

地上リモートセンシングを用いた路面電車軌道上に おける緑化の減熱効果

今岡芳子*・西川秀次郎*・中村泰貴*・森 正**・後藤恵之輔**

The Effectiveness of Planting on the Streetcar Line for Thermal Reduction Using Ground Remote Sensing Technology

by

Yoshiko IMAOKA*, Hidejiro NISHIKAWA*, Yasutaka NAKAMURA* Tadashi MORI**
and Keinosuke GOTOH**

Recently global warming development is one of the biggest environmental problems. Global warming arises due to the heat island phenomenon, which again occurs due to the rise in the average temperature in the center of urban areas compared to that of the suburbs. As one of the solutions for reducing this heat island phenomenon and thus in turn global warming, increasing green plantation and vegetation activities at the center of the city is advocated. Accordingly, the objective of this study is to examine the effectiveness of planting on the streetcar line in reducing the heat island phenomenon. This study aims to do so by using ground remote sensing technology. As the instrument of ground remote sensing we have used a thermal camera.

The results of the study show that, we have observed a difference between the planted streetcar line and non planted streetcar line. This is directly contributing toward reduction of heat island phenomenon. And we have expected to reveal the effectiveness of planting on the streetcar line in reducing urban heat island phenomenon.

Key words: Heat island, Thermal camera, Streetcar Line

1. はじめに

ヒートアイランドと呼ばれる都市の気温が上昇する現象が、日本を含め世界の大都市にその影響を及ぼしている。

都市部面積の大きな割合を占める道路舗装は、熱容量が大きく、大量の人工熱や大気汚染物質を放射し、都市部の気温上昇を招いている。特に夏場にその影響が大きく表れている。したがって、都市域の温度上昇を抑えるためには、道路舗装面からの放射熱を減少させることが肝要であるといえる¹⁾。

そこで、ヒートアイランドの緩和策として注目されているのが緑化である。これは植物の蒸発散作用により都市の微気候を改善しようというものである。

緑化の種類は様々なものがあるが、本研究では路面電車の軌道敷における緑化に注目した。これまで路面電車の軌道敷を緑化したものに、鹿児島県の鹿児島市交通局が2004年に鹿児島市電の軌道敷の緑化を行ったものなどがある。この軌道敷の緑化に関して鹿児島県が行った意識調査の結果、9割以上の人

平成19年12月17日受理

* 社会開発工学科 (Department of Civil Engineering)

** 大学院生産科学研究科 (Graduated School of Science and Technology)

が「綺麗」や「環境によい」などの好印象を抱いていることが分かった²⁾。それを受けて、2006年より長崎市にある長崎電気軌道(株)が試験的にやっているのが、2ヵ所の電停(浜口町電停、浦上車庫前電停)の緑化である。本研究では、2箇所の緑化されている電停を、地上リモートセンシングを用いて観測し、解析して、観測結果より緑化における減熱効果を確認した。

2. 調査方法

2.1 熱赤外線映像法とは

熱赤外線映像法とは、物体から放射される熱赤外線エネルギーを検出し、その放射温度を2次元の温度分布に映像化することによって、物体内の状態や性質を調査する方法である。物体から放出されるエネルギーは、物性の違いや同じ物性でも内部の状態によって変化が生じる。この生じた変化を、サーマルカメラ(熱赤外線映像装置)で放射温度分布として観測し、示された熱画像を解析することにより対象物の状態を推測することが可能である³⁾。

2.2 サーマルカメラの概要

今回、本研究で使用したサーマルカメラは、NEC三栄(株)のTH3120MRである。この熱赤外線映像装置は、受動形の高感度赤外放射温度計であり、測定対象物から自然放射されている赤外放射量を光学走査することにより、温度信号を二次元的な電気信号に変換し、温度分布画像を得るための装置である。

検出部から送られたアナログ信号を、コントロール部に送り、処理することでLCD(Liquid Crystal Display)に対象物の温度分布をカラーの画像として表示する⁴⁾。

Photo.1にサーマルカメラの観測風景を示す。

3. 調査内容

3.1 調査対象および調査概要

本調査の調査対象を、長崎市の路面電車を運営している長崎電気軌道(株)の電停のうち、電車軌道上に緑化されている浜口町電停と浦上車庫前電停とした。それぞれの調査日時は、浜口町電停を2007年8月22日の11:18~14:02に行い、浦上車庫前電停を2007年9月22日の0:13~0:03に行った。

Photo.2に浜口町電停の写真、Photo.3に浦上車庫前電停の写真を示す。

本調査では、対象物の経時的な温度変化を捉えるた



Photo. 1 観測風景 (サーマルカメラ)



Photo. 2 調査対象 (浜口町電停)



Photo. 3 調査対象 (浦上車庫前電停)

めに、浜口町電停では1分毎に、浦上車庫前電停では10分毎に観測を行った。また、放射率補正は、測定対象における熱画像の大部分をコンクリートが占めるの

で、コンクリートの放射率 (ϵ) 0.94 として解析を行った。

3.2 調査対象の指定領域の抽出

本調査は、緑化による減熱効果を確認するため、緑化部と非緑化部で指定領域を抽出し、解析を行った。

浜口町電停では指定領域を Fig. 1 の熱画像に示すように、緑化部を芝生 (A・B)、非緑化部を枕木 (C)、バラスト (D)、敷石 (E) を調査領域として抽出し解析を行った。

また、浦上車庫前電停では指定領域を Fig. 2 の熱画像に示すように、緑化部を芝生 (A・B・C)、非緑化部を枕木 (D)、バラスト (E)、アスファルト (F) を調査領域として抽出し解析を行った。

4. 調査結果

4.1 浜口町電停

浜口町電停での調査結果において最高温度差は、12:13 に緑化部である芝 B の 32.96℃と、非緑化部である枕木の 53.43℃から 20.47℃となった。このときの熱画像を Fig. 3 に示す。枕木の温度が高くなったのは、防腐剤として油を使用することが多く、色が黒ずむことがあり、調査を行った浜口町電停の枕木も太陽光による熱を吸収しやすい黒色や茶褐色などになっていたことが、理由に考えられる。

次に Fig. 4 に浜口町電停の指定領域の時系列的温度変化のグラフを示す。この結果、調査時間全てにおいて、緑化部と非緑化部で 8.17℃~20.47℃の温度差があり、緑化部の温度が非緑化部より低いことがわかった。

緑化部では、時間の経過に関わらず温度が 35℃~40℃程度を示した。非緑化部の中で枕木の温度は、調査開始直後に最大値を示し、時間の経過による温度差はほとんど見られない。これに対して、バラストと敷石は時間の経過とともに温度が上昇し、ともに 55℃を超える温度となった。

4.2 浦上車庫前電停

浦上車庫前電停での調査結果において最高温度差は、12:43 に緑化部が芝 C の 40.72℃と、非緑化部である枕木の 56.37℃から 15.65℃となった。浦上車庫前電停調査においても浜口町電停同様、緑化部と枕木で最大温度差を示した。このときの熱画像を Fig. 5 に示す。

次に Fig. 6 に浦上車庫前電停の指定領域の時系列的温度変化のグラフを示す。調査時間全てにおいて、緑

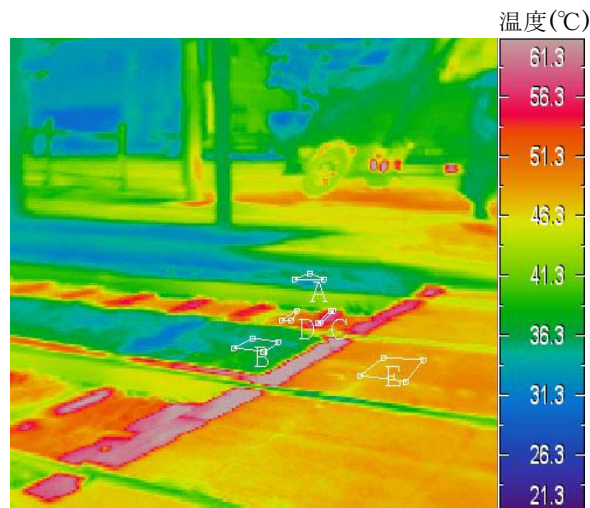


Fig. 1 指定領域 A~E を示す熱画像
(2007年8月22日11:18撮影)

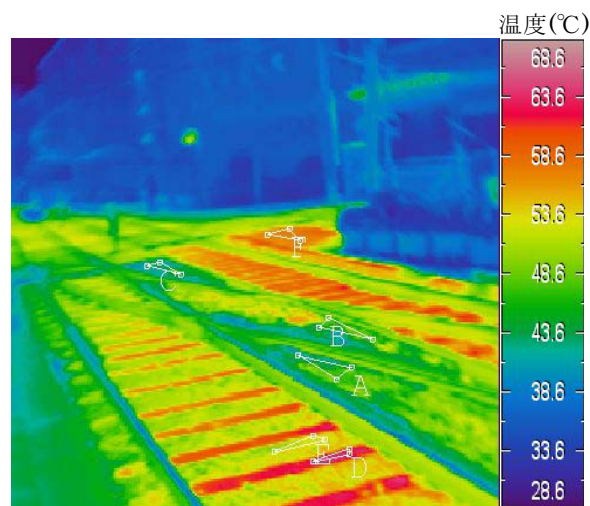


Fig. 2 指定領域 A~F を示す熱画像
(2007年9月20日13:59撮影)

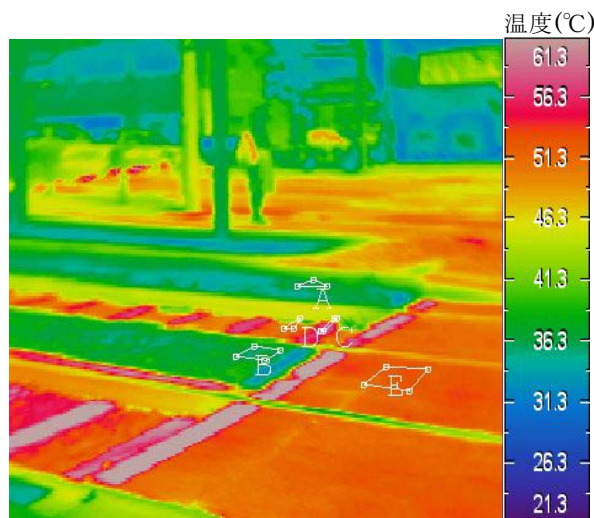


Fig. 3 最高温度差時の熱画像
(2007年8月22日12:13撮影)

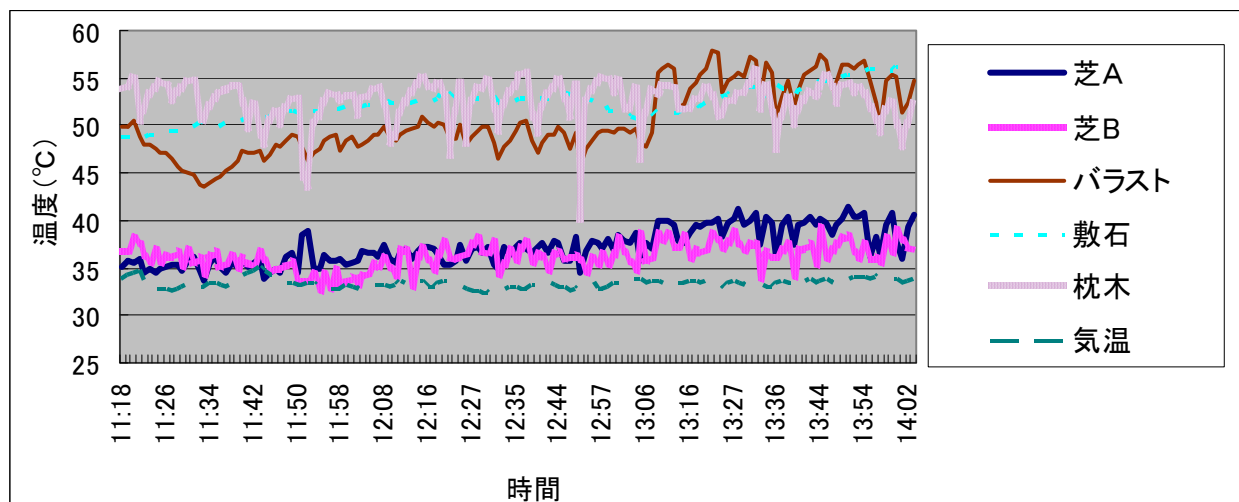


Fig. 4 指定領域の時系列的温度変化

化部と非緑化部で 0.04℃～15.65℃の温度差があり、緑化部の温度が非緑化部より低いことがわかった。

緑化部において、芝A、B、Cの調査結果を比較すると、最高温度は芝Bが最も高く、次いで芝A、芝Cとなった。これは指定領域を選定する際、視覚的に健全な箇所を選んだが芝Bは枯れている箇所が多く、減熱効果が小さくなったので温度が高くなったと考えられる。対照的に、芝Cは健全な箇所が多く、減熱効果が大きくなり温度が他の緑化部より低くなったと考えられる。

また、夜間における緑化部の調査結果を見ると、芝Bの温度が最も低くなった。これは、芝Bは枯れている箇所が多く、土がむき出しになっていたため、アスファルトなどと比較すると、温まりやすく冷めやすいという土の性質が影響したと考えられる。これに対して、芝Cは昼間に太陽光により蒸散を活発に行っているが、夜は二酸化炭素を排出し続けるため、温度があまり低くならなかったと考えられる。

次に非緑化部について見ると、枕木・バラスト・アスファルトは緑化部に比べると常に高い温度を示し、太陽の高度が増すにつれて、緑化部と非緑化部の温度差に広がりを見せた。また、夜間では非緑化部の中で枕木が最も低い温度を示したが、太陽光が当たる時間には、枕木が最も高い温度を示した。このことから枕木はバラストやアスファルトに比べると、温まりやすく冷めやすいといえる。

5. まとめ

本研究では、ヒートアイランドの緩和策として注目されている緑化について、地上リモートセンシングを用いて温度観測し、減熱効果を確認することを目的

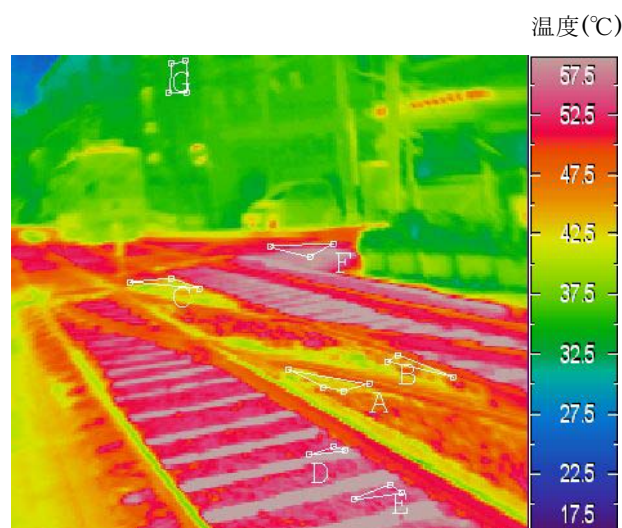


Fig. 5 最高温度差時の熱画像 (2007年9月20日12:43撮影)

として、長崎市の路面電車を運営している電気軌道株の浜口町電停と浦上車庫前電停の2箇所の軌道敷緑化の調査を行い、その減熱効果を確認した。以下に研究結果を述べるとともに、結論を示す。

サーマルカメラによる調査において、緑化部と非緑化部では温度差があることが明らかであった。浜口町電停では、緑化部と非緑化部との温度差が最大で 20.47℃を示した。また、気温の上昇とともに、緑化部と非緑化部の温度差が大きくなっていることが確認できた。浦上車庫前電停では、緑化部と非緑化部との温度差が最大で 19.61℃を示した。また、夜間での観測において、不健全な箇所の多い芝は、土が露出されるため温度が低くなり、健全な芝では温度はあまり低くならないことがわかった。

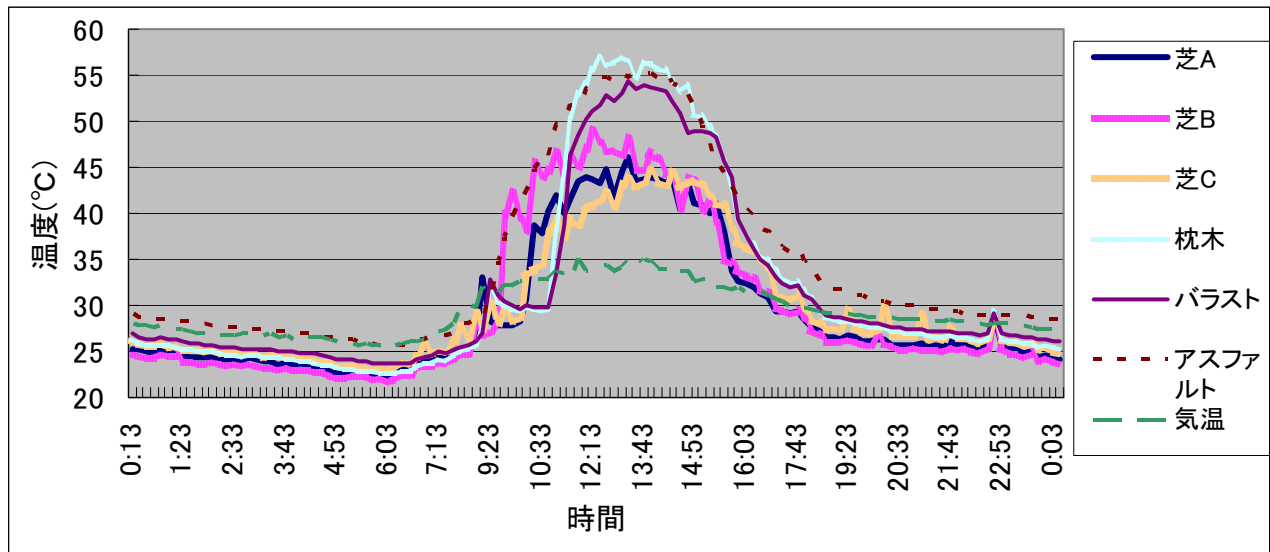


Fig. 6 指定領域の時系列的温度変化

以上の結果から、路面電車の軌道上に緑化することはヒートアイランド現象に対して減熱効果を有していることが確かめられた。さらに、路面電車の利用者にとっても涼しさを提供し、景観もよくなるなど様々な効果をもたらすことが可能であると考えられる。

今後の課題としては、1年間通じての観測を行うことで、夏季と冬季による減熱効果の違いを確認することと、緑化に使用する土や施工法の違いによる生育状況を確認していく必要がある。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、長崎電気軌道㈱には、資料の提供と観測に多大なるご協力を頂いた。ここに感謝の意を表す次第である。

参考文献

- 1) 佐々木章典：地上リモートセンシングを用いた屋上・壁面緑化の減熱効果に関する研究，長崎大学工学部社会開発工学科卒業論文，p.4，2004.2.
- 2) 長崎電気軌道㈱：提供資料.
- 3) 建設省土木研究所：熱赤外線映像法による吹付けのり面老朽化診断マニュアル，1998.
- 4) NEC 三栄株式会社：サーモレーサ コントローラ 部取扱説明，p.5，pp.1～6，p.16.