

中規模都市の平均気温構造の変化について

崇城大学 工学部 学生員 本田 竜
崇城大学 工学部 正員 田代 敬大

1. はじめに

都市温暖化現象の解明は、都市温暖化対策や環境都市計画・地域計画において重要な課題である。これまで本研究室では、主にわが国の大都市圏と九州の県庁所在都市を対象に、明治以来の超長期気温データに対してChow testを実施し、データ構造の変化の有無の検討を行っている¹⁻³⁾。

現在、1891年～2004年の日平均気温の年平均気温が観測された37観測所のデータ⁴⁾についてChow testを実施し、気温構造の変化の検討を行っているが、本研究では中規模都市の傾向について検討を行う。具体的には2000年国勢調査で人口20万人以上50万人未満の都市に位置する旭川(360千人)、函館(305千人)、青森(319千人)、秋田(337千人)、山形(255千人)、福島(291千人)、宇都宮(444千人)、長野(379千人)、岐阜(403千人)、和歌山(387千人)、下関(301千人)、高知(334千人)の12の観測所である。

2. Chow test の概要

Chow test は時系列データに1本の回帰曲線をあてはめた方が良いか(「構造変化なし」)、2本の回帰直線をあてはめた方が良いか(「構造変化あり」)を検定する手法である。すなわち、「構造変化の年次」前後で分割したデータに2本の回帰直線式を設定すると、2本の回帰直線が一致するという帰無仮説の下で、Chow 検定量

$$F = \frac{\{S_0 - (S_1 + S_2)\}/k}{(S_1 + S_2)/(T - 2k)}$$

は自由度($k, T - 2k$)のF分布に従うことを利用するものである。ここに、 S_0, S_1, S_2 は対象期間の全データの回帰直線、構造変化の年次前後の回帰直線のそれぞれの残差2乗和であり、 T は全データ数、 k はパラメタ数である。ここで、ステップワイズ的に仮定した構造変化の年次をずらしてChow testを繰り返せば、構造変化の有無とその年次が検討できることになる。

3. 対象都市におけるChow のF値

まず、対象都市のChow のF値の推移図を検討する。第一の特徴は、各都市のChow のF値の推移水準と推移形態はいずれも異なっており、ここに各都市の日平均気温年次データのデータ構造の差異が端的に示されている。図1は旭川、青森、山形、長野、岐阜、高知の例である。

第二に、地理的に比較的近い観測所の形態は類似している場合がある。例えば、北海道の中北部の都市、秋田と山形、和歌山と高知などである。また、北日本の都市と比較すると、南日本の都市のChow のF値は相対的に高い水準で推移している。地理的位置と気候変動の特性が、Chow のF値の推移に影響を与えている可能性がある。

第三に、比較的隣接する地域でも、都市規模別に比較すると異なった水準・形態で推移している。全般的には、中規模都市でのChow のF値は大都市よりも低い水準で推移し、小規模都市に立地する観測所よりも高い水準となる傾向がある。図2は名古屋、岐阜、津(163千人)の比較であり、図3は福岡、下関、厳原(長崎県、41千人)の比較である。

第四に、中規模都市のChow のF値は全般的に比較的高い水準で推移している。有意水準5%のF値は3.079であり1%は4.803であるから、これを超えるChow のF値の期間は有意すなわち「構造変化あり」と判定されるが、有意水準1%ではかなりの期間が有意と判定されることである。

4. 「構造変化年」の設定と回帰直線

Chow testではかなりの期間が「構造変化あり」と判定されるため、ここでは機械的に最大のChowのF値をとる年次を「構造変化年」と定義し、構造変化年前の期間と以降の期間についての2本の回帰直線の検討を行った。対象都市における構造変化年、年次に対する温度勾配を示す回帰係数 β_1 、決定係数 r^2 は、表1の通りである。なお、 β_1 には回帰係数のt検定結果も示している。

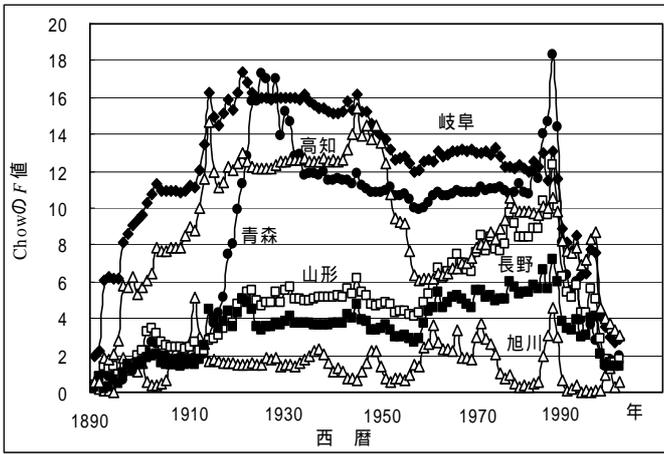


図1 ChowのF値の推移

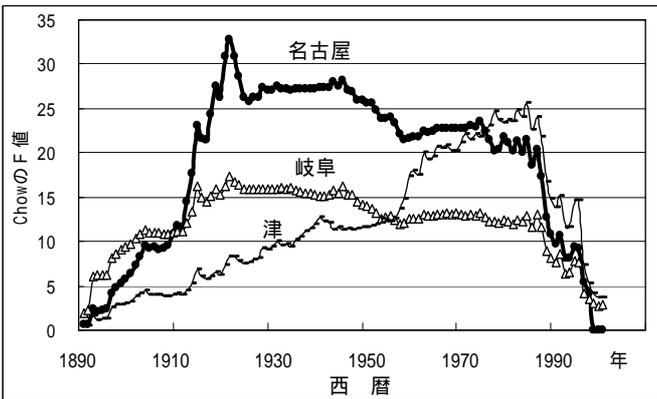


図2 ChowのF値の比較(名古屋、岐阜、津)

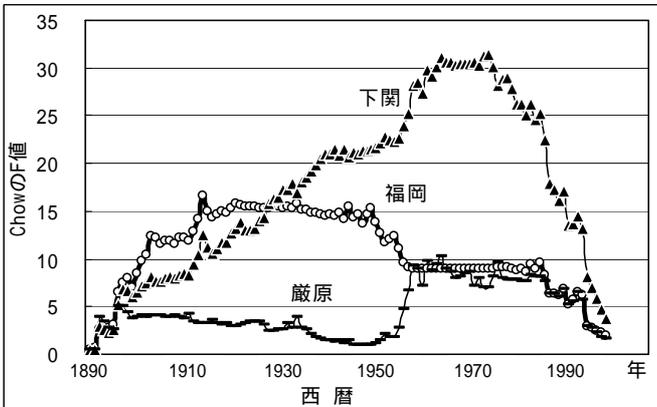


図3 ChowのF値の比較(福岡、下関、厳原)

構造変化年は都市によって異なるが、対象期間の遅い時期となる1989年の青森、秋田、山形、福島、宇都宮、長野では、前半部の長い期間の気温勾配を示す回帰係数 β_1 が有意水準1%で気温上昇を示している。ただし、後半部分の回帰係数は気温勾配に対して自由度不足もあってか、5%水準でも有意とはならない。

これに対して、構造変化年が対象期間の比較的早い時期や半ばとなる他の諸都市では、後半部の回帰係数が有意水準1%で高い気温上昇を示している。

表1 各都市の構造変化年・回帰係数・決定係数

	構造変化年	前半		後半	
		β_1	r^2	β_1	r^2
旭川	1914年	-0.0018	0.001	<u>0.0149</u>	0.366
函館	1941年	0.0139	0.155	<u>0.0234</u>	0.400
青森	1989年	<u>0.0055</u>	0.088	-0.0257	0.061
秋田	1989年	<u>0.0100</u>	0.299	0.0084	0.008
山形	1989年	<u>0.0069</u>	0.163	0.0022	0.001
福島	1989年	<u>0.0103</u>	0.304	0.0001	0.000
宇都宮	1989年	<u>0.0092</u>	0.256	0.0284	0.076
長野	1989年	<u>0.0071</u>	0.159	0.0072	0.005
岐阜	1924年	-0.0028	0.004	<u>0.0264</u>	0.661
和歌山	1950年	-0.0003	0.000	<u>0.0215</u>	0.361
下関	1978年	<u>0.0056</u>	0.114	<u>0.0517</u>	0.477
高知	1948年	-0.0040	0.029	<u>0.0189</u>	0.324

* 下線太線の β_1 は有意水準1%で有意 ($\beta_1 \neq 0$)
 下線細線の β_1 は有意水準5%で有意 ($\beta_1 \neq 0$)
 下線なしの β_1 は水準5%で有意でない ($\beta_1 = 0$)

なお、前半部の回帰係数が5%水準でも有意とはならない旭川、函館、岐阜、和歌山、高知では前半部の気温構造は平均一定、分散一定、系列相関なしの「定常的」過程であった可能性がある。

5. おわりに

中規模都市の1891~2004年の年平均気温の変動をChow testを用いて検討したところ、各都市におけるChowのF値の推移水準および形態は異なっていることが明らかとなった。各都市の地理的条件による気候特性の差異の影響も推察され、都市規模の相違による差異の影響も示唆された。また、多くの都市で気温上昇が確認された。さらに、大都市・中規模都市・地方観測所の比較検討が必要である。

【註】

- 1) 仲村穰次・田代敬大「Chow testによる熊本市気温変動の構造変化の検出について」平成16年度西部支部研究発表会講演概要集
- 2) 宮西隼矢・田代敬大「気温構造の都市間比較について」平成16年度西部支部研究発表会講演概要集
- 3) 小島周太・田代敬大「大都市における観測開始以降の気温変動の構造変化について」平成16年度西部支部研究発表会講演概要集
- 4) 気象庁ホームページ