

Numerical Analysis of Local Climate in Fukui Area

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2010-10-19 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 吉田, 伸治, 中出, 晃司, YOSHIDA, Shinji, NAKADE, Koji メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10098/2531

数値気候モデルによる福井地方の局地気候解析

Numerical Analysis of Local Climate in Fukui Area

吉田 伸治*
(福井大学工学部建築建設工学科)
中出 晃司**
(福井大学大学院工学研究科)

1. はじめに

近年、都市が郊外に比べて高温となるヒートアイランド現象の発生に伴い、夏季の都市気候は温暖化の一途を辿っている。これに伴い、都市気候の研究が主として首都圏を中心に行われている^{文¹⁾~³⁾}。本研究では、気候特性や土地利用分布等が首都圏とは異なる福井地方における局地気候の数値解析を行った。本報では福井市を中心とする約 500km 四方程度の領域を対象として、Mellor-Yamada 型の大気乱流モデルを用いた数値シミュレーションにより夏季の局地風を解析した結果を示す。さらに、本報ではこの数値気候モデルを用いて福井県下に広く分布する水田が福井地方の夏季の局地気候に及ぼす影響を分析する。

2. 解析概要

2.1 解析対象ならびにメッシュ分割

図 1 に解析領域を示す。関東地方を中心に東西 480km、南北 480km、鉛直方向は地中 1m、大気部 9600m までを対象とする。水平方向は東西方向、南北方向ともに 8km の等間隔で 60×60 メッシュに分割している。また、鉛直方向は大気部、地中を不等間隔に、各々 47 メッシュ、5 メッシュに分割している。大気中の地上第 1 セルの幅は 20m、地中第 1 セルの幅は 2cm である。

2.2 気象条件

本解析に用いた気象条件を表 1 に示す。本解析では 1999 年 8 月の観測データ等を参考に設定している。例えば、上空風向・風速、温位の鉛直勾配は輪島の高層観測データを参考に与えた。また、海水面温度は日本海洋データセンター水温統計、及びに北陸、近畿地方各県の水産業関連のホームページに掲載されているデータを参考に設定した。

2.3 解析ケース

解析ケースを表 2 に示す。Case1 は国土交通省の国土数値情報^{文⁴⁾}の土地利用データを基に現状の土地利用状況を再現したものである。一方、

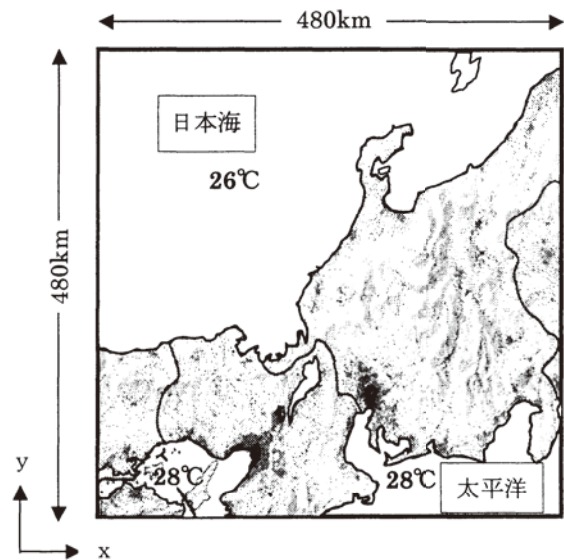


図 1 解析領域

*Shinji Yoshida, Department of Architect and Civil Engineering, Fukui University, 910-8507 Fukui, Japan

**Koji Nakade, Graduate School of Engineering, University of Fukui, 910-8507 Fukui, Japan

表1 気象条件

	設定値
1)解析対象日時	1999年8月の晴天日
2)上空風(風向・風速)	2.0[m/s](風向:西南西)
3)雲量[10分比]	0.3
4)温位の鉛直勾配	地上から上空400hPaまで:0.0050[K/m]、上空400hPa以上:0.0035[K/m]
5)可降水量	地上から上空800hPaまで:1.3[cm]、上空800hPa以上:3.5[cm]
6)水蒸気圧	26.5[hPa]

表2 解析ケース

	解析ケース	水田部分の蒸発効率 β
Case1	現状形態の場合 (国土交通省の国土数値情報の土地利用データを使用)	0.6
Case2	水田を埋め立て舗装面にした場合	0.0

表3 Case1の場合の土地利用分類によるパラメータの設定

	アルベド [-]	粗度長 Z_0 [m]	熱拡散係数 ($\times 10^{-6}$) [m ² /s]	定積熱容量 ($\times 10^6$) [J/m ³ K]	蒸発効率[-]	人工排熱 [W/m ²]
1) 田	0.20	0.050	0.20	3.0	0.5	0
2) 畑	0.10	0.010	0.45	2.0	0.3	0
3) 果樹園	0.20	1.000	0.50	2.0	0.3	0
4) その他の樹木畑	0.20	0.500	0.50	2.0	0.3	0
5) 森林	0.15	2.000	0.50	2.0	0.3	0
6) 荒地	0.20	0.010	0.50	2.0	0.3	0
7) 建物用地	0.10	1.000	0.81	2.1	0.0	50
8) 幹線交通用地	0.10	0.010	0.50	1.4	0.0	4
9) その他の用地	0.20	0.010	0.50	2.0	0.3	0
10) 内水地	0.03	0.001	0.14	4.2	1.0	0
11) 海浜	0.30	0.005	0.77	1.3	0.6	0
12) 海水域	0.03	0.001	0.14	4.2	1.0	0

Case2 は福井県内にある現状の水田が都市化によりすべて舗装面に改変された状況を想定している。この場合、福井県内に対応する領域においてのみ、水田部分の蒸発効率 β の値を0.6から0.0に変更して地表面の境界条件を作成している。両ケースを比較することにより水田の有無が福井地方の夏季の気候に及ぼす影響を分析する^{注1)}。

2.4 解析条件

表2に本解析で用いた土地利用分類による各パラメータの設定を示す。本研究では、国土庁の国土数値情報⁴⁾の土地利用データ(100mメッシュ)を基に、領域内の地表各メッシュの土地利

地表面(A点)から地中1m(B点)の間はA点の温位の初期値から換算した温度を設定

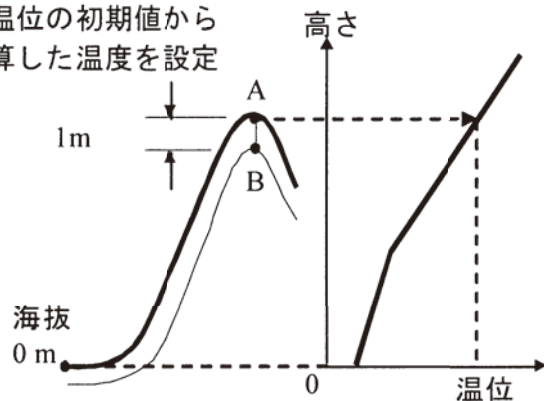


図2 大気中の初期地表面温度及び地中温度の設定

用状況に応じた数値設定を行っている。このパラメータは、地表面の境界条件の設定に関わる各項の算出に利用される。地中温度の境界条件に関しては、図2に示すように山岳部等の標高の高い地域における地表面温度の初期値が同じ高さでの大気中の温位の初期値の鉛直分布から与えられる温度と等しいと仮定し、さらに地中1mの温度は設定された地表面温度の初期値と同じとした。本解析では地中の熱の境界条件を断熱条件としているため、地表面温度、地中温度は計算の進行より変化する。その他の条件については文献5、6を参照されたい。

2.5 乱流モデル

複雑地形に適用可能な形に拡張された Mellor-Yamada モデルのレベル 2.5^{7)~9)}を利用した。また、実際の解析には、ヒートアイランド現象の解析とその対策技術の総合評価のために筆者らを中心とした研究グループが開発した Software Platform¹⁰⁾のメソスケール解析機能を利用している。

3. 解析結果

3.1 観測値との比較による予測精度の検証

本節では、観測データにより得られた数値解析の結果の予測精度を検証する。

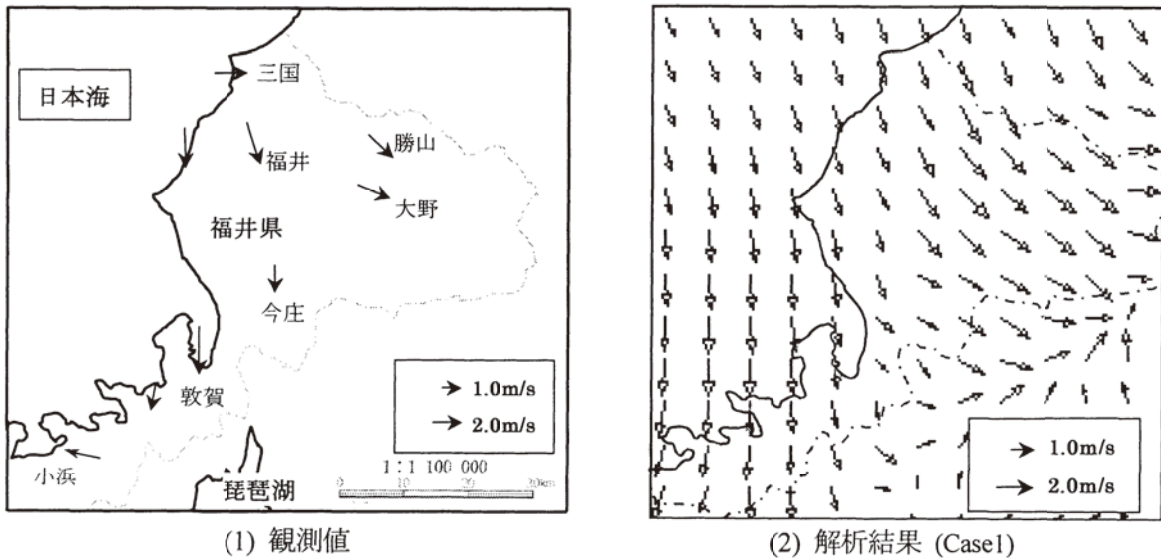


図3 風速ベクトル分布の観測値と解析結果の比較 (8/6 15時、高さ10m)

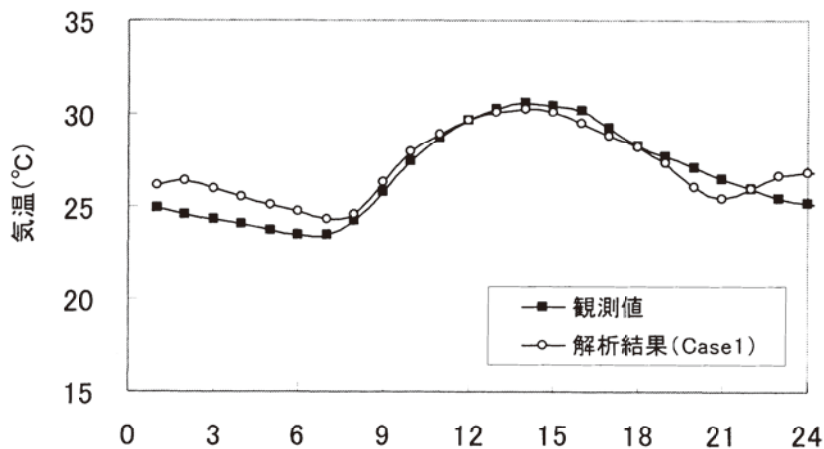


図4 福井市の気温の観測値と解析結果の比較
(福井地方気象台が位置するメッシュ (8km 四方)、高さ10m)

まず、流れ場の予測精度を検証した結果として、計算開始後 33 時間目 (8 月 6 日 15 時) における高さ 10m の風速ベクトル分布について、現状の土地利用状況を想定した Case1 の解析結果と観測結果を比較したものを図 3 に示す。ここで、観測結果は拡張 AMeDAS^{※11)} の標準年データの 8 月の 15 時の結果を基に図化したものである。観測値と解析結果を比較すると、北西から福井平野へ流入する海風の傾向がよく捉えられているのがわかる。特に、観測点のある福井、勝山、大野付近の風向は観測値と良く対応している。また、風速は領域全体で約 1.0~2.0m/s 程度の値を示しており、これも観測値と対応する結果となった。

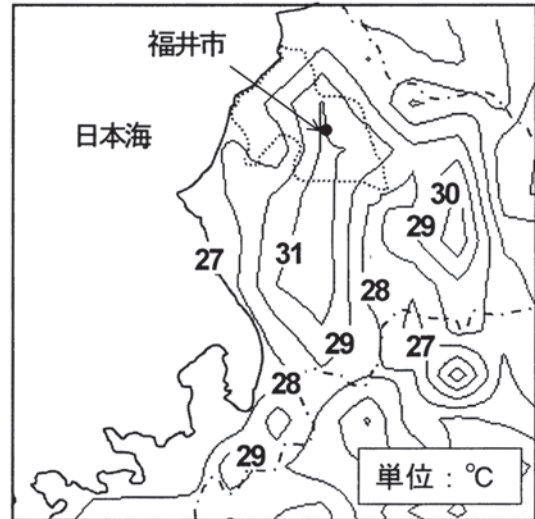
次に、温度場の予測精度を検証した結果として、福井地方気象台が位置する 8km 四方メッシュにおける気温 (高さ 10m) の 8 月 6 日 0 時 (計算開始後 18 時間目) から 8 月 7 日 0 時 (計算開始後 42 時間目) までの時間変化を図 4 に示す。観測値は拡張 AMeDAS 観測データの標準年データに収録されている 8 月の各時刻の結果の平均値である。観測値は朝 7 時頃 23℃ 程度の最低値を示した後上昇し、14 時頃に約 30℃ のピーク値を示す。一方、解析結果は 24~30℃ 程度の値で推移している。夜間 21 時から 2 時頃にかけて解析結果では若干の気温上昇が見られ、観測値より約 1℃ 程度高い値を示すものの、その他の時間帯においては観測値と非常に良く対応している。夜間に数値解析と観測値に差が生じる要因としては、本解析では建物用地、幹線交通用地からの人工排熱の値を全ての解析時間帯において一定値を与えており (表 3)、福井地方の現状に必ずしも対応しないこと、気象条件の設定の精度を向上させる必要があること、等が理由と考えられ、今後更なる検討が必要である。

次節では、福井県内の水田が福井地方の夏季の気候形成に及ぼす影響について、日中 15 時の解析結果を用いて分析する。

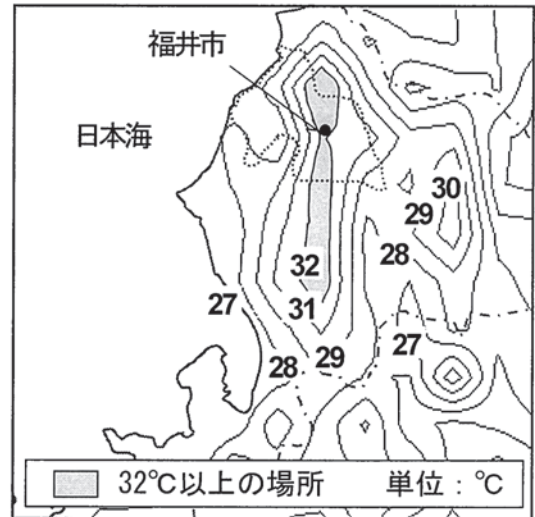
3.2 水田の有無が福井地方の局地気候に及ぼす影響の検討

(1) 地表面温度に及ぼす影響

図 5 に 8 月 6 日 15 時における各ケースの地表面温度分布を示す。また図 6 は Case2 の地表面温度の値から Case1 の値を引いたものである。現状の土地利用状況を想定した Case1 では福井平野を中心に 31℃ 程度の高温域が形成される。また、勝山、大野等の奥越地域で約 30℃ の値を示す。これに対



(1) Case1 (現状)



(2) Case2 (水田を舗装面化)

図 5 地表面温度分布 (8/6 15 時)

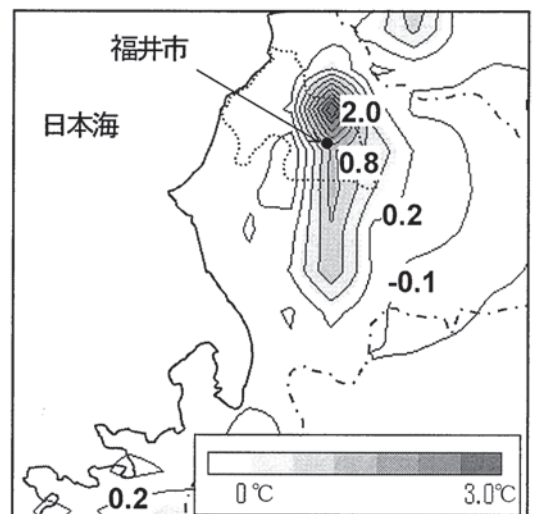


図 6 水田の舗装面化による地表面温度の上昇 (Case2 - Case1、8/6 15 時)

して県内の水田を全て舗装面とした Case2 では水田の多い福井平野を中心に 32℃以上の値を示しており、福井市北西部で最高約 2.0℃地表面温度が上昇する。これは、Case2 では県内の水田の蒸発効率を 0.3 から 0.0 に変更したため、水田からの潜熱の発生が無くなったためである。

(2) 流れ場に及ぼす影響

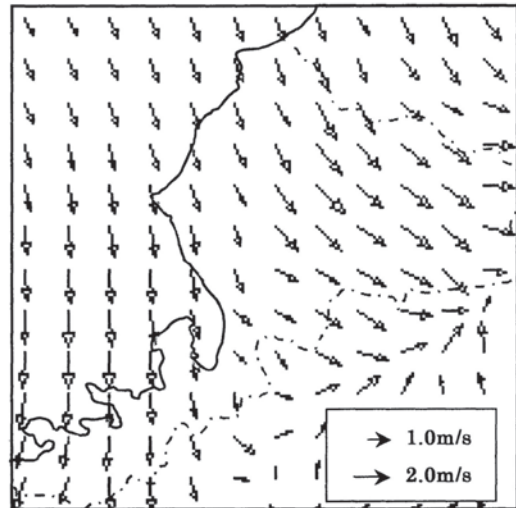
図 6 に 8 月 6 日 15 時における高さ 10m の風速ベクトル分布を示す。また、図 7 は水田の有無が風速に及ぼす影響を検討するため、Case2 のスカラー風速の値から Case1 の値を引いたものである。Case1、Case2 とともに日本海からの海風が北西方向から流入しており、全般的な傾向には両者の相違が見られないものの、風速については水田を舗装面に変更した Case2 の方が福井平野の付近を中心に値が増加しており、スカラー風速値で最高約 0.6m/s 程度の増加が見られる (図 6)。これは前述の地表面温度の上昇 (図 5) に伴い、海面と陸上の温度差が増加した結果、海風の駆動力が増大し、風速が増加したものと考えられる。

(3) 気温に及ぼす影響

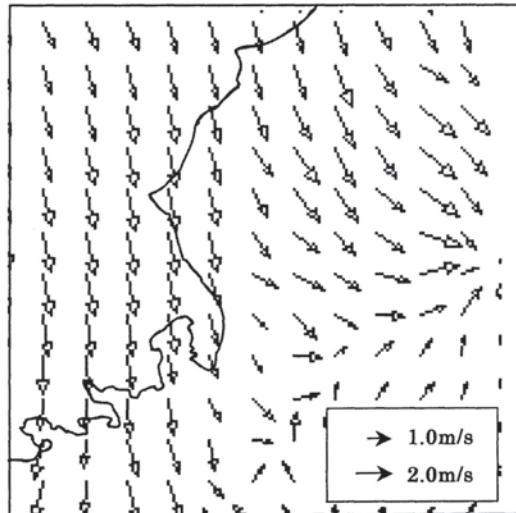
図 8 に図 6 と同じ表示高さにおける気温の水平分布を示す。また、図 9 は水田の有無が気温に及ぼす影響を検討するため、図 7 同様、高さ 10m における Case2 の気温の値から Case1 の値を引いたものである。Case1 では福井平野、奥越地域において約 30℃の気温を示すのに対して、Case2 では地表面温度が上昇した影響により、福井平野を中心にその値が上昇しており、最高 0.9℃程度の気温上昇が見られる。また、水田の有無による気温上昇の影響範囲は地表面温度の場合に比べ、より内陸側へと広範囲となっている。これは海風が増加したため (図 7)、水田の舗装面化に伴い生じた顕熱がより内陸へ移流によって輸送されるためである。

4. まとめ

- (1) 数値気候モデルを用いて福井地方の局地気候解析を行った。
- (2) 現状の土地利用状況を反映させた Case1 では海風発生時の風速分布について、観測データと定性的に一致する結果が得られた。気温については、福井市において夜間の時間帯において若干の差異が見られるものの、その他の

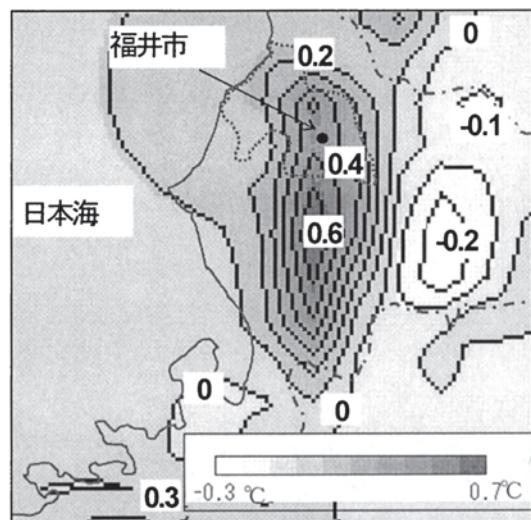


(1) Case1 (現状)



(2) Case2 (水田を舗装面化)

図 6 風速ベクトル分布 (8/6 15時、高さ 10m)



(3) Case3 (森林の半分を舗装面化)

図 7 水田の舗装面化による風速の増加 (Case2 - Case1、8/6 15時、高さ 10m)

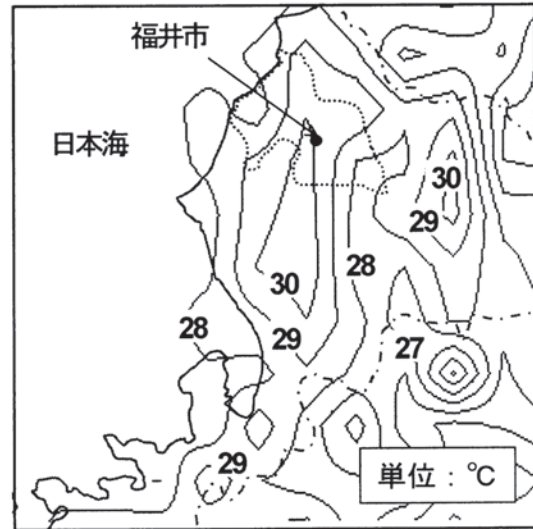
時間帯においては観測データと大変良く一致する結果が得られ、本解析の予測精度が十分高いことを確認した。夜間の時間帯における予測精度を向上させるため、人工排熱データの整備、初期条件・境界条件となるデータの更なる整備が今後の課題である。

- (3) 福井県内の水田からの水蒸気発生の有無が夏季の局地気候に及ぼす影響を調べた。水田からの蒸発散の効果が無くなった場合を想定した Case2 では、夏季の 15 時の地表面温度が最高 2.0°C 程度、高さ 10m の気温が約 0.9°C 程度上昇した。また、これに伴い、Case2 では Case1 に比べて風速の増加が見られた。
- (4) 地表面からの潜熱発生の有無は地表面温度に大きく影響する。潜熱発生量の大きな水田は夏季の地表面温度の上昇を抑制するために大きく貢献していることが確認された。

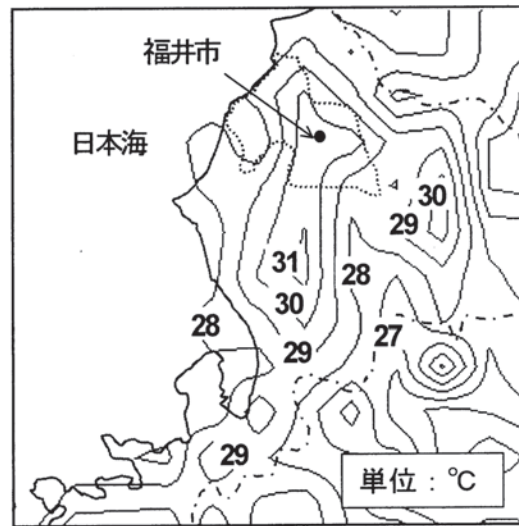
注 1) Case2 では、福井県内の水田が全て舗装面に変更した効果を、蒸発効率 β の値を幹線交通用地と同じ値にすることによりモデル化している。しかし、実際は蒸発効率以外のパラメータ（アルベド、粗度長、熱拡散係数、定積熱容量）も変化するものと考えられる。今回は水田からの潜熱発生の有無による熱的影響を単独で評価するため、蒸発効率以外のパラメータ値については変更しない解析を行った。

[参考文献]

- [1] T. Ojima, 1991, Energy and Buildings, 15, 191-203
- [2] 環境庁企画調整局, 1990, 首都圏・その保存と創造に向けて, 大蔵省印刷局.
- [3] 吉門, 1993, 資源環境技術総合研究所報告, 第 6 号, 1~136.
- [4] 国土庁計画・調整局, 建設省国土地理院, 1992, 国土数値情報
- [5] 村上, 持田, 金, 大岡, 1997, 日本建築学会計画系論文集, No.491, 31-39.
- [6] 金, 村上, 持田, 大岡, 吉田, 2000, 日本建築学会計画系論文集, 第 534 号, 83-88
- [7] Mellor G.L., and Yamada T., 1974, J of Applied Meteorology, Vol.13, No.7, 1791~1806.
- [8] Mellor G.L., and Yamada T., 1982, Rev. Geophys. Space Phys., Vol.20, No.4, 851~875.
- [9] Tetsuji Yamada and Susan Bunker, 1989, Journal of Applied Meteorology, Vol.28, 545~554.
- [10] 持田, 村上, 金, 近藤, 島田, 大岡, 2000, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D1, 1099-1102
- [11] 日本建築学会, 拡張アメダス気象データ



(1) Case1 (現状)



(2) Case2 (水田を舗装面化)

図 8 気温分布 (高さ 10m、8/6 15 時)

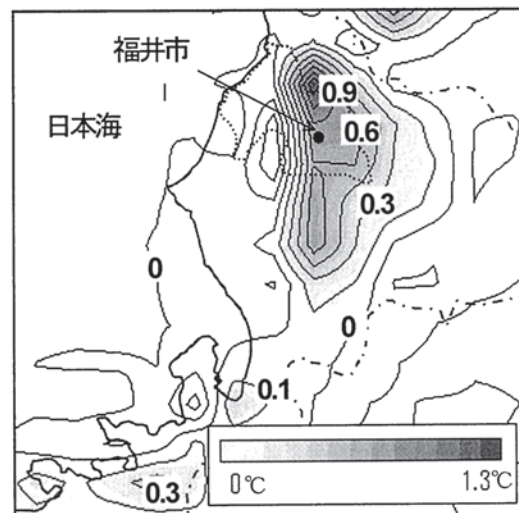


図 6 水田の舗装面化による気温の上昇 (Case2 - Case1、8/6 15 時)