

5. コメント：東北地方の気候変化・変動

栗原 弘一*

1. はじめに

地球温暖化問題に関連して、全球あるいは日本の気候変化・変動について、IPCC 第3次報告書や「異常気象レポート (VI)」(気象庁, 1999) 等で気候変化・変動の実態把握や将来予測が報告されているが、ローカルな気候変化・変動の実態についての認識も重要である。グローバルな特徴がそのままローカルの気候変動に反映している場合もあるし、その地域ごとにユニークな変動特性を示す場合もある。また、自分の住む地域の気候はどうなっているのか、これからどう変わるのかという関心も高い。

そこで、東北地方における最近50年～100年間の気候変化・変動の特徴について、主に竹川(1999)、中三川(2002)の調査に基づき概観する。彼らの用いた資料は東北地方の17の気象官署の観測開始以来の日別値データベースである。この資料は東北地方における気候特性の調査研究に資するためデータベース化したもので、気温(平均、最高、最低)、降水量、日照時間、最深積雪の日別値をCD-ROMに納めてある(仙台管区気象台, 2002)。

2. 東北地方の気候変化・変動

2.1 気温、降水量、日照時間の長期傾向

第1表は、東北地方(地域平均)の平均気温と降水量、日照時間の長期傾向(トレンド)を示す。計算に用いた資料の期間は約50年であるが、表では100年当たりの変化率で表示した。平均気温は年及び冬、春、秋とも正のトレンドとなっており、年及び秋のトレンドは危険率5%で有意である。一方、夏は負のトレンドを示す。降水量は、年・各季節とも負のトレンドであり、年及び冬が有意なトレンドを示す。日照時間は、年および冬、秋が正のトレンドであり、夏は負のトレンドである。

* 仙台管区気象台。

2.2 平均気温

第1図は、東北地方の年平均気温偏差の時系列及び1次回帰直線(トレンド直線)を示す。1980年代末以降、年平均気温は累年平均(1961～1990の平均)を上回る年が多く、1989年以降とそれ以前では気候ジャンプが統計的に有意である。気候ジャンプは冬に顕著で、秋にも見られる。このため過去50年間の昇温トレンドは1989年頃の気候ジャンプとその後の高温傾向の寄与が大きいとみられる。

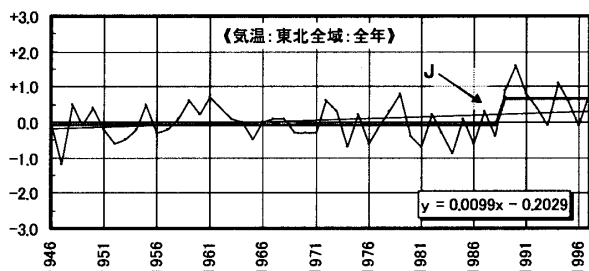
資料が揃わないため、1945年以前は東北地方の地域平均気温を算出してない。そのため気象官署(秋田)の観測開始以来のデータを用いて、更に長期の変動を解析した。秋田の年平均気温のトレンドは $1.1^{\circ}\text{C}/100\text{年}$ で、各季節とも有意な正のトレンドが解析される(図略)。一方、気候ジャンプは、季節別には1916年頃(夏)と1948年頃(冬と春)、1989年頃(冬と秋)に解析され、年平均気温の気候ジャンプは1948年頃と1989年頃に現れている。

2.2.1 昇温トレンドへの都市化の影響

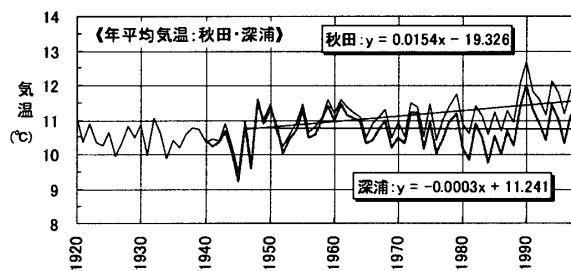
前述の昇温トレンドには都市化の影響も考えられる。そこで、都市化の影響が比較的大きいとみられる秋田と、小さいとみられる深浦の気温経過を比較した(第2図)。秋田の正のトレンド($1.5^{\circ}\text{C}/100\text{年}$ 、但し1946～97年の資料で計算)に対し、深浦はトレンドがみられない。両者の気温差は1965年頃まで 0.2°C 程度だったが、20年後の1985年頃には 0.7°C までに拡大した。気象庁の調査(気象庁, 1999)でも、大都市の気温トレンド $2.4^{\circ}\text{C}/100\text{年}$ に対して、中小規模の都市では $1.0^{\circ}\text{C}/100\text{年}$ と、都市の規模によって昇温トレンドの大きさが異なり、大都市ほど都市化の影響による昇温が大きいことを示している。

2.2.2 夏の「暑い日」と冬の「寒い夜」

中三川(2002)は、秋田・山形・石巻・福島1981



第1図 東北地方における年平均気温の変動 (1946年1月～1998年5月) (竹川, 1999). 図中の直線はトレンド直線, 数式は直線を表し X の係数がトレンド量 (°C/年). 図中の J は気候ジャンプの時期を表し, 太線はジャンプ前後の平均値を表す. 縦軸は気温偏差で単位は°C, 横軸は経過年.



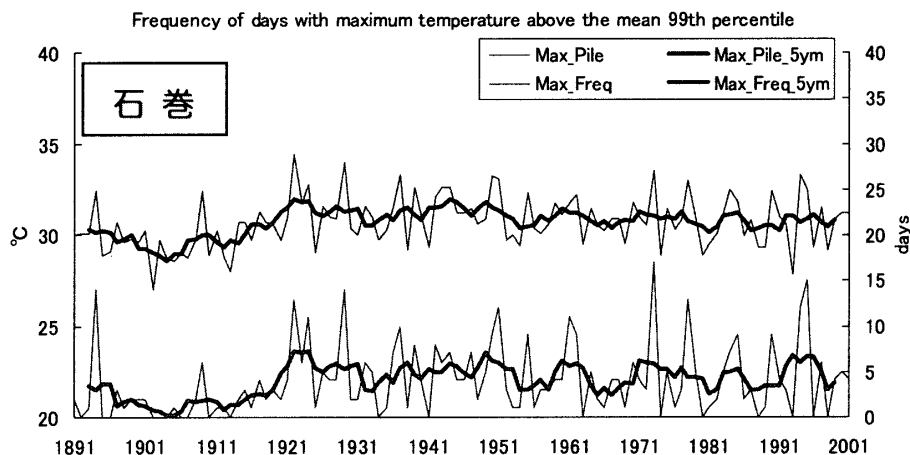
第2図 秋田 (1920～1997年), 深浦 (1940～1997年) の年平均気温の経年変化 (竹川, 1999). 細線 (黒) は秋田, 太線 (灰色) は深浦. 図中の直線は1946～1997年のトレンド直線, 数式は直線を表し X の係数がトレンド量 (°C/年). 縦軸は年平均気温 (単位°C), 横軸は経過年.

～2001年の111年間の日最高気温・最低気温の日別値を用いて, 夏の「暑い日」や冬の「寒い夜」等の指数の長期傾向を調査した (第3, 4図). その結果, 4地点とも「暑い日」は有意に増加し, 「寒い夜」は有意に減少した. 特に「寒い夜」は1940年代後半と1980年代末に階段状に減少した.

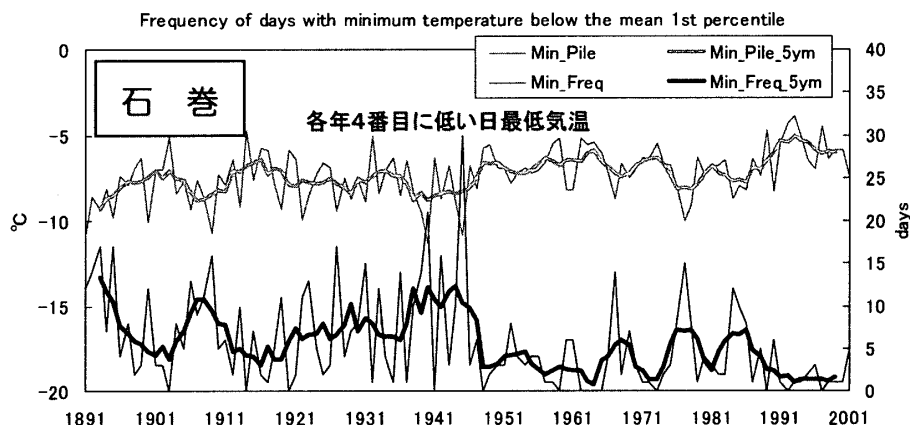
2.3 降水量

第5図は東北地方の地域平均年降水量平年比の時系列と1次回帰直線を示す. 年降水量平年比は有意な負のトレンド (−26%/100年) を示す. 各季節も負のトレンドを示すが, 冬 (−88%/100年) のみ統計的に有意である (第1表).

冬の降水量の平年比の長期傾向 (第6図) には, 1970年代中頃に階段状の変化が見られ (1975年までの平均は117%, それ以降の平均は86%), 気候ジャンプの検定でも有意である. 地点ごとに行った, より長期間の資料のフーリエ解析から, 日本海側の約40年間の周期と



第3図 石巻における「暑い日」の経年変化 (中三川, 2002). 上段は各年で4番目に高い日最高気温, 下段は各年の「暑い日」. 太線は5年移動平均. 各年の高いほうから4番目 (365日の上位1%の値) の日最高気温を1961～1990年の30年間で平均した値を求め, この値を上回る日数を「暑い日」と定義.



第4図 第3図と同様, ただし「寒い夜」の統計 (中三川, 2002). 上段は各年で4番目に低い日最低気温, 下段は各年の「寒い夜」. 各年の低いほうから4番目 (365日の下位1%の値) の日最低気温を1961～1990年の30年間で平均した値を求め, この値を下回る日数を「寒い夜」と定義.

第1表 東北地方の気候トレンド一覧表(竹川, 1999)

統計期間は1946年1月～1998年5月。
降水量, 日照時間は平年(ここでは1961～1990年の平均)値を100%とした時の変化量。△: 正のトレンド ▼: 負のトレンド 網掛け: 5%の危険率で有意なトレンド 数字: トレンド量(°C/100年, %/100年)。

	冬	春	夏	秋	年
平均気温 (°C/100年)	△ 1.7	△ 1.3	▼ -0.2	△ 1.4	△ 1.0
降水量平年比 (%/100年)	▼ -88	▼ -13	▼ -15	▼ -16	▼ -26
日照時間平年比 (%/100年)	△ 24	△ 0	▼ -4	△ 8	△ 6

太平洋側の約60年の周期が重なり, 1970年代中頃の気候ジャンプが解析された可能性が示唆される(竹川, 1999)。

2.3.1 地点別の「降水日数」と「年降水量」

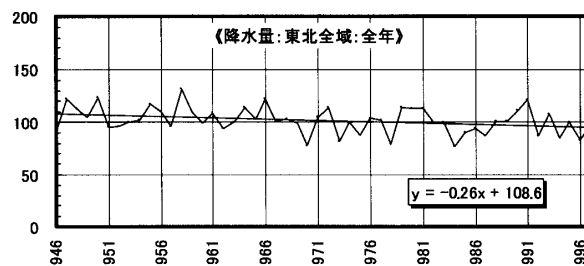
秋田・山形・石巻・福島は1891～2001年の111年間の日別降水量を用いた調査(中三川, 2002)では, 年間の「降水日数」は4地点とも有意に減少し(第7図), 「年降水量」は秋田を除き有意に減少した。一方, 「大雨強度」と「大雨日数」については, 最近41年間の資料では有意な増加トレンドが解析されるが(磯部, 2002), 統計期間を観測開始期まで延ばして解析したところ, 有意な変化はみられない。

2.4 日照時間

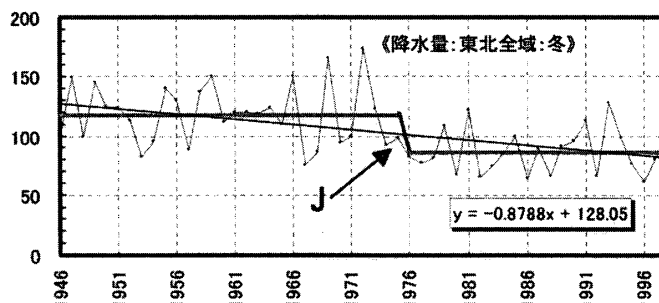
東北地方の年間の日照時間の平年比は, 正のトレンド(6%/100年)を示すが, 統計的に有意ではない。冬の日照時間は有意な正のトレンド(24%/100年)を示す(第1表)。日照時間の長期傾向を日本海側(秋田)と太平洋側(宮古)地点について比較すると, 各季節とも, トレンドは秋田では正, 宮古では負と対照的な傾向を示す。

3. まとめ

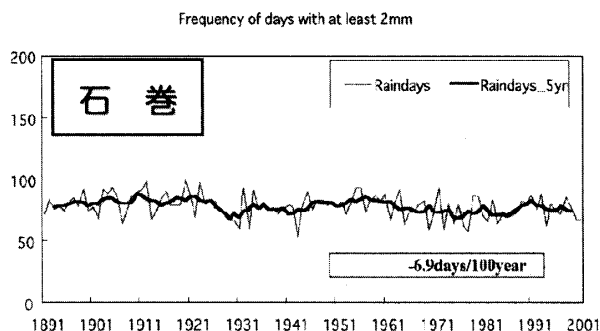
全球あるいは日本の気候変化・変動についてはIPCC第3次報告書や「異常気象レポート(VI)」(気象庁, 1999)等で報告されている。一方, 東北地方というより小さい地域でみると, 最近50～100年の気候変化・変動の特徴として, 気温の温暖化傾向と降水量の減少傾向がみられるが, 地域や季節によって, その程



第5図 東北地方における年降水量平年比の経年変化(1946年1月～1998年5月)(竹川, 1999)。図中の直線はトレンド直線, 数式は直線を表しXの係数がトレンド量(%/年)。縦軸は降水量平年比で単位は%, 横軸は経過年。



第6図 第5図と同様, 但し冬の降水量平年比(竹川, 1999)。図中のJは, 気候ジャンプを表し, 太線はジャンプ前後の平均値を表す。



第7図 石巻における「降水日数」経年変化(中三川, 2002)。「降水日数」: 日降水量2mm以上の年間日数。太線は5年移動平均。

度は異なる。例えば, 年平均気温などに有意な正のトレンドがある一方, 夏の東北地方の地域平均気温には, 過去50年程度の資料で解析する限り, こうした傾向がみられない。2003年夏は冷夏となるなど, 年々の変動が大きいことを示している。

このようなローカルな特徴がより大きな空間・時間スケールの現象とどう関わっているのか, またこうし

た気候変化・変動がどのような大気循環に寄ってもたらされるか、今後の調査研究に期待したい。

なお、本報告をまとめるに当たり資料を利用させて頂いた竹川（秋田地方気象台）、中三川、磯部（気象庁気候情報課）の各氏に謝意を表します。

参 考 文 献

磯部英彦, 2002: 平成13年度全国季節予報技術検討会資料, p. 113-118.

気象庁, 1999: 近年における世界の異常気象と気候変動～その実態と見通し～(VI), 気象庁, pp341.

中三川 浩, 2002: 日別値を用いた「極端な現象」解析(未発表).

仙台湾気象台, 2002: 東北地方における気候特性の研究, 平成11・12・13年度地方共同研究成果報告書, 仙台湾気象台, pp 22.

竹川元章, 1999: 東北地方の気候変動, 東北技術だより, 仙台湾気象台, 16-4, 166-174.

略語一覧

ABC: Atmospheric Brown Cloud (プロジェクト名)

ACE-Asia: Aerosol Characterization Experiment-Asia (プロジェクト名)

ADEC: Aeolian Dust Experiment on Climate impact (プロジェクト名)

AERONET: Aerosol Robotic Network (観測ネットワーク名)

APEX: Atmospheric Particulate Environment Change Studies (プロジェクト名)

AVHRR: Advanced Very High Resolution Radiometer, 改良型高分解能放射計 (NOAA シリーズ衛星搭載)

AVHRR-GAC: AVHRR Global Area Coverage (AVHRR データ処理法)

AVHRR-LAC: AVHRR Local Area Coverage (AVHRR データ処理法)

EOP: Coordinated Enhanced Observing Period (プロジェクト名)

CFORS: Chemical weather FORecasting System (数値モデル名)

GAME: GEWEX Asian Monsoon Experiment (プロジェクト名)

GCM: General Circulation Model, 大循環モデル

GPS: Global Positioning System, 全球測位システム

GEWEX: Global Energy and Water Cycle Experiment, 全球エネルギー・水循環実験計画

IGAC: International Global Atmospheric Chemistry Program (プロジェクト名)

INDOEX: Indian Ocean Experiment (プロジェクト名)

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change, 気候変動に関する政府間パネル

ISCCP: International Satellite Cloud Climatology Project, 国際衛星雲気候計画

MODIS: Moderate Resolution Imaging Spectrometer, 中間分解能撮像分光放射計 (Terra/Aqua 衛星搭載)

NDVI: Normalized Difference Vegetation Index, 正規化植生指数

NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration, 米国海洋大気庁

SKYNET: Sky-radiometer Network (観測ネットワーク名)

SPRINTERS: Spectral Radiation Transport Model for Aerosol Species (数値モデル名)

UNEP: United Nations Environmental Program, 国連環境計画

WCRP: World Climate Research Program, 世界気候研究計画