

2. 都市気候モデルで再現されたヒートアイランド現象

2.1 2015年8月のヒートアイランド現象

関東地方では、東京都心部から埼玉県南東部で都市化の影響が明瞭に現れていた。
 近畿地方では、大阪平野東部で都市化の影響が明瞭に現れていた。
 東海地方では、愛知県西部で都市化の影響が明瞭に現れていた。
 2015年8月は、各地方とも最近7年間の中では都市化の影響が比較的小さかった。
 猛暑日の続いた2015年8月上旬は、各地方とも都市化の影響が明瞭に現れていた。
 都市化の影響は日中より夜間の方が大きかった。

2.1.1 2015年8月の概況

上旬は、太平洋高気圧が本州付近に張り出し、北日本から西日本にかけて晴れて気温が高くなった日が多く、各地で日最高気温が35以上の猛暑日となった。中旬は、オホーツク海からカムチャツカの東にかけての高気圧と日本の南海上の太平洋高気圧との間で本州付近が気圧の谷となり、北日本から西日本にかけて低気圧や前線の影響を受けやすかった。下旬は、オホーツク海から高気圧が張り出し、北東から冷たい空気が流れ込んだ北・東日本と、台風第15号や前線の影響で天気崩れた西日本で気温がかなり低かった。このため、月の天候としては、平均気温は、西日本で低く、東日本で平年並であった。降水量は、東日本太平洋側と西日本で多く、日照時間は、東日本太平洋側で少なく、西日本では平年並であった。(図2.1.1、図2.1.2)。

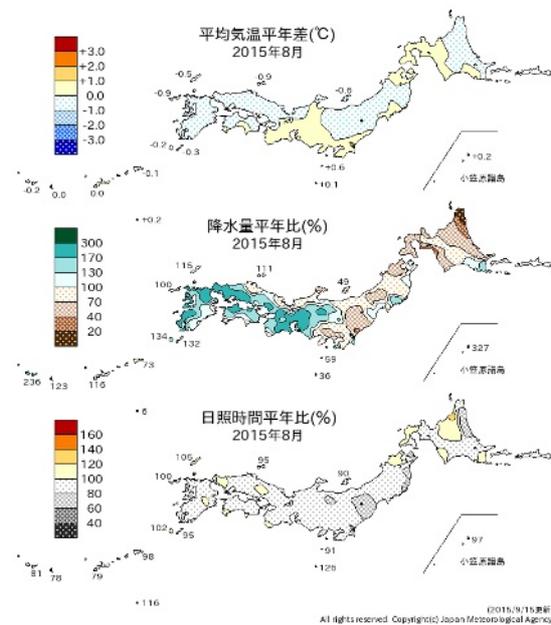


図 2.1.1 2015年8月の平均気温平年偏差(上図)、降水量平年比(中央図)、日照時間平年比(下図)の分布図

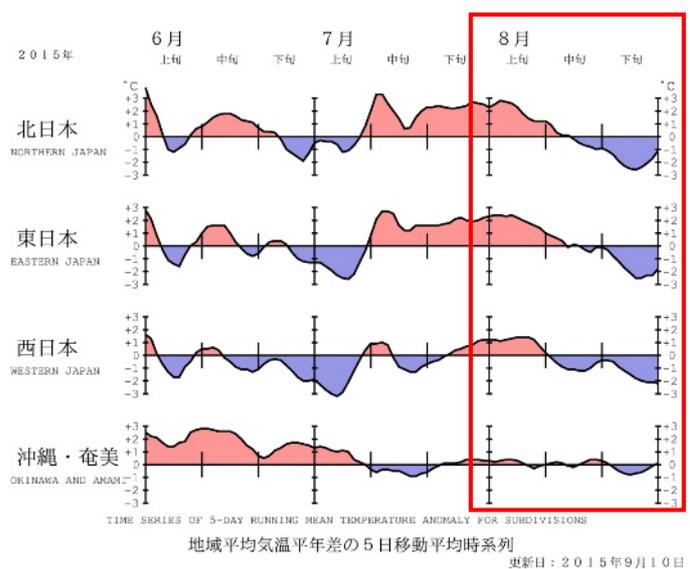


図 2.1.2 2015年夏(6~8月)の気温平年差の経過図

2.1.2 関東地方

関東地方における 2015 年 8 月の都市気候モデルによる解析結果を図 2.1.3 に示す。東京都心部を中心に平野の広い範囲で平均気温の高い領域が広がっており、特に、東京都心部から埼玉県南東部にかけては 27 以上となっている。この付近は、気温 30 以上となった時間の合計の最大値域（200～240 時間域）がみられ、都市化の影響による気温上昇量や相対湿度の低下率が大きくなっている。都市化の影響による気温上昇の最大値域（+1.5～2.0 域）がやや内陸に分布している要因としては、海風によって沿岸部が冷やされること、また、都市の影響により海風の内陸への流入が弱められることが指摘されている（気象庁, 2012、藤部, 2012b）。

なお、2015 年各月での都市化の影響による平均気温の変化については、【資料 9】(1) として巻末に掲載した。

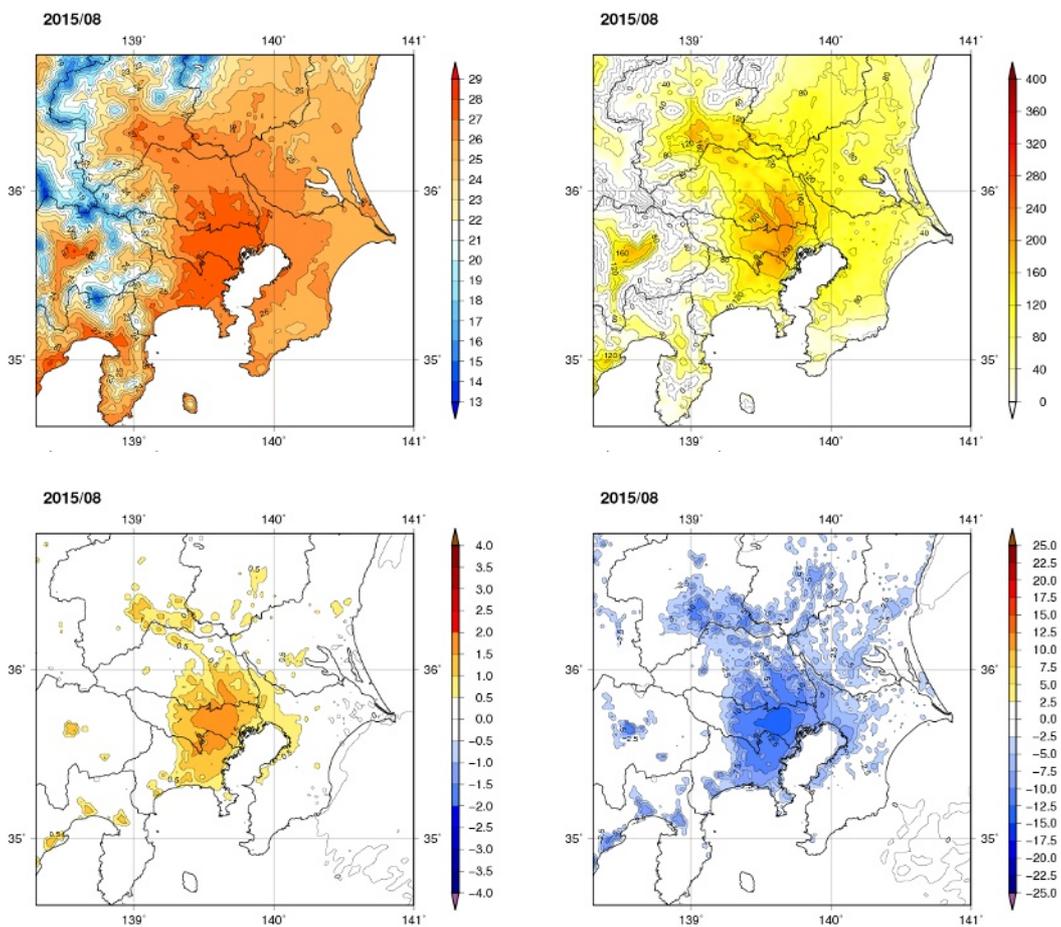


図 2.1.3 関東地方における 2015 年 8 月の平均気温（左上図、単位：℃）、気温 30 以上となった時間の合計（右上図、単位：時間）、都市化の影響による平均気温の変化（左下図、単位：℃）、都市化の影響による平均相対湿度の変化（右下図、単位：%）の分布

一方、最近7年(2009~2015年)の8月の都市化の影響による平均気温の変化を比較すると(図2.1.4)、2015年は、気温上昇の最大値域(+1.5~2.0域)や気温上昇量+0.5以上の領域の広がり小さいことが分かる。また、2015年8月を旬別に比較すると(図2.1.5)、東京で猛暑日が続いた上旬は、都市化の影響が明瞭に現れていたことが分かる。

これらの要因としては、2015年8月は、中旬以降に低気圧や前線、台風の影響を受けたため、月全体では曇りや雨の日が多く日照時間が少なくなったのに対し、上旬に限ると太平洋高気圧に覆われ、ヒートアイランド現象(都市化の影響)が現れやすい晴れて風の弱い日が多かったことが考えられる。曇りや雨の日が多く、日照時間が少なくなると、日中は水分の蒸発に伴う熱の消費の差が、夜間は日中の地表面の蓄熱に伴う放出熱の差や放射冷却の強弱の差が、それぞれ小さくなるために、都市の有無による気温差が小さくなると考えられる。

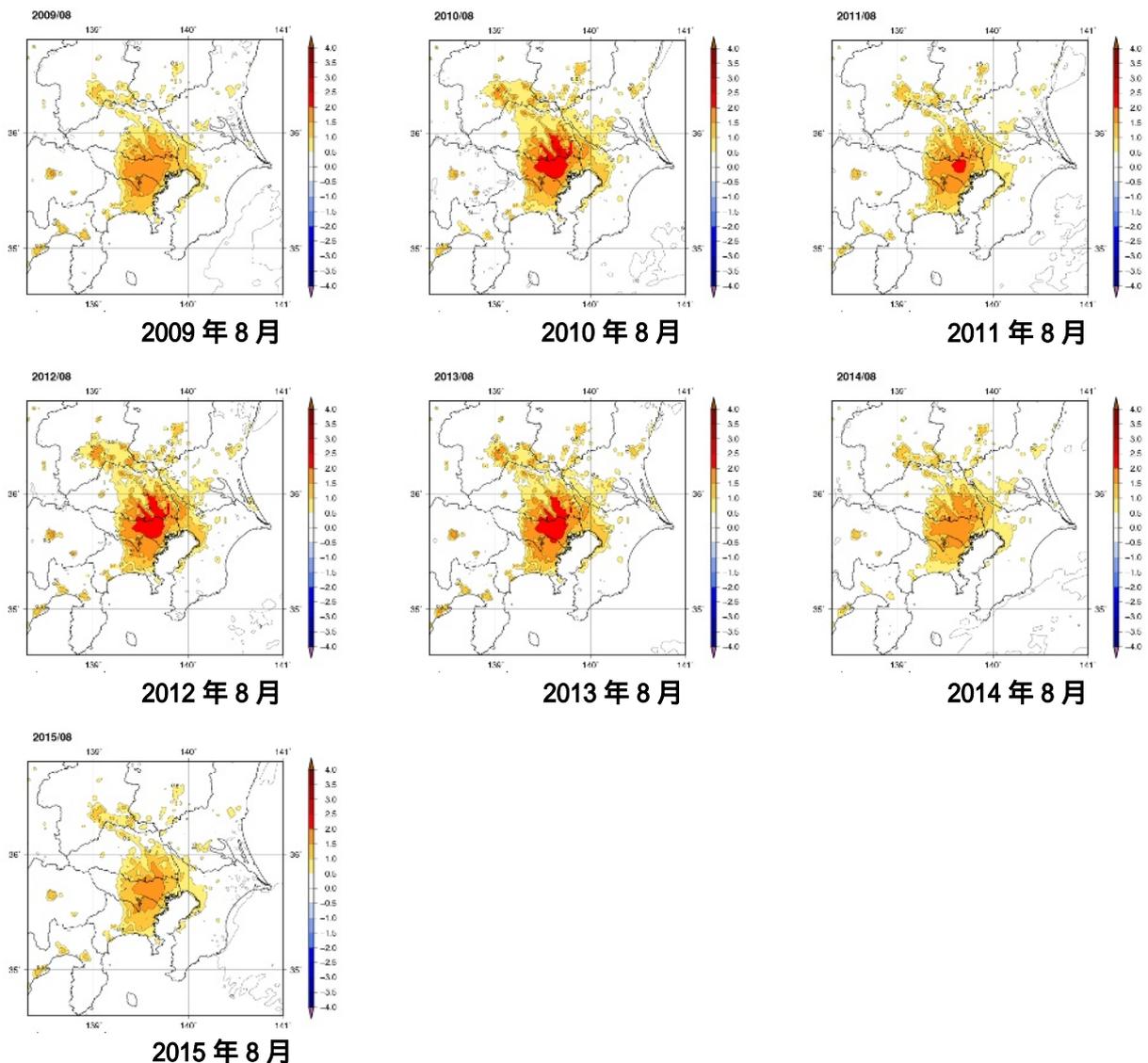


図 2.1.4 関東地方における 2009~2015 年 8 月の都市化の影響による平均気温の変化 () の分布

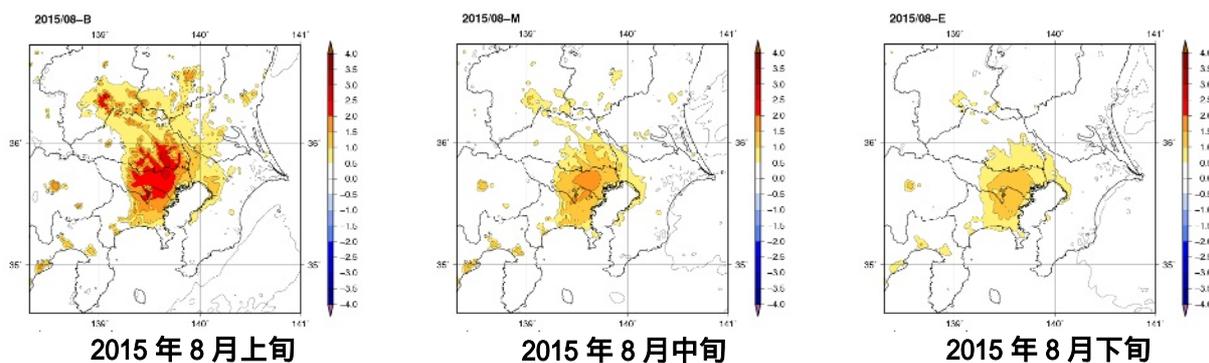


図 2.1.5 関東地方における 2015 年 8 月旬別の都市化の影響による平均気温の変化 () の分布

次に、2015 年 8 月の夜間と日中¹⁷、それぞれ最低気温と最高気温の出やすい 5 時と 15 時の都市化の影響による平均気温の変化についてみると (図 2.1.6) 日中 (15 時) より夜間 (5 時) の方が都市化の影響は明瞭に現れている。これは日最低気温で気温の上昇率が大きいという 1.1.1 項の結果と整合している。

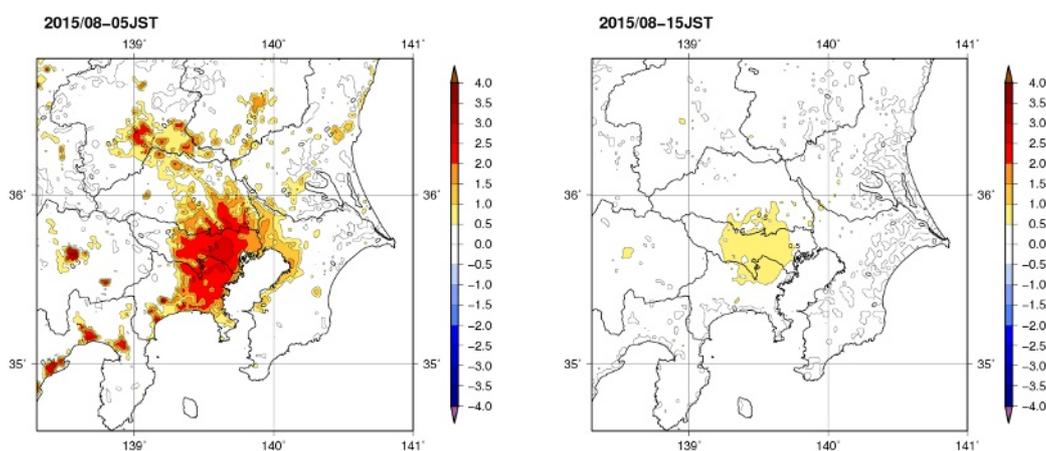


図 2.1.6 関東地方における 2015 年 8 月の 5 時 (左図) と 15 時 (右図) の都市化の影響による平均気温の変化 () の分布

¹⁷ ここでは、「日中」を 9 時頃から 18 時頃、「夜間」を 18 時頃から翌 6 時頃としている。また、以下の節、項でも同様。

2.1.3 近畿地方

近畿地方における 2015 年 8 月の都市気候モデルによる解析結果を図 2.1.7 に示す。大阪平野や京都盆地、奈良盆地で高温となっており、特に、大阪平野東部では、平均気温が 29 以上となっている。この付近は、都市化の影響による気温上昇の最大値域（+2.0～2.5 域）気温 30 以上となった時間の合計の最大値域（240～280 時間域）に対応しているほか、都市化の影響による相対湿度の低下率も大きくなっている。都市化の影響による気温上昇の最大値域（+2.0～2.5 域）がやや内陸に分布している要因としては、関東地方と同様に、海風によって沿岸部が冷やされること、また、都市の影響により海風の内陸への流入が弱められることが指摘されている。（気象庁，2012、藤部，2012b）。

なお、2015 年各月での都市化の影響による平均気温の変化については、【資料 9】(2)として巻末に掲載した。

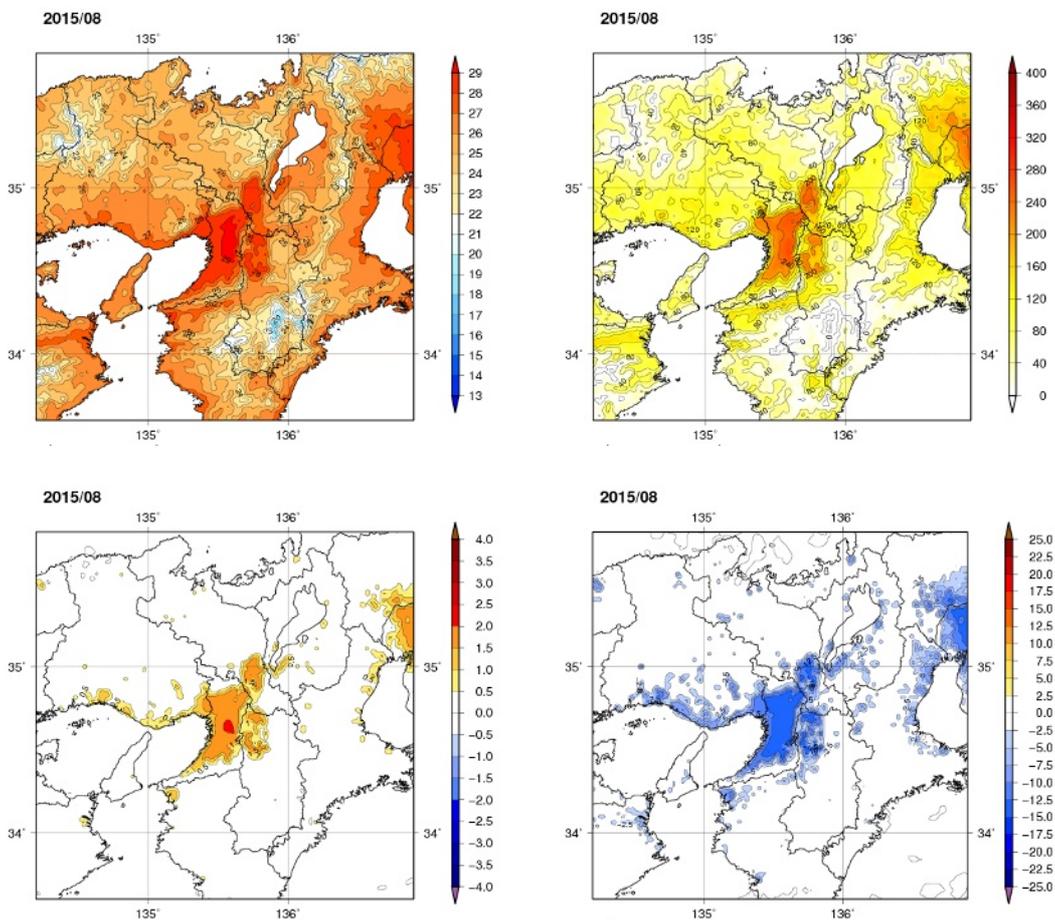


図 2.1.7 近畿地方における 2015 年 8 月の平均気温（左上図、単位：℃）、気温 30 以上となった時間の合計（右上図、単位：時間）、都市化の影響による平均気温の変化（左下図、単位：℃）、都市化の影響による平均相対湿度の変化（右下図、単位：%）の分布

一方、最近7年(2009~2015年)の8月の都市化の影響による平均気温の変化を比較すると(図2.1.8)、2015年は、気温上昇の最大値域(+2.0~2.5域)や気温上昇量+0.5以上の領域の広がり方が2011年と同程度で比較的小さいことが分かる。また、2015年8月を旬別に比較すると(図2.1.9)、大阪で猛暑日が続いた上旬は、都市化の影響が明瞭に現れていたことが分かる。

これらの要因としては、関東地方と同様、2015年8月は、中旬以降に低気圧や前線、台風の影響を受けたため、月全体では曇りや雨の日が多く日照時間が少なくなったのに対し、上旬に限ると太平洋高気圧に覆われ、ヒートアイランド現象(都市化の影響)が現れやすい晴れて風の弱い日が多かったことが考えられる。曇りや雨の日が多く、日照時間が少なくなると、日中は水分の蒸発に伴う熱の消費の差が、夜間は日中の地表面の蓄熱に伴う放出熱の差や放射冷却の強弱の差が、それぞれ小さくなるために、都市の有無による気温差が小さくなると考えられる。

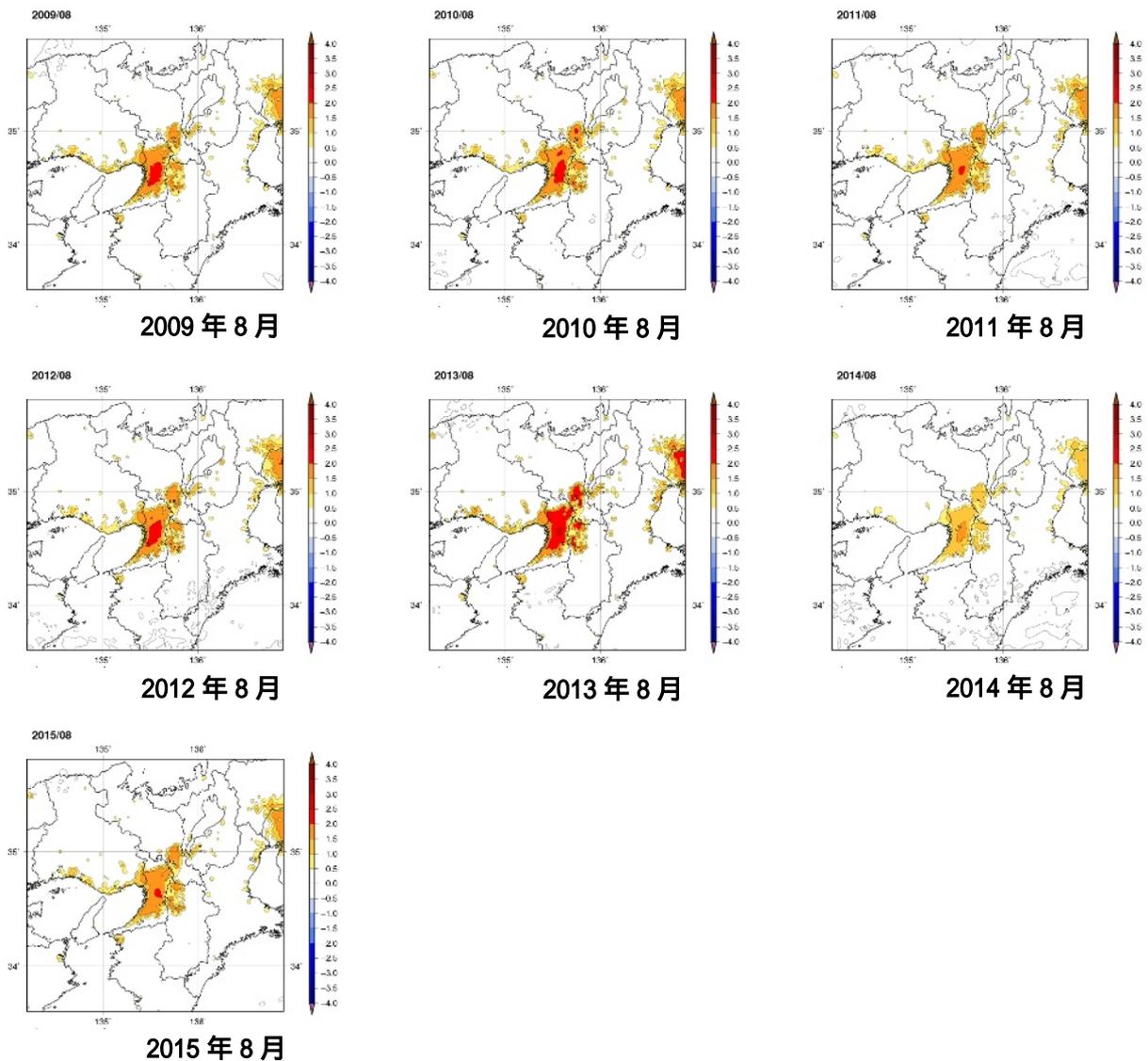


図 2.1.8 近畿地方における 2009~2015 年 8 月の都市化の影響による平均気温の変化()の分布

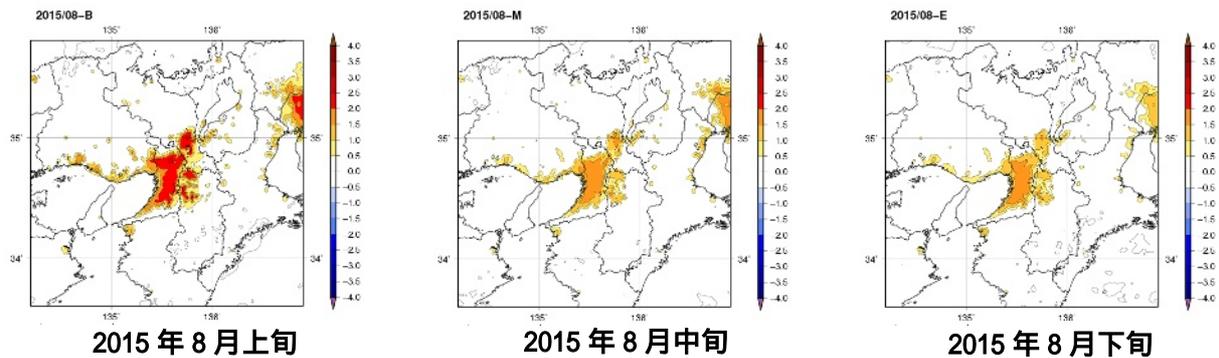


図 2.1.9 近畿地方における 2015 年 8 月旬別の都市化の影響による平均気温の変化 () の分布

次に、2015 年 8 月の夜間と日中、それぞれ最低気温と最高気温の出やすい 5 時と 15 時の都市化の影響による平均気温の変化についてみると (図 2.1.10)、日中 (15 時) より夜間 (5 時) の方が都市化の影響は明瞭に現れている。これは日最低気温で気温の上昇率が大きいという 1.1.1 項の結果と整合している。

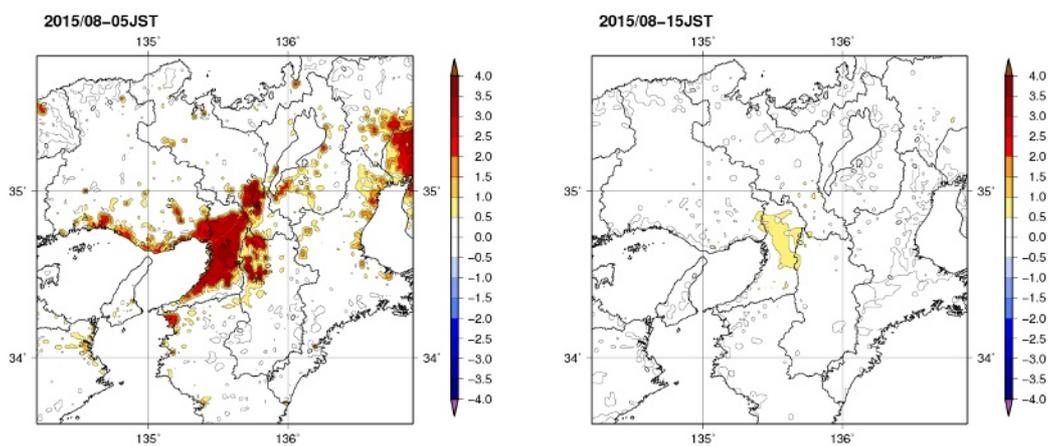


図 2.1.10 近畿地方における 2015 年 8 月の 5 時 (左図) と 15 時 (右図) の都市化の影響による平均気温の変化 () の分布

2.1.4 東海地方

東海地方における2015年8月の都市気候モデルによる解析結果を図2.1.11に示す。愛知県西部に、平均気温28以上の高温域や気温30以上となった時間の合計の最大値域(240~280時間域)がみられる。また、同地域では都市化の影響による気温上昇量や相対湿度の低下率も大きい。都市化の影響による気温上昇の最大域がやや内陸に分布している要因としては、前述の2つの地方と同様に、海風によって沿岸部が冷やされること、また、都市の影響により海風の内陸への流入が弱められることが指摘されている(気象庁, 2012、藤部, 2012b)。

なお、2015年各月での都市化の影響による平均気温の変化については、【資料9】(3)として巻末に掲載した。

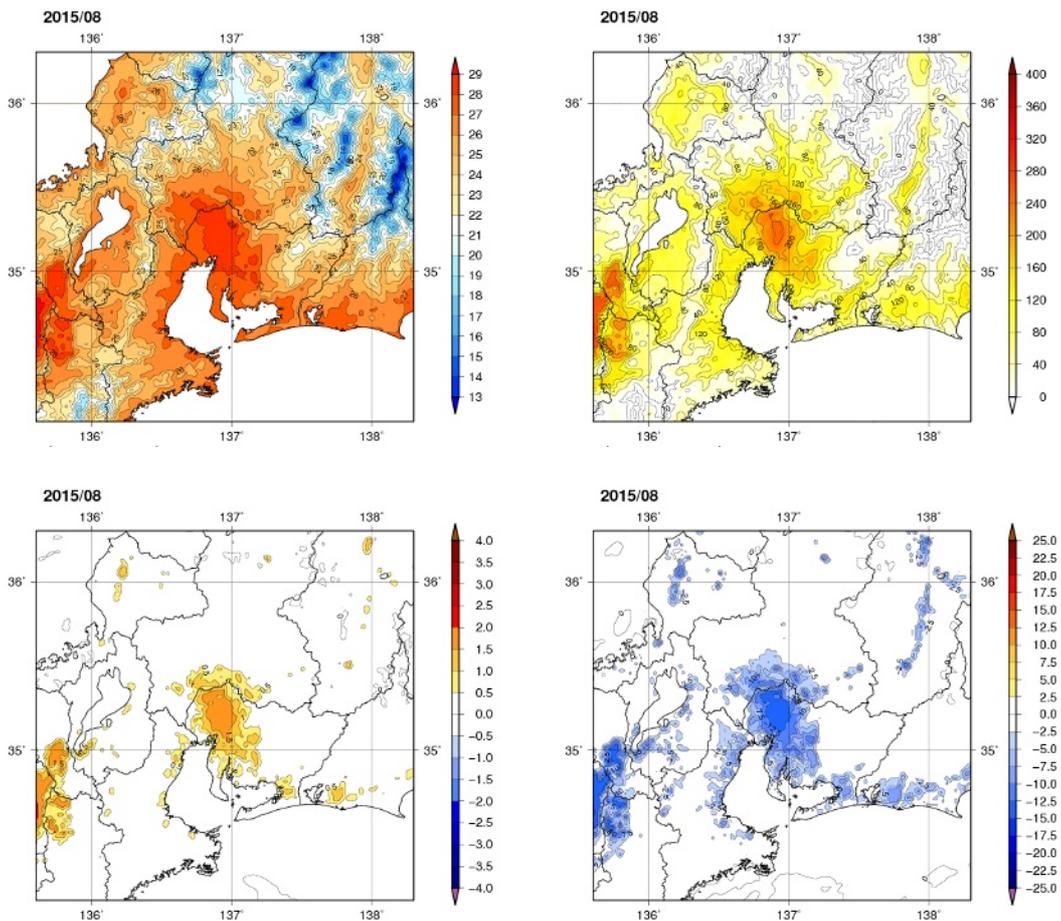


図 2.1.11 東海地方における2015年8月の平均気温(左上図、単位: °C)、気温30°C以上となった時間の合計(右上図、単位: 時間)、都市化の影響による平均気温の変化(左下図、単位: °C)、都市化の影響による平均相対湿度の変化(右下図、単位: %)の分布

一方、最近 7 年の 8 月の都市化の影響による平均気温の変化を比較すると（図 2.1.12）、2015 年は、気温上昇の最大値域（+1.5～2.0 域）や気温上昇量 +0.5 以上の領域の広がりが 2011 年や 2012 年と同程度で比較的小さいことが分かる。また、2015 年 8 月を旬別に比較すると（図 2.1.13）、名古屋で猛暑日が続いた上旬は、都市化の影響が明瞭に現れていたことが分かる。

これらの要因としては、前述の 2 つの地方と同様、2015 年 8 月は、中旬以降に低気圧や前線、台風の影響を受けたため、月全体では曇りや雨の日が多く日照時間が少なくなったのに対し、上旬に限ると太平洋高気圧に覆われ、ヒートアイランド現象（都市化の影響）が現れやすい晴れて風の弱い日が多かったことが考えられる。曇りや雨の日が多く、日照時間が少なくなると、日中は水分の蒸発に伴う熱の消費の差が、夜間は日中の地表面の蓄熱に伴う放出熱の差や放射冷却の強弱の差が、それぞれ小さくなるために、都市の有無による気温差が小さくなると考えられる。

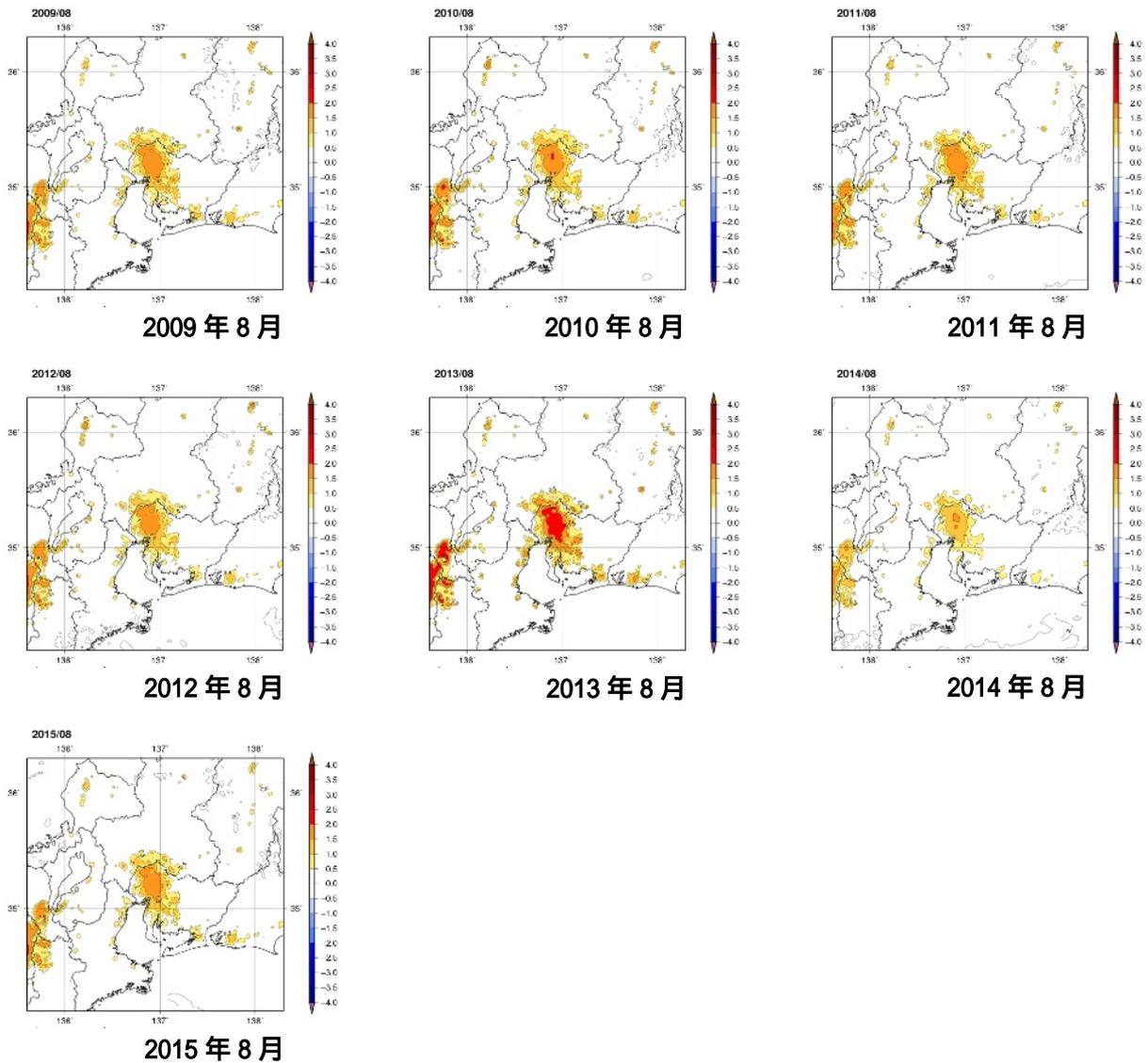


図 2.1.12 東海地方における 2009～2015 年 8 月の都市化の影響による平均気温の変化（ ）の分布

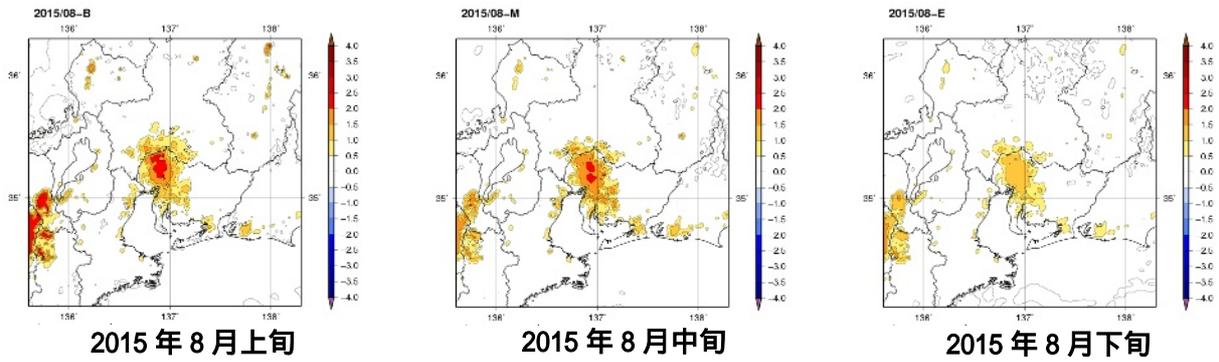


図 2.1.13 東海地方における 2015 年 8 月旬別の都市化の影響による平均気温の変化 () の分布

次に、2015 年 8 月の夜間と日中、それぞれ最低気温と最高気温の出やすい 5 時と 15 時の都市化の影響による平均気温の変化についてみると (図 2.1.14)、日中 (15 時) より夜間 (5 時) の方が都市化の影響は明瞭に現れている。これは日最低気温で気温の上昇率が大きいという 1.1.1 項の結果と整合している。

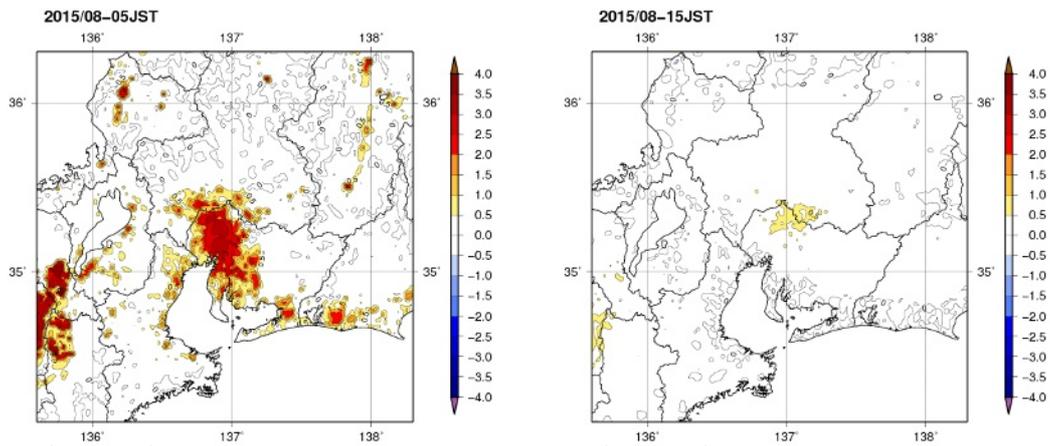


図 2.1.14 東海地方における 2015 年 8 月の 5 時 (左図) と 15 時 (右図) の都市化の影響による平均気温の変化 () の分布

2.2 2015年8月上旬の特別のヒートアイランド現象

2015年8月上旬は、太平洋高気圧に覆われてヒートアイランド現象が現れやすい日が続いた。そこで、この期間について、関東地方、大阪府近辺、名古屋市近辺における、特別（5時、10時、15時、20時）の海陸風等の解析を行った。

2.2.1 関東地方

関東地方における2015年8月上旬の特別の平均気温と平均風の分布と都市化の影響による平均気温と平均風の変化の分布を図2.2.1に示す。

5時：都市化の影響による気温上昇を受け、東京都心部や埼玉県南東部を中心に27以上の高温域が広がっている。都市化の影響によって風は東京湾や相模湾の沿岸から東京都心部へ変化していることから、都市があることによって山間部から東京湾や相模湾へ吹き出す陸風が弱められたと考えられる。

10時：関東平野全体に渡って顕著なヒートアイランド現象はみられず、沿岸部では冷涼な海風の影響により相対的に低温となっている。都市化の影響により、都市域ではわずかな気温の低下がみられる。これは、都市におけるコンクリート等人工被覆物の熱容量が大きいこと、草地に比べ暖まりにくいことや建築物の日陰の効果等によって気温上昇が緩やかになるためであると考えられる（気象庁, 2012、藤部, 2012b）。

15時：東京都心部から群馬県南部や栃木県南部の広域に渡って33以上の領域が広がっているが、沿岸部では10時同様、相対的に低温となっている。都市化の影響による気温上昇の規模は5時や20時に比べ小さい。これは、都市の余剰熱が上空のより高いところまで拡散されるためであると考えられる（藤部, 2012a）。また、東京湾から群馬県南部に向かう南風が顕著であるが、都市化の影響によって北寄りに変化がみられることから、内陸への海風の流入が弱められていると考えられる（気象庁, 2012、藤部, 2012b）。

20時：都市化の影響による気温上昇を受け、東京都心部から埼玉県南東部や群馬県南部にかけて30以上の領域が広がっている。南寄りの風が依然として卓越し、東京湾から群馬県南部の内陸に向かう風が顕著である。

なお、関東平野における春、夏の晴天日の地上風について、観測データを用いた解析が藤部(1993)で行われている。この論文で示された南風日事例の解析結果と今回のモデルの解析結果を比較すると、概ね一致している。

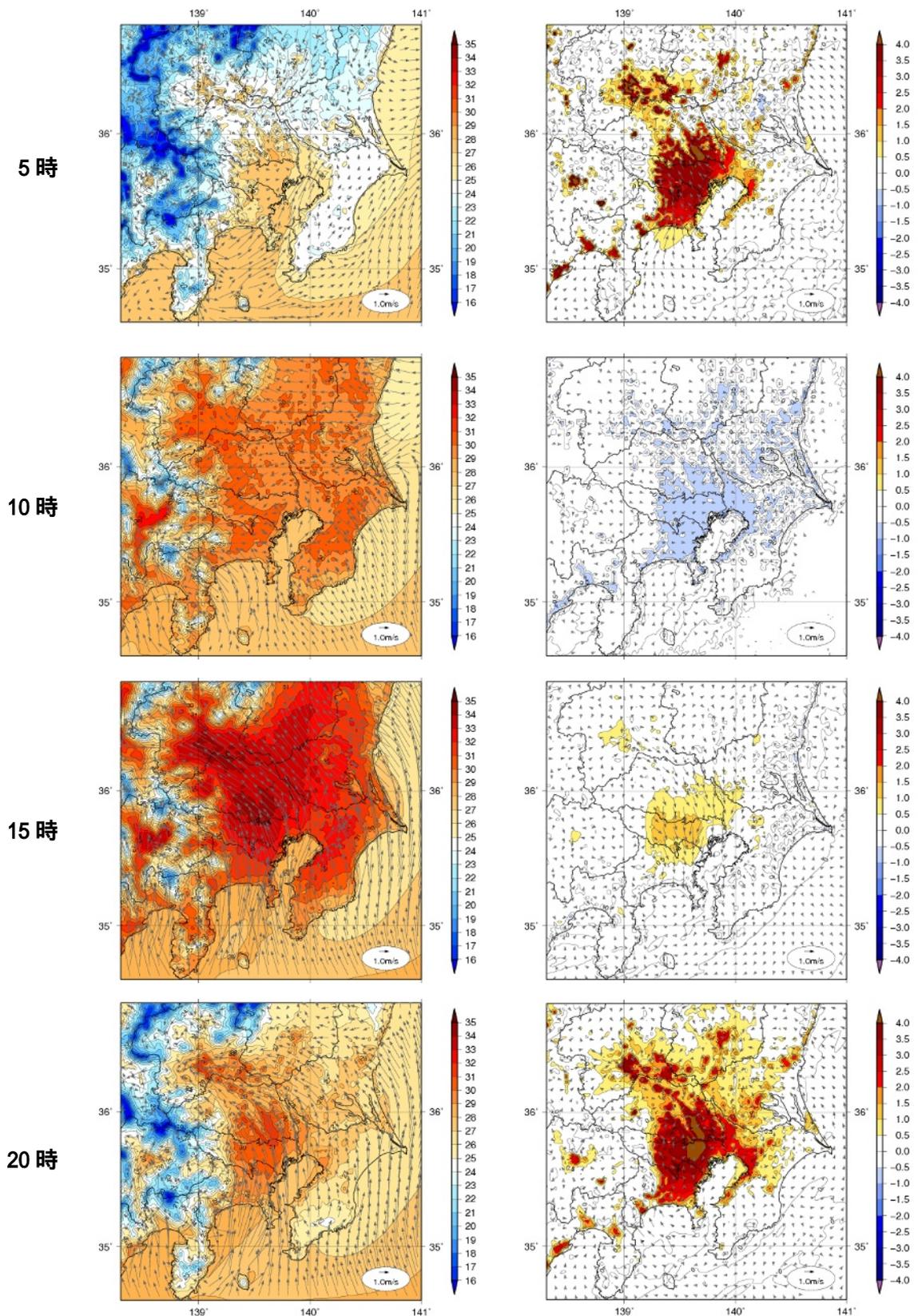


図 2.2.1 関東地方における 2015 年 8 月上旬の特別（上から 5 時、10 時、15 時、20 時）の平均気温と平均風の分布（左列図）と都市化の影響による平均気温と平均風の変化の分布（右列図）、気温の単位は $^{\circ}\text{C}$ 、風速の単位は m/s 。

2.2.2 大阪府近辺

大阪府近辺における 2015 年 8 月上旬の時別の平均気温と平均風の分布と都市化の影響による平均気温と平均風の変化の分布を図 2.2.2 に示す。

5 時：都市化の影響による気温上昇を受け、大阪平野の内陸部、京都盆地や奈良盆地の都市部を中心に 28 以上域が広がっている。都市化の影響による風の変化は大阪湾から大阪平野へ向かう西寄りの風となっていることから、都市があることによって、この海風が強められたと考えられる。なお、京都盆地や奈良盆地では山間部から都市部へと向かう風がみられる。

10 時：顕著なヒートアイランド現象はみられず、沿岸部では冷涼な海風の影響を受け相対的に気温が低くなっている。都市化の影響により、都市域ではわずかな気温の低下がみられる。これは、都市におけるコンクリート等人工被覆物の熱容量が大きいこと、草地に比べ暖まりにくいことや建築物の日陰の効果等によって気温上昇が緩やかになるためであると考えられる（気象庁, 2012、藤部, 2012b）。

15 時：大阪平野の北東部、京都盆地や奈良盆地の都市部を中心に 34 以上の高温域が広がっている一方、沿岸部では冷涼な海風の影響により相対的に低温となっている。都市化の影響による気温上昇の規模は 5 時や 20 時に比べ小さい。これは、都市の余剰熱が上空のより高いところまで拡散されるためであると考えられる（藤部, 2012a）。大阪平野では大阪湾から吹き込む西寄りの風が卓越しているが、都市化の影響によって東寄りに変化がみられることから、内陸への海風の流入が弱められているものと考えられる（気象庁, 2012、藤部, 2012b）。

20 時：都市化の影響による気温上昇を受け、大阪平野の内陸部、京都盆地や奈良盆地の都市部を中心に 31 以上域が広がっている。大阪平野では西寄りの風が卓越しており、京都盆地や奈良盆地では山間部から都市部へ向かう風がみられる。

なお、近畿地方の海陸風の一般的特徴については、観測データを用いた解析が Mizuma (1995) で行われているが、15 時や 20 時の様相は概ね一致している。

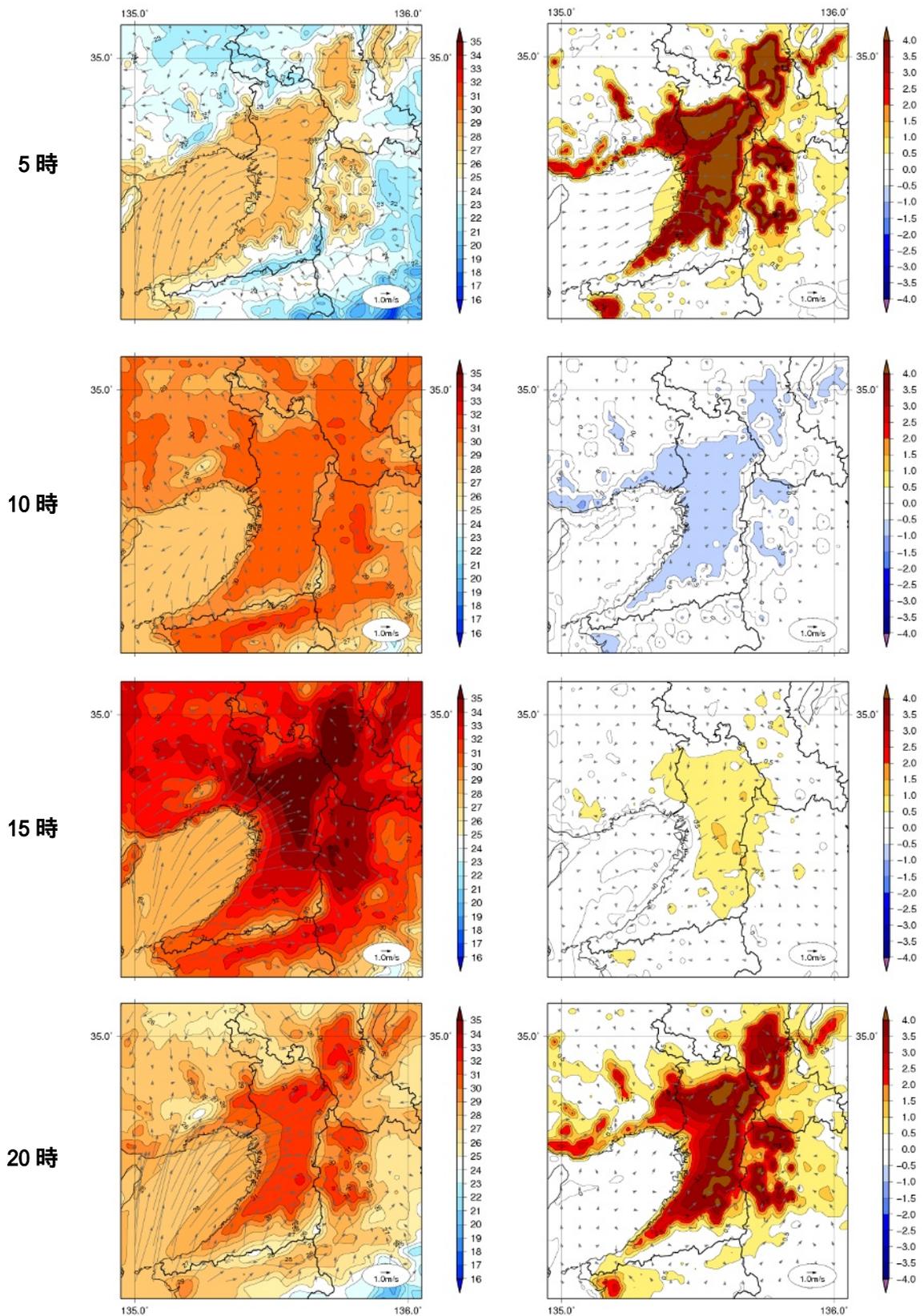


図 2.2.2 大阪府近辺における 2015 年 8 月上旬の特別（上から 5 時、10 時、15 時、20 時）の平均気温と平均風の分布（左列図）と都市化の影響による平均気温と平均風の変化の分布（右列図）、気温の単位は $^{\circ}\text{C}$ 、風速の単位は m/s 。

2.2.3 名古屋市近辺

名古屋市近辺における 2015 年 8 月上旬の時別の平均気温と平均風の分布と都市化の影響による平均気温と平均風の変化の分布を図 2.2.3 に示す。

5 時：都市化の影響による気温上昇を受け、名古屋市付近を中心に 28 以上の高温域が広がっている。都市化の影響による風の変化は伊勢湾から濃尾平野へ向かう南寄りとなっていることから、都市があることによって、濃尾平野から伊勢湾へ吹き出す陸風が弱められたと考えられる。

10 時：名古屋市付近での顕著なヒートアイランド現象はみられず、沿岸部では冷涼な海風の影響により相対的に低温となっている。都市化の影響により、都市域でわずかな気温の低下がみられる。これは、都市におけるコンクリート等人工被覆物の熱容量が大きいこと、草地に比べ暖まりにくいことや建築物の日陰の効果等によって気温上昇が緩やかになるためであると考えられる（気象庁, 2012、藤部, 2012b）。

15 時：沿岸部では相対的に気温が低いが、名古屋市付近を中心に 34 以上の高温域が広がっている。都市化の影響による気温上昇の規模は 5 時や 20 時に比べ小さい。これは、都市の余剰熱が上空のより高いところまで拡散されるためであると考えられる（藤部, 2012a）。南寄りの風が卓越しているが、都市化の影響によって名古屋市付近で北寄りに変化がみられることから、内陸への海風の流入が弱められていると考えられる（気象庁, 2012、藤部, 2012b）。

20 時：都市化の影響による気温上昇を受け、名古屋市付近を中心に 31 以上域が広がっている。また、南寄りの風が依然として卓越している。

なお、濃尾平野における暖候期の海陸風の特徴については、観測データを用いた解析が森ほか（1994）で行われている。この論文で示された最も多く現れる海陸風の特徴と今回の解析結果は概ね一致している。

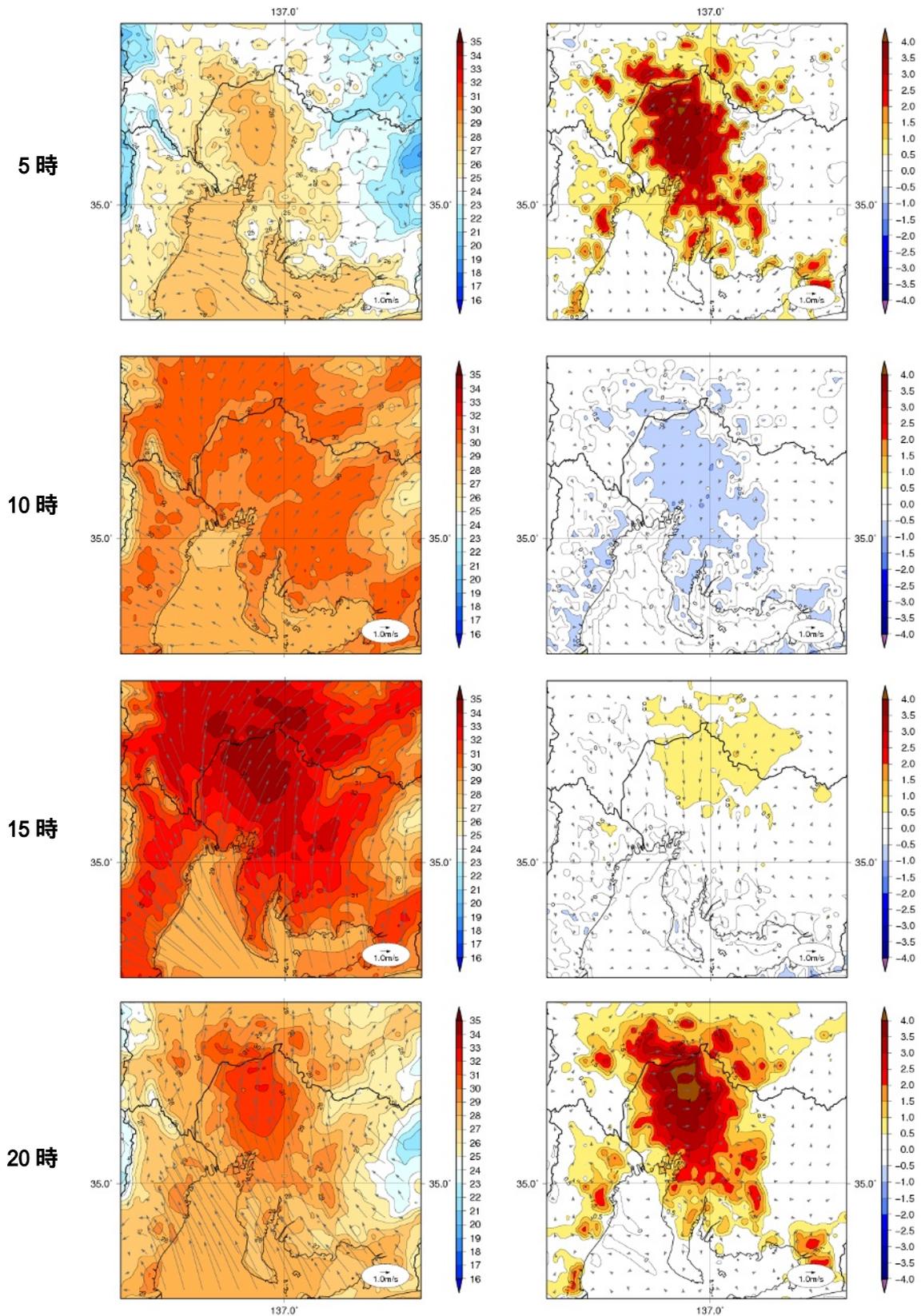


図 2.2.3 名古屋市近辺における 2015 年 8 月上旬の特別（上から 5 時、10 時、15 時、20 時）の平均気温と平均風の分布（左列図）と都市化の影響による平均気温と平均風の変化の分布（右列図）、気温の単位は $^{\circ}\text{C}$ 、風速の単位は m/s 。

2.3 夏と冬のヒートアイランド現象の比較

都市化の影響は夏より冬の方が大きい。

関東、近畿、東海の各地方において、蓄積されている最近7年分のシミュレーション結果から、夏と冬のヒートアイランド現象の違いを調べた。使用データは、夏が2009年から2015年までの8月、冬が2010年から2016年までの1月のものである。7年分を平均した結果（図2.3.1～図2.3.6）を比較すると、どの地方も、8月に比べて1月の方が、都市化の影響が大きいことがわかる。この原因は主に夜間のヒートアイランド現象の違いにあると考えられる¹⁸。冬の夜間は、夏よりも放射冷却が強くなり、都市がない場合により大きく気温が下がるからである。

また、関東地方では、都市化の影響による気温上昇量の大きい領域が、8月は内陸部に、1月は沿岸部を中心に現れている。これは、それぞれの季節で卓越する天候や風（季節風）などが違うことに影響されていると考えられるが、更なる調査を必要とする。

なお、2010年から2016年までの1月の都市化の影響による平均気温の変化については、【資料10】として巻末に掲載した。

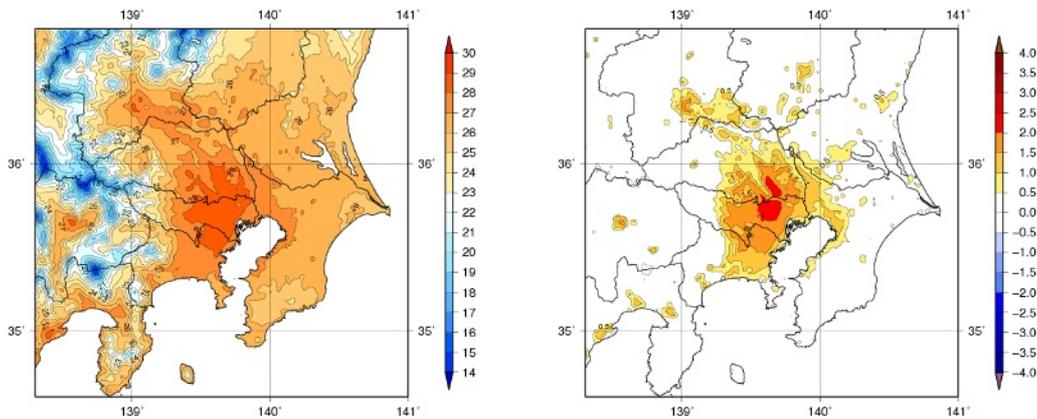


図 2.3.1 関東地方における7年（2009～2015年）平均した8月の平均気温（左図、単位：℃）と都市化の影響による平均気温の変化（右図、単位：℃）の分布

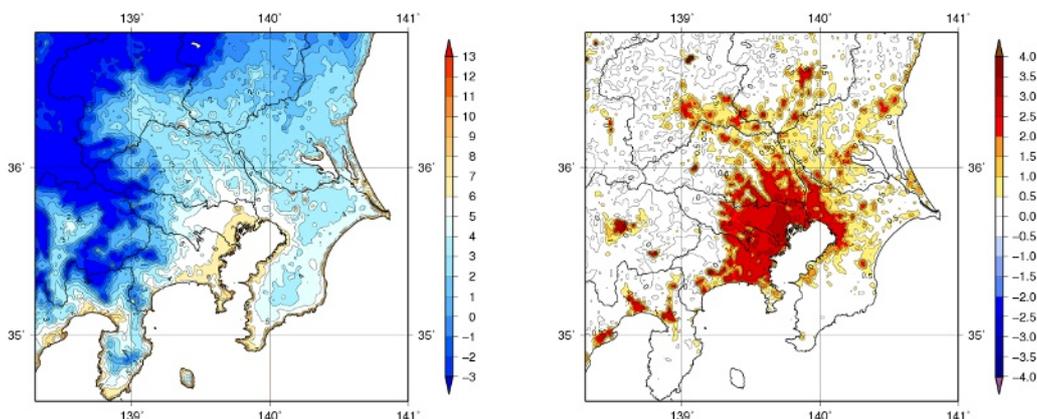


図 2.3.2 関東地方における7年（2010～2016年）平均した1月の平均気温（左図、単位：℃）と都市化の影響による平均気温の変化（右図、単位：℃）の分布

¹⁸ 冬の日中は、緑地よりもむしろ都市の方が低くなることが知られているが、それは、冬はほとんどの樹木が落葉するため、緑地において水分の蒸発による吸熱効果が小さくなること、また、太陽高度が低いために、都市においてビルの日陰が多くなることで気温が上がりにくいことが指摘されている（藤部,2012a）。

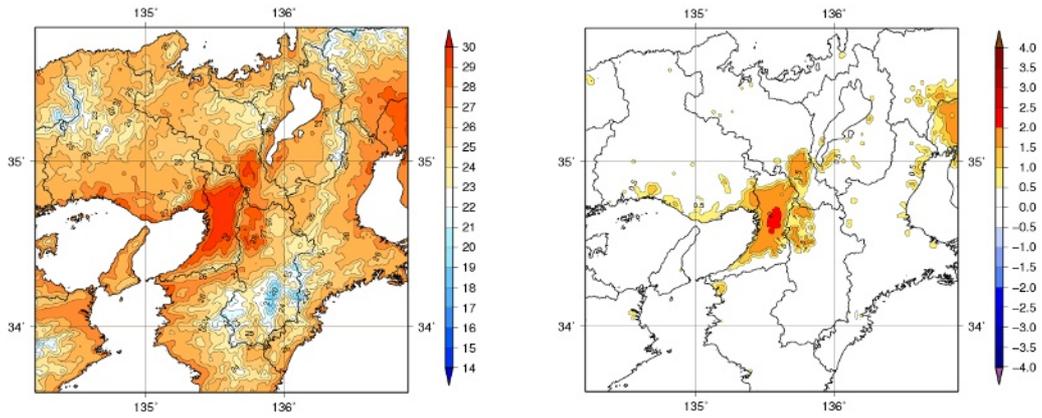


図 2.3.3 近畿地方における 7 年（2009～2015 年）平均した 8 月の平均気温（左図、単位： $^{\circ}\text{C}$ ）と都市化の影響による平均気温の変化（右図、単位： $^{\circ}\text{C}$ ）の分布

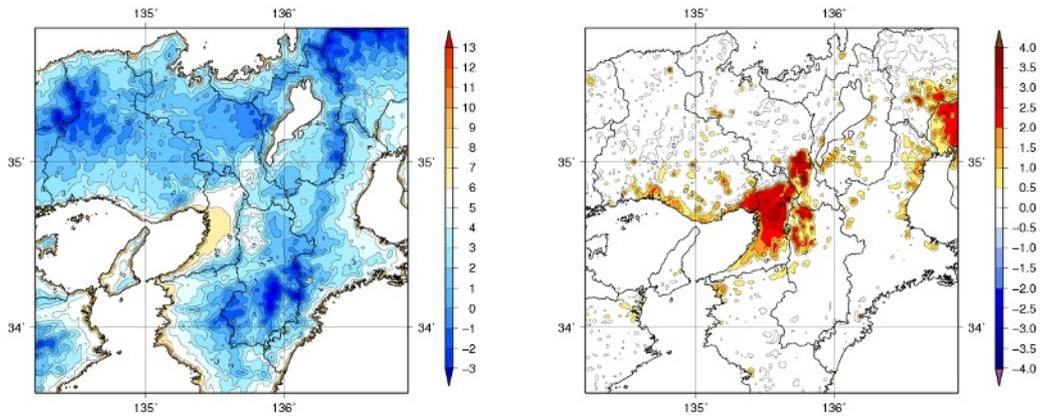


図 2.3.4 近畿地方における 7 年（2010～2016 年）平均した 1 月の平均気温（左図、単位： $^{\circ}\text{C}$ ）と都市化の影響による平均気温の変化（右図、単位： $^{\circ}\text{C}$ ）の分布

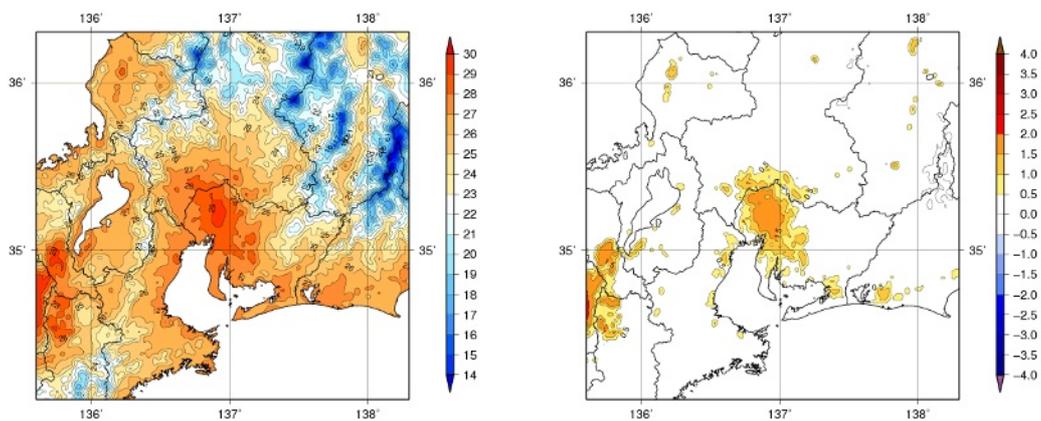


図 2.3.5 東海地方における 7 年（2009～2015 年）平均した 8 月の平均気温（左図、単位： $^{\circ}\text{C}$ ）と都市化の影響による平均気温の変化（右図、単位： $^{\circ}\text{C}$ ）の分布

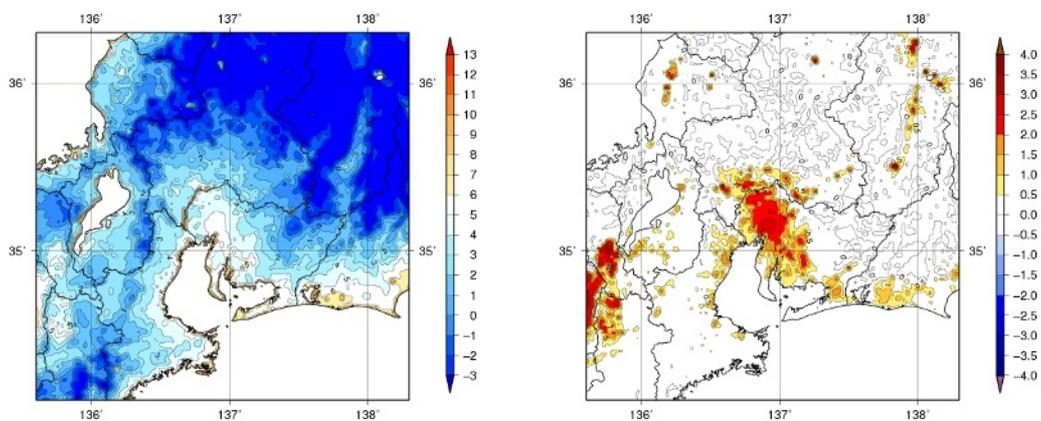


図 2.3.6 東海地方における 7 年（2010～2016 年）平均した 1 月の平均気温（左図、単位： $^{\circ}\text{C}$ ）と都市化の影響による平均気温の変化（右図、単位： $^{\circ}\text{C}$ ）の分布