

4. 2012年8月のヒートアイランド現象

都市気候モデルによる再現実験の結果から、以下の都市化の影響が明らかとなった。

都市上空のヒートアイランド現象は時刻や高度による違いがあり、夕方から宵の内にかけて都市化の影響による昇温が大きく、影響が及ぶ高度も高い。

都市上空では、クロスオーバー現象により周辺部に比べて都市部の方が低温となる場合がある。この現象は関東地方の都心部で顕著である。

関東地方や東海地方では、都心部の熱で暖められて軽くなった空気が、上昇しながら上空の風によって内陸部に運ばれている。

都市化が雲や降水に及ぼす影響を考えるためには、まず都市化が上空の大気にどのような影響を与えているか知る必要がある。また、近年はオフィスビルやマンション等の高層化が進み²⁴、高層階で活動し、居住する人々も増加していることから、地上だけでなく高所におけるヒートアイランド現象についても解析が必要である。しかしながら、都市上空の気温は地上のように精密に観測されておらず、観測結果から都市上空のヒートアイランド現象の実態を把握することは困難である。この章では、2012年の8月を対象とした都市気候モデルによる再現実験の結果を利用して、三大都市圏（関東地方、近畿地方、東海地方）における地上や上空のヒートアイランド現象の特徴について分析する。都市気候モデルの概要および都市気候モデルによる都市化の影響の評価方法については、「ヒートアイランド監視報告（平成23年）」（気象庁、2012）と同様である。

なお、都市上空の都市化の影響を詳細に分析するため、温位²⁵の鉛直プロファイルを用いているが、これは T. R. Oke and C. East（1971）など、大気境界層²⁶内のヒートアイランド現象を分析する場合に古くから用いられている方法である。温位の鉛直プロファイルは図4.1に示すように、上空ほど温位が高ければ大気境界層内の大気が安定であること、温位が等しければ中立であること、上空ほど温位が低ければ不安定であることを意味している。都市化の進行と共に、夜間の放射冷却が弱まって地表面付近の安定層が形成されにくくなり、温位の鉛直プロファイルが安定から中立の状態へと変化することが知られている（藤部、2012）が、このような変化を見るのに適している。

²⁴ 東京スカイツリー（634m）、東京タワー（333m）、東京都庁第一本庁舎（243m）等、近年の都市部における高層建築物の高さは高度200m以上に達し、人々の活動範囲の高度も高くなって来ている。

²⁵ 温位：気圧を1,000hPaに断熱的に変化させた時の気温。上空の気温は、気圧の影響により、断熱膨張や断熱圧縮を起こして変化する。このため、同じ気圧の条件に揃えて比較する必要がある。

²⁶ 大気境界層：地表面の影響を受ける地表面（高度0m）から高度約1,000mまでの大気の層。

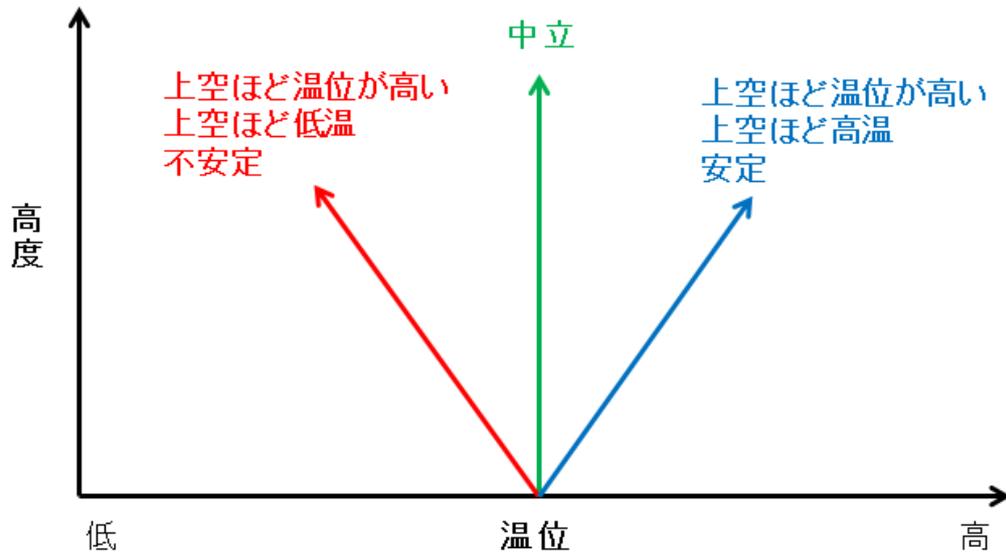


図 4.1 温位の鉛直プロファイルの意味

不安定な状態になった場合は、不安定な状態を解消するために対流が起こる。対流によって混合されて中立となるため、結果的に不安定な鉛直プロファイルが見られることは少ない。

4.1 関東地方における 2012 年 8 月のヒートアイランド現象

2012 年 8 月の関東地方は、東京の月平均気温が 29.1 で歴代 3 位、熊谷の平均気温が 28.9 で歴代 2 位、横浜の平均気温が 28.1 で歴代 4 位と、近年では 2010 年に次ぐ記録的猛暑となった。本節では 2012 年 8 月の都市気候モデルによる再現実験の結果を元に、関東地方の地上や上空におけるヒートアイランド現象について分析する。

表 4.1 東京、横浜、熊谷における 8 月の月平均気温の極値

順位	東京		横浜		熊谷	
	年	気温	年	気温	年	気温
1	2010	29.6	2010	28.6	2010	29.3
2	1995	29.4	1995	28.5	2012	28.9
3	2012	29.1	1994	28.2	1995	28.7
4	2007	29.0	2012	28.1	2007	28.6
5	1994	28.9	2007	28.0	1994	28.5
6	1978	28.9	1990	27.9	1990	28.2
7	1990	28.6	1922	27.9	1973	28.1
8	1984	28.6	1999	27.8	1978	28.0
9	1999	28.5	1978	27.8	1999	27.8
10	1973	28.5	1973	27.6	1984	27.8

4.1.1 関東地方における 2012 年 8 月の地上の平均気温と風の特徴

図 4.2 に都市気候モデルによる再現実験で得られた関東地方における 2012 年 8 月の観測高度（約 1.5m）の時刻別の平均気温と観測高度（約 10m）の平均風を示す。時刻別の平均気温の分布を見ると、明け方の 5 時は東京 23 区や横浜市を中心に気温が高い傾向が見られる。10 時は関東平野全体が同程度の気温となっており、ヒートアイランド現象の特徴である島状の気温分布は見られない。15 時は東京都心より内陸部の埼玉県南東部から群馬県南部にかけての地域を中心に 32 以上の高温域が広がっている。20 時は東京都心から埼玉県南東部にかけての地域で気温が高くなっている。一方、平均風は全般に暖かい南海上からの南よりの風が卓越しており、特に 15 時は海風と重なって風速が大きくなっている。

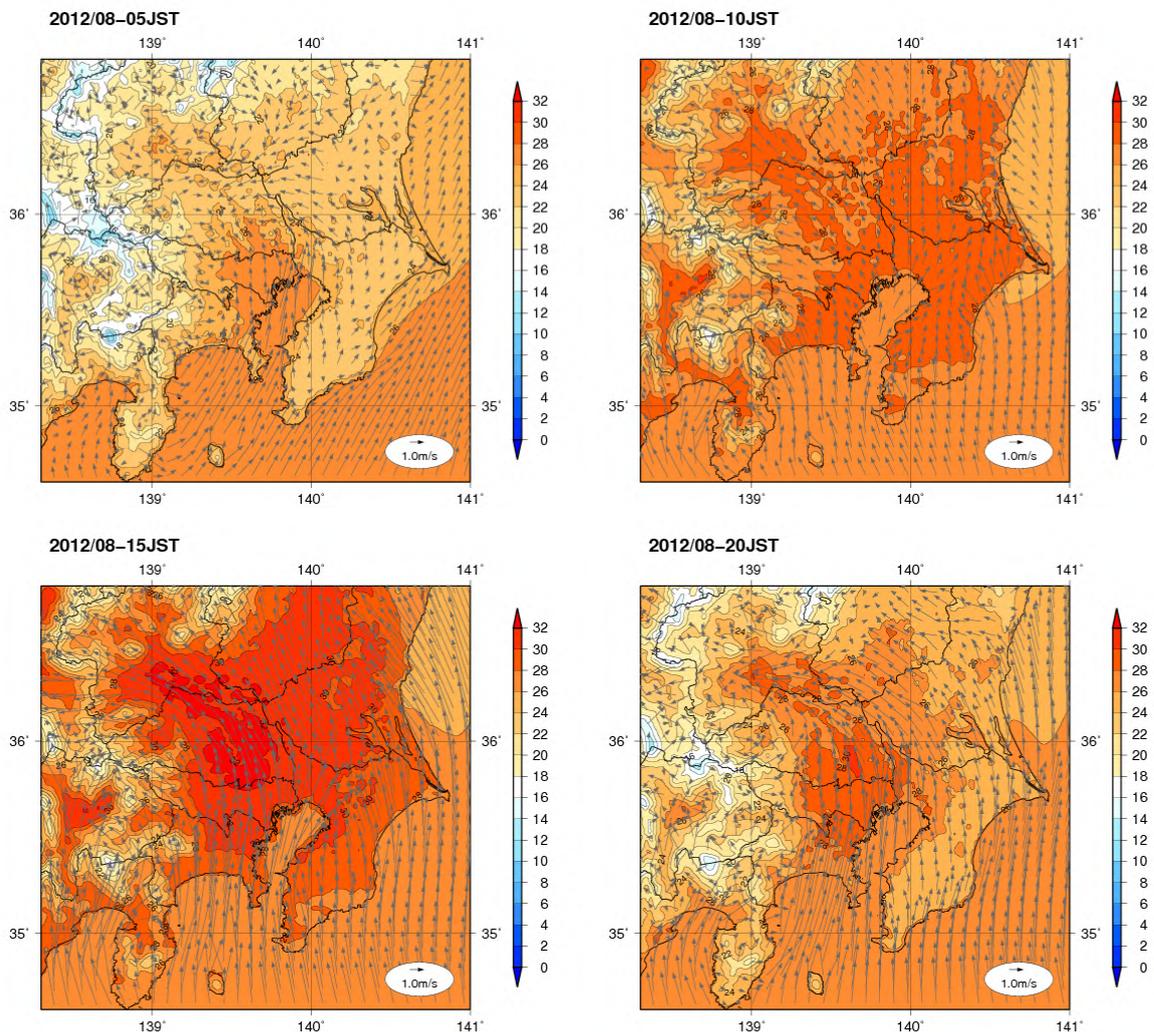


図 4.2 都市気候モデルによる再現実験で得られた関東地方における 2012 年 8 月の 5 時（左上）、10 時（右上）、15 時（左下）、20 時（右下）の平均気温（陰影）と平均風（矢羽根）の分布。

高度は地上気温観測と同様に、気温は 1.5m（単位は $^{\circ}\text{C}$ ）、風速は 10m（単位は m/s）。

図 4.3 に都市気候モデルによる再現実験で得られた関東地方における 2012 年 8 月の観測高度（約 1.5m）の時刻別の都市化の影響による気温変化量²⁷を示す。ヒートアイランド現象による気温の上昇は日中より夜間で顕著であり、最高気温に比べて最低気温で気温の上昇が顕著であるという第 2 章の分析結果と良く整合していると考えられる。

5 時は東京 23 区の西部から内陸の地域で+3.0 以上の昇温域が広く分布しているほか、群馬県前橋市や山梨県甲府市など盆地の都市でも昇温量が大きくなっている。10 時は-0.5 程度と僅かではあるが都市がある場合の気温が低い。これは熱容量の大きなコンクリートの建築物などにより気温が上昇しにくいとためと考えられる。15 時は埼玉県南東部から東京都心のやや内陸側を中心に昇温域が広がっているものの、+0.5 程度と昇温量が小さい。これは大気対流活動で都市の熱が上空へ拡散されやすいためと考えられる。20 時はさいたま市の周辺で+4.0 以上と著しく昇温量が高くなっている。これは埼玉県南東部が日中に非常に高温となったことにより、熱容量の大きなコンクリートの建築物などへの蓄熱が大きかったためと考えられる。

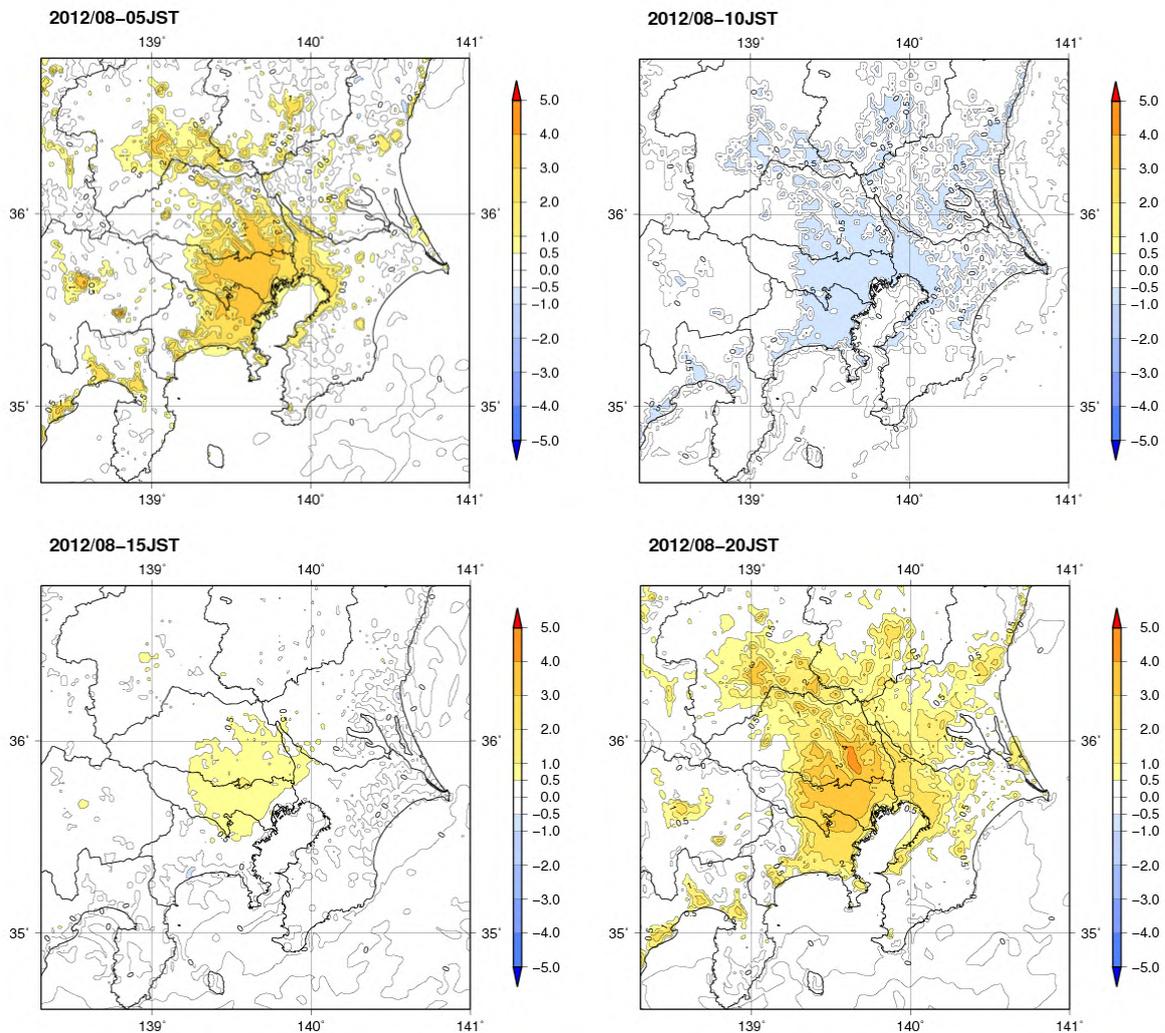


図 4.3 都市気候モデルによる再現実験で得られた関東地方における 2012 年 8 月の 5 時（左上）、10 時（右上）、15 時（左下）、20 時（右下）の都市化の影響による気温変化量（ ）の分布。高度は地上気温観測と同じ 1.5m。

²⁷ 都市有り（通常の状態）と都市無し（仮想的に都市を草地に変え、人工排熱量を 0 とした場合）との気温差。

4.1.2 関東地方における 2012 年 8 月の都市上空のヒートアイランド現象

図 4.4 に東京における 2012 年 8 月の時刻別の平均的な温位の鉛直プロファイルを示す。5 時と 20 時では高度 500m 以下で「都市が無い場合」²⁸の温位の鉛直プロファイルが安定している一方で、「都市が有る場合」の気温は中立となっており、対流による混合が活発であると考えられる。このような夜間の都市上空における温位の鉛直プロファイルの変化は、4 章冒頭で述べた T. R. Oke and C. East (1971)の結果と整合的である。10 時では「都市が有る場合」「都市が無い場合」共に、高度 500m 以下で気温の鉛直プロファイルが中立となっており、対流活動が活発であると考えられる。15 時では「都市が有る場合」「都市が無い場合」の温位の差は小さいものの、都市化の影響による昇温が高度 1,000m 付近にまで及んでいる。

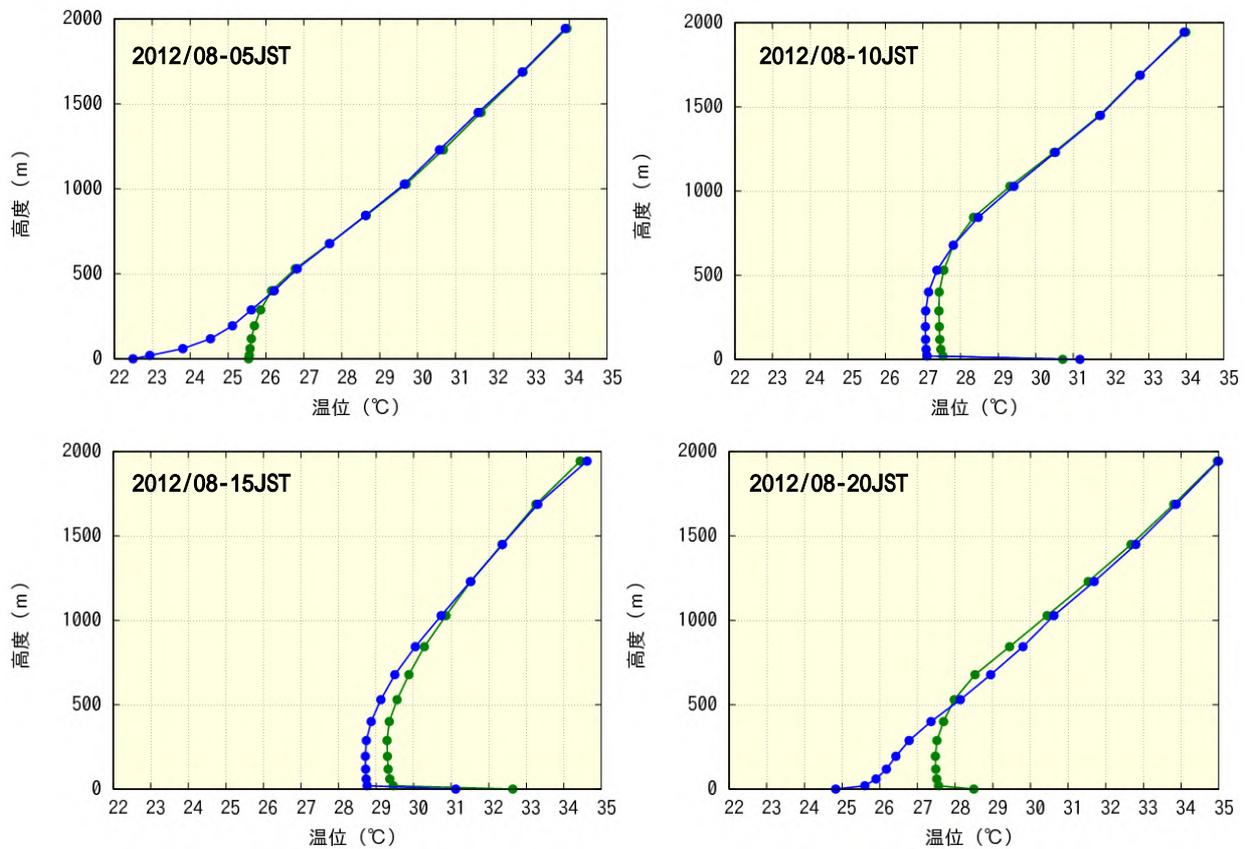


図 4.4 都市気候モデルによる再現実験で得られた東京における 2012 年 8 月の 5 時（左上）、10 時（右上）、15 時（左下）、20 時（右下）の平均的な温位の鉛直プロファイル。緑線は「都市がある場合」、青線は「都市がない場合」を示している。印は温位データが存在する高度を示しており、最下層（高度 0m）は地表面の温位、第 2 層は高度 20m の大気の温位である。地上気温の観測を行っている高度（高度 1.5m）は最下層と第 2 層の中間にあたる。

²⁸ 仮想的に都市を草地に変え、人工排熱量を 0 とした場合

図 4.5 に関東地方においてヒートアイランド現象が最も強い練馬の 2012 年 8 月の時刻別の平均的な温位の鉛直プロファイルを示す。練馬の各時刻における鉛直プロファイルの傾向は概ね東京に類似しているが、15 時の気温の鉛直プロファイルが高度 1,000m 付近まで中立となっており、日中の対流による混合が東京より高い高度にまで及んでいる点に違いが見られる。また、各高度における都市化の影響による昇温も大きい。20 時では高度 500m 以上において「都市が有る場合」の都市上空の気温が「都市が無い場合」に比べて低温となる現象（クロスオーバー現象²⁹として知られている）が東京に比べて明瞭に現れている。

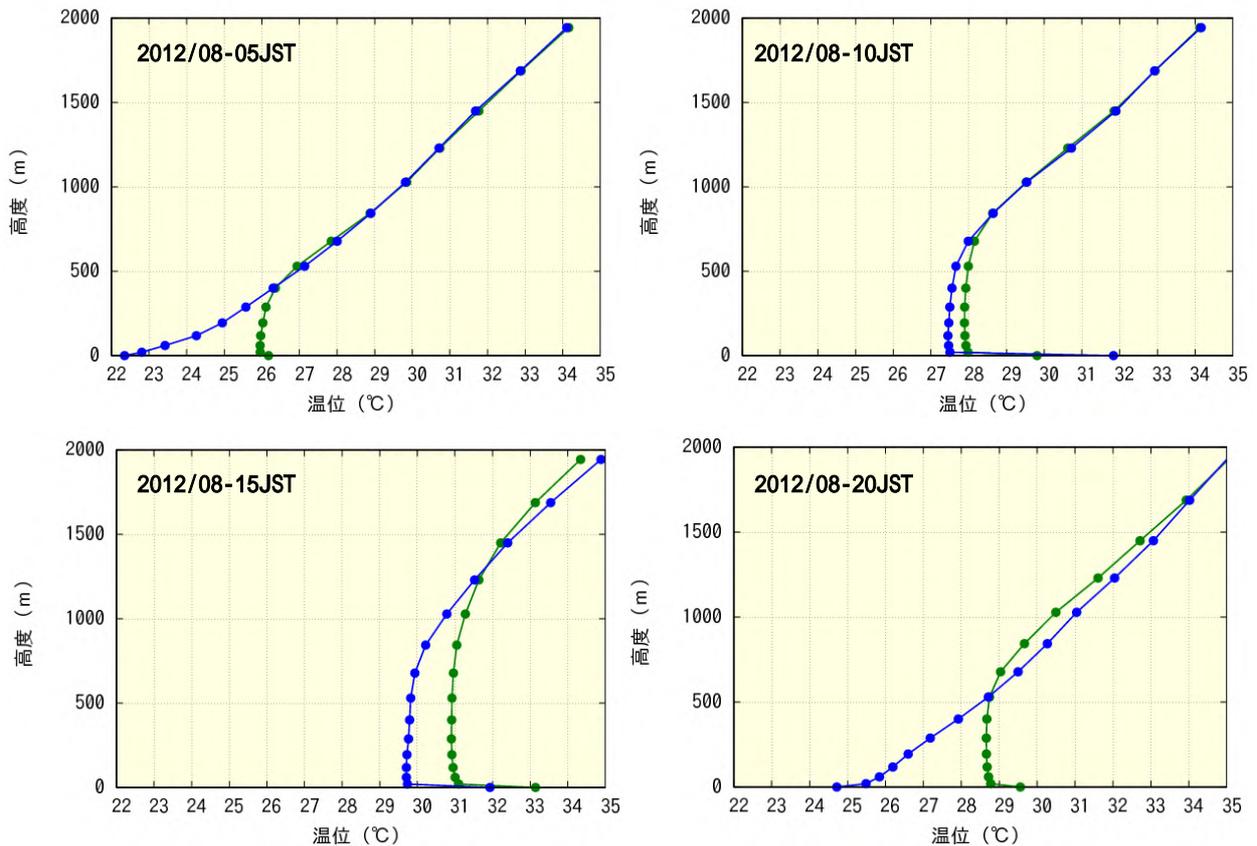


図 4.5 都市気候モデルによる再現実験で得られた練馬における 2012 年 8 月の 5 時（左上）、10 時（右上）、15 時（左下）、20 時（右下）の平均的な温位の鉛直プロファイル。緑線は「都市がある場合」、青線は「都市がない場合」を示している。印は温位データが存在する高度を示しており、最下層（高度 0m）は地表面の温位、第 2 層は高度 20m の大気の温位である。地上気温の観測を行っている高度は 1.5m であるから、最下層と第 2 層の中間にあたる。

²⁹ クロスオーバー現象：都市上空の気温（温位）が郊外より低くなる現象。都市の熱で発生した上昇気流により、低い温位の空気が上空に持ち上げられることによって起こる。

図 4.6 に関東地方で夏季日中に顕著な高温となる熊谷付近の 2012 年 8 月の時刻別の平均的な温位の鉛直プロファイルを示す。熊谷の各時刻における鉛直プロファイルの傾向も概ね東京に類似しているが、15 時の気温の鉛直プロファイルが高度 1,000m 付近までで中立となっており、練馬と同様に日中の対流による混合が東京より高い高度にまで及んでいる点に違いが見られる。しかしながら、練馬に比べると各高度における都市化の影響による昇温は小さい。また、5 時では高度 500m 以下の「都市が有る場合」の温位の鉛直プロファイルが東京や練馬に比べて安定している。これは東京や練馬に比べて内陸部にあり、夜間の放射冷却による影響が強いためと考えられる。

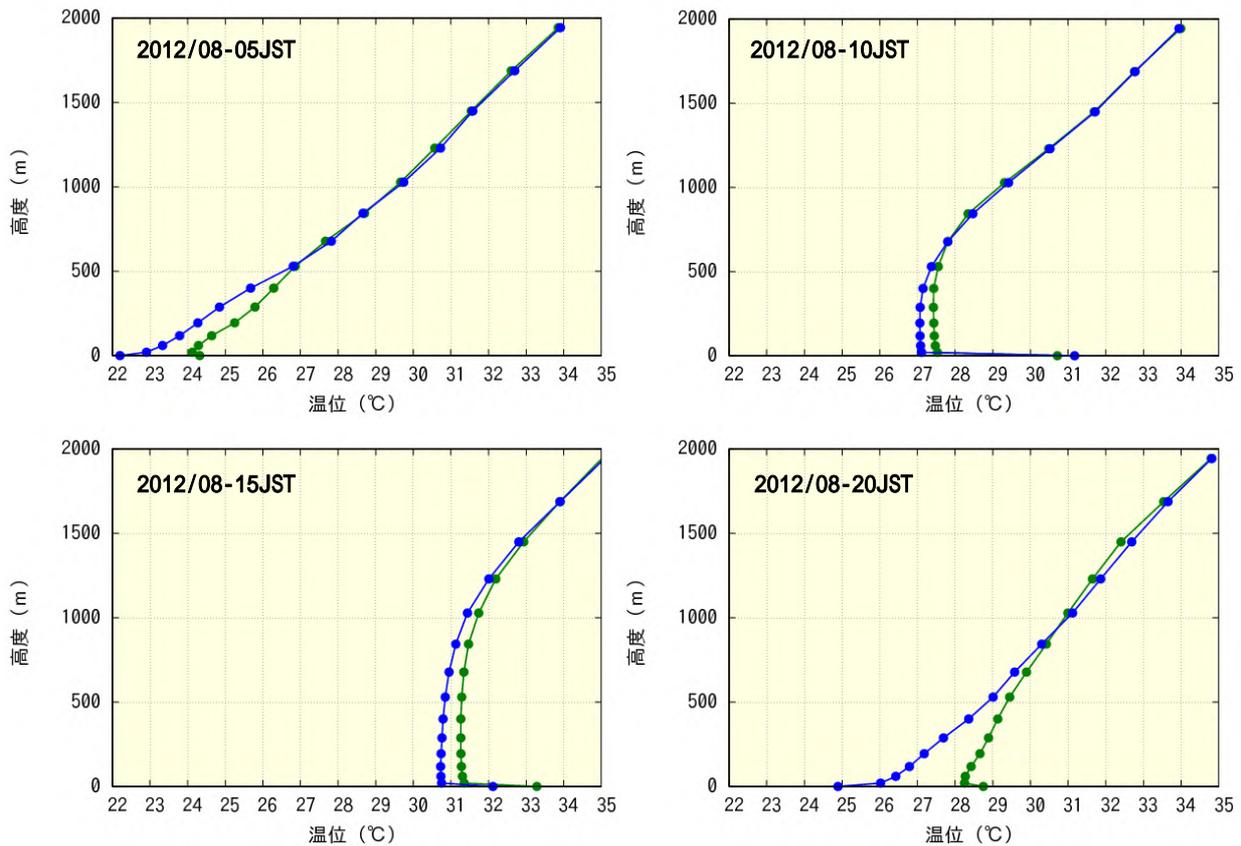


図 4.6 都市気候モデルによる再現実験で得られた熊谷における 2012 年 8 月の 5 時（左上）、10 時（右上）、15 時（左下）、20 時（右下）の平均的な温位の鉛直プロファイル。緑線は「都市がある場合」、青線は「都市がない場合」を示している。印は温位データが存在する高度を示しており、最下層（高度 0m）は地表面の温位、第 2 層は高度 20m の大気の温位である。地上気温の観測を行っている高度は 1.5m であるから、最下層と第 2 層の間にあたる。

以上のように、温位の鉛直プロファイルを用いた分析から、関東地方において、夜間に都市化の影響が及ぶ高度は 500m程度で、大気境界層における対流活動が活発な 15 時頃に最大となり、高度 1,000m 付近にまで達していることが分かる。次に、関東地方の上空の高度 250m、500m、1,000m における都市化の影響による昇温域の分布について分析する。

図 4.7 に関東地方の高度 250m における時刻別の都市化の影響による温位変化量の分布を示す。高度 250m における温位昇温量は時刻による違いがあり、10時では+0.4 程度の昇温であるのに対し、20時は最大で+2.0 以上の昇温域が見られるなど強さに違いがある。また、15時の最も昇温量が大きな地域は地上気温観測高度（約 1.5m）と同様に東京都練馬区の周辺に見られる一方で、5時の最も昇温量が大きな地域は埼玉県北東部となっているなど、昇温域の位置にも違いが見られる。

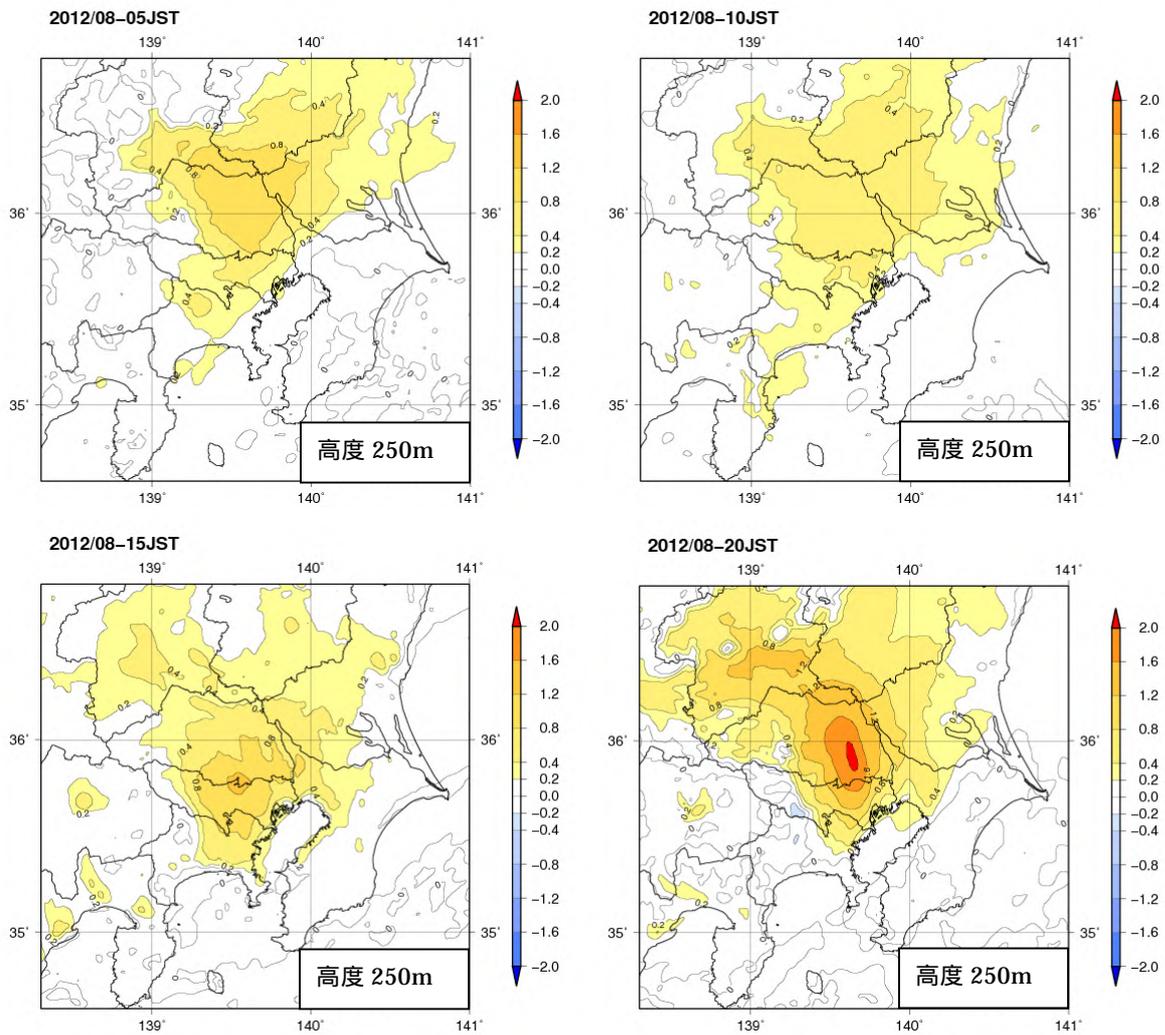


図 4.7 都市気候モデルによる再現実験で得られた関東地方における 2012 年 8 月の高度 250m の 5 時(左上)、10 時(右上)、15 時(左下)、20 時(右下)の都市化の影響による温位変化量()の分布。

図 4.8 に関東地方の高度 500m における時刻別の都市化の影響による温位変化量の分布を示す。高度 500m では、5 時や 10 時は都市化の影響による温位の昇温は+0.2~0.4 程度と小さい。15 時は地上気温観測高度(約 1.5m)と同様に東京都練馬区の周辺に+1.2 以上、20 時は内陸部に+0.8 以上の昇温のピークが見られる。5 時や 20 時では、都心部でクロスオーバー現象による温位の低下が見られる一方、群馬県や栃木県、茨城県など内陸部での昇温が目立つ。これは都心部で暖ためられて軽くなった空気が上昇しながら上空の風によって内陸部に運ばれるためと考えられる。また、10 時では、埼玉県や茨城県などの内陸部を中心に+0.4 程度の弱い昇温域が広がっている。これは、地上における明け方のヒートアイランドの熱が、大気境界層における対流活動の始まりと共に上空に拡散されるためである。

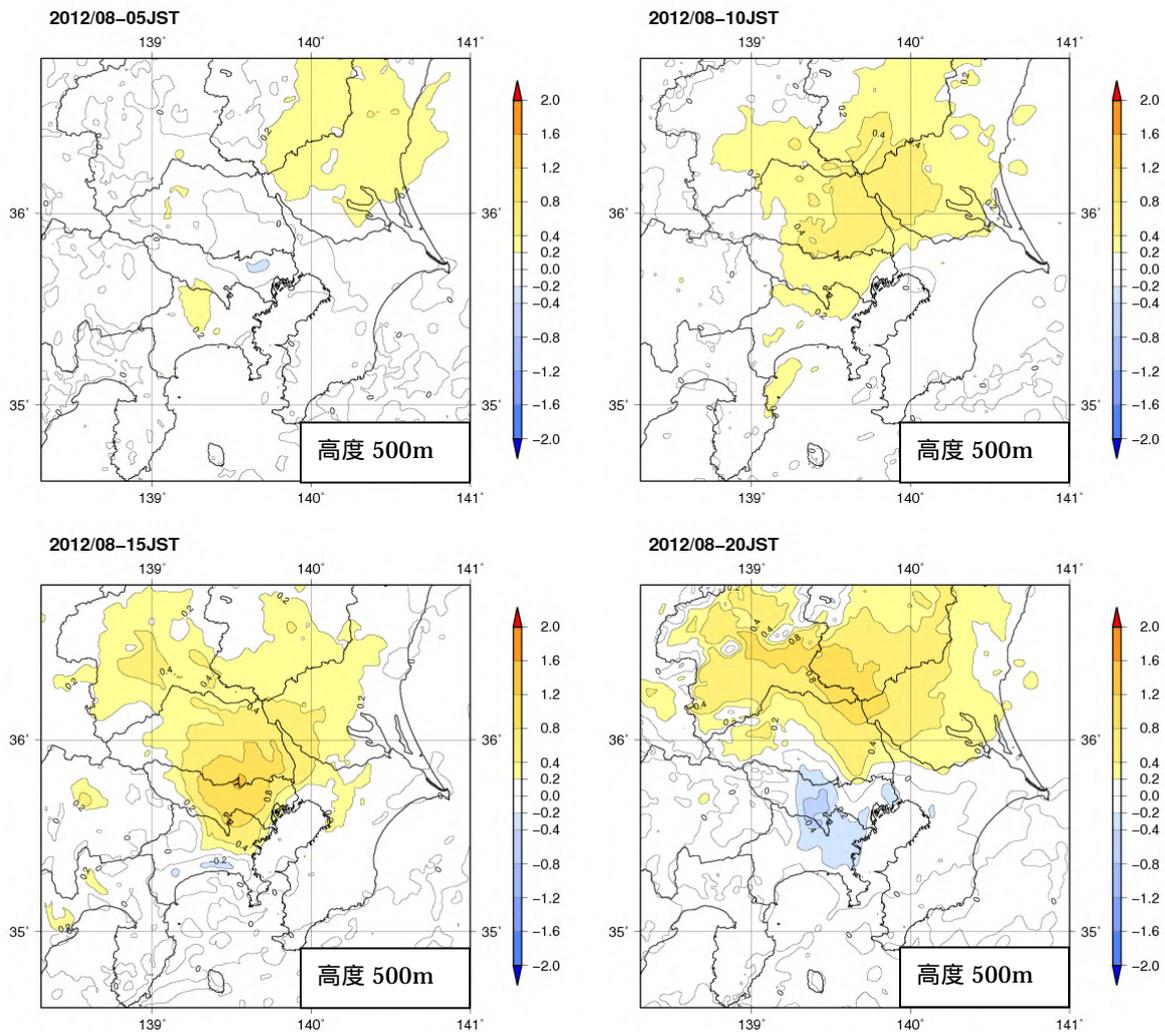


図 4.8 都市気候モデルによる再現実験で得られた関東地方における 2012 年 8 月の高度 500m の 5 時(左上)、10 時(右上)、15 時(左下)、20 時(右下)の都市化の影響による温位変化量()の分布。

図 4.9 に関東地方の高度 1,000m における時刻別の都市化の影響による温位変化量の分布を示す。高度 1,000m では都市化の影響による温位の昇温域はほとんど見られなくなり、15 時で東京都練馬区の周辺、20 時で栃木県や茨城県に+0.4 程度の昇温域が見られる程度である。また、20 時の都心部では東京都練馬区付近を中心に、クロスオーバー現象による温位の低下が見られる。

以上の結果から、関東地方の都市上空における都市化の影響による温位の昇温量は 15 時から 20 時にかけての時間帯が大きく、高度 1,000m 以上の高い高度にまで影響が及んでいることが分かる。また、都心の熱で暖められて軽くなった空気が、上昇しながら上空の風によって内陸部に運ばれており、全般に内陸部上空の広範囲に昇温域が広がる傾向がある。5 時では地上気温観測高度（約 1.5m）では都市化の影響が大きかったのに対して、都市上空への影響は小さくなっており、夜間は建築物の影響による放射冷却の弱まりだけでなく、大気境界層の対流活動が弱く都市の熱が上空に拡散しにくいことが地上気温の上昇が大きくなる一因になっていると考えられる。そのほか、都市の上空では昇温だけでなく、クロスオーバー現象により温位が低下する場合がある。

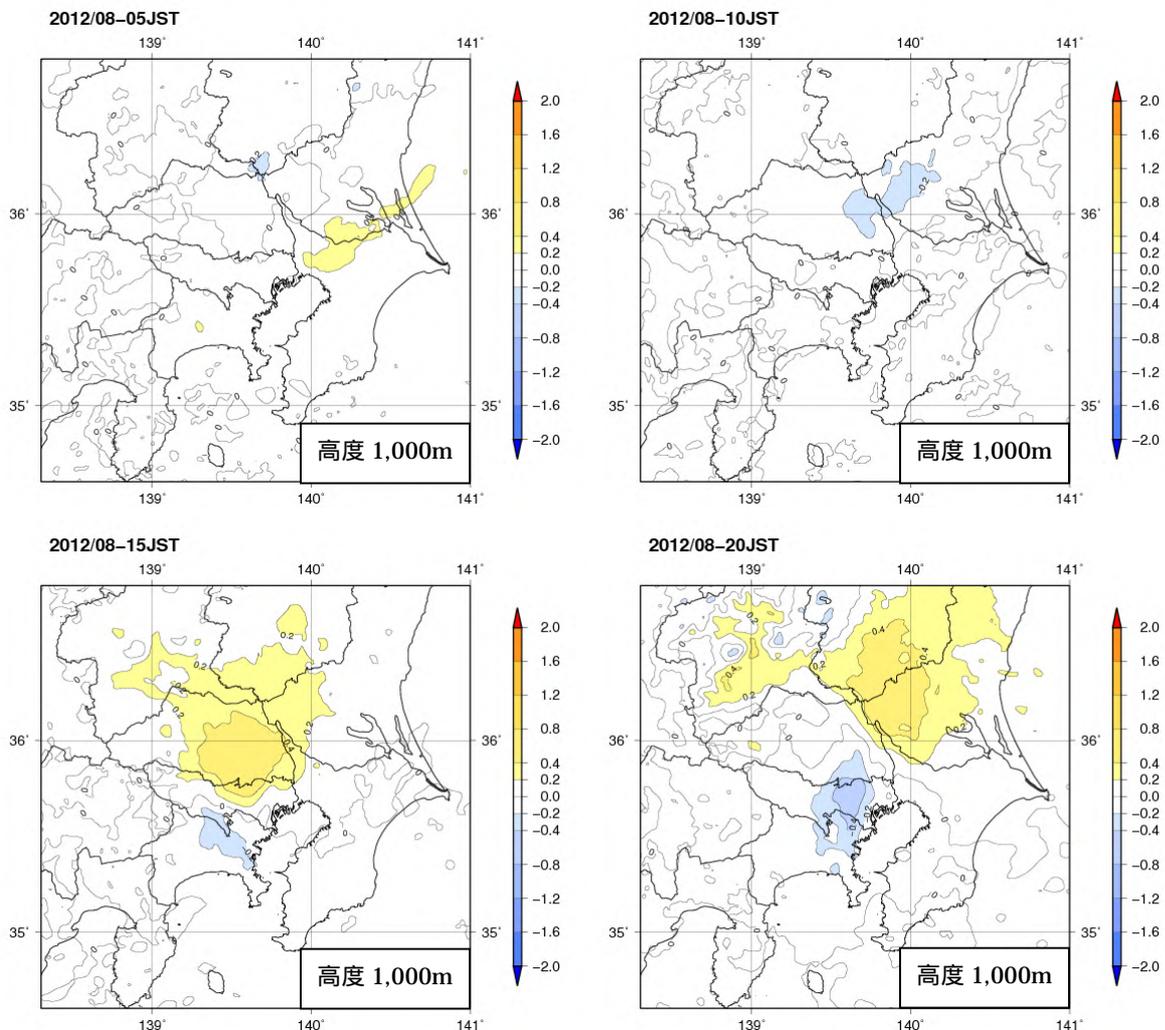


図 4.9 都市気候モデルによる再現実験で得られた関東地方における 2012 年 8 月の高度 1,000m の 5 時（左上）、10 時（右上）、15 時（左下）、20 時（右下）の都市化の影響による温位変化量（ ）の分布。

4.2 近畿地方における 2012 年 8 月のヒートアイランド現象

2012 年 8 月の近畿地方は、大阪の月平均気温が 29.4 で歴代 9 位、京都の平均気温が 29.0 で歴代 7 位、神戸の平均気温が 29.3 で歴代 5 位の高温を記録している。本節では、都市気候モデルによる 2012 年 8 月の再現実験の結果を元に、近畿地方の地上と上空におけるヒートアイランド現象について分析する。

表 4.2 大阪、京都、神戸における 8 月の月平均気温の極値

順位	大阪		京都		神戸	
	年	気温	年	気温	年	気温
1	2010	30.5	2010	30.1	2010	29.8
2	1995	30.3	1995	29.9	1995	29.6
3	1994	30.2	1994	29.8	1994	29.6
4	2007	29.9	2006	29.2	2006	29.4
5	2006	29.8	1985	29.2	2012	29.3
6	2000	29.6	2007	29.1	2000	29.1
7	1978	29.6	2012	29.0	2007	29.0
8	1990	29.5	1990	29.0	1990	29.0
9	2012	29.4	2000	28.9	1983	29.0
10	1998	29.4	1998	28.9	1964	29.0

4.2.1 近畿地方における2012年8月の地上の平均気温と風の特徴

図4.10に都市気候モデルによる再現実験で得られた近畿地方における2012年8月の観測高度(約1.5m)の時刻別の平均気温と観測高度(約10m)の平均風を示す。時刻別の平均気温の分布を見ると、5時、15時、20時で大阪市や京都市の都心部で気温が高く、ヒートアイランド現象の特徴を示す島状の気温分布となっている。風については、全般に南東寄りの風系の中で海陸風が卓越しており、大阪平野では5時と10時は奈良盆地方面からの陸風、15時と20時には大阪湾方面からの海風となっている。

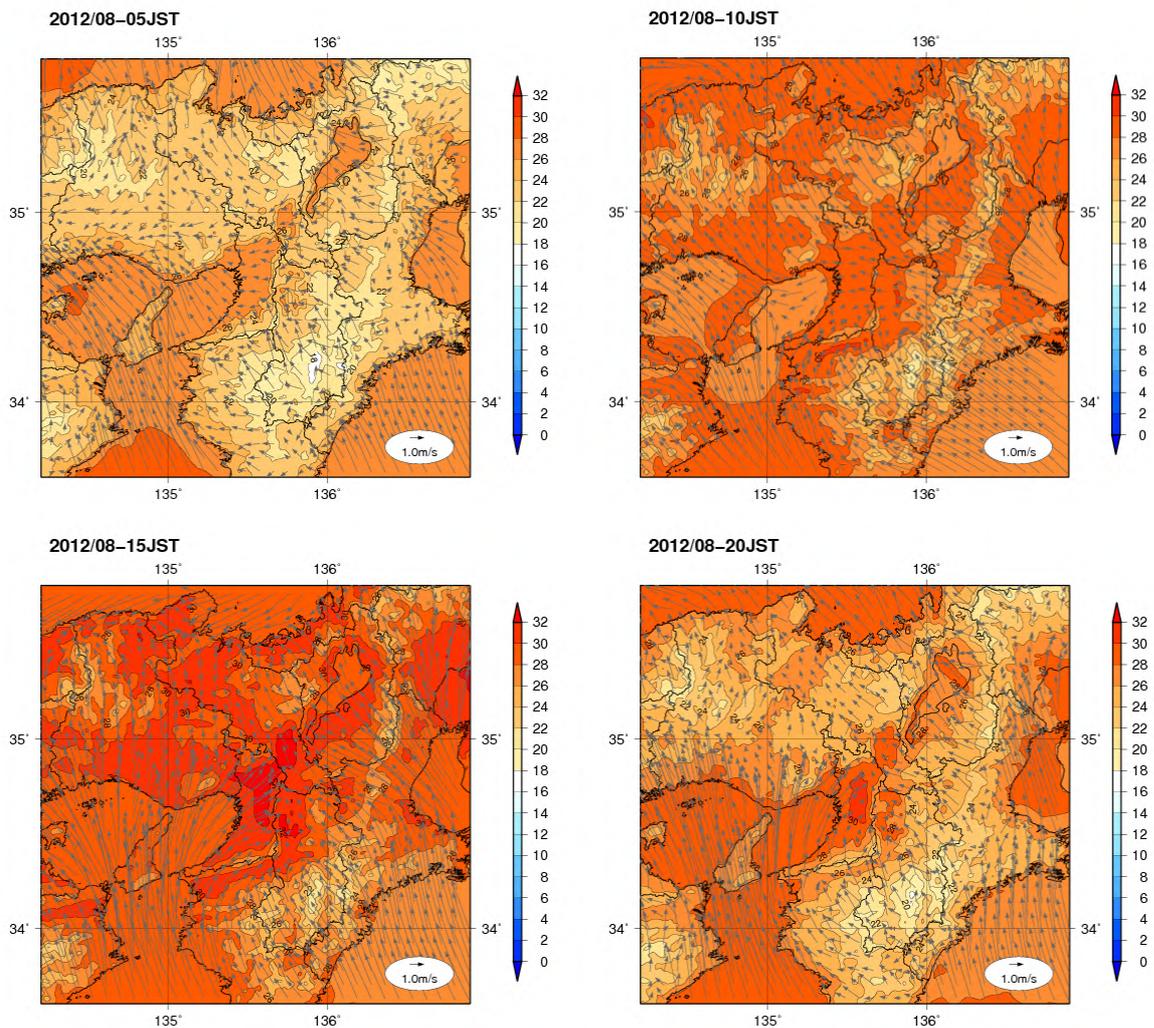


図4.10 都市気候モデルによる再現実験で得られた近畿地方における2012年8月の5時(左上)、10時(右上)、15時(左下)、20時(右下)の平均気温(陰影)と平均風(矢羽根)の分布。

高度は地上気温観測と同様に、気温は1.5m(単位は)、風速は10m(単位は m/s)。

図 4.11 に都市気候モデルによる再現実験で得られた近畿地方における 2012 年 8 月の地上気温観測高度（約 1.5m）の時刻別の都市化の影響（「都市有り実験」と「都市無し実験」の差）による気温変化量を示す。ヒートアイランド現象による気温の上昇は日中より夜間で顕著であり、最高気温に比べて最低気温で気温の上昇が顕著であるという第 2 章の分析結果と良く整合していると考えられる。

5 時は大阪平野の都心部で+4.0 を超える大きな昇温量となっているほか、京都盆地や奈良盆地でも+3.0 以上の昇温が見られる。10 時は-0.5 程度と僅かではあるが全般に都市がある場合の気温が低い。これは熱容量の大きなコンクリートの建築物などにより気温が上昇しにくいと考えられる。15 時は大阪平野の北部を中心に昇温域が広がっているものの、+0.5 程度と昇温量が小さい。これは大気の大気対流活動が活発で、都市の熱が上空へ拡散されやすいためと考えられる。20 時は大阪平野で+3.0 以上の昇温域が広範囲に広がっているほか、京都盆地や奈良盆地でも+3.0 以上の昇温が見られる。

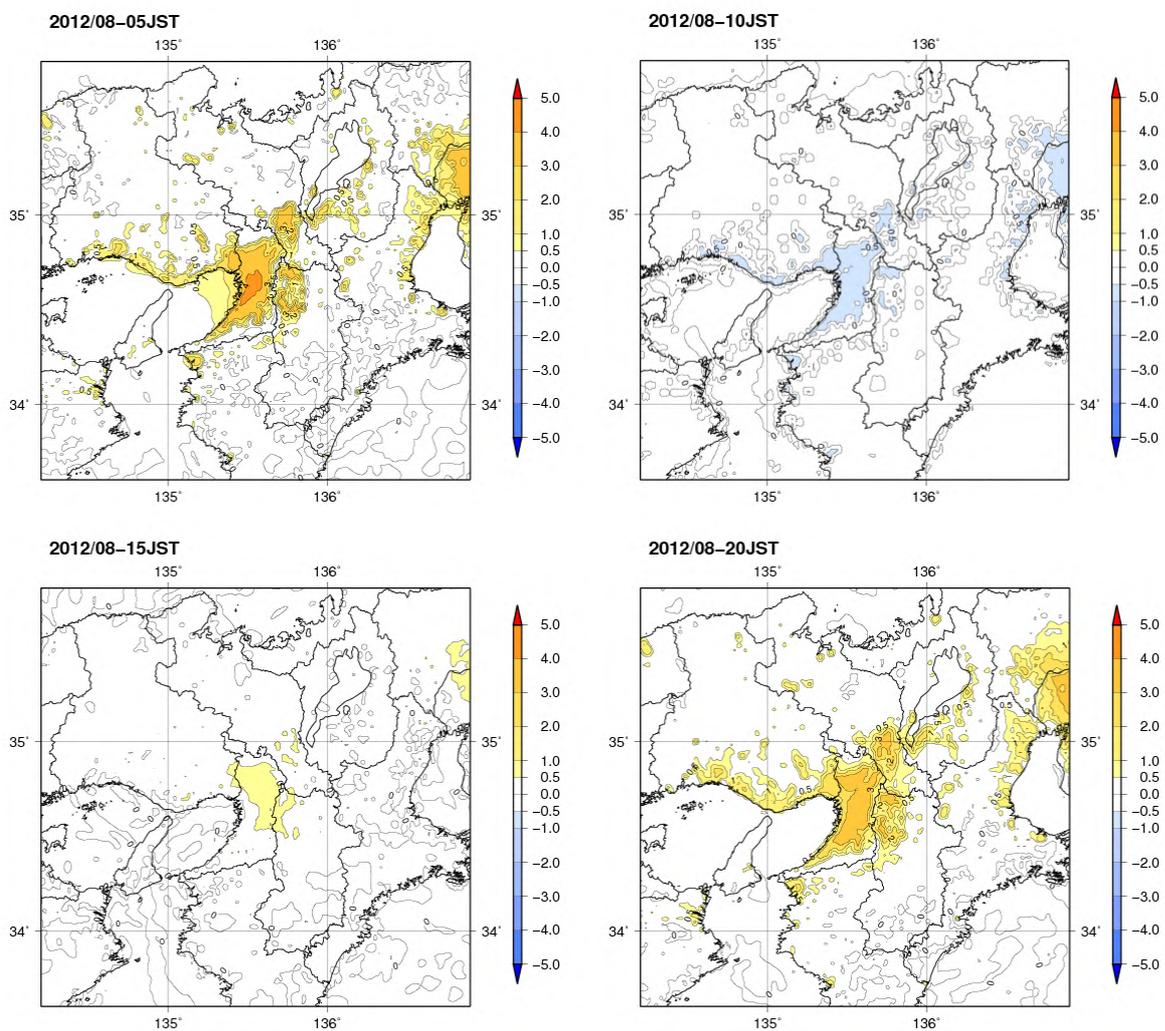


図 4.11 都市気候モデルによる再現実験で得られた近畿地方における 2012 年 8 月の 5 時（左上）、10 時（右上）、15 時（左下）、20 時（右下）の都市化の影響による気温変化量（ ）の分布。高度は地上気温観測と同じ 1.5m。

4.2.2 近畿地方における2012年8月の都市上空のヒートアイランド現象

図4.12に大阪における2012年8月の時刻別の平均的な温位の鉛直プロファイルを示す。大阪の各時刻における鉛直プロファイルの傾向は概ね東京に類似しているが、15時の都市化の影響が高度500mまでにしか及んでいない点に違いが見られる。また、5時の都市化の影響が及ぶ高度は300m程度で、東京と同程度であるが、練馬や熊谷に比べると低くなっている。

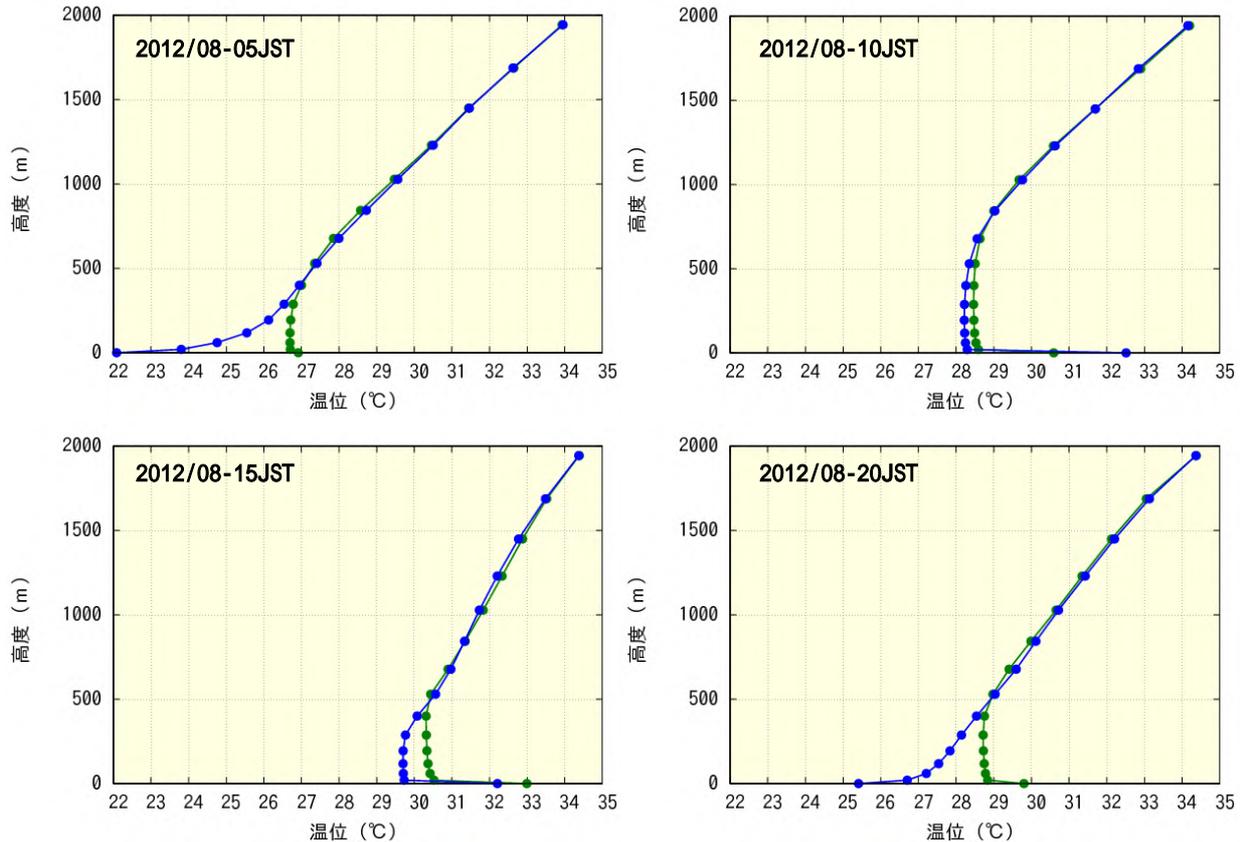


図4.12 都市気候モデルによる再現実験で得られた大阪における2012年8月の5時(左上)、10時(右上)、15時(左下)、20時(右下)の月平均温位の鉛直プロファイル。緑線は「都市がある場合」、青線は「都市がない場合」を示している。印は温位データが存在する高度を示しており、最下層(高度0m)は地表面の温位、第2層は高度20mの大気の温位である。地上気温の観測を行っている高度は1.5mで、最下層と第2層の中間にあたる。

図 4.13 に京都における 2012 年 8 月の時刻別の平均的な温位の鉛直プロファイルを示す。大阪と比較すると、15 時の温位のプロファイルが高度 1,000m 以上まで中立となっており、都市化の影響も+0.5 未満と弱いながらも高度 1,000m 以上にまで及んでいる点に違いが見られる。これは京都が内陸にあり、日中の大気境界層における対流活動が強いためと考えられる。その他は大阪と類似しているが、5 時の「都市がない場合」の鉛直プロファイルにおいて、高度 20m と高度 0m (地表面) の間で温位が 2 異なるなど非常に強い安定層が形成されている。これは京都が盆地であるため夜間の風速が極めて小さく、冷やされた空気が地表面付近に滞留するためと考えられる。

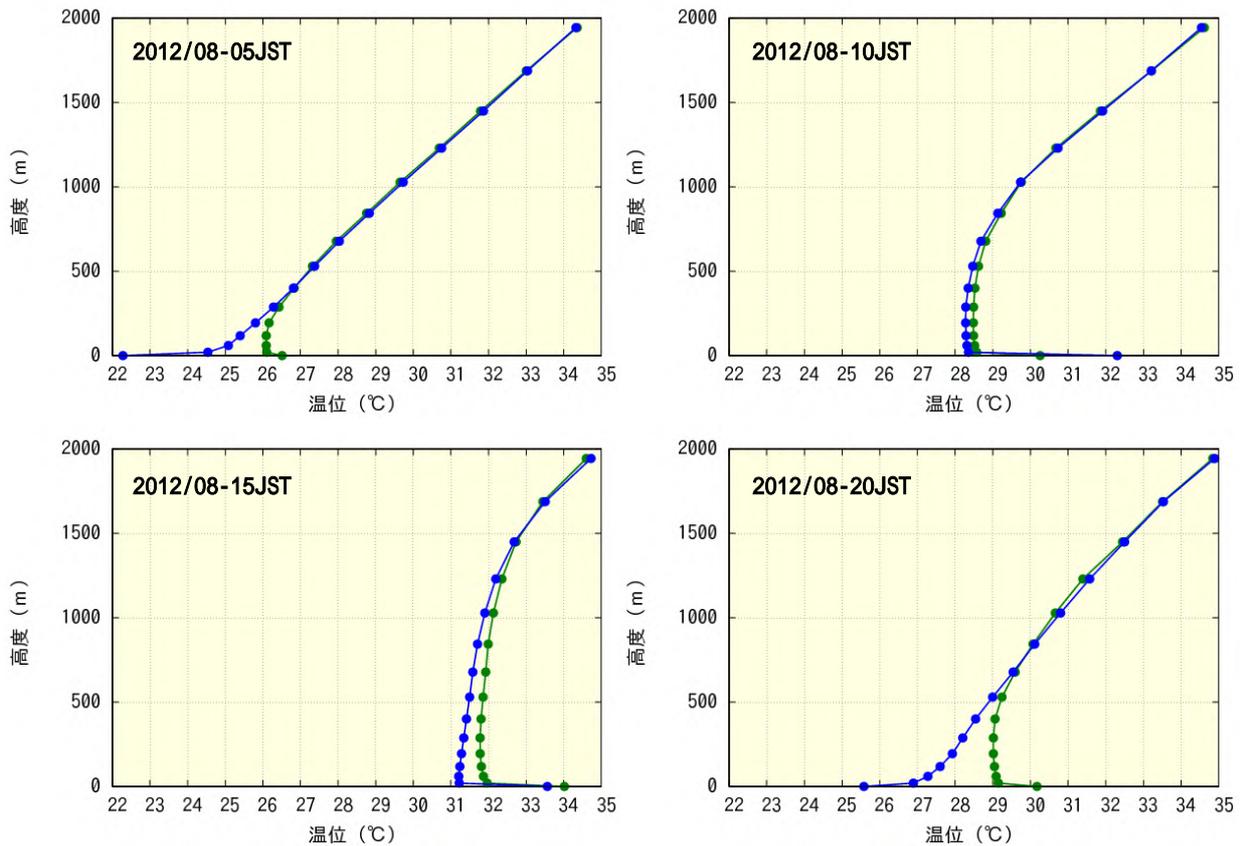


図 4.13 都市気候モデルによる再現実験で得られた京都における 2012 年 8 月の 5 時(左上)、10 時(右上)、15 時(左下)、20 時(右下)の月平均温位の鉛直プロファイル。緑線は「都市がある場合」、青線は「都市がない場合」を示している。印は温位データが存在する高度を示しており、最下層(高度 0m)は地表面の温位、第 2 層は高度 20m の大気の温位である。地上気温の観測を行っている高度は 1.5m で、最下層と第 2 層の中間にあたる。

以上のように、温位の鉛直プロファイルを用いた分析から、近畿地方において夜間の都市化の影響が及ぶ高度は関東地方に比べて低く 300 ~ 500m 程度であるが、大気境界層における対流活動の活発な 15 時では、京都などの内陸部においては関東地方と同様に高度 1,000m 以上にまで達していることが分かる。次に、近畿地方の上空の高度 250m、500m、1,000m における都市化の影響による昇温域の分布について分析する。

図 4.14 に近畿地方の高度 250m における時刻別の都市化の影響による温位変化量の分布を示す。高度 250m における温位の昇温は 5 時や 10 時ではほとんど見られないのに対し、15 時では大阪平野、20 時では大阪平野や京都盆地、奈良盆地を中心に +0.8 以上の昇温域が見られる。しかしながら、都市化の影響の程度は関東地方の高度 250m と比較すると非常に小さくなっている。

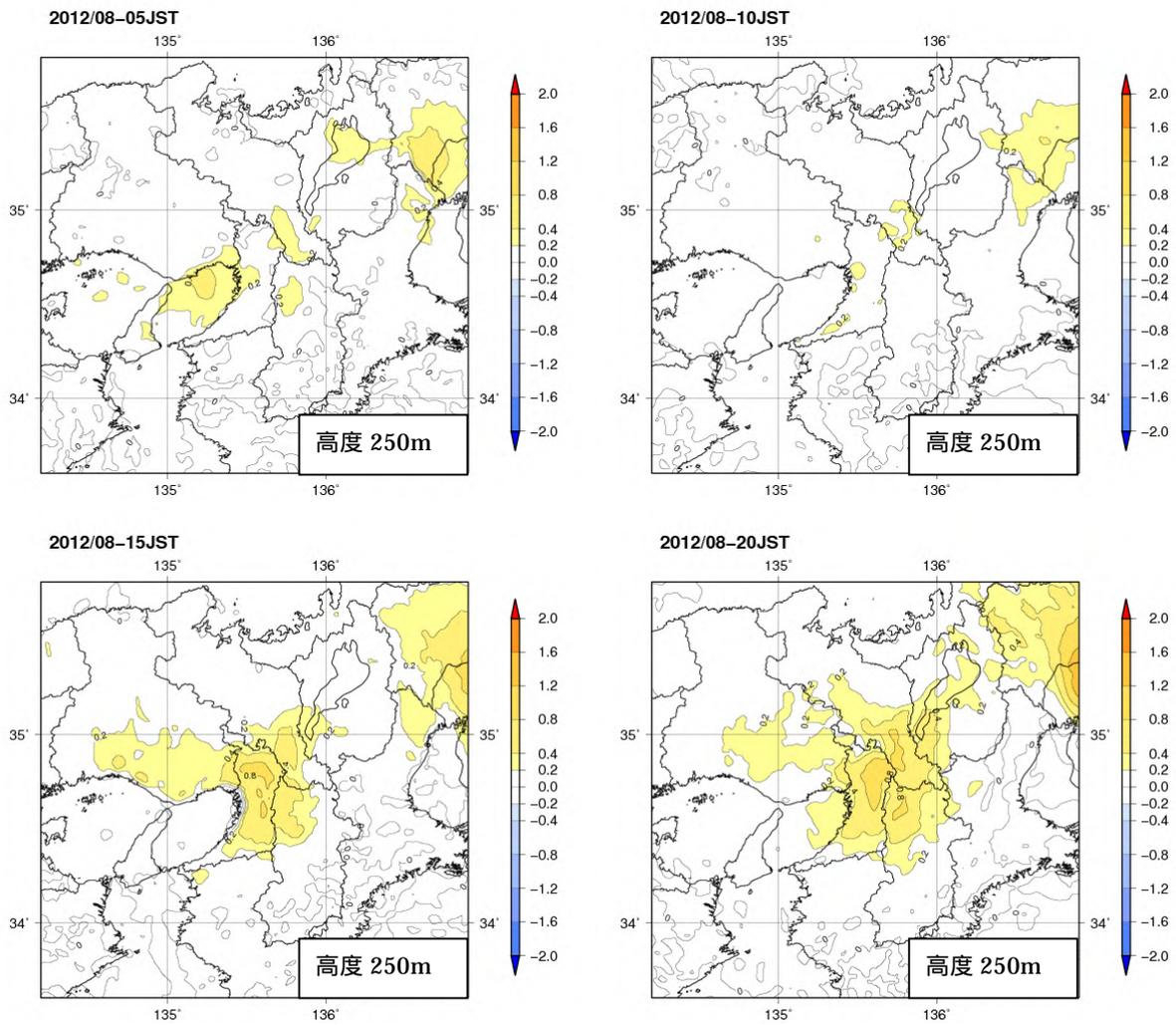


図 4.14 都市気候モデルによる再現実験で得られた近畿地方における 2012 年 8 月の高度 250m の 5 時 (左上)、10 時 (右上)、15 時 (左下)、20 時 (右下) の都市化の影響による温位変化量 () の分布。

図 4.15 に近畿地方の高度 500m における時刻別の都市化の影響による温位変化量の分布を示す。高度 500m では、5 時と 10 時で都市化の影響は見られない。15 時では大阪平野を中心に、20 時では京都盆地や奈良盆地を中心に、+0.4 程度の弱い昇温域が見られる程度である。

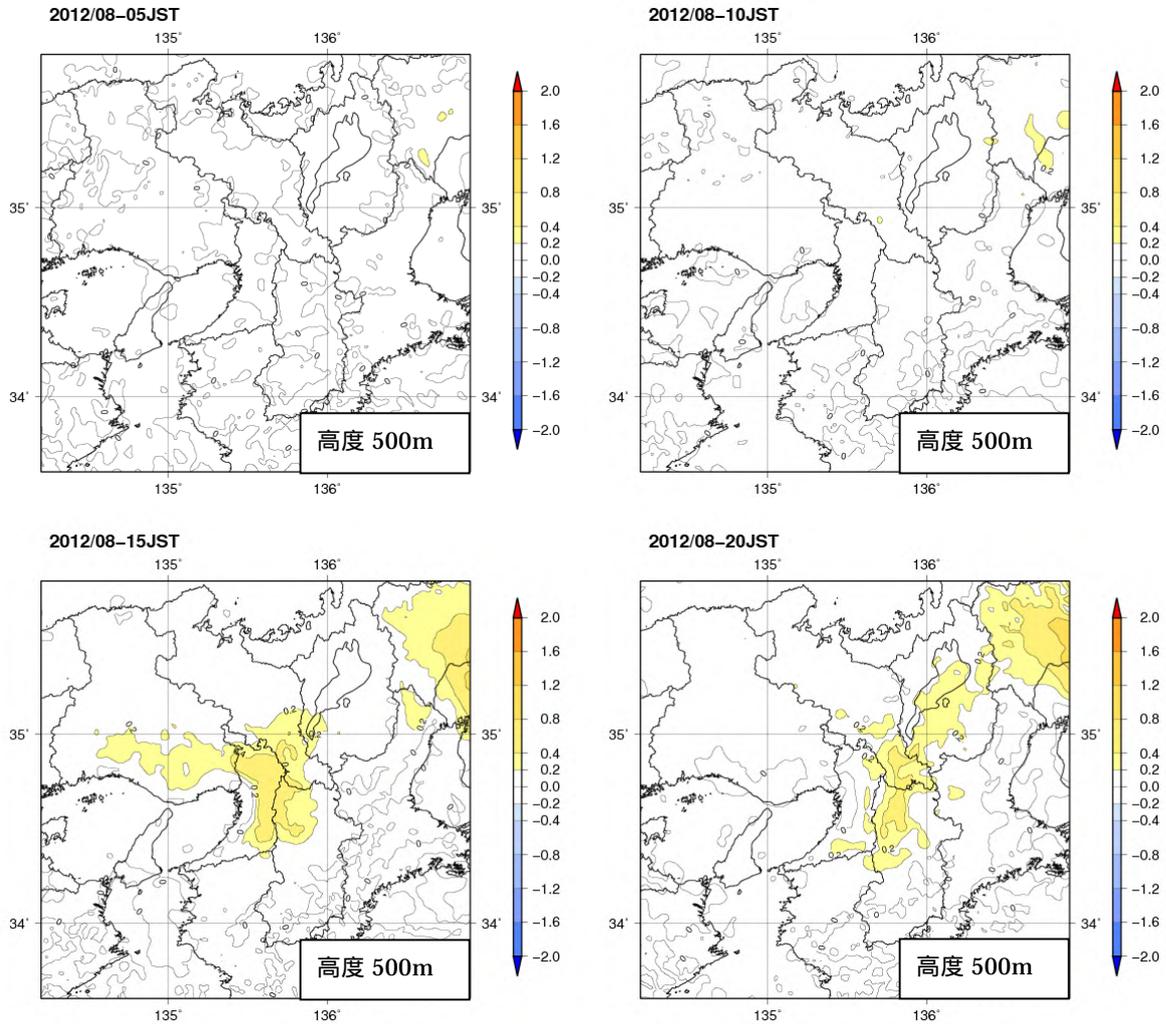


図 4.15 都市気候モデルによる再現実験で得られた近畿地方における 2012 年 8 月の高度 500m の 5 時（左上）、10 時（右上）、15 時（左下）、20 時（右下）の都市化の影響による温位変化量（ ）の分布。

図 4.16 に近畿地方の高度 1,000m における時刻別の都市化の影響による温位変化量の分布を示す。高度 1,000m では都市化の影響による昇温はどの時刻でも見られない。

以上の結果から、近畿地方の都市上空における都市化の影響は、関東地方に比べると小さく、影響が及ぶ高度も低いことが分かる。また、関東地方で見られたクロスオーバー現象による都市上空の温位の低下も見られない。近畿地方の地上気温観測高度（約 1.5m）における都市化の影響は関東地方と同程度であるが、周囲を山岳に囲まれて風速が小さいため、都市の熱が上空へ拡散しにくい地形であることも、地上気温上昇の一因になっていると考えられる。

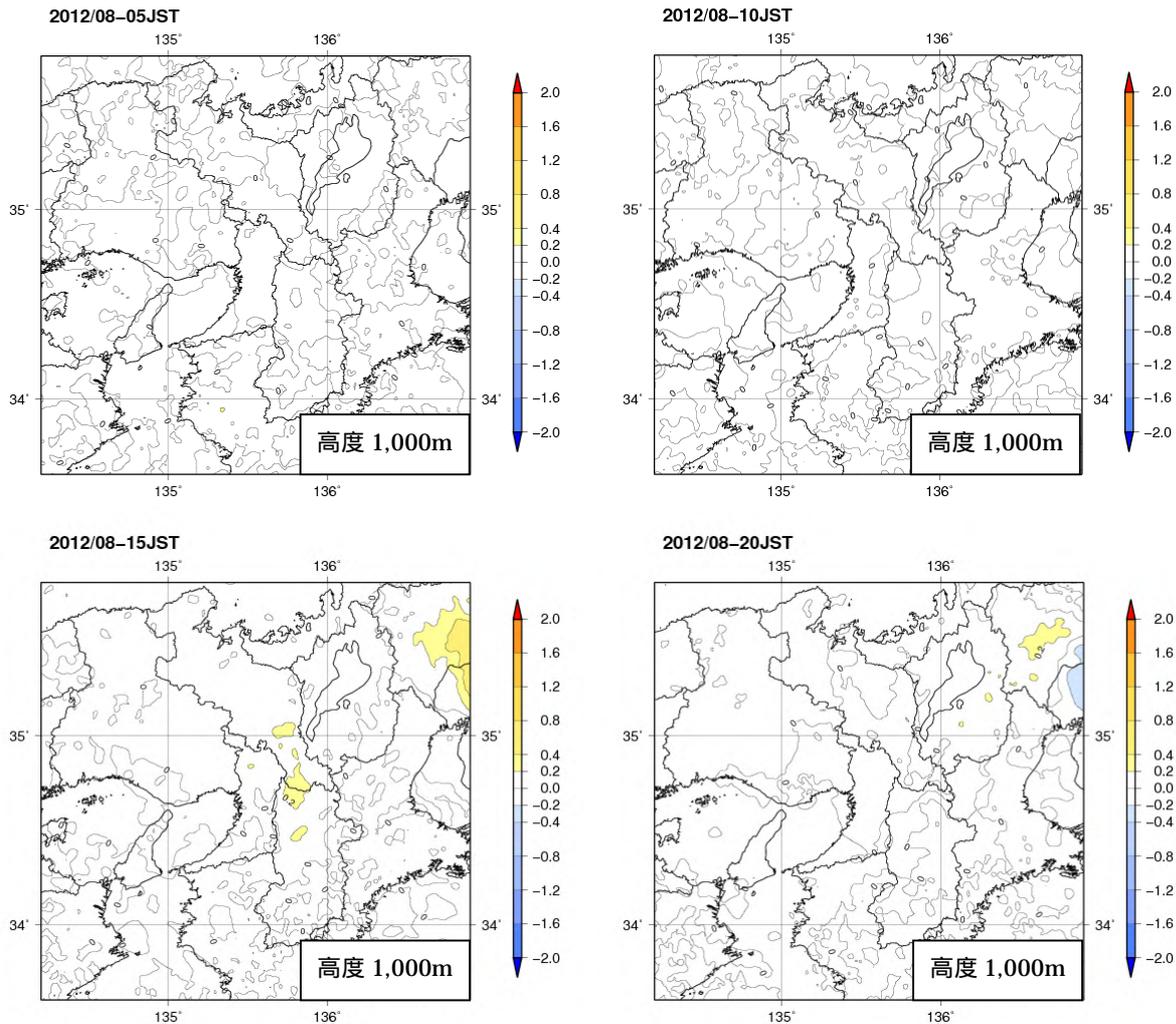


図 4.16 都市気候モデルによる再現実験で得られた近畿地方における 2012 年 8 月の高度 1,000m の 5 時（左上）、10 時（右上）、15 時（左下）、20 時（右下）の都市化の影響による温位変化量（ ）の分布。

4.3 東海地方における 2012 年 8 月のヒートアイランド現象

2012 年 8 月の東海地方は、名古屋の月平均気温が 28.4 で歴代 10 位、岐阜の平均気温が 28.7 で歴代 9 位の高温を記録している。本節では、都市気候モデルによる 2012 年 8 月の再現実験の結果を元に、東海地方の地上と上空におけるヒートアイランド現象について分析する。

表 4.3 名古屋、岐阜における 8 月の月平均気温の極値

順位	名古屋		岐阜	
	年	気温	年	気温
1	1995	30.1	1995	30.3
2	2010	29.4	1994	29.6
3	1994	29.3	2010	29.5
4	2007	29.1	2007	29.2
5	2000	28.8	2000	29.1
6	2006	28.5	2006	29
7	2002	28.5	1984	28.8
8	1998	28.5	1978	28.8
9	1984	28.5	2012	28.7
10	2012	28.4	1998	28.6

4.3.1 東海地方における 2012 年 8 月の地上の平均気温と風の特徴

図 4.17 に都市気候モデルによる再現実験で得られた東海地方における 2012 年 8 月の観測高度(約 1.5m) の時刻別の平均気温と観測高度(約 10m) の平均風を示す。時刻別の平均気温の分布を見ると、5 時、15 時、20 時では名古屋市の都心部で気温が高く、ヒートアイランド現象の特徴を示す島状の気温分布となっている。風については、全般に南東寄りの風系で、濃尾平野では 5 時は東よりの陸風が卓越しているが、10 時と 15 時、20 時では南風が卓越しており、15 時には伊勢湾からの海風と合流して風速が大きくなっている。

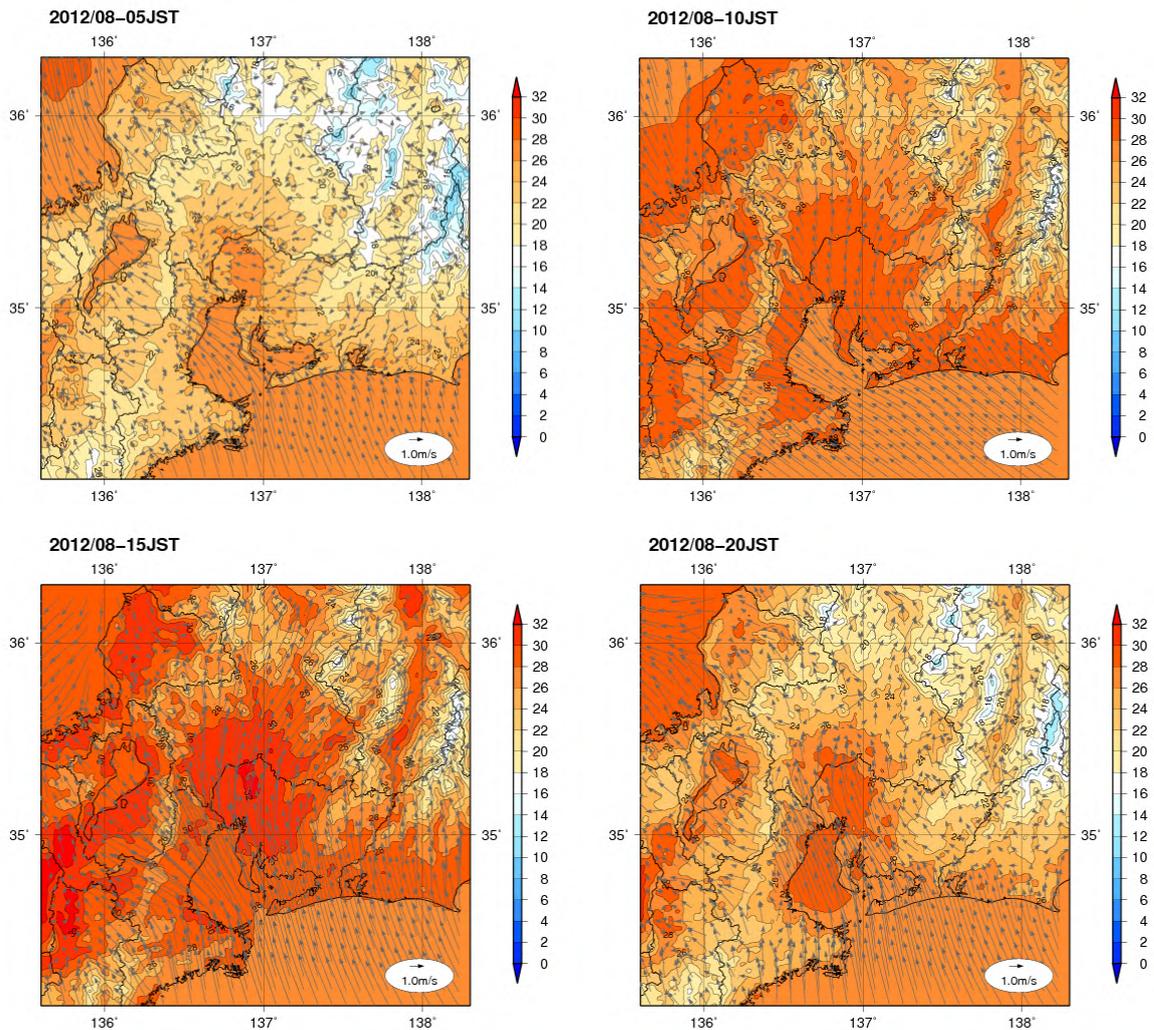


図 4.17 都市気候モデルによる再現実験で得られた東海地方における 2012 年 8 月の 5 時(左上)、10 時(右上)、15 時(左下)、20 時(右下)の平均気温(陰影)と平均風(矢羽根)の分布。

高度は地上気温観測と同様に、気温は 1.5m(単位は)、風速は 10m(単位は m/s)。

図 4.18 に都市気候モデルによる再現実験で得られた東海地方における 2012 年 8 月の地上気温観測高度（約 1.5m）の時刻別の都市化の影響（「都市有り実験」と「都市無し実験」の差）による気温変化量を示す。ヒートアイランド現象による気温の上昇は日中より夜間で顕著であり、最高気温に比べて最低気温で気温の上昇が顕著であるという第 2 章の分析結果と良く整合していると考えられる。5 時や 20 時では濃尾平野の都心部で+3.0 以上の昇温域が広がっている。10 時は-0.5 程度と僅かではあるが全般に都市がある場合の気温が低い。これは熱容量の大きなコンクリートの建築物などにより気温が上昇しにくいためと考えられる。15 時は名古屋市からやや内陸の岐阜県南部にかけて昇温域が広がっているものの、+0.5 程度と昇温量が小さい。

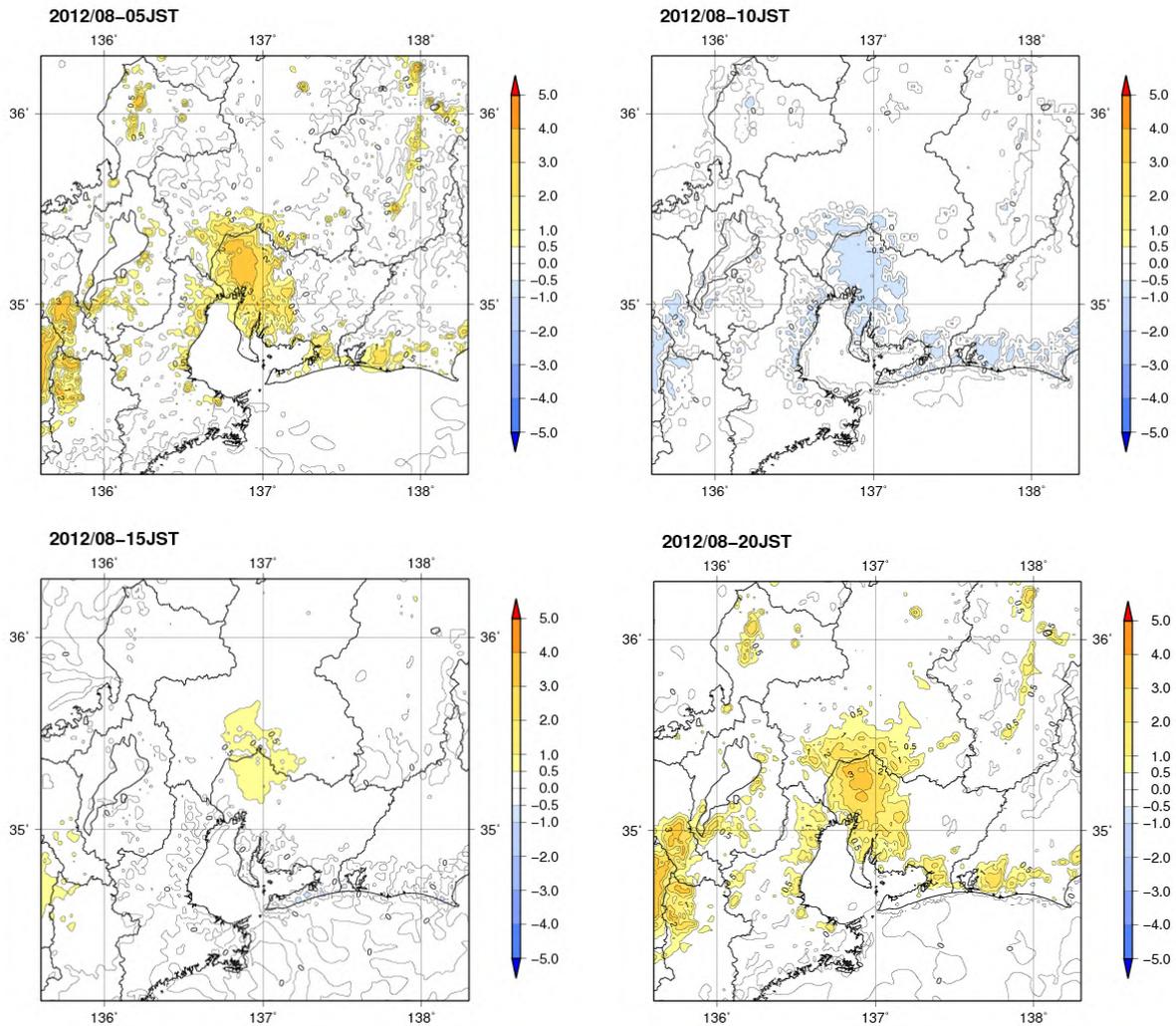


図 4.18 都市気候モデルによる再現実験で得られた東海地方における 2012 年 8 月の 5 時（左上）、10 時（右上）、15 時（左下）、20 時（右下）の都市化の影響による気温変化量（ ）の分布。高度は地上気温観測と同じ 1.5m。

4.3.2 東海地方における 2012 年 8 月の都市上空のヒートアイランド現象

図 4.19 に名古屋における 2012 年 8 月の時刻別の平均的な温位の鉛直プロファイルを示す。名古屋の各時刻における鉛直プロファイルの傾向は概ね東京に類似しているが、5 時に都市化の影響が及ぶ高度が 200m 以下と低い点や、15 時の温位の鉛直プロファイルが高度 1,000m 付近にまで中立になっている点に違いが見られる。

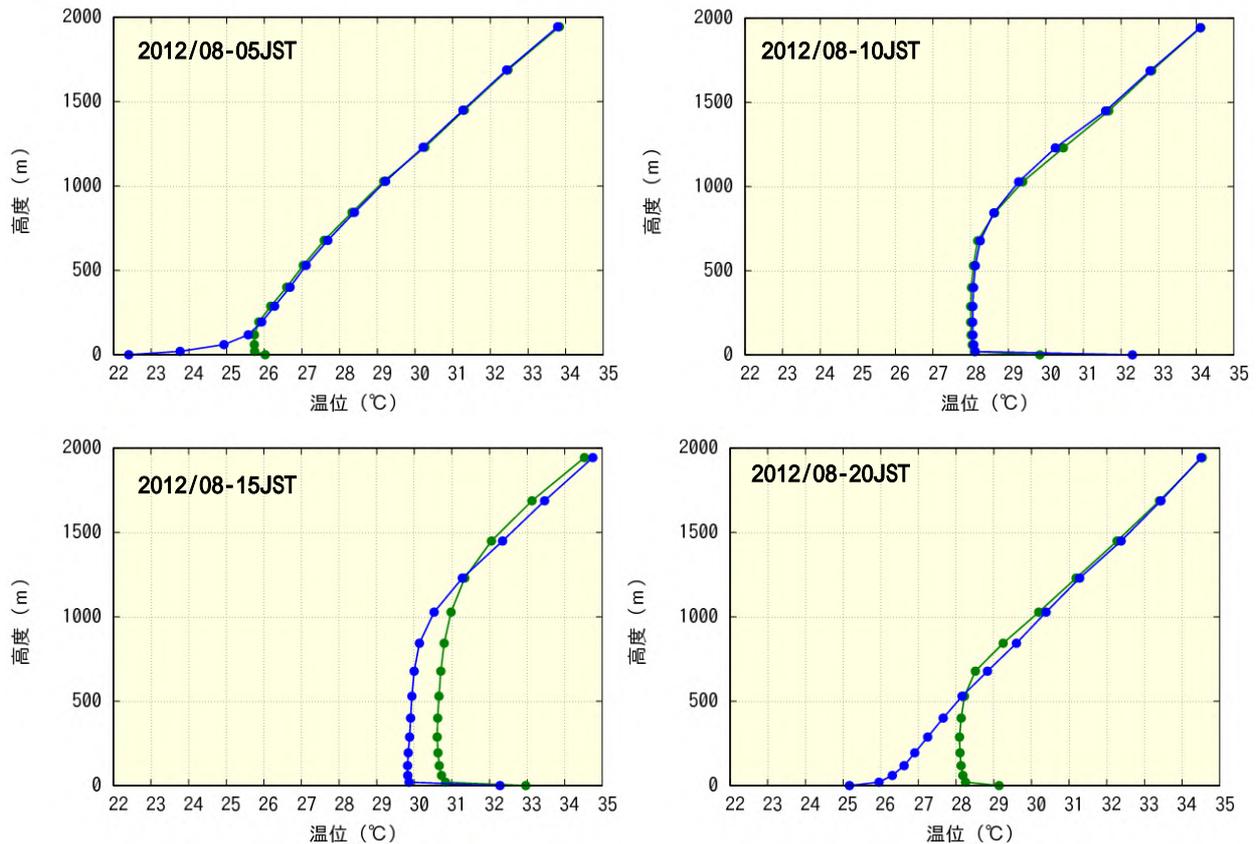


図 4.19 都市気候モデルによる再現実験で得られた名古屋における 2012 年 8 月の 5 時（左上）、10 時（右上）、15 時（左下）、20 時（右下）の月平均温位の鉛直プロファイル。緑線は「都市がある場合」、青線は「都市がない場合」を示している。印は温位データが存在する高度を示しており、最下層（高度 0m）は地表面の温位、第 2 層は高度 20m の大気の温位である。地上気温の観測を行っている高度は 1.5m で、最下層と第 2 層の中間にあたる。

図 4.20 に東海地方で夏季日中に顕著な高温となる多治見付近の 2012 年 8 月の時刻部の平均的な温位の鉛直プロファイルを示す。多治見における鉛直プロファイルの傾向は、5 時に都市がある場合でも安定している点や 15 時の気温プロファイルが高度 1,000m まで中立となっている点など、関東地方の熊谷に似た特徴が見られる。しかしながら、5 時の鉛直プロファイルにおいて、熊谷の都市化の影響による昇温が高度 500m まで達していたのに対し、多治見の都市化の影響は高度 200m 程度と低い。

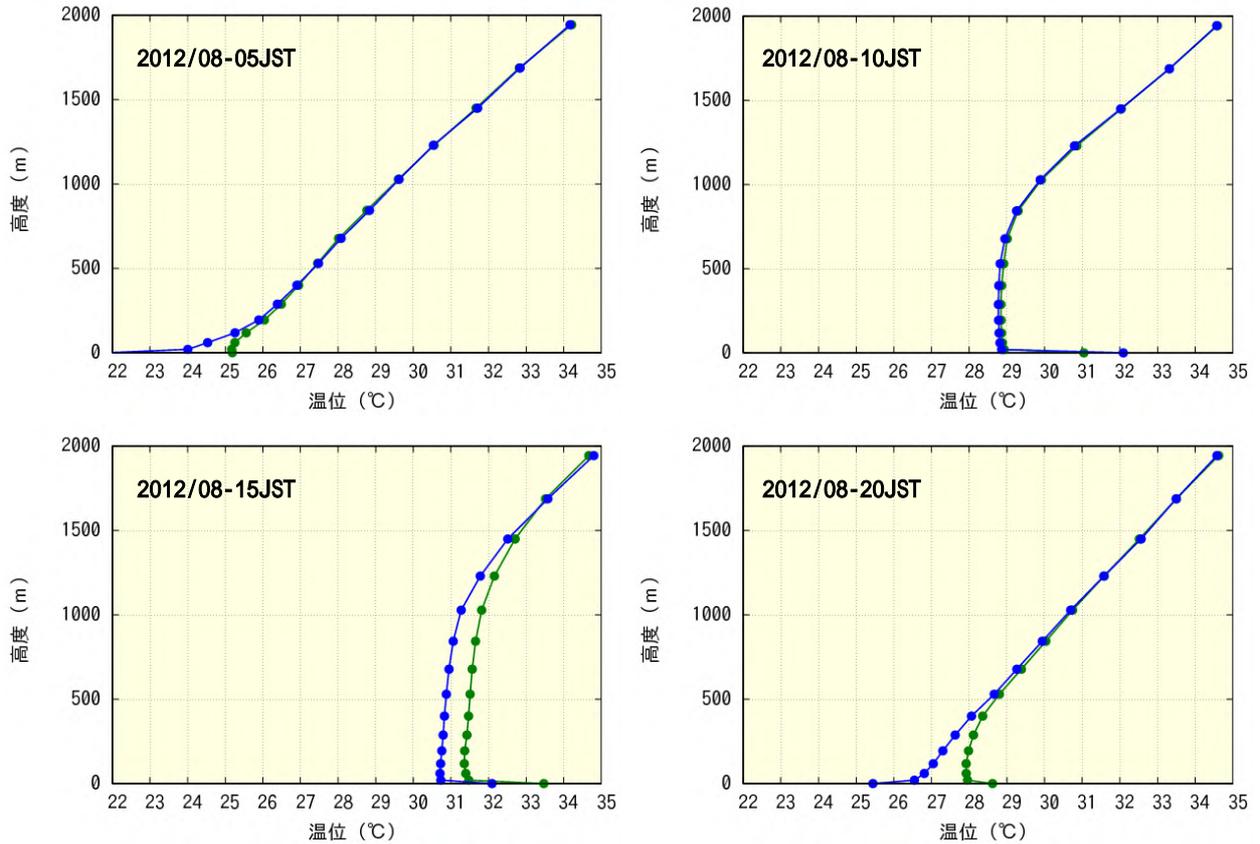


図 4.20 都市気候モデルによる再現実験で得られた多治見における 2012 年 8 月の 5 時（左上）、10 時（右上）、15 時（左下）、20 時（右下）の月平均温位の鉛直プロファイル。緑線は「都市がある場合」、青線は「都市がない場合」を示している。印は温位データが存在する高度を示しており、最下層（高度 0m）は地表面の温位、第 2 層は高度 20m の大気の温位である。地上気温の観測を行っている高度は 1.5m で、最下層と第 2 層の中間にあたる。

以上のように、温位の鉛直プロファイルを用いた分析から、東海地方において夜間に都市化の影響が及ぶ高度は関東地方に比べて低く 200~500m 程度であるが、大気境界層における対流活動の活発な 15 時では、関東地方と同様に高度 1,000m 付近にまで達していることが分かる。次に、東海地方の上空の高度 250m、500m、1,000m における都市化の影響による昇温域の分布について分析する。

図 4.21 に東海地方の高度 250m における時刻別の都市化の影響による温位変化量の分布を示す。高度 250m における温位昇温量は、5 時や 10 時では+0.2~0.4 程度と非常に小さい。しかし、15 時や 20 時には濃尾平野から岐阜県南部の広範囲に昇温域が見られ、15 時の昇温量の最大は+0.8 程度であるのに対し、20 時は+1.2 を超えており、関東地方に比べて小さいが、近畿地方に比べて大きくなっている。また、20 時の昇温域は岐阜県南部など内陸部に広く広がっている。

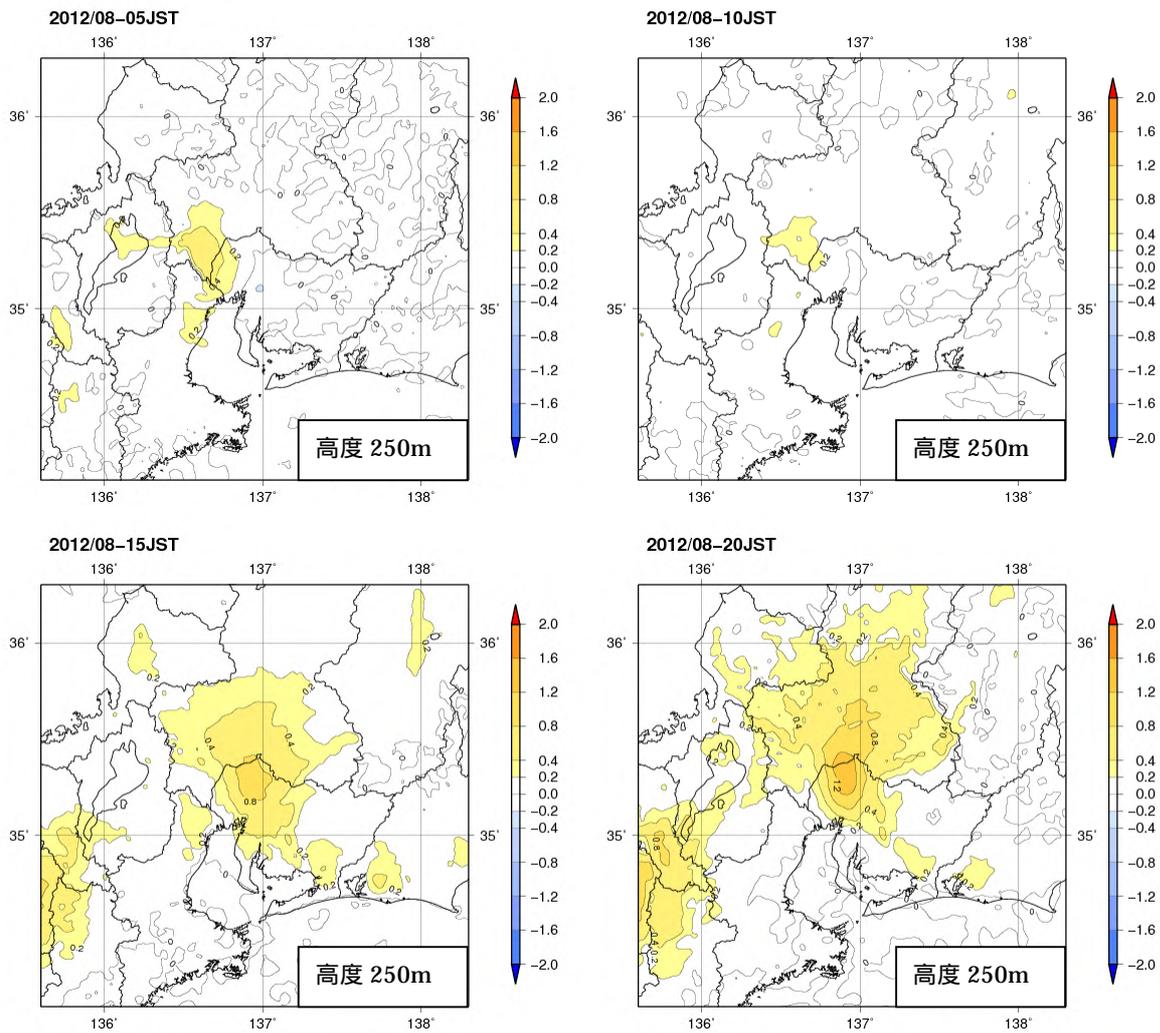


図 4.21 都市気候モデルによる再現実験で得られた東海地方における 2012 年 8 月の高度 250m の 5 時 (左上)、10 時 (右上)、15 時 (左下)、20 時 (右下) の都市化の影響による温位変化量 () の分布。

図4.22に東海地方の高度500mにおける時刻別の都市化の影響による温位変化量の分布を示す。高度500mでは、5時と10時で都市化の影響はほとんど見られない。15時では濃尾平野から岐阜県南部にかけて、20時では岐阜県南部を中心に、最大+0.8の都市化の影響による昇温域が広がっている。20時で都心部よりも内陸部で昇温域が広がっている特徴は、関東地方の高度500mの特徴と類似している。内陸部の上空に昇温域が広がる要因は、関東地方と同様に都心部で暖められて軽くなった空気が、上昇しながら上空の風によって内陸部に運ばれるためと考えられる。

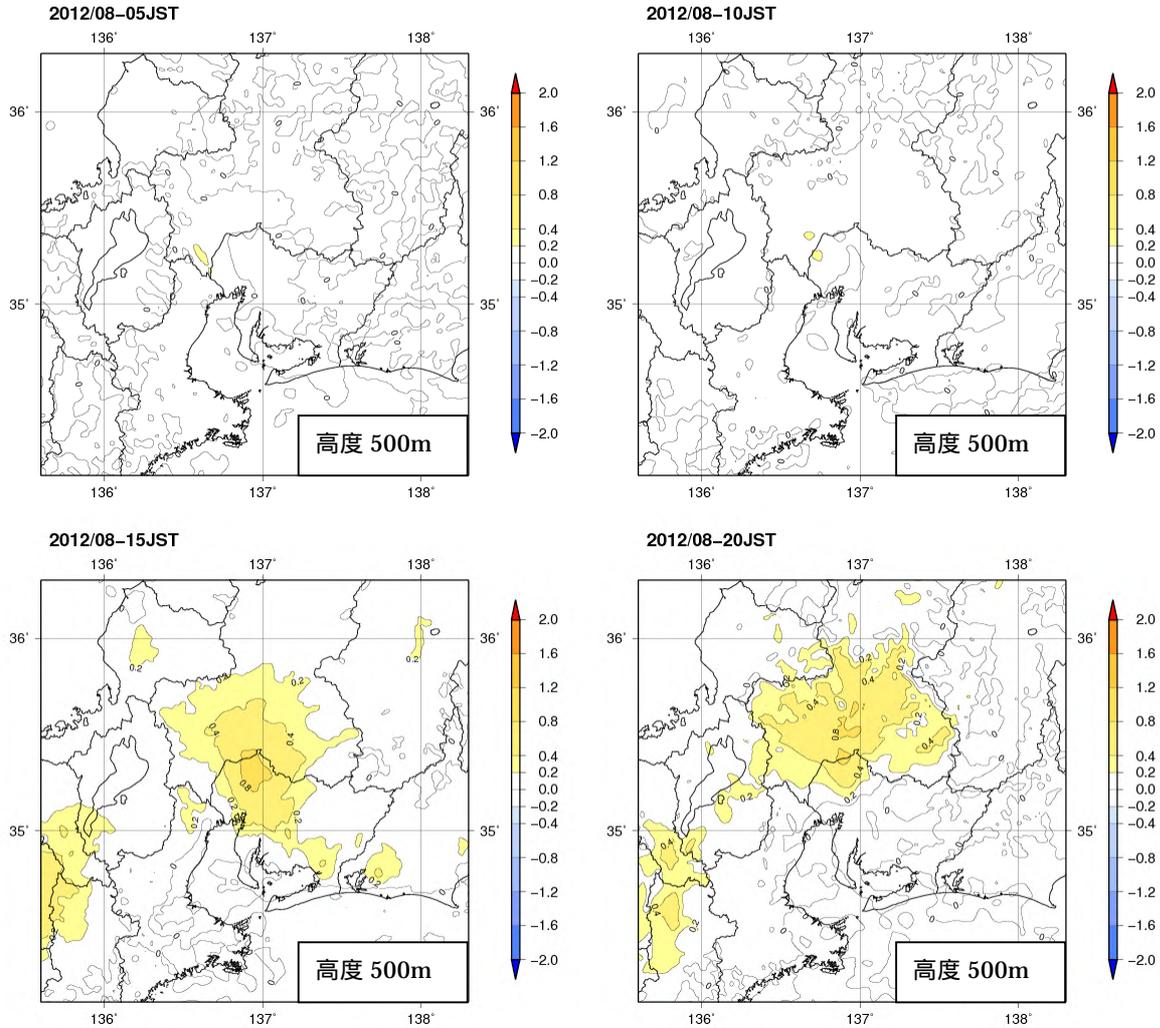


図 4.22 都市気候モデルによる再現実験で得られた東海地方における 2012 年 8 月の高度 500m の 5 時（左上）、10 時（右上）、15 時（左下）、20 時（右下）の都市化の影響による温位変化量（ ）の分布。

図 4.23 に東海地方の高度 1,000m における時刻別の都市化の影響による温位変化量の分布を示す。高度 1,000m では都市化の影響による温位の昇温域はほとんど見られなくなり、15 時で名古屋市やや北側に+0.4 程度の昇温域が見られる程度である。また、20 時では都心部において、+0.2 程度と非常に弱いながらも、クロスオーバー現象による温位の低下域が現れている。

以上の結果から、東海地方の都市上空における都市化の影響は、関東地方に比べると小さいが、近畿地方に比べると大きいことが分かる。また、都市化の影響が及ぶ高度は明け方を除いて関東地方と同程度で、近畿地方に比べると高い傾向がある。20 時に都心の熱で暖められた空気が上昇しながら上空の風によって内陸部に運ばれる特徴も関東地方と類似している。しかしながら、関東地方と異なり、クロスオーバー現象による都市上空の温位の低下は非常に小さい。これは都市の規模が関東に比べて小さいためと考えられる。

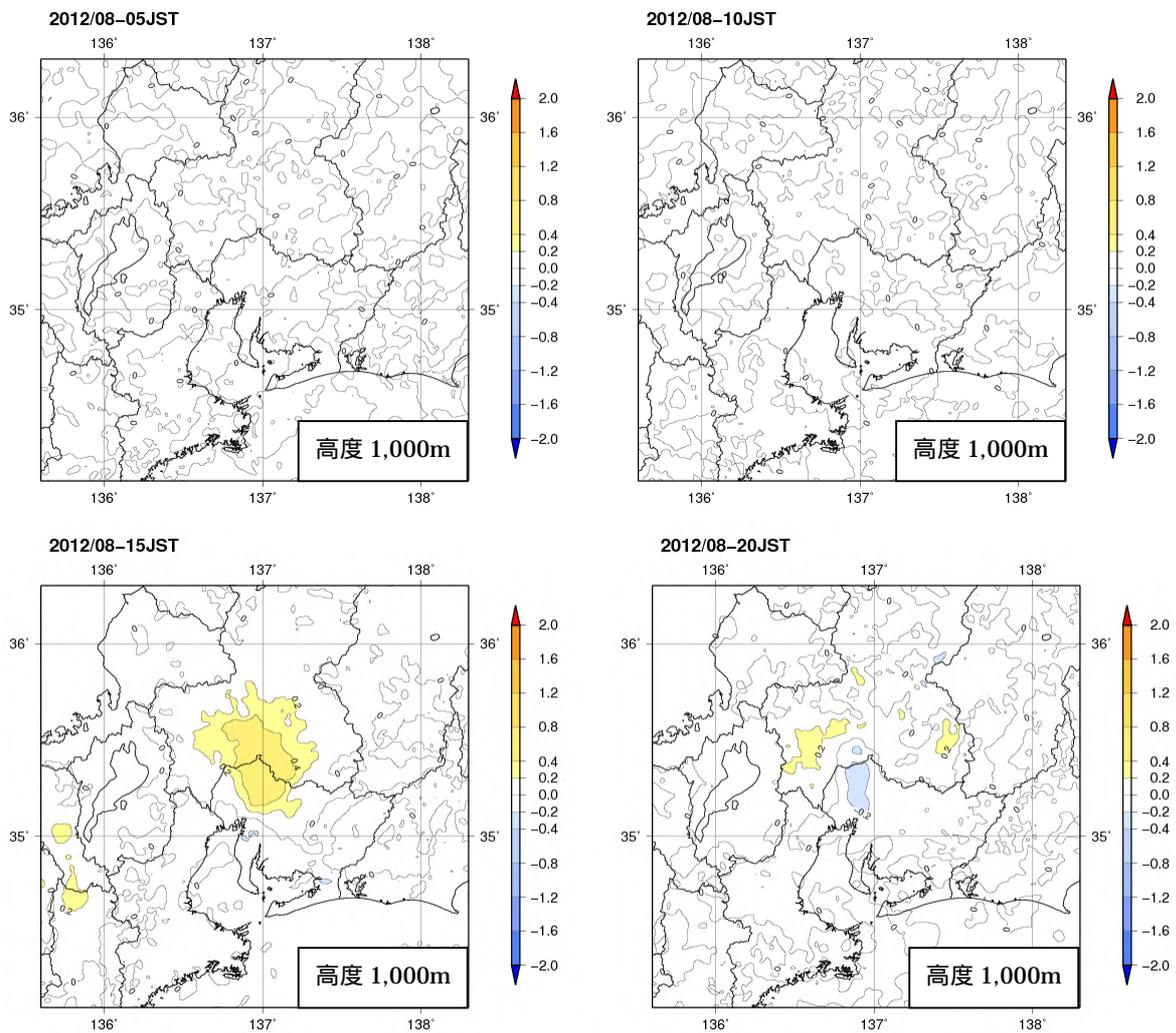


図 4.23 都市気候モデルによる再現実験で得られた東海地方における 2012 年 8 月の高度 1,000m の 5 時（左上）、10 時（右上）、15 時（左下）、20 時（右下）の都市化の影響による温位変化量（ ）の分布。