

地域気候風土に配慮した 仙台の都市環境計画に関する基礎的研究 —夏季多点気温測定に基づく考察—

プロジェクト代表者：渡 邊 浩 文¹

プロジェクト参加者：面 川 大 明²

プロジェクト連携先：仙台市 教育委員会（測器設置協力）、
環境局（資料提供）

Fundamental Research on Urban Environmental Planning in Sendai City - Measurement of Outdoor Temperatures in Summer Season -

Abstract

This research has been focused on urban environment, especially on urban climate, for urban environmental planning in Sendai city. For this purpose, multi-points field measurement was carried out in summer of 2012 and 2013.

The observed data were analyzed from 2 viewpoints, one was comparison between the results of air temperatures measurement in 2002 and this time, the other was stability of temperature difference between the Sendai observatory and each measurement points.

As the results of analysis, it was clarified that there were almost same situation of air temperature between 2002 and 2012, and the temperature difference between the Sendai observatory and each measurement points was more stable than the temperature itself.

1. 目的

伝統的住居が気候風土に根差したその形態を数百年かけて獲得したように、これからの建築も、都市化が進んだ新たな環境下で丁寧な設計がなされなければならないと思われる。

本研究は、都市域に固有の現象としてヒートアイランド現象を取り上げ、その実態を、仙台を対象とした夏季多点長期気温測定により把握・考察することを目的としている。さらに風況に着目し集計と分析を施すことによって、仙台の都市環境計画の基礎資料を提示することを目的とするものである。

かつて筆者らは同様の調査研究を実施している^{1,2)}が、その後の約10年間には市街化と東日本大震災による土地被覆変化が予想されるため、新たな現況把握が今後必要となると思われる^{注)}。

1 東北工業大学 工学部 建築学科 教授

2 当時 東北工業大学 大学院 建築学専攻大学院生

2. 活動内容と成果

2.1 測定概要

測定は、2012年および2013年の夏季にそれぞれ2カ月弱、各年とも20か所強の測定点を確保し実施した。温湿度センサー付きデータロガーを各測定点（小学校）の百葉箱に設置し、自然通風状態で10分間隔の空気温湿度測定を実施した（表1、図1）。

表1 測定概要

測定期間	2012年7月27日～9月20日 2013年7月23日～9月15日
測定点 (図1参照)	仙台市内の小学校 2012年:23ヶ所, 2013年:24ヶ所
測定項目	空気温度・湿度
測定器	温湿度センサー付きデータロガー (小学校の百葉箱内に設置)
測定時間間隔	10分

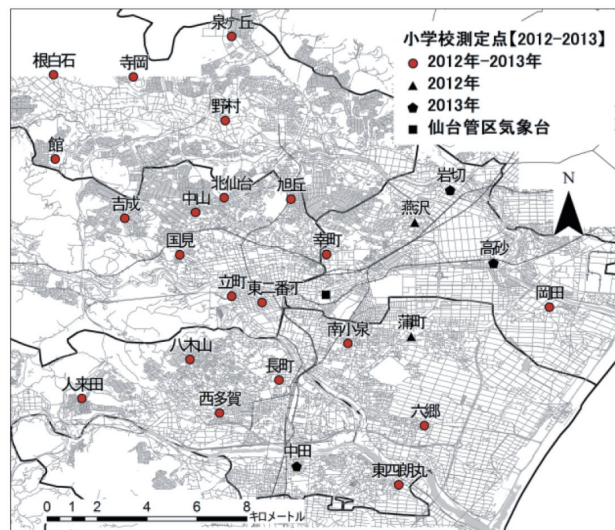


図1 測定点分布

2.2 測定結果

測定結果の提示に先立ち、測定期間中における仙台管区気象台観測の日最高気温の出現頻度を日中主風向別に示す（表2）。30℃を超える真夏日の多くは主として南東風日であることが明瞭である。また33℃を超える顕著な暑熱日が日数は少ないものの西風日に発生していることが分かる。文1, 2) に示された仙台における典型的夏季傾向を示していると考えられる。

表2 日中主風向別最高温度の出現頻度（仙台管区気象台資料より測定期間中について作成）

日最高気温	日中主風向 6時～18時の間の卓越風向																
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	-
33℃～													1	1			
30～33℃	2				1	3	33	8	4			1	2	1		1	
27～30℃						4	12	7	1					4			1
～27℃	2			1	2	2	8	5	2	1							3

南東風日の測定結果の一例を図2に、西風日の測定結果の例を図3に示す。両図は基本的に類似しているものの、南東風日（図2）と西風日（図3）とでは、図中右下の海岸地域で後者の方が他地域と比して高温である様子が見取れる。特に14時の気温分布で顕著な傾向が見受けられる。この傾向は、各風向で十分な日射量があった日の平均気温日変動を示した図4、5においても認められる。

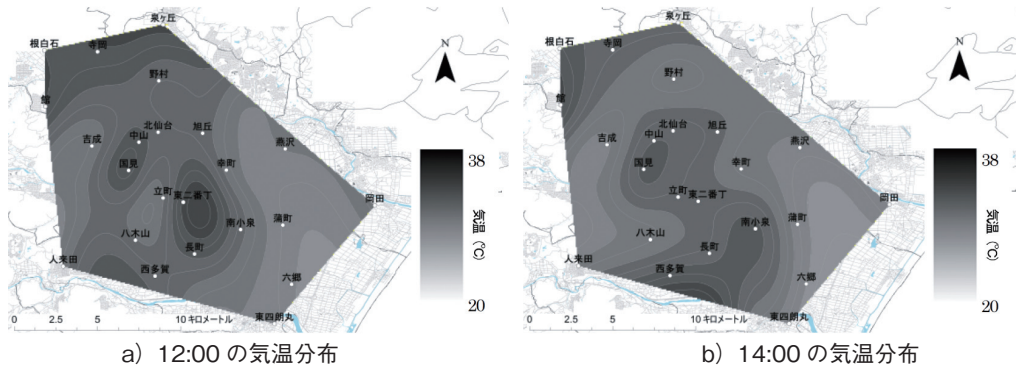


図2 南東風日の気温分布の例（2012年8月21日）

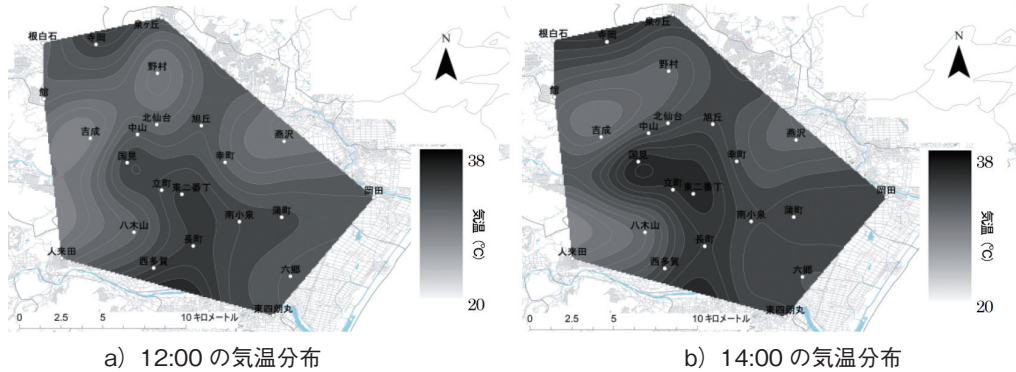


図3 西風日の気温分布の例（2012年9月13日）

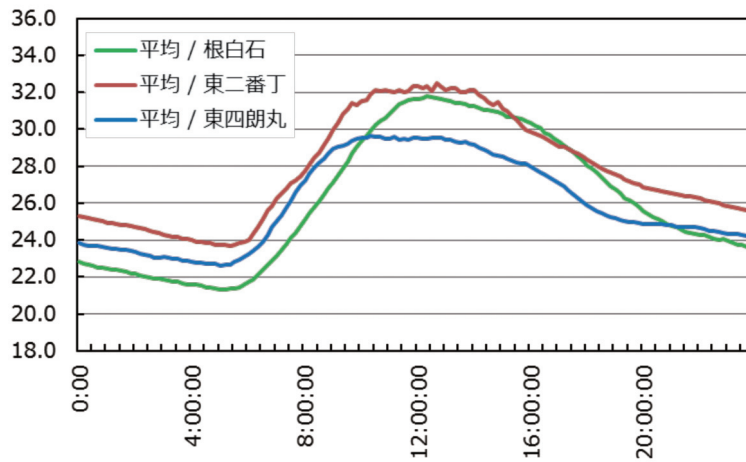


図4 南東風日の平均気温日変動（n=28）

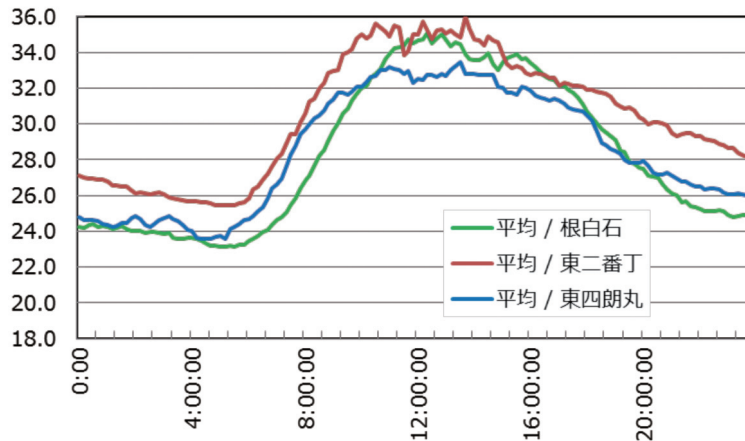


図5 西風日の平均気温日変動 (n=2)

2.3 分析結果

ここでは分析結果の事例を幾つか紹介する。

2.3.1 東日本大震災前後の気温分布比較

今般の測定結果と過去の測定資料とを比較し、経年および東日本大震災前後で顕著な気温分布変化の有無を検討した⁴⁾。

測定結果のうち、仙台管区气象台において全天日射量の合計が $22\text{MJ}/\text{m}^2$ 以上の日、かつ日中（6時～18時）に降水が無かった日を選定し、比較に用いることとした。選定の結果、2002年調査からは対象日・4日、2012年調査からは対象日・6日であった。これら各年の分析対象期間における仙台管区气象台観測気温を比較すると（表3）、2012年の分析対象日平均値は2002年のそれに比較し明らかに低い。そこで、各年各測定点の観測気温を比較する際に、まず同時刻の仙台管区气象台観測値との差値を算出し、その差値平均値と、仙台管区气象台観測の2012年と2002年との差値（表3における日平均気温の差値）とを比較することとした。

表3 分析対象期間相互の仙台管区气象台観測気温の比較

	2002年対象日	2012年対象日
日最高気温平均値	32.4°C	31.9°C
日最低気温平均値	24.1°C	23.4°C
日平均気温	27.9°C	26.9°C

図6～7は、午前5時および14時における、各測定点の対象日平均気温（上図）と仙台管区气象台観測値との平均気温差（下図）である。両時刻とも多くの測定点で気温差は $\pm 1^\circ\text{C}$ 程度であるが、14時における幸町と東二番町の気温差は $\pm 1^\circ\text{C}$ を超えている。測定点周辺土地被覆変化、人工排熱量の変化、もしくは気流性状変化が、経年変化によりもしくは震災後の変化により生じていることが類推されるので、詳細な分析が必要と思われる。

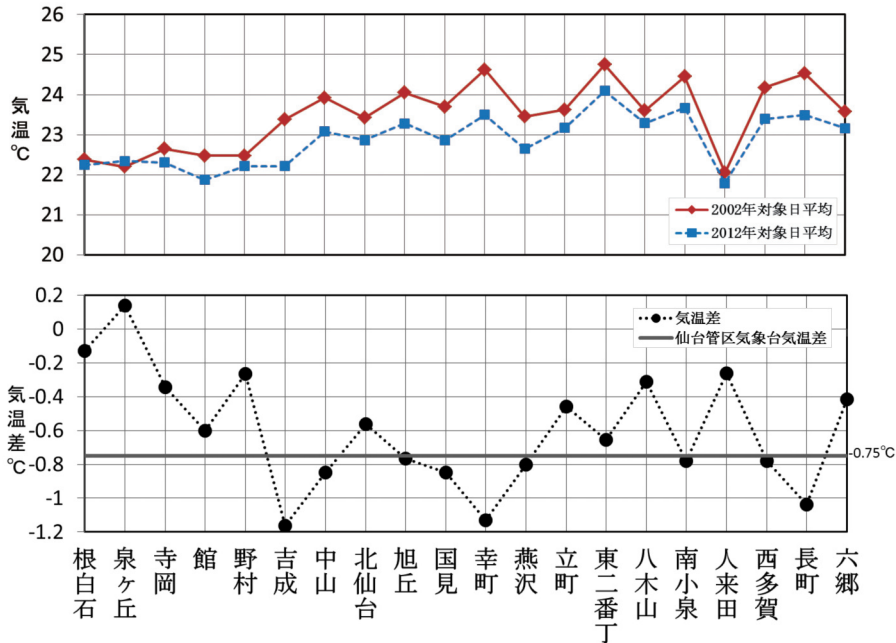


図6 各測定点の5:00における対象日平均気温（上図）と平均気温差（下図）

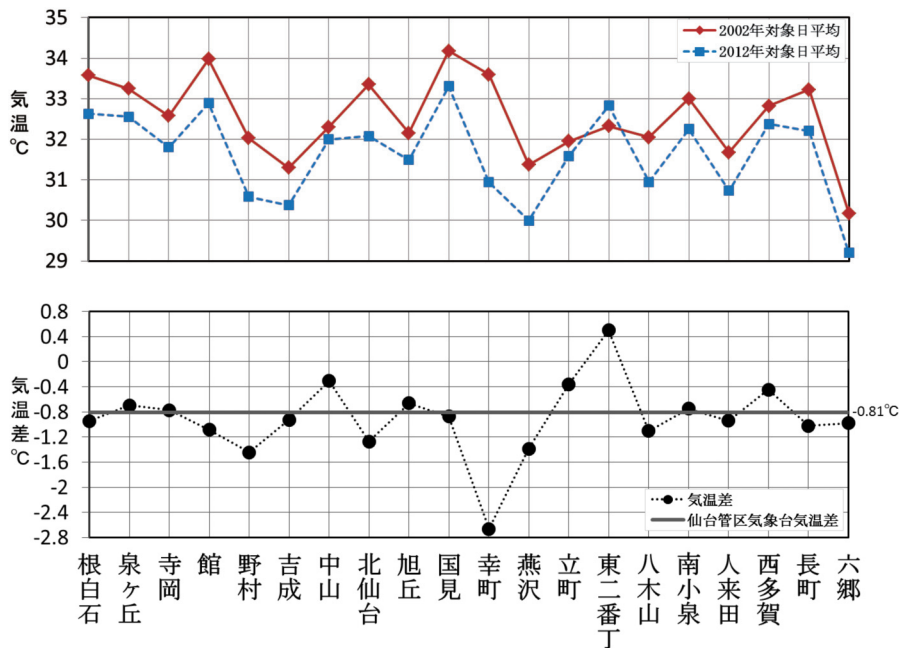


図7 各測定点の14:00における対象日平均気温（上図）と平均気温差（下図）

2.3.2 気温変化の安定性に関する分析

前項にて指摘したとおり、一部の測定点を除き多くの測定気温は、仙台管区气象台の観測気温と比較して相当に安定している様子が見て取れる。そこで本項においては、気温変化の安定性に関する分析結果を紹介する。この安定性検討により、例えば都市内気候風土の把握や空調負荷計算の際の外気条件の空間的精緻化など、都市気候現象への適応を検討する基盤となると思われる。

図8は、代表的な測定点として内陸の測定点（根白石）、中心市街地の測定点（東二番丁）、沿岸の測定点（東四郎丸）を取り上げ、平均気温日変動とそのばらつき（左図）、仙台管区气象台と代表的測定点との平均気温差とそのばらつき（右図）を示したものである。双方のばらつきを見ると、平均気温差のばらつきのほうが明らかに小さいことが見て取れる。

図9は上述のばらつきを全ての測定点について標準偏差で評価し、海岸と各測定点の南東方向軸上での距離に応じて表したものである。南東風日（海風日）、西風日ともに、平均気温標準偏差よりも平均気温差標準偏差の方が全ての測定点で小さい傾向が見て取れる。

これらのことは、各測定点の気温の絶対値はその日時の総観気象場によりばらつきが大きくなるものの、仙台管区气象台を参照点としその観測気温と本研究における各測定点の測定気温の気温差に着目すると、概ね安定していることを示している。つまり、調査対象である仙台市内は各地で様々な気温を呈するものの、暑熱日は仙台管区气象台に準じて全ての測定点で高温化することを示していることとなる。

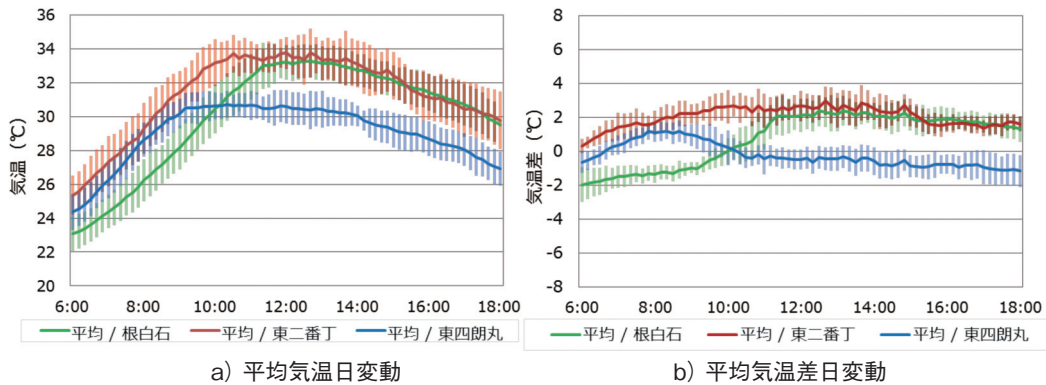


図8 各測定点の平均気温日変動と仙台管区气象台との平均気温差日変動（海風日）

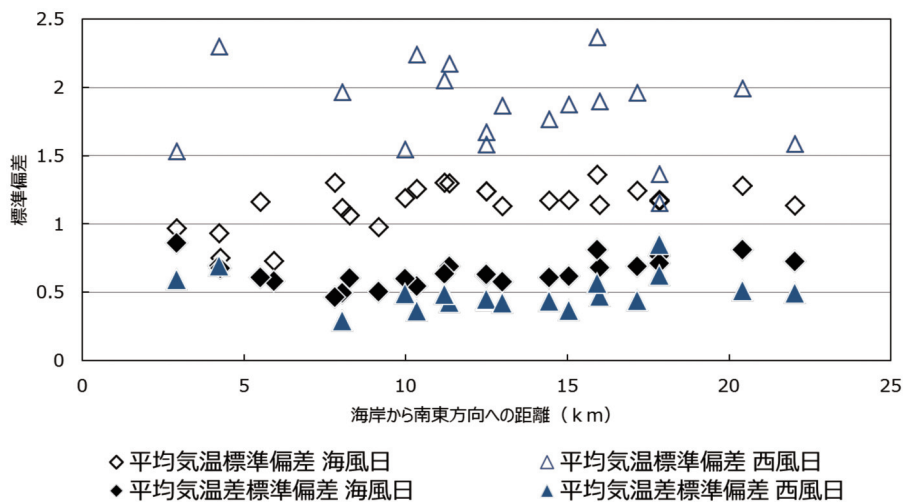


図9 平均気温標準偏差と平均気温差標準偏差の分布

3. まとめと今後の展望

地域気候風土に配慮した仙台の都市環境計画に関する基礎的研究として、2012年および2013年の夏季における仙台市内の気温多点測定結果とその考察について述べた。本研究により得られた知見は以下の通りである。

- 1) 東日本大震災前後の測定データの比較による、土地被覆・市街地形態等の経年変化が気温へ及ぼす影響は、ごくわずかな一部の測定点以外では見受けられないこと
- 2) 各測定点の気温絶対値は日時により異なるものの、参照点として仙台管区気象台に着目しその観測気温との差値を見ると、気温差標準偏差は1未満と比較的小さい

今後の展望としては、上記の得られた知見に基づき、例えば、経年変化の大きい測定点周辺状況の解析、都市内気温分布を踏まえた建築エネルギー消費量の推定や、効果的なエネルギー計画の立案などが挙げられる。

注) 本稿は、文3, 4) として既に公表した内容の一部に、新たな図表を追加し構成したものである。

参考文献

- 1) 十二村佳樹, 渡辺浩文: 夏季の広域都市気温分布実態と風が緑被率と気温との関係に及ぼす影響に関する研究 - 東北地方沿岸都市・仙台における長期多点測定結果に基づく分析 -, 日本建築学会環境系論文集, 第612号, pp83-88, 2007.02
- 2) 十二村佳樹, 渡辺浩文: 海風の夏季都市気温緩和効果に関する研究 - 気温の長期多点同時測定と観測風データに基づく分析 -, 日本建築学会環境系論文集, 第623号, pp93-100, 2008.01
- 3) 面川大明, 渡辺浩文: 都市内気候特性の把握に基づく空調設計用外気温度に関する基礎的研究, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp117-120, 2014.09
- 4) 加賀谷歩, 渡辺浩文, 面川大明: 多点同時計測の実施と基礎的分析～震災後の仙台都市気候に関する研究～, 空気調和・衛生工学会東北支部第2回学術・技術報告会, pp59-60, 2013.03