

芝浦工業大学工学部 正会員 菅 和利
 芝浦工業大学水圏環境研究室 正会員 小澤 太郎
 パシフィックコンサルタンツ 小森谷 哲夫

1.はじめに

近年、大都市だけでなく、地方の中小都市においても人間活動の影響により周囲とは異なった気候が形成されている。この気候変化は大気汚染や温暖化の問題から社会的な関心が高まっており、熱環境の改善は早急に望まれている。これを緩和させるために、水田などの緑地による蒸発散は都市の気温低下に効果的であると考えられる。そこで今回研究の対象とした福井県大野市は水田が非常に多く、蒸発散による冷源効果が顕著に見られることが期待できるため、水田と市街地における気象観測と、その周辺の熱環境を把握するために、盆地気象について数値解析を行った。また、昇温化する市街地の熱環境に、水田の蒸発散が及ぼす冷源効果について検討する。

2.観測方法

まず、典型的な盆地状の地形である大野市を対象に市街地とその周辺で観測を行った。観測日は8月8、9、10日の3日間。観測項目は、図1に示すルートA～Dで各7ポイントの移動観測。それと同時に、係留気球を用いて、市街地付近の亀山公園と郊外の工業団地の2ヶ所で、地上200mまでの気温・湿度・風速・風向を観測した。



図1 大野市と観測点

水田の観測は、水田内の風上と風下の2ヶ所で50mの間隔をおき、同時に20cmきざみに3mの高さまでの気温、湿度、風速、風向を観測した。また、水田内で稲穂の上と下の熱収支のデータを得るために、それぞれの気温・湿度・放射収支・地中伝導熱を観測した。ただし、稲の高さは0.9～1mである。

3.観測結果

3-1 水田の観測結果

図2是水田内の風上と風下の気温、風速を比較したグラフである。11時には熱輸送も活発化し、顕熱・潜熱の

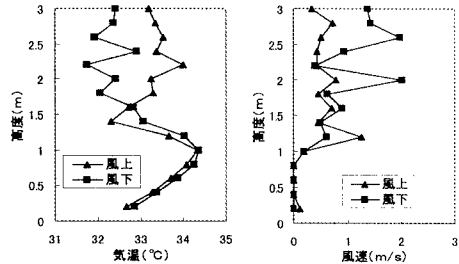


図2 気温・風速の鉛直プロフィール

影響を大きく受ける時間であり、このときは平均風速1m/sと乱れも少なく穏やかな風が吹いていた。気温に関して、稲の上端より下では高度と伴に直線的に上昇し、1mの高さで気温が最も高くなる。これは稲穂や葉によりカバーされて蓄熱する効果が発揮されているためである。稲穂の上では蒸発散が盛んに行われ、潜熱が拡散されやすいため、急激な気温低下を見せている。また、風下の方が風上よりも気温が低く、1.6mより上部でその差がはっきり確認でき、高度1.2～3mの平均気温の差は0.7℃と明確に現れた。

3-2 市街地の観測結果

図3は大野市の市街地における気温・風ベクトルであり、縦軸にルート、横軸に計測ポイントを示している。12時は、この日の最高気温を記録し、市街地の東側にある清滝川の影響を多少受けているが、主に北西の風が強く吹いているため、その影響は小さい。また、建物の密度が高いところは風が弱く、32℃以上の高温域が発生している。その逆に建物の密度が低いところほど風が吹きぬけやすく、低温域が広がっている。つまり、大野市の市街地は規模が小

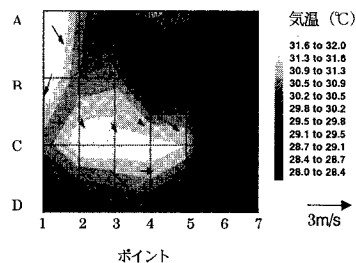


図3 市街地の気温・風ベクトル分布

キーワード 熱環境 盆地気象 水田 冷源効果 都市化

〒108-0023 東京都港区芝浦 3-9-14 Te 1:03-5476-3055 Fax:03-5476-3166 kan@sic-shibaura-it.ac.jp

さいが、日中に典型的な都市型の気候が形成され、市街地に吹込む風の影響が非常に大きいといえる。

4.解析方法

観測の結果をより明らかにするために、数値解析により推測される大気構造を再現した。今回の解析には Mellor and Yamada (1974) による level 2.5 乱流クロージャーマデルに基づいた大気の流動モデルの手法に、ビルや森林キャノピーの影響を組み込んだモデルを使用することで、観測したデータの一部をもとに数値解析を行った。対象領域は図 4 に示す通り 4 段階で、メッシュの分解能をそれぞれ 2km、1km、250m、125m とした。

5.解析結果

5-1 盆底部の解析結果

図 5 は 12 時の盆底における気温・風ベクトル分布である。大野盆地は、盆底で気温が 29℃を越え、昇温化しており、川付近は 27～28℃と低温域を広げている。市街地は川や水田の影響を受けているが、この時間は混合層が発達し、コンクリートや人工熱で発生した熱が拡散しているため、昇温化が進んでしまい、最高気温も 31.5℃に達し、目立った都市キャノピーが形成されてしまう。風については、場所によって強さと風向きに、ばらつきがあり、市街地では弱い風が吹きこみ、川からは外に向かうように吹く傾向が見られ、山間部では南西の風が卓越しているものの、斜面上昇風が吹いているように見える。

5-2 水田が市街地に及ぼす気温低下

図 6 はキャノピー内外の熱環境特性について調べるために、計算領域の左半分に水田、右半分に市街地を想定して計算を行い、断面の気温と風ベクトルを示したものである。水田では潜熱が顕熱より大きいため、地表面から上空まで低い気温を保っている。市街地の奥の方では、地表面近くが既に 30℃を超え、熱輸送が盛んに行われていることが想像でき、この市街地の高温化は人工熱、地表面の蒸発量の減少、地表面や建物の蓄熱が主な要因である。そして、水田の冷たい風が市街地に吹き込むことにより、地表面近くでは、水田と市街地の境界から 600m 位まで気温低下が確認できる。上空でもそれより少し先まで、水田による冷源効果が影響を及ぼしている。また、高度が低くなるほど、この効果は境界付近で弱められ、徐々に気温低下が見られなくなる。これは、粗度の大きい市街地に入ることにより、風は極端に弱まり、冷たい風を効率的に奥まで運べないことと、水田と市街地の熱収支の差が大きな原因と考えられる。

6.まとめ

今回の観測と数値解析から、盆底と市街地の昇温効果と、水田では蒸発散に伴う潜熱により気温低下の効果が確認できた。また、風が水田から市街地に吹き込むことにより、市街地の昇温を抑制できることが判明した。しかし、市街地では風が弱まるため、この影響は市街地と水田地帯の境界付近で急激に弱められ、徐々に気温低下が見られなくなる傾向が確かめられた。

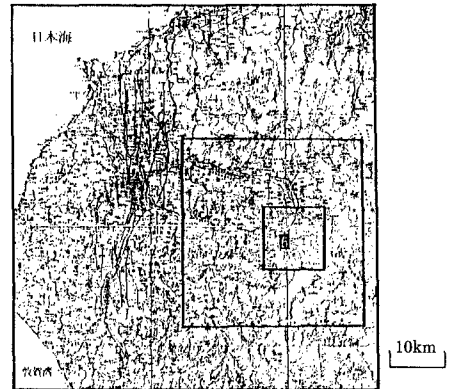


図 4 解析対象領域

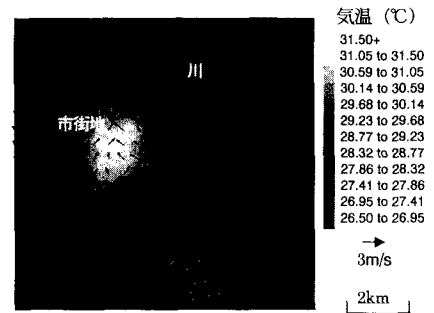


図 5 盆底の気温・風ベクトル分布

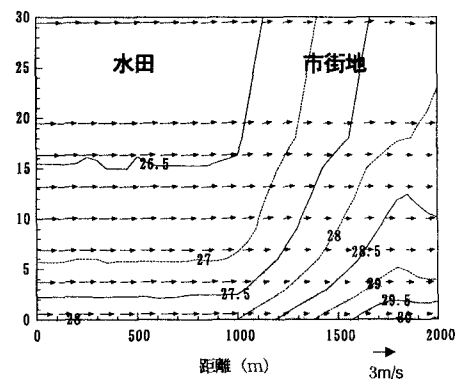


図 6 気温・風ベクトルの断面図