

12. 金沢市の熱環境について

A Study on Thermal Environment in Kanazawa City

黄 光偉*・石田 啓*

Guangwei HUANG, Hajime ISHIDA

ABSTRACT; In this paper, the thermal environment of Kanazawa city, which plays a central role in the Hokoriku region is studied based on various kinds of available data. It is found that the heat island has been progressing in Kanazawa. And the relationship between population and heat island intensity for Kanazawa city is obtained via regression analysis. Besides, it is shown that the sunshine hours and relative humidity have been decreasing, and the causes are discussed.

KEYWORDS; Kanazawa, Heat Island, Population, Sunshine hours, Relative humidity

1. はじめに

北陸地方最大の都市である金沢は、石川県のほぼ中央に位置し、北西は日本海に面し、南東は白山連峰に続く山々を境に富山県と接している。金沢市内には、奈良岳など源流の山々から流れる犀川と浅野川の二つの川が市街地を流れ、起伏と変化に富んだ地形が作り出す様々な環境に多種多様な生き物が生活しています。現在、金沢市は世界に向け発信していく「金沢世界都市構想」策定し、かけがえのない自然環境を守り、地球環境の保全をも視野に入れた環境にやさしいまちづくりに取り組んでいる。このような背景で、都市化に伴う金沢市の熱環境変化の把握及び分析が、重要な研究課題になっている。

本論文では、このような観点から、気象庁の AMeDAS データ及び環境局の大気観測データなどを用いて、金沢市における熱環境の特徴、問題発生形態等について総合的に考察・評価を行う。また、熱環境の変化要因の分析を試みる。

2. 気温

図1は、金沢における気温の月別平年値の変化である。平年値とは西暦年次の1位が1の年から数えて連続する30年間の累年平均値をいい、その地点の気候を表わす代表値として用いる。図1を見ると、1961~1990の間の月別平年値が1921~1950の間の月別平年値より高かったことが分かった。この気温差は4月と5月には 1°C を超え、夏の場合、約 0.5°C である。図2に、金沢市の日最高・最低気温の月別平年値の変動を示した。最低気温の上昇量は最高気温の上昇量より大きい。特に、夏季の場合、最高気温の上昇はほとんど見られないが、最低気温の上

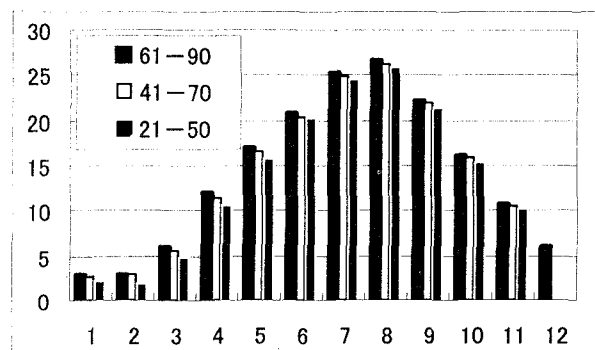


図1 金沢市において月別気温平年値の変化

*金沢大学土木建設工学科

Dept. of Civil Engineering, Kanazawa University.

昇が顕著になっている。これは、東京、上海などのヒートアイランドの特徴と類似しているが、土地利用状況および都市エネルギー消費構造が大分違うの都市における、最低気温上昇をもたらした機構は異なる可能性がある。

次に、ヒートアイランド現象を明らかにするため、金沢市と郊外の輪島との気温差の経年変化を調べた。図3に示すよう、金沢－輪島の気温差が拡大していることが分かった。特に、4月から8月までその上昇が顕著に現れ、気温差の最大値は1.7℃に達した。図4には、金沢市の人口変動を示しているが、80年代から現在までおよそ15%増加しており、それに伴うエネルギー消費の増加と土地利用の改変が気温変化をもたらしたと考えられる。最近の数年間の、石川県の電力消費推移は図5に表した通りであり、増加の傾向は明確に見られる。

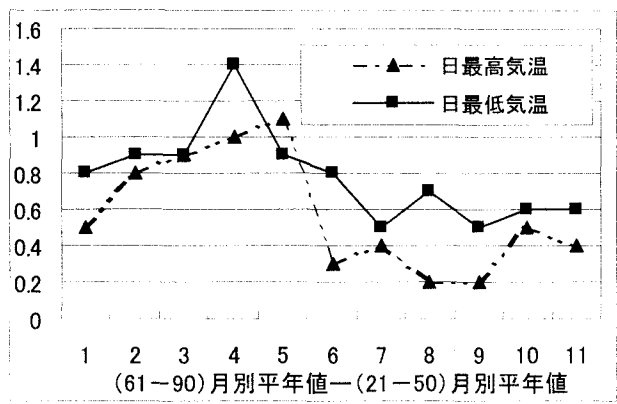


図2 日最高・最低気温の月別平年値の変動幅

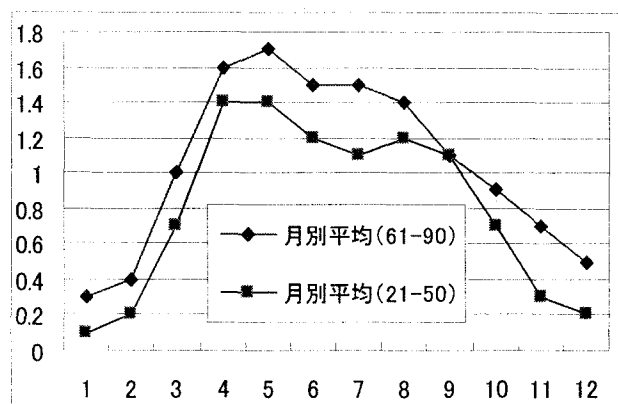


図3 金沢－輪島の気温差

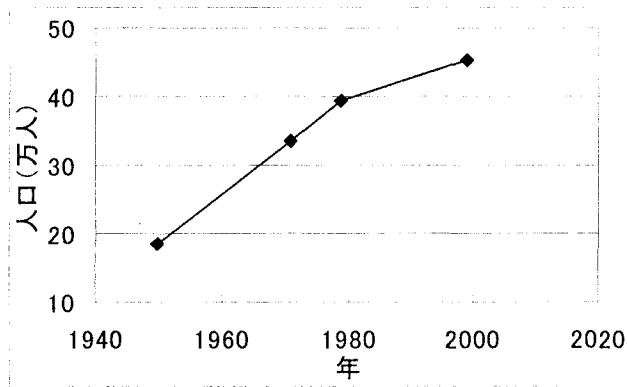


図4 金沢市における人口の推移

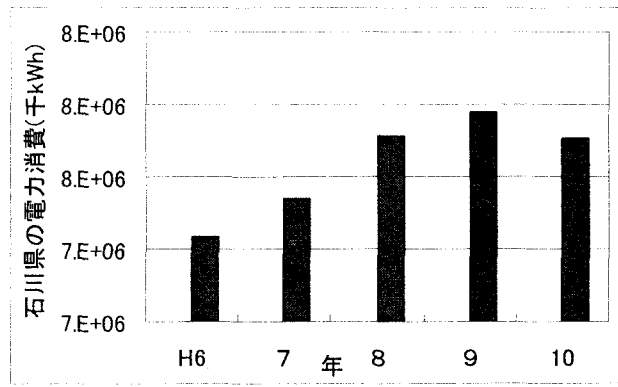


図5 石川県における電力消費の推移

都市ヒートアイランドの強さの指標として都市と郊外の地上付近の最大気温差は、ヒートアイランド強度と定義されている。次に、金沢市の人口増加により気温上昇という考えに基づいて、金沢市に対して、都市人口とヒートアイランド強度との関係について解析を行った。まず、気象庁のAMeDASデータベースから、1950年から現在まで、金沢市と約100km離れた輪島との最大気温差を抽出した。それから、金沢市の人口を説明変数とし、金沢－輪島の最大気温差から1920年以前既に存在していた気温差を差し引いたものを目的変数とする回帰分析を行い、次式を得た。

$$\Delta T_{k-w} = \Delta T_1 - \Delta T_0 = 2.1394 \text{Log} P - 11.8 \quad (r^2 = 0.95) \tag{1}$$

ここに、 ΔT_{k-w} は金沢市の都市ヒートアイランド強度、 P は金沢市の人口である。 ΔT_0 は1920年以前既

に存在していた気温差、即ち自然地理条件などの違いで生じた気温差である。 ΔT_1 は 1920 年以後記録された気温差である。都市－郊外の気温差に対する自然地理の寄与と人間活動の寄与を分けて取り扱うことは、ヒートアイランドの機構解明際に望まれるが、都市開発の環境評価と言った視点からも重要と言える。しかし、今まで、ヒートアイランド強度を評価する際、このような取り扱いが用いられなかったようである。福岡⁵⁾により、人口 30 万以上の日本の都市における、都市人口とヒートアイランド強度との間に下記のような相関関係がある。

$$\Delta T = 4.831\text{Log}P - 23.81(r^2 = 0.95) \tag{2}$$

式(2)と(1)を比べると、金沢における、福岡式が過大評価になり、適用できないことが分った。
 図 6 に、1997 年 8 月の間の金沢市および周辺地域において熱帯夜の発生日数を示すが、金沢の熱帯夜の日数が周辺地域より多かったことは、日最低気温が上昇していることと関係が深いと考えられる。
 次に、環境負荷に関わる地域差の検討を行った。金沢および周辺地域において、99 年の冷房デグリーデーを図 7 に示す。これにより、金沢と富山、新潟との差異は約 30%にまで昇ることがわかった。

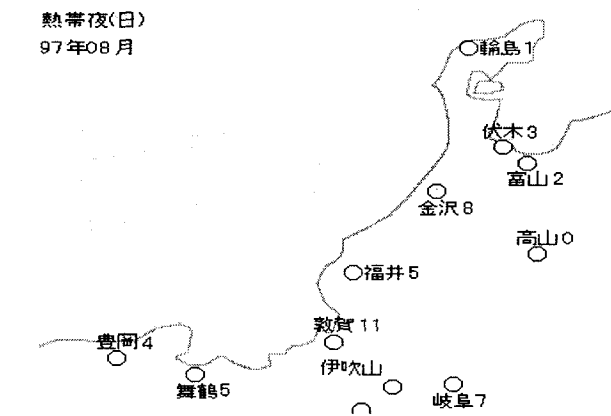


図 6 1997 年 8 月間熱帯夜発生日数

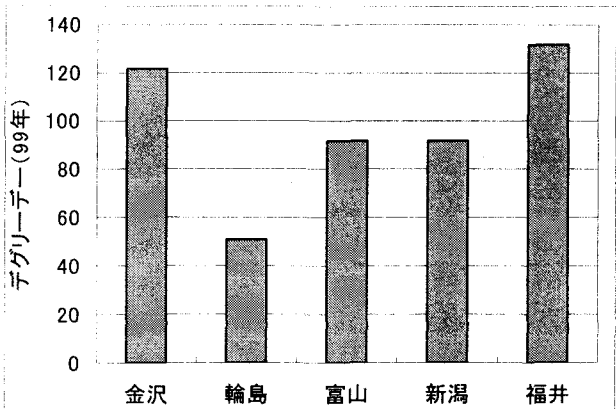


図 7 各地域の冷房デグリーデー(99 年)

3. 日照時間

図 8 には、金沢における 1921－1950 間と 1941－1980 間と 1961－1990 間のそれぞれの日照平年値を示す。比較のため、1995 年月別日照平均値も図 8 に示す。これにより、金沢の日照時間が減っていることが明らかになった。また、平年値と比べると 1995 年 4 月から 8 月まで、日照時間は平年以下であったことがわかる。日照時間が減る原因の 1 つは降水量の変化であると考えられる。図 9 に示すように、金沢において、最近 30 年間、降水量が増えてきた。さらに、図 8 と図 9 を比較すれば、次の特徴が見られる。即ち、5 月に入ると、降水量の増加に伴い、日照時間が減少することである。特に、1961 年から 1990 年までの日照時間および降水量の月平均値の変動を注目すると、5 月において、日照時間の減少率は以前より高い、降水量は以前より多いことがわかった。都市化に伴い、年降水量や大雨日数、雷雨日数、微雨日数が増えることが既に報告されている。例えば、アメリカのシカゴやセントルイス、クリーブランドなど大き

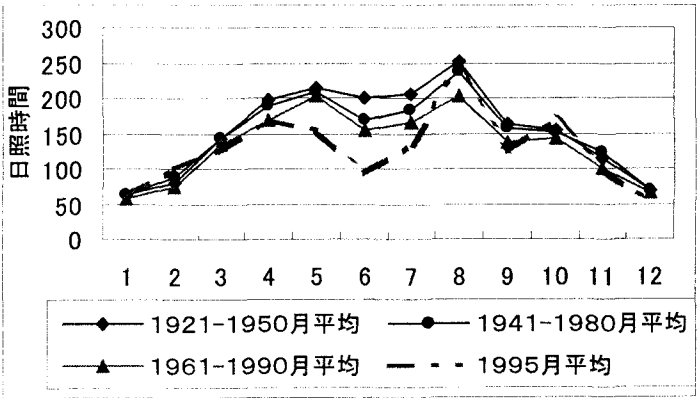


図 8 日照時間平年値の変化

な都市において、暖候期の降水量は 9~17%、雷雨日は 13~41%、降雹日は 90~450%、周囲より多くなったことが紹介されている^リ。また、地上の高温域が雷雨活動に与えた影響が、数値シミュレーションにより示された^ロ。金沢は、降水が多い地域であり、ヒートアイランドが降水に与える影響を解明することは、重要な研究課題であると思われる。

日照時間減少の原因については、自動車の排出ガスなどにより、大気中の微細物質が多くなって、日射の遮蔽効果を引起こしていることも考えられる。図 10 には、石川県における自動車保有台数の推移を示す。最近の 5 年間で、自動車数は 1 割以上増加した。金沢市における人口 1000 人当たりの自動車保有台数を調べると、600 以上に達し、日本全国の平均を上回っている。

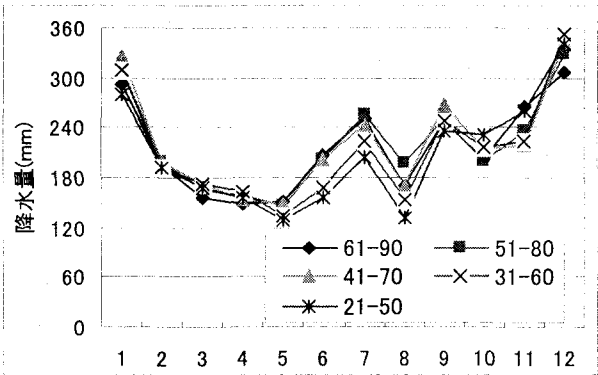


図 9 降水量平年値の変化

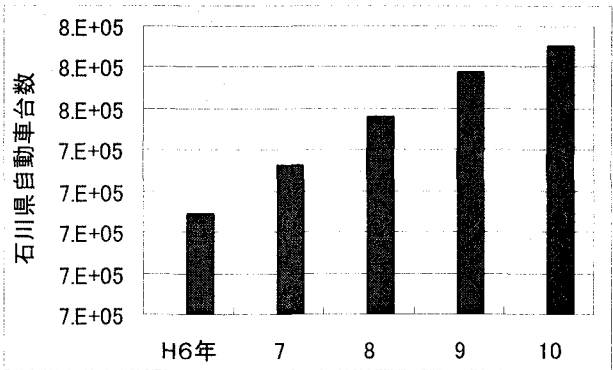


図 10 石川県における自動車台数の推移

4. 湿度

図 11 に、金沢における、相対湿度の変化を示す。都市域のハードサーフェス化に伴い、dry island が形成されていると考えられる。図 12 に示すように、金沢において、住宅、工場、店舗、事務所、公共施設など全ての建物の総面積は、最近の 30 年の間に、およそ 1197 ヘクタールに増えた。耕地は、平成 4 年から平成 9 年までの間に 500 ヘクタール近く減ってきた。

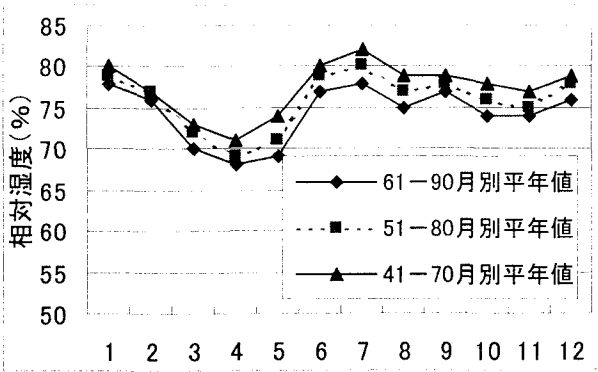


図 11 相対湿度平年値の変化

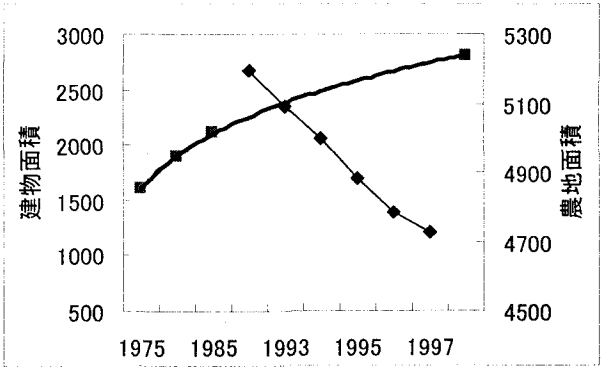


図 12 建物・農地面積の変化

都市乾燥化は、アレルギーなどの疾病の増加原因になると考えられる。しかし、今まで、都市域の湿度に関する研究は少なく、湿度分布及び水蒸気輸送には不明なことが多いと言える。例えば、1970 年代後半以後の東京はでは、気温は依然として上昇傾向を示しているものの、湿度低下傾向は停止しているが、その原因は明らかにされていない。金沢では、火災多発地域であり、都市化により乾燥化が進むと、火災を誘発する

恐れがある。つまり、湿度変化原因の解明及び将来予測は、防災上で、緊要な課題と思われる。都市乾燥化の防止には、雨水の浸透、緑地の形成などの対策が挙げられる。

5. とりまとめ

本研究の主要成果は以下の通りである。

1. 金沢においてヒートアイランドが進んでいることが明らかになった。
2. この 30 年間に、最高気温はほとんど変わっていないが、最低気温が上昇しことが分かった。
3. 回帰分析により、金沢のヒートアイランドの強度と人口との関係式が得られた。
4. 金沢において、日照時間が減っていることを示した。その原因の 1 つは降水量の変化および大気汚染であることを示唆した。
5. 金沢において、dry island が形成しているようである。

今後の課題として、以下のことをあげられる。

1. 金沢において、土地利用分布の詳細を調べ、そして、ヒートアイランドとの関わりを数値解析による解明する。
2. また、日本海側における、フェーン現象と都市ヒートアイランド現象との相乗効果を解明しなければならない。
3. 金沢のヒートアイランドの形成メカニズムを解明するとともに、ヒートアイランドの緩和対策の検討が急務である。

参考文献

- 1) Huff, F.A., and S.A. Changnon, Jr.: Precipitation modification by major urban areas, Bull. Amer. Meteor. Soc., Vol. 54, pp.12-18, 1973.
- 2) Huang, G., and Tamai, N.: A dimensional analysis of heat island intensity, 環境システム研究, Vol. 22, 261-266.
- 3) 石川県環境白書平成 10 年度.
- 4) 理科年表 99
- 5) Fukuoka, Y.: Physical climatological discussion on causal factors of urban temperature, Memoirs of the faculty of integrated arts and science. 8, Hiroshima University, 157-178.
- 6) ホアン グアンウェイ: 鶴見川流域三次元降雨予測モデルの開発, 東京大学・社会基盤工学専攻・河川/流域環境研究室技術レポート, 1999.