

「クリマアトラスの作成に関する基礎的研究」<sup>†</sup>

—埼玉県東部地域を対象として—

寒林 晃弘<sup>※</sup>

## Basic research on the construction of "Klimaatlas"

- Case study on eastern part of Saitama prefecture -

Akihiro KANBAYSHI

## 1. はじめに

近年、環境共生型都市づくりや環境共生住宅市街地モデル事業が創設され、都市、地域、建築計画に対して環境への配慮項目が導入されるようになった。そうした計画には、地域特性の理解が不可欠であるが、我が国では都市や地域ごとの気候特性の資料が未整備で情報も未加工のままである。一方、環境調和型のまちづくりを積極的に進めているドイツでは、気候学的視点から対象地域を分析し、その成果をまとめたクリマアトラスが建築や都市計画の支援ツールとして用いられている。そこで本研究では、日本型のクリマアトラスの試作を目的に、気象データと人工衛星データの解析、代表的な土地被覆における独自の熱環境実測、CFDによる風通しと建物配置の関連に関する気流解析を行った。対象地域は、都心のベッタタウンとして更なる開発が予想される埼玉県東部地域とした。

## 2. 気象データを用いた地域気候特性の解析

地域の気候特性を把握するためには、まず気象データを解析することが基本となる。そこで本研究では解析を行う気象観測データとして、信頼性の高さと収録されている気象要素が豊富である点を考慮し、建築学会編集の拡張アメダス気象データ(以下 EA データ)を採用した。EA データには、気温、絶対湿度、水平面全天日射量、大気放射量、風向、風速、降水量、日照時間が特別値で収録されており、さらに計算プログラムによって直達日射量、天空日射量、斜面日射量、地中温度などの気象要素が算出できる。ここでは、対象地域の浦和、越谷、久喜と東京の1986年～1995年の気象観測データを統計処理し、各地域の気候特性を把握した。さらに、対象地域においてパッシブ建築に利用可能な「気候ポテンシャル」を明らかにした。

対象地域では主に日射、地中冷熱、風の利用が可能であることが確認できた。日射は冬(1、2月)のピーク時

に700～800W/m<sup>2</sup>程度あるので、南面する開口部を大きく設けることによりヒーティングの効果が期待できる(図1)。地中温度は夏季日中の気温よりも7～9℃程度低いので、クールチューブなどによる冷熱利用が可能である(図2)。さらに夏季の日中には、海風が平均して2m/sの風速で地域に吹き込んでおり、通風による効果が期待できる。主風向は東京・浦和が南、越谷が東北東と南南東、久喜が東南東である。

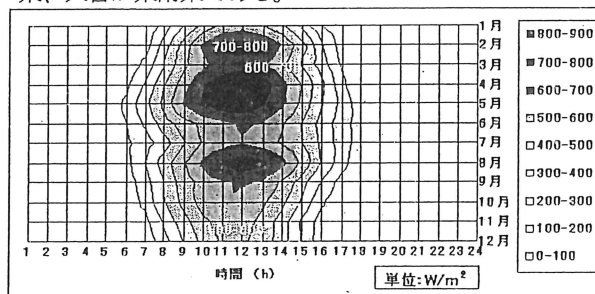


図1 対象地域(久喜)における日射量の月別日変化

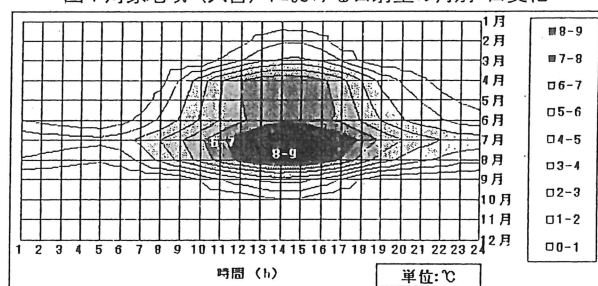


図2 対象地域(久喜) 気温-地中温度の月別日変化

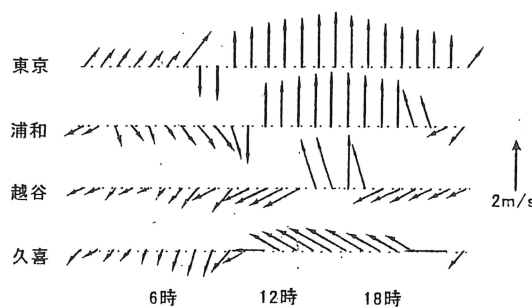


図3 8月の風系ベクトル

<sup>†</sup>本研究に関し、2000年度日本建築学会(東北)において発表を行った。<sup>※</sup>建築学専攻

3. 衛星リモートセンシングデータの解析

地表面の被覆状況はその土地の微気候を決定する重要な要素のひとつである。そこで、ランドサットTMデータの解析によって対象地域の地表面被覆状況を明らかにし、クリマトラスの基本となるクリマトープ（特色をもった小さな気候空間単位）図を作成した。

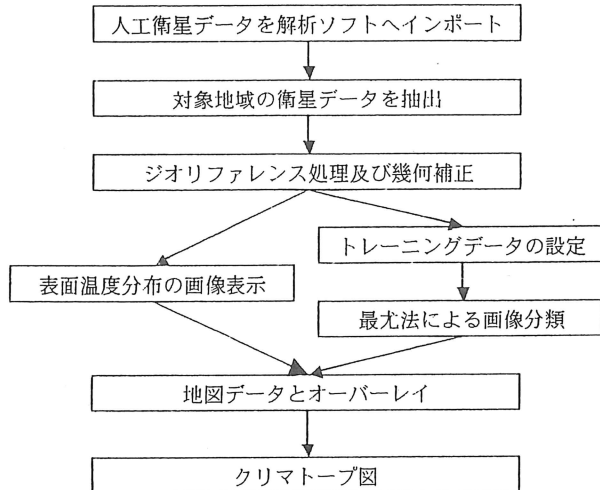


図4 地表面形態分布と表面温度分布の解析手順

ランドサットTMデータの解析には、米国MicroImages社の解析ソフトTNTmipsを用いた。解析のプロセスを図4に示す。ジオリファレンス処理（地図データや衛星データに緯度経度を設定する作業）には国土地理院1/20万地勢図を利用し、幾何補正（衛星データの歪みを補正すること）にはアフィン変換式を用いた。土地被覆の分類は教師付き分類の最も代表的な方法である最尤法を用いた。分類結果を図5に示す。今回の解析は在住地域であること、地形図や土地利用図などさまざまな情報が揃っていたことからかなり良い精度で地表面形態分布を把握できた。複雑な地表面を構成する都心域においてもかなり精度の良い分類結果が得られ、また熱バンドとのオーバーレイから緑地や水域の低温性、人工被覆物の高温性について把握できた。さらなる分類精度の向上には細分類を行うには時間を掛けたグランドトゥールズ（現地調査）と厳密なトレーニングデータの作成が必要である。今回用いた衛星データ（1997.4/14）は地上での分解能が28.5mであるため、結果（土地被覆状態の分類）の詳細性という面では限界を感じた。

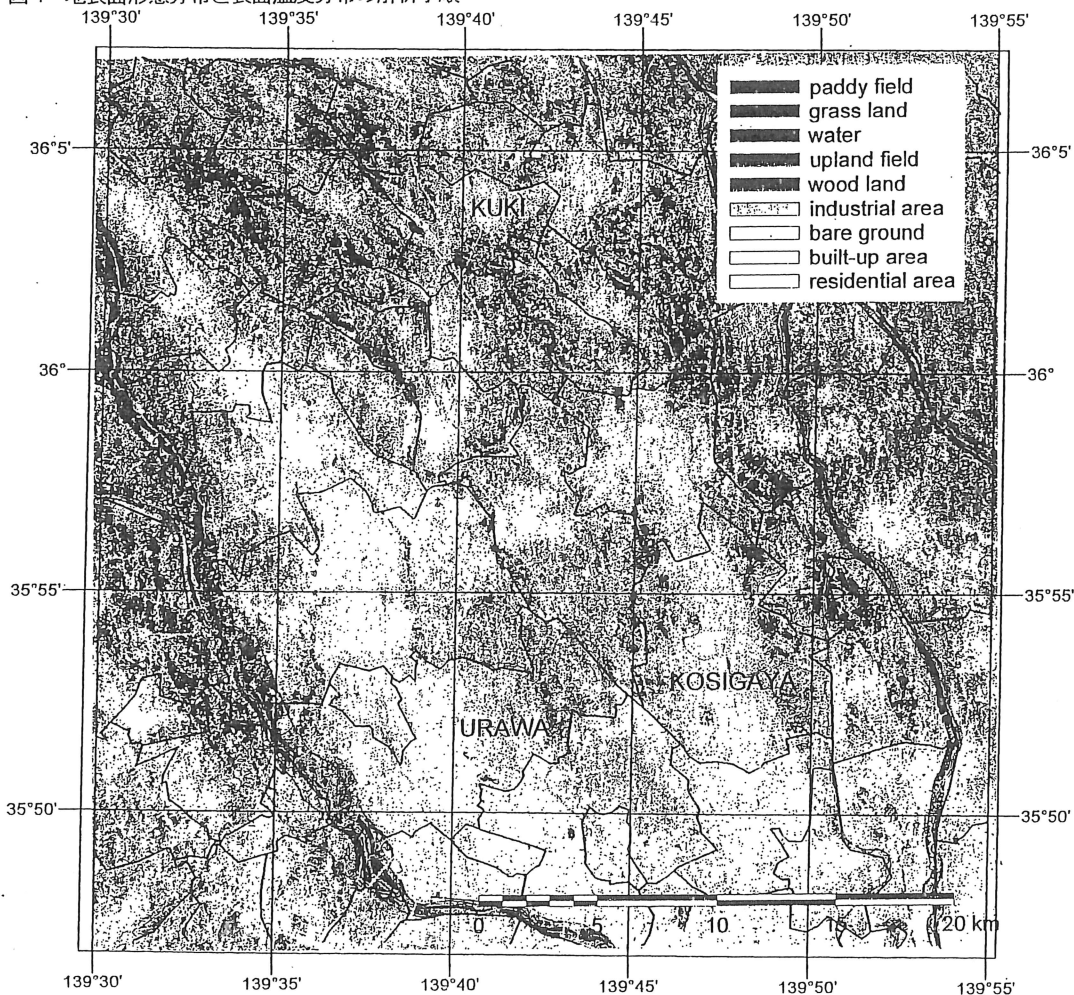


図5 埼玉県東部地域の地表面形態分布

4. 地表面被覆別の熱環境の実測

局地気象や微気候などを形成する気象的な要因のひとつである太陽放射エネルギーの熱収支は、主に土地被覆の状況や建築外部空間を構成する材料や空間形態によって決定される。そこで、地域を代表するような土地被覆の熱環境の特性を把握するため独自の観測を行った。今回は特に開発により減少が予想される水田に着目した。

4.1. 水田上の熱収支観測

埼玉県宮代町宮東の水田にて春季(2000.5/25.26)と夏季(2000.8/24.25)に定点観測(風向・風速、気温・湿度、放射量、顕熱流束、表面温度、地中温度)を行い、データの解析から水田上の熱収支を明らかにすることができた。使用した測器と設置ポイントを図6に示す。

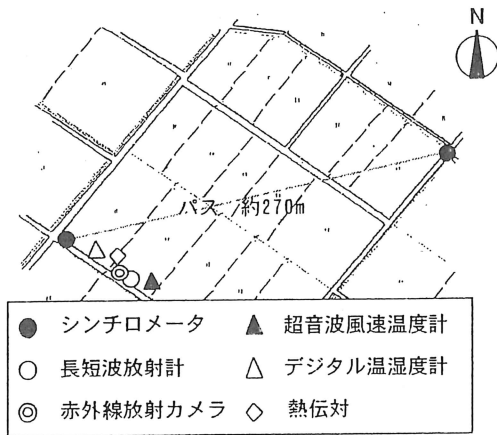


図6 使用測器と測器の設置状況

地表面の熱の収支をまとめると以下のような関係式で表すことができる。

$$R_n = H + LE + G$$

$R_n$ : 正味放射量 ( $W/m^2$ ),  $H$ : 顕熱流束 ( $W/m^2$ )  
 $LE$  ( $L$ : 水の気化熱,  $E$ : 蒸発散量): 潜熱流束 ( $W/m^2$ )  
 $G$ : 地中への伝導熱流 ( $W/m^2$ )

水田上の熱収支では各熱流束が正味放射に占める割合が春季と夏季では大きく異なることがわかった。春季の水田は、水が張ってあることから地中への伝導熱流の割合が大きく、水中への貯熱により周辺空気層の加熱を抑制する効果が大いことがわかる。また、正午からは蒸発散に伴う潜熱 ( $LE$ ) の配分が大きくなるのが特徴である(図7)。夏季の日射エネルギーの大半は蒸発散に伴う潜熱 ( $LE$ ) に配分され、大気を加熱する顕熱 ( $H$ ) や蓄熱となる成分 ( $G$ ) は非常に小さい点の特徴である。また、夏季の顕熱は正午頃をピークに春季よりも早いペースで下降しており、夕方前からは顕熱が負の値を示すことから積極的に周辺空気を冷やしていることが確認できた(図8)。

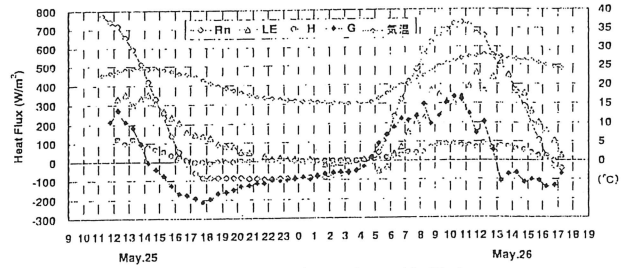


図7 春季水田上の熱収支

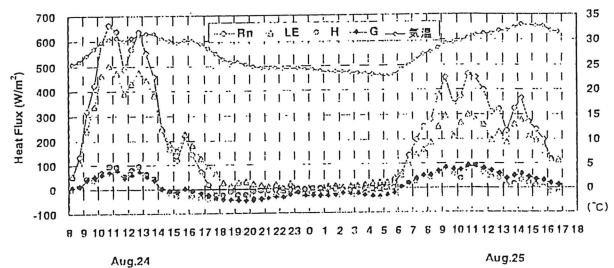


図8 夏季水田上の熱収支

4.2. 赤外線放射カメラによる表面温度観測

埼玉県宮代町、日本工業大学建築棟の屋上にて、2000.9/18.19に赤外線放射カメラ(日本アビオニクスTVS-600)による表面温度観測を行った。観測期間中の天気は、日差しが強く真夏日のような晴天であった。測定した地表面被覆ごとの表面温度変化を図9に示す。住宅は日中最も高温となるが夜間は速やかに冷却する。それに対しアスファルト舗装面は、蓄熱量が大きく夜間でも高温を保っている。それ以外の田畑、果樹園など宅地化以前の被覆面はほぼ同様の温度変化を示している。

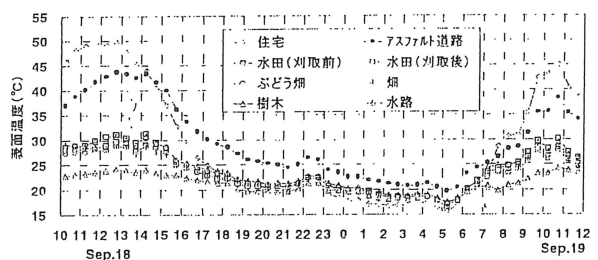


図9 土地被覆ごとの表面温度時間変化

5. シミュレーションによる風系の解析

今回の解析では、河川上の風を市街地へ導くために効果的な建物配置の検討と、風向と直交する街路で建物高さや街路幅の比率を変えた場合の街路空間内における気流の解析を行った。数値シミュレーションには乱流解析ソフト STREAM (ソフトウェアクレイドル) を用いた。

5.1 河川風を周辺地域に導くのに有効な建物配置の検討

ここでは高層建物の河川に対する角度の変化による違いを対象とした。図10に建物配列に使用したモデルと建物配列の状況を示す。河川の両岸に建物モデルを対象に配列した。計算条件は以下の通りである。

対象範囲 : X方向 1000m Y方向 1250m Z方向 200m  
 メッシュ数 : X方向 186 Y方向 186 Z方向 28  
 乱流モデル : 標準  $k-\epsilon$  モデル  
 流入風速 : 1/4 勾配流 基準風速 3m/s (5m高さ)

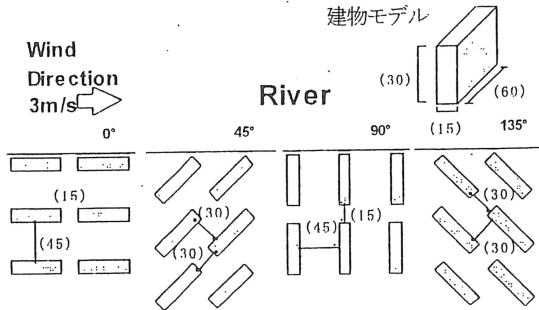


図10 建物モデルと建物配列のパターン

河風の流入範囲の広がり、 $45^\circ < \theta < 90^\circ < 135^\circ$  の順となる。 $135^\circ$  と  $90^\circ$  では周辺市街地への河風の誘導が非常になされていることが明らかになった。(図1-10)  $0^\circ$  は遮蔽度が高いため河川風の流入が妨げられており、 $45^\circ$  は気流が河川中央に収束されており、周辺市街地への河風の流入は見られない。

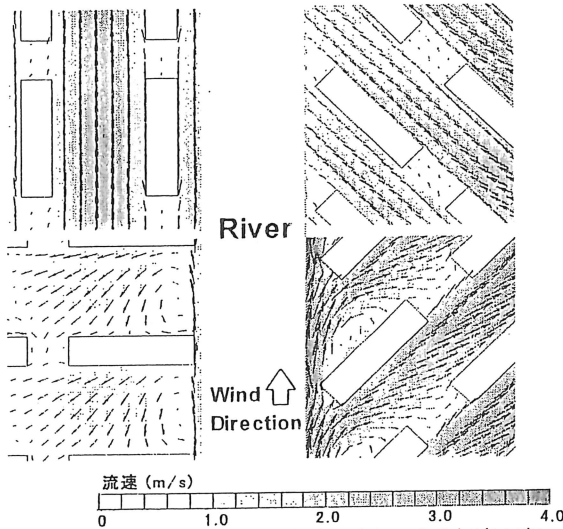


図11 高層建物の河川に対する角度の変化による気流の違い

5.2. 街路空間内における気流の解析

ここでは風向と直交する2次元街路で高ささと建物間隔の比率が変化した場合の風系を解析した。図12に建物配列の状況を示す。乱流モデル、流入風速は5.1.と同一。

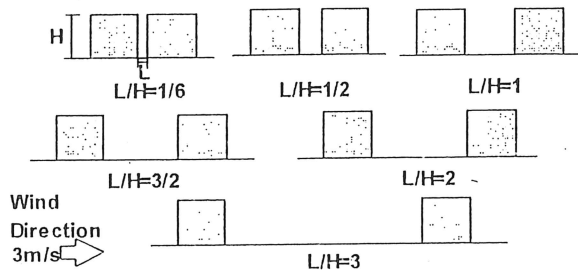


図12 建物配置のパターン

図13は建物間に気流の変化が見られない。図14は非常に弱い流速ではあるが建物間で循環が見られる。図15~17ではもっとも明確に循環流が発達していた。図18では建物間に2つ気流の渦が発生している。

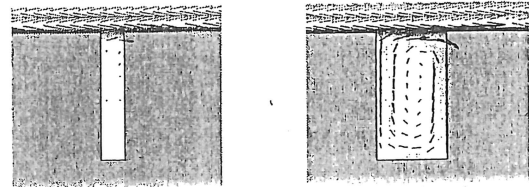


図13 L/H=1/6

図14 L/H=1/2

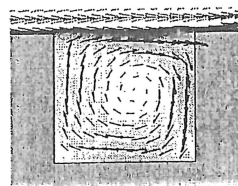


図15 L/H=1

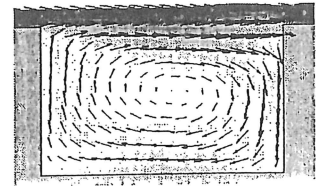


図16 L/H=2/3

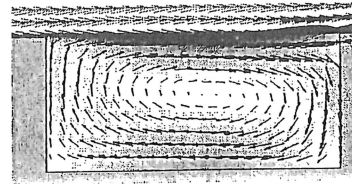


図17 L/H=2

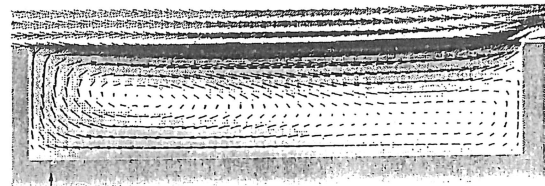


図18 L/H=3  
 流速 (m/s) 0 1.0 2.0 3.0 4.0

6. 結論

ドイツにおけるクリマアトラスは、主に大気汚染対策を目的とした新鮮空気の都市への導入がテーマとされているが、本研究では対象地域の開発に伴うヒートアイランド化を念頭に夏の暑さ対策を主眼に研究を行った。気象データの分析から対象地域で利用可能な自然エネルギー(地中冷熱、日射、風)を確認できた。人工衛星のデータ解析からは微気候を形成する地表面の被覆状況を把握することができた。また独自の熱環境実測からは、水田上の熱収支を解析し水田の冷却効果を明らかにした。さらに気流の解析から風通しの良い街路形状を考察した。本研究の目的である対象地域のクリマアトラスの試作というレベルには残念ながら至らなかったが、一連の作成プロセスから熱環境の改善につながる地域のポテンシャルを明らかにできたことは非常に大きな成果といえる。

参考文献 1) 日本建築学会『都市環境のクリマアトラス』ぎょうせい 2) 梅下野 晃『住まいの環境学』放送大学 3) 日本建築学会『拡張アメダス気象データ』丸善 4) 成田健一『都市内河川の微気象的影響範囲に及ぼす周辺建物配列の影響に関する風洞実験』建築学会計画系論文報告集 第442号 p.27-35,1992.12