

琉球大学学術リポジトリ

那覇市の公園緑地におけるクールアイランド： 末吉公園における観測結果

メタデータ	言語: 出版者: 沖縄地理学会 公開日: 2018-11-16 キーワード (Ja): 那覇市, 緑地, クールアイランド, 気温, 天気, 風速 キーワード (En): Naha city, urban green space, cool island, air temperature 作成者: 廣瀬, 孝, 當山, 紘加 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002017682

那覇市の公園緑地におけるクールアイランド ——末吉公園における観測結果——

廣瀬 孝*・當山 紘加**

(* 琉球大学法文学部・** 豊見城市)

Cool Island in an Urban Green Park at Naha City: Observation around the Sueyoshi Park

HIROSE Takashi* and TOYAMA Hiroka**

(* Faculty of Law and Letters, University of the Ryukyus, **Tomigusuku City)

摘要

本研究では、沖縄におけるクールアイランドの実態を探るため、那覇市の末吉公園において周辺市街地と公園緑地の気温差について、定点観測と移動観測を用いて調査をおこなった。その結果、クールアイランド現象は、おもに晴天日の夜間にみられた。また、移動観測の結果、昼夜ともに緑地と市街地では気温差がみられた。クールアイランド強度は、晴天日の方が曇天日よりも値が大きく、クールアイランド強度と風速は負の相関を示し、風速が強いほどクールアイランド強度は小さかった。

キーワード : 那覇市, 緑地, クールアイランド, 気温, 天気, 風速

Keywords : Naha city, urban green space, cool island, air temperature, weather, wind speed

I はじめに

ヒートアイランド現象は都市の抱える問題の一つとして長年にわたって問題視されており、これまでも多くの研究がおこなわれている。一方、高温化した都市内にある緑地では周辺市街地よりも低温な環境が形成されやすい。このような現象はクールアイランド現象と呼ばれ、ヒートアイランド対策として都市内緑地の持つ熱環境緩和効果が期待され、研究が進められている。

成田ほか(2004)は、新宿御苑(58 ha)を調査対象地とし、クールアイランドと冷気のにじみ出し現象について調査を実施し、晴天かつ静穏な夜間ににじみ出し現象が観測され、にじみ出し出現時にクールアイランド強度が大きくなることを明

らかにした。重田ほか(2013)は、大坂城公園(公園総面積105.6 ha)とその周辺都市部を調査対象とし、緑地がもたらす大気冷却効果について気温の定点観測をしている。その結果、午前4~5時の間に2.0℃以上のクールアイランド強度を示し、夜間にはにじみ出し現象を示唆する弱風が観測されたと報告している。また、菅原ほか(2011)はクールアイランドの鉛直構造に関する調査を実施し、緑地の冷気層が最大で高度71 mにまでおよび、この冷気層は風が弱まり雲が晴れることで形成が促進されると報告している。菅原ほか(2014)は、冬季のクールアイランド現象の観測をおこない、落葉の時期以降には緑地と周辺市街地の気温差が小さくなることを明らかにした。

このようにクールアイランド現象についての研

究は、様々な視点から研究がおこなわれているが、それらの研究の多くが日本本土の大都市圏を調査対象地としている。しかし、沖縄は気温の日較差が小さく、冬でも比較的暖かい亜熱帯の気候下であるため、本土地域と気候条件が異なっている。このような沖縄特有の日射や風などの影響を受けて、本土地域とは異なるクールアイランド現象の特性がみられることが期待される。また、クールアイランド現象は、緑地の規模が大きくなるほど明瞭になることが知られており（たとえば、尹ほか1998）、先例研究の多くは都市部に立地する大規模な緑地を調査対象として実施されている。沖縄県では、そのような都市部の大規模緑地がないため、沖縄県にみられる規模の緑地で、どのような温度環境が形成されているのかを明らかにするためには、実際に観測する必要がある。

そこで本研究では、沖縄における公園緑地のクールアイランドの実態を明らかにする第1歩として、沖縄県で最も都市が発達している那覇市の末吉公園を調査対象に観測を実施することで、都市内緑地の温度環境を把握し、クールアイランドを考察することを目的とする。また、クールアイランド現象に影響を及ぼすと考えられる天気、風などの条件の考察や、本土地域での研究結果との比較考察もあわせておこなう。

II 調査の概要

1. 調査対象地

沖縄県でのクールアイランド現象を調査するに

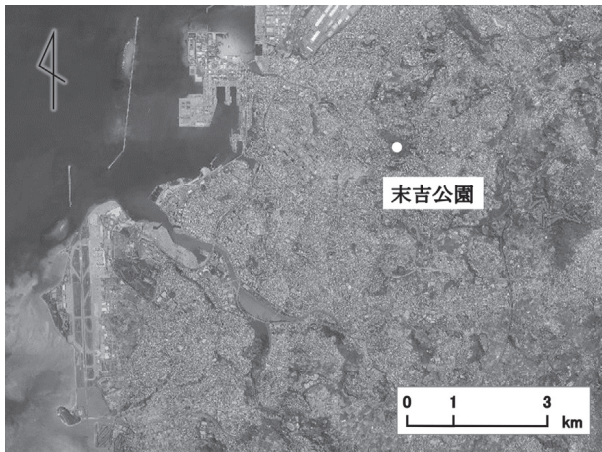


図1 調査対象公園の位置
(地理院地図より作成)。

あたり、調査対象地を那覇市内の公園から選定した。その理由としては沖縄県内で最も都市が発達している地域であることと、市内に那覇气象台があり気温以外の気象データ（降水量、風向、風速、雲量、日照時間など）が有効に活用できると考えたからである。

従来の研究の多くは新宿御苑のような数十haの大規模な緑地で観測されているが、那覇市内にはそのような大規模な緑地がないため、緑地面積が比較的大きい緑地の中から周辺地域の都市の発達などを考慮し、末吉公園を調査対象地とした（図1）。末吉公園は面積18.76haで、緑地のほとんどが樹林地である。

2. 調査方法

緑地と市街地の気温を観測するために、公園の緑地内に5か所、周辺の市街地に2か所の計7か所に、ロガー式温度計（おんどとり Jr.）を設置し



図2 定点観測地点（上）と移動観測ルート（下）
(ベースマップは地理院地図より作成)。

定点観測を実施した(図2)。各温度計は牛島(2000)を参考に自作した自然通風式シェルターに格納し樹幹下の地上1.5 mの高さに設置した(図3a)。市街地に設置した温度計も街路樹を利用し、条件が等しくなるよう配慮したが(図3b)、市街地の1つであるRJ2地点の温度計のみは周辺に適当な樹木がなかったため、のぼり用ポールを設置し温度計を取り付けた(図3c)。緑地内の設置地点は、公園内を通る遊歩道わきの樹木を利用したが、なるべく緑地の中心付近を横断するように、また、緑地内を流れる河川の影響をできるだけ少なくするように、地点を選定した。各地点に設置したロガーに、10分間隔で気温データを記録した。観測は、2015年10月23日から開始し(ただし、RJ2地点のみ11月10日から開始)、現在も継続中であるが、本論文では、2015年11月17日までの観測結果を考察の対象とする。

また、気温データの空間的な補足を目的に徒歩での移動観測も実施した。移動観測では、定点観測に用いた自作の自然通風シェルターとは異なる

形状のシェルターを使用し(図3d)、ロガー式温度計を地上から1.5 mの高さに維持しながらサンプリング間隔10秒で気温を記録した(図2)。その際にGPSを用いて温度計と同じく10秒間隔で位置情報を記録し、GISソフトを利用して気温データと位置情報を重ねることで緑地と市街地の温度環境を観察した。移動観測ルートは各温度計の設置地点付近を通過し、より広範囲に及ぶ市街地の気温が観測できるように設定した(図2)。移動観測は2015年11月12日の昼間(14時~15時)と夜間(23時半~翌0時半)の2回実施した。

なお、本調査では定点観測と移動観測で合計8個の温度計を使用しており、各温度計のセンサー感度の差異を解消するため、温度計RJ1の値を基準としてキャリブレーションをおこなった。データ解析の際には、各温度計の気温データを温度計RJ1の値に補正した数値を使用している。

Ⅲ 結果と考察

1. 移動観測

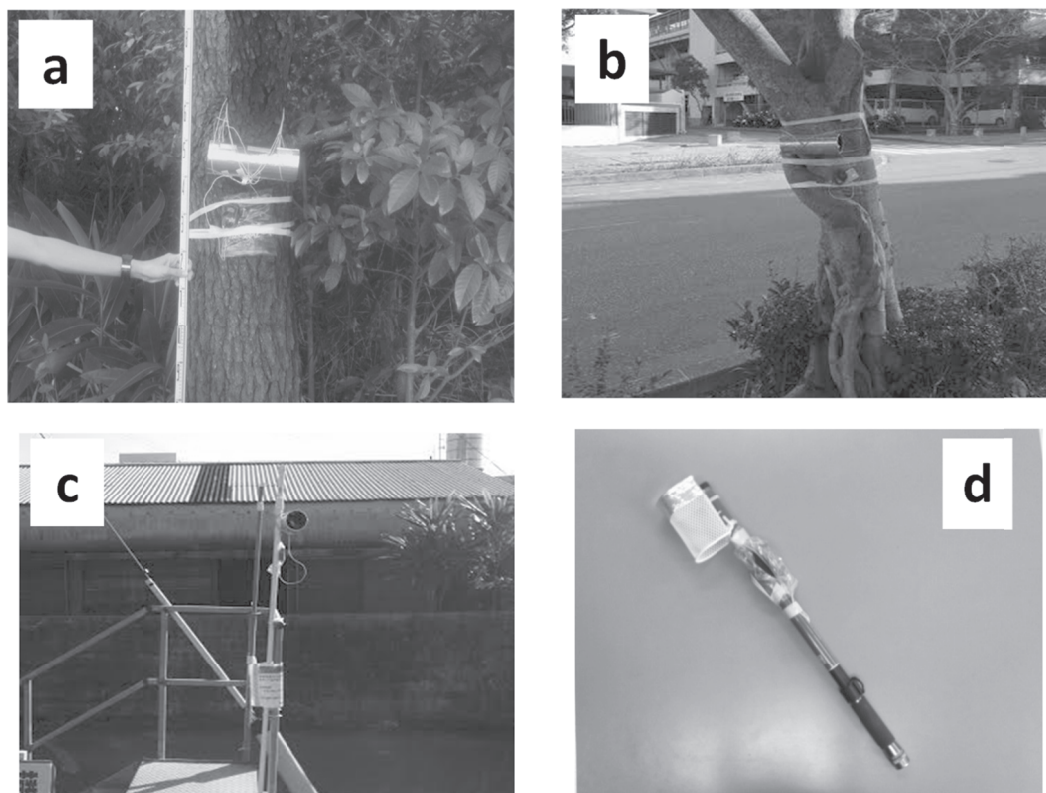


図3 観測機材の様子

(a: 緑地での温度計設置の様子, b: 市街地での温度計設置の様子, c: のぼり用ポールを用いての温度計設置の様子, d: 移動観測で使用した機材)。

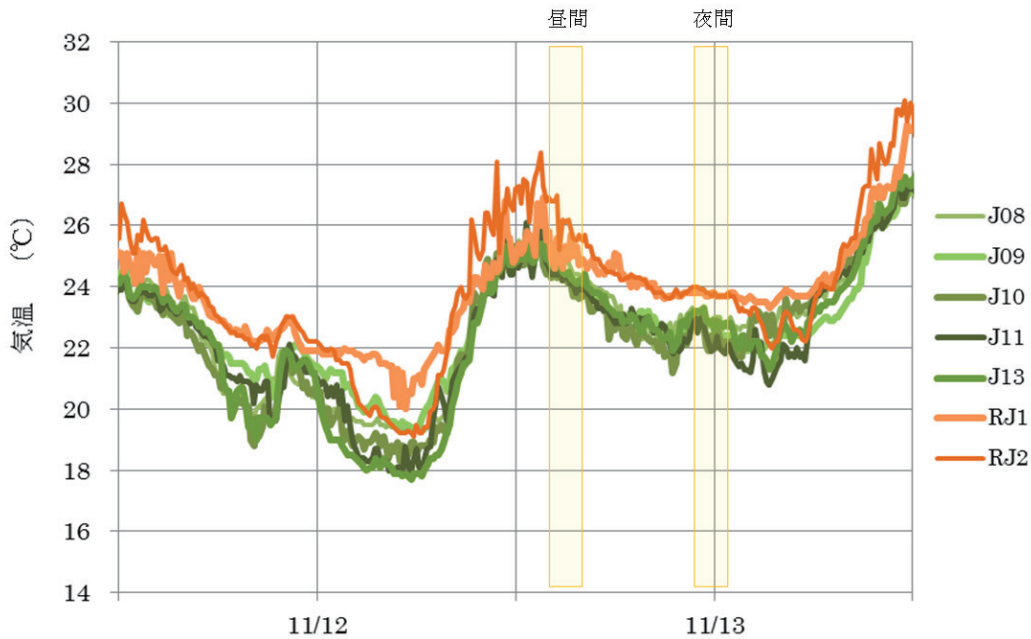


図4 移動観測実施日の気温データ

図4に移動観測実施日の気温データを示した。この日は午前中晴天が続いていたが、正午過ぎ頃から曇り始めたため日積算日照時間は4.5時間（那覇气象台）となり、後述の晴天日の基準をやや下回っている。この日の風向はおもに北寄りの風であったが、移動観測を実施した時間は昼夜いずれも東寄りの風となっていた。

昼間の移動観測結果である図5aをみると、緑地内が市街地に比べて全体的に気温が低くなっている。また、市街地の気温も緑地に近づくにしたがい徐々に気温が低下し、緑地内に関して緑地の中心に近づくほど気温が低くなっている。夜間の観測結果も同様であった（図5b）。したがって、定点観測による結果は、ある程度、市街地及び緑地の傾向を捉えていると考えられる。

2. 晴天日と曇天日におけるクールアイランド

定点観測の結果をみると、夜間を中心に緑地と市街地での気温差が生じ、クールアイランド現象が起きていることが示唆された。しかし、気温差がほとんどみられない日もあり、また、気温差が生じている日でもその気温差の程度にはばらつきがみられた。そこで、このようなばらつきが何に起因するものであるかを考察するため、天気および

風との関係性をみていく。

はじめに晴天日・曇天日におけるクールアイランド現象について考察する。本研究では、那覇气象台における、降水量、日照時間、天気、雲量の観測データをもとに天気を検討し、以下のように考察する晴天日・曇天日を選定した。晴天日としては、重田ほか（2013）が好天日の基準とした、降水量が0.0mmの無降水日かつ日積算日照時間が6.0時間以上の日とし、曇天日は、降水量が0.0mmの無降水日かつ日積算日照時間が3.0時間未満の日として定義した。以上の定義と3時間ごとの天気・雲量を検討し、10月25日0時～10月30日0時までの5日間を晴天日が続いた期間（ただし、10月26日は昼11時から12時にかけて計2.0mmの雨が降り、その間の雲量は9で天気は曇とされているが、そのほかの時間帯は快晴および晴れの天気であったため晴天日の期間に含めた）、11月2日6時～11月5日6時までの3日間を曇天日が続いた期間として考察をおこなった。

図6は、天気別の気温データを示したもので、図7は、クールアイランド強度を求めて示したものである。本研究では、緑地と市街地でそれぞれ気温の平均値を求め、その差（市街地の平均－緑地の平均）をクールアイランド強度とした。晴天

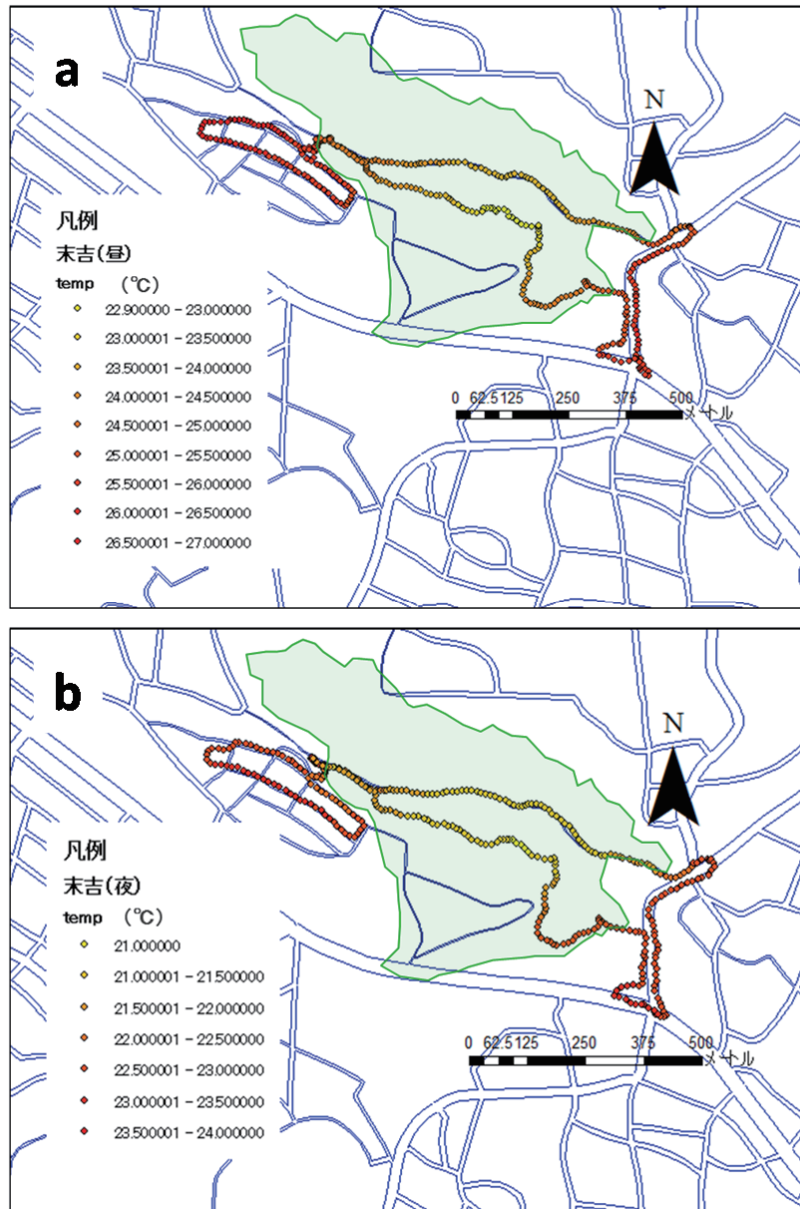


図5 移動観測結果
(a: 昼間, b: 夜間)

日における緑地と市街地の気温差をみると、夜間においてその差をはっきりと確認することができ、3℃程度の気温差が生じている(図6)。曇天日についてみてみると、夜間に気温差がみられる日もあるが、気温差は全体的には晴天日より小さくなっている。昼間の気温については、天気に関係なく緑地と市街地の気温差は小さく、緑地のほうが気温が高い負のクールアイランド現象も確認できる。クールアイランド強度を見ると(図7)、おにも夜間にクールアイランド強度が大きくなって

いる。また、晴天日のクールアイランド強度の平均値は約1.5℃であるが、曇天日の平均値は約0.7℃となっており、曇天日より晴天日の方がクールアイランド強度は大きい。

このように、クールアイランド強度は天気に影響を受けるという結果は本土地域での多くの先例研究とも共通している。先例研究では、夏季の日中においてもクールアイランド現象が観測されている(たとえば、成田ほか2004)。本研究では夏季の気温観測をおこなっておらず、観測期間内では、

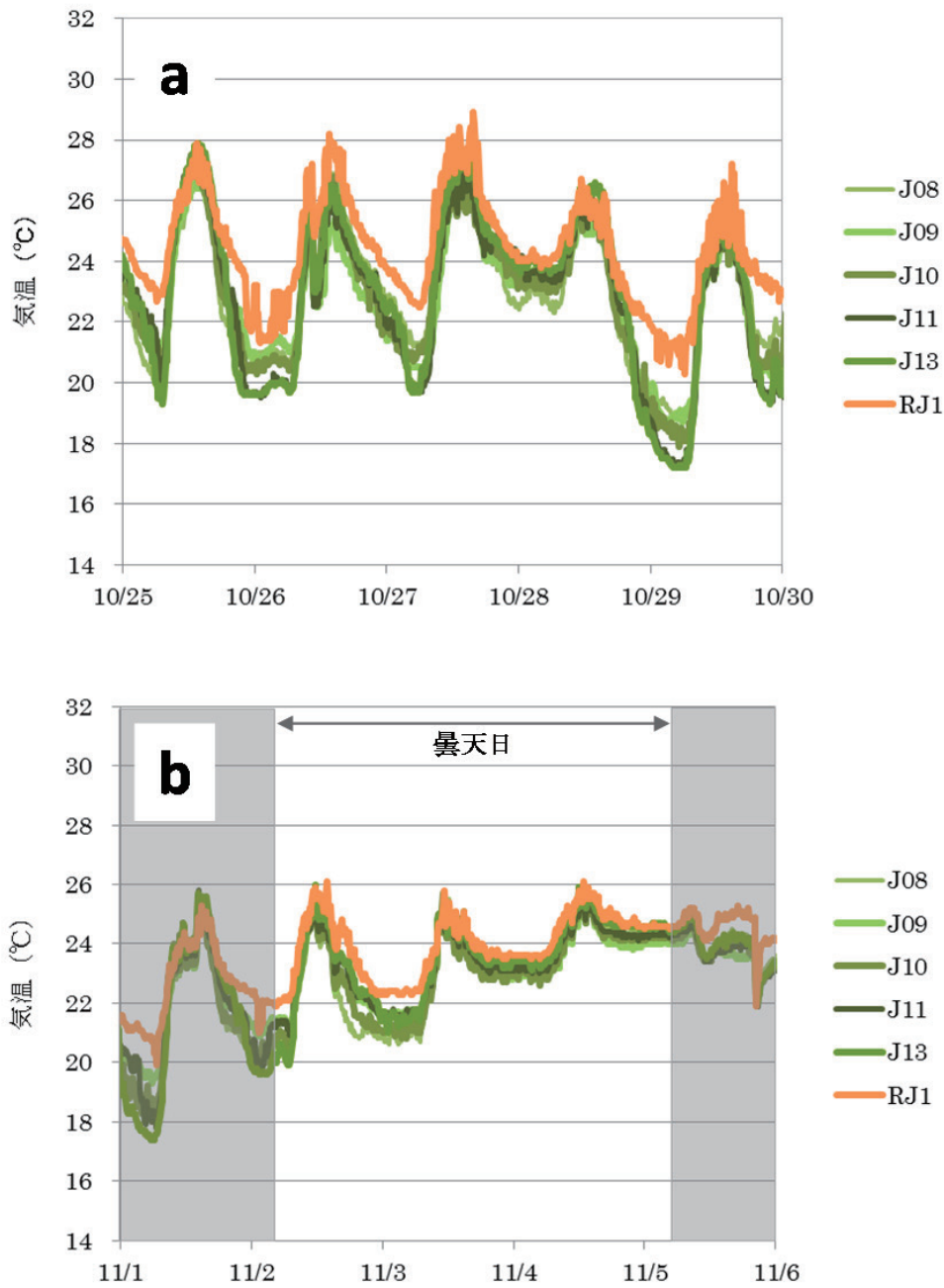


図6 天気別の観測結果
(a: 晴天日, b: 曇天日 (陰影部はのぞく)).

日中のクールアイランド現象は観測されなかった。

負のクールアイランド現象に関しては、菅原ほか (2006) では冬季の日中に負のクールアイランド現象がみられることを指摘しており、その要因を落葉した緑地に比べ市街地では建物の日影が生じるためであるとしている。しかし、本調査対象の緑地は常緑樹で構成されているため、これは当てはまらない。重田ほか (2013) では、夏季の日

中にも負のクールアイランド現象がみられることを明らかにし、その要因を高層建物による熱容量の増加の影響としている。つまり、市街地は高層建物の影響によって緑地よりも日射を受ける表面積が大きくなり、日射により表面温度が高温になるまでの時間に差が生じるためとしている。また、緑地での最高気温を記録する時刻は市街地での最高気温から約2時間後であるとされているが、本

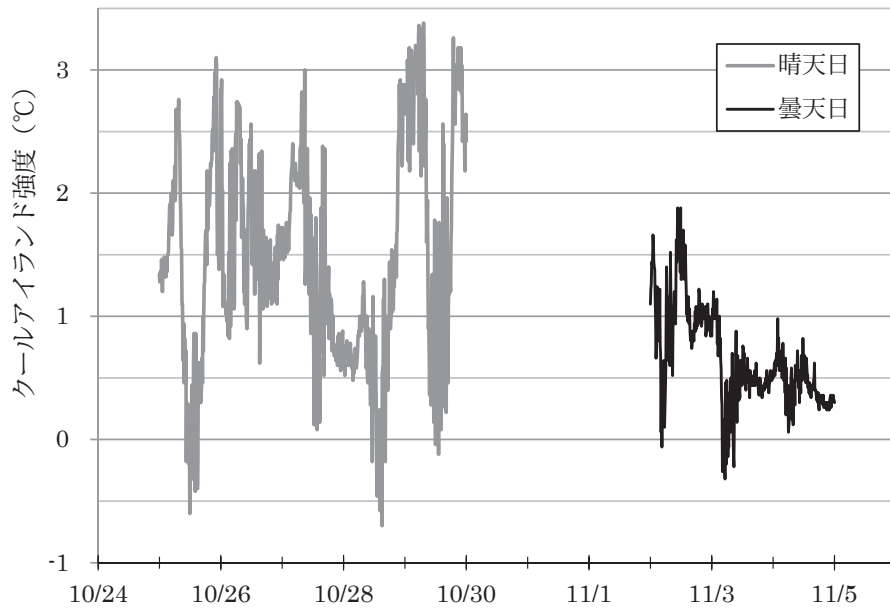


図7 天気別のクールアイランド強度

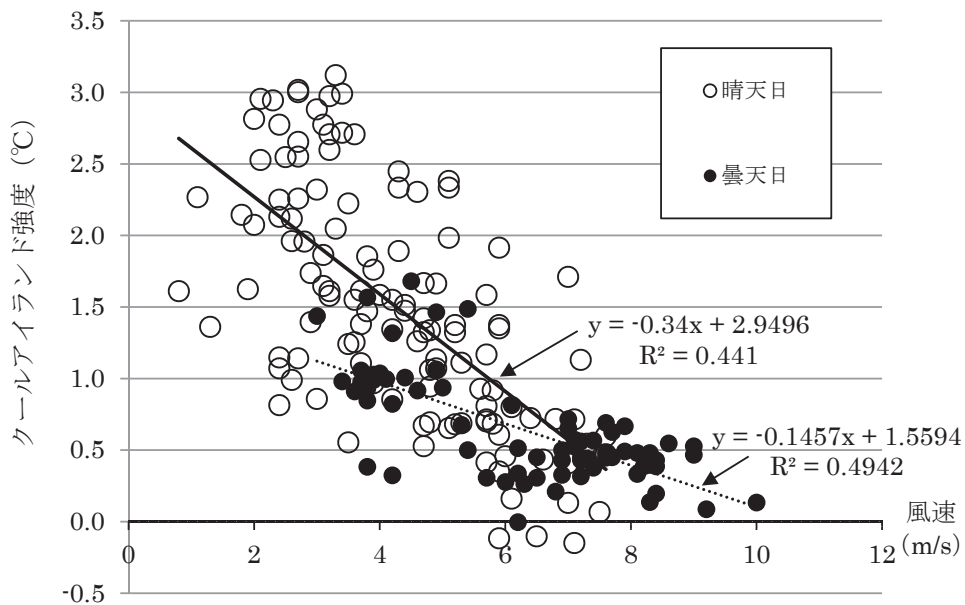


図8 クールアイランド強度と風速との関係

調査の観測結果では緑地と市街地での気温の上昇にそのような時間差はみられなかった。クールアイランド現象は日射や風など様々なものに影響を受けており、負のクールアイランド現象の要因については、今後の研究課題としたい。

3. クールアイランド現象と風速との関係

クールアイランド現象に影響を与えるものとし

て風が考えられるため、風速によるクールアイランド現象の変化について考察する。なお、風速のデータは那覇气象台での1時間ごとの観測値を使用した。調査期間中には、おもに北寄りの風が吹いており、風速は期間中最大で11.8 m/s (2015年10月31日14時)、最小で0.8 m/s (2015年10月27日10時)の風が吹いていた。

風速と気温との関係をみるため、クールアイラ

ンド強度と風速との関係を図8に示した。定点観測で得られた10分ごとのクールアイランド強度を那覇気象台の風速データと対応させるため、1時間ごとに平均した値を用いてグラフを作成した。これをみると、クールアイランド強度と風速の間には負の相関がみられ、風速が強いほどクールアイランド強度は小さくなっている。また、晴天日のほうがその傾きは大きい。この結果は、菅原ほか(2006)で報告された本土地域での観測結果と同じような結果となっている。しかし、沖縄県は本土地域よりも風速の強い日が多いため緑地でのクールアイランド現象に大きく影響を与えていると考えられる。

IV おわりに

本研究では、那覇市の末吉公園において、公園緑地と周辺市街地との気温差について、定点観測と移動観測を用いて調査をおこなった。得られた結果をまとめると以下のようなになる。

- (1) 移動観測の結果、昼夜ともに緑地で気温が低く、市街地で気温が高いことが示された。
- (2) 定点観測の結果、クールアイランド現象は、おもに晴天日の夜間にみられた。ただし、風向や風速など天気以外の気象条件にも影響を受けるためクールアイランド強度は日によってばらつきがみられた。
- (3) クールアイランド強度は、晴天日の方が曇天日よりも値が大きかった。
- (4) クールアイランド強度と風速は負の相関を示し、風速が強いほどクールアイランド強度は小さくなった。

本研究では、気候条件が本土地域とは異なる沖縄県では先例研究と異なる結果が得られると考え調査を実施したが、多くの先例研究と共通するような結果となった。しかし、規模の異なる緑地での観測や、夏季の気温観測の実施や日中にみられた負のクールアイランド現象の要因を解明することなど、多くの課題が残されている。また、クールアイランド現象は本研究で考察をおこなった天

気や風以外にも、日射量や天空率、土地被覆(樹種)など様々な要因に影響を受けて起きていると考えられ、さらに詳細なクールアイランド現象の解析を今後の課題としたい。

本稿は、著者の一人當山が提出した琉球大学法文学部人間科学科地理歴史人類学専攻課程の卒業論文の骨子に加筆修正を施したものである。本研究を進めるにあたり、琉球大学法文学部地理学教室の先生方には貴重な助言を頂きました。また、気温の定点観測をおこなう際には、那覇市公園管理課、那覇市道路管理課、沖縄県土木建築部南部土木事務所の方々に、機材設置の許可に便宜を図って頂き本研究を進めることができました。移動観測では、地理学教室学生の仲宗根健太君、中村優介君にご協力頂きました。本研究をまとめるにあたりご協力頂いた多くの方々に厚く御礼申し上げます。

(受付 2016年4月29日)

(受理 2016年6月20日)

文献

- 尹 龍漢・丸田頼一・本條 毅・柳井重人(1998):都市における公園内外の気温分布得性について。ランドスケープ研究, 61(5), 769-772.
- 牛山素行(2000):『身近な気象・気候調査の基礎』古今書院。
- 重田祥範・高岡利行・大橋唯太・亀掛川幸浩・平野勇二郎(2013):都市内の大規模緑地がもたらす大気冷却効果——大坂城公園の事例——。日生気誌, 50(1), 23-35.
- 菅原広史・東 航平・清水昭吾・成田健一・三上岳彦・萩原信介(2014):冬季のクールアイランド現象。自然教育園報告, 45, 15-18.
- 菅原広史・田中博春・成田健一・中野智子・三上岳彦(2011):都市内緑地におけるクールアイランドの鉛直構造。地学雑誌, 120, 426-432.
- 菅原広史・成田健一・三上岳彦・本條 毅・石井康一郎(2006):都市内緑地におけるクールアイランド強度の季節変化と気候条件への依存性。天気, 53, 393-404.
- 成田健一・三上岳彦・菅原広史・本條 毅・木村圭司・桑田直也(2004):新宿御苑におけるクールアイランドと冷気のじみ出し現象。地理学評論, 77, 403-420.