

## 都市ヒートアイランドの計測制御システム

研究代表者 慶応義塾大学環境情報学部 久保幸夫

Monitoring and Management of Urban Heat Island

Sachio KUBO, *Research Director of CREST*

Faculty of Environmental Information, Keio University

### 1. 研究の概要

ヒートアイランドは、都市の気温が周辺に比べて高くなる現象であり、地球温暖化においても都市人口比率が 50%を超える現在においては大きな寄与をしている。この現象は、従来、中高緯度地方の冬期に顕著に観察されていたが、夏季、あるいは低緯度地方でも発生していることがわかってきた。そこで、本研究においては東京、上海、バンコクの東アジアの巨大都市を選定し、リモートセンシングと気象観測からヒートアイランドの発生メカニズムを探るとともに、ヒートアイランドの緩和方法の研究をおこなっている。

### 2. 現在までの中間成果報告

#### 2.1 成果内容の要約

##### (1) リモートセンシング班

ヒートアイランド現象においては、都市の粗度（建物）が大きく作用すると考えられるため、人工衛星データから粗度を求めるシステムの作成を行った。また、上海、バンコクにおける土地利用データを作成するため、空中写真、TM データなどの利用を行った。

熱映像に関しては LANDSAT/TM データから作成したほか、別予算でタイの AIT で取得された NOAA/AVHRR のデータ（1日4シーン）をインターネットを用いて収集している。

アルベドはヒートアイランドの生成に重要な係わりを持つが、東京、上海、バンコクに関してアルベドの分布データの作成を行った。



画像 1 上海の Landsat-TM 画像(1993 Band:6,7,4)。

上海市中心部（画像中央）の地表面温度は周辺部に比べて高温（白く）になっている。

##### (2) モニタリング班

## ● 気象計の設置

本研究においては、東京、上海、バンコクの 3 都市の比較研究を行うことにしているが、実態解明のため、観測ネットワークの設置を行った。東京においては、高精度気象観測計を 23 ヶ所に風向・風速・気温・湿度の自動計測装置を設置し、原則として 1 日 1 回以上の頻度で電話回線を通してデータ（時別値）回収している。このほか、80 ヶ所に温湿度のみを計測するデータロガーを設置し、2 ヶ月ごとにデータ回収を行っている。上海においては、6 ヶ所の観測ステーションを華東師範大学の協力を得て設置した。バンコクにおいては 7 ヶ所(AIT、チュラロンコン大、カセサート大、KMITT、KMITL、マヒドル大、SEAFDEC) に気象観測計を設置したほか、データロガーを 3 ヶ所（バンコク市役所、同出張所、反公害センター）に設置した。これらの海外のデータはインターネットを通じて日本に送られている。

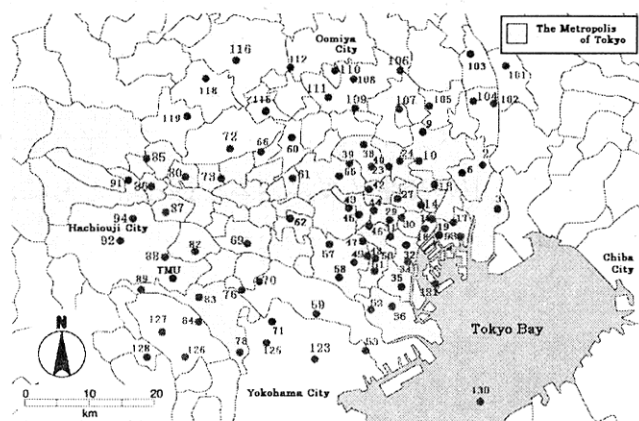


図 1 東京地区高密度気象観測ステーション設置図

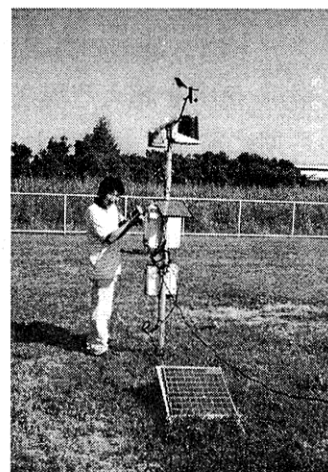


写真 1 AIT（バンコク）に設置された気象観測ステーション

## ● 集中観測

樹林によるヒートアイランド抑制効果測定するため、1997 年 8 月に東京の明治神宮、代々木公園周辺において集中観測を行った。また、水面による抑制効果を測定するため、1998 年 8 月に東京の荒川河川敷で集中観測を行った。また、熱帯都市におけるヒートアイランド現象の存在を確認するためにバンコクにおいては移動観測を 1997 年 6 月、9 月および 12 月に実施し、ヒートアイランド現象が存在することを確認した。

また、バンコクにおいて水害によってヒートアイランドが抑制されることが確認されたが、このことはかつて水面が多かった時代には現在よりも快適な環境であったことが裏付けられた。



写真 2 移動気象観測装置を装着した観測車

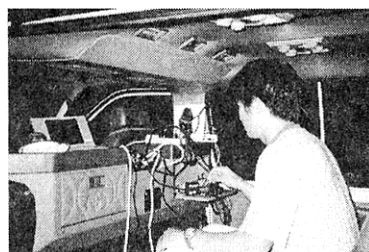


写真 3 移動気象観測風景

## (3) 土地利用班

ヒートアイランドの発生要因のうち、土地利用は大きな部分を占める。また、表面粗度も土

土地利用と密接に関連している。本班では、各都市の土地利用データの整備を行い、GIS で利用できるようにした。これと同時にモニタリング班で収集されたデータを GIS 上で分析できるようにした。

また、土地利用の変化や建物の配置パターンによってヒートアイランドがどのように変化するかを考察するために、モデル班で作成したモデルを援用してシミュレーションを行った。事例として、首都移転が実施された場合、ヒートアイランド現象がどのように発生するか、また、建物を地域内にどのように配置すればヒートアイランド現象に変化がみられるのかを分析した。

また、1998 年度においては、ヒートアイランドの経済的意味について検討をおこなった。

#### (4)モデリング班

平成 8 年度においてはメソスケールモデルを用い、土地利用・人工排熱を制御指標とした都市熱環境のフィージビリティスタディーを行った。まずモデルの特性を調べるため、2次元鉛直断面座標系における地形、地表面被覆、人工排熱、建物密度の影響評価を行った。また甲府盆地及び東京を対象として、都市活動の平面的再配置及び立体的再配置による都市気候緩和効果の検討を行った。さらに、ヒートアイランドの人間生活への影響の強さを考慮した新しい都市熱環境の評価指標の提示を行った。平成 9 年度においては、街区スケールのモデルにおいても検討を行った。また、このモデル作成のため、パラメータ収集を行った。

平成 10 年度においては、モデル作成のための基礎データとして、都市境界層の熱・放射収支の実測を行った。典型的な密集住宅地として下北沢を、中高層団地として多摩ニュータウンを、戸建て新興住宅地として千葉県市原市千原台ニュータウンを選定し計測を行った。

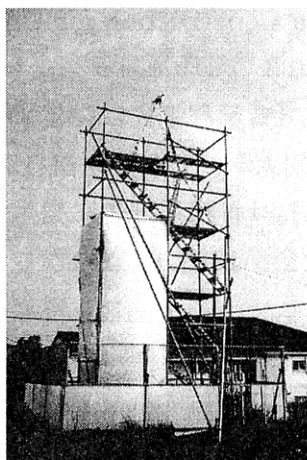


写真 4 千原台ニュータウン内に設置した観測用タワー

## 2.2 発表論文等の記載

### (1) 論文発表

著者名、「タイトル」、掲載誌名

・浦野 明・一ノ瀬 俊明・花木啓祐、「Impact Analysis of Three Dimensional Replacement of Urban Activity on Urban Thermal Environment」、International Symposium on Monitoring and Management of Urban Heat Island KEIO UNIV. Proceedings

・貞廣 幸雄・福井 弘道・岡部 篤行・一ノ瀬 俊明、「Heat Island in New Capitals:A Simulation Study」、International Symposium on Monitoring and Management of Urban Heat Island KEIO UNIV. Proceedings

- ・浦野 明・花木 啓祐・一ノ瀬 俊明・下堂 蘭 和宏、「都市活動の立体的再配置による熱環境の制御に関する研究」、環境システム研究 25
- ・一ノ瀬 俊明・浦野 明・花木 啓祐・下堂 蘭 和宏、「Impact Analysis of Three Dimensional Replacement of Urban Activity on Urban Thermal Environment」、"Klimaanalyse für die Stadtplanung" Second Japanese-German Meeting KOBE
- ・一ノ瀬 俊明・浦野 明・花木 啓祐、「Sensitivity Analysis of Building Drag Effect and Anthropogenic Heat Release in Urban Environment」、"Klimaanalyse für die Stadtplanung" Second Japanese-German Meeting KOBE
- ・大森 雄治、「タイ バンコクにおけるヒートアイランドの計測」、慶應義塾大学大学院 平成 9 年度修士論文、1998.1.16
- ・高橋 俊行、「熱帯都市におけるヒートアイランドの分析～バンコクにおける空間構造を中心として～」、慶應義塾大学大学院 平成 10 年度修士論文、1999.1.18

## (2) 口頭発表

発表者、「タイトル」、学会名、日時

- ・大森 雄治・久保 幸夫、「タイ国 バンコクのヒートアイランド観測（第 1 報）」、日本地理学会 1997 年度秋季学術大会、1997.10.11-12
- ・白 迎玖・久保 幸夫、「上海市におけるヒートアイランドの計測と考察」、地理情報システム学会第 6 回研究発表大会、1997.10.16-17
- ・史 中超、「3D Visualization Data Construction for Urban Science」、The 4<sup>th</sup> Optional 3D Measurement Techniques、1997.10.3
- ・岡部篤行・貞廣幸雄・一ノ瀬俊明、「首都移転先に発生するヒートアイランドの予測」、日本地理学会 1997 年度秋季学術大会、愛知大学、1997.10.11-12
- ・貞廣 幸雄・岡部 篤行・一ノ瀬 俊明、「首都移転先に発生するヒートアイランドの予測」、地理情報システム学会第 6 回研究発表大会、1997.10.16-17
- ・貞廣 幸雄、「首都移転時におけるヒートアイランド現象の発生について」、The Association of American Geographers、1998.3.26
- ・岡部 篤行・泉 岳樹、「The Effect of the Revolution of Japanese Capital on a Thermal Environment」、International Geographical Union HONG KONG、1998.6.23
- ・史 中超・柴崎 亮介、「A Study of GIS Database Revision Using High Resolution Satellite Images」、International Conference on Modeling Geographical and Environment System with Geographical Information System HONG KONG、1998.6.25
- ・牛山 素行・三上 岳彦、「東京圏における高密度都市気候観測網の整備について」、日本地理学会 1998 年度秋季学術大会、1998.9.26
- ・一ノ瀬 俊明・浦野 明、「Regional Warming Related with Land Use Change During Recent 150 Years in Japan」、The Second Symposium on Urban Environment, AMS Albuquerque、1998.11.3
- ・一ノ瀬 俊明・浦野 明、「日本の近世以降の土地利用変化がもたらした局地的な気候変動」、日本気象学会秋季大会、1998.10.20
- ・一ノ瀬 俊明・浦野 明、「日本の近世以降の土地利用変化がもたらした局地的な気候変動」、日

本地理学会秋季学術大会、1998.9.26-27

・一ノ瀬 俊明 (ポスターセッション)、「Regional Warming Related with Land Use Change During Recent 150 Years in Japan」、ドイツ気象学会 Deutsche Meteorologentagung 1998、1998.9.15-16

・三上 岳彦・浜田 崇・桐原 博人、「Cool Island Phenomena in a Large Green Park in Tokyo」、The Second Symposium on Urban Environment, AMS Albuquerque、1998.11.5

・史 中超・柴崎 亮介、「An Approach to Road Extraction from High Resolution Satellite Imagery」、International Conference on Spatial Information Science and Technology 98、1998.12.15

・岡部 篤行・貞廣 幸雄・泉 岳樹、「緑地配置によるヒートアイランド緩和効果」、第7回地理情報システム学会学術研究発表大会、1998.10.15

・栗崎 直子・福井 弘道、「土地利用状況が都市ヒートアイランドに及ぼす影響の統計的分析」、第7回地理情報システム学会学術研究発表大会、1998.10.15

・巖 網林・黄 少博・史 中超、「高解像度リモートセンシングデータによる都市住宅形態の類型化—上海を事例として—」、第7回地理情報システム学会学術研究発表大会、1998.10.15

・史 中超、「Automated Building Extraction from Digital Imagery」、ワークショップ Automatic Extraction of Man-Made objects from Aerial and Space Images、1997.5.5

・一ノ瀬 俊明、「Feasibility Study on Effective Utilization of Sewage Heat in Urban Area with GIS」、International Conference Urban Ecology Leipzig 1997、1997.6.25-29

・一ノ瀬 俊明・浦野 明・花木 啓祐・下堂 和宏、「Impact Analysis of Three Dimensional Replacement of Urban Activity on Urban Thermal Environment」、"Klimaanalyse für die Stadtplanung" Second Japanese-German Meeting KOBE、1997.9.26

・貞廣 幸雄・福井 弘道・岡部 篤行・一ノ瀬 俊明、「Heat Island in New Capitals:A Simulation Study」、International Symposium on Monitoring and Management of Urban Heat Island KEIO UNIV.、1997.11.19-20

・一ノ瀬 俊明・浦野 明(ポスターセッション)、「日本の近世以降の土地利用変化がもたらした局地的な気候変動」、環境科学会 1998 年会、1998.10.1

### 3. 今後の研究の方向

#### ●今後の研究予定

1999 年においては、データ解析、モデルの精緻化などを重点におき、最終年度においては、ヒートアイランド緩和の方策を中心としてまとめる。

#### (1) モニタリングデータの整理・解析

1997 以降の観測データが収集されているが、まだ十分な解析を行っていない。そこで、東京、上海、バンコクのデータ整理を行い、比較を試みる。

#### (2) 3次元プロファイルデータ等の取得

ヒートアイランドの構造のうち、3次元プロファイルに関して、気球等を用いて観測を行う。また、熱収支、アルベド等についても測定を行う。

#### (3) 土地利用データ、建物データの整備とデータベース化

土地利用データ、建物データを衛星画像等から作成し、データベースとして整備を図る。

#### (4) ヒートアイランドモデルの精緻化

上記のデータをベースとしてヒートアイランドモデルの精緻化を行う。

#### (5) シミュレーション

今後、アジア都市が発展しつづけた場合、どのように気温上昇が起るかシミュレートする。この温度上昇に伴う問題点（エネルギー利用増加、大気汚染増大、疾病など）を検討する。また、都市構造を最適化することにより、温度上昇をどの程度抑制できるか検討する。

#### (6) 国際的な比較

このプロジェクトにおいては、主としてアジアの大都市における研究を中心としているが、アメリカの大都市（ロサンゼルス、アトランタ）を対象としている NASA、ヨーロッパ都市を対象としているフライブルグ大学などの研究成果を突き合わせ、異なる気候、異なる都市構造においてヒートアイランドがもつ共通性と相違に関して国際的な比較を行う。

#### ● 研究成果の見通し

本研究において、当初予定していた研究は、おおかたスケジュールどおりの進行状況にある。従来、都市環境設計においては、気象的要因はほとんど取り込まれてこなかったが、今回のプロジェクトを契機にこの問題への関心が高まりつつある。気候学・気象学のみならず、都市計画や健康科学において貢献できるような成果をあげたいと考えている。

すでに、中間的な研究成果は 1998 年に開催した国際シンポジウムにおいてだされているが、1999 年にはタイでミニワークショップを開催し、研究成果の現地への移転を計画している。2000 年ははじめには同様なミニワークショップを中国でも開催する計画である。また、2001 年には東京で国際シンポジウムを開催する予定である。