

3. ヒートアイランド現象の年別比較

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。

都市化の影響による 8 月平均気温の昇温量は、年々の気象条件の違いにより、関東地方で ± 0.5 程度、近畿地方や東海地方で $\pm 0.2 \sim 0.3$ 程度の違いが生じているとみられる。

関東地方、近畿地方、東海地方ともに、2009～2012 年の 4 年間の 8 月平均気温について、都市化の影響が最も大きかったのは 2010 年 8 月であったとみられる。

関東地方や近畿地方では、2012 年 8 月の都市化の影響による気温上昇は、2010 年 8 月と同程度に大きかったとみられる。

第 1 章で述べたように、ヒートアイランド現象の主な要因は「土地利用の影響」「建築物の影響」「人工排熱の影響」の 3 つである。しかしながら、これら 3 つの要因が同程度であっても、天候や風向風速、大気安定度など、様々な気象条件の違いによってヒートアイランド現象による昇温量は変わってくる。この章では、2009～2012 年の 8 月を対象とした都市気候モデルによる再現実験結果の比較を行い、三大都市圏（関東地方、近畿地方、東海地方）における 8 月の月平均気温において、年々の気象条件の違いにより都市化の影響にどの程度の違いが生じているか調査する。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、再現実験に用いた人工排熱については 8 月の平均的な人工排熱を用いており、節電等の人工排熱量の違いによる影響は考慮されていない。また、土地利用や建築物についても、同じ 2006 年版の国土数値情報を用いており、都市構造の変化による影響についても考慮されていない。即ち、本節で述べるヒートアイランド現象の年ごとの違いは、土地利用の変化や建築物の変化、人工排熱量の変化といった人為的要因による違いは含まれず、気候的要因²¹（天候や風向風速等の違い）のみで生ずるヒートアイランド現象の違いであることに注意する必要がある。都市開発や節電等による人為的要因の影響が加われば、年による違いは更に大きくなると考えられる。

²¹ 一般的に、都市化の影響による昇温量は「晴れて風が弱い日」に大きくなる。

3.1 関東地方におけるヒートアイランド現象の年別比較

本節では、都市気候モデルによる2009～2012年の4年間の再現実験の結果を元に、関東地方における8月の月平均気温におけるヒートアイランド現象の年ごとの違いについて述べる。

3.1.1 気象観測と再現実験の比較

表3.1に都市気候モデルによる再現実験で得られた各年8月の月平均気温と気象観測による月平均気温の比較を示す。東京における都市化の影響による気温変化量²²は+1.5～1.6で、年々の気象条件による都市化の影響の違いは±0.1と小さい。しかし、内陸部の熊谷では+0.9～1.5、関東地方で都市化の影響が最も大きい練馬では+1.9～+2.4と、±0.5～0.6程度の都市化の影響の年ごとの違いが生じている。なお、何れの地点も2010年と2012年の昇温量が大きく、2009年と2011年は昇温量が小さい傾向が見られる。

²² 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。都市無しは仮想的な再現実験であるため、気象観測との直接的な比較は出来ない。しかし、同一気象条件においては都市無しは都市有りとほぼ同等の誤差を含むと考えられるため、都市化の影響による気温変化は都市有りと都市無しの再現実験の気温差により評価している。

表 3.1 都市気候モデルによる再現実験で得られた月平均気温と気象観測による月平均気温の比較

再現実験の気温変化量は、都市有りとう都市無し平均気温の差で、都市化の影響による平均気温の変化量を示している。再現実験の誤差は、気象観測による平均気温と都市有りの平均気温の差である。気象観測の気温変化率は、過去 100 年あたりの昇温量を示しており、都市が無かった時代からの気温変化量ではない。

地点	年/月	気象観測		再現実験			
		平均気温 ()	気温変化率 (/100 年)	都市有り ()	都市無し ()	気温変化量 ()	誤差 ()
東京	2009 年 8 月	26.6	+1.8	26.8	25.3	+1.5	+0.2
	2010 年 8 月	29.6		29.2	27.7	+1.5	-0.4
	2011 年 8 月	27.5		27.8	26.3	+1.5	+0.3
	2012 年 8 月	29.1		28.4	26.8	+1.6	-0.7
横浜	2009 年 8 月	26.1	+1.6	26.4	25.4	+1.0	+0.3
	2010 年 8 月	28.6		28.8	27.7	+1.1	+0.2
	2011 年 8 月	27.2		27.5	26.4	+1.1	+0.3
	2012 年 8 月	28.1		28.1	26.8	+1.3	0.0
熊谷	2009 年 8 月	25.9	+2.4	26.2	25.3	+0.9	+0.3
	2010 年 8 月	29.3		29.2	27.7	+1.5	-0.1
	2011 年 8 月	27.1		27.2	26.1	+1.1	+0.1
	2012 年 8 月	28.9		28.2	26.8	+1.4	-0.7
練馬	2009 年 8 月	26.5	---	27.1	25.2	+1.9	+0.6
	2010 年 8 月	29.9		30.1	27.7	+2.4	+0.2
	2011 年 8 月	27.5		28.4	26.3	+2.1	+0.9
	2012 年 8 月	29.0		29.0	26.7	+2.3	0.0

3.1.2 月平均気温と月平均風の特徴

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2009～2012年8月の月平均気温と月平均風を図3.1に示す。月平均気温は全国的に観測史上第1位の猛暑となった2010年が顕著に高く、2012年、2011年、2009年の順に高くなっている。平均風については、2009年や2011年は比較的低温の海面上からの北東よりの風、2010年や2012年は高温の海面上からの南よりの風が卓越しており、年による違いが明瞭に現れている。

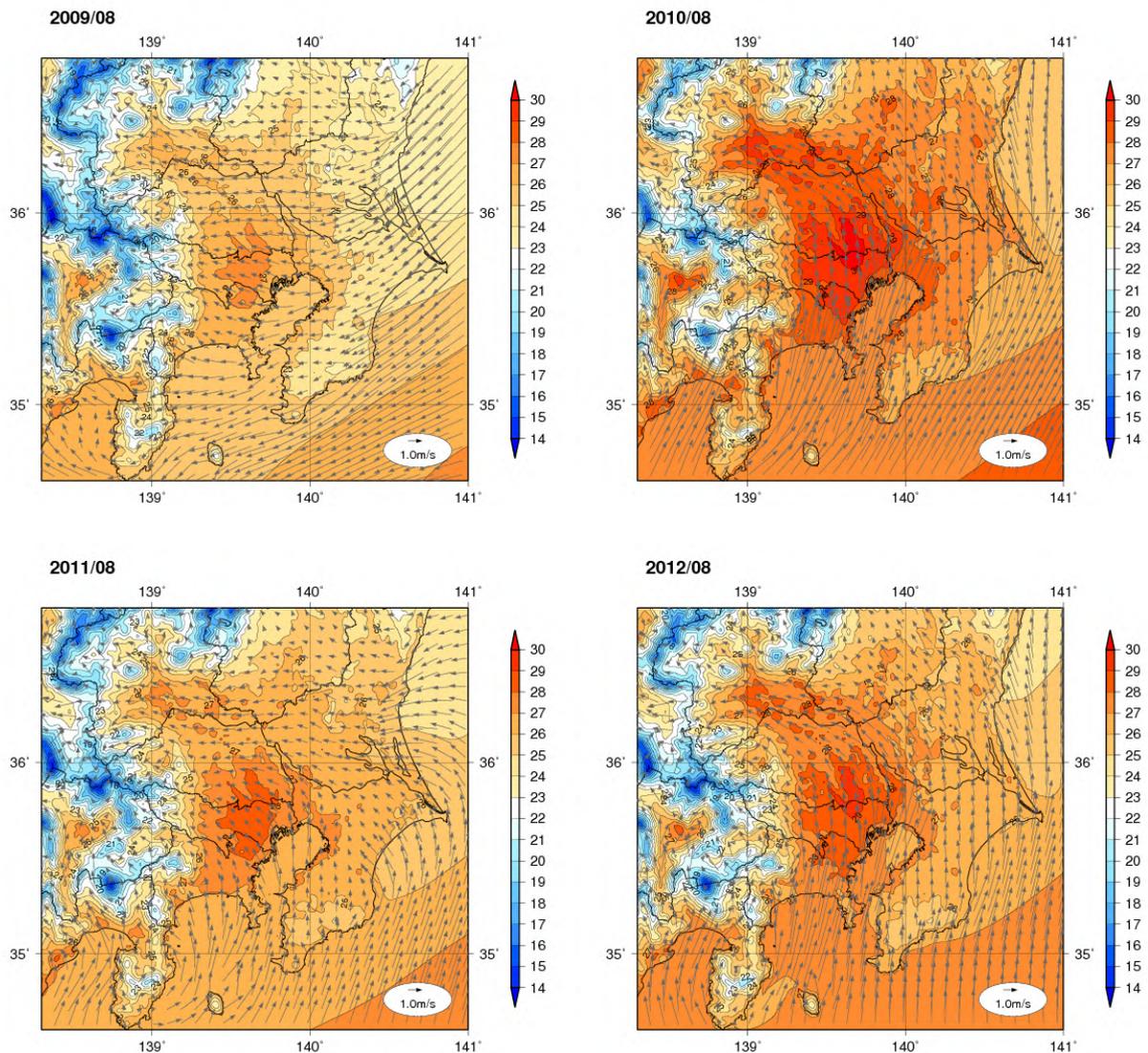


図3.1 都市気候モデルによる再現実験で得られた関東地方における2009～2012年8月の月平均気温(陰影、単位)と月平均風(矢印)の分布

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2009～2012年8月の都市化の影響による月平均気温の変化量を図3.2に示す。都市化の影響による昇温量は、2009年を除き東京都練馬区の周辺に+2.0以上のピークが見られる。この+2.0以上の昇温域の広がりや強さは2010年と2012年が大きく、2011年は比較的小さい。このことから、2010年は気候変動の影響や海面水温の高さだけでなく、都市化の影響による昇温量が大きかったことも都市部での高温の一因であったと考えられる。また、2012年は気温としては2010年に比べて低いものの都市化の影響による昇温量は2010年に匹敵する強さであったと見られる。

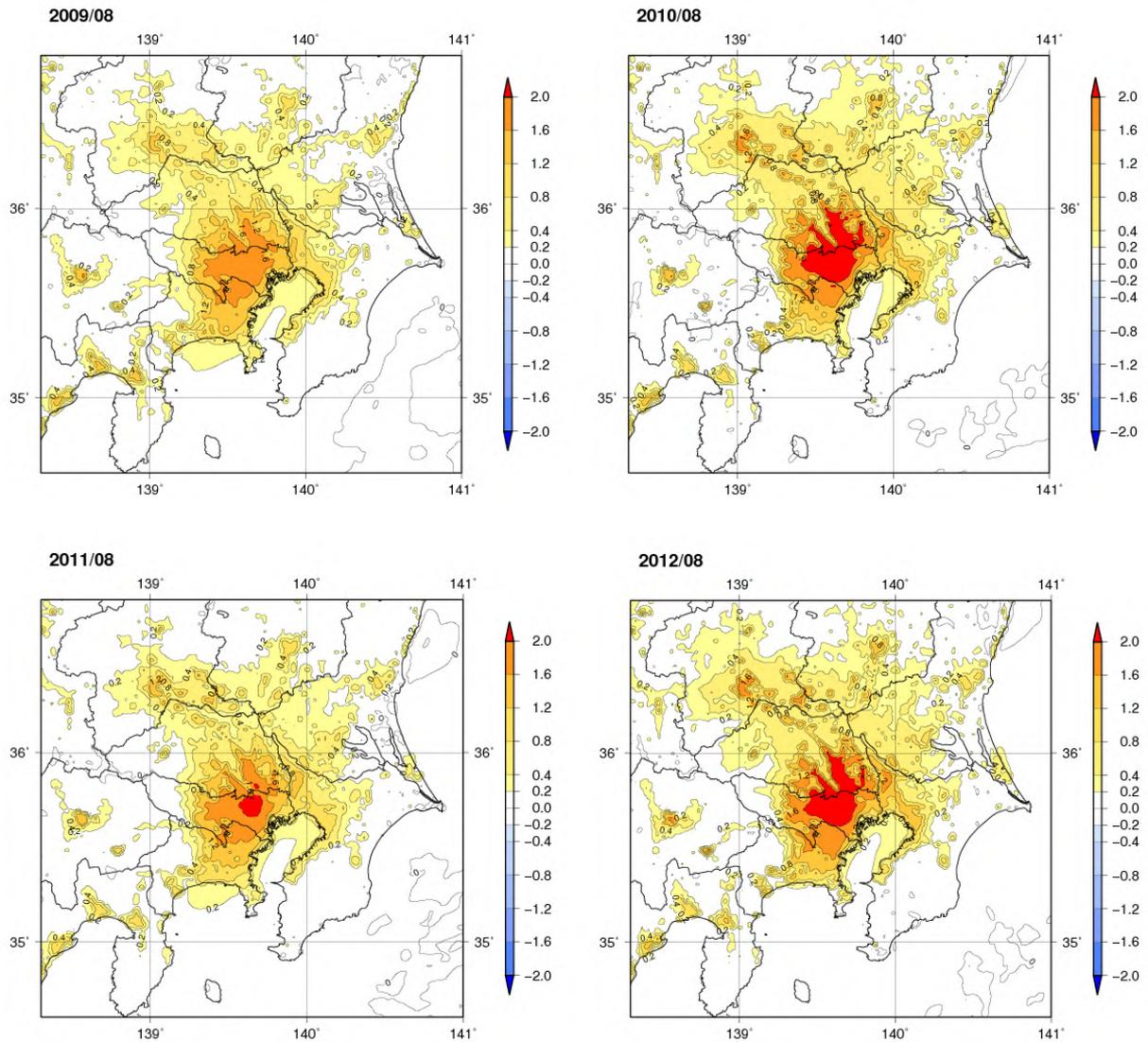


図3.2 都市気候モデルによる再現実験で得られた関東地方における2009～2012年の8月の都市化の影響による月平均気温変化量()の分布

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2009～2012年8月の都市化の影響による月平均風の変化を図3.3に示す。2009年や2011年の都市化の影響による昇温量が小さい原因としては、晴天日が少なかったこと²³や、東京湾岸や都心部での風の弱まりが見られないことから、海面水温の低い茨城県沖の海面上から風が流入したこと(図3.1)により、ヒートアイランド現象が緩和された可能性が考えられる。一方、2010年や2012年は、晴天日が多かったことに加え、海面水温の高い南海上からの風の流入であること(図3.1)や、東京湾岸において都心部への海風の流入が妨げられており、海風の流入によるヒートアイランド現象の緩和効果が弱かったことから、都市化の影響が強まったと考えられる。

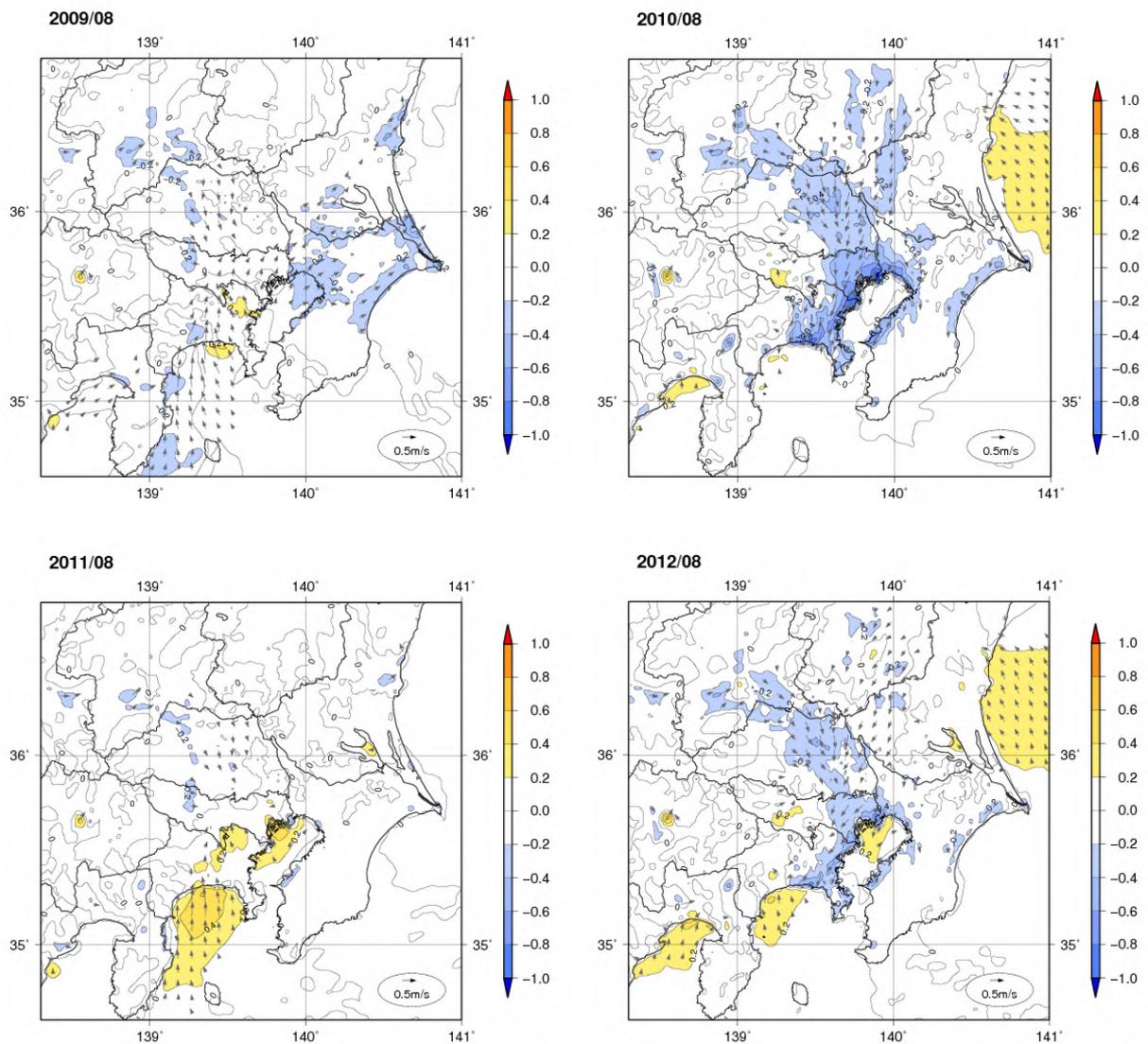


図3.3 都市気候モデルによる再現実験で得られた関東地方における2009～2012年の8月の都市化の影響による月平均風の変化。陰影は月平均風速の変化量(m/s)、矢印は風の変化の方向を示す。

²³ 2009年8月や2011年8月の関東地方は日照時間が平年より少なく、2010年8月や2012年8月は日照時間が平年より多かった(http://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/db/longfcst/trsmmap_monthly.html)。

3.2 近畿地方におけるヒートアイランド現象の年別比較

本節では、都市気候モデルによる 2009～2012 年の 4 年間の再現実験の結果を元に、近畿地方における 8 月の月平均気温におけるヒートアイランド現象の年ごとの違いについて述べる。

3.2.1 気象観測と再現実験の比較

表 3.2 に都市気候モデルによる再現実験で得られた各年 8 月の月平均気温と気象観測による月平均気温の比較を示す。大阪における都市化の影響による気温変化量は+1.9～2.1、京都では+1.7～1.9 で、大阪では 2009 年と 2012 年、京都では 2010 年と 2012 年が大きい。年々の気象条件による都市化の影響の違いについては±0.2 で、関東地方の地点と比較すると、練馬や熊谷に比べて年ごとの違いは小さくなっている。

表 3.2 都市気候モデルによる再現実験で得られた月平均気温と気象観測による月平均気温の比較

再現実験の気温変化量は、都市有りと都市無しの平均気温の差で、都市化の影響による平均気温の変化量を示している。再現実験の誤差は、気象観測による平均気温と都市有りの平均気温の差である。気象観測の気温変化率は、過去 100 年あたりの昇温量を示しており、都市が無かった時代からの気温変化量ではない。

地点	年/月	観測結果		再現実験			
		平均気温 ()	気温変化率 (/100 年)	都市有り ()	都市無し ()	気温変化量 ()	誤差 ()
大阪	2009 年 8 月	28.0	+2.5	28.6	26.5	+2.1	+0.6
	2010 年 8 月	30.5		30.3	28.4	+1.9	-0.2
	2011 年 8 月	29.0		29.2	27.3	+1.9	+0.2
	2012 年 8 月	29.3		29.6	27.5	+2.1	+0.3
京都	2009 年 8 月	27.4	+2.5	27.8	26.1	+1.7	+0.4
	2010 年 8 月	30.1		30.2	28.3	+1.9	+0.1
	2011 年 8 月	28.7		28.8	27.1	+1.7	+0.1
	2012 年 8 月	29.0		29.0	27.1	+1.9	0.0

3.2.2 月平均気温と月平均風の特徴

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2009～2012年の8月の月平均気温と月平均風を図3.4に示す。月平均気温は関東地方と同様に全国的に観測史上第1位の猛暑となった2010年が顕著に高く、2012年、2011年、2009年の順に高くなっている。月平均風は2010年、2011年、2012年は紀伊水道を通過して大阪平野に吹きこむ風が卓越しているが、2009年は風が弱く明瞭ではない。

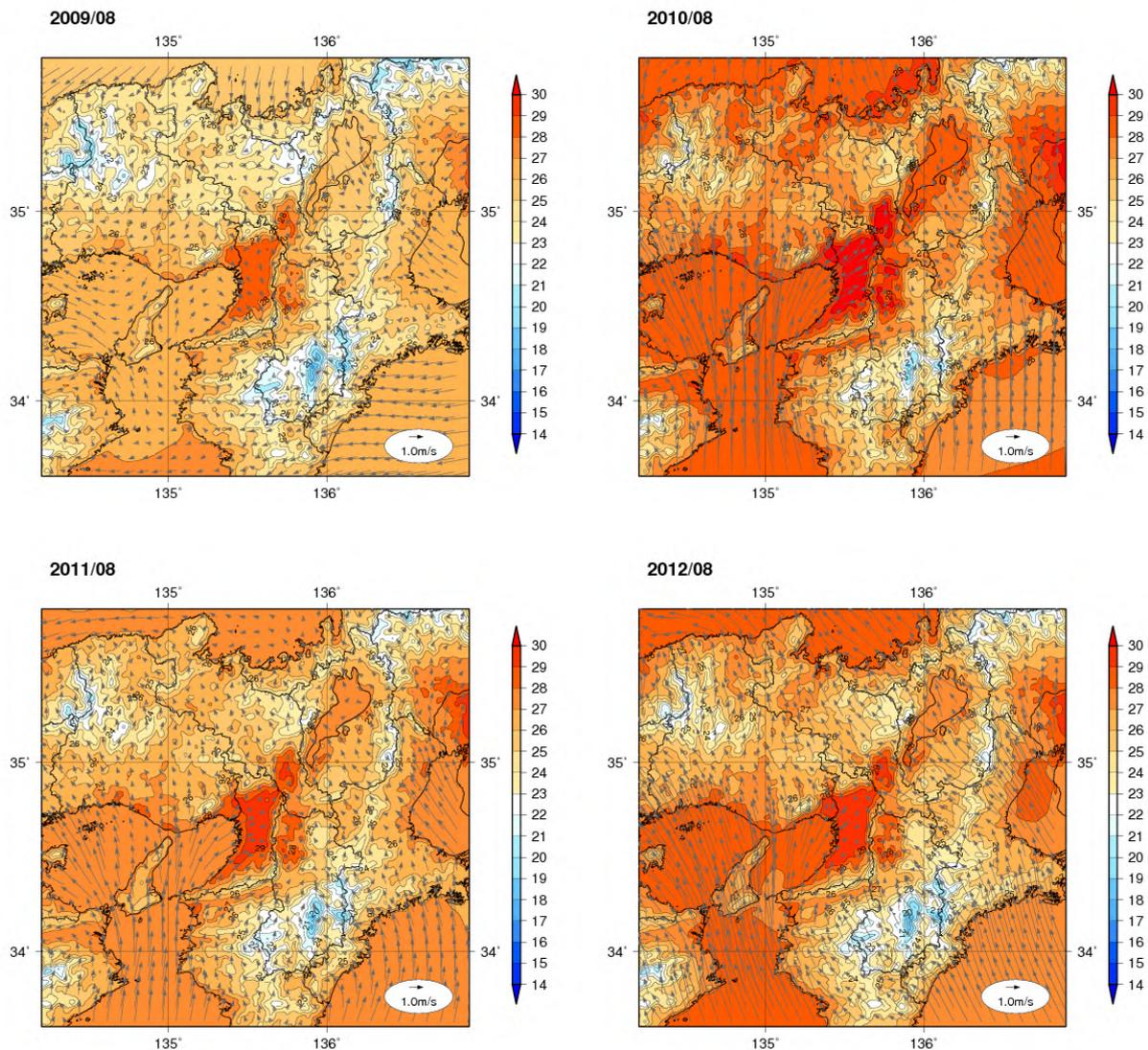


図 3.4 都市気候モデルによる再現実験で得られた近畿地方における2009～2012年8月の月平均気温(陰影、単位)と月平均風(矢印)の分布

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2009～2012年8月の都市化の影響による月平均気温の変化量を図3.5に示す。都市化の影響による昇温量は、何れの年も大阪都心部で+2.0以上となっている。+2.0以上の昇温域の広がりを見ると、2010年は大阪都心部だけでなく京都市や枚方市にも+2.0以上の昇温量のピークが見られ、最も広がりが大きい。一方、2011年は+2.0以上の昇温域の広がりが顕著に小さい。2009年と2011年を比較すると、平均気温の低い2009年の方が都市化の影響については強くなっている。

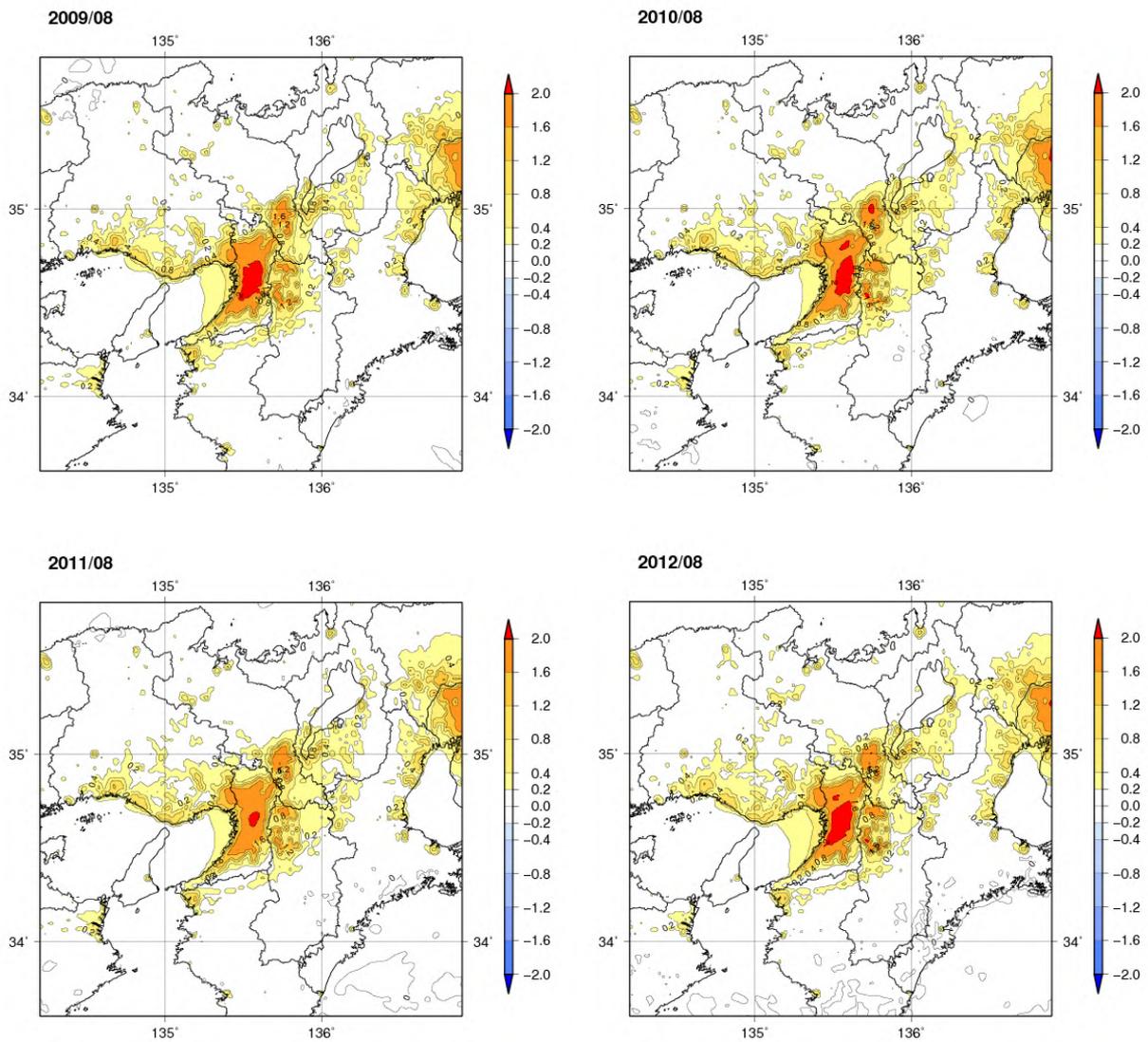


図3.5 都市気候モデルによる再現実験で得られた近畿地方における2009～2012年8月の都市化の影響による月平均気温変化量()の分布

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2009～2012年8月の都市化の影響による月平均風の変化を図3.6に示す。2010年、2011年、2012年は太平洋から紀伊水道を通過して大阪湾に流れ込む南よりの風(図3.4)が卓越しており、都市化の影響で大阪湾からの風の流入が強まっているのに対し、2009年は日本海からの北よりの風(図3.4)が卓越しており、大阪湾の北岸で風が弱まっている。2011年は大阪湾から流入する冷涼な風によってヒートアイランド現象が緩和されたのに対し、2009年は大阪湾から流入する風が弱く、ヒートアイランド現象の緩和効果が弱かったと考えられる。大阪湾からの流入する風は、2010年や2012年にも顕著に見られるが、大阪湾から流入する風によるヒートアイランド現象の緩和効果がなければ、大阪平野の気温は更に上昇していた可能性がある。

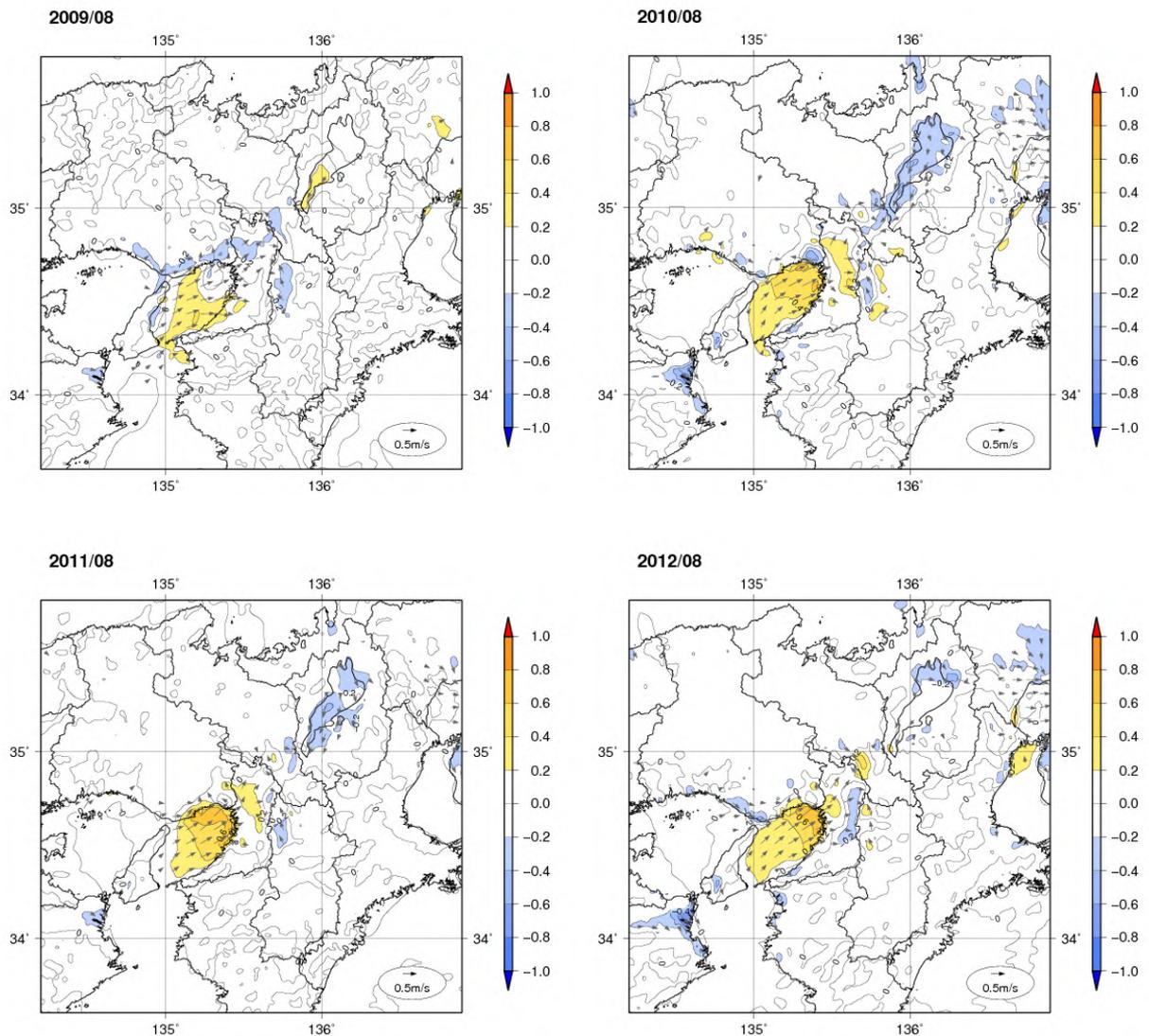


図3.6 都市気候モデルによる再現実験で得られた近畿地方における2009～2012年の8月の都市化の影響による月平均風の変化。陰影は月平均風速の変化量(m/s)、矢印は風の変化の方向を示す。

3.3 東海地方におけるヒートアイランド現象の年別比較

本節では、都市気候モデルによる 2009～2012 年の 4 年間の再現実験の結果を元に、東海地方における 8 月の月平均気温におけるヒートアイランド現象の年ごとの違いについて述べる。

3.2.1 気象観測と再現実験の比較

表 3.3 に都市気候モデルによる再現実験で得られた各年 8 月の月平均気温と気象観測による月平均気温の比較を示す。名古屋における都市化の影響による気温変化量は+1.5～1.8 で、関東地方の地点と比較すると、東京より大きく練馬より小さくなっている。また、年々の気象条件による都市化の影響の違いについては±0.3 で、関東地方の地点と比較すると、練馬や熊谷に比べて年による違いは小さくなっている。なお、東海地方は都市の規模が小さいため、都市気候モデルの 2km の分解能では十分に都市構造が解像できず、関東地方や近畿地方に比べると再現実験誤差が大きいため注意が必要である。

表 3.3 都市気候モデルによる再現実験で得られた月平均気温と気象観測による月平均気温の比較

再現実験の気温変化量は、都市有りと都市無しの平均気温の差で、都市化の影響による平均気温の変化量を示している。再現実験の誤差は、気象観測による平均気温と都市有りの平均気温の差である。気象観測の気温変化率は、過去 100 年あたりの昇温量を示しており、都市が無かった時代からの気温変化量ではない。

地点	年/月	観測結果		再現実験			
		平均気温 ()	気温変化率 (/100 年)	都市有り ()	都市無し ()	気温変化量 ()	誤差 ()
名古屋	2009 年 8 月	27.3	+2.4	28.1	26.3	+1.8	+0.8
	2010 年 8 月	29.4		29.8	28.2	+1.7	+0.4
	2011 年 8 月	28.4		29.1	27.3	+1.8	+0.7
	2012 年 8 月	28.4		28.8	27.2	+1.6	+0.4

3.2.2 月平均気温と月平均風の特徴

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2009～2012年の8月の月平均気温と月平均風を図3.7に示す。月平均気温は全国的に観測史上第1位の猛暑となった2010年が顕著に高く名古屋都心部で30を超えており、2012年と2011年は29、2009年は28となっている。平均風は何れの年も伊勢湾から濃尾平野に吹きこむ南よりの海風が卓越している。

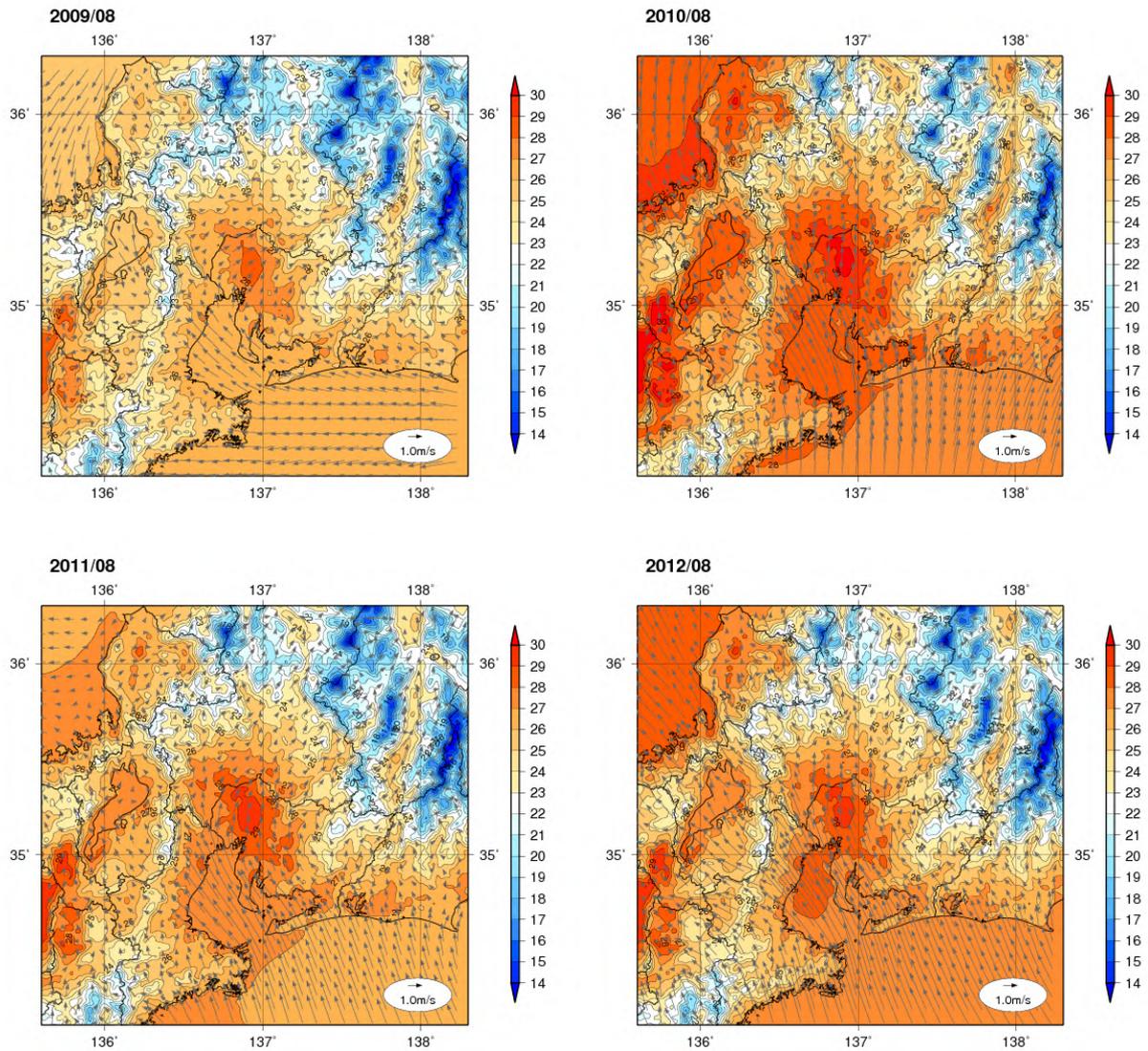


図 3.7 都市気候モデルによる再現実験で得られた東海地方における2009～2012年8月の月平均気温(陰影、単位)と月平均風(矢印)の分布

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 2009～2012 年月の都市化の影響による月平均気温の変化量を図 3.8 に示す。名古屋都心部の昇温量は 2010 年に+2.0 の地域が僅かに見られる以外は何れの年も+1.6 程度であり、昇温域の広がりも同程度である。関東地方や近畿地方に比べて年ごとの違いは明瞭ではない。

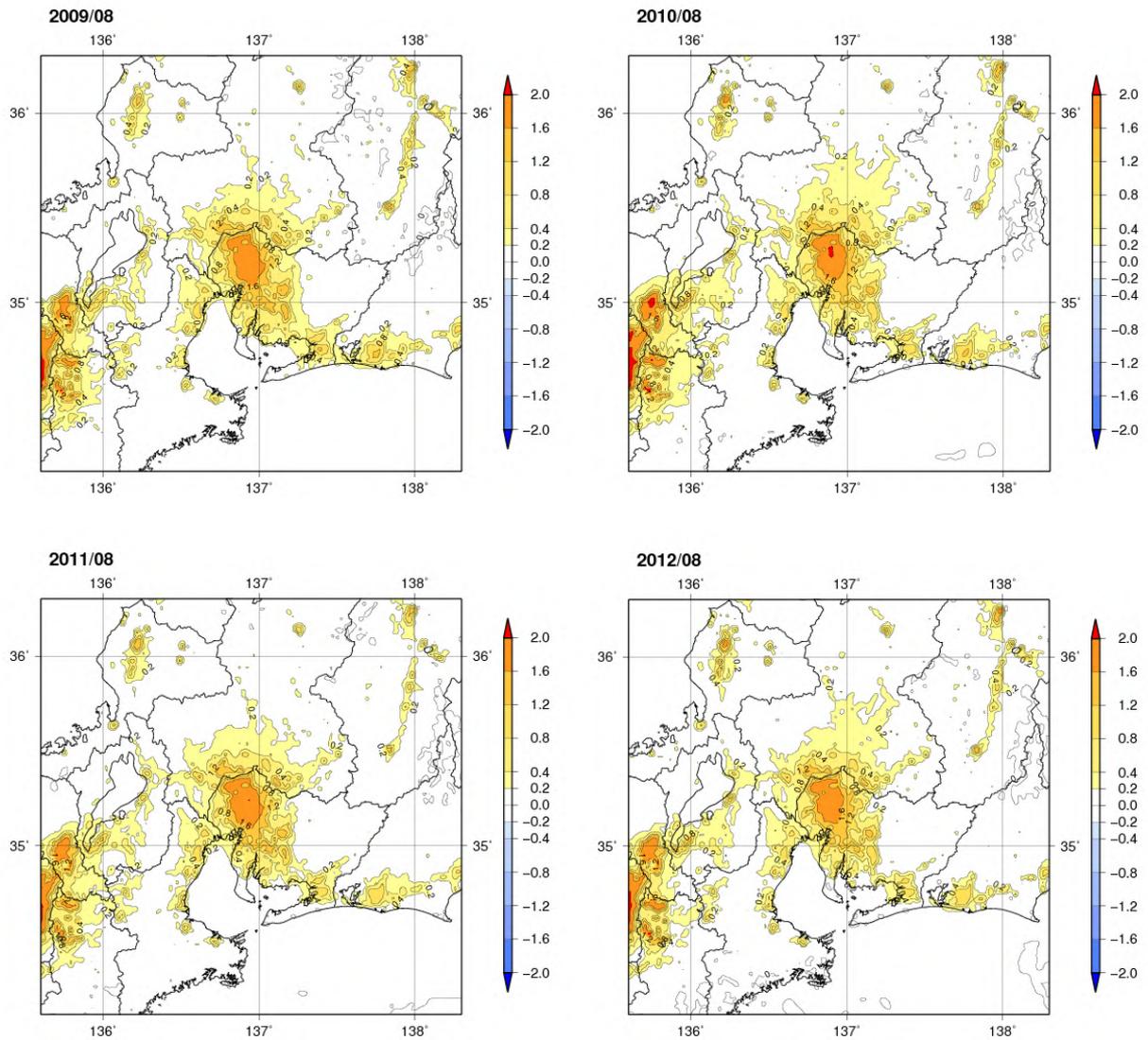


図 3.8 都市気候モデルによる再現実験で得られた東海地方における 2009～2012 年の 8 月の都市化の影響による月平均気温変化量()の分布

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2009～2012年8月の都市化の影響による月平均風の変化を図3.9に示す。2009年や2011年は都市化の影響による風の変化はほとんど見られないが、2010年や2012年は伊勢湾沿岸や岐阜辺南西部における風の弱まりが見られる。しかしながら、何れの年も伊勢湾から都心部への風が流入がある(図3.7)ことは共通しており、年ごとの違いは明瞭にならなかったと考えられる。

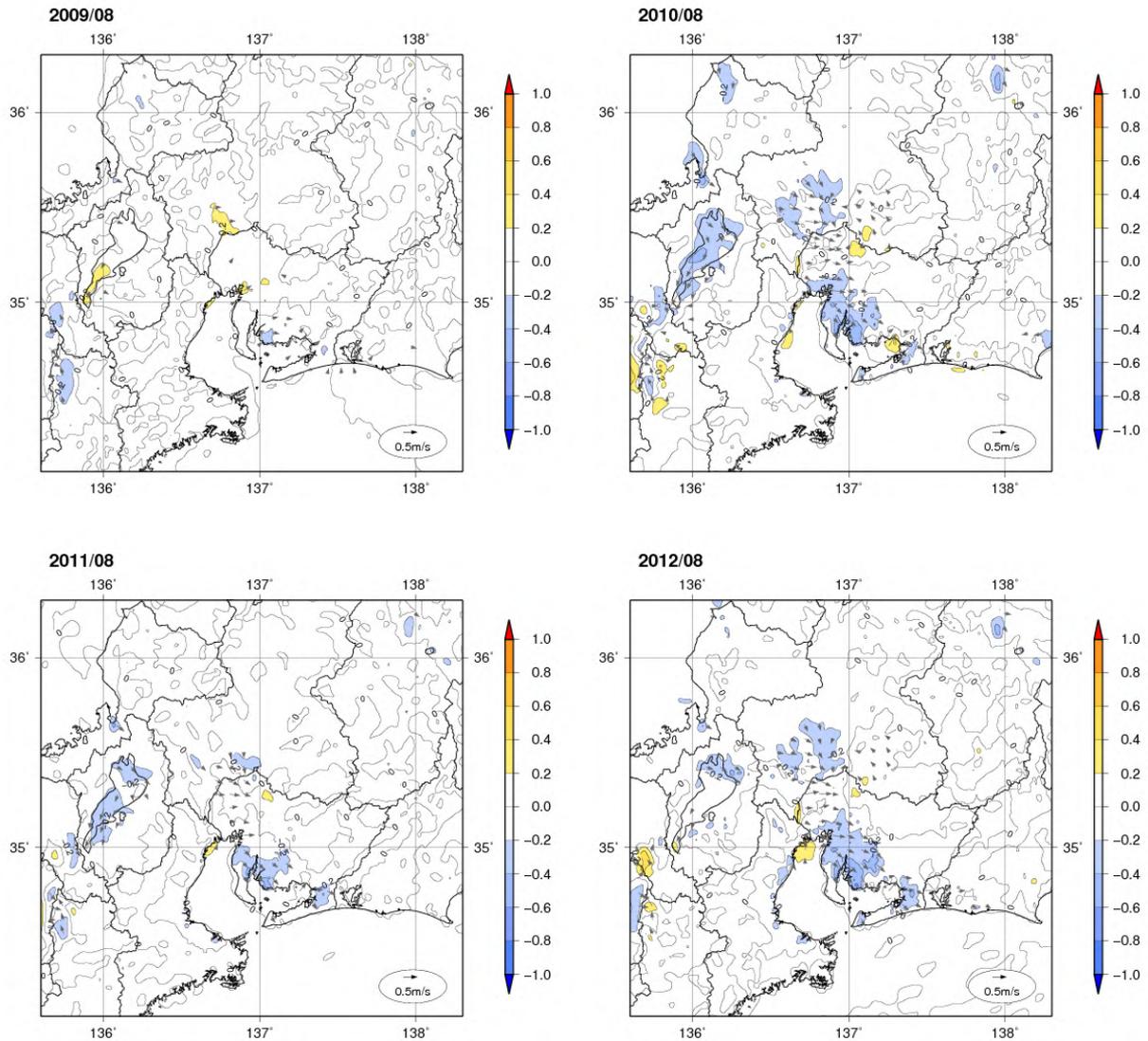


図3.9 都市気候モデルによる再現実験で得られた東海地方における2009～2012年の8月の都市化の影響による月平均風の変化。陰影は月平均風速の変化量(m/s)、矢印は風の変化の方向を示す。