

# 静岡県における最近 30 年間の気温の経年変化について

山 根 悠 介

Temperature trends in the last 30 years in Shizuoka Prefecture

Yusuke YAMANE

2017 年 9 月 8 日受理

## 抄 録

本研究は、静岡県における最近 30 年間（1987 年から 2016 年まで）の気温の経年変化について調べたものである。

解析の結果、清水での上昇率が最も大きく、県中部（静岡、清水）、東部及び伊豆（三島、松崎、稲取）のいずれも海沿いの地域の多くで大きな上昇傾向が見られた。また春（3 月～5 月）、夏（6 月～8 月）、秋（9 月～11 月）それぞれにおける季節ごとの平均気温の最近 30 年間の経年変化を調べた結果、いずれの季節においても清水で気温の上昇率が最も大きく（上昇傾向は統計的に有意）、また年平均気温の分布と同様に県中部と東部及び伊豆の海沿いの地域の多くで大きな上昇傾向が見られた。冬（12 月～2 月）の平均気温の 30 年間の経年変化については、県内ほぼ全域で下降傾向が見られ、中でも佐久間では統計的に有意な気温の下降傾向が見られた。

キーワード：静岡県 気温 経年変化 最近 30 年間

## 1. はじめに

本研究は、静岡県における気温の経年変化の特徴、特に最近 30 年間の気温の経年変化の特徴について明らかにすることを目的としたものである。

現在、人間活動に伴う二酸化炭素などの温室効果気体の排出により地球全体の気温が上昇する「地球温暖化」の進行が懸念されている。気象庁（2017）は、2016 年の日本の年平均気温の偏差は  $+0.88^{\circ}\text{C}$  で、1898 年以降で最も高い値であったと報告している。日本の年平均気温は上昇しており、その上昇率は 100 年あたり  $1.19^{\circ}\text{C}$  であること、また、1980 年代後半から急速に気温が上昇しており、日本の気温が顕著な高温を記録した年は、おおむね 1990 年代以降に集中していると報告しており、これは日本のみならず世界的にも見られる傾向であることを示している。

このような最近 30 年間の世界及び日本全体における急速な気温上昇の中で、静岡県というローカルな範囲で気温がどのように変化してきたのかを理解し把握すること

は、今後の気温変動を予測しそれに基づいて適切な対策をとる上で重要である。本研究は、最近 30 年間の世界及び日本における急速な気温上昇の中で、静岡県という地域における気温の 30 年間の経年変化の特徴を明らかにし、地域レベルでの気候変動の実態把握に資することを目的とする。

最近 30 年間という時間は、現在大学で学ぶ学生が生まれてから現在まで過ごしてきた中で気候の変化を実感できるスケールである。今後、地球温暖化等の気候変動は、教育において取り扱われるテーマの一つとしてその重要性はさらに増すであろう。山根 (2016) は、学生が気候変動を「実感を伴って理解する」ために、学生が実感できる時間スケールでの気候変動に関する基礎資料を提示することは有用であると指摘しており、本研究もその成果を学生への気候変動に関する教育のための基礎資料とすべく最近 30 年間に着目した解析を行った。

以上のことから、本研究は最近 30 年間における静岡県における気温の経年変化の特徴について明らかにすべく解析を行った。まず、本県の 30 年間の平均気温の分布の基礎的な特徴を示し、その後最近 30 年間の気温の経年変化の特徴について述べる。

## 2. 使用したデータと方法

本研究で使用したデータは気象庁ホームページの過去のデータ・ダウンロードのページ (<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>) からダウンロードしたものである。ダウンロードしたデータは静岡県内の 18 の観測点における月平均の気温データである。データを利用した観測点の地名、北緯、東経、標高を表 1 に示す。データを使用した期間は 1987 年から 2016 年までの 30 年間である。静岡空港の気温データもダウンロード可能であったが、利用可能な期間が 2009 年以降の 8 年間であり、30 年間の変動を調べる解析に対しては期間が不足していると判断し、静岡空港のデータについては解析対象に含めなかった。また、天竜と川根本町においてそれぞれ 1987 年 11 月から 1988 年 3 年までと 1991 年 10 月にデータの欠損があったが、本研究ではこれらの欠損を抜きにして年平均気温、春、夏、秋、冬それぞれの平均気温を計算した。いずれの欠損期間におけるデータ数は 30 年間全体のデータ数に対して僅かな数なので、これらの欠損期間を抜きにして平均値を計算しても結果に特に大きな影響を及ぼすものではないと考える。

本研究では、春、夏、秋、冬を次のように定義した。春は 3 月から 5 月、夏は 6 月から 8 月、秋は 9 月から 11 月、冬は 12 月から 2 月である。

本研究では、1987 年から 2016 年までの間の気温変化の指標として、この 30 年間における平均気温の経年変化に対する線形回帰直線の傾きに 100 をかけたものを用いた。100 をかけることにより 1 年当たりの気温の変化を 100 年あたりに換算した。また 30 年間の気温の経年変化の傾向が統計的に有意であるかどうかを Man-Kendall rank statistic によって確認した。この検定方法は経年変化傾向の統計的有意性を確かめる目的で多くの研究で使われている。Man-Kendall rank statistics は時系列データが正規分布していても適用することができるノンパラメトリック検定である (松山・谷本, 2005)。

静岡県における最近30年間の気温の経年変化について〈論文〉

表1：解折に用いた静岡県内の観測地点(18点)の地名、北緯と東経、標高及び30年間(1987年～2016年)で平均した年平均気温、春(3月～5月)、夏(6月～8月)、秋(9月～11月)、冬(12月～2月)の30年間平均気温、変化率(°C/100年)は、30年間の気温変化に対する線形回帰直線の傾きに100をかけて計算された。変化率に付された\*及び\*\*は変化傾向の統計的有意性を示す(\*は95%、\*\*は99%の有意水準でそれぞれ有意であることを示す)。

	北緯 (°)	東経 (°)	標高 (m)	年平均				春(3月～5月)				夏(6月～8月)				秋(9月～11月)				冬(12月～2月)			
				30年 平均気温 (°C)	変化率 (°C/100年)	30年 平均気温 (°C)	変化率 (°C/100年)	30年 平均気温 (°C)	変化率 (°C/100年)	30年 平均気温 (°C)	変化率 (°C/100年)	30年 平均気温 (°C)	変化率 (°C/100年)	30年 平均気温 (°C)	変化率 (°C/100年)	30年 平均気温 (°C)	変化率 (°C/100年)	30年 平均気温 (°C)	変化率 (°C/100年)	30年 平均気温 (°C)	変化率 (°C/100年)		
静岡	34.98	138.40	45.9	16.8	2.1 *	14.9	2.8	25.1	3.0	19.3	3.0 *	7.9	-0.3										
浜松	34.75	137.71	45.9	16.5	2.3	14.5	3.1	25.1	3.3	19.1	3.2	7.2	-0.3										
佐久間	35.06	137.76	150.0	14.6	-1.6	12.9	-0.7	24.3	-0.2	16.8	-0.9	4.4	-4.7 *										
天竜	34.89	137.81	61.0	16.1	-1.5	14.2	0.8	24.9	0.8	18.5	2.3	6.6	-0.7										
磐田	34.69	137.88	3.0	16.2	1.7	14.2	2.5	24.5	3.7 *	18.8	2.3	7.2	-1.7										
御前崎	34.60	138.21	44.7	16.6	1.5	14.5	2.2	24.3	2.3	19.6	2.2	7.9	-0.9										
菊川牧之原	34.79	138.14	191.0	15.0	1.4	13.2	2.0	23.6	2.4	17.6	2.3	5.8	-1.0										
川根本町	35.10	138.13	290.0	14.0	1.0	12.4	2.0	23.4	1.7	16.2	1.9	4.1	-1.4										
井川	35.22	138.22	755.0	11.6	1.3	9.7	2.7	20.5	2.5	13.7	2.4	2.3	-2.3										
富士山	35.36	138.73	3775.1	-6.0	1.4	-8.8	1.3	4.2	3.0 *	-2.6	3.5	-16.8	-2.0										
富士	35.19	138.66	66.0	16.1	2.5 *	14.3	3.4 *	24.6	3.7 *	18.6	3.2	6.9	-0.5										
清水	35.05	138.52	3.0	16.5	3.5 **	14.6	4.3 *	24.7	4.8 *	19.0	4.3 *	7.7	0.8										
石廊崎	34.60	138.84	54.7	16.8	0.7	14.6	1.6	23.8	1.8	19.6	1.2	9.1	-2.0										
松崎	34.76	138.78	4.0	16.3	2.5 *	14.2	3.3	24.4	3.5	18.6	2.9	7.9	0.4										
稲取	34.78	139.05	130.0	16.0	2.5 *	139.9	3.3	23.7	3.7	18.5	3.4 *	7.8	-0.3										
網代	35.05	139.09	66.9	16.3	1.3	14.2	2.4	24.2	3.0	18.6	1.7	8.0	-2.1										
三島	35.11	138.93	20.5	16.2	2.1 *	14.2	2.8	25.0	3.2	18.4	2.9	6.9	-0.6										
御殿場	35.31	138.93	472.0	13.1	2.2 *	11.2	3.1 *	21.9	3.7 *	15.5	2.9	3.7	-0.8										

### 3. 結果と考察

#### 3.1 静岡県における 30 年間（1987 年～ 2016 年）平均気温の分布

表 1 に各観測地点における 30 年間（1987 年から 2016 年）で平均した年平均気温を示す。また図 1 には 30 年間の年平均気温の分布を示す。各観測地点の気温はその地点の地上気温であり、標高によってその値が左右されるため、この点注意が必要である（例えば、富士山の観測点は標高が 3775.1m であり、そのため他の地点に比べて著しく平均気温が低くなっている）。

県内で最も 30 年間の平均気温が高いのは静岡と石廊崎（ともに 16.8℃）、次いで御前崎（16.6℃）、清水と浜松（ともに 16.5℃）となっている。概して海に近い地域で平均気温が高い。逆に山間部の平均気温は低い（佐久間 14.6℃、川根本町 14.0℃、井川 11.6℃）。ただし、上述のように、これらの山間部の 3 地点はいずれも標高が 200m 以上のところにあり、他の観測地点と比べて標高が高い地点であることに注意しなければならない。

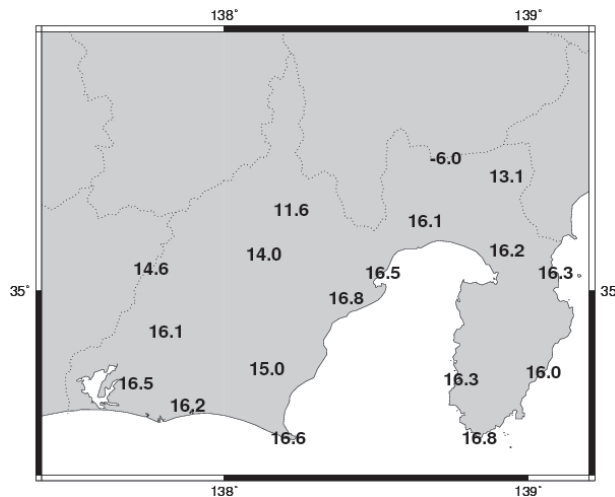


図 1: 静岡県における 1987 年から 2016 年までの 30 年間の平均気温(地上気温)の分布。

#### 3.2 静岡県における 30 年間（1987 年～ 2016 年）における気温の経年変化傾向

30 年間の年平均気温の経年変化の傾向については、佐久間と天竜を除く全ての地点で上昇傾向を示している（表 1）。上昇率が最も大きいのは清水（3.5℃/100 年）、次いで富士（2.5℃/100 年）、松崎（2.5℃/100 年）、稲取（2.5℃/100 年）、浜松（2.3℃/100 年）、御殿場（2.2℃/100 年）、静岡（2.1℃/100 年）、三島（2.1℃/100 年）となっており、これら 8 地点において浜松以外の上昇傾向は有意水準 95% で有意である（清水については有意水準 99% でも統計的に有意である）。図 2 には変化率が最も大きく上昇傾向の有意性が確認できた清水における 30 年間の気温偏差（各年の平均気温と

30 年間の平均気温の差)の経年変化を示す。県内では佐久間と天竜の 2 地点のみで負の変化傾向(それぞれ  $-1.6^{\circ}\text{C}/100$  年と  $-1.5^{\circ}\text{C}/100$  年)が見られるが、いずれにおいても統計的有意性は確認されなかった。図 3 には年平均気温の 30 年間の変化率の分布を示す。これを見ると、県中部(静岡, 清水), 東部及び伊豆(富士, 三島, 松崎, 稲取)のいずれも海沿いの地域の多くで有意な上昇傾向が見られる。内陸地域では御殿場で有意な上昇傾向が見られる。

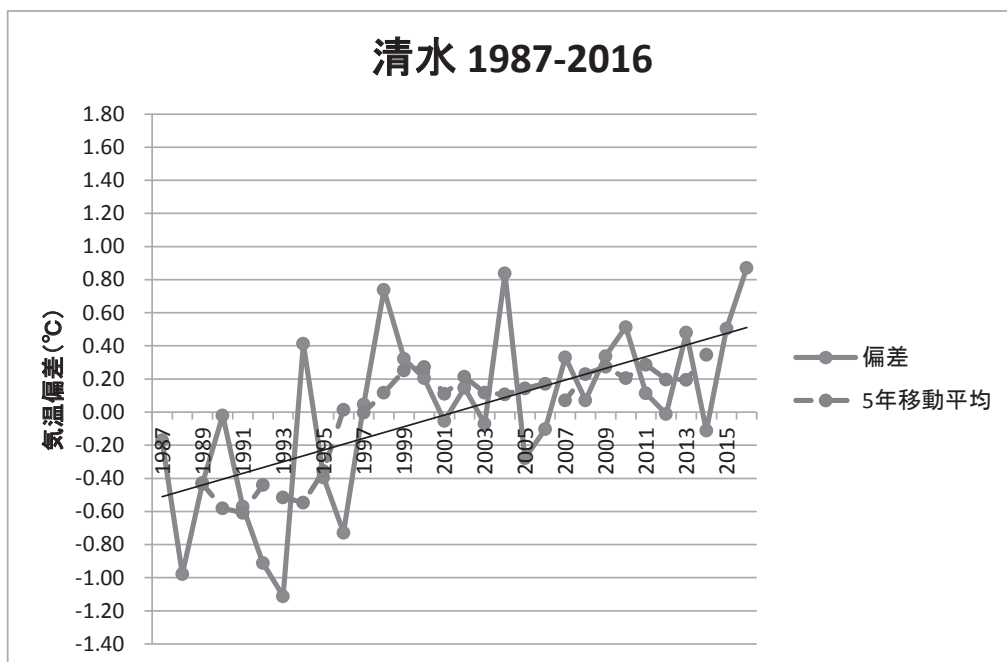


図 2: 清水における 1987 年から 2016 年までの年平均気温偏差(各年の年平均気温と 30 年間(1987 年から 2016 年)平均気温の差)の経年変化。実線は偏差, 破線は偏差の 5 年移動平均を示す。直線は 30 年間の偏差の経年変化に対する線形回帰直線。

春(3月~5月)の平均気温の経年変化傾向については、佐久間を除く全ての地点で上昇傾向を示している(表 1)。変化率が最も大きいのは清水 ( $4.3^{\circ}\text{C}/100$  年), 次いで富士 ( $3.4^{\circ}\text{C}/100$  年), 松崎 ( $3.3^{\circ}\text{C}/100$  年), 稲取 ( $3.3^{\circ}\text{C}/100$  年), そして浜松 ( $3.1^{\circ}\text{C}/100$  年), 御殿場 ( $3.1^{\circ}\text{C}/100$  年)となっており, これら 6 地点のうち清水, 富士, 御殿場の上昇傾向は有意水準 95%で有意である。図 4 には変化率が最も大きく上昇傾向の統計的有意性が確認できた清水における 30 年間の春の平均気温偏差の経年変化を示す。県内では佐久間のみで負の変化傾向( $-0.7^{\circ}\text{C}/100$  年)が見られるが, これについて統計的有意性は確認されなかった。図 5 には春の平均気温の 30 年間の

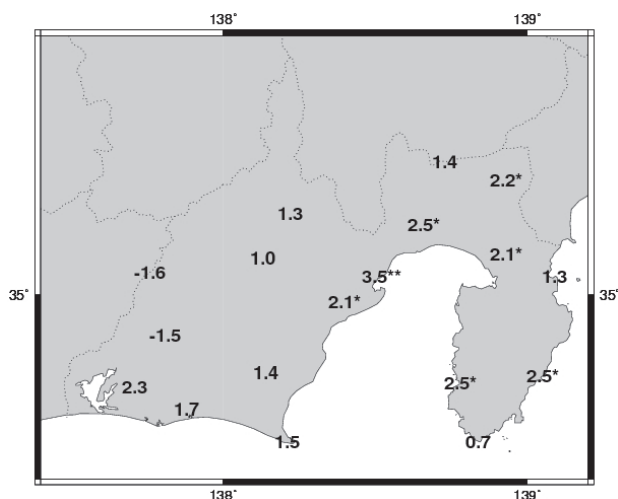


図 3：静岡県における 1987 年から 2016 年までの 30 年間の年平均気温の変化率（ $^{\circ}\text{C}/100$  年（年平均気温の 30 年間の変化に対する線形回帰直線の傾きに 100 をかけたもの）の分布。\* 及び \*\* は、それぞれ 95% と 99% の有意水準で変化傾向が統計的に有意であることを示している。

変化率の分布を示す。これを見ると、年平均の変化率の分布（図 3）と同じような特徴が見られ、県中部（静岡、清水）、東部及び伊豆（富士、三島、松崎、稲取）のいずれも海沿いの地域の多くで大きな上昇率が見られる。浜松の上昇率は比較的大きいが（ $3.1^{\circ}\text{C}/100$  年）統計的に有意な上昇傾向は確認されなかったこと、内陸地域では御殿場で有意な上昇傾向が見られることは年平均気温と同様の特徴である。

夏（6 月～8 月）の平均気温の経年変化傾向については、佐久間を除く全ての地点で上昇傾向を示している（表 1）。変化率が最も大きいのは清水（ $4.8^{\circ}\text{C}/100$  年）、次いで磐田（ $3.7^{\circ}\text{C}/100$  年）、富士（ $3.7^{\circ}\text{C}/100$  年）、稲取（ $3.7^{\circ}\text{C}/100$  年）、御殿場（ $3.7^{\circ}\text{C}/100$  年）、松崎（ $3.5^{\circ}\text{C}/100$  年）、浜松（ $3.3^{\circ}\text{C}/100$  年）、三島（ $3.2^{\circ}\text{C}/100$  年）、そして富士山（ $3.0^{\circ}\text{C}/100$  年）、網代（ $3.0^{\circ}\text{C}/100$  年）、静岡（ $3.0^{\circ}\text{C}/100$  年）となっており、これら 11 地点うち清水、磐田、富士、御殿場、富士山の上昇傾向は有意水準 95% で有意である。図 6 には変化率が最も大きく上昇傾向の統計的有意性が確認できた清水における 30 年間の夏の平均気温偏差の経年変化を示す。県内では佐久間のみで負の変化傾向（ $-0.2^{\circ}\text{C}/100$  年）が見られるが、これについて統計的有意性は確認されなかった。図 7 には夏の平均気温の 30 年間の変化率の分布を示す。これを見ると、年平均及び春平均の変化率の分布（図 3 及び図 5）と同じように県中部（静岡、清水）と東部及び伊豆（富士、三島、松崎、稲取）のいずれも海沿いの地域の多くで大きな上昇率が見られる。浜松の変化率も比較的大きいが（ $3.3^{\circ}\text{C}/100$  年）統計的に有意な上昇傾向は確認されなかったこと、内陸地域の御殿場で比較的大きな上昇率と有意な上昇

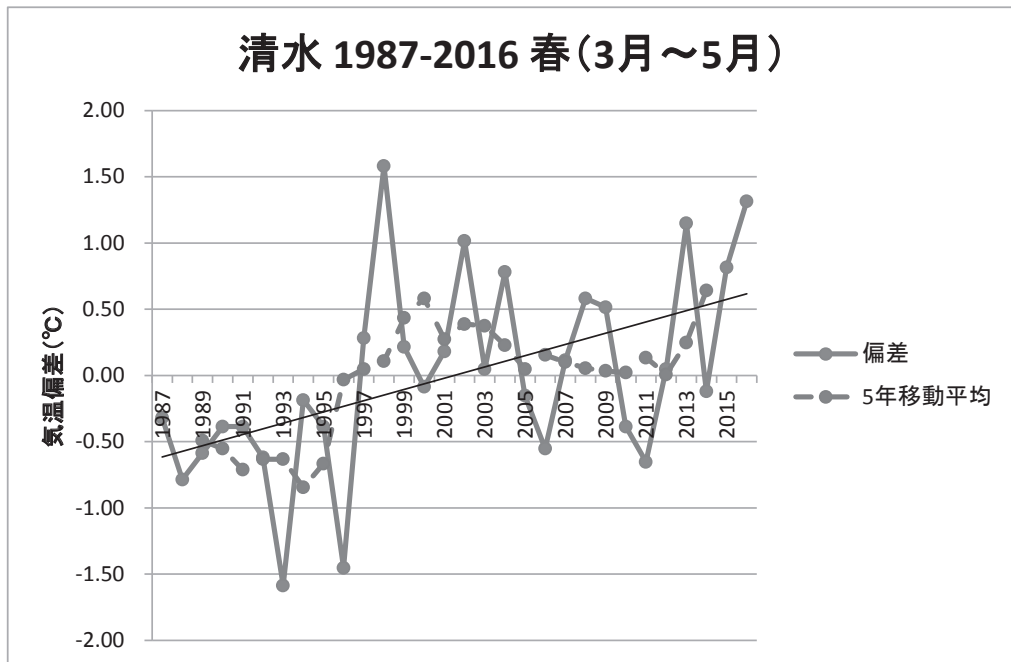


図4：図2と同じ。ただし，春（3月～5月）の平均気温偏差についての経年変化。

傾向が見られることは年平均及び春平均の特徴と同様である。

秋（9月～11月）の平均気温の経年変化傾向については，佐久間を除く全ての地点で上昇傾向を示している（表1）。変化率が最も大きいのは清水（4.3°C /100年），次いで富士山（3.5°C /100年），稲取（3.4°C /100年），富士（3.2°C /100年），浜松（3.2°C /100年），そして静岡（3.0°C /100年）となっており，これら6地点のうち清水，稲取，静岡の上昇傾向は有意水準95%で有意である。図8には変化率が最も大きく上昇傾向の有意性が確認できた清水における30年間の秋の平均気温偏差の変動を示す。県内では佐久間のみで下降傾向（-0.9°C /100年）が見られるが，これについて統計的有意性は確認されなかった。図9には秋の平均気温の30年間の変化率の分布を示す。これを見ると，年平均，春平均及び夏平均の変化率の分布（図3，図5及び図7）と同じように県中部（静岡，清水）と東部及び伊豆（富士，三島，松崎，稲取）のいずれも海沿いの地域の多くで大きな上昇傾向が見られる。浜松の上昇率も比較的大きいが（3.2°C /100年）統計的に有意な上昇傾向は確認されなかったことは年平均，春平均，夏平均と同様の特徴であるが，内陸地域の御殿場で比較的大きな上昇率が見られるものの上昇傾向に統計的有意性が認められないのは年平均，春平均，夏平均との違いである。

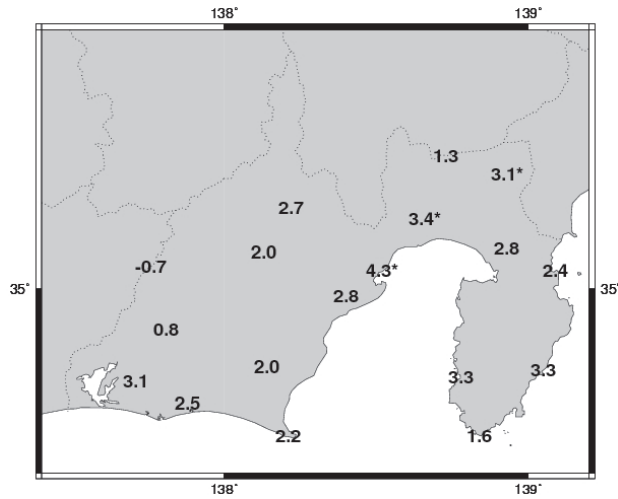


図 5：図 3 と同じ。ただし，春（3 月～5 月）の平均気温の変化率の分布。

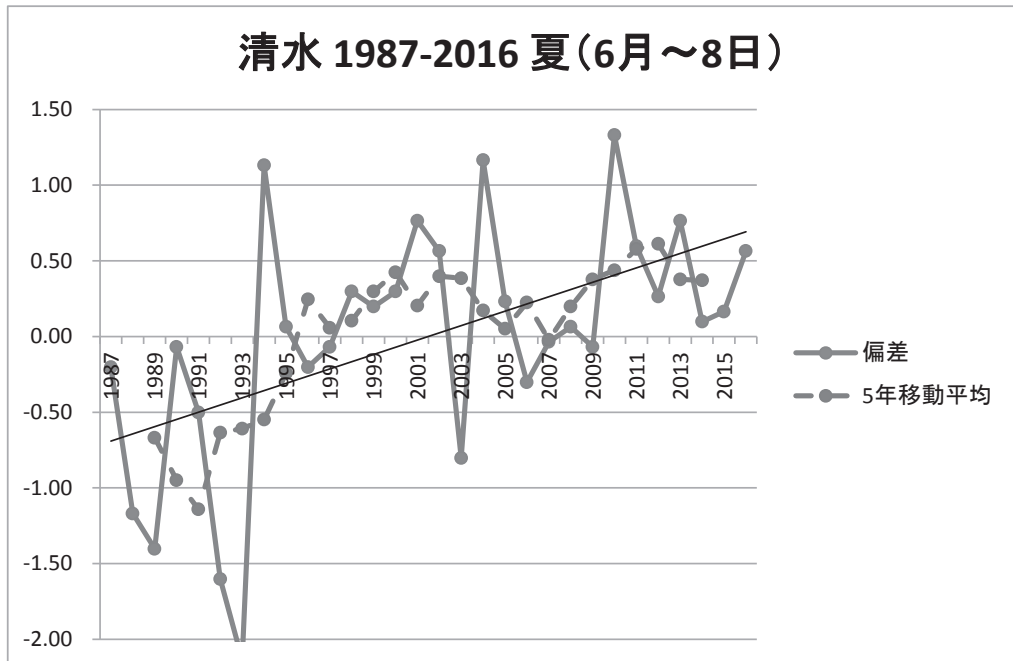


図 6：図 2 と同じ。ただし，夏（6 月～8 月）の平均気温偏差についての経年変化。



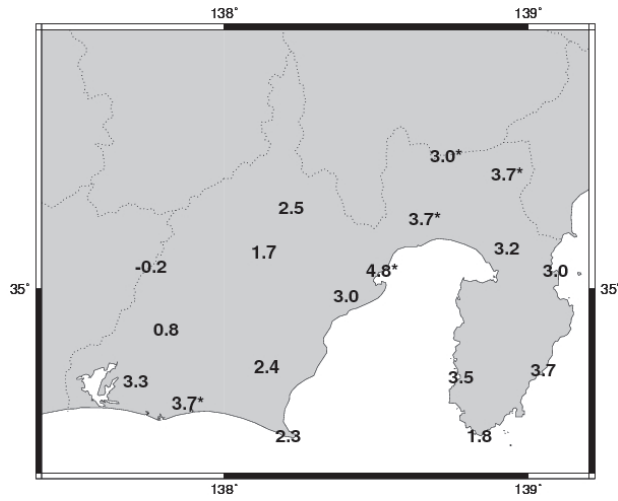


図 7：図 3 と同じ。ただし，夏（6 月～8 月）の平均気温の変化率の分布。

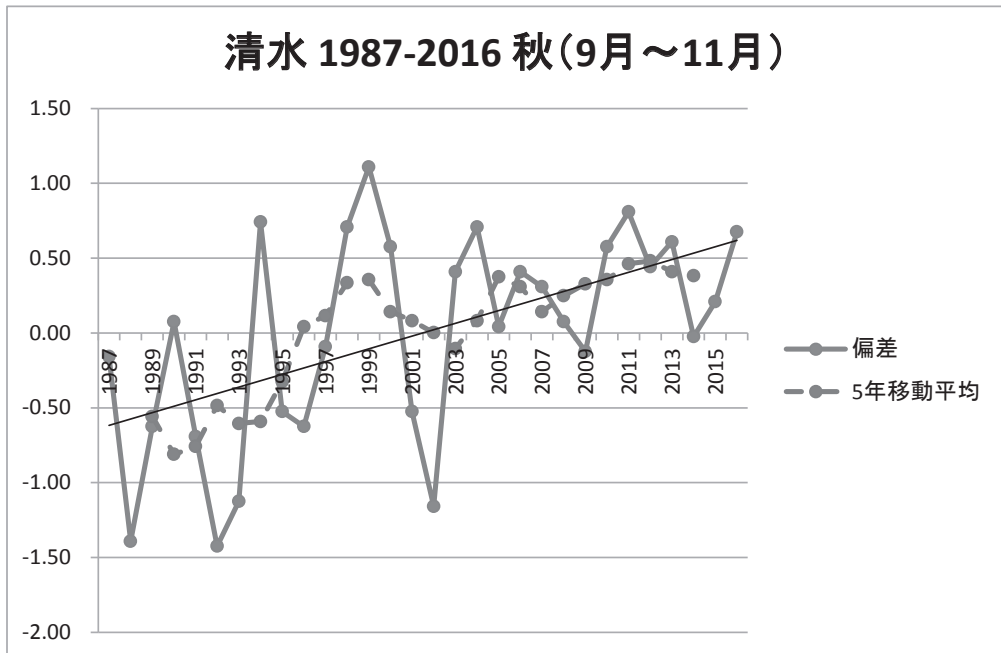


図 8：図 2 と同じ。ただし，秋（9 月～11 月）の平均気温偏差についての経年変化。

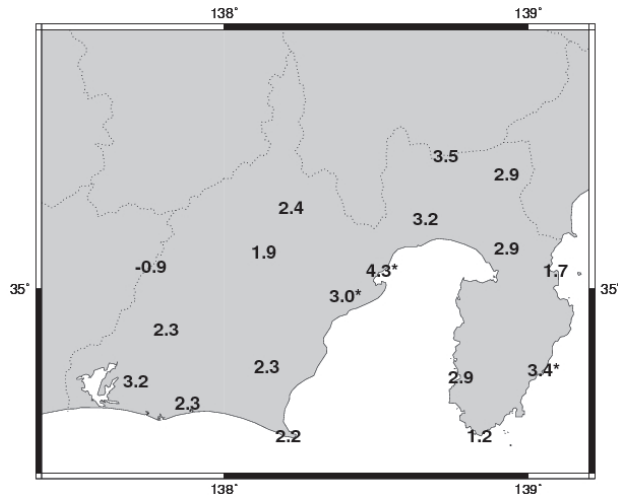


図 9：図 3 と同じ。ただし，秋（9 月～11 月）の平均気温の変化率の分布。

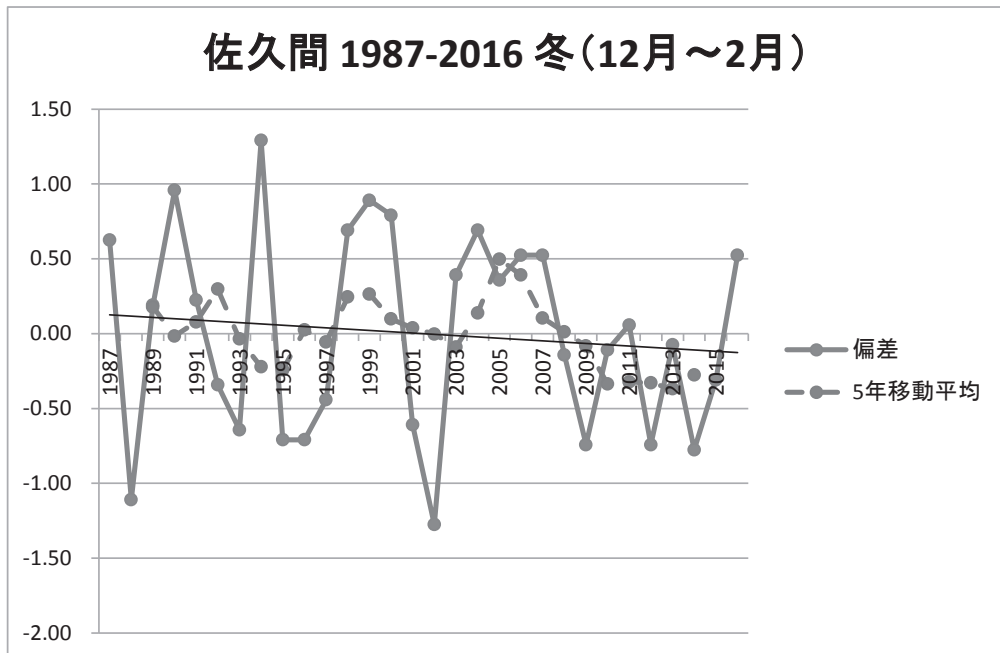


図 10：図 2 と同じ。ただし，佐久間における冬（9 月～11 月）の平均気温偏差についての経年変化。

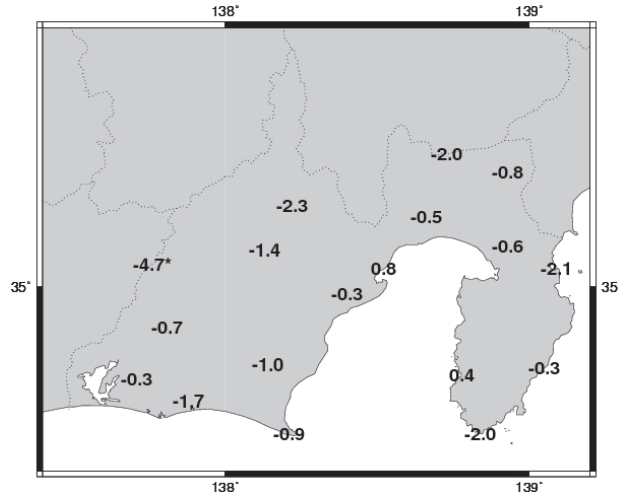


図 11：図 3 と同じ。ただし、冬（12 月～2 月）の平均気温の変化率の分布。

冬（12 月～2 月）の平均気温の経年変化傾向については、年平均、春平均、夏平均、秋平均と違って多くの地点で下降傾向を示しており、上昇傾向を示しているのは清水と松崎のみである（表 1）。佐久間の変化率は他の地点に比べて顕著に小さく（ $-4.7^{\circ}\text{C}/100$  年）、この下降傾向は有意水準 95% で有意である。図 10 には佐久間における 30 年間の冬の平均気温偏差の経年変化を示す。図 11 には冬の平均気温の 30 年間の変化率の分布を示す。全体的に下降傾向が卓越しており、中でも佐久間の下降傾向が顕著であることがわかる。

#### 4. 今後の課題

本解析では最近 30 年間ににおける静岡県の気温の経年変化について調べた。気象庁のホームページからはさらに長期間のデータがダウンロード可能である。今後はより長期の気温の経年変化について調べ、本解析で明らかとなった最近 30 年間の傾向との比較を行い、さらに詳細な静岡県における気温の長期変動特性を明らかにしたい。また他の地域との長期変動特性の比較を行い、日本における気温の経年変化の詳細を明らかにしたい。

#### 参考文献

- 気象庁（2017），気候変動監視レポート 2016，気象庁，90 pp.
- 山根悠介（2016），静岡県における最近 30 年間の降水の経年変化について，常葉大学教育学部紀要，第 36 号，pp.301-312.
- 松山洋・谷本洋一（2005），UNIX/Windows を使った実践！気候データ解析，古今出版，108 pp.

