隣接する都市における土地利用と標高を考慮した気象の実態に関する研究

—長野市と須坂市を対象にして—

A STUDY ON ACTUAL WEATHER CONDITIONS CONSIDERING LAND USE
AND ALTITUDE IN ADJOINING CITIES

—The case of Nagano city and Suzaka city, Japan—

岩井一博*¹, 高木直樹*², 山下恭弘*³

Kazuhiro IWAI, Naoki TAKAGI and Yasuhiro YAMASHITA

*In order to research the actual weather conditions in adjoining cities (Nagano City and Suzaka City), Weather maps were drawn with temperature and relative humidity data.**The authors obtained the following results:*

- (1) *Temperature and relative humidity data in Suzaka City correlated with land use and altitude.*
 - (2) *Weather maps of level area were made by drawing with land use maps through observing remote sensing data and measurement data of weather.*
 - (3) *Weather maps of hilly area were made by drawing with altitude maps and measurement data of weather.*
 - (4) *Weather maps at the coldest day in Nagano City and Suzaka City were made by drawing with the level area and the hilly area data.*
- As result, Temperature of Suzaka City in early morning is lower than that of Nagano City.*
- (5) *Wind direction and wind velocity was factor of the difference between a temperature in Nagano City and Suzaka City. In Suzaka City, Mountain and valley winds are major influence factor.*

Keywords : *klima atlas, land use, altitude, remote sensing, urban climate, provincial city*

クリアトラス, 土地利用, 標高, リモートセンシング, 都市気候, 地方都市

1. はじめに

本研究者は、今までに約20km四方の領域における気象の実態を明らかにし、パッシブ手法や建物の熱負荷シミュレーション計算のための基礎資料を整備してきた。その結果、約20km四方の長野市においては土地利用や標高（同様の植生において）が等しい場合、気温と相対湿度は信頼度95%でほぼ一致する事が明らかになっている^{1)~5)}。しかしながら、この領域を越える周辺地域の気象については十分な検討を行っていない。具体的には、土地利用や標高による気象の同一性がどの範囲まで適応されるかについては明らかになっていない。

一方、既報²⁾では対象を低層住宅地域に限定し、長野市と周辺都市の気温と相対湿度の比較を行った。その結果、一部を除いて多くの地点のデータが長野市とは異なる結果となった。また、(財)建築環境・省エネルギー機構による住宅の次世代省エネルギー基準と指針⁶⁾には、長野市と須坂市は東西で隣接しているにもかかわらず、それぞれの区分がⅢ地区とⅡ地区に該当し、両都市の外界気象は異なる事が示されている。この様な背景により、本論文では長野市と隣接する須坂市を対象に、

土地利用と標高を考慮した気温と相対湿度の実測を行い、両都市の気象の違いとその要因について明らかにする。その際、土地利用と標高毎に代表点をそれぞれ設け、そこで得られた気象データを同様の土地利用と標高に対応させた分布図を作成し評価する。この様にして対象地域を隣接都市に拡張していく方法は、従来行なわれているアメダスデータを用いて任意の地点の気象を推定する方法に比べ、より実際に近い値を知る事が可能と考える。

この結果が、住宅のパッシブ手法や熱負荷計算のための基礎資料、並びに地域における都市計画のための検討資料（クリアトラス）になる事を研究の目標とする。

2. 既往の研究内容と本論文の位置づけ

地方都市を対象とした研究報告には、佐藤ら⁷⁾による宇都宮市における垂直温度分布と顕熱の実態把握、安藤ら⁸⁾による東広島市の地表面被覆状況と温熱環境の相関、堤ら⁹⁾による那覇市における市街地の表面温度分布の実態、石田ら¹⁰⁾による旭川市の気温分布とヒートアイランド

*1 信州大学工学部 技術専門職員・博士(工学)

Engineer, Dept. of Architecture and Civil Engineering, Faculty of Eng., Shinshu Univ., Dr. Eng.

*2 信州大学工学部 助教授・工博

Assoc. Prof., Dept. of Architecture and Civil Engineering, Faculty of Eng., Shinshu Univ., Dr. Eng.

*3 信州大学工学部 教授・工博

Prof., Dept. of Architecture and Civil Engineering, Faculty of Eng., Shinshu Univ., Dr. Eng.

強度の検討、堀部ら¹¹⁾によるリモートセンシングデータを用いた津市の都市気候調査、高島ら¹²⁾による豊田市における夏季と冬季の気温と風の移動測定調査、浮田ら¹³⁾による岡山市の気温と絶対湿度の分布予測などが挙げられる。この他、都市気候に関する研究には多くの報告^{14)~29)}があり、こうした一連の研究により国内各地の気象データやその特性が明らかになった。

しかしながら、これらの研究では土地利用と標高に基づいた気象の実態や、対象地域とその周辺部における気象の比較などは必ずしも十分に行なわれているとは言えない。よって、これらの点を明らかにすることにより、対象地域における都市気候の実態が詳細に把握できるものと考ええる。

次に、本論文の研究内容について整理する。図-1にそのフローチャートを示す。

既報⁴⁾では、約 20km 四方の長野市における土地利用と標高を考慮した気温分布図と相対湿度分布図を作成し、地域内の気象状況、暖房日数、冷房日数の相違について明らかにした。しかしながら、20km 四方を超える周辺地域の気象との比較については十分な検討を行っていない。そこで、本論文では長野市と隣接する須坂市を対象に、気温と相対湿度の違いについて明らかにする。

その手順として、始めに長野市における平地部と山地部のデータを個々に作成し、両者を組み合わせる事により長野市全体の気温分布図と相対湿度分布図を作成している。その際、平地部では土地利用毎に代表点を選定し、その地点で観測した気象データを同一の土地利用に対応させる手法を用いている。また、山地部については等高線図を作成し、これに100m毎の代表点の気象データを対応させて標高400m~1,000mの分布図を作成している。次に、須坂市においても長野市と同様の方法を用いて平地部と山地部の図を作成している。最後に両都市のデータを合成する事により、長野市と隣接する須坂市の土地利用と標高を考慮した気温と相対湿度の分布図を作成し、対象地域全体の気象状況とその要因について明らかにしている。

3. 対象地域の概要と測定方法

3.1 対象地域の概要

本論文では、図-2に示す領域を研究対象とする。

このうち、長野市は面積が404.1km²、人口は約36.5万人である。中央には千曲川と犀川によって形成された長野盆地があり、またその北東と南西には標高1,000m~2,000mの山地が分布している。

一方、須坂市は長野市の東側に隣接し、面積が149.8km²、人口が約5.5万人である。長野市に比べて盆地部が狭く、また東、南方向には標高2,000mを超える急峻な山地が存在する。

3.2 気象の測定方法

本研究の実測に用いた測定器を図-3に示す。このうち気温はサーミスター式で、分解能が0.1℃、測定精度が±0.3℃である。また相対湿度は高分子型で、分解能が1%、測定精度が±5%である。この両者を通風ファンを備えた樹脂製の二重筒内に設置し、10分毎の瞬時値を自動記録した。なお、事前にアスマン乾湿計と本研究で用いた測定器の校正を行い、解析上支障がない事を確認している。

また、測定点の受感部には直射日光が当たらないようにし、建物による風の遮蔽など、その場所特有の影響を避けた地上1.5mの場所で観測を行なった。

図-1 本論文の研究内容

図-2 研究の対象地域

3.3 長野市における土地利用と標高による代表点

既報⁴⁾において、長野市における土地利用と標高毎の代表点を選定し、何れも地域内において代表性があることを確認している。

3.4 須坂市における土地利用と標高による代表点

長野市における土地利用と標高による代表点に基づき、須坂市におけるそれぞれの代表点を選定した。以下に、その手順を示す。

土地利用に関しては、公園、商業、中層住宅、低層住宅、果樹農家の各地域と同一であると判断した地点を6点づつ選定した。その際、既報⁴⁾の長野

図-3 測定に使用した温湿度計

市における各代表点と同様の土地利用になるように、リモートセンシングデータによる判読と、形態規制の容積率と建蔽率の値により場所を選定した。代表性の検証方法は、そのうちの1点を基準点、また他の5点を検証点とし、これらの地点において気温と相対湿度の同時測定を行い両者の比較を行った。測定は2002年1月に行い、この期間における晴天日の3日間のデータを抽出し、同一の時刻における基準点と検証点の値の差が0であるという仮説を立ててT-検定を行った。なお、測定方法については前記と同様の方法を用いている。図-4にはこのうちの、商業地域、低層住宅地域、果樹農家地域における各基準点と検証点の位置を示す。

図-5に基準点と検証点における実測データの比較を、また表-1にT-検定の結果をそれぞれ示す。なお、表中には有意水準5%で棄却されず、基準点と同様と判断したものには○を記している。また、棄却され、基準点と同様と判断できなかったものには×を記している。これより、基準点と検証点では全90データの内の81データが同様と判断でき、その比率は90%であった。

以上の結果より、一部のデータを除いて基準点の気温と相対湿度は検証点と同様であり、土地利用による基準点のデータは須坂市において代表性があると判断した。

一方、標高については既報⁴⁾の長野市における代表点と同様に、植生がカラマツの地域に限定した。この地域において、標高400m~1,000mまでの範囲において100m毎に6地点をそれぞれ選定した。

なお、同一性の検証は土地利用による方法と同様である。図-4には標高による400m、700m、1,000mの各基準点と検証点の位置を示す。

図-6に基準点と検証点における実測データの比較を、また表-2にT-検定の結果をそれぞれ示す。検証の結果、90データの内の84データが同様と判断でき、その比率は93%であった。

以上の結果より、一部のデータを除いて基準点の気温と相対湿度は検証点と同様であり、標高による基準点のデータは須坂市において代表性があると判断した。

4. 気温分布図と相対湿度分布図の作成

4.1 平地部における図の作成

長野市と須坂市における標高400m以下の平地部を対象に、両都市の

図-4 須坂市における土地利用と標高による基準点と検証点

気温分布図と相対湿度分布図を作成した。

1) リモートセンシングデータの概要

解析に使用したデータは、'99年8月1日のランドサット5号TMデータで、関東甲信越地方における185km×185kmのフルシーンである。このシーンより対象地域を切り出し、1/25,000地形図⁴⁰⁾を利用して地上の場所が既知のG.C.P. (Ground Control Point)を選定し、アフィン変換による幾何補正を行った。なお、補正時の誤差は0.5ピクセル以下である。

図-5 須坂市における土地利用による基準点と検証点のデータ

表-1 須坂市における土地利用による代表性の検証

		商業地域					低層住宅地域					果樹農家地域							
		基準点	検証点					基準点	検証点					基準点	検証点				
			①	②	③	④	⑤		①	②	③	④	⑤		①	②	③	④	⑤
標 高	[m]	363	363	365	367	363	364	391	372	341	370	345	357	375	350	395	371	380	348
形態規制 ¹⁾	容 積 率	400					80					—							
	建 蔽 率	80					50					—							
検定結果 ²⁾	気 温	—	○	○	○	○	○	—	○	×	○	○	○	○	—	○	○	○	○
	相対湿度	—	○	○	○	○	○	—	○	×	○	×	○	○	—	○	○	○	○

1) 須坂都市計画図 平成14年8月

2) T-検定の結果、○は同様と判断したもの、×は同様と判断できなかったもの

図-6 須坂市における標高による基準点と検証点のデータ

表-2 須坂市における標高による代表性の検証

		標高：400m					標高：700m					標高：1,000m							
		基準点	検証点					基準点	検証点					基準点	検証点				
			①	②	③	④	⑤		①	②	③	④	⑤		①	②	③	④	⑤
斜面の方位		北	北	北	南	西	西	北	北	西	東	北	南	北	北	西	東	北	南
勾配 [°]		5	5	5	10	5	5	10	5	10	10	10	10	10	5	10	10	10	10
植生		カラマツ植林					カラマツ植林					カラマツ植林							
検定結果 ¹⁾	気温	—	○	○	○	○	○	—	○	○	○	○	○	—	○	○	○	○	○
	相対湿度	—	○	○	○	×	×	—	○	○	○	○	○	—	○	○	○	○	○

1) T-検定の結果、○は同様と判断したもの、×は同様と判断できなかったもの

2) 教師データの選定

既報¹⁾ではT-検定の結果、土地利用が等しい場合は気温と相対湿度の値は同様であると判断した。その検定に用いた既報⁴⁾の土地利用毎の代表点(須坂市においては基準点を代表点とする)と検証点を含めたトレーニングエリアを選定し、これを教師データとして土地利用図^{注1)}を作成した。なお、土地利用図を作成する際のカテゴリーは、既報¹⁾で用いた公園、商業、中層住宅、低層住宅、果樹農家の5項目に、水田、山林、水域を加えた計8項目である。

3) 土地利用図の作成

本論文では最尤法を用いて土地利用の分類を行った。その際、ランドサット5号 TM データの7バンドの中から、分類に使用するバンド数を4~7までの全ての組合せ(全64通り)で総当たり計算を行い、教師データとの正答率が最も高い分類を採用した。その結果、各カテゴリーで90%以上の正答率が得られた図-7を土地利用図とした。

4) 平地部における図の作成条件

長野市については既報¹⁾で、また須坂市については3.4項で、それぞれ気温と相対湿度は土地利用毎にほぼ一致する事が明らかになった。よって、3)項で作成した土地利用図と各代表点の実測データを対応させコンピュータ処理により平地部における気温分布図と相対湿度分布図を作成した。なお、作成時の条件は次の通りである。

- ①他の気象因子による影響は無いものとする。また、本来は生じると考える河川や都市からの排熱の影響についても無視する。^{注2)}
- ②リモートセンシングデータの、1ピクセルを最小単位として作図する。但し、土地利用が数ピクセルの単位で孤立する場合は、解析の対象外とする。
- ③土地利用として図-7を使用する。
- ④各代表点における過去に観測した全気象データを使用する。

4.2 山地部における図の作成

長野市と須坂市における標高400m~1,000mの山地部を対象に、両都市の気温分布図と相対湿度分布図を作成した。

1) 等高線図の作成

両都市の標高を明らかにするため、1/25,000 地形図⁴⁰⁾に基づき100m毎の等高線図を作成した。図-8に作成した等高線図を示す。

2) 山地部における図の作成条件

長野市については既報⁵⁾で、また須坂市については3.4項で、それぞれ気温と相対湿度は標高毎にほぼ一致する事が明らかになった。この結果に基づき、1)項で作成した等高線図と代表点(須坂市においては基準点を代表点とする)の気象データを対応させ、コンピュータ処理により山地部における気温分布図と相対湿度分布図を作成した。なお、作成時の条件は次の通りである。

- ①他の気象因子による影響は無いものとする。
- ②山地部の植生は、全てカラマツの植林地帯と仮定する。
- ③図-8を等高線図として使用する。その際、100m 間隔以内では気温と相対湿度は一樣であると仮定する。
- ④各代表点における過去に観測した全気象データを使用する。

4.3 長野市と須坂市における図の合成

4.1項で作成した図-7と4.2項で作成した図-8を合成する事により、それぞれの市における土地利用と標高を考慮した気温と相対湿度の分布図を作成した。また、さらに両都市の図を合成する事により、図-9と図-10に示す様な土地利用と標高を考慮した対象地域全体の分布

図-7 リモートセンシングデータを用いた平地部の土地利用図

図-8 山地部の等高線図

図を作成した。この結果、通年における任意の日時における図の作成が可能になった。

5. 気温と相対湿度の経時変化

5.1 最寒日の気象状態

作成した分布図の一例として、年間を通して最も地域差が大きく、また一連の研究^{1)~4)}でも取り上げてきた最寒日(2003年2月28日)を対象にする。作成した図表は1日を4時間毎に区分し、当該時間の前後10分間の平均値を用いている。

なお、この地域の気象特性は長野地方気象台における2月の平年値⁴¹⁾を参照すると、平均気温が0.2℃、最高気温が5.1℃、最低気温が-3.8℃、相対湿度の平均値が72%、風速の平均値が2.2m/sである。これに対して、2003年2月28日の各値は、平均気温が0.2℃、最高気温が7.3℃、最低気温が-5.2℃、相対湿度の平均値が57%、風速の平均値が1.7m/sであった。2003年の2月は例年に比べて寒気の南下が少なく、長野市を含めた広範囲で2月の気温は高めであった。

また、当日は晴天日であり、地域全体の中央で観測した水平面全天日射量の最大値は2.0MJ/m²であった。

5.2 最寒日における気温と相対湿度

最寒日における気温と相対湿度を、図-9と図-10にそれぞれ示す。最寒日の気温は、夜間0:00において最も高いのは長野市の商業地域

図-9 最寒日における気温分布図

で、全体で唯一プラスの値を示している。次いで須坂市の商業地域が高く、-1~0°Cの値となっている。商業地域で値が高い理由は、既報²⁾で明らかにした様に周囲が熱容量の大きい材料で構成されているためと考える。これに対して、低層住宅地域は商業地域より低く-3~-1°Cの範囲で分布している。一方、山地部については両都市共に700m地点が-5~-4°C、1,000m地点が-5°C以下である。従って、この時間帯においては対象地域全体で4°C以上の差が生じている事が分かる。早朝4:00においては、平地部では0:00に比べて約2°Cの低下が見られる。しかしながら、山地部では気温の低下が見られないことから夜間の放射冷却は平地部で盛んである事が分かる。8:00は日射の影響により、4:00に比べて全体的に約1°Cの上昇が見られる。12:00は最も値が高いのは低層

住宅地域で、商業地域はそれより約2°C低い。その理由として、既報⁴⁾で明らかにした様に商業地域には建物による日陰が多い事や、既報⁴⁾で推定した様に都市の空洞化で産業からの排熱が比較的少ない事が考えられる。16:00は12:00より全体的に値が低い、商業地域のみ1~2°C高い値となっている。その要因は、商業地域におけるコンクリートやアスファルト等の構成材料が影響し、気温に位相差が生じたものと考えられる。20:00には低層住宅地域での気温の低下が著しく、16:00に比べて約5°Cの低下が見られる。

気温の1日の経時変化については、平地部では低層住宅地域の日較差が10°C以上で最も大きい。これは、日中の日射の影響と夜間から早朝の放射冷却によるものと考えられる。商業地域の日較差は、他の地域に比べ

図-10 最寒日における相対湿度分布図

て夜間は高くまたは日中は低く、平地部では最小の約 7℃となっている。一方、山地部の気温は日中の僅かな時間帯で値がプラスになるものの、ほとんどが氷点下である。そのため、住宅の断熱気密化や暖房計画については平地部より配慮が必要である。

この他、両都市の気温を比較すると、須坂市が長野市より全体的に低い値であるが、この点の検討は次章で行う事とする。

最寒日の相対湿度は、20:00~4:00 の夜間から早朝にかけては平地部が 75~90%、山地部が 85~100%で、共に高い値を示している。一方、日中の 12:00 には全体的に値が低下し、商業地域では 40%以下となっている。この様に、日中において低湿になる点が内陸の気候の特性であると言える。長野市と須坂市を比較すると、12:00 と 16:00 において差

が見られ、何れも須坂市の方が同一の土地利用及び標高において約 5%高い値となっている。

以上に示した最寒日における気温と相対湿度の実態は、冬期間の他の晴天日においても同様に見られた。

6. 長野市と須坂市の風向・風速の比較

本章では、5章で提示した長野市と須坂市における同一の土地利用と標高における気温の違いについて、風向・風速に着目して両都市の比較を行う。なお、測定に使用した機器は、風向は矢羽根式で、その測定精度は±5°である。また、風速については三杯式で、測定精度は±0.5m/sである。測定方法は、図-2に示した地点において、長野市と須坂市で

それぞれ3点づつ、何れも周囲に障害物の無い地面より1.5mの高さで観測を行った。測定は2003年1月から開始し、10分毎の瞬時値を自動記録した。

図-11に長野市における風向・風速を、また図-12に須坂市における風向・風速をそれぞれ示す。図は何れも5章で対象とした2003年2月28日(晴天日)のデータである。長野市については1日を通じて概ね北東方向の風が主体である。また、風速は夜間から早朝は2m/s以下の値であるが、日中の午後は値が若干大きくなる。この様に、長野市においては千曲川に沿った一定方向の風が吹く事から、当該地域では冬の気圧配置による影響が大きいものとする。一方、須坂市においては風向が夕方から早朝は東方向であるが、日中の8時~16時は西方向に反転している。この理由は、須坂市には明瞭な東西方向の谷が存在するため、Defant⁴³⁾の山谷風の循環モデルで示されているように日中はこの谷の上流部の東側斜面に日射が当たり、斜面の温度の上昇に伴い谷風が発生するものとする。また、夕方から早朝は日射の影響が弱まり、そのため反転して山風が吹くと考えられるが、その際に山地部からの冷気が平地部に流入することにより須坂市では気温の低下が生じると考える。この様に、須坂市は長野市に比べて山風、谷風の影響が大きい都市であると言える。

一方、この風を利用して2006年までに、須坂市東側の尾根に高さ80mの発電用風車を21基建設し、最大15,750kW/hを発電する構想がある。NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)の調査においても、この地域一帯の風は発電に適する事が指摘されており、この点は特筆すべき点である。

また、この他に長野市が朝日の当たりやすい側で、須坂市が朝日の当たりにくい側であることや、両都市の人口規模が異なることなどが気象の違いを生じさせた要因として考えられるが、これらの点についてはさらに検証が必要である。

7. まとめ

長野市と須坂市を対象に、気温と相対湿度の分布について検討を行ったところ、次に示す結果が得られた。

- (1) 須坂市において、同一の土地利用と標高における気温と相対湿度の代表性の検証を行ったところ、一部のデータを除き、基準点で得られたデータは対象地域全体に対しても適応する事が明らかになった。この結果、地域内において基準点のデータは代表性があると判断した。
- (2) リモートセンシングデータを用いた土地利用図を作成し、それに土地利用毎の気象データを対応させ、平地部の気温と相対湿度の図を作成した。
- (3) 100m毎の等高線図と標高400m~1,000mの基準点の気象データを対応させ、山地部の気温と相対湿度の図を作成した。
- (4) 平地部と山地部のデータを合成し、一例として最寒日における長野市と須坂市における気温と相対湿度の分布図を作成した。その結果、須坂市は長野市に比べて同一の土地利用と標高において気温が早朝に低くなること、また相対湿度は日中に高くなる事が明らかになった。
- (5) 長野市と須坂市の気温の違いについて、風向・風速がその一因である事を明らかにした。特に、須坂市においては山風、谷風の影響が大きいことが明らかになった。

以上の結果、長野市と須坂市におけるこれらの気象データはパッシブ手法や建物の熱負荷シミュレーション計算の検討資料として利用でき

図-11 長野市における風向・風速

図-12 須坂市における風向・風速

る他、都市計画に対しても活用可能であるとする。

今後は、経年での気象データを蓄積して、土地利用や標高による気象データを標準化し、地方都市における都市気候の実態をさらに明らかにしていく予定である。

本研究は、平成14年度科学研究費補助金 基盤研究(B)「騒音・大気環境負荷低減のための道路環境負荷解析と信号制御の研究」(課題番号:14380268 研究代表者 山下恭弘)の一環として行ったものである。

注1)

本研究ではリモートセンシングデータを使用し、代表点を教師データとした土地被覆分類を行った。そのため、教師データにより分類された地域はそれぞれ同一の土地被覆になるものとする。

これらの地域について現地調査を行ったところ、教師データの土地利用と同じ土地利用の場所が多く見られた。例えば、商業地域はコンクリート系の建物やアスファルト道路が主体で、土や植生などの敷地の占める割合が少ない。中層住宅地域は、商業地域と同様にコンクリート系の建物やアスファルト道路が多いが、その中に土や植生が混在している。低層住宅地域は敷地が主であり、そこに瓦やトタン葺きの屋根やアスファルト道路が分布している。果樹農家地域はリンゴやブドウ畑が主体で、所々に建物が集合している。公

園地域は土や植生がほとんどを占め、緑被率が高い地域である。

なお、土地被覆状況と土地利用が明らかに異なる地点のデータについては解析対象外とした。

これらの地域の具体的な建物、道路、敷地の各面積率については、商業地域、低層住宅地域、果樹農家地域は既報1)の表-2に示す値に準拠している。また、中層住宅地域は表中の商業地域と低層住宅地域の中間値で、公園地域は土や植生による敷地率が60%以上占める地域となっている。

以上の事項に基づき、土地被覆分類のデータを土地利用分類のデータとして使用し、これによって分類した図を土地利用図と呼称した。

注2)

本研究では、10~20km四方の領域における都市気候を明らかにする事を目的としており、今までに同一の土地利用における移動測定と定点測定を行ない、得られたデータに基づいて検証を行ってきた。その結果、土地利用が等しい場合、気温と相対湿度の値は同様であることが既報1)~4)で明らかになっている。このような観点より、本研究では他の気象要因、河川、都市からの排熱などの影響は比較的小さいものと判断して作図を行なった。

参考文献

- 1) 岩井一博，高木直樹：長野県北部地域における気象台のデータを基準とした都市気候に関する研究，日本建築学会計画系論文集 第516号，pp69-77，1999.2
- 2) 岩井一博，高木直樹，浅野良晴，山下恭弘：地方都市における気象マップの作成と都市気候の実態に関する研究，日本建築学会計画系論文集 第526号，pp83-90，1999.12
- 3) 岩井一博，高木直樹，山下恭弘：長野市におけるパッシブ手法を検討するための気象マップの作成に関する研究，日本建築学会計画系論文集 第540号，pp59-66，2001.2
- 4) 岩井一博，高木直樹，山下恭弘：土地利用と標高を考慮した気象マップの作成と気象の実態に関する研究 - 長野市全体を対象にして -，日本建築学会計画系論文集 第558号，pp63-70，2002.8
- 5) 岩井一博，高木直樹，三谷弘真，山下恭弘：内陸の地方都市における都市気候の実態に関する研究，日本建築学会計画系論文集 第569号，pp33-39，2003.7
- 6) 次世代省エネルギー基準解説書編集委員会：住宅の次世代省エネルギー基準と指針，(財)建築環境・省エネルギー機構
- 7) 佐藤尚樹，横尾昇剛，岡建雄：宇都宮市におけるヒートアイランド現象に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1，pp635-636，2003
- 8) 安藤元気，村川三郎，越川康夫：東広島市西条盆地の地表面被覆状況が周辺温熱環境に及ぼす影響に関する研究 その1 測定概要と夏季測定結果の分析，日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1，pp641-642，2003
- 9) 堤純一郎，富山真由美，新川亮樹，新垣昌子，幸喜科子：那覇市における都市気候解析のための基礎的検討 その1 市街地の建物調査と表面温度分布，日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1，pp557-558，1997
- 10) 勝元則雄，石田秀樹：積雪寒冷都市旭川の都市気候調査 その3 厳寒期の空気汚染状況，日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1，pp645-646，2000
- 11) 堀部昌孝，寺島貴根：リモートセンシングによる津市の都市気候の把握，日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1，pp575-576，2001
- 12) 高島健人，鈴木健次：豊田市における都市気候観測に関する研究 夏季と冬季の調査結果，日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1，pp631-632，2003
- 13) 浮田崇正，吉田篤正：岡山市の熱環境解析に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1，pp719-720，2001
- 14) 首藤治久，杉山順史，泉浩光，岡建雄：土地利用形態と気温形成に関する研究，日本建築学会計画系論文集 第479号，pp49-56，1996.1
- 15) 首藤治久，程青，横尾昇剛，岡建雄：土地利用形態と気温形成に関する研究その2 東海、東北及び関東地域における解析結果とB値の考察，日本建築学会計画系論文集 第497号，pp59-66，1997.7
- 16) 石野久彌，郡公子，谷本潤：東京首都圏における空調設計用外気温度の分布特性に関する研究，日本建築学会計画系論文集 第453号，pp17-27，1993.11
- 17) 河野仁，鳴海大典，下田吉之：過密都市における気候改善，都市環境のクリマアトラス
- 18) 武政孝治，小玉祐一郎：AMeDAS データに基づく建築設計用地域気候マップの作成(1) 気温、日射量、暖房度日による地域気候特性の表示，日本建築学会大会学術講演梗概集 環境工学，pp1017-1018，1992.8
- 19) 小玉祐一郎，武政孝治：AMeDAS データに基づく建築設計用地域気候マップの作成(2) PSP(パッシブ地域係数)による地域気候特性の表示，日本建築学会大会学術講演梗概集 環境工学，pp1019-1020，1992.8
- 20) 西川邦彦，斎藤郁雄，石原修：自然エネルギーの活用のための気象データの整備と気候マップの作成，日本建築学会計画系論文集 第509号，pp15-20，1998.7
- 21) 無漏田芳信，小村治，小林定教，地濃茂雄，酒井要：人口都市化期における日本各地の温湿度変化特性，日本建築学会計画系論文集 第521号，pp189-194，1993.11
- 22) 片山忠久，石田昭夫，西田勝，堤純一郎，森川明夫，橋田光明：水面を有する市街地の熱環境に関する調査研究，日本建築学会計画系論文集 第372号，pp21-29，1987.2
- 23) 村川三郎，関根毅，成田健一，西名大作，千田勝也：都市内河川が周辺の温熱環境に及ぼす効果に関する研究(続報) - 水平および鉛直的影響範囲の検討 -，日本建築学会計画系論文集 第415号，pp9-19，1990.9
- 24) 成田健一，植村明子，三坂育正：都市気候に及ぼす河川水の熱的影響に関する実測研究 - 隅田川における熱収支と周辺影響の検討 -，日本建築学会計画系論文集 第545号，pp71-78，2001.7
- 25) 向井愛，堀越哲美：名古屋市中川運河における海風遡上が体感気候に及ぼす影響，日本建築学会計画系論文集 第553号，pp37-41，2002.3
- 26) 村上周三，持田灯，Sangjin KIM，大岡龍三：関東地方における土地利用状況の変化と流れ場・温度場の関係 - Mellor-Yamada 型の都市気候モデルによる局地気象解析 -，日本建築学会計画系論文集 第491号，pp31-39，1997.1
- 27) ヴタンカ，足永靖信，浅枝隆：都市大気境界層の乱流モデリング - 都市建築計画における都市気候予測システムの開発 その1 -，日本建築学会計画系論文集 第536号，pp95-99，2000.10
- 28) 竹林英樹，森山正和，村上周三，大岡龍三，持田灯，芝池英樹，吉田伸治：数値モデルによる計算結果と観測データを併用した都市スケールの気候解析，日本建築学会計画系論文集 第556号，pp63-68，2002.6
- 29) 吉田治典：気象データのモデル化と環境設計，日本建築学会環境工学委員会，熱環境小委員会第27回熱シンポジウム，pp49-58，1997
- 30) 渡辺浩文，依田浩敏，尾島俊雄：リモートセンシングデータと数値情報利用による広域都市の地表面温度分布図の作成に関する研究，日本建築学会計画系論文集 第443号，pp21-29，1993.1
- 31) 梅干野晃，浦野良美，小田健一，浜口典茂：住宅地における夏季・冬季熱環境実態および土地被覆率との関係 リモートセンシングによる住宅地の熱環境解析(III)，日本建築学会計画系論文集 第331号，pp38-44，1983.9
- 32) 中村泰人，平岡久司，西村浩一：市街地空間における表面の温度および熱流特性に関する実験的研究，日本建築学会計画系論文集 第364号，pp57-65，1986.6
- 33) 尾島俊雄，岡建雄：市街地空間の熱的環境に関する研究 その1 熱拡散に関する基礎理論解析，日本建築学会計画系論文集 第240号，pp101-111，1976.2
- 34) 谷本潤，石野久彌：細密数値情報を用いた東京首都圏における空調設計用外気温度分布特性に関する研究，日本建築学会計画系論文集 第483号，pp27-32，1996.5
- 35) 森山正和，鈴木和弘，宮崎ひろ志：ランドサットデータを用いた夏季の広域的温熱環境評価に関する研究，日本建築学会計画系論文集 第482号，pp27-32，1996.5
- 36) 持田灯，村上周三，Sangjin KIM，近藤裕照，島田照男，玄地裕，吉田伸治：ヒートアイランド現象の解析とその対策技術の総合的評価のための Software Platform の開発と風環境の解析事例，第16回風工学シンポジウム論文集，pp137-142，2000
- 37) 西岡真稔，松尾陽：都市キャノピーにおける建築の放散熱とその影響 - その1 建築の熱放散に関する伝熱モデル -，日本建築学会計画系論文集 第508号，pp29-34，1998.6
- 38) 平岡久司：樹木の熱・水分・二酸化炭素収支のモデル化に関する考察，日本建築学会計画系論文集 第546号，pp53-60，2001.8
- 39) 杉山寛克，持田灯，村上周三，尾島俊雄：沿岸部における都市圏の拡大がヒートアイランドの形成に及ぼす影響に関する解析，日本建築学会計画系論文集 第492号，pp83-90，1997.2
- 40) 1/25,000 地形図(長野，若槻，中野西部，須坂)，国土交通省国土地理院，2002年
- 41) 気象庁：気象庁月報 平成16年2月，(財)気象業務支援センター
- 42) 高木直樹，木村大樹，岩井一博，山下恭弘：都市熱環境把握のための日影図の試作，日本建築学会環境系論文集 第567号，pp73-78，2003.5
- 43) 福井英一郎：自然地理学I，朝倉書店

(2004年7月1日原稿受理，2005年3月11日採用決定)