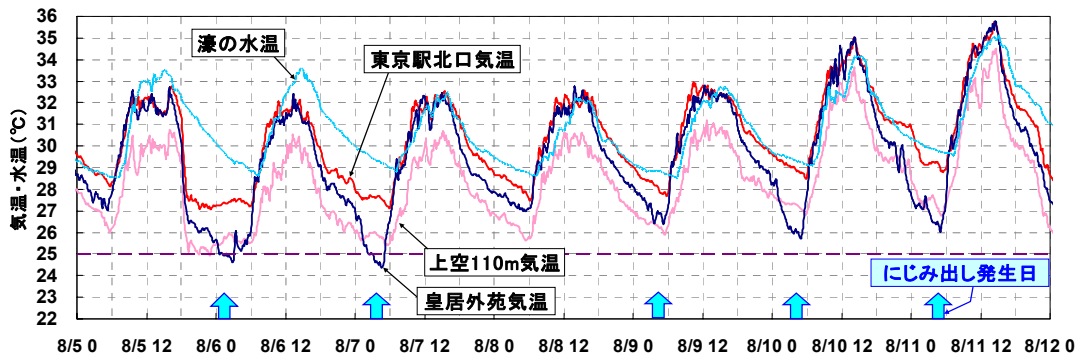


第6図 皇居北側へのにじみ出しと大手町露場への影響

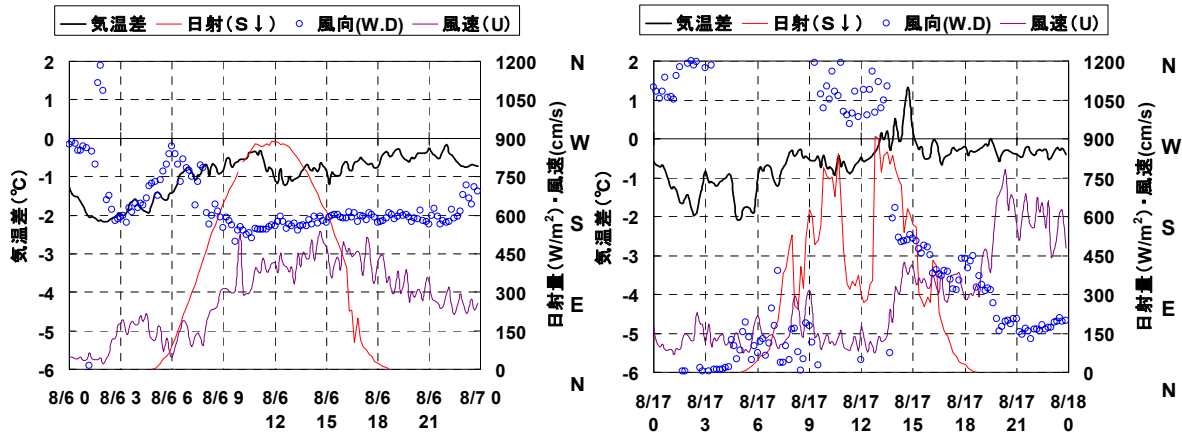
近まで達している。

第5図は、最も冷氣が広がった時間帯の皇居周辺の気温分布である。皇居の中心部と東京駅東側(八重洲口)では約5℃の気温差が生じていることがわかる。

このような冷氣のにじみ出しは、西側の半蔵門付近でも確認されており、また皇居北東側に隣接する気象



第7図 皇居外苑気温・市街地気温・上空気温ならびに漆の水温の関係



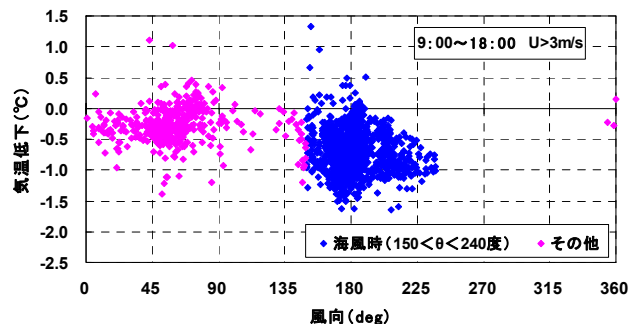
第8図 皇居北側エリアにおける気温差の日変化 (左:海風発達日:8月6日、右:それ以外:8月17日)

庁(大手町)のデータにも僅かではあるが影響を及ぼしている(第6図)。

4. 日中における風下市街地への影響の検討

日中、南よりの海風が発達した条件下では、皇居の風下側となる北側市街地では、皇居の冷気の移流効果で気温が低下することが期待されている。そこで、海風が発達した日とそれ以外の日について、北側市街地の気温低下量を比較検討した。検討対象とした北側市街地の地点は竹橋～九段間の3地点、基準温度としては、皇居の風上側と考えられる有楽町・銀座・八町堀・八重洲エリアの街路温度、計30地点の平均気温である。第8図は、典型的な海風が発達した8月6日と、日中に北よりの風が吹いていた8月17日の気温差を比較したものである。日中の皇居北側での気温低下量は両日も1°C弱と小さく、両日間で明確な差異は現れていない。低下量が大きくなっているのは、いずれの日も深夜から早朝にかけてで、これらは冷気の「にじみ出し現象」の影響である。

第9図には、日中の気温低下量と風向との関係を示したが、風向による差異は必ずしも明確ではない。海風が発達しなかった日はデータ数も少なく、曇りがちで風速も弱かった。そのため、さらなる検討が必要と



第9図 皇居北側エリアにおける気温低下と風向の関係

思われるが、少なくとも、夜間のにじみ出し現象発生日のような大きな冷却効果は現れていなかった。

5. おわりに

2007年の測定では、銀座周辺の市街地と皇居の大気加熱量をシンチレーション法で同時比較するという測定も併せて行った。フラックスの絶対値についてはまだ検討の余地が残されているが、日中の皇居エリアからの大気加熱量は市街地の4割程度であることがわかった。大規模緑地の日中の効果を、周辺市街地での気温低下として検出することは難しいが、緑地の存在が大気加熱量を大きく削減していることは間違いない。