

Johor Bahru の都市化と気温上昇の関係 - MM5 を用いて -

豊橋技術科学大学 正会員 北田敏廣

(株) エムエムシー コンピュータリサーチ 小林栄介

豊橋技術科学大学 正会員 倉田学児

Universiti Teknologi Malaysia Ho Chin Siong

1.はじめに

都市化の進行により森林や農地から建築物、舗装面へ土地利用が変わり、太陽放射に対する地表の熱的な応答が変化する。また、人口の増加や産業の発達は、人工排熱の増加をもたらす。都市を構成する巨大なビル群は、都市内への風の流入弱め、沿岸部では海風による都市の冷却や熱の排除を妨げる。さらに、このような地域的な高温化により、冷房や保冷に使われるエネルギーの消費量も増加すると予想される。したがって都市の熱環境緩和は、エネルギー使用を抑えた Energy Saving City を目指す上でも大きく貢献すると考えられる。

本研究では、マレーシアの中核都市人口ジョホールバル(103.75°E 1.5°N)を熱帯地域のモデルとして、都市化進展に伴う土地利用の変化と熱環境変化の関係を、気象モデル MM5 を用いて、過去、現在、将来にわたって明らかにすることを試みた。

2. ジョホールバルの気温変化

ジョホールバルの北西の郊外に位置する地区セナイ (Senai) (1.475°N, 103.75d°E) での過去 27 年間の気象観測のデータを用いて、月平均した、日最高気温、日平均気温、日最低気温をプロットしたものが図 1 である。過去 27 年の間に、セナイの日最高は、約 1.11、日平均気温は 1.10、日最低気温は 1.09 上昇したということがわかる。これは全球の温暖化の割合(過去 100 年で約 0.7、最近 25 年で 0.4)と比べると大きく、地球の温暖化に加えて”森林”や”水面”から”ビル”や”舗装面”などの都市化への土地利用の改変がジョホールバルの昇温に関わっていることを示唆している。

3. シミュレーション

図 2 の異なる解像度を持つ 2 つのドメインでのネスタングによりシミュレーションを行った。USGS の土地利用および ECMWF の気象データを利用し、大

領域(3km 格子 図 2)の土地利用と総覧規模の気象場を押さえた。シミュレーションではドメイン 2(小規模, 1km 格子)の土地利用を 2000 年(ベースケース), 1970 年、2020 年と変えて気温上昇と土地利用の関係を調べた。領域の中心はジョホールバルの市街中心になるように設定し、ECMWF の気象データがカバーする 2001 年 3 月 4 日午前 0 時(GMT) ~ 2001 年 3 月 7 日午前 0 時までを対象とした。土地利用データはマレーシア工科大学のグループが調達した 1970 年、2000 年および 2020 年の計画都市域を示すデータを用いた(図 3 に土地利用データの例を示す)。都市域の割合は、1970 年から 2000 年の間に 6.5 倍に増加し、2000 年から 2020 年で 1.6 倍に増加すると推測される。

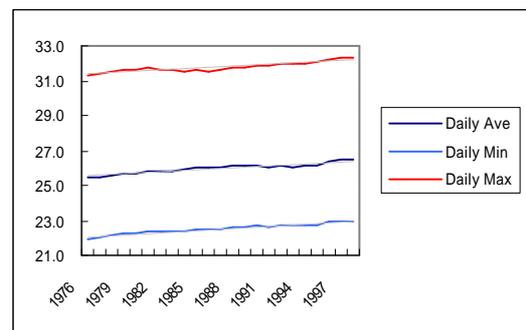


図 1 Senai の気温() (5 年移動平均)

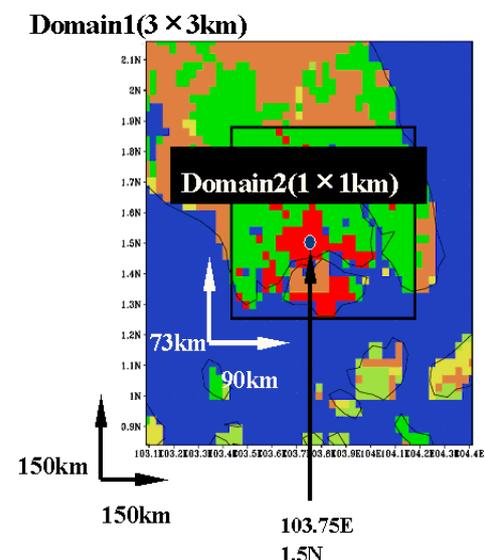


図 2 シミュレーションの領域

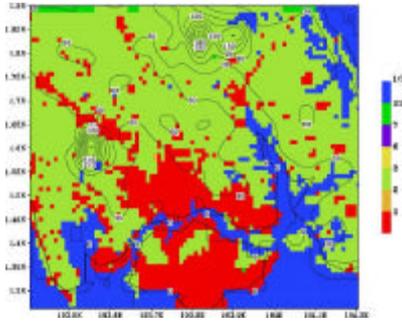
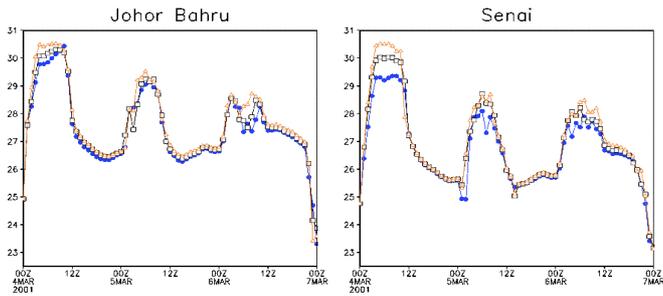


図3 土地利用データ(2020年)

4. シミュレーション結果



(a)JB 103.75E 1.5N (b)セナイ 103.66E 1.63N; 1970年()
2000年() 2020年()

図4 土地利用に伴うの気温の変化

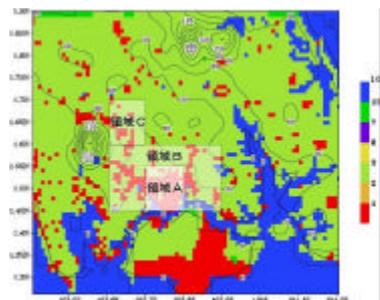


図5 ジョホールバルの中心を含む都市域

図4は、シミュレーションで得た都市域内の2つの格子点(JB、セナイ)での気温の3日間の変化を示す。シンガポールの土地利用については2000年の分布を基本にして、推定人口比により1970年、2020年の分布を求めた、図4の横軸の時刻はグリニッジ標準時を表し、午前0時が現地地理時間の午前7時に対応する。シミュレーションの対象とした2001年3月4-6日のうち、5,6日は降水が生じており(MM5シミュレーションの結果)、完全な晴天は3月4日だけであった。シミュレーション期間全体の平均気温は2000年の土地利用に対して、ジョホールバル27.56であった。セナイの場合は26.89と、1996年~2000年の3月の平均気温26.56に近い値になっている。また、ケース間では日中の気温差が大きく、夜間の最低気温はあまり差がないことがわかる。また、図5の領域Bのようなジョホールバ

ルの中心を含む都市部の領域の平均気温は、1970年27.13、2000年27.33、2020年には27.55となり、1970年~2000年で0.2、2000年~2020年で0.32とい気温の上昇結果になった。

都市化率と昇温の関係を定量的に見るために図5の領域A,B,Cの日最高気温の領域平均を都市域の割合に対してプロットしたものが図6である。それぞれ領域で都市域の増加にともなって気温が上昇しており、特にセナイを含む領域Cの昇温が大きい。

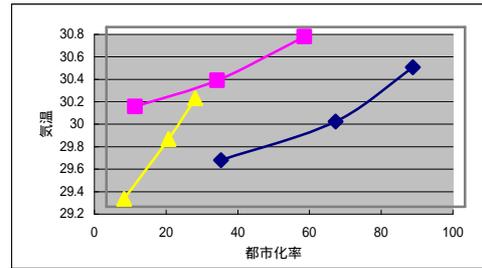


図6 都市化率と気温上昇

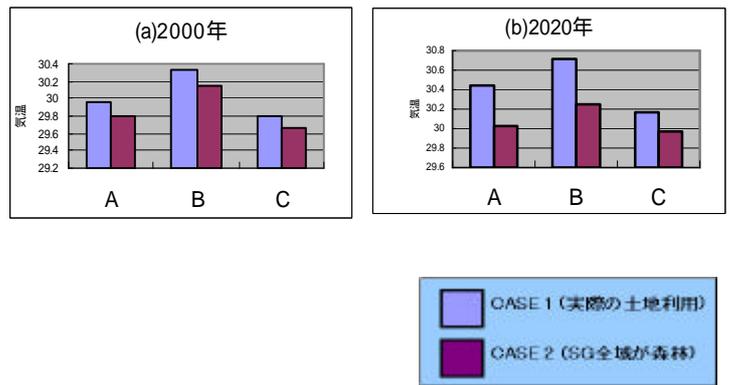


図7 シンガポールの影響

シンガポールの都市域がJBの気温に与える影響を見るために、これまでの結果(CASE1)にSGの都市域をすべて森林とした結果(CASE2)と比較したものが図7である。SGがJBの気温に与える影響は大きく、2020年には、SGの都市域がJBの日最高気温を約0.5押し上げるものと推測できる。

5. 結論

熱帯都市ジョホールバルの過去から将来にわたって、気温上昇と都市化の関係をシミュレーションにより調べた。その結果：(1)JB郊外セナイの過去30年の都市化による気温上昇は0.5(3月頃,日最高気温)に相当し得ると推測された。単純な比較は難しいが、観測値の5割強に相当する。(2)シンガポールの影響も無視できなくなることが示された。2020年で、SGはJBの日最高気温を0.5度押し上げる効果がある。