

YANG ZIZHEN

指導教員 稲垣景子 准教授 吉田聡 准教授

## 1. はじめに

近年、地球温暖化による気温上昇及び都市ヒートアイランド現象が深刻な問題となっている。特に夏季において、都市部の猛暑日、熱帯夜が増加し、人の健康に悪影響（熱中症や寝苦しさ等）を与える。国土交通省によると、ヒートアイランド対策においては、緑化の推進と住宅・建物の省エネ性能の向上<sup>1)</sup>などの取り組みが効果的であることが示されている。

港北ニュータウン（以下、港北 NT）は、横浜市都筑区の丘陵地に位置する（面積 2530ha）。地区内の緑道を骨格として、公園や民有地の斜面樹林などを連結させた「グリーンマトリックスシステム」と呼ばれるオープンスペース計画を定め、約 90ha の貴重な緑の資源を保存している<sup>2)</sup>。緑地には多様な機能があり、その効果を総合的に評価することがまちづくりの方針「緑の自然環境を最大限に保存するまちづくり」の推進につながると考えられる。

そこで、本研究では、港北 NT のグリーンマトリックスシステムを対象とし、斜面緑地の冷気移流の実態を明らかにするとともに、ヒートアイランド軽減や省エネルギー行動につながる可能性を示す。

## 2. 研究の流れ

まず、文献調査に基づき冷気のにじみ出しが発生する条件をまとめ、対象地域内の斜面緑地の地形特性を分析・類型化した後、冷気移流が発生する可能性のある場所を予測し、影響範囲内の建物特性を把握する。次に、研究対象地の温度等を実測し、斜面緑地の冷気移流の実態を把握し、周辺市街地への温度低減効果を明らかにする。また、CFD シミュレーション及び住民へのアンケート調査を実施して、冷気の感じ方とエアコンの使用状況等を確認する。

## 3. 斜面緑地の類型化と冷気の影響範囲分析

### 3-1. 冷却機能を有する斜面緑地の特徴

既往研究より、斜面緑地がもつ冷却機能を活用するために、以下の 4 つの条件が必要とされていることから、この条件に該当する緑地を抽出した。

- ①斜面緑地下部が市街地に面すること<sup>3)</sup>
- ②緑地規模：小規模緑地幅 100m 以上<sup>4)</sup>
- ③急勾配であること<sup>5)</sup>
- ④斜面地と市街地の間の風通し<sup>6)</sup>

### 3-2. 地形解析と斜面緑地の類型化

港北 NT のグリーンマトリックスシステムのうち、斜面地の勾配と緑地の規模条件から、運動広場と緑道を除く公園（計 20 ヶ所）を対象とした。このうち 18 公園が 2ha 以上である。地形図（標高マップ）を図 1 に示す。いずれも山頂と谷底の高低差は 10m 以上で、比高変化が大きい（30m 以上）のは、都筑中央公園、鴨池公園、山崎公園の 3 公園である。

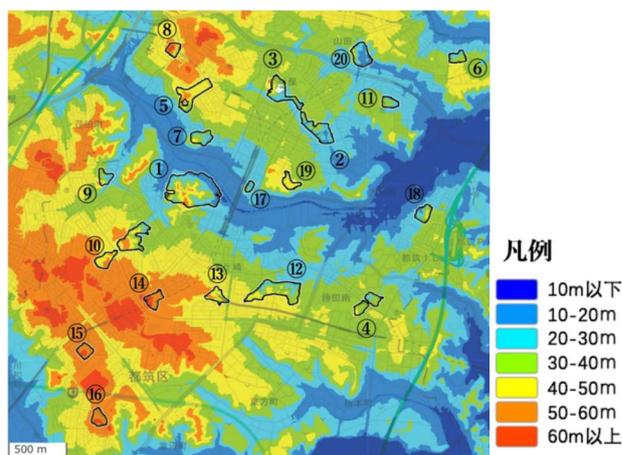


図 1 港北 NT 公園の標高マップ

商業地域周辺に住居系用途地域が広がり、その周辺に市街化調整区域がある。公園は主に住居系用途地域内に立地しており、周辺の住宅地に冷却効果をもたらしていると予想した。団地などの集合住宅は斜面下部の効果が得にくいなど、住宅の種類や緑地との位置関

係も影響すると考えられる。

次に、斜面の上部から住宅地までの断面図を作成し、その勾配と形状に基づき斜面地を類型化した。結果を、図2に示す。

(1) 類型1 急斜面

公園内の標高の高い地点から傾斜角が大きい斜面を経て、住宅に位置する平坦地までの斜面である。

(2) 類型2 緩斜面

類型1（急斜面）より斜面の傾斜角が小さく、集まった冷気の量もより少ないと考えられる。

(3) 類型3 凹地

斜面両端の標高が高く、その間は標高が低い地形で、緑地周辺への冷気移流は発生しにくい類型（代表例：徳生公園）である。ただし、谷戸地形に位置する都筑中央公園（断面1）の標高の高い側の凹地は斜面全体から見ると非連続的で、断面方向の垂直方向で冷気のにじみ出し効果が得られる可能性があり、地形を3次元で捉える必要がある。

3-3. 冷気のにじみ出し効果と影響範囲

成田（2011）によると新宿御苑での実測結果より、緑地境界線から80-90mの位置<sup>6)</sup>まで冷気のにじみ出し効果がある。また、にじみ出し効果は緑地の規模に依存する傾向があり、小規模緑地幅100m以上<sup>4)</sup>が求められる。

今回、断面を示した都筑中央公園、山崎公園では規模や緑地幅を満たしており、冷気移流を観測できる可能性が高いと予測される。

本研究では冷気移流が斜面緑地外部90mまでの範囲に波及すると仮定し、この範囲と重なる建物棟数を集計した（表1）<sup>7)</sup>。全492棟のうち住宅は548棟ある。このうち特に戸建て住宅（287棟）が受ける効果が大きく、夏の夜、就寝時に冷気を感じることであり、省エネ効果が得られる可能性がある。

表1 影響範囲内の住戸棟数

公園名	建物棟数 (棟)	集合住宅 (棟)	戸建て住宅 (棟)
都筑中央公園	235	30	118
山崎公園	257	51	169
合計	492	81	287

4. 山崎公園と都筑中央公園における実測調査

4-1. 実測計画と測定地点

斜面緑地から住宅地までの冷気移流を把握するために、都筑中央公園（以下、T公園）と山崎公園（以下、Y公園）からそれぞれ1つ代表的な断面を選択し、斜面の上部、中部、下部、および周辺住宅地の4つの代表地で温度データを測定した。さらに、中心市街地である2公園に近いエリアで風速と風向を含む気象データを測定した。実測期間は2023年の7月28日～8月10日までの暑い時期に実測した。公園の温度測定は、

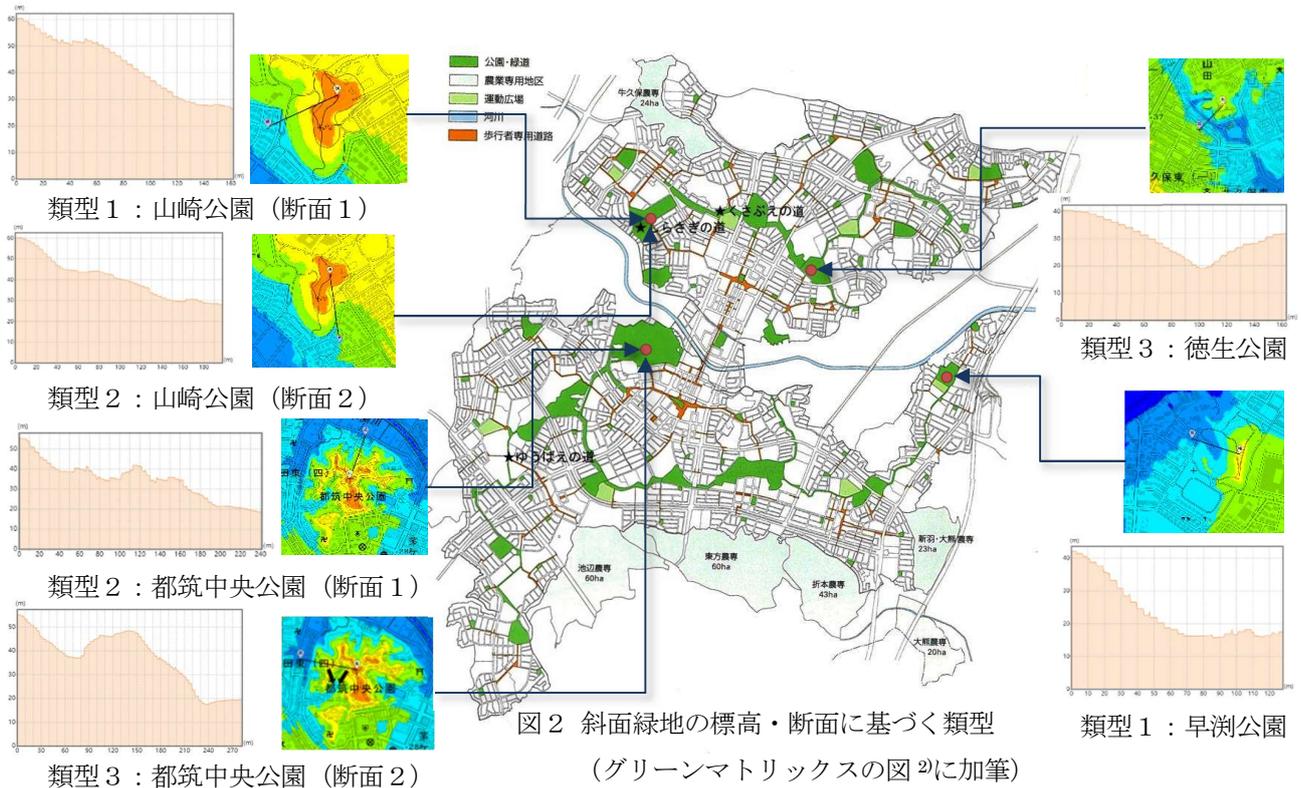


図2 斜面緑地の標高・断面に基づく類型 (グリーンマトリックスの図2<sup>8)</sup>に加筆)

サーモレコーダーRS-14やRT-14を用いて、街路灯や樹木に測定高さ1.8mで固定し、測定間隔は5分で温度を測った。また気象計(MaxiMet GMX-501)を市街地内の商業施設の屋上に設置し、測定間隔1分で、市街地の気温、風速・風向を測定した。

Y公園ではY1~Y4の4か所で実測した(図4)。また、T公園は、谷戸地形が存在するため、谷筋上部から生じる冷気が谷筋下部に下降して集まり(図5の矢印方向)、周辺住宅地に流れ出すと予測し、T1~T4の4か所以外、T6~T9の4か所及びT4の北部に位置するT5とT10の10か所を実測した(図5)。

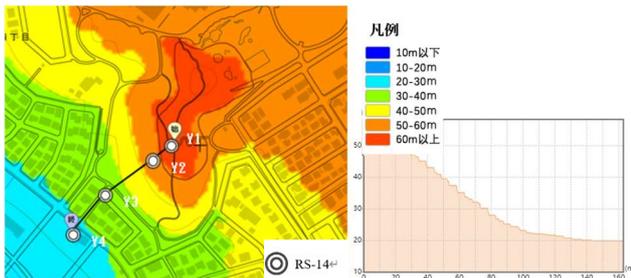


図4 Y公園の測定地点と断面図

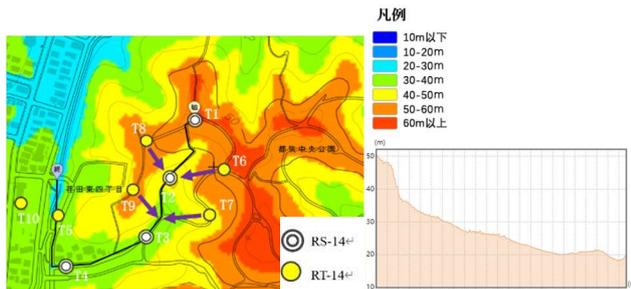


図5 T公園の測定地点と断面図

#### 4-2. 実測の結果

図6および図7に2公園の気温実測結果の一例として、8月1日18時~翌日4時までの気温変化を示す。まず気象計が計測した中心市街地の温度は最も高く、公園及び周辺市街地より1.5°C以上高い。緑地周辺(緑地境界線から90m以内)に位置する住宅地では、夜間に緑地からの冷気移流を受けて、ヒートアイランドの緩和効果が見られる。

次に、斜面緑地の冷気移流の実態を捉えるために、冷気移流の時間帯及び温度降下の程度を調べた。成田(2011)によると弱風である晴天かつ静穏な夜間で、斜面緑地のにじみ出し現象が起こる<sup>6)</sup>。図6、図7によると、0:45~3:15の間に、風速が0.5m/s以下で、中心市街地の温度はほぼ一定になった。しかし、公園及び周辺の4か所の温度が低くなっていた。

Y公園が0.2°C~0.51°Cの気温降下(周辺住宅地

Y4は0.51°C)、T公園が0.61°C~1.11°C(周辺住宅地T4は0.61°C)の気温降下が見られた。該当時間帯に、冷気移流があるため、公園各地点の気温下降効果が示されている。また、Y公園に比べてT公園のほうが気温降下が大きく、特にT2地点は前述の時間帯で、1.11°C気温が降下した。

谷戸地形の影響を確認するために、谷筋上部T6とT8の温度変化を図8に示す。21:00まではT2,T6,T8

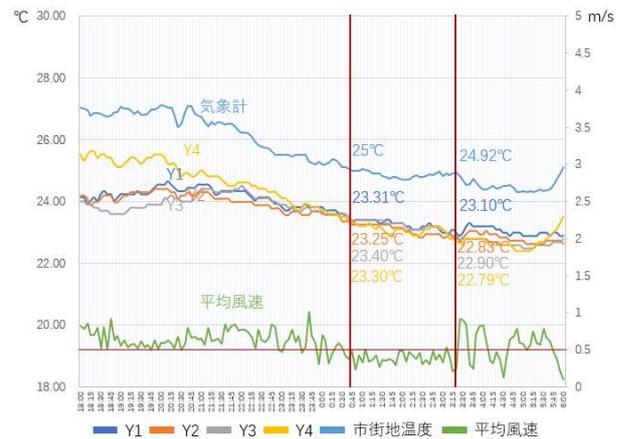


図6 Y公園の気温変化(Y1~Y4)

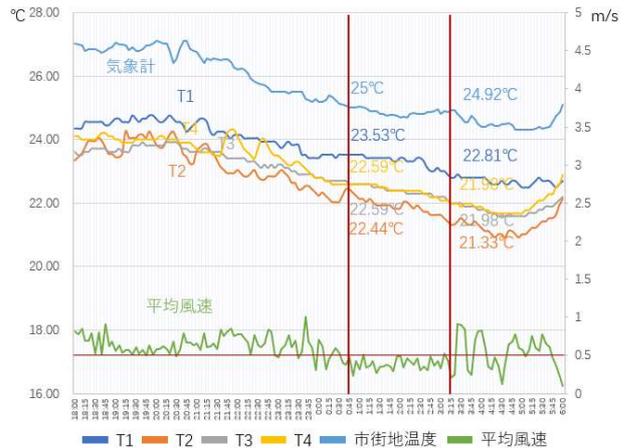


図7 T公園の気温変化(T1~T4)

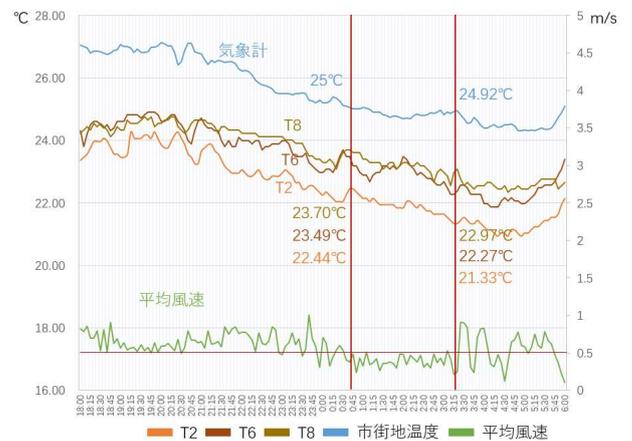


図8 T公園の気温変化(T2,T6,T8)

の3か所の温度差が0.5℃以内であったが、風速が0.5m/s以下に弱くなった。0:45~3:15は、T6とT8の温度が谷筋下部のT2より約1℃~1.5℃高くなる。谷筋上部の両側から生じた冷気が谷筋下部のT2地点に集まった結果である。

### 5. 公園周辺住民へのアンケート調査

夜間冷気移流の効果の活用可能性を検討するために、公園周辺住民にアンケート調査を行った。調査概要は表2、主な調査項目は表3の通りである。Y公園南側の斜面下部に面するエリアのエアコン使用状況に関する回答結果を表4に示す。冷気を感じていない回答者に比べて、冷気を感じている回答者の平均エアコン使用時間・夜間平均エアコン使用時間は少ない傾向（日中約1時間、夜間約1.5時間）が見られる。

T公園西側の斜面下部に面するエリアのエアコン使用状況に関する回答結果を表5に示す。エアコン使用時間の差がY公園よりさらに大きく、日中3時間以上、夜間約2時間の差がある。斜面緑地から生じる冷気の恩恵が、採涼行動に影響を与えている可能性がある。

### 6. まとめ

本研究では、港北NTの斜面緑地を対象に、冷気移流・温度等を実測した。さらに周辺住民へのアンケート調査を行い、住宅側の省エネ効果・採涼行動の実態を確認した。得られた結果を以下に示す。

- (1)斜面緑地からの冷気移流は風速が0.5m/s以下となる深夜に明らかな温度低減効果をもたらしている。
- (2)単純な斜面緑地に比べて、谷戸地形の谷底部の温度降下が大きく、周辺住宅地への冷気流出の効果も大きい。
- (3)夜間、冷気を感じている周辺住民のエアコン使用時間が短い傾向が見られ、斜面緑地の冷気移流が採涼行動に影響を与えている可能性がある。

また、CFDシミュレーションソフト(ENVI-MET)を用いて、斜面緑地からの冷気移流が周辺市街地に流出する過程の再現と影響範囲の推定を試みたが、妥当な結果は得られなかった。今後の課題とし、周辺市街地が享受する斜面緑地の価値を街区スケールで評価・活用することにつなげたい。

表2 アンケート調査概要

	Y公園周辺住戸	T公園周辺住戸
調査期間	2023年9月-10月	
調査方法	ポスティング配布・郵送回収とQRコードによるWeb回答の併用	
配布数	464	766
回収率	20.68%	18.80%

表3 アンケートの調査項目

調査項目	回答方式
公園方向からの冷気を感じるか?	五段階選択
エアコン使用の時間帯	時間帯
エアコン(冷房)設定温度(℃)	自由記述
エアコン以外に使う冷房機器・アイテム	選択+自由記述
実施している暑さ対策	選択+自由記述

表4 Y公園南側住宅地のエアコン使用状況(平均値)

	冷気を感じる (n=15)	冷気を感じない (n=40)
使用時間(h/日)	14.2	15.17
夜間使用時間(h/12h)	5.26	6.71
設定温度(℃)	26.9	26.95

表5 T公園西側住宅地のエアコン使用状況(平均値)

	冷気を感じる (n=16)	冷気を感じない (n=13)
使用時間(h/日)	15.93	19.33
夜間使用時間(h/12h)	7.18	9.08
設定温度(℃)	26.88	26.77

#### [謝辞]

本研究の実施にあたり、都筑区住民の皆様、(株)横浜都市みらい(野田氏)、横浜市環境創造局北部公園緑地事務所より多大なご協力を賜りました。ここに記して感謝の意を表します。

#### [参考文献]

- 1) 国土交通省：ヒートアイランド・ポータル、2017、[https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei\\_environment\\_mn\\_000016.html](https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_mn_000016.html)、(参照2023-1-10)
- 2) 横浜市役所：港北ニュータウン 現況とまちづくりの方針、2020、<https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/machizukuri-kankyo/toshiseibi/jokyo/sonota/nertown/nt.html>、(参照2023-1-10)
- 3) 小笠原峻志・他：横浜市における緑地の類型とそのあり方に関する研究：斜面緑地を中心として、日本建築学会大会学術講演梗概集D-1、pp.831-832、2007
- 4) 成田健一・他：都市内の斜面緑地における夜間冷気のにじみ出し現象：その2 規模が異なる緑地での実測結果の比較、環境工学I(2012)、pp.851-852、2012
- 5) 小島倫直・他：都市内の斜面緑地における夜間冷気のにじみ出し現象：その3 GISを用いた都市域冷気生成ポテンシャルの地図化、環境工学I(2012)、pp.853-854、2012
- 6) 成田健一・他：都市内緑地の冷気のにじみ出し現象、地学雑誌120(2)、pp.411-425、2011
- 7) 横浜市建築局：令和2年都市計画基礎調査(土地利用・建物現況)GISデータ