

# ヒートアイランド監視報告 2015

平成 28 年 7 月  
気 象 庁

## 目次

はじめに	1
1. 観測データの長期変化からみる各都市のヒートアイランド現象	3
1.1 気温	3
1.1.1 気温の長期変化傾向	3
1.1.2 気温の長期変化傾向と都市化率の関係	5
1.1.3 気温の階級別日数の長期変化傾向	6
1.2 湿度	7
1.2.1 平均相対湿度の長期変化傾向	7
1.2.2 平均相対湿度の長期変化傾向と都市化率の関係	8
1.2.3 霧日数の長期変化傾向	8
1.3 降水	9
1.3.1 降水量の長期変化傾向	9
1.3.2 大雨日数の長期変化傾向	10
2. 都市気候モデルで再現されたヒートアイランド現象	11
2.1 2015年8月のヒートアイランド現象	11
2.1.1 2015年8月の概況	11
2.1.2 関東地方	12
2.1.3 近畿地方	15
2.1.4 東海地方	18
2.2 2015年8月上旬の特別のヒートアイランド現象	21
2.2.1 関東地方	21
2.2.2 大阪府近辺	23
2.2.3 名古屋市近辺	25
2.3 夏と冬のヒートアイランド現象の比較	27
3. 「ヒートアイランド監視報告2015」のまとめ	30
— 参考文献 —	31
付録1：長期変化傾向の統計的有意性の評価について	32
付録2：観測地点の移転に伴う気温データの補正方法について	33
付録3：都市気候モデルについて	34

【資料 1】各都市における年平均気温等の長期変化傾向	37
【資料 2】各都市における月平均気温等の長期変化傾向	39
【資料 3】各都市における気温の階級別日数の長期変化傾向	41
【資料 4】各都市における年平均相対湿度の長期変化傾向	49
【資料 5】各都市における月平均相対湿度の長期変化傾向	51
【資料 6】各都市における年間霧日数の長期変化傾向	52
【資料 7】各都市における年降水量、年最大 1 時間降水量の長期変化傾向	54
【資料 8】各都市における年間大雨日数の長期変化傾向	58
【資料 9】2015 年各月での都市化の影響による平均気温の変化	62
【資料 10】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	65

# はじめに

## 1. 本報告公表の背景と構成

都市化の進展に伴い、近年顕著となっているヒートアイランド現象は、地球温暖化の影響と相まって、気温の上昇による生活上の不快感を増大させるのみならず、夏を中心として熱中症等の健康への被害を生じさせているほか、乾燥化による呼吸器疾患等への影響や感染症を媒介する蚊の越冬といった生態系の変化が懸念されている（環境省, 2004）。

政府は、ヒートアイランド対策に関する国、地方公共団体、住民等の対策や取り組みを推進するため、平成 16 年 3 月に「ヒートアイランド対策大綱」を取りまとめた。この大綱のもと、気象庁では、ヒートアイランド現象の観測及び監視に資する情報や最新の科学的知見を「ヒートアイランド監視報告」として平成 17 年からホームページ<sup>1</sup>で毎年公表している。その後、近年のさらなる気温上昇に伴って熱中症患者数が増加するなど、人々の健康や生活への影響がより深刻となってきたことを踏まえ、ヒートアイランド対策を一層強化するため、平成 25 年 5 月に「ヒートアイランド対策大綱」の改訂が行われた<sup>2</sup>。

ヒートアイランド対策は、地球温暖化による気候変動の悪影響を低減させるための「適応策」としても重要である。政府として初めての適応計画となる「気候変動の影響への適応計画」<sup>3</sup>（平成 27 年 11 月 27 日閣議決定）や国土交通省が同日に公表した「国土交通省気候変動適応計画」<sup>4</sup>においても、緑化や水の活用による地表面被覆の改善・都市形態の改善や人工排熱の低減等の実行可能な対策を継続的に実施していく必要性とともに、ヒートアイランド現象の実態監視や調査研究の必要性も明記されているところである。

「ヒートアイランド監視報告 2015」では、第 1 章で、気象庁が全国の気象観測所において長期間にわたって観測している様々なデータを用いて、気温や熱帯夜日数等の長期変化傾向について示す。また、第 2 章で、数値シミュレーション技術を応用した手法（都市気候モデル、概要は付録 3 参照）を用いて、関東地方、近畿地方及び東海地方での詳細な気温分布等のシミュレーション結果を示している。なお、本報告では、ヒートアイランド現象が顕著に現れた 2015 年 8 月上旬を対象として、各地方における気温や風の分布の時間ごとの違いを解析した。このような時々刻々と異なる海陸風の変化等を把握することは、ヒートアイランド現象のメカニズム解明や効果的な対策策定に不可欠であることから、今後も事例を蓄積しながら解析をより深めていきたい。

このような各都市における気候変化の実態や、広域的なヒートアイランド現象の実態の把握、また都市化の影響の面的かつ定量的な評価結果等は、今後の効果的なヒートアイランド対策（地球温暖化適応策）の策定等に役立てていただきたい。また、数値データの提供も可能であり、街区レベルでの実態監視や対策効果の定量的評価に向けたシミュレーション<sup>5</sup>にも活用していただきたい。

<sup>1</sup> <http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/himr/index.html>

<sup>2</sup> [http://www.mlit.go.jp/report/press/sogo10\\_hh\\_000080.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/sogo10_hh_000080.html)

<sup>3</sup> <http://www.env.go.jp/press/101722.html>

<sup>4</sup> [http://www.mlit.go.jp/report/press/sogo10\\_hh\\_000118.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/sogo10_hh_000118.html)

<sup>5</sup> <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/kisya/journal/kisya20150717.pdf>

2015 年 7 月 17 日 記者発表資料「5m 解像度で都市空間の気温分布を任意の日時で再現可能に ～ヒートアイランド対策分析システムの開発～」

## 2. ヒートアイランド現象の定義とその成因

ヒートアイランド (heat island = 熱の島) 現象とは、都市の気温が周囲よりも高い状態のことである。一般に、気温分布図を描いた際に都市を取り囲む等温線の様子が地形図の島のような形になることから、このように呼ばれる。また、ヒートアイランド現象は「都市が無かったと仮定した場合に観測されるであろう気温に比べ、都市の気温が高い状態」としても定義することができる。都市では、草原や森林等の植生域と比べた場合、以下のような都市化による影響があるために、ヒートアイランド現象が発生し、それに伴い風の流れにも変化が生じると考えられている (気象庁, 2006, 2007)。

### (1) 土地利用の影響 (緑地や水面の減少)

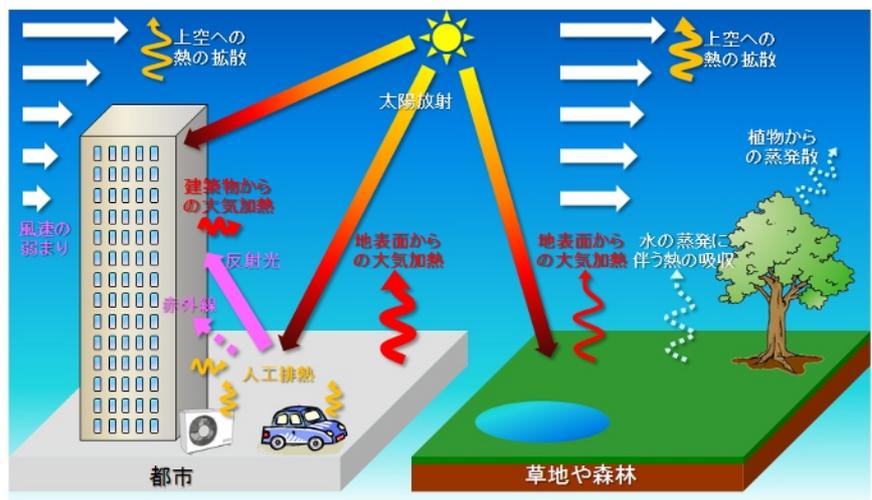
土地利用の影響 (緑地や水面の減少) は主に日中のヒートアイランド現象の要因と考えられる。水面、草地、水田、森林等では、水分の蒸発によって熱が消費されるため、地表面から大気へ与えられる熱が少なく気温の上昇が抑えられる。一方、都市では、地表面がアスファルトやコンクリート等で覆われ、水分の蒸発が少なく熱が消費されにくいいため、地表面から大気へ与えられる熱が多く気温の上昇が大きくなる。

### (2) 建築物の影響 (高層化及び高密度化)

都市では、日射や地面で反射された日射の一部と、地面から大気へ放出される赤外線の一部を建築物が吸収し熱として蓄積する。コンクリートの建築物は暖まりにくく冷えにくい性質があるため、日中に蓄積した熱は夜間に放出され、気温の低下を妨げる。また、天空率<sup>6</sup>が低下し地表面からの放射冷却が弱まるため、気温の低下が妨げられる。さらに、海風等の冷涼な風の流入が阻害されるとともに、風が淀んで地面の熱が上空に運ばれにくくなる。

### (3) 人工排熱 (人間活動で生じる熱) の影響

人工排熱の影響は、都市部の局所的な高温の要因と考えられる。都市の多様な産業活動や社会活動に伴って熱が排出され、特に都心部で人口が集中する地域では、日中の排熱量は局所的に  $100\text{W}/\text{m}^2$  (中緯度での真夏の太陽南中時における全天日射量の約 10%) を超えると見積もられる。



ヒートアイランド現象の概念図

<sup>6</sup> 地上から見上げた場合に空の見える割合を示す指標 (環境省, 2013)。

# 1. 観測データの長期変化からみる各都市のヒートアイランド現象

## 1.1 気温

各都市では、都市化による気温の長期的な上昇傾向がみられ、特に日最低気温が大きい。  
気温の長期的な上昇は、夏に最小となる都市が多い。  
都市化率が大きい地点ほど気温の上昇率が大きい。  
各都市では、冬日は減少し、熱帯夜や猛暑日、真夏日は増加している。

### 1.1.1 気温の長期変化傾向

1931 年から 2015 年まで、各都市及び都市化の影響が比較的小さいとみられる 15 地点平均<sup>7</sup>の都市化率<sup>8</sup>(人工被覆率)と年及び季節平均した平均気温、日最高気温、日最低気温の長期変化傾向(100 年あたりの上昇率)を表 1.1.1 に示す。統計手法の詳細については付録 1、2 を参照されたい。

年平均気温の 100 年あたりの上昇率は、都市化の影響が比較的小さいとみられる 15 地点平均が 1.5 であるのに対し、東京で 3.2 、大阪で 2.7 、名古屋で 2.9 など、大都市で大きい傾向にある。ここで、各都市と 15 地点平均の上昇率の差は、およその見積もりとして、都市化による影響とみることができ、多くの都市で都市化の影響が現れていると言える。

また、気温の上昇率は、日最高気温に比べて日最低気温の方が大きい。これは、日中は混合層<sup>9</sup>の発達に伴って都市の余剰熱が上空へ拡散することで地表面付近での気温変化量が小さくなるのに対し、夜間は都市の余剰熱が地表付近の薄い層に集中することで地表面付近での気温変化量が大きくなるためである(藤部, 2012a)と考えられる。

さらに、季節別にみると、平均気温、日最高気温、日最低気温とも、上昇率が最も大きい季節は都市によって異なるものの、上昇率が最も小さいのは夏である都市が多い。

これは、都市化の影響が「晴れて風が弱い日」に現れやすく、そうした条件になりやすい季節が地域によって異なることや、夏は対流が活発で混合層が発達しやすく熱が上空へ拡散しやすいこと等によると考えられる。

なお、各都市における年平均気温の経年変化を示すグラフは【資料 1】、月別の長期変化傾向をまとめた表は【資料 2】として巻末に掲載した。

<sup>7</sup> 観測データの均質性が長期間確保でき、かつ都市化などによる環境の変化が比較的小さい気象観測 15 地点(網走、根室、寿都、山形、石巻、伏木、飯田、銚子、境、浜田、彦根、宮崎、多度津、名瀬、石垣島)の平均。ただし、これらの観測点も都市化の影響が全くないわけではない。

<sup>8</sup> 平成 21 年度調査時の観測地点において、観測地点を中心とした半径 7km の円内における人工被覆率(平成 18 年度版国土数値情報土地利用 3 次メッシュ(1km メッシュ)における建物用地、幹線交通用地、その他の用地の占める割合)と定義した。

<sup>9</sup> 空気がよく混ざり合った地表面付近の大気層。数百～千数百 m の高さまで及び。

表 1.1.1 各都市及び都市化の影響が比較的小さいとみられる 15 地点平均の都市化率と年、季節平均した平均気温、日最高気温、日最低気温の長期変化傾向

100 年あたりの変化率を示す。統計期間は 1931 年から 2015 年(冬は 1930 年 12 月/1931 年 2 月～2014 年 12 月/2015 年 2 月)。都市ごとに、一年で最も変化傾向の大きい季節の数値は赤字、最も変化傾向の小さい季節の数値は青字で示している。また、斜体字網掛けは信頼度水準 90%以上で統計的に有意な変化傾向がないことを意味する。 を付した 4 地点(東京、広島、大阪、鹿児島)及び都市化の影響が比較的小さいとみられる 15 地点中の 2 地点(飯田、宮崎)は、観測場所の移転に伴い移転前のデータを補正している。

地点	都市化率 (%)	気温変化率( /100 年)														
		平均気温					日最高気温					日最低気温				
		年	冬	春	夏	秋	年	冬	春	夏	秋	年	冬	春	夏	秋
札幌	75.1	2.7	3.3	2.8	1.9	2.8	1.0	1.4	1.3	0.7	0.7	4.5	5.6	4.6	3.5	4.4
仙台	69.9	2.4	2.9	2.7	1.3	2.6	1.1	1.4	1.4	0.8	1.0	3.2	3.6	3.7	1.9	3.3
名古屋	89.3	2.9	2.9	3.1	2.2	3.1	1.2	1.3	1.5	0.8	1.1	3.9	3.8	4.4	3.2	4.3
東京	92.9	3.2	4.3	3.2	2.0	3.4	1.6	1.8	1.9	1.2	1.7	4.4	5.9	4.6	2.8	4.4
横浜	59.4	2.8	3.4	3.0	1.8	2.9	2.3	2.6	2.7	1.7	2.4	3.5	4.6	3.8	2.2	3.6
京都	60.2	2.6	2.5	2.9	2.2	2.7	1.0	0.7	1.4	0.9	0.8	3.8	3.8	4.0	3.2	3.9
広島	54.6	2.0	1.5	2.3	1.5	2.5	0.9	0.6	1.6	1.1	0.5	3.1	2.8	3.3	2.6	3.8
大阪	92.1	2.7	2.6	2.7	2.2	3.1	2.2	2.1	2.4	2.0	2.1	3.6	3.3	3.5	3.4	4.1
福岡	64.3	3.0	2.9	3.3	2.2	3.7	1.7	1.6	2.1	1.3	1.7	5.0	4.5	5.9	3.7	6.1
鹿児島	38.8	2.8	2.7	3.2	2.3	3.0	1.3	1.1	1.7	1.0	1.2	4.0	3.7	4.5	3.4	4.5
15地点	16.2	1.5	1.5	1.8	1.1	1.5	1.1	1.1	1.5	0.8	0.9	1.8	1.8	2.1	1.6	1.8

### 1.1.2 気温の長期変化傾向と都市化率の関係

1931年から2015年まで、データの均質性を確保できる全国75地点において、気温の年平均値(平均気温、日最高気温、日最低気温)の長期変化傾向と都市化率との関係を図1.1.1に示す。

平均気温、日最高気温、日最低気温とも、都市化率が大きい地点ほど上昇率が大きい傾向があり(それぞれ信頼度水準90%以上で統計的に有意)気温の上昇率と周辺の都市化率の間には正の相関がみられる。都市化の影響が日最高気温に比べて日最低気温に現れやすいことについては、1.1.1節で述べたとおりである。

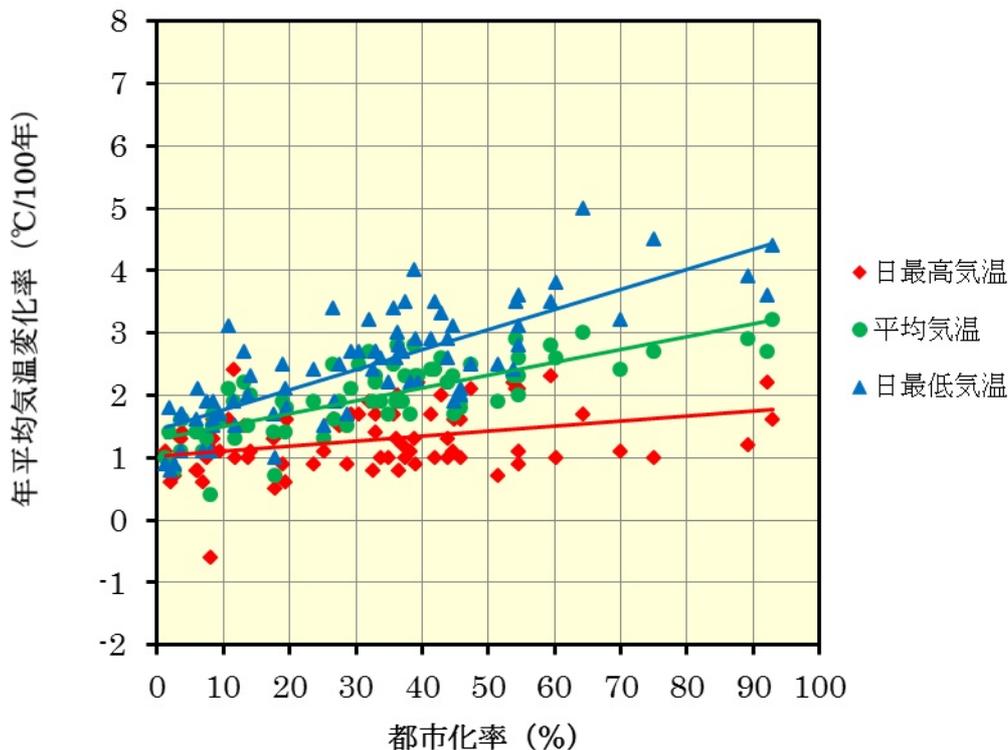


図 1.1.1 全国 75 地点における年平均の気温変化率と都市化率の相関図

観測場所の移転があった地点については、移転前のデータを補正して気温変化率を算出している。統計期間は1931年から2015年まで。各直線は回帰直線を示している。

### 1.1.3 気温の階級別日数の長期変化傾向

各都市の冬日<sup>10</sup>、熱帯夜<sup>11</sup>、真夏日<sup>12</sup>、猛暑日<sup>13</sup>の年間日数の長期変化傾向を表 1.1.2 に示す。

冬日の年間日数は、全ての都市で有意な減少傾向がみられる。また、熱帯夜の年間日数は、発現頻度の非常に少ない札幌を除いて有意な増加傾向がみられる。各都市における長期変化は、都市化の影響が少ないとみられる 13 地点平均<sup>14</sup>と比べて大きく、都市化による気温上昇の影響が現れていると考えられる。

真夏日の年間日数は、13 地点平均では変化傾向がみられない一方、発現頻度が少ない札幌を除いて増加傾向が現れている。猛暑日の年間日数も同様に、名古屋、京都、福岡で比較的大きい。

なお、各都市における各階級別日数の経年変化を示すグラフは【資料 3】として巻末に掲載した。

表 1.1.2 各都市及び都市化の影響が比較的小さいとみられる 13 地点平均の冬日、熱帯夜、真夏日、猛暑日の年間日数の長期変化傾向

10 年あたりの変化率を示す。統計期間は 1931 年から 2015 年まで(猛暑日は 1961 年から 2015 年まで)。斜体字網掛けは信頼度水準 90% 以上で統計的に有意な変化傾向がないことを意味する。

地点	冬日 (日/10 年)	熱帯夜 (日/10 年)	真夏日 (日/10 年)	猛暑日 (日/10 年)
札幌	-4.7	0.0	0.1	0.0
仙台	-5.8	0.4	0.9	0.2
名古屋	-7.1	3.7	1.0	2.3
横浜	-6.4	3.1	2.1	0.5
京都	-7.5	3.6	1.1	2.2
福岡	-5.1	4.6	1.0	1.5
13 地点	-2.1	1.6	0.5	0.4

<sup>10</sup> 日最低気温が 0 未満の日。

<sup>11</sup> 熱帯夜とは、夜間の最低気温が 25 以上のことをいうが、本報告では、日最低気温 25 以上の日数を熱帯夜日数として扱う。

<sup>12</sup> 日最高気温が 30 以上の日。

<sup>13</sup> 日最高気温が 35 以上の日。

<sup>14</sup> 注 7 の 15 地点から観測場所の移転によりデータの均質性を確保できない飯田と宮崎を除く 13 地点(網走、根室、寿都、山形、石巻、伏木、銚子、境、浜田、彦根、多度津、名瀬、石垣島)を示す。

## 1.2 湿度

各都市では、都市化による相対湿度の長期的な低下傾向がみられる。  
 相対湿度の低下率は、秋や冬に最大となる都市、梅雨時期に最小となる都市が多い。  
 都市化率が大きい地点ほど相対湿度の低下率が大きい。  
 各都市では、霧日数は減少している。

### 1.2.1 平均相対湿度の長期変化傾向

各都市の平均相対湿度の長期変化傾向を表 1.2.1 に示す。平均相対湿度の 100 年あたりの低下率は、都市化の影響の比較的小さいとみられる 13 地点平均で年間で 6.4% に対し、都市化率の高い都市で大きい。季節別でみると、低下率が最も大きい季節は秋や冬である都市が多い。一方、低下率が最も小さい季節は夏である都市が多く、特に梅雨時期（月別では、6 月の低下率が最も小さい）である。これは、梅雨時期は曇りや雨の日が多く、都市化の影響が現れにくいためであると考えられる。また、都市における相対湿度の低下の要因としては、気温の上昇に伴う飽和水蒸気圧（大気中に含むうる水蒸気量の最大値）の増加によって相対湿度が下がる効果が主であると考えられるが、都市域では植物が少なくなり、蒸発散が弱くなるために水蒸気そのものが減少する傾向も寄与する可能性があると思われ指摘されている（藤部, 2012a, 2012b）。

なお、各都市における年平均相対湿度の経年変化を示すグラフは【資料 4】、月別の長期変化傾向をまとめた表は【資料 5】として巻末に掲載した。

表 1.2.1 各都市及び都市化の影響が比較的小さいとみられる 13 地点平均の都市化率と平均相対湿度の長期変化傾向

100 年あたりの変化率を示す。統計期間は 1931 年から 2015 年まで（冬は 1930 年 12 月/1931 年 2 月～2014 年 12 月/2015 年 2 月）。全ての値で信頼度水準 90% 以上で統計的に有意な変化傾向を示している。また、都市ごとに、一年で最も変化傾向の大きい季節の数値は赤字、最も変化傾向の小さい季節の数値は青字で示している。

地点	都市化率 (%)	平均相対湿度変化率 (%/100 年)				
		年	冬	春	夏	秋
札幌	75.1	-12.8	-11.0	-12.4	-11.8	-15.7
仙台	69.9	-9.0	-10.6	-9.0	-6.8	-9.6
名古屋	89.3	-17.8	-17.2	-18.4	-15.9	-19.5
横浜	59.4	-13.5	-17.7	-12.6	-9.3	-14.3
京都	60.2	-15.7	-15.0	-16.9	-14.2	-16.4
福岡	64.3	-15.8	-15.8	-17.5	-11.9	-17.7
13 地点	14.8	-6.4	-6.2	-7.2	-5.8	-6.5

### 1.2.2 平均相対湿度の長期変化傾向と都市化率の関係

1931年から2015年まで、データの均質性を確保できる全国50地点において、年平均相対湿度の長期変化傾向と都市化率との関係を図1.2.1に示す。

年平均相対湿度は、都市化率が大きい地点ほど低下率が大きい傾向があり（信頼度水準90%以上で統計的に有意）都市化の影響が明瞭に現れている。

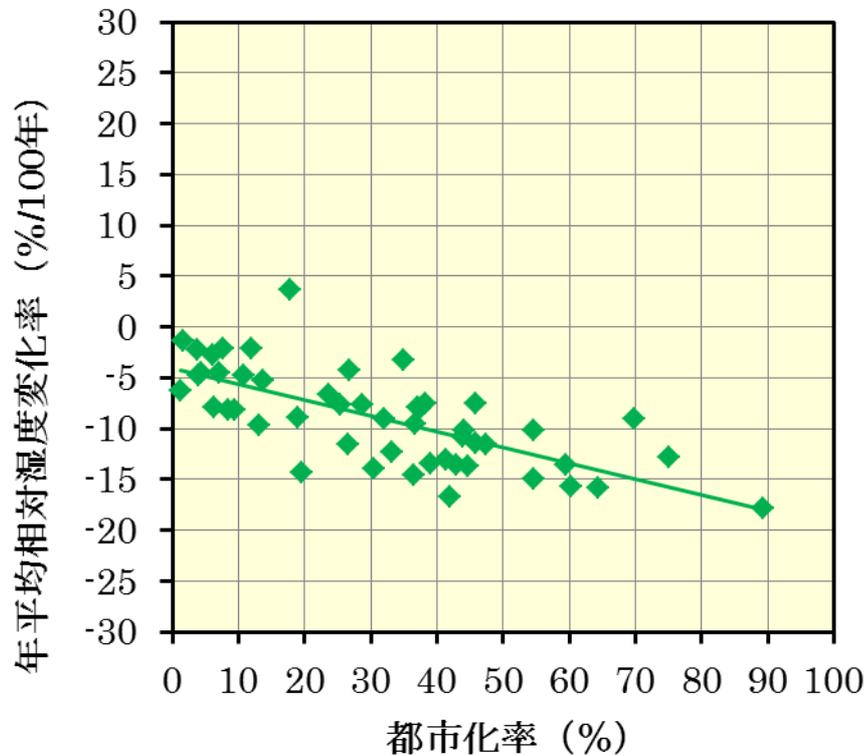


図 1.2.1 全国 50 地点における年平均相対湿度の変化率と都市化率の相関図

統計期間は 1931 年から 2015 年まで。直線は回帰直線を示している。

### 1.2.3 霧日数の長期変化傾向

各都市の年間霧<sup>15</sup>日数の経年変化を示すグラフを【資料 6】として巻末に示す。

年間霧日数の長期変化傾向は各都市で有意な減少がみられる。この要因としては、1 つには都市化の影響による相対湿度の低下が指摘されている（藤部,2012a）ものの、都市化では説明できない不規則な変動もみられ、未解明な部分が多い。

<sup>15</sup> 「霧」とはごく小さな水滴が大気中に浮遊し、水平視程（水平方向に見通せる距離）が 1km 未満の状態をいう。

## 1.3 降水

各都市では、大雨や短時間強雨の有意な長期変化傾向はみられない。

### 1.3.1 降水量の長期変化傾向

各都市の年及び季節別の降水量と最大1時間降水量の長期変化傾向を表1.3.1に示す。

降水量と最大1時間降水量の長期変化傾向は、一部の都市では有意な変化傾向が現れているものの、多くの都市でみられない。このことから、降水量や最大1時間降水量の変化傾向と都市化の影響についての明確な関連性を見出すことは難しい。

同様に、日本全体（観測データの均質性が長期に渡って確保できる51地点<sup>16</sup>の平均で代表）でみた場合の年降水量も有意な変化傾向はみられない。（気象庁, 2016）

なお、各都市における経年変化を示すグラフは【資料7】として巻末に掲載した。

表 1.3.1 各都市の降水量と最大1時間降水量の長期変化傾向

10年あたりの変化率を示す。統計期間は降水量が1931年から2015年（冬は1930年12月/1931年2月～2014年12月/2015年2月）、最大1時間降水量は1965年から2015年まで（冬は1964年12月/1965年2月～2014年12月/2015年2月）。斜体字網掛けは信頼度水準90%以上で統計的に有意な変化傾向がないことを意味する。

地点	降水量変化率 (mm/10年)					最大1時間降水量変化率 (mm/時)/10年				
	年	冬	春	夏	秋	年	冬	春	夏	秋
札幌	1.5	6.2	0.0	-3.6	-1.1	1.2	-0.1	0.1	1.4	0.8
仙台	11.6	-0.9	4.7	5.5	2.5	1.2	0.8	0.8	0.8	1.8
新潟	10.0	-8.1	-0.2	13.0	6.5	3.0	0.5	0.7	3.0	0.8
名古屋	5.9	2.0	3.5	-0.6	1.0	0.5	1.0	0.4	1.1	0.6
東京	7.2	0.5	5.0	-0.1	1.4	4.0	0.6	1.8	2.1	3.6
横浜	12.6	1.5	7.4	1.8	1.3	1.6	0.9	0.9	0.6	2.1
京都	-4.7	2.8	-0.4	-5.3	-2.0	0.3	0.6	0.6	0.6	-0.5
広島	-5.2	-0.3	3.8	0.6	-9.7	0.6	0.1	0.5	0.5	1.2
大阪	-0.8	2.9	1.7	-3.3	-2.3	0.2	0.6	0.5	1.5	-0.9
福岡	-1.6	-3.4	1.1	14.7	-14.1	4.1	0.2	0.5	4.1	0.3
鹿児島	14.4	2.3	-9.0	17.9	1.9	0.4	0.9	0.1	-1.2	1.2

<sup>16</sup> 降水量は、気温に比べて地点による変動が大きく、変化傾向の解析にはより多くの観測点を必要とするため、観測データの均質性が長期間確保できる次の51観測地点を選出している。旭川、網走、札幌、帯広、根室、寿都、秋田、宮古、山形、石巻、福島、伏木、長野、宇都宮、福井、高山、松本、前橋、熊谷、水戸、敦賀、岐阜、名古屋、飯田、甲府、津、浜松、東京、横浜、境、浜田、京都、彦根、下関、呉、神戸、大阪、和歌山、福岡、大分、長崎、熊本、鹿児島、宮崎、松山、多度津、高知、徳島、名瀬、石垣島、那覇。

### 1.3.2 大雨日数の長期変化傾向

日降水量 50mm 以上と日降水量 100mm 以上の年間日数の長期変化傾向は、一部の都市では有意な変化傾向が現れているものの、多くの都市でみられない(表 1.3.2)。日本全体(51 地点平均)でみた場合の日降水量 100mm 以上及び 200mm 以上の年間日数はそれぞれ有意な増加傾向がみられるものの(気象庁, 2016) 各都市においては、年々変動が大きいため、大雨日数の変化傾向と都市化の影響の明確な関連性を見出すことは難しい。今後更なるデータの蓄積や調査、研究が必要である。なお、各都市における経年変化を示すグラフは【資料 8】として巻末に掲載した。

表 1.3.2 各都市における年間大雨日数の長期変化傾向

100 年あたりの変化率を示す。統計期間は 1931 年から 2015 年まで。斜体字網掛けは信頼度水準 90% 以上で統計的に有意な変化傾向がないことを意味する。

地点	大雨の年間日数変化率(日/100 年)	
	日降水量 50mm 以上	日降水量 100mm 以上
札幌	<i>0.4</i>	<i>0.1</i>
仙台	2.5	<i>0.4</i>
新潟	2.1	0.5
名古屋	<i>0.7</i>	<i>0.1</i>
東京	1.8	<i>-0.1</i>
横浜	1.6	<i>0.4</i>
京都	<i>-0.1</i>	<i>0.1</i>
広島	<i>0.5</i>	<i>0.2</i>
大阪	<i>-0.1</i>	<i>-0.3</i>
福岡	<i>1.2</i>	<i>0.4</i>
鹿児島	<i>1.9</i>	1.6

## 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)。

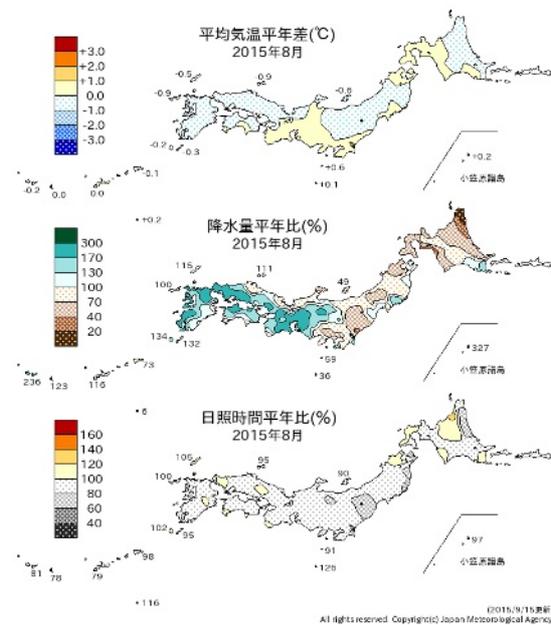


図 2.1.1 2015年8月の平均気温平年偏差(上図)、降水量平年比(中央図)、日照時間平年比(下図)の分布図

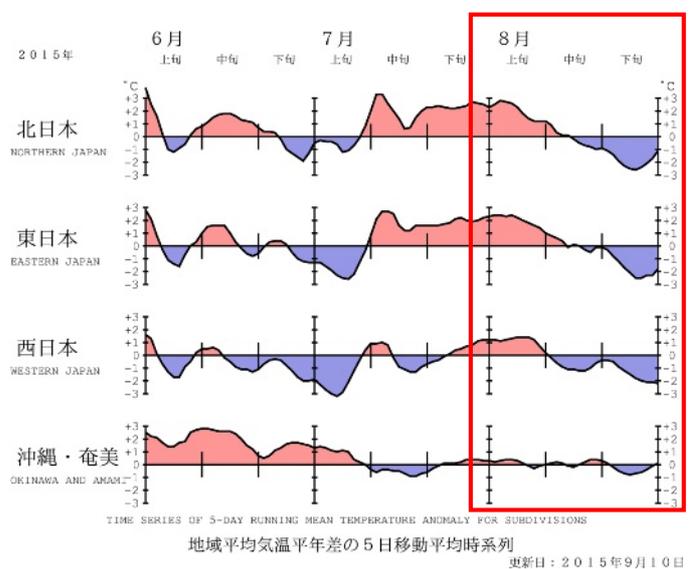


図 2.1.2 2015年夏(6~8月)の気温平年差の経過図

## 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。

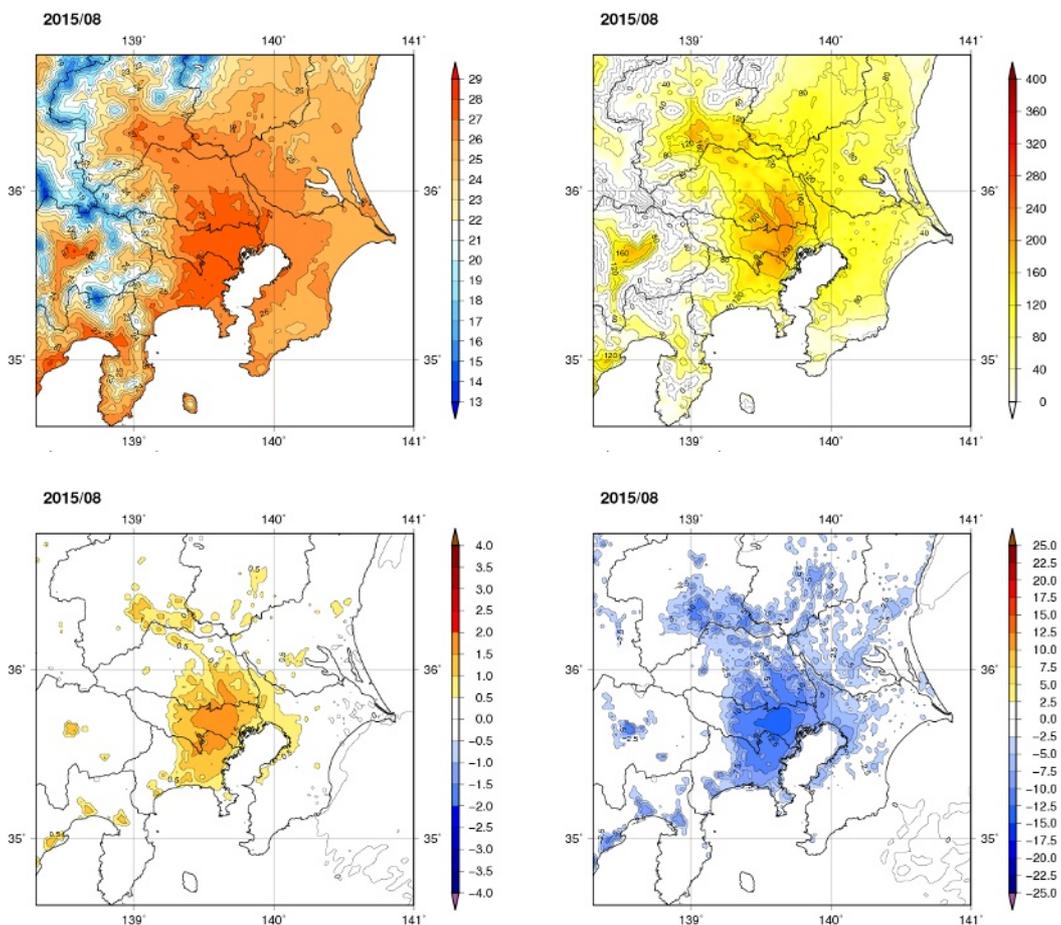


図 2.1.3 関東地方における 2015 年 8 月の平均気温（左上図、単位：℃）、気温 30℃以上となった時間の合計（右上図、単位：時間）、都市化の影響による平均気温の変化（左下図、単位：℃）、都市化の影響による平均相対湿度の変化（右下図、単位：%）の分布

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が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。

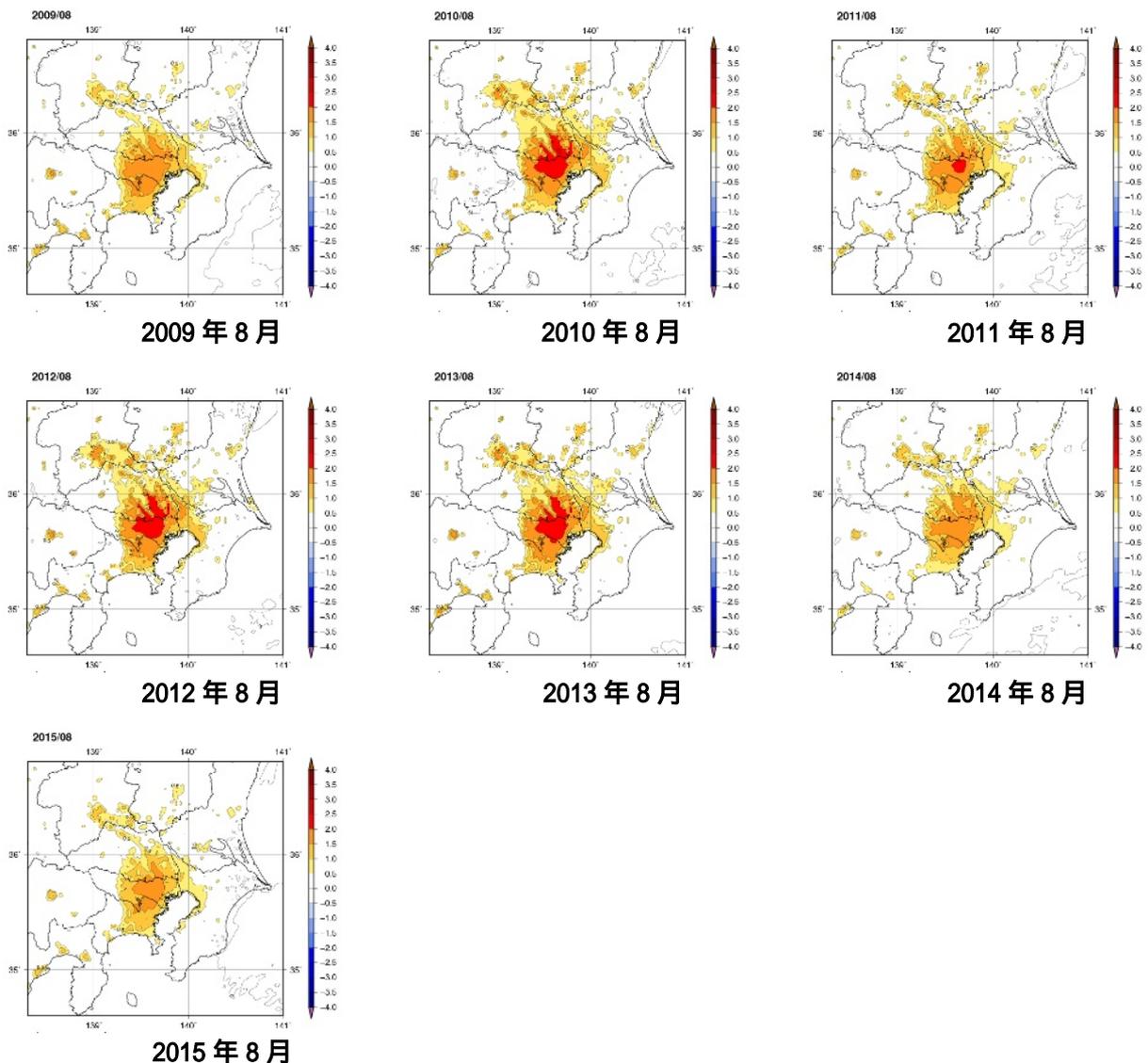


図 2.1.4 関東地方における 2009~2015 年 8 月の都市化の影響による平均気温の変化 ( ) の分布

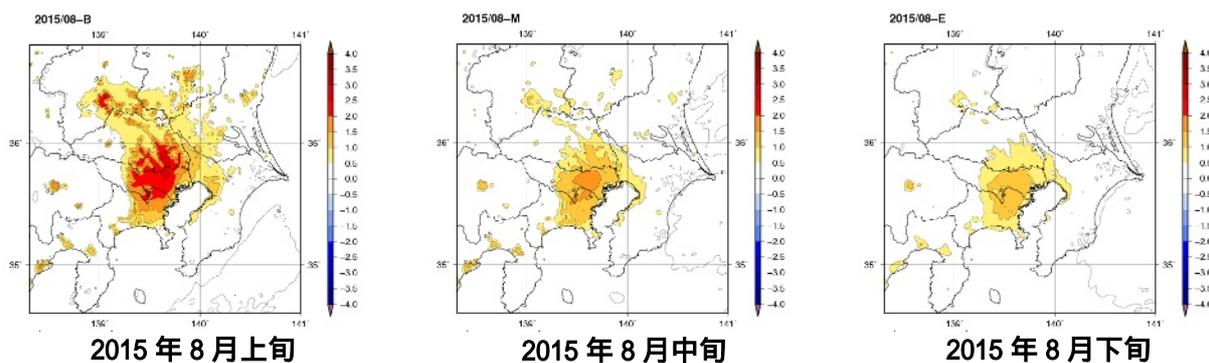


図 2.1.5 関東地方における 2015 年 8 月旬別の都市化の影響による平均気温の変化 ( ) の分布

次に、2015 年 8 月の夜間と日中<sup>17</sup>、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。

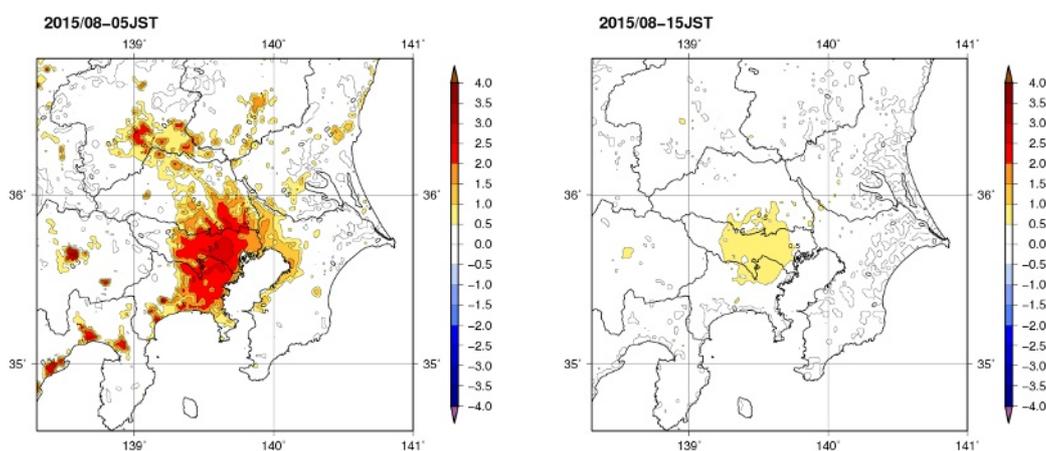


図 2.1.6 関東地方における 2015 年 8 月の 5 時 (左図) と 15 時 (右図) の都市化の影響による平均気温の変化 ( ) の分布

<sup>17</sup> 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。

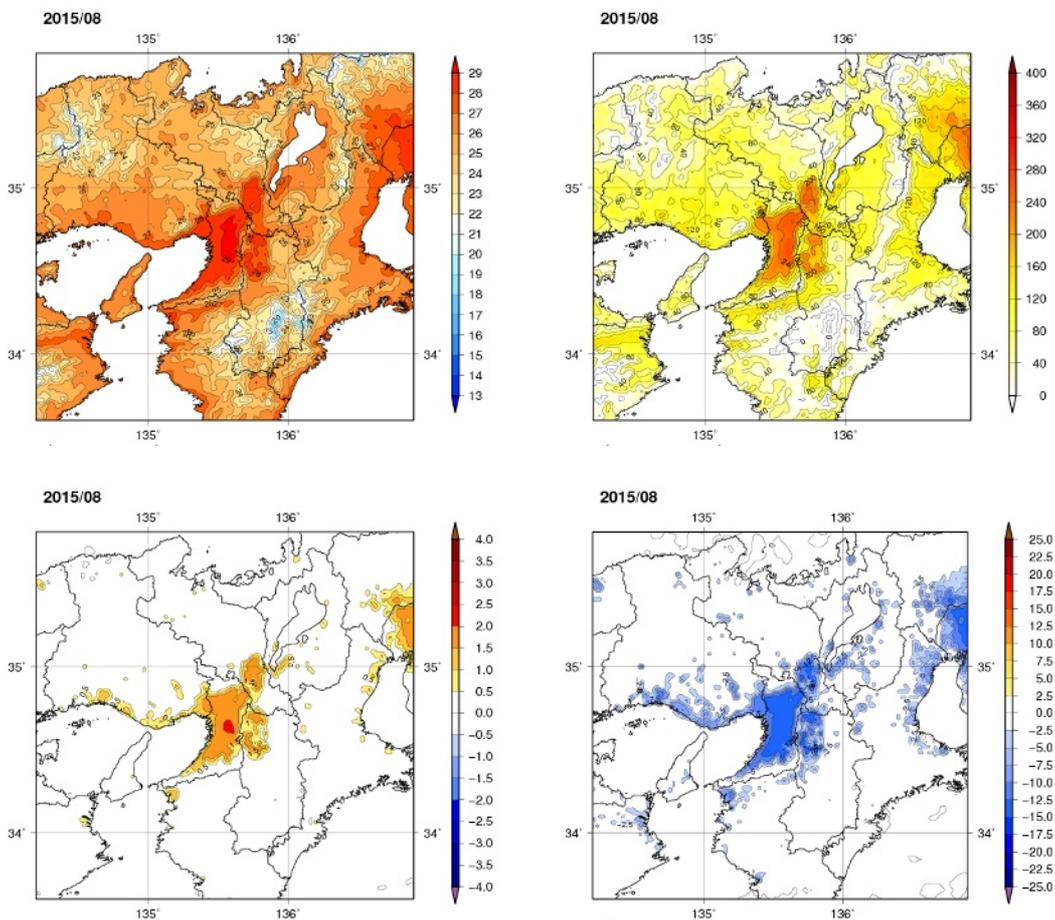


図 2.1.7 近畿地方における 2015 年 8 月の平均気温（左上図、単位：℃）、気温 30 以上となった時間の合計（右上図、単位：時間）、都市化の影響による平均気温の変化（左下図、単位：℃）、都市化の影響による平均相対湿度の変化（右下図、単位：%）の分布

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。

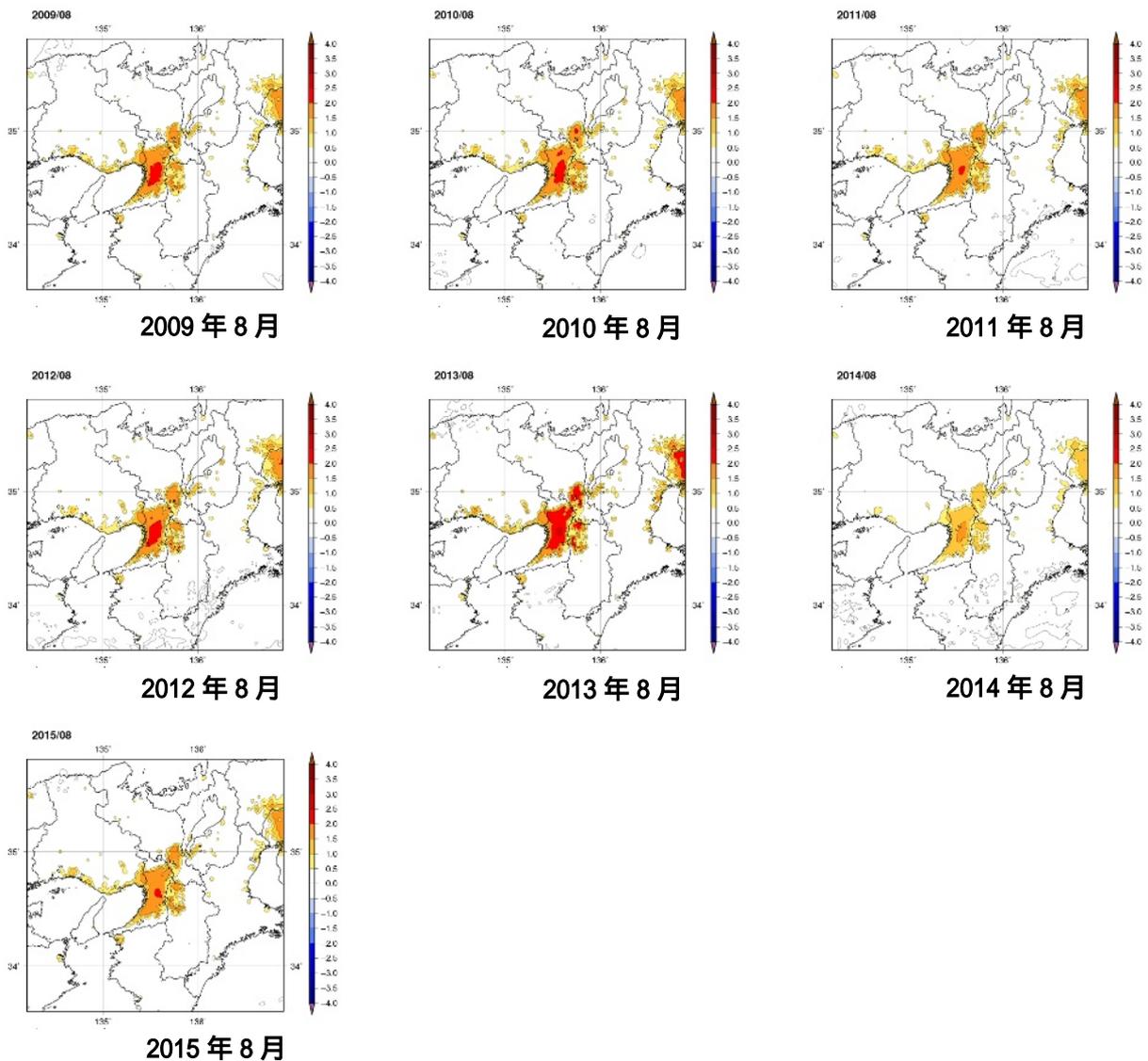


図 2.1.8 近畿地方における 2009~2015 年 8 月の都市化の影響による平均気温の変化( )の分布

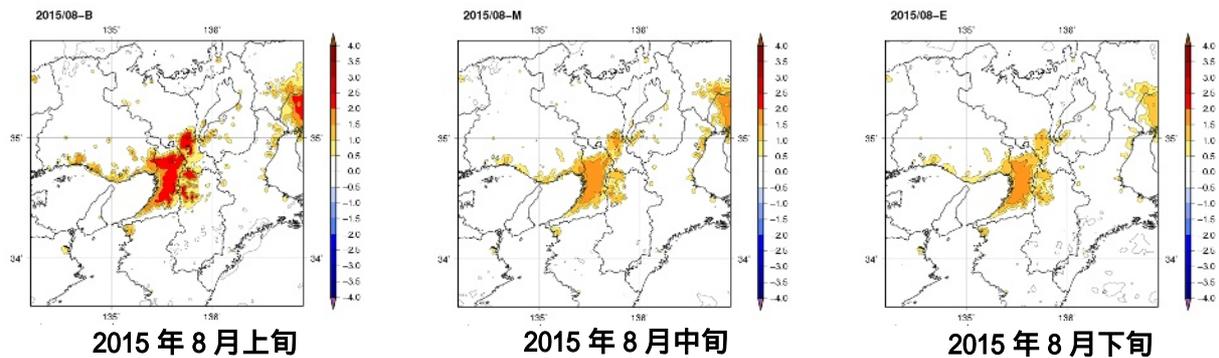


図 2.1.9 近畿地方における 2015 年 8 月旬別の都市化の影響による平均気温の変化 ( ) の分布

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。

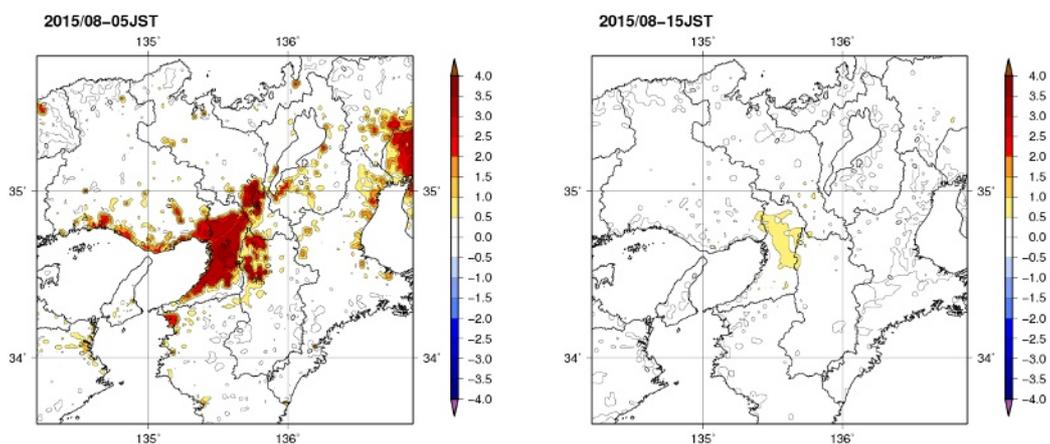


図 2.1.10 近畿地方における 2015 年 8 月の 5 時 (左図) と 15 時 (右図) の都市化の影響による平均気温の変化 ( ) の分布

## 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。

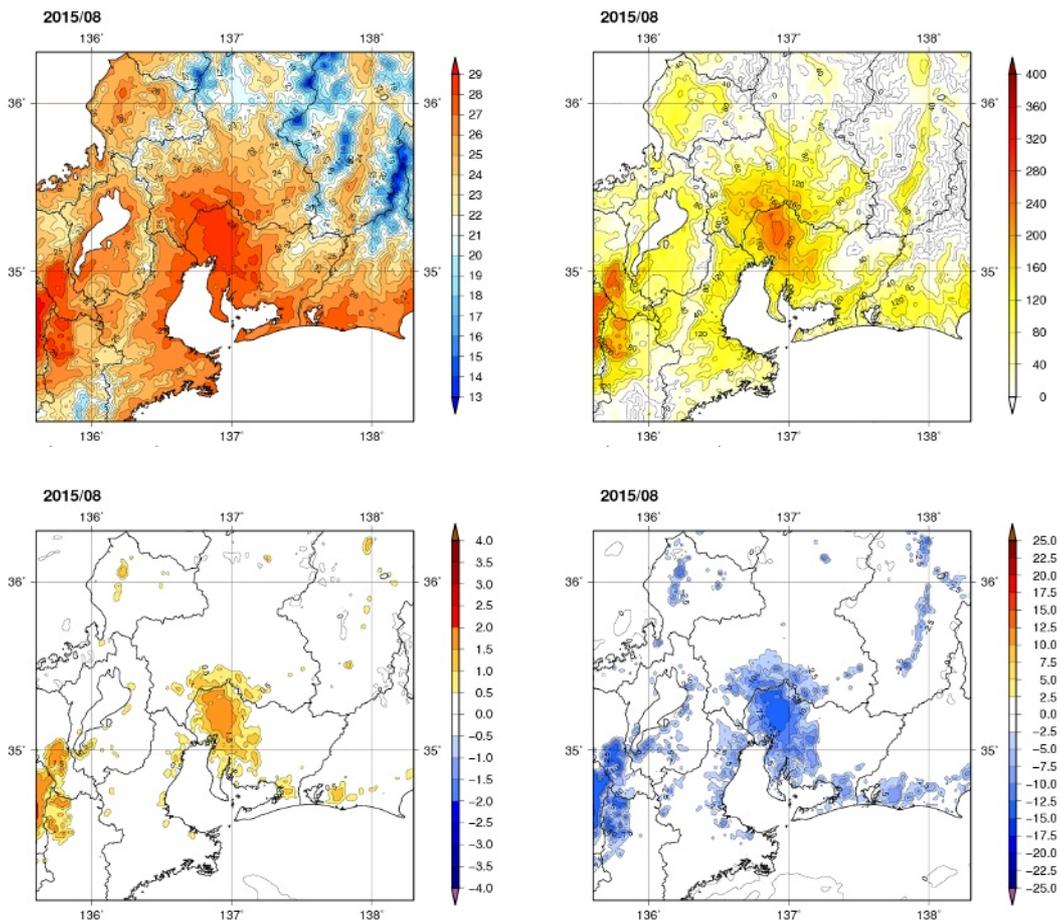


図 2.1.11 東海地方における2015年8月の平均気温(左上図、単位: °C)、気温30°C以上となった時間の合計(右上図、単位: 時間)、都市化の影響による平均気温の変化(左下図、単位: °C)、都市化の影響による平均相対湿度の変化(右下図、単位: %)の分布

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。

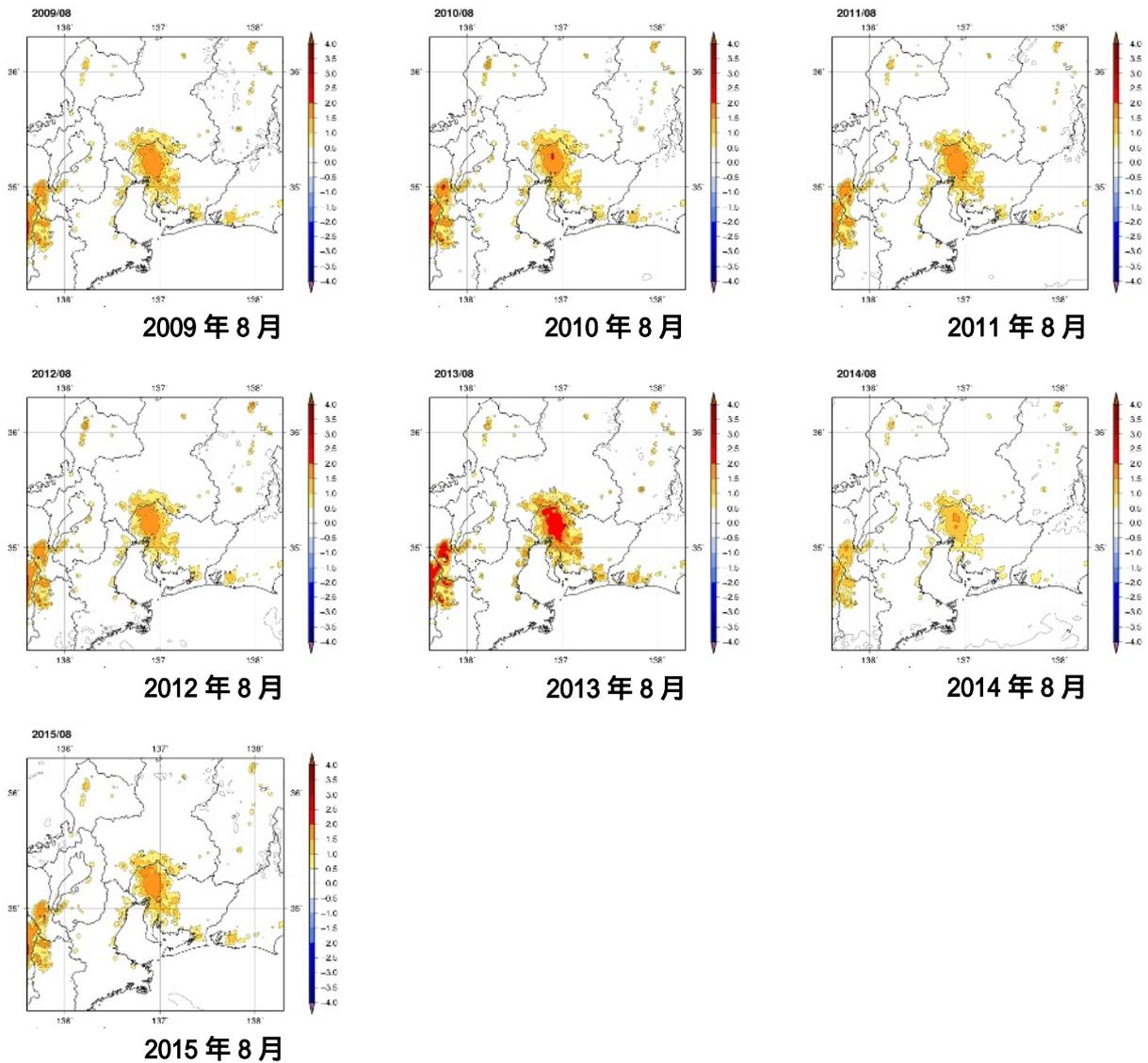


図 2.1.12 東海地方における 2009～2015 年 8 月の都市化の影響による平均気温の変化（ ）の分布

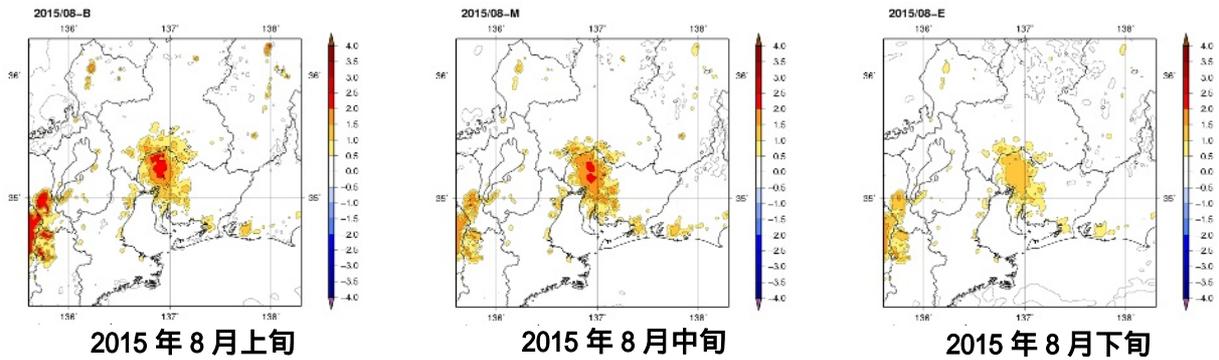


図 2.1.13 東海地方における 2015 年 8 月旬別の都市化の影響による平均気温の変化 ( ) の分布

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。

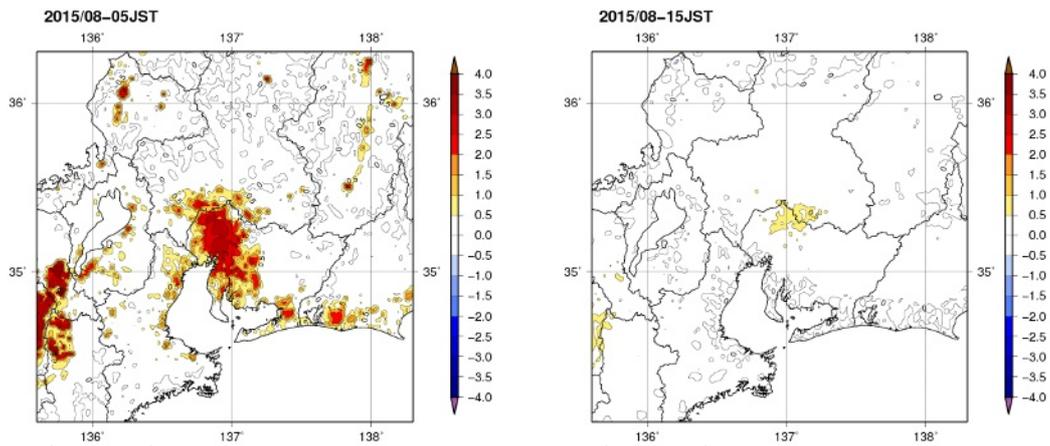


図 2.1.14 東海地方における 2015 年 8 月の 5 時 (左図) と 15 時 (右図) の都市化の影響による平均気温の変化 ( ) の分布

## 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。

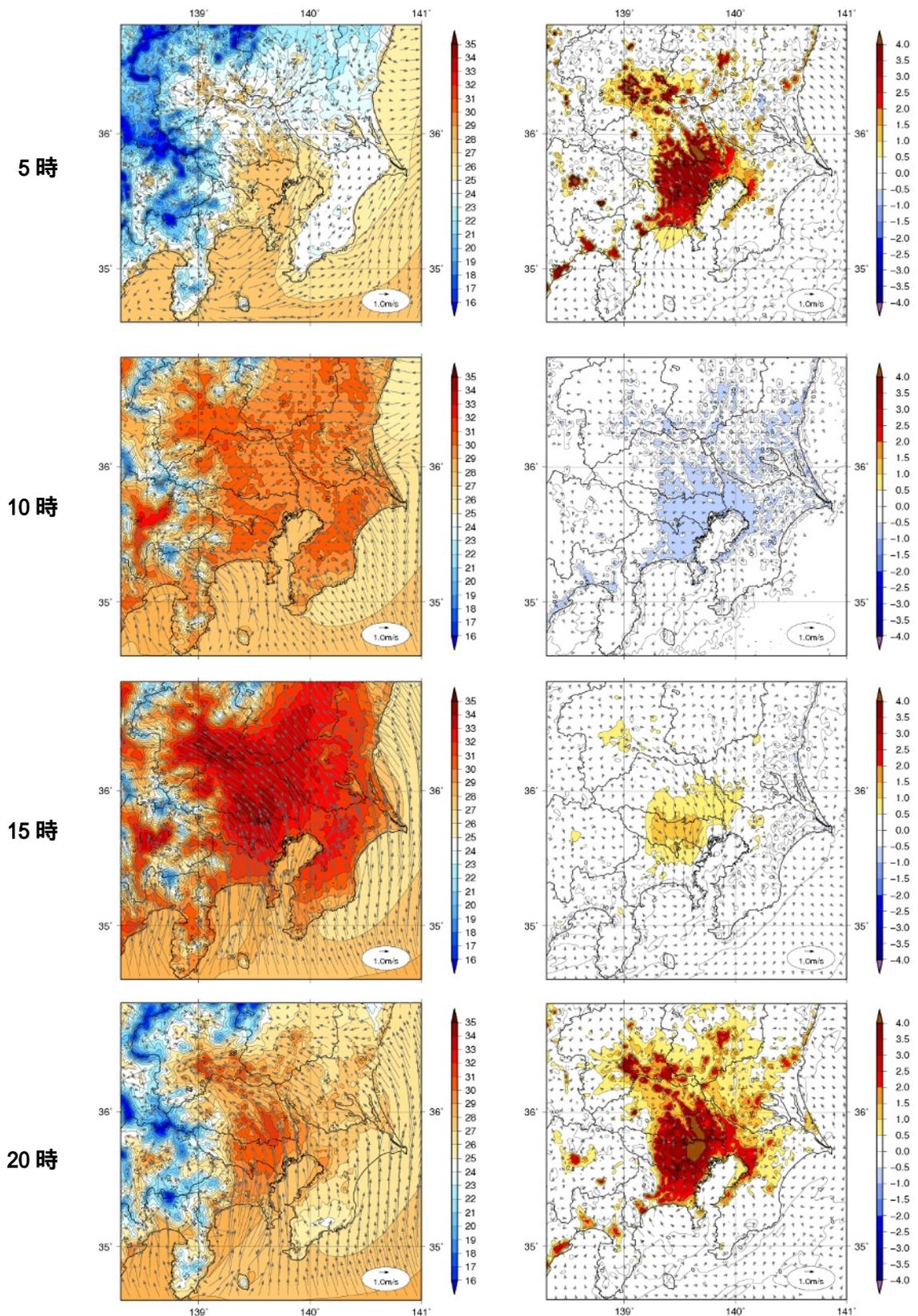


図 2.2.1 関東地方における 2015 年 8 月上旬の特別（上から 5 時、10 時、15 時、20 時）の平均気温と平均風の分布（左列図）と都市化の影響による平均気温と平均風の変化の分布（右列図）、気温の単位は℃、風速の単位は m/s。

## 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。

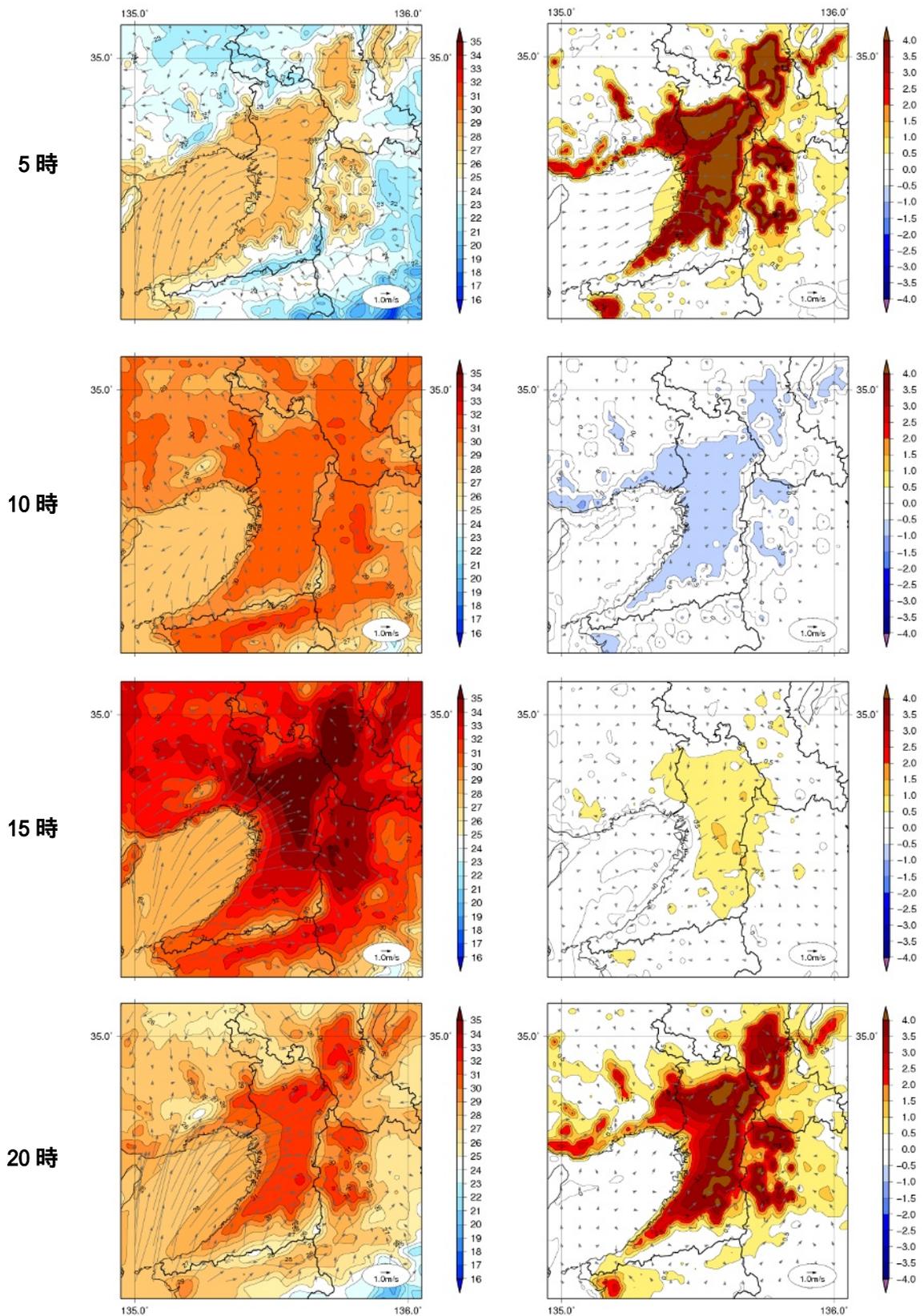


図 2.2.2 大阪府近辺における 2015 年 8 月上旬の特別（上から 5 時、10 時、15 時、20 時）の平均気温と平均風の分布（左列図）と都市化の影響による平均気温と平均風の変化の分布（右列図）、気温の単位は  $^{\circ}\text{C}$ 、風速の単位は  $\text{m/s}$ 。

### 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、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。

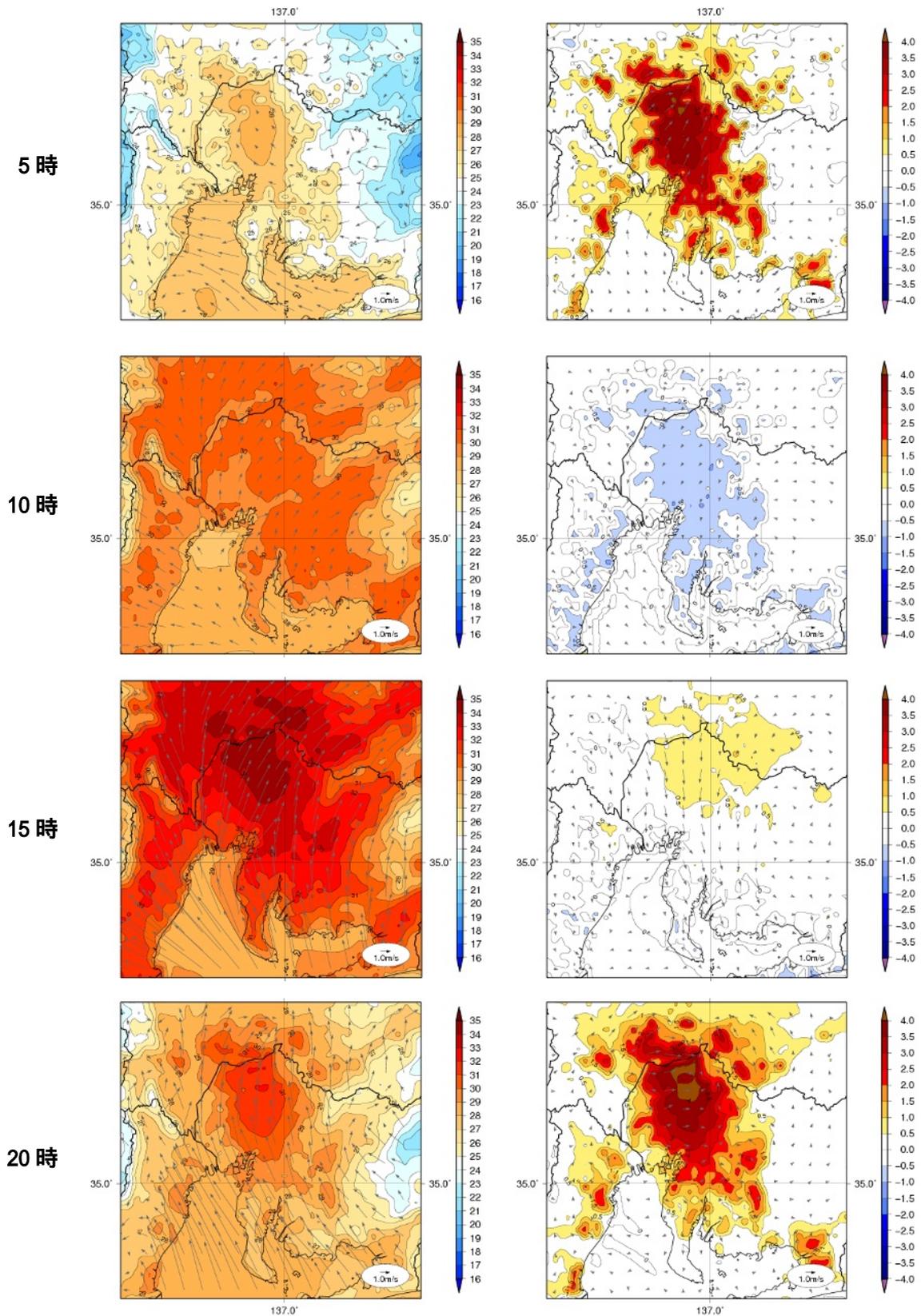


図 2.2.3 名古屋市近辺における 2015 年 8 月上旬の特別（上から 5 時、10 時、15 時、20 時）の平均気温と平均風の分布（左列図）と都市化の影響による平均気温と平均風の変化の分布（右列図）、気温の単位は  $^{\circ}\text{C}$ 、風速の単位は  $\text{m/s}$ 。

## 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<sup>18</sup>。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。

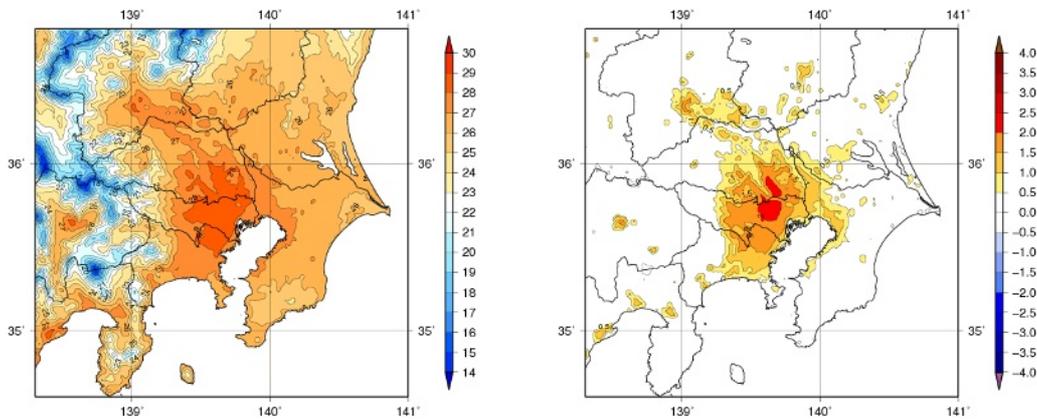


図 2.3.1 関東地方における7年（2009～2015年）平均した8月の平均気温（左図、単位：℃）と都市化の影響による平均気温の変化（右図、単位：℃）の分布

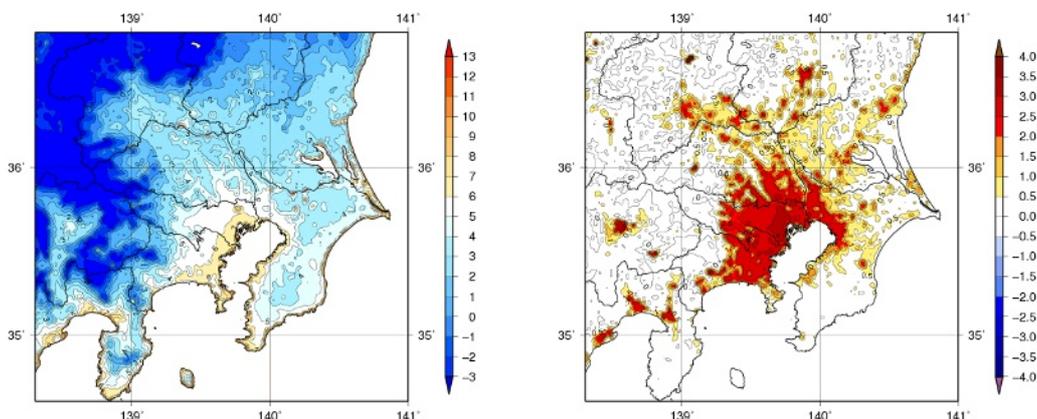


図 2.3.2 関東地方における7年（2010～2016年）平均した1月の平均気温（左図、単位：℃）と都市化の影響による平均気温の変化（右図、単位：℃）の分布

<sup>18</sup> 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）。

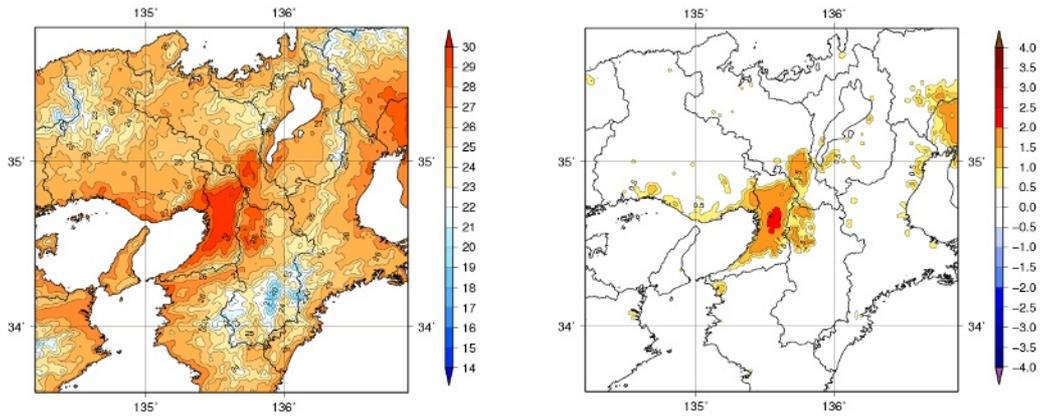


図 2.3.3 近畿地方における 7 年（2009～2015 年）平均した 8 月の平均気温（左図、単位： ）と都市化の影響による平均気温の変化（右図、単位： ）の分布

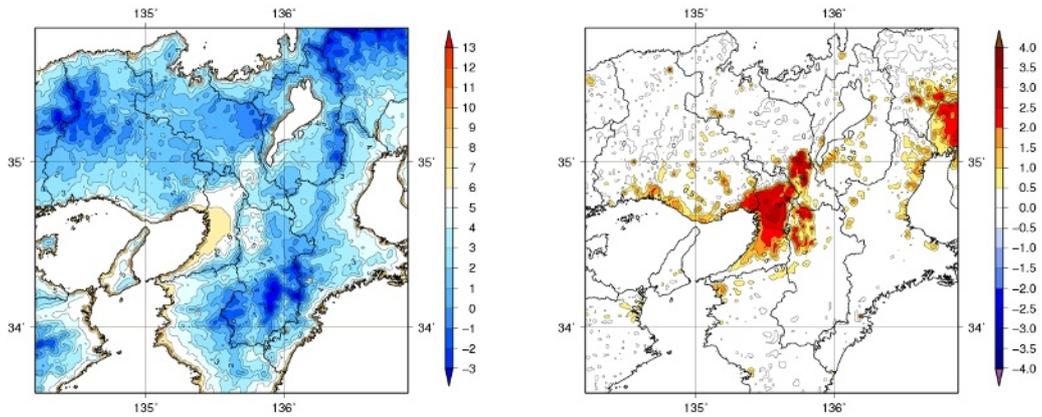


図 2.3.4 近畿地方における 7 年（2010～2016 年）平均した 1 月の平均気温（左図、単位： ）と都市化の影響による平均気温の変化（右図、単位： ）の分布

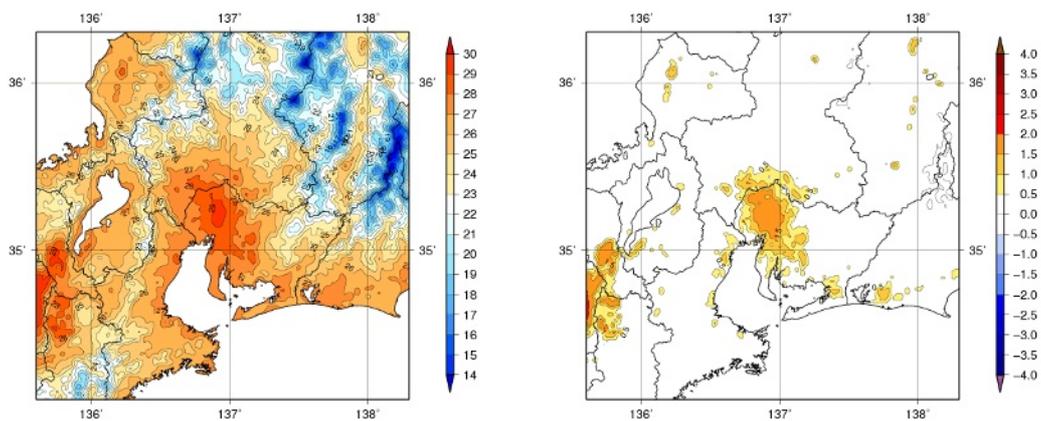


図 2.3.5 東海地方における 7 年（2009～2015 年）平均した 8 月の平均気温（左図、単位： $^{\circ}\text{C}$ ）と都市化の影響による平均気温の変化（右図、単位： $^{\circ}\text{C}$ ）の分布

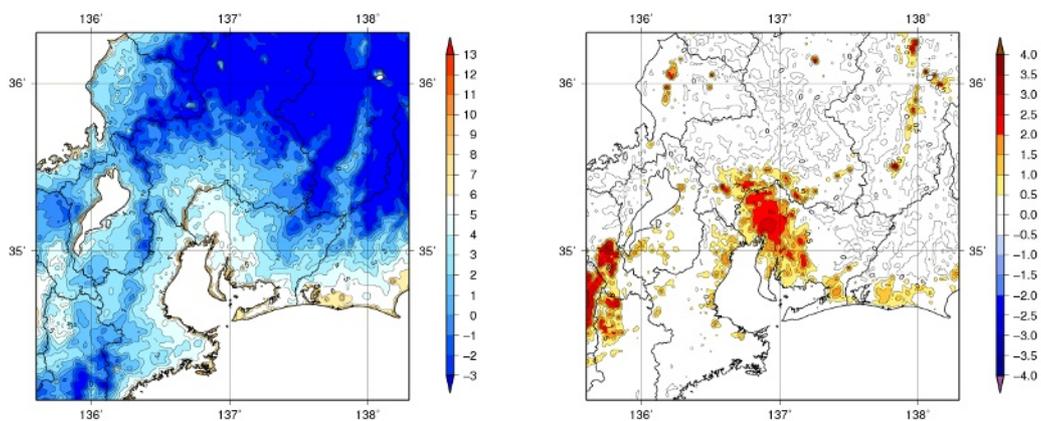


図 2.3.6 東海地方における 7 年（2010～2016 年）平均した 1 月の平均気温（左図、単位： $^{\circ}\text{C}$ ）と都市化の影響による平均気温の変化（右図、単位： $^{\circ}\text{C}$ ）の分布

### 3. 「ヒートアイランド監視報告 2015」のまとめ

#### 各都市における長期変化傾向（統計開始から 2015 年までの統計による調査結果）

##### 【都市の高温化】

各都市では、都市化による気温の長期的な上昇傾向がみられ、特に日最低気温が大きい。

気温の長期的な上昇は、夏に最小となる都市が多い。

都市化率が大きい地点ほど気温の上昇率が大きい。

各都市では、冬日は減少し、熱帯夜や猛暑日、真夏日は増加している。

##### 【都市の乾燥化】

各都市では、都市化による相対湿度の長期的な低下傾向がみられる。

相対湿度の低下率は、秋や冬に最大となる都市、梅雨時期に最小となる都市が多い。

都市化率が大きい地点ほど相対湿度の低下率が大きい。

各都市では、霧日数は減少している。

##### 【都市での降水量】

各都市では、大雨や短時間強雨の有意な長期変化傾向はみられない。

#### 都市気候モデルによる解析結果

##### 【2015 年 8 月】

関東地方では、東京都心部から埼玉県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。

##### 【夏と冬の比較】

都市化の影響は夏より冬の方が大きい。

## — 参考文献 —

環境省, 2004: ヒートアイランド現象による環境影響に関する調査検討業務報告書

<http://www.env.go.jp/air/report/h16-04/index.html>

環境省, 2013: ヒートアイランド対策ガイドライン平成 24 年度版

[http://www.env.go.jp/air/life/heat\\_island/guideline/h24.html](http://www.env.go.jp/air/life/heat_island/guideline/h24.html)

気象庁, 2006: ヒートアイランド監視報告 (平成 17 年夏季・関東地方)

気象庁, 2007: ヒートアイランド監視報告 (平成 18 年夏季 - 関東・近畿地方)

気象庁, 2012: ヒートアイランド監視報告 (平成 23 年)

<http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/himr/index.html>

気象庁, 2016: 気候変動監視レポート 2015

<http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/monitor/index.html>

藤部文昭, 1993: 関東平野における春・夏季晴天日の気温分布の日変化. 天気, **40**, 759-767.

藤部文昭, 2012a: 都市の気候変動と異常気象 猛暑と大雨をめぐる。朝倉書店, 176pp.

藤部文昭, 2012b: 観測データから見た日本の都市気候. 気象研究ノート, **224**, 1-23.

森博明, 小川弘, 北田敏廣, 1994: 濃尾平野における海陸風の特徴と広域海風の出現条件. 天気, **41**, 379-385.

Mizuma, M., 1995: General aspects of land and sea breezes in Osaka Bay and surrounding area. *J.Meteor.Soc. Japan*, **73**, 1029-1040.

## 付録 1: 長期変化傾向の統計的有意性の評価について

気温や降水量等の観測値は、様々な時空間スケールの大気や海洋の変動による影響を受けているため、自然のゆらぎを背景に地球温暖化や都市化に伴う変化傾向をとらえるためには、観測データを適切な統計量に変換し、時系列で並べた統計量にランダムな変動要因では説明できない系統的な変化傾向が含まれている可能性がどの程度か検定を行う必要がある。そして、「統計的検定」の結果、経年変化がランダムな変動要因だけでは説明できないと判断することが妥当な場合には、「統計的に有意な変化傾向がある」等と表現される。

本報告では、統計量にみられる長期変化傾向の有無について、統計的有意性を 90%の信頼度水準で検定した結果を判断基準としている。

この統計的検定には次のような手法を用いている。

### (イ) 統計量の年々変動成分が正規分布に従うことが仮定できる場合

平均気温や平均相対湿度等は、トレンド成分を除去した年々の統計量の出現頻度は正規分布に従うと仮定できる。概ね正規分布とみなすことが出来る統計量に対しては、ピアソンの積率相関係数を用いたパラメトリック検定 (t 検定) を行う。

### (ロ) 統計量の年々変動成分が正規分布に従うことが仮定できない場合

猛暑日や熱帯夜の日数、降水量等は、トレンド成分を除去した年々の統計量の出現頻度は正規分布に従うことが仮定できない場合がある。正規分布に従うと仮定できない統計量に対しては、ケンドールの順位相関係数を用いたノンパラメトリック検定 (ケンドール検定) を行う。

統計的検定では、原理的に「統計的に有意」と判定されても、結果が誤りである可能性が常に存在する。「信頼度水準 90%以上で統計的に有意」の場合には、観測値における経年変化傾向がランダムな変動要因により偶然に出現しているにも関わらず、誤って有意と判定してしまう確率を最大で 10%まで許していることを意味している。逆に、系統的な変化傾向が存在していても、それを正しく検出できない場合もある。一般的に、ノンパラメトリック検定はパラメトリック検定に比べて検出力が低く、有意な変化傾向として検出されにくい。また、統計年数が短い、年々の変動幅が大きい、発生頻度が稀、等の場合には、今後新しいデータが追加されることにより検定結果が変化する可能性が大きい。本報告の分析結果は、以上の「統計的検定」の性質に留意の上で活用されたい。

## 付録 2: 観測場所の移転に伴う気温データの補正方法について

ある観測地点において観測場所の移転があった場合、その地点の長期変化傾向を把握するためには、移転の影響を補正した長期間に渡る均質なデータが必要となる。しかし、実際の観測値には、様々な時空間スケールの自然変動や人為的影響（温暖化や都市化）による変動が含まれているため、その補正には注意を要する。

本報告書では移転の影響によって時系列データに階段状の変動が生じたと仮定して、次のような方法を用いて補正值（階段状の変動に伴う段差）を求めている。対象とするのは、月平均気温、日最高気温の月平均値、日最低気温の月平均値である。

### （イ）移転の前に新旧の観測場所で同時に観測が行われた場合（東京が該当）

それらが同時に観測された値を利用する。

「東京」の観測場所は、2014年12月2日に大手町から北の丸公園に移転したが、各観測場所における2年間（2012年4月～2014年3月）の月別統計値の2年間平均値を求めた上で、両者の値の差を月別補正值とした。なお、詳細は気象庁観測部（2016）を参照されたい。

### （ロ）移転にあたって新旧の観測場所で同時に観測が行われなかった場合（東京以外の地点が該当）

移転が行われた年を含めた前後8年間の観測値を利用する。

まず、移転の影響が無かった全国の気象官署の月平均値から、全国的及び地域的に生じている自然変動や人為的影響（温暖化や都市化）による変動パターンを見積もる。そして、移転のあった観測地点の月平均値は、先に見積もった全国的及び地域的に生じている変動と移転の影響による変動との和であると仮定し、重回帰分析を用いて月別補正值を求めた。詳細は大野ほか（2011）を参照されたい。

これらの手法では、移転によって階段状の変動が生じ、かつ、その移転の前後での観測環境の違いは統計期間中変わらず一定であったと仮定としているため、均質なデータを作成する際には、上記で求めた月別補正值を移転前の観測値すべてに一律に与えている。そして、年や季節の平均値は、この補正された月平均値を統計処理して求めている。

しかしながら、実際には移転前後の観測環境の違いは過去に渡って変わらず一定ではなく、補正值を過去に渡って一律に適用できるかどうかは分からない。そのため、補正方法については今後も大きな検討課題である。

### - 参考文献 -

- 大野浩史, 吉松和義, 小林健二, 若山郁生, 諸岡浩子, 及川義教, 平原翔二, 池田友紀子, 齋藤仁美, 2011: 気温の時系列データから気象官署の移転にともなう影響を補正する手法について. 測候時報, **78**, 1-2, 31-41.
- 気象庁観測部, 2016: 地上気象観測地点「東京」の露場移転について（その2 平年値の更新について）. 測候時報, **83**, 7-32.

## 付録 3: 都市気候モデルについて

### 都市気候モデルの概要

都市気候モデルの概要を図 1 に示す。都市気候モデルとは、数時間から 1 日先の大雨や暴風などの災害をもたらす現象を予測することを主要な目的として、日々の天気予報や防災気象情報の作成に利用されているメソモデル(気象庁, 2003,2008)に、図 1 で示すような、大気の状態とともに地形、都市域と草地や森林など土地の利用形態、人工排熱などを入力し、地表面や建築物との熱のやり取りをモデル化したもので、都市における大気の状態をコンピュータ上で精度よく再現することを目的として開発されたものである。水平の解像度は 2km である。都市気候モデルの詳細設定については、萱場,石原(2014)や Aoyagi and Seino(2011)を参照されたい。

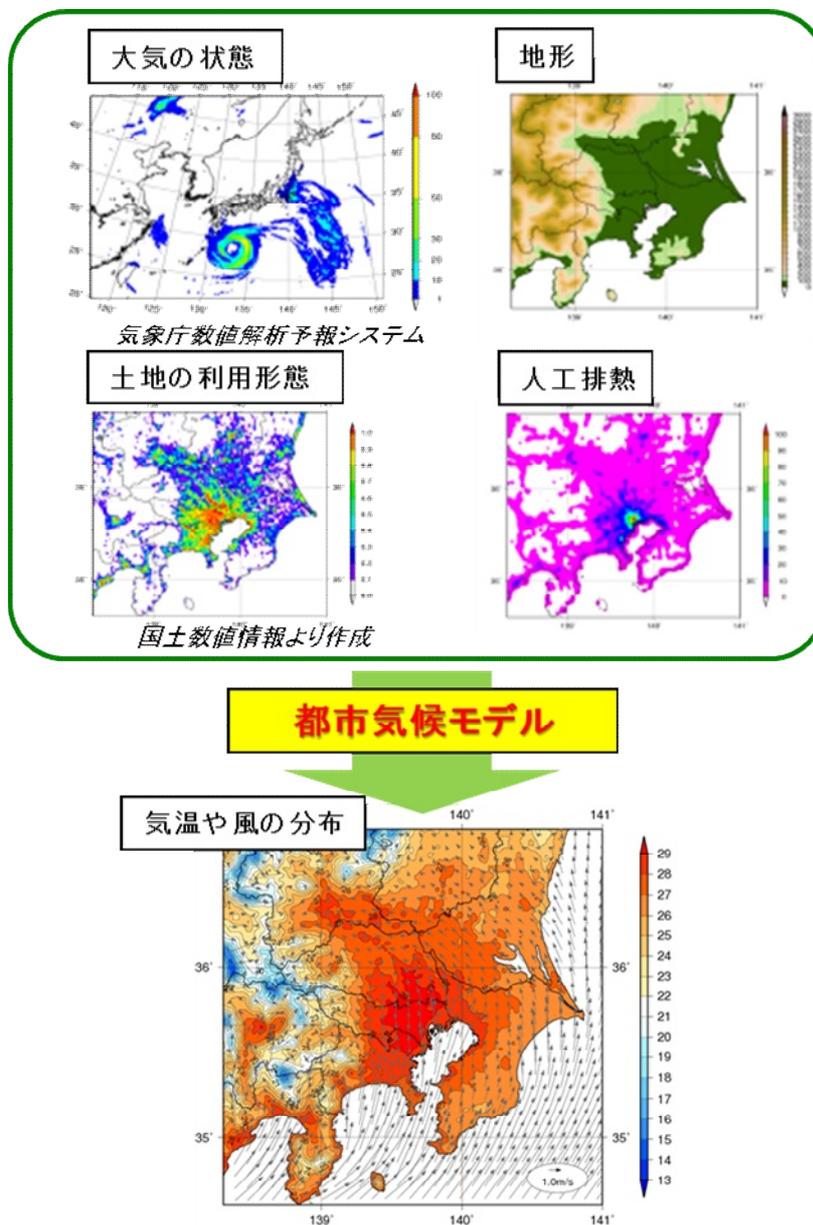


図 1 都市気候モデルの概要

## 人工排熱量データ

モデルに与える人工排熱量データについては、萱場ほか（2010）で作成された推定式により、総務省統計局の人口データや従業者数データ、国土数値情報の土地利用3次メッシュデータをもとに作成したデータを利用している。図2は、上記で作成された関東の8月15時の分布図と東京（大手町）の観測地点における8月の時系列図を示している。

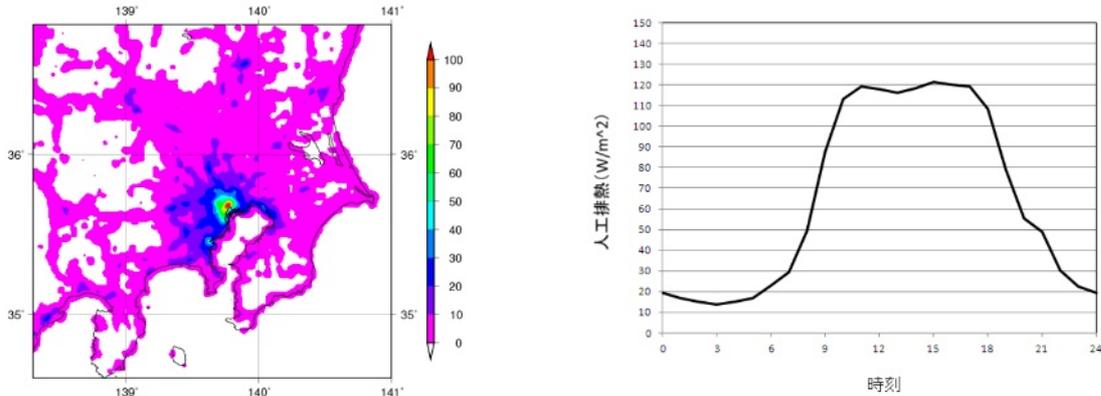


図2 シミュレーションで用いる8月15時の人工排熱量分布（左図、単位： $W/m^2$ ）と東京（大手町付近）の8月の人工排熱量の24時間時系列図（右図、単位： $W/m^2$ ）

## 土地利用データと都市域の設定

都市気候モデルで用いる土地利用形態には、国土交通省国土政策局が公開している国土数値情報の土地利用3次メッシュデータ（平成18年度版）を使用している。本データの土地利用種別は、田、その他の農用地、森林、荒地、建物用地（住宅地・市街地等で建物が密集しているところ）、幹線交通用地（道路・鉄道・操車場などで、面的に捉えられるもの）、その他の用地（運動競技場、空港、競馬場・野球場・学校港湾地区・人工造成地の空地等）、河川地及び湖沼、海浜、海水域、ゴルフ場に分類されている。シミュレーションでは、このうちの建物用地、幹線交通用地、その他の用地の割合が50%（下図では0.5）以上を都市域と設定し（図3）、計算している。

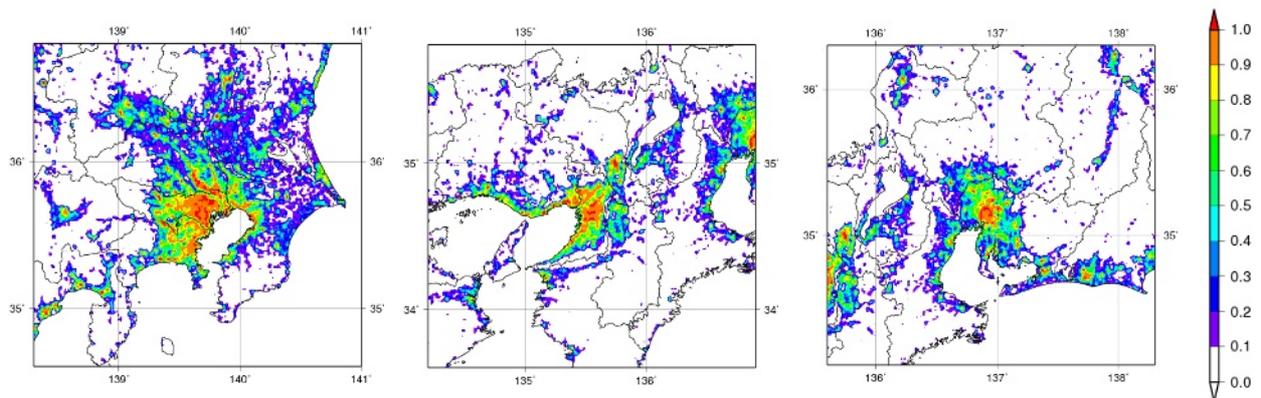


図3 関東地方（左図）、近畿地方（中央図）、東海地方（右図）における都市気候モデルでの各格子の都市の割合

## 都市気候の評価方法

都市化による気候への影響を定量的に評価するために、都市の地表面状態や人工排熱を考慮した場合のシミュレーションを「都市あり実験」、また、都市の影響を除去した場合（都市域の地表面状態を草地に置き換え、かつ、人工排熱をゼロにすることで、仮想的に人間が都市を建設する以前の状態に戻す）のシミュレーションを「都市なし実験」として、2つの実験を行い、都市あり実験結果から都市なし実験結果を引いたものを都市化の影響とみなす（図4）。

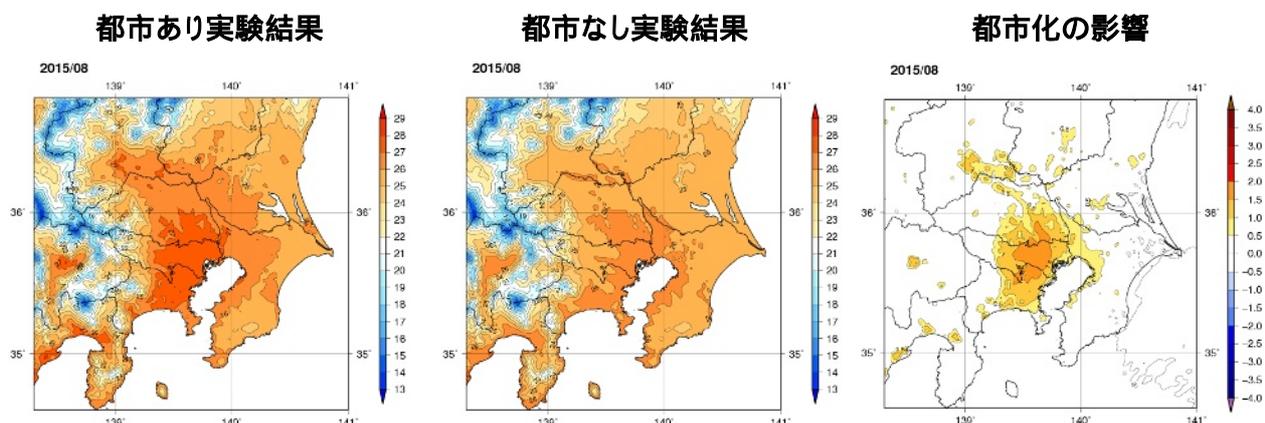


図4 関東地方における2015年8月の平均気温の都市あり実験結果（左図、単位：℃）都市なし実験結果（中央図、単位：℃）都市化の影響による平均気温の変化：「都市あり実験」と「都市なし実験」の差（右図、単位：℃）

なお、このモデルの都市あり実験における再現精度については概ね良好である。詳細については「ヒートアイランド監視報告（平成23年）」、「同（平成24年）」（気象庁、2012,2013）を参照されたい。

### - 参考文献 -

気象庁、2003: 数値予報課報告・別冊第49号 気象庁非静力学モデル

気象庁、2008: 数値予報課報告・別冊第54号 気象庁非静力学モデル - 現業利用の開始とその後の発展 -

気象庁、2012: ヒートアイランド監視報告（平成23年）

気象庁、2013: ヒートアイランド監視報告（平成24年）

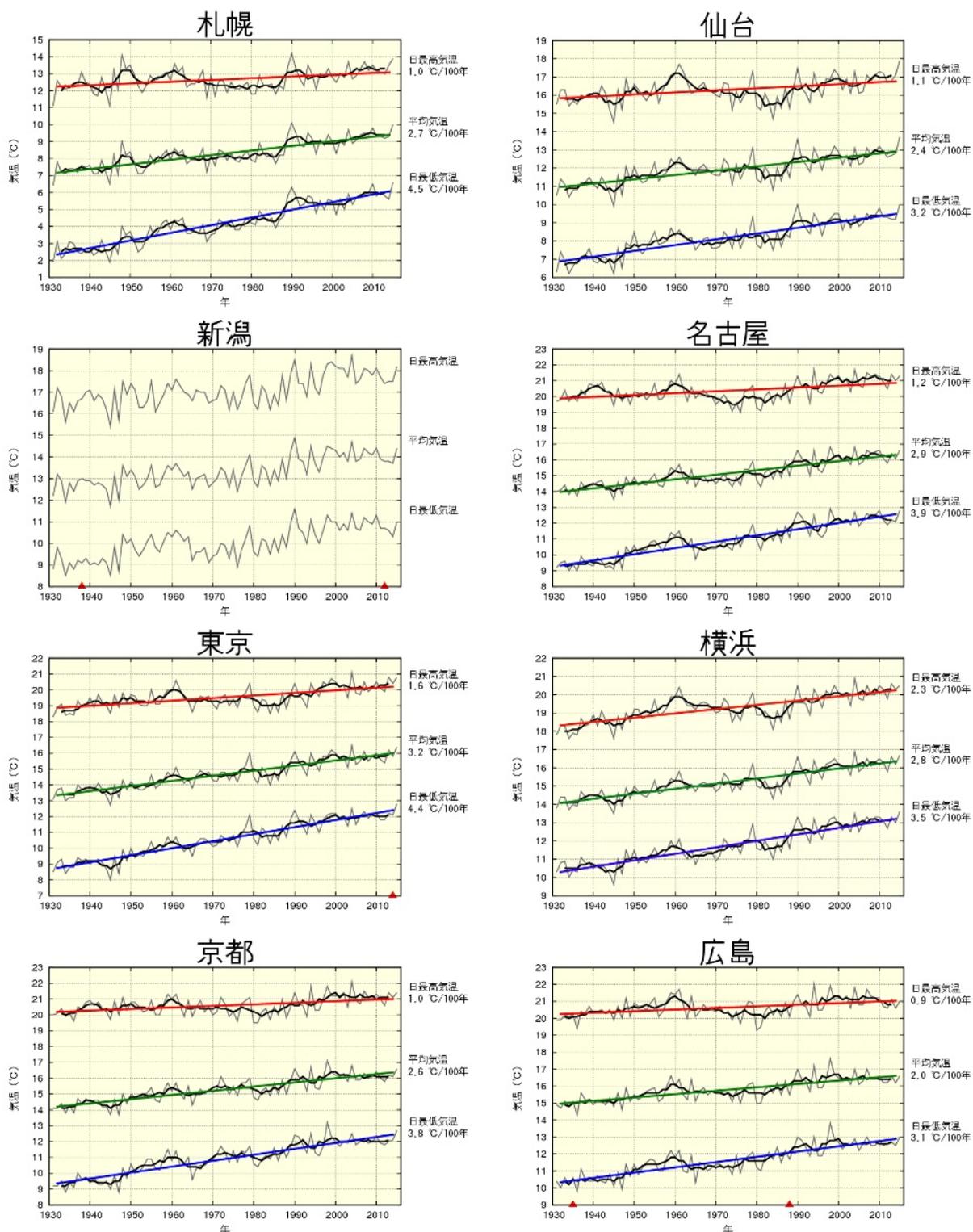
<http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/himr/index.html>

萱場互起, 青柳暁典, 高橋俊二, 2010: 重回帰分析による人工排熱量の推定. 測候時報, 77, 4-6, 137-153.

萱場互起, 石原幸司, 2014: 都市気候モデルを用いたヒートアイランドの監視. 日本ヒートアイランド学会誌, 9, 25-29.

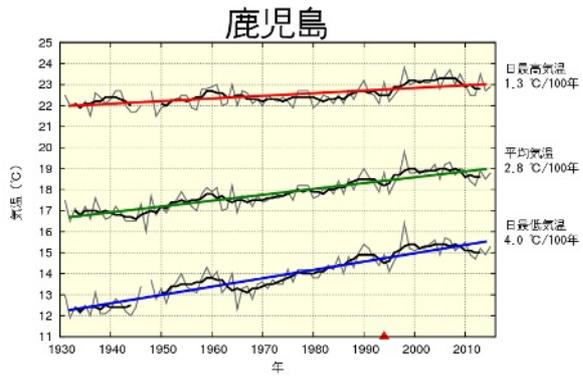
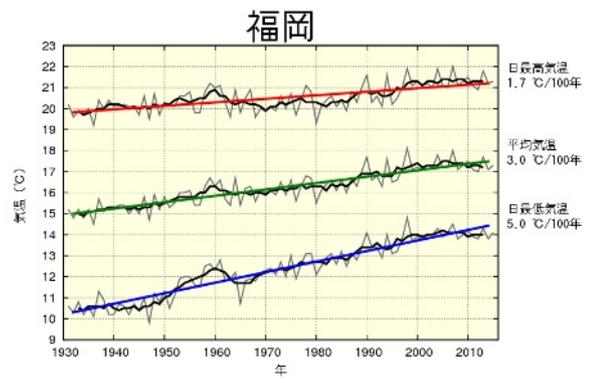
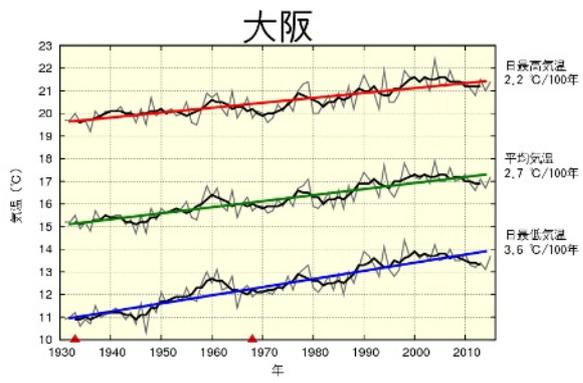
Aoyagi, T., and N. Seino, 2011: A square prism urban canopy scheme for the NHM and its evaluation on summer conditions in the Tokyo metropolitan area, Japan. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, 50, 1476-1496.

## 【資料1】 各都市における年平均気温等の長期変化傾向



### 各都市における年平均した平均気温、日最高気温、日最低気温の長期変化傾向

統計期間は1931年から2015年。細い折れ線は毎年の値、太い折れ線は5年移動平均、太い直線は長期変化傾向(統計期間内でデータが均質で、かつ信頼度水準90%以上で有意な場合に限る)を示す。なお、観測場所の移転があった場合は横軸上に▲で示し、移転前のデータを補正している(新潟は2012年の移転に伴う補正に必要なデータを蓄積中で未補正のため、長期変化傾向の評価を行っていない)。次頁に続く。



各都市における年平均した平均気温、日最高気温、日最低気温の長期変化傾向(続き)

## 【資料2】 各都市における月平均気温等の長期変化傾向

各都市及び都市化の影響が小さいとみられる15地点平均の月平均した平均気温、日最高気温、日最低気温の長期変化傾向

100年あたりの変化率を示す。統計期間は1931年から2015年。都市ごとに、一年で最も変化傾向の大きい月の数値は赤字、最も変化傾向の小さい月の数値は青字で示している。また、斜体字網掛けは信頼度水準90%以上で統計的に有意な変化傾向がないことを意味する。表中の15地点は、都市化の影響が比較的小さいとみられる15地点(網走、根室、寿都、山形、石巻、伏木、飯田、銚子、境、浜田、彦根、宮崎、多度津、名瀬、石垣島)の平均を表している。なお、を付した4地点(東京、広島、大阪、鹿児島)及び都市化の影響が比較的小さいとみられる15地点中の2地点(飯田、宮崎)は、観測場所の移転に伴い移転前のデータを補正している。

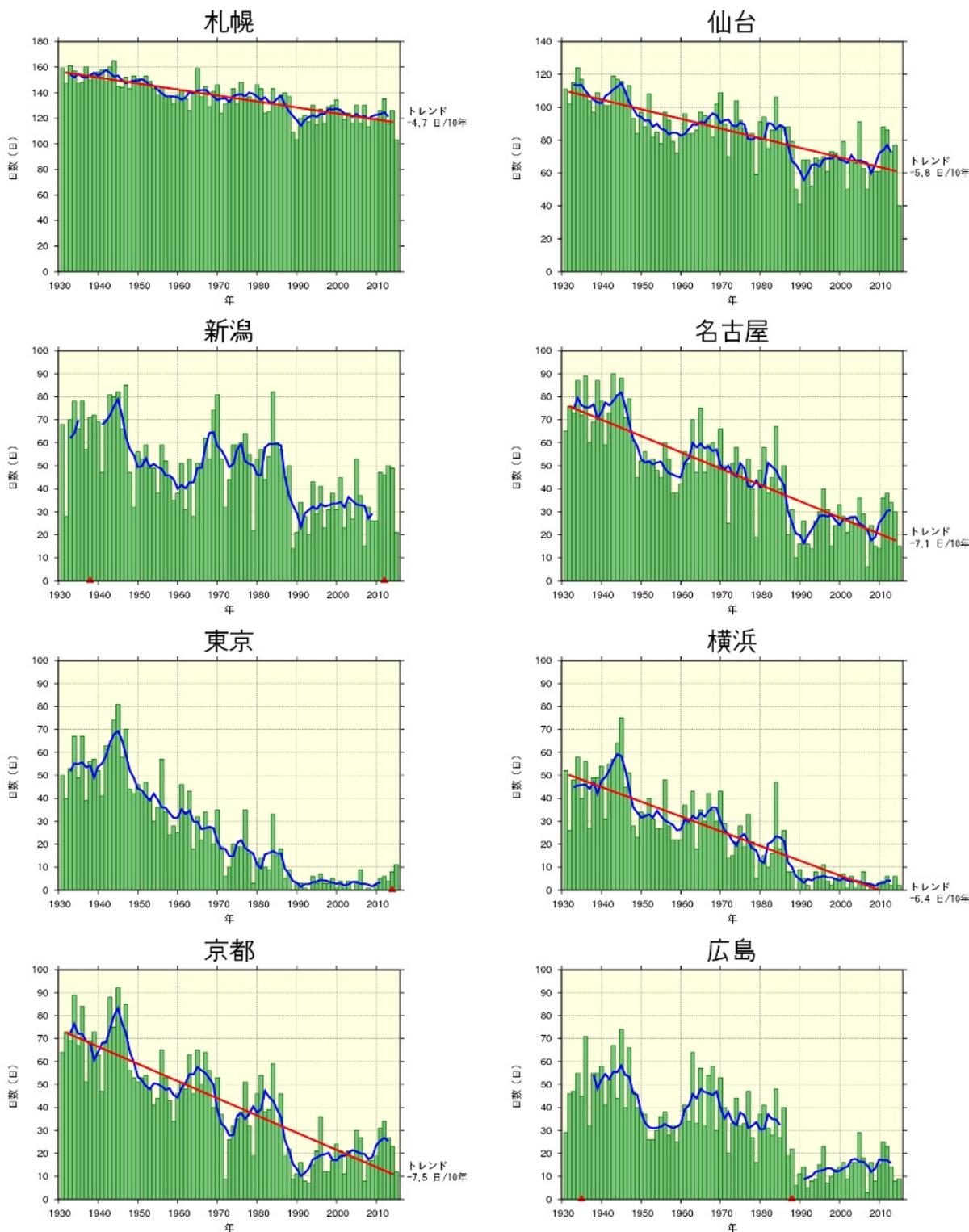
地点	平均気温変化率 ( /100年)											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
札幌	3.6	3.4	3.1	2.7	2.4	2.7	1.7	1.5	3.0	2.8	2.7	3.0
仙台	2.9	3.0	3.0	2.6	2.4	2.0	1.0	0.9	2.1	3.1	2.6	2.9
名古屋	3.0	3.5	3.4	3.1	2.8	2.5	1.8	2.4	2.9	3.6	2.8	2.5
東京	4.3	4.2	3.8	3.1	2.8	2.3	1.9	1.9	2.5	3.7	3.9	4.5
横浜	3.4	3.7	3.5	2.9	2.6	2.0	1.6	1.7	2.1	3.3	3.2	3.3
京都	2.6	3.0	3.0	3.1	2.8	2.5	1.8	2.4	2.4	3.1	2.7	2.2
広島	1.8	2.2	2.6	2.0	2.3	2.6	0.3	1.5	1.9	3.4	2.1	0.8
大阪	2.5	3.5	2.9	2.9	2.2	2.3	1.7	2.4	3.0	3.6	2.7	2.1
福岡	2.9	3.7	3.5	3.2	3.3	2.4	1.8	2.3	3.2	4.6	3.4	2.2
鹿児島	3.0	3.1	3.6	3.1	2.9	2.3	1.8	2.6	2.8	3.7	2.5	2.1
15地点	1.6	2.1	2.0	1.8	1.6	1.5	0.9	1.0	1.4	1.8	1.4	1.0

地点	日最高气温变化率 ( /100年)											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
札幌	1.4	1.5	<b>1.8</b>	1.5	0.8	1.4	0.6	0.0	1.0	0.2	1.0	1.4
仙台	1.4	1.5	<b>1.7</b>	1.3	1.1	1.5	0.7	0.3	0.9	1.3	0.7	1.3
名古屋	1.4	<b>1.9</b>	1.7	1.7	1.1	1.0	0.4	0.9	1.5	1.6	0.4	0.7
東京	1.6	<b>2.2</b>	2.0	1.8	1.7	1.3	1.2	<b>1.0</b>	1.3	2.1	1.7	1.6
横浜	2.3	<b>3.3</b>	3.0	2.7	2.6	1.9	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>	2.0	2.9	2.2	1.9
京都	0.6	1.5	1.5	<b>1.6</b>	1.2	1.1	0.6	1.1	0.9	1.2	0.2	0.1
広島	0.9	1.5	1.7	1.2	<b>1.8</b>	<b>1.8</b>	0.5	0.9	0.7	0.9	-0.2	-0.3
大阪	1.7	<b>3.2</b>	2.6	2.4	2.1	2.2	1.5	2.3	2.3	3.0	<b>1.2</b>	1.4
福岡	1.7	<b>2.7</b>	2.3	2.0	2.0	1.2	1.1	1.5	2.0	2.2	0.8	0.5
鹿児島	1.4	2.0	1.8	1.5	1.8	1.0	1.0	1.3	1.0	<b>2.3</b>	0.4	0.3
15地点	1.0	<b>1.7</b>	<b>1.7</b>	1.4	1.2	1.2	0.7	0.6	0.9	1.1	0.6	0.6

地点	日最低气温变化率 ( /100年)											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
札幌	<b>6.1</b>	5.8	4.7	4.5	4.7	4.3	3.1	<b>3.0</b>	4.7	4.7	3.9	4.9
仙台	3.8	3.7	3.6	3.8	3.8	2.9	<b>1.4</b>	<b>1.4</b>	2.7	<b>3.9</b>	3.4	3.5
名古屋	3.8	4.3	4.7	4.5	4.2	3.7	<b>2.6</b>	3.3	3.7	<b>4.8</b>	4.4	3.5
東京	<b>6.3</b>	5.5	5.1	4.5	4.2	3.3	<b>2.5</b>	2.7	3.3	4.7	5.3	6.2
横浜	<b>4.8</b>	4.5	4.4	3.6	3.4	2.5	<b>1.9</b>	2.2	2.7	3.9	4.1	4.7
京都	3.9	4.0	4.0	4.1	3.9	3.7	<b>2.7</b>	3.3	3.3	<b>4.2</b>	<b>4.2</b>	3.6
広島	2.8	3.3	3.4	2.9	3.6	3.6	<b>1.5</b>	2.6	3.2	<b>4.4</b>	3.9	2.5
大阪	3.1	3.8	3.7	3.6	3.4	3.8	<b>2.8</b>	3.5	3.8	<b>4.5</b>	4.2	3.0
福岡	4.3	5.2	5.8	5.9	5.8	4.7	<b>2.7</b>	3.7	4.9	<b>7.1</b>	6.1	4.0
鹿児島	4.0	4.1	5.1	4.3	4.0	4.0	<b>2.5</b>	3.7	4.3	<b>5.2</b>	4.0	3.1
15地点	2.0	<b>2.3</b>	2.1	2.0	2.1	2.0	<b>1.2</b>	1.5	1.7	2.1	1.7	1.3

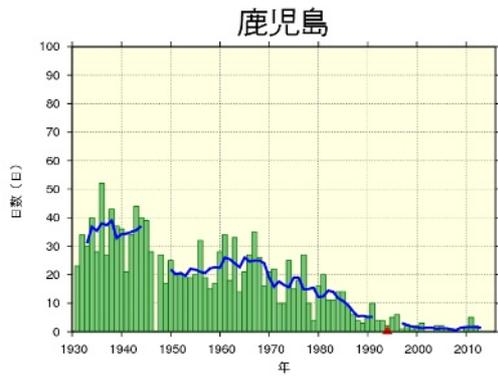
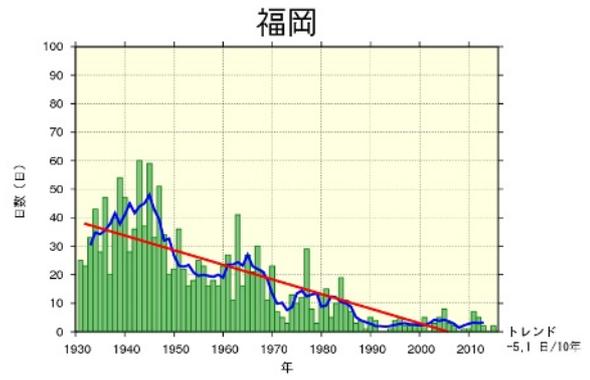
### 【資料3】 各都市における気温の階級別日数の長期変化傾向

#### (1) 冬日日数



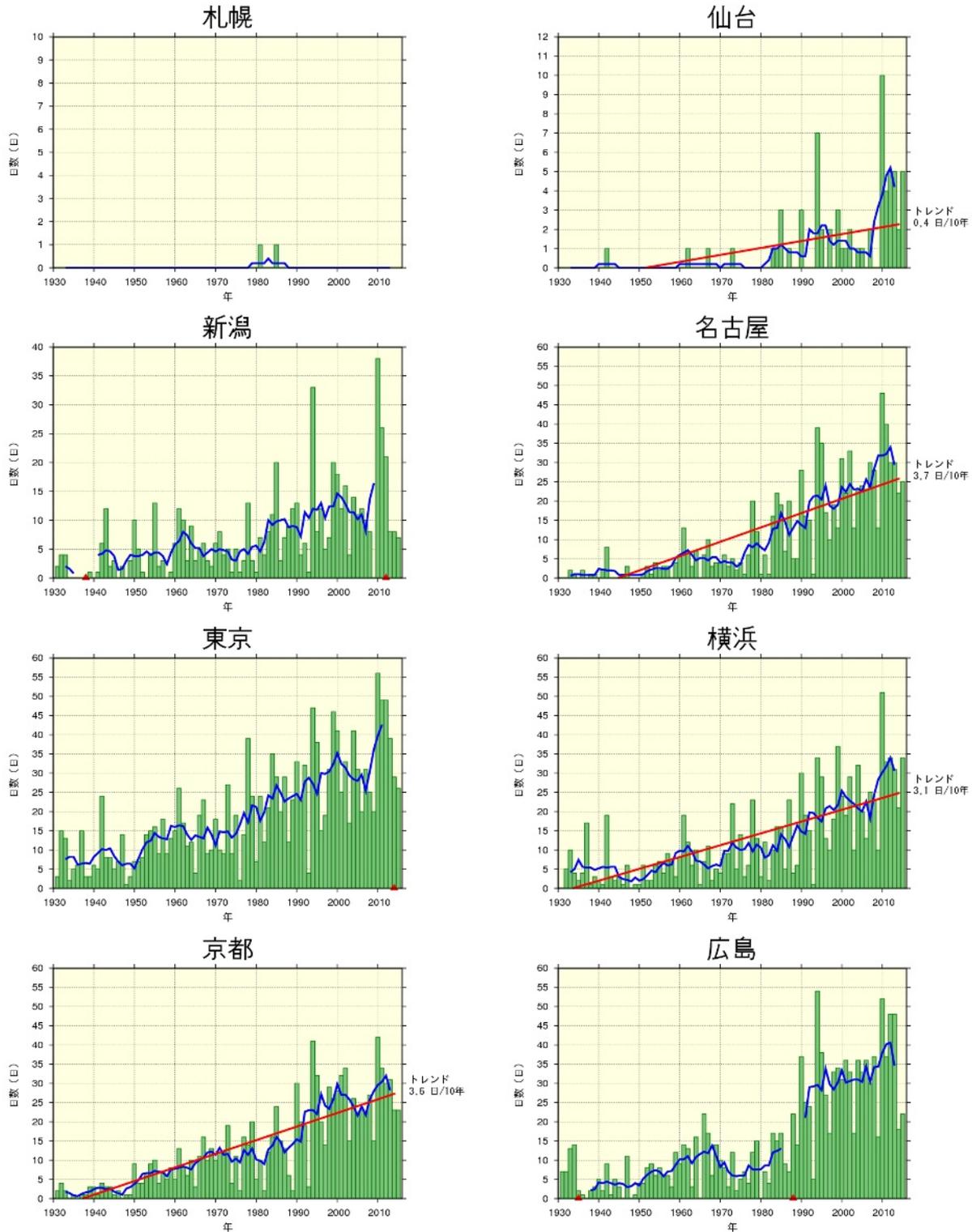
#### 各都市における年間冬日日数の長期変化傾向

統計期間は 1931 年から 2015 年。緑の棒グラフは毎年の値、青い折れ線は 5 年移動平均、赤い直線は長期変化傾向 (統計期間内でデータが均質で、かつ信頼度水準 90%以上で有意な場合に限る) を示す。なお、観測場所の移転によりその前後でデータが均質でない場合は横軸上に ▲ で示した。次頁に続く。



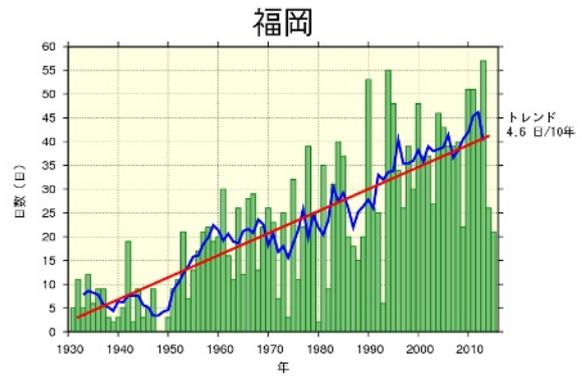
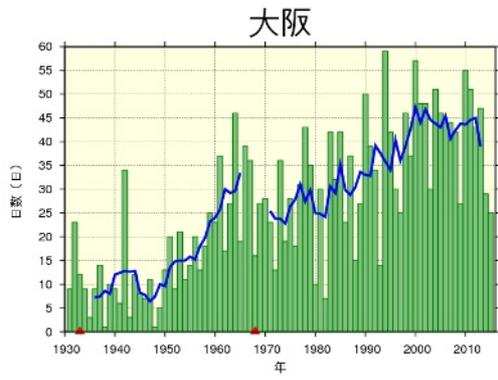
各都市における年間冬日日数の長期変化傾向(続き)

## (2) 熱帯夜日数



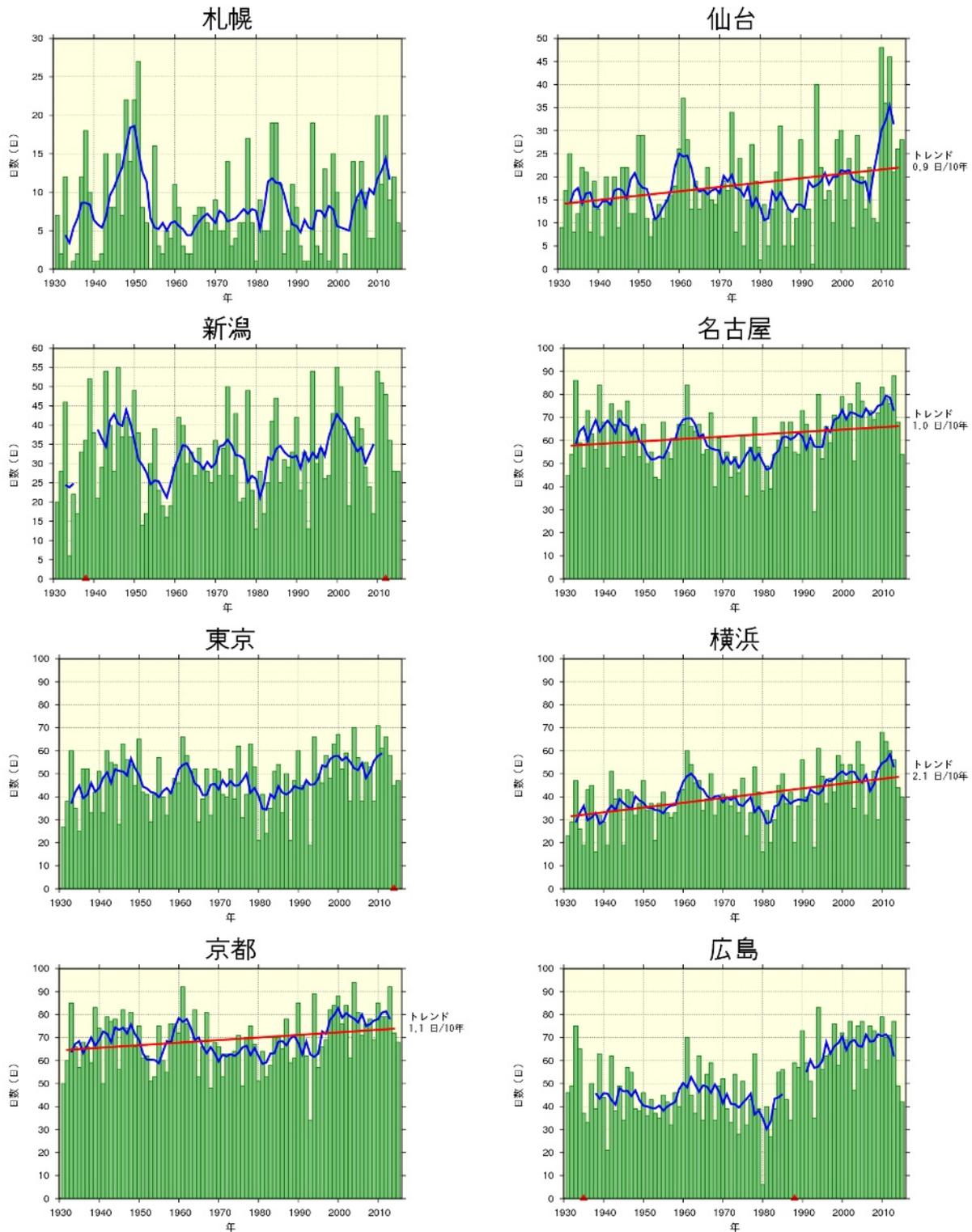
各都市における年間熱帯夜日数の長期変化傾向

統計期間は 1931 年から 2015 年。緑の棒グラフは毎年の値、青い折れ線は 5 年移動平均、赤い直線は長期変化傾向(統計期間内でデータが均質で、かつ信頼度水準 90%以上で有意な場合に限る)を示す。なお、観測場所の移転によりその前後でデータが均質でない場合は横軸上に▲で示した。



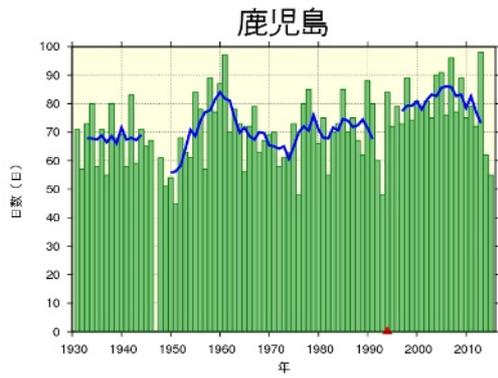
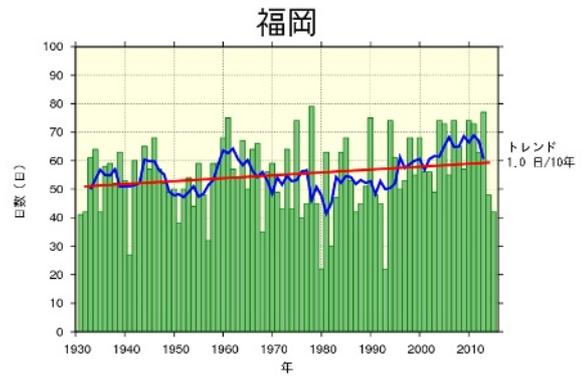
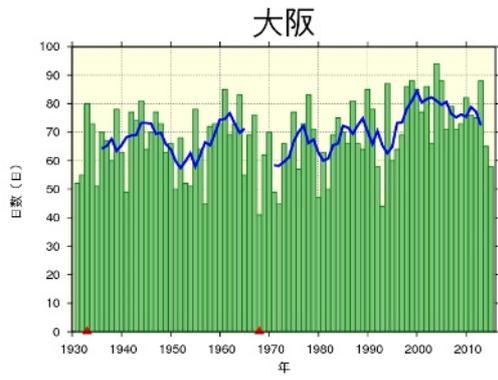
各都市における年間熱帯夜日数の長期変化傾向(続き)

### (3) 真夏日日数



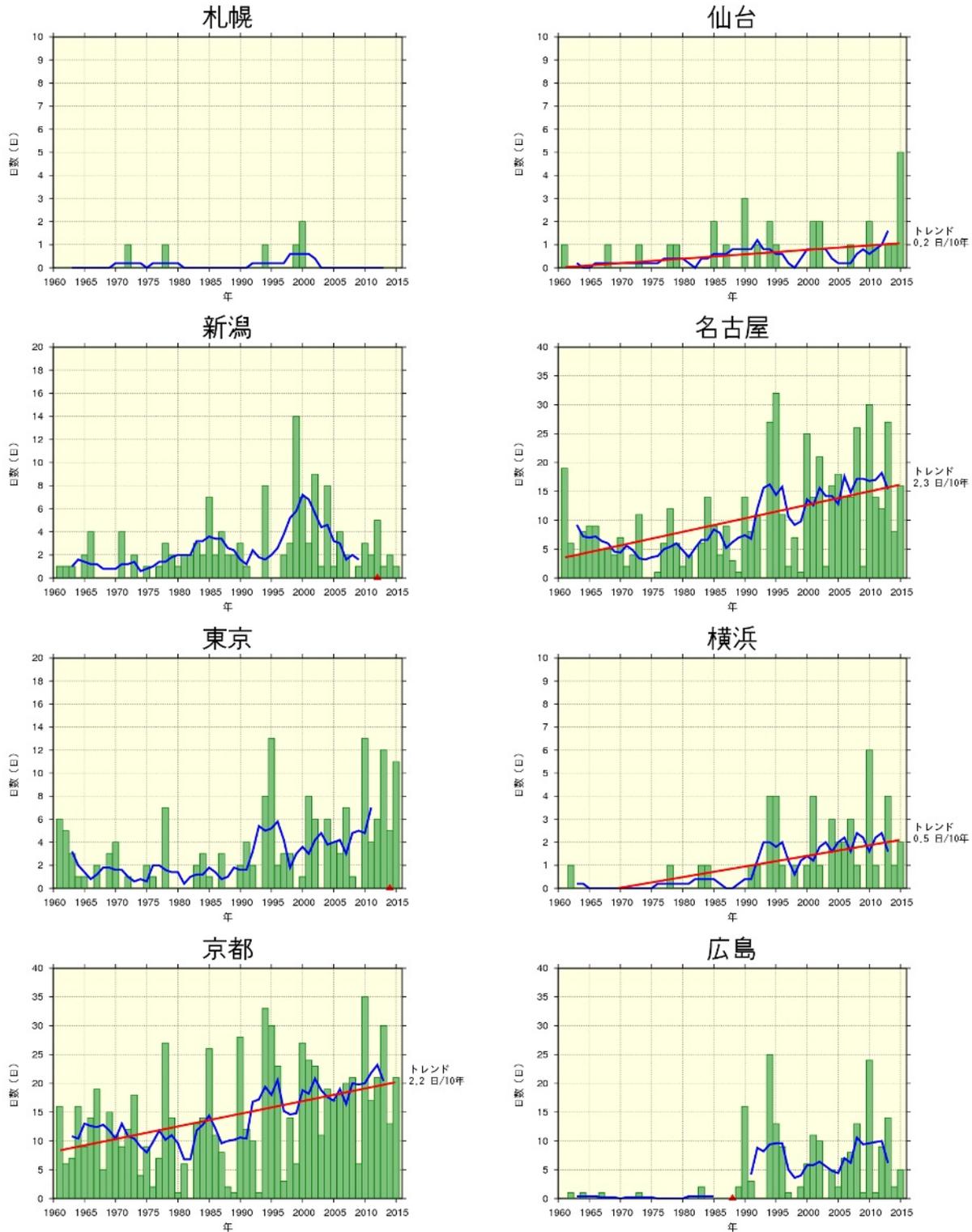
各都市における年間真夏日日数の長期変化傾向

統計期間は 1931 年から 2015 年。緑の棒グラフは毎年の値、青い折れ線は 5 年移動平均、赤い直線は長期変化傾向 (統計期間内でデータが均質で、かつ信頼度水準 90%以上で有意な場合に限る) を示す。なお、観測場所の移転によりその前後でデータが均質でない場合は横軸上に ▲ で示した。



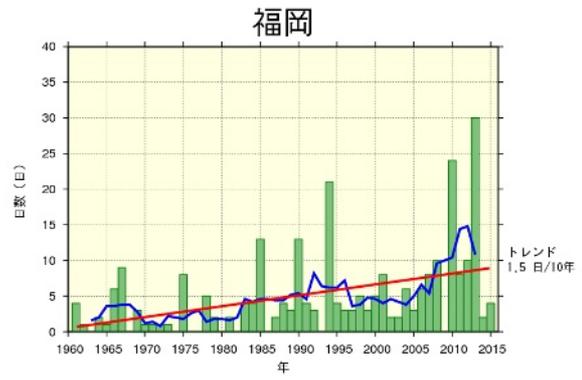
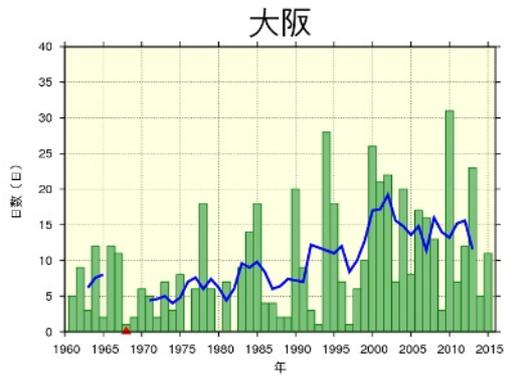
各都市における年間真夏日日数の長期変化傾向(続き)

#### (4) 猛暑日日数



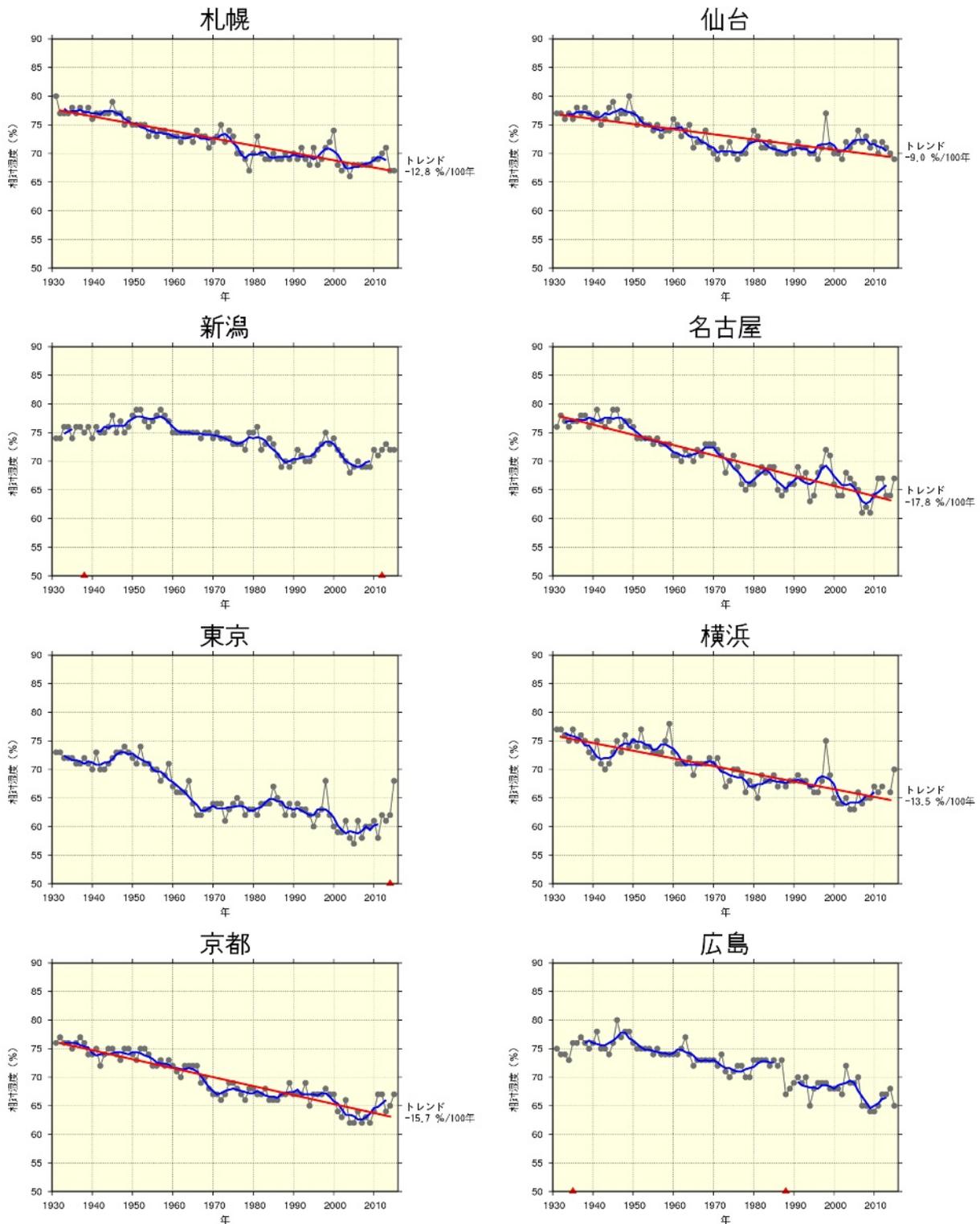
各都市における年間猛暑日日数の長期変化傾向

統計期間は 1961 年から 2015 年。緑の棒グラフは毎年の値、青い折れ線は 5 年移動平均、赤い直線は長期変化傾向(統計期間内でデータが均質で、かつ信頼度水準 90%以上で有意な場合に限る)を示す。なお、観測場所の移転によりその前後でデータが均質でない場合は横軸上に▲で示した。



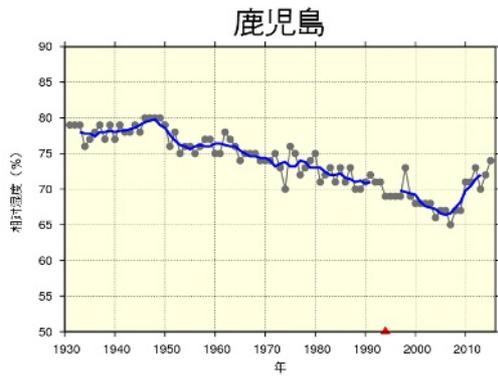
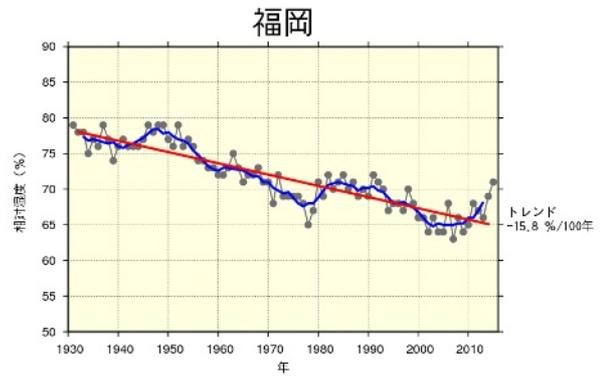
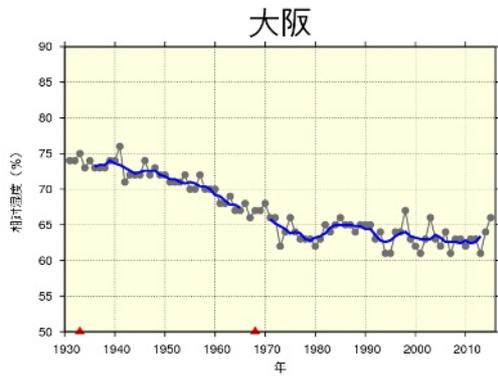
**各都市における年間猛暑日日数の長期変化傾向(続き)**

## 【資料 4】 各都市における年平均相対湿度の長期変化傾向



### 各都市における年平均相対湿度の長期変化傾向

統計期間は1931年から2015年。黒い折れ線は毎年の値、青い折れ線は5年移動平均、赤い直線は長期変化傾向（統計期間内でデータが均質で、かつ信頼度水準90%以上で有意な場合に限る）を示す。なお、観測場所の移転によりその前後でデータが均質でない場合は横軸上に▲で示した。次頁に続く。



**各都市における年平均相対湿度の長期変化傾向(続き)**

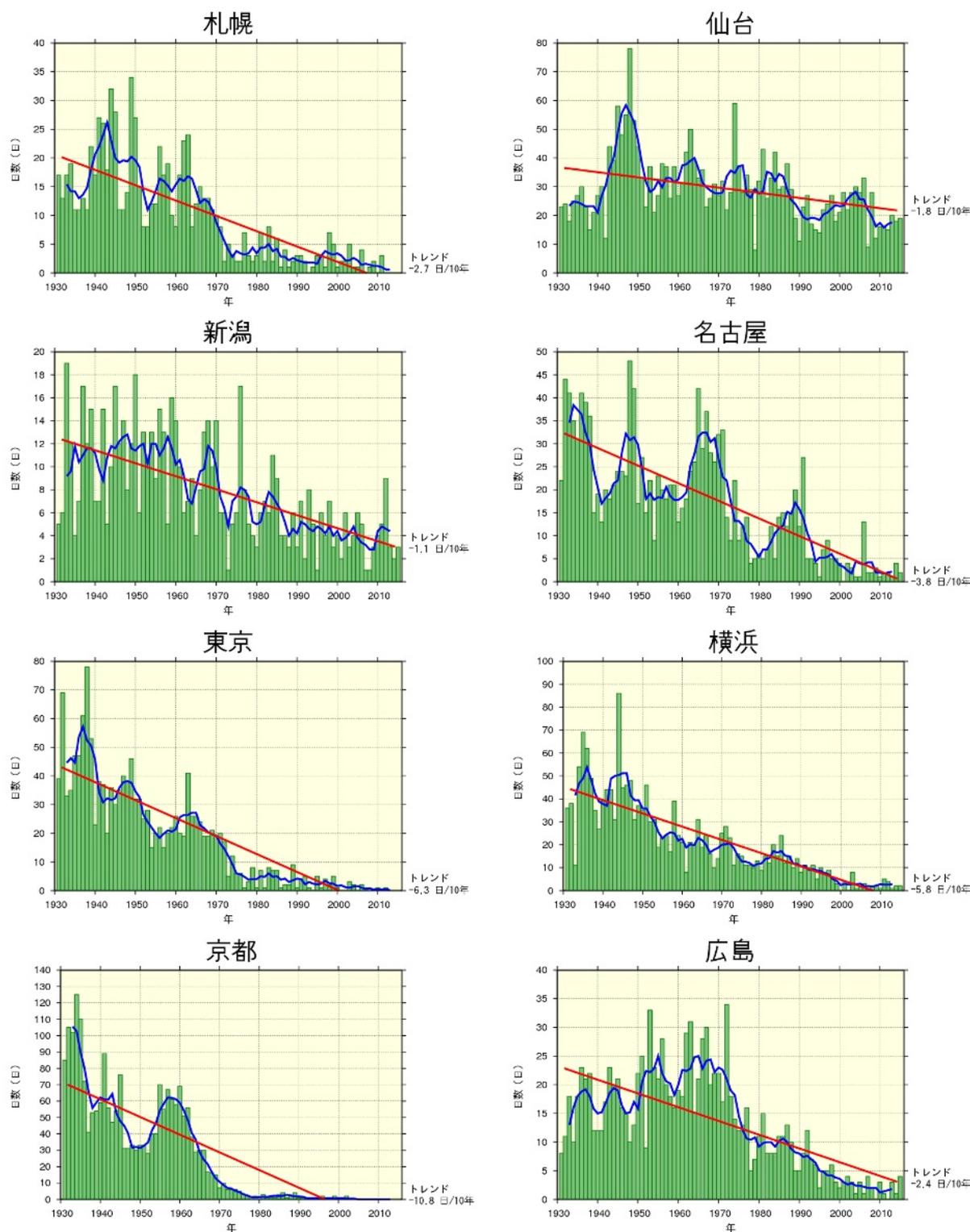
## 【資料 5】 各都市における月平均相対湿度の長期変化傾向

### 各都市及び都市化の影響が比較的小さいとみられる 13 地点平均の月平均相対湿度の長期変化傾向

100 年あたりの変化率を示す。統計期間は 1931 年から 2015 年まで。全ての値で信頼度水準 90%以上で統計的に有意な変化傾向を示している。また、都市ごとに、一年で最も変化傾向の大きい月の数値は赤字、最も変化傾向の小さい月の数値は青字で示している。表中の 13 地点は、都市化の影響が比較的小さいとみられる 15 地点から観測場所の移転によりデータの均質性を確保できない飯田と宮崎を除く 13 地点(網走、根室、寿都、山形、石巻、伏木、銚子、境、浜田、彦根、多度津、名瀬、石垣島)の平均を表す。

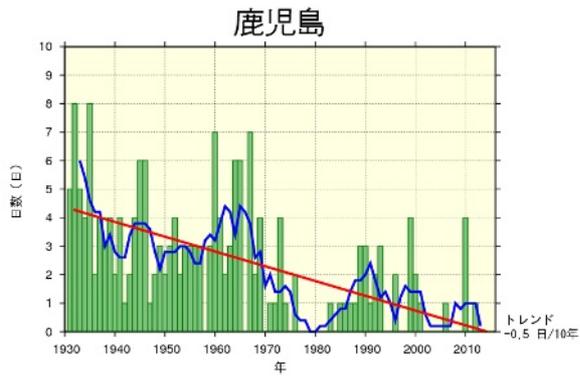
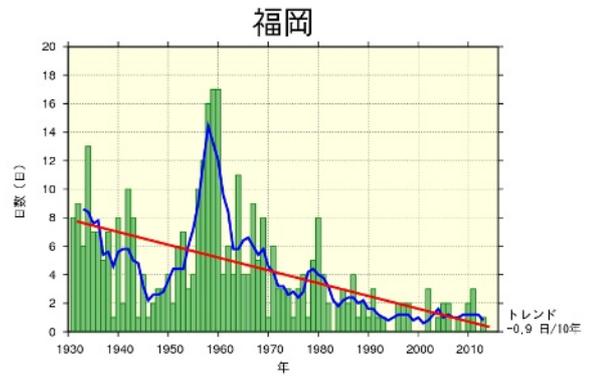
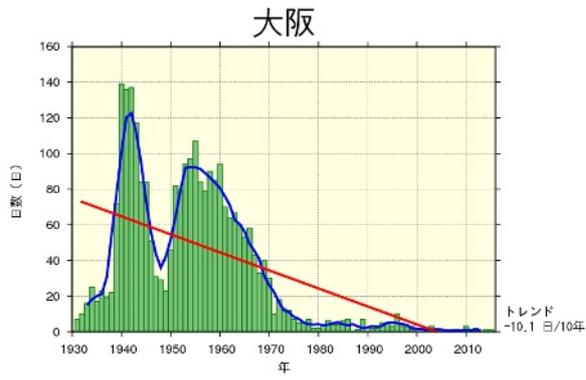
地点	平均相対湿度変化率 (%/100年)											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
札幌	-10.7	-10.8	-13.7	-12.5	-11.1	-10.7	-11.5	-13.2	-17.1	-17.9	-12.2	-11.3
仙台	-10.6	-8.8	-10.6	-8.9	-7.4	-5.7	-6.7	-8.0	-7.6	-11.8	-9.4	-12.0
名古屋	-17.4	-16.8	-17.3	-19.9	-18.0	-14.6	-14.9	-18.2	-20.4	-21.1	-17.0	-17.5
横浜	-17.9	-15.8	-14.6	-12.5	-11.2	-8.3	-9.4	-10.2	-12.2	-15.2	-15.4	-18.2
京都	-13.8	-14.3	-15.8	-18.9	-15.9	-13.5	-13.6	-15.4	-16.4	-16.7	-16.1	-16.3
福岡	-13.9	-15.4	-15.2	-19.6	-17.6	-9.1	-12.0	-14.5	-15.9	-19.5	-17.8	-16.9
13 地点	-5.9	-6.4	-7.0	-7.7	-6.9	-5.0	-5.7	-6.7	-6.6	-7.3	-5.7	-5.9

## 【資料6】 各都市における年間霧日数の長期変化傾向



### 各都市における年間霧日数の長期変化傾向

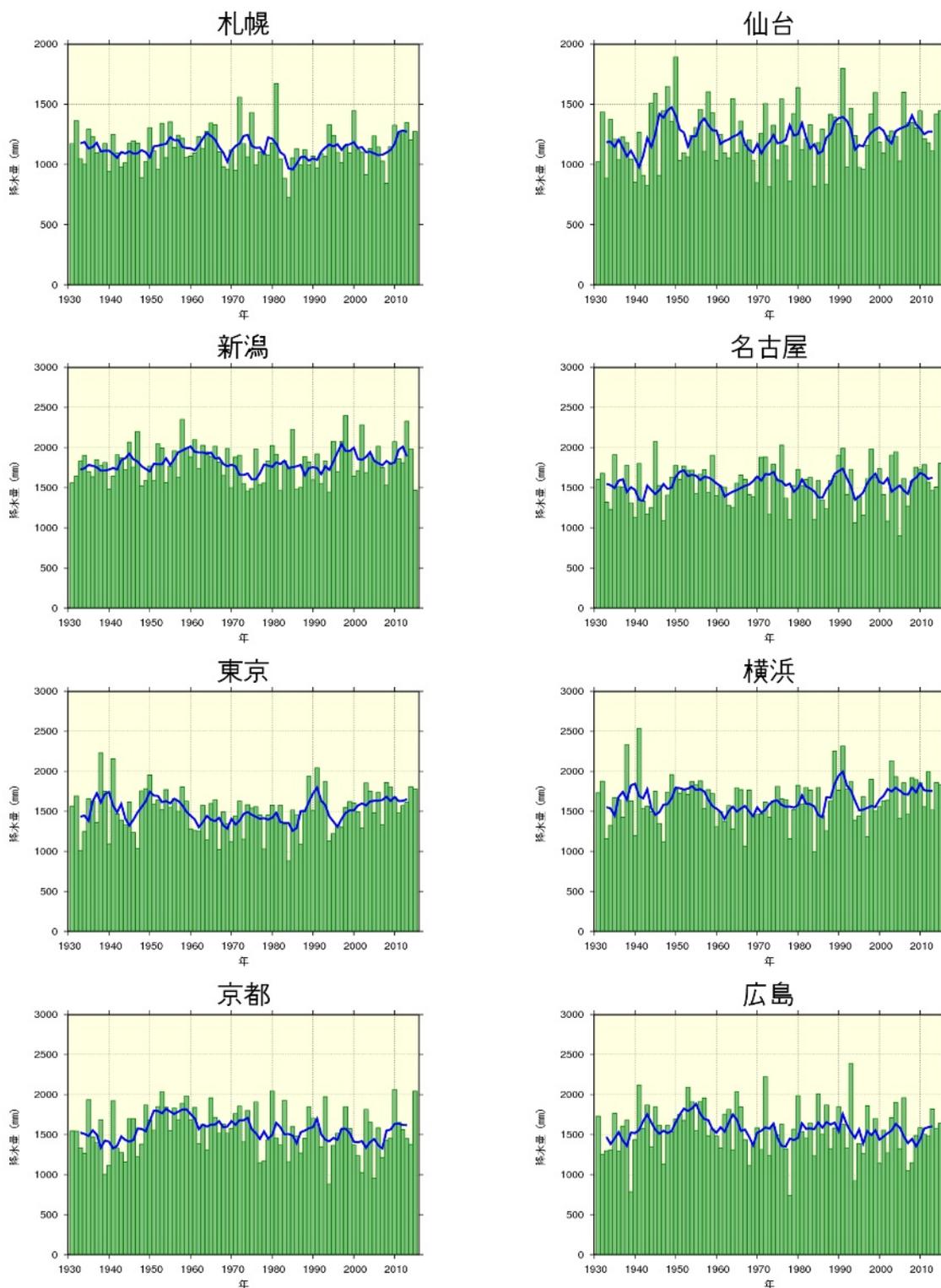
統計期間は1931年から2015年。緑の棒グラフは毎年の値、青い折れ線は5年移動平均、赤い直線は長期変化傾向(統計期間内でデータが均質で、かつ信頼度水準90%以上で有意な場合に限る)を示す。次頁に続く。



**各都市における年間霧日数の長期変化傾向(続き)**

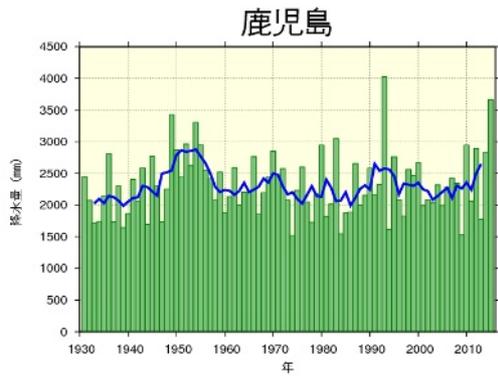
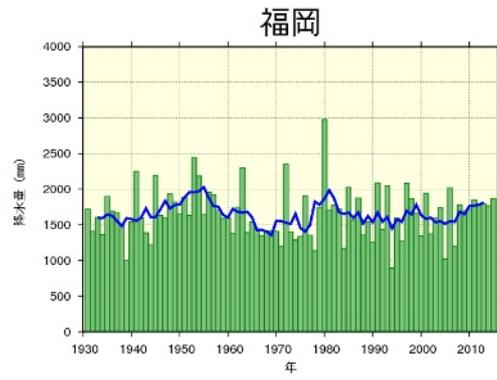
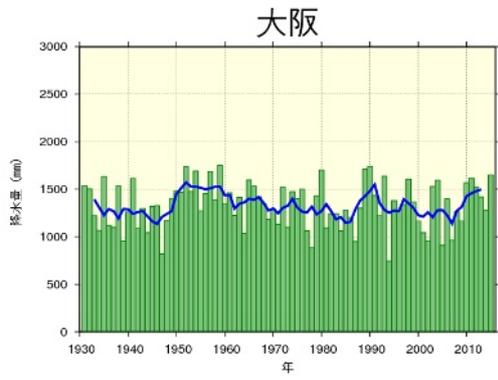
## 【資料 7】 各都市における年降水量、年最大 1 時間降水量の長期変化傾向

### (1) 年降水量



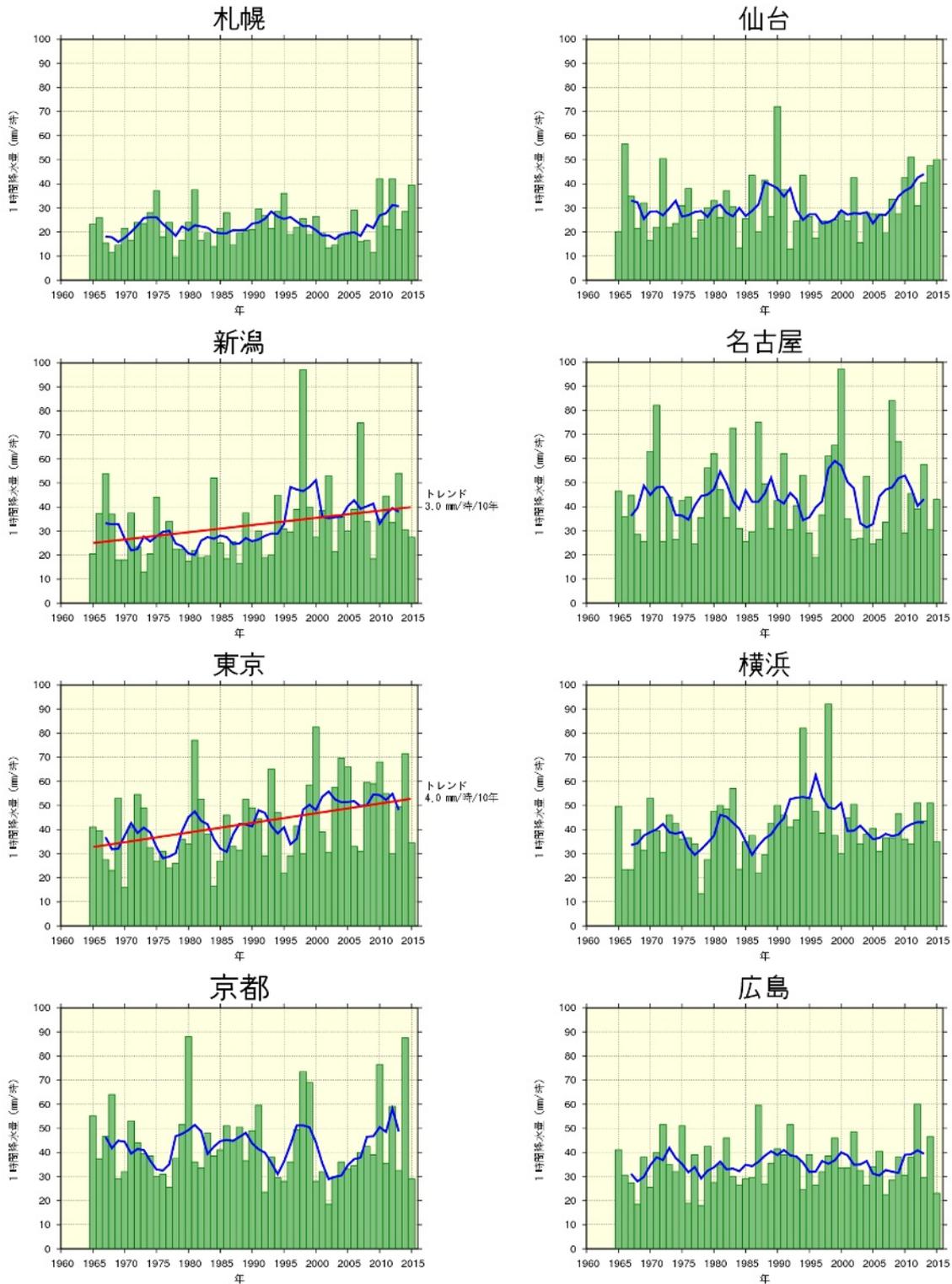
各都市における年降水量の長期変化傾向

統計期間は 1931 年から 2015 年。緑の棒グラフは毎年の値、青い折れ線は 5 年移動平均、赤い直線は長期変化傾向(統計期間内でデータが均質で、かつ信頼度水準 90%以上で有意な場合に限る)を示す。次頁に続く。



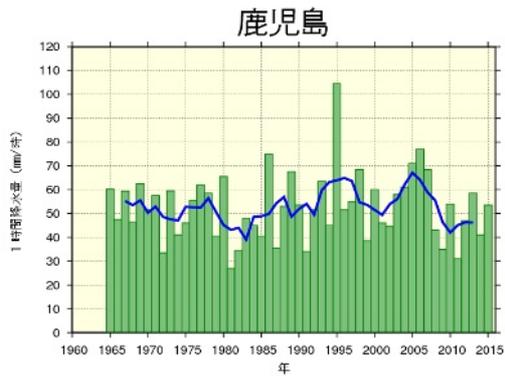
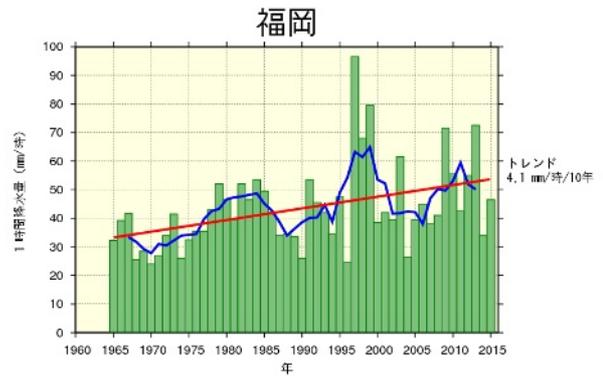
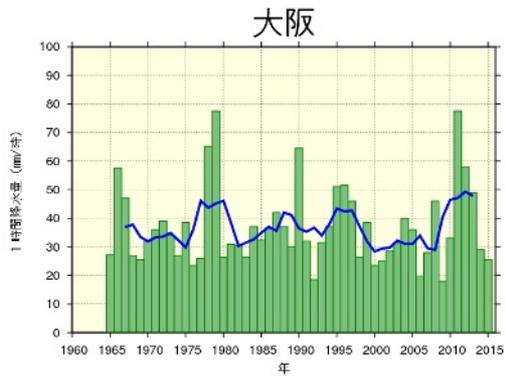
**各都市における年降水量の長期変化傾向(続き)**

## (2) 年最大 1 時間降水量



各都市における年最大 1 時間降水量の長期変化傾向

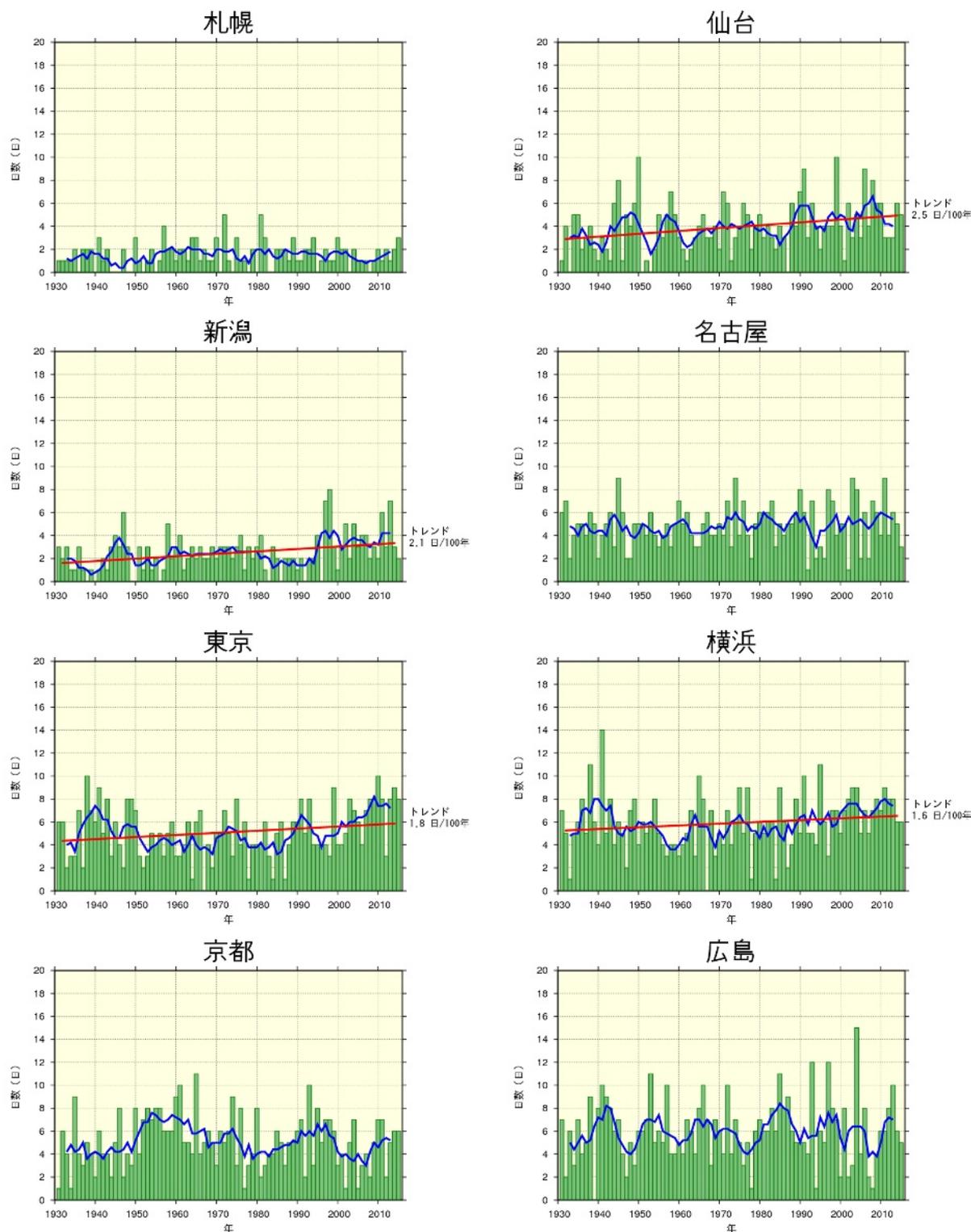
統計期間は 1965 年から 2015 年。緑の棒グラフは毎年の値、青い折れ線は 5 年移動平均、赤い直線は長期変化傾向(統計期間内でデータが均質で、かつ信頼度水準 90%以上で有意な場合に限る)を示す。次頁に続く。



**各都市における年最大 1 時間降水量の長期変化傾向(続き)**

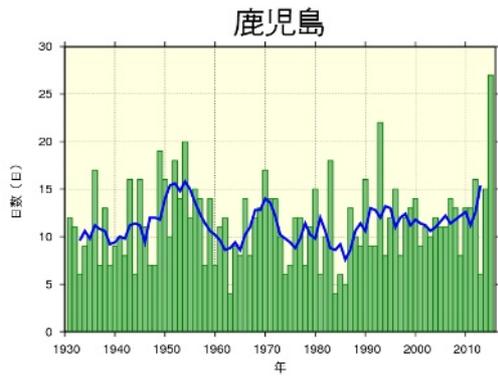
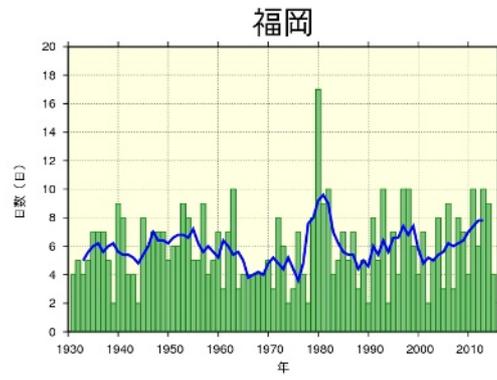
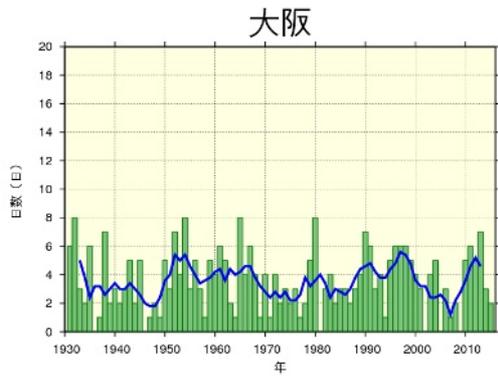
## 【資料 8】 各都市における年間大雨日数の長期変化傾向

### (1) 日降水量 50mm 以上の年間日数



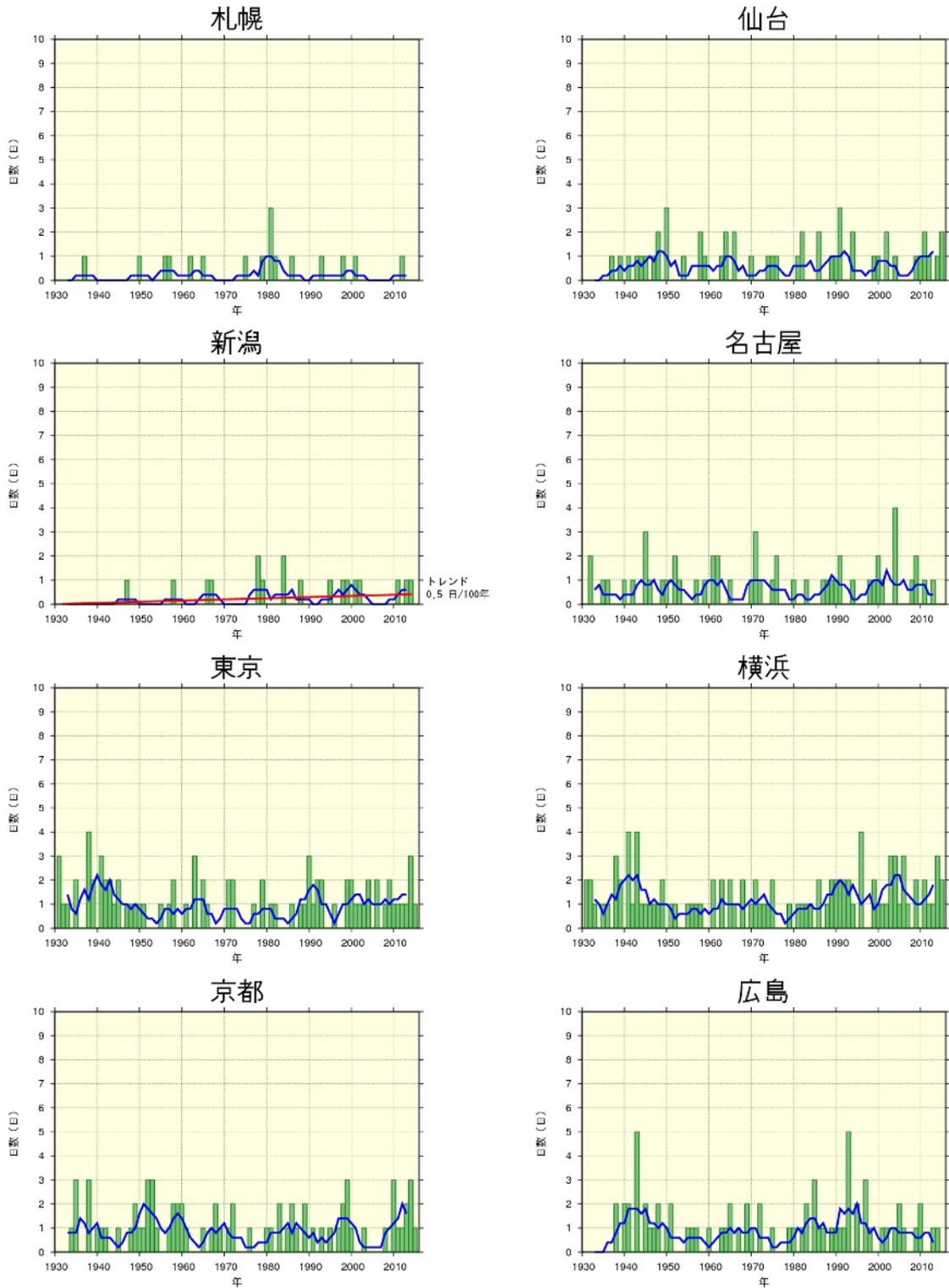
各都市における日降水量 50mm 以上の年間日数の長期変化傾向

統計期間は 1931 年から 2015 年。緑の棒グラフは毎年の値、青い折れ線は 5 年移動平均、赤い直線は長期変化傾向(統計期間内でデータが均質で、かつ信頼度水準 90%以上で有意な場合に限る)を示す。次頁に続く。



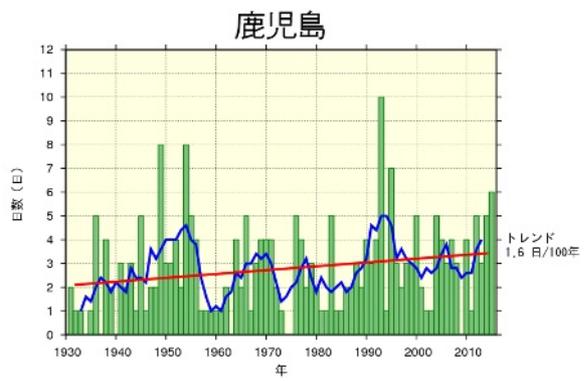
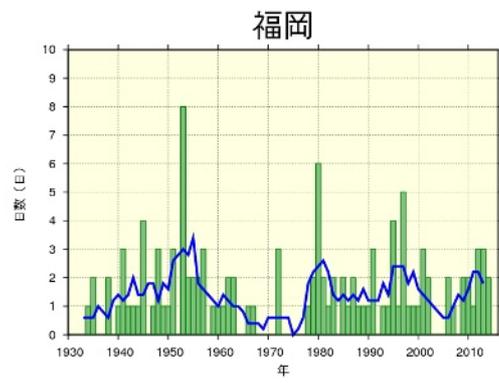
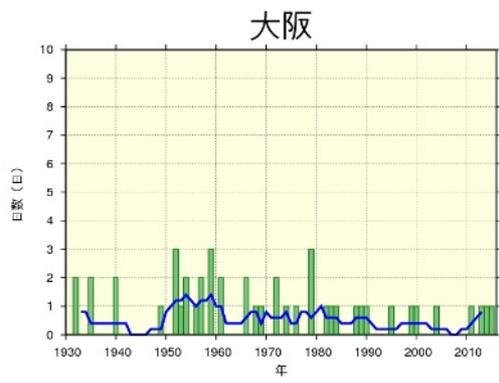
**各都市における日降水量 50mm 以上の年間日数の長期変化傾向(続き)**

(2) 日降水量 100mm 以上の年間日数



各都市における日降水量 100mm 以上の年間日数の長期変化傾向

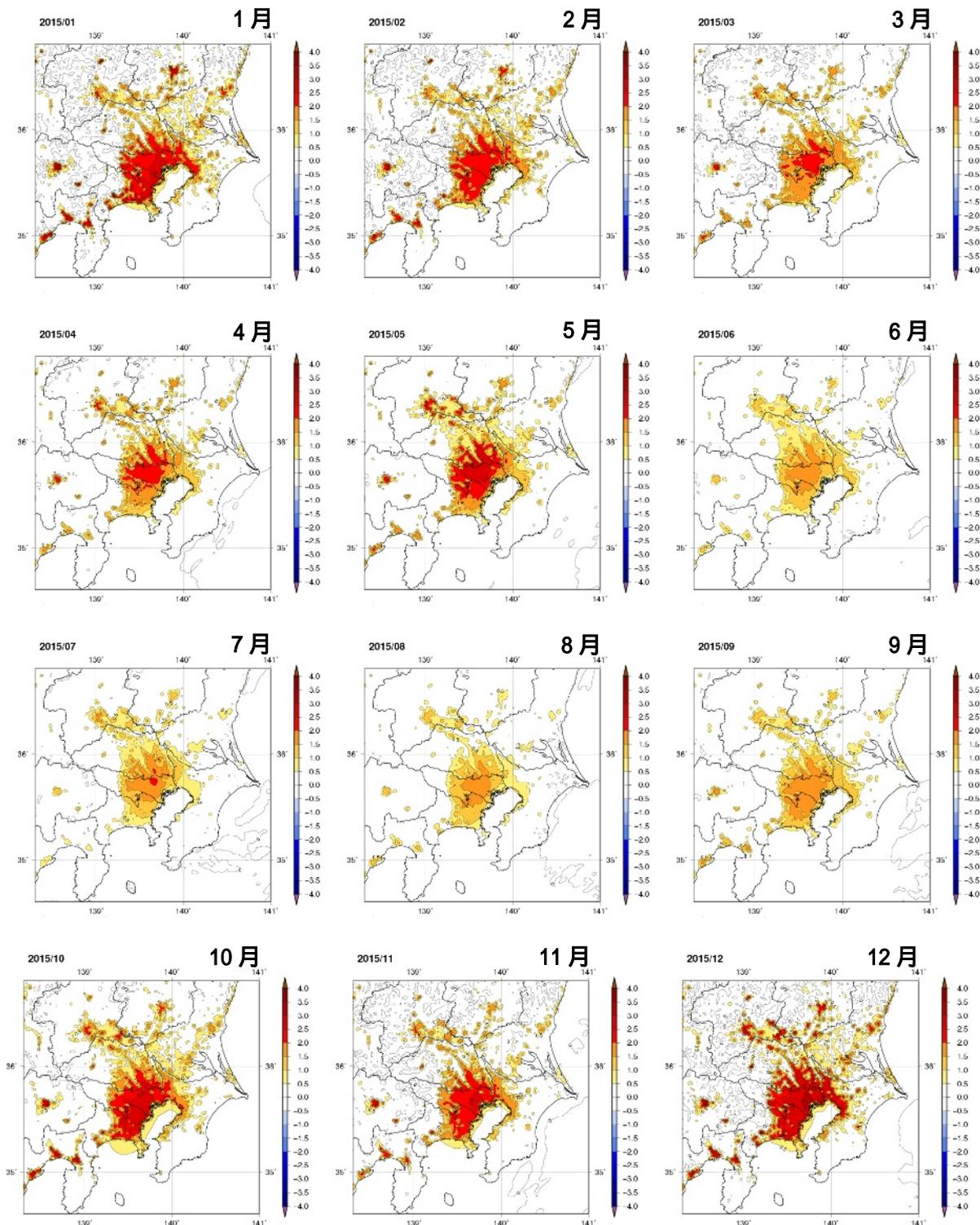
統計期間は 1931 年から 2015 年。緑の棒グラフは毎年の値、青い折れ線は 5 年移動平均、赤い直線は長期変化傾向(統計期間内でデータが均質で、かつ信頼度水準 90%以上で有意な場合に限る)を示す。次頁に続く。



**各都市における日降水量 100mm 以上の年間日数の長期変化傾向 (続き)**

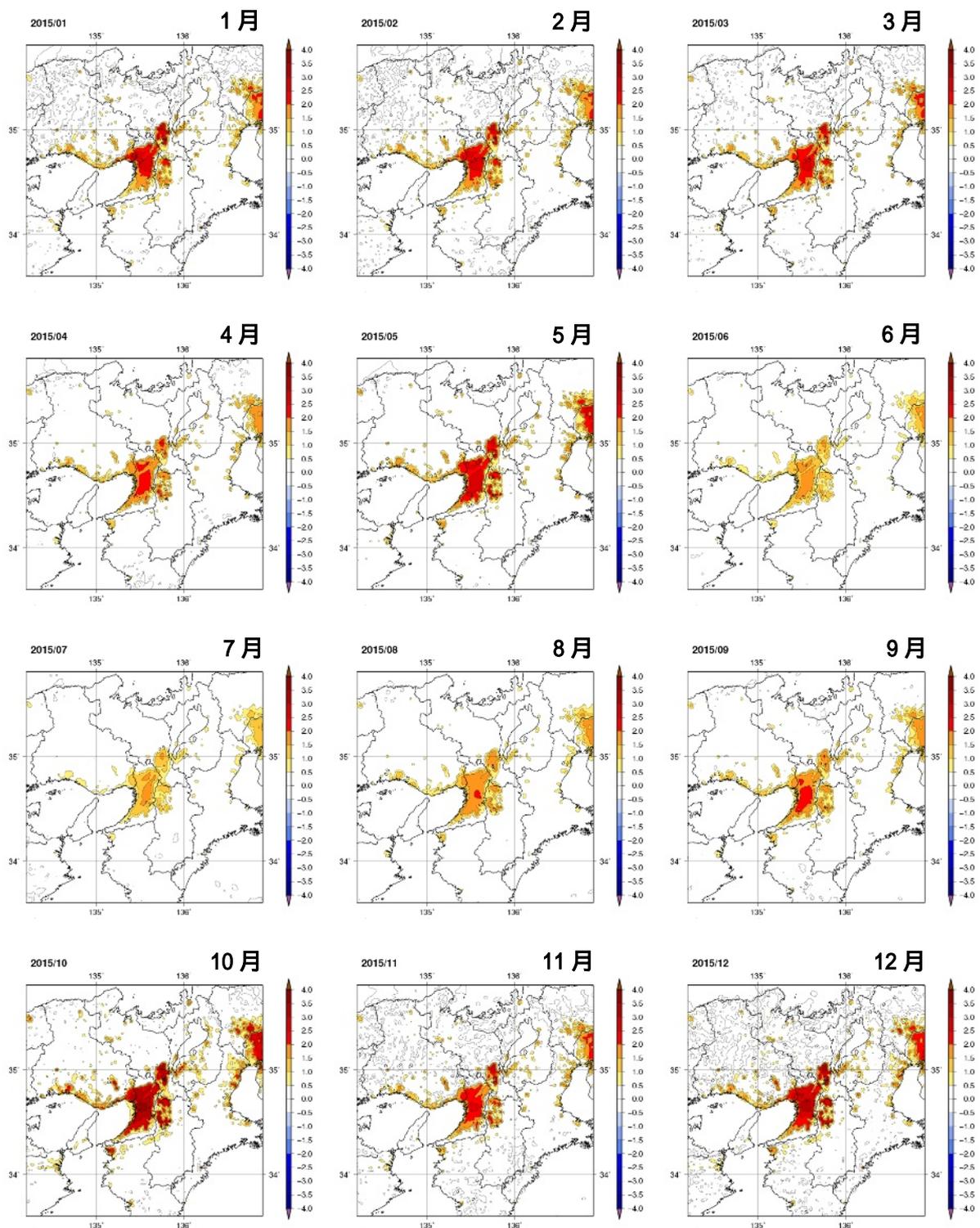
【資料 9】 2015 年各月での都市化の影響による平均気温の変化

(1) 関東地方



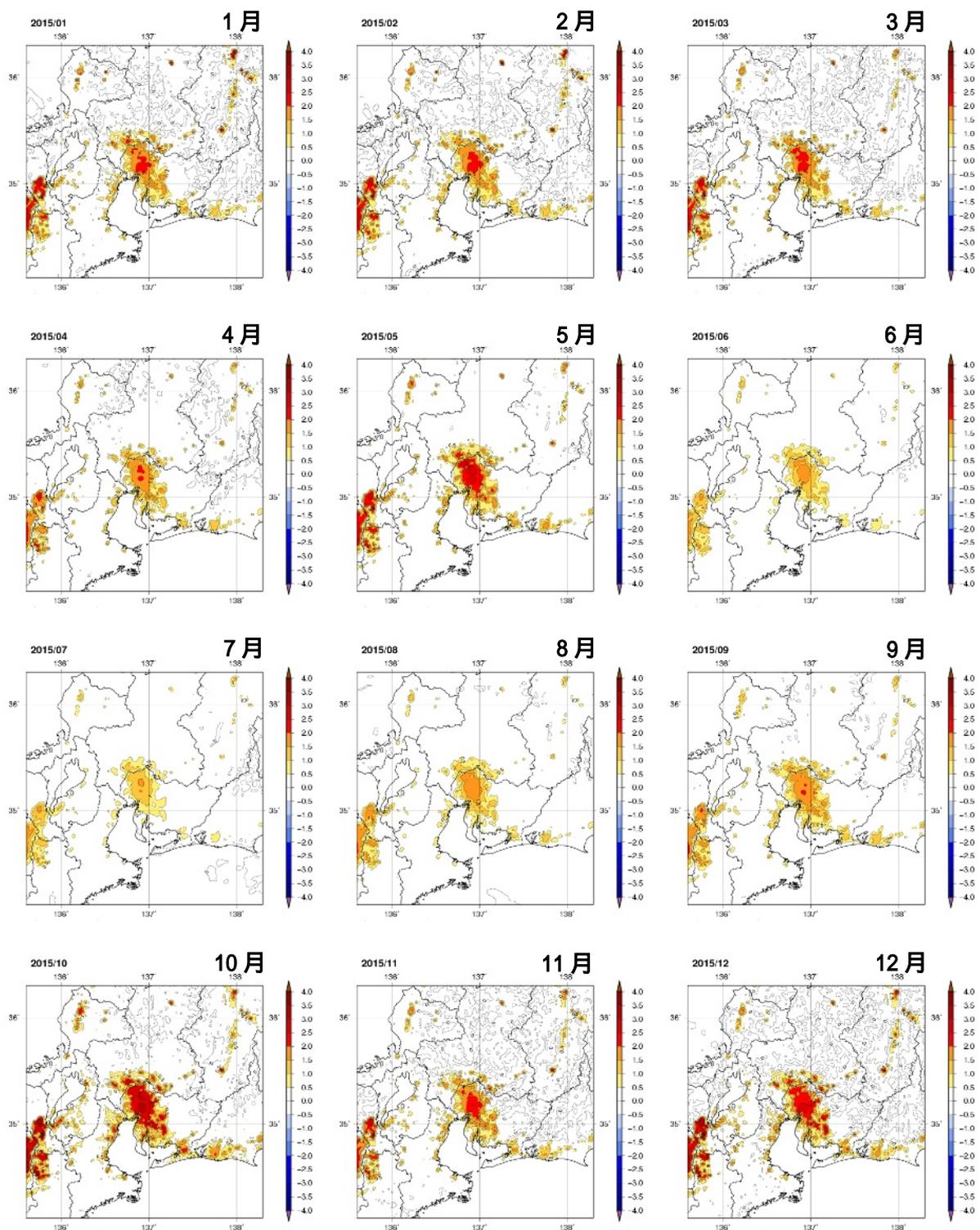
関東地方における 2015 年各月での都市化の影響による平均気温の変化 ( )

## (2) 近畿地方



近畿地方における 2015 年各月での都市化の影響による平均気温の変化 ( )

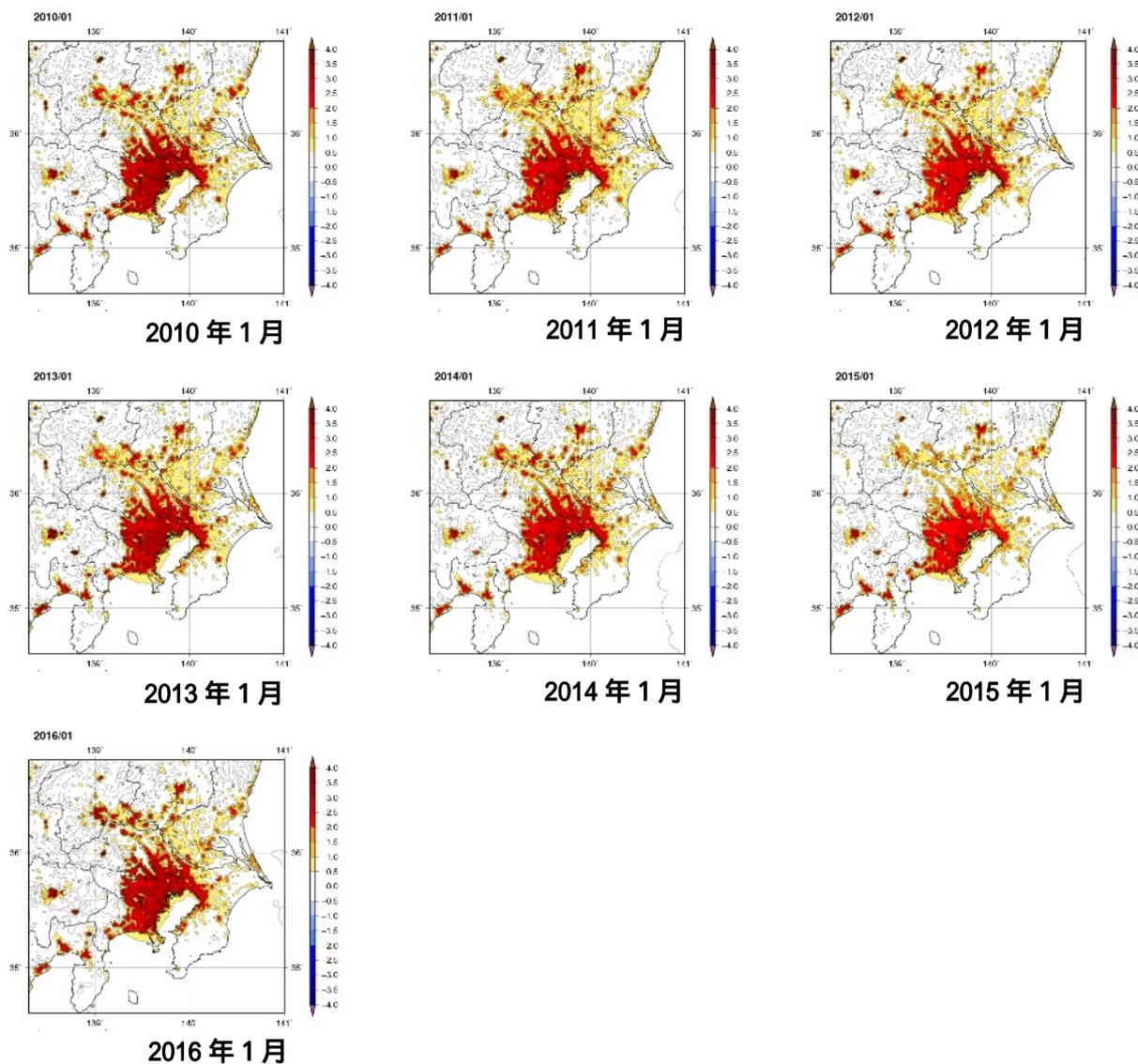
### (3) 東海地方



東海地方における 2015 年各月での都市化の影響による平均気温の変化 ( )

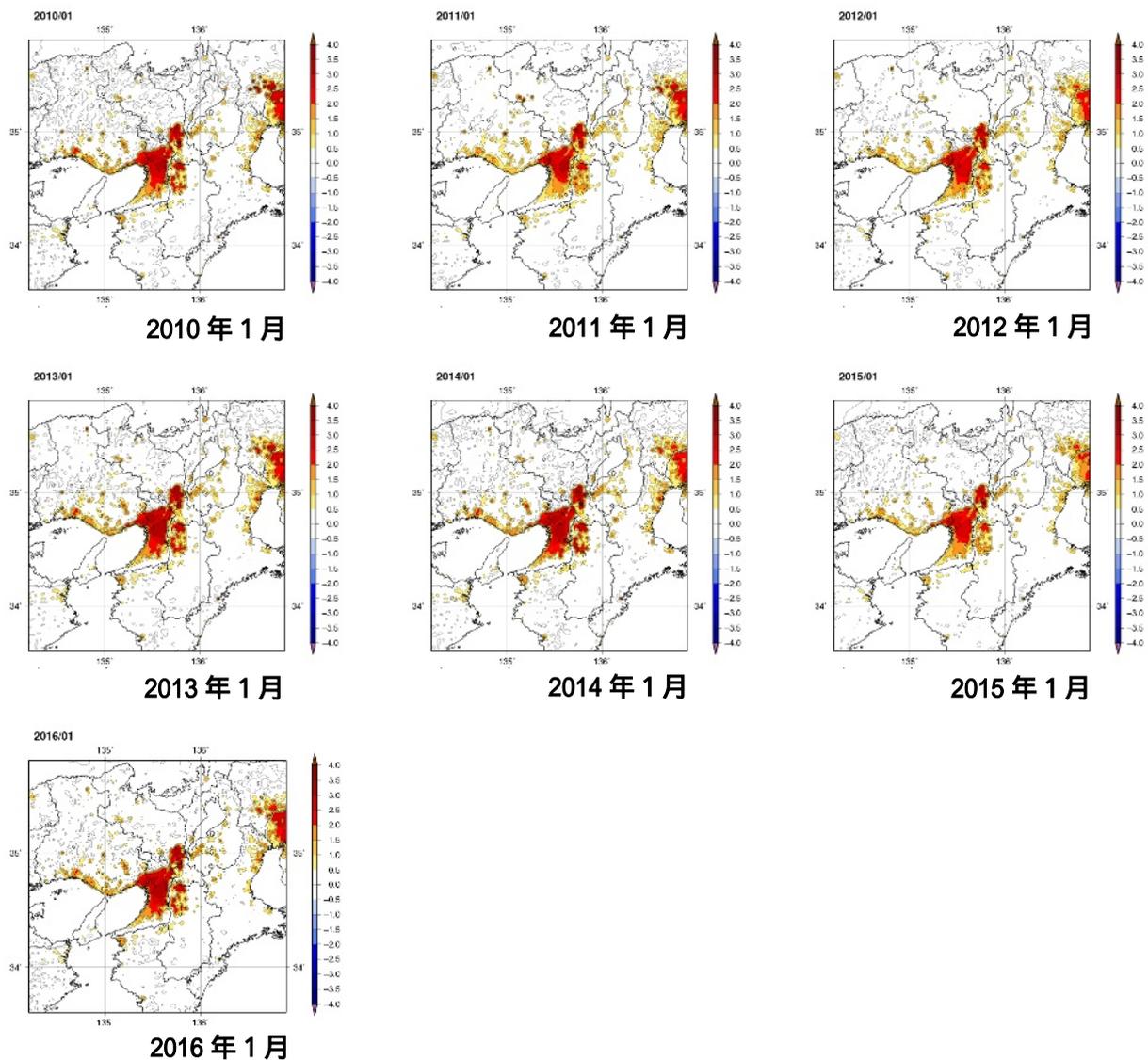
# 【資料 10】 2010 年から 2016 年までの 1 月の都市化の影響による平均気温の変化

## (1) 関東地方



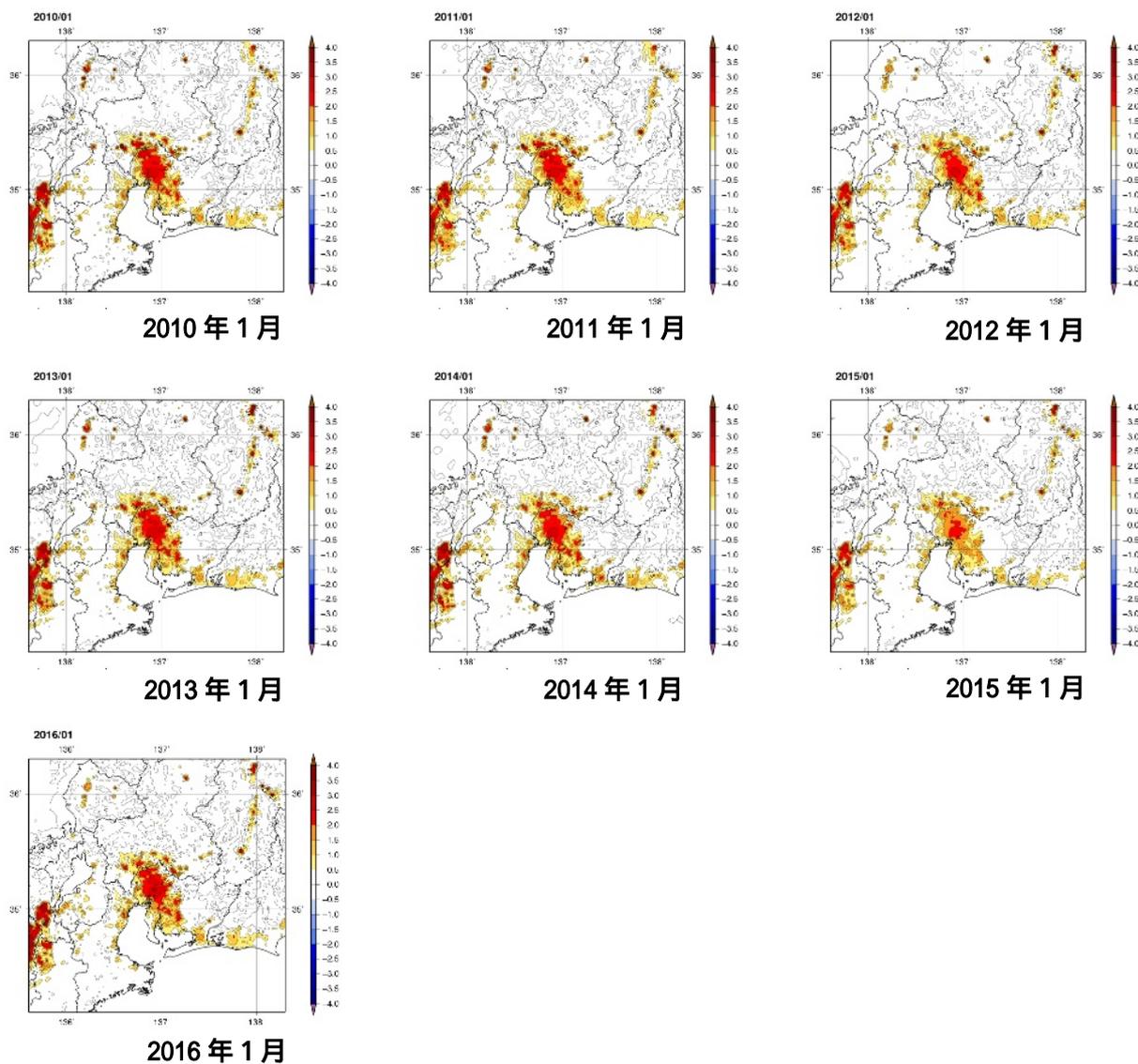
関東地方における 2010～2016 年 1 月の都市化の影響による平均気温の変化 ( ) の分布

## (2) 近畿地方



近畿地方における 2010～2016 年 1 月の都市化の影響による平均気温の変化 ( ) の分布

### (3) 東海地方



東海地方における 2010～2016 年 1 月の都市化の影響による平均気温の変化 ( ) の分布