

# 古日記天候記録による19世紀以降の気候復元

平野 淳平\*・三上 岳彦\*\*・財城真寿美\*\*\*

- I. はじめに
- II. 資料と研究手法
  - (1) 資料
  - (2) 夏季気温の復元方法
- III. 気温変動の復元結果
- IV. まとめと今後の課題

## I. はじめに

現在進行しつつあると考えられる地球温暖化と関連して気候変動に対する関心が国内外で高まりつつあるが、日本では数値モデルを用いた気候変動の将来予測が盛んに行われる一方、過去の気候変動の実態把握とメカニズム解明を目的とした実証的研究が比較的少ない。特に、気象観測開始以前の歴史時代を対象とした気候復元の研究はヨーロッパなど世界の他地域と比較して非常に少ない。

過去の気候変動の実態を把握し、そのメカニズムを解明することは、現在進行しつつある気候変動の理解に役立つだけでなく、将来の気候変動を予測する際に基礎となる知見を得るためにも重要な課題である。

日本で気象庁による公式気象観測が開始された年代は1870年代であり、全国的に気象観測網が整備されたのは1880年代以降である。すでに、18世紀や19世紀前半から近代的気象観測が行われていたヨーロッパと比較すると、日本における気象観測の歴史は比較的短いといえる。

Können et al<sup>1)</sup> や Zaiki et al<sup>2)</sup> は、1870年代以前に日本国内で気象庁とは別に非公式に観測されていた気温と気圧の観測データを統計的に補正・均質化した上で、19世紀中頃以降の日本西部における気温時系列を算出し、その長期変動の実態を解明した。しかし、19世紀前半以前については、長期間連続した信頼性の高い気象観測データが非常に少ない。

一方、日本では江戸時代の古日記に記された日々の天候記録にもとづいて18世紀や19世紀の気候の状態を詳細に復元することが試みられてきた。特に、19世紀については、全国各地に残されている古日記天候記録をもとに、梅雨前線帯の位置、気圧配置型、天候の季節推移などを詳細に復元することが試みられ、19世紀前半については、大飢饉が発生した天保期(1830~1844)の夏の気候が寒冷であったことが推定されている。谷治・三澤<sup>3)</sup> は、主に青森県弘前市における天候記録にもとづいて、1827(文政10)年~1844(弘化元)年の天候を復元し、1832(天保3)年~1839(天保10)年の間は、1834(天保5)年を除いて、夏に冷涼な天候が卓越していたことを指摘した。

一方、19世紀中頃については、幕末期(1850~1860年代)の夏を中心として比較的温暖な状態が出現していたと考えられている。19世紀の古気象観測データにもとづいて日本西部の気温変動について解析を行った Zaiki et al<sup>4)</sup> は、1850年代前後に一時的な温暖期が出現し

キーワード：古日記天候記録、気候復元、気温変動、19世紀

ていたことを指摘した。

青森県弘前市の天候記録にもとづいて歴史時代の気候について時代区分を行ったMaejima and Tagami<sup>5)</sup>は、1821(文政4)年～1850(嘉永3)年の期間が夏、冬とも寒冷であった一方、1851(嘉永4)年～1880(明治13)年の期間は、冬は寒冷であったのに対して、夏は温暖であったと推定した。これらのことから、19世紀中頃から後半にかけての期間は特に夏が温暖であった可能性が高いと考えられる。

古日記天候記録の多くは幕末期の1860年代後半で記録が途絶えているので、従来は19世紀前半における気温変動を定量的に復元し、1870年代以降の気象観測データと接続させることが困難であった。そのため、たとえば天保期の夏が現在と比べて、どの程度冷涼であったのかという点については十分明らかにされていない。また、幕末期についても、地球温暖化が進みつつある現在の夏の気温と比べた場合に、当時の夏がどの程度温暖であったのかという問題については十分明らかにされていない。

19世紀前半以降の夏の気温変動を定量的に復元して、天保期や幕末期の気温を現在の気温と比較することは気候変動の実態を把握する上で重要である。また、気候変動と冷害など気象災害との関わりを理解するためにも、夏の気温変動を復元することは重要な研究課題である。

歴史時代から観測時代にかけて連続的に得られる古日記天候記録にもとづいて夏の気温変動を定量的に復元することは、Mikami<sup>6)</sup>、吉村<sup>7)</sup>、平野ほか<sup>8)</sup>などによって試みられている。夏季の中でも、7月には、降水(晴天)日数と気温との間に負(正)相関がみられることが多く、両者の相関関係を利用して降水日数や晴天日数から歴史時代の気温変動を復元することがMikami<sup>9)</sup>、吉村<sup>10)</sup>、平野ほか<sup>11)</sup>によって試みられた。しかし、これらの研究では降水日数や晴天日数と気温との相関関係は、月別の集計値にもとづいて検討されてお

り、降水日数や晴天日数を集計する期間の取り方や、期間の長さを変えた場合に、天候と気温との相関関係がどのように変化するかという問題については検討されていない。

梅雨末期に相当する7月の場合、暑夏年には梅雨明けが早いため、日本付近では晴天(降水)日数が多く(少なく)、気温も上昇する。1981年～2010年の平年値で関東甲信地方の梅雨明け時期は7月21日であり、東北地方南部では7月25日であるので、東京を対象としたMikami<sup>12)</sup>や、山形県を対象とした平野ほか<sup>13)</sup>が指摘した7月における晴天(降水)日数と気温との強い正(負)相関は、主に梅雨明けの遅速と関連していると考えられる。しかし、梅雨明けと、それに伴う天候の変化は7月上旬から下旬の間に急激に起こるので、晴天日数や降水日数と気温との相関関係を月単位で検討することが気温を推定する上で必ずしも妥当であるとは限らない。夏季における複数の期間について、晴天日数や降水日数を集計し、期間の取り方による天候と気温の相関関係の変化について検討することは気温推定手法の高度化を図る上で重要な課題であると考えられる。

以上の問題点を踏まえて、本稿では平野ほか<sup>14)</sup>が使用した山形県川西町における古日記天候記録を使用して、夏季の複数の期間を対象として、期間の取り方による天候と気温との相関関係の変化について検討することにより、従来よりも高い精度で気温変動を復元することを試みる。

## II. 資料と研究手法

### (1) 資料

本稿では、平野ほか<sup>15)</sup>と同様に東北地方南部に位置する山形県川西町(図1)において1830(天保元)年から1980年まで継続的に記録され続けていた『竹田源右衛門日記』の天候記録を用いる。

平野ほか<sup>16)</sup>によれば、『竹田源右衛門日

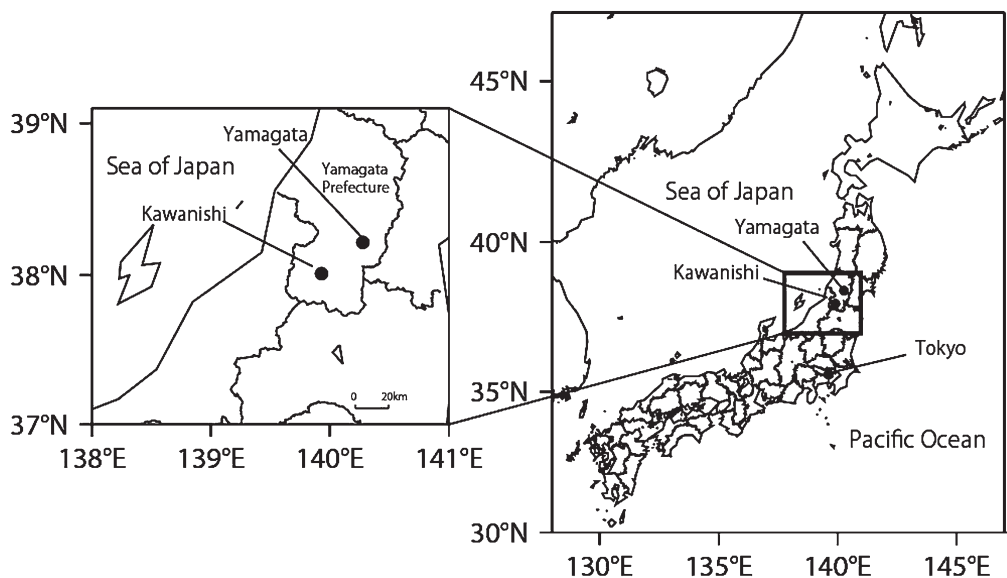


図1 「竹田源右衛門日記」が記録された川西町の位置  
注8)より。

記』は、現在の山形県川西町下小松に1810（文化7）年に建てられた肝煎の役宅（庄屋）である『竹田源右衛門家』において代々書き続けられて保存されてきた日記であり、1830（天保元）年から1980年までの151年間にわたって、ほぼ一日も欠かさずに毎日の天候が記録されている。この記録は19世紀中頃以降の長期気候変動を復元するために使用可能な貴重なデータである。また、天候記録は1890（明治23）年から1980年の期間について川西町に近接する山形地方気象台の気象観測データと重複しているので、天候記録にもとづく復元結果を気象観測データと接続させることが可能である。

観測時代の気温データについては、山形地方気象台で観測された1890年から2012年までの日最低気温、日平均気温、日最高気温の観測値を用いた。

## (2) 夏季気温の復元方法

日記に記載された天候記録から過去の気候

を復元する場合の最大の課題は、定性的な天候記録からいかにして気温などの気候要素を定量的に推定するかということである<sup>17)</sup>。

平野ほか<sup>18)</sup>では、『竹田源右衛門日記』の天候記録と山形地方気象台の気温観測データが重複する1889（明治22）年から1980年の期間において、日記から求めた7月の晴天日数と気象台で観測された7月の月平均日最高気温との間に強い正相関が成り立つことに着目し、両者の関係を表す単回帰式にもとづいて1830年代以降の7月の月平均日最高気温の変動を復元した。しかし、ここで検討された晴天日数と気温との関係は月別値にもとづくものであり、天候を集計する期間の取り方や、期間の長さを変えた場合に、晴天日数と気温との関係がどのように変化するかという問題については検討されていない。

本稿では、夏季の気温変動を可能な限り高い精度で復元するために、まず、各年の6月1日から8月31日までの毎日を起日として、各起日から長さ20日間から40日間までの長さ

の異なる複数の期間を設定した。その上で、1890（明治23）年から1980年の期間において日記に記載された「晴天」，「曇天」，「雨天」の日数を各期間について集計した。天候出現日数を集計する期間の長さは、20日間から40日間まで1日ずつ変化させた。例えば、6月1日を起日とする場合、天候を集計する期間の長さは最短で6月1日～6月20日までの20日間であり、最長で6月1日～7月10日までの40日間となる。期間の数は全部で21となる。これと同様に8月31日まで起日を1日ずつずらしながら、天候出現日数を集計する期間を設定するので、期間の数は全部で1932となる。

次に、1932の全ての期間について、山形地方気象台の気温日別値にもとづいて日平均気温、日最低気温、日最高気温の期間平均値を各年について求めた。その上で、すべての期間について「晴天」，「曇天」，「雨天」の出現日数と期間平均した気温との相関係数をそれぞれ算出した。算出された相関係数は各期間における天候出現日数と気温変動との関係の強さを表しているの、高い精度で気温変動を復元するためには、両者の相関係数が最大

となる期間に着目するべきであると考えた。このような検討の結果、7月8日～7月28日の21日間の期間における晴天日数と期間平均日最高気温との相関が最も強いことが判明した。この21日間における晴天日数と期間平均日最高気温の間には $r = 0.81$  ( $p < 0.01$ ) の強い正相関が認められる。

平野ほか<sup>19)</sup>は、7月の1ヵ月間における晴天日数と7月の月平均日最高気温との間に $r = 0.77$  ( $p < 0.01$ ) の正相関が認められることを指摘している。一方、本稿では、21日間という1ヵ月より短い期間において、晴天日数と期間平均日最高気温との間により強い正相関が認められることが明らかになった。

1981年～2010年の平年値で東北地方南部における梅雨明け時期は7月25日であるので、7月8日～7月28日という期間は、この地域における梅雨明け前後の時期に相当しているといえる。これらの結果から、天候出現日数から気温変動を高い精度で復元するためには月単位よりも短い梅雨明け前後の時期に着目した方がよいと考えられる。

図2は6月1日～8月31日までの毎日を起日とする21日間の期間について、晴天日数と

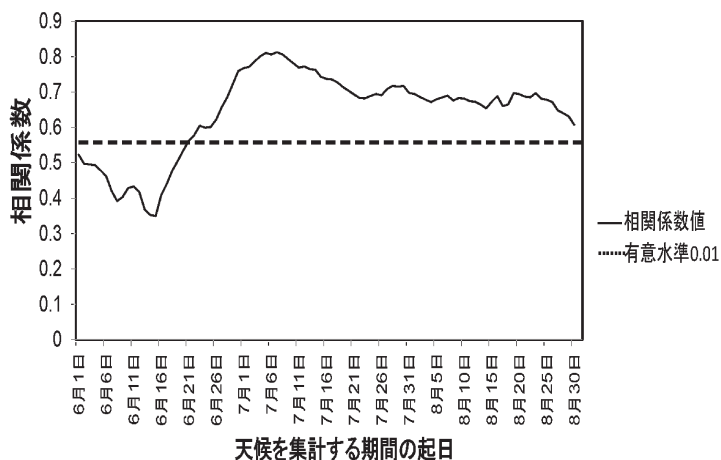


図2 21日間の期間について算出した晴天日数と期間平均日最高気温との相関係数値の時間変化  
横軸は期間の起日を示す。

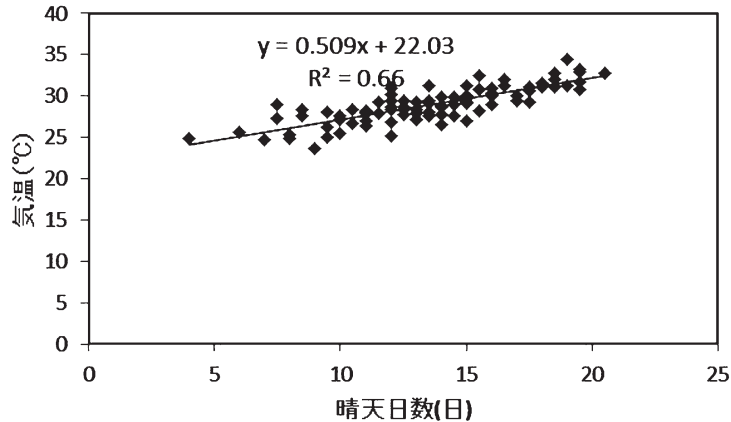


図3 7月8日～7月21日の期間について集計した晴天日数と期間平均日最高気温との関係

期間平均日最高気温との相関係数を算出し、その時間変化を示したものである。この図から、6月下旬以前を起日とした場合は晴天日数と気温との相関係数値は0.7を下回っているのに対して、7月に入ると相関係数値は0.7を超え、7月8日のピーク以降、8月にかけて若干低下していることが分かる。天候から気温を復元するためには、この図に示したように、天候と気温との関係が期間の取り方によって変化することを念頭に入れる必要がある。以上の検討結果を踏まえて、7月8日～7月28日の21日間を対象として日記に記された晴天日数から期間平均日最高気温値を推定することを試みた。

図3は、7月8日～7月28日の21日間における晴天日数と期間平均日最高気温との関係を示している。天候記録と山形地方気象台の気温観測データが重複して得られる1890年から1980年までの91年間において両者の間には強い正相関がみられる。本稿では、晴天日数と気温との間に成り立つ強い正相関にもとづいて、晴天日数を説明変数、期間平均日最高気温を目的変数とする単回帰式を作成し、晴天日数から気温変動を復元することを試みた。

まず、回帰式を作成して気温変動を復元することの妥当性を検証するために、1890年か

ら1980年までの91年間を偶数年と奇数年の2グループに分けた。次に、偶数年のみのデータを使って、晴天日数から気温を推定する回帰式を作成し、奇数年の気温を推定した。その上で、奇数年における推定気温と気温観測値との相関係数を算出した結果、両者の間には $r = 0.84$  ( $p < 0.01$ ) の強い正相関が認められた。この結果は、回帰式にもとづく気温推定結果の信頼性が高いことを示している。

気温を推定するための回帰式はなるべく長期間のデータで作成するほうがよいと考えられる。そこで、1890年から1980年までの91年間について、以下に示すように晴天日数と期間平均日最高気温との関係を表す回帰式を作成した。

$$Y = 0.51X + 22.03 \quad (1)$$

ここで、 $X$ は天候記録から求めた晴天日数であり、 $Y$ は期間平均日最高気温値を表す。

### Ⅲ. 気温変動の復元結果

図4は、式(1)にもとづいて推定した1830年代以降の期間平均日最高気温の変動を示している。1890(明治23)年から1980年の重複期間において気温の推定値と実測値の変動は

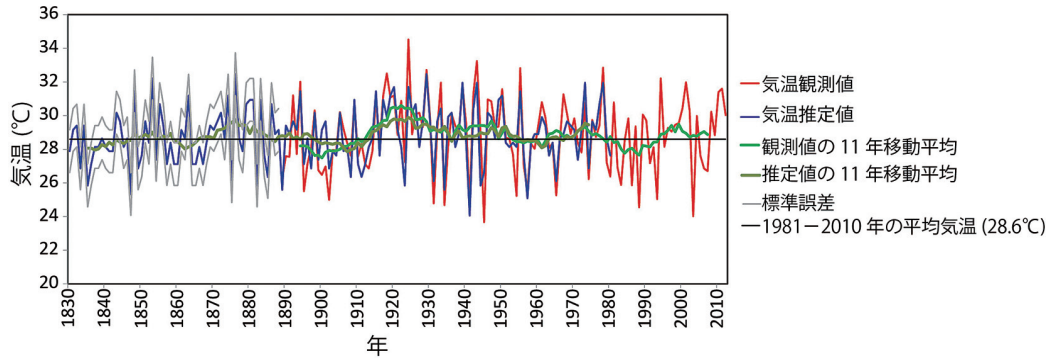


図4 7月8日～7月21日の期間について晴天日数にもとづいて復元した期間平均日最高気温の変動

良く類似している。気温変動を現在（1981年～2000年）の平年値と比較すると、現在と比べて寒冷な期間と温暖な期間が複数存在することがわかる。

現在の平年値より寒冷であった可能性がある期間は、1830年代、1900年代初頭、1980年代～1990年代前半である。このうち、1830年代は天保大飢饉が発生した年代であり、谷治・三澤<sup>20)</sup>は、冷涼な天候が卓越していたことを指摘している。近藤<sup>21)</sup>によれば、1900年代初頭には1902（明治35）年から1913（大正2）年にかけて東北地方では冷害による凶作が発生していた。図4に示した復元結果は、東北地方における飢饉発生と気温低下の関連を示唆している点において興味深い。

現在の平年値と比較して寒冷な期間は、20世紀後半の1980年代～1990年代前半にも出現している。1980年代～1990年代前半の状況を過去の寒冷であった時期と比較すると、近年の冷夏である1988年や1993年の気温は1900年代初頭の冷夏年の気温とほぼ同程度であり、1830年代の気温ともほぼ同程度である可能性があることがわかる。これらの結果は、東北地方南部では現在においても、天保期と同程度の冷夏が出現する可能性を示している。

現在の平年値と比較して温暖であったと考えられる期間は、1850年代、1870年代後半、

1920年代初頭である。特に、1850年代初頭の気温推定値は、20世紀後半の猛暑年である1978年や1994年の気温とほぼ同程度であった可能性がある。19世紀の古気象観測データにもとづいて日本西部の気温変動を解析した Zaiki et al<sup>22)</sup>も、1850年代の夏が温暖であったことを指摘している。また、東京都八王子市における古日記天候記録に記載された降水日数にもとづいて7月の気温変動を復元した Mikami<sup>23)</sup>の結果にも1850年代が温暖であったことが示されている。

これらの結果から、19世紀前半は1830年代を中心として冷夏が頻発していたのに対して、19世紀後半は1850年代や1870年代を中心として猛暑が頻発していたことが指摘できる。

本稿では梅雨明け前後の時期のみを対象としているので、上記の復元結果が夏季全体の特徴を表すか否かについては、慎重な検討が必要であるが、青森県弘前市の天候記録にもとづいて歴史時代の気候の時代区分を行った Maejima and Tagami<sup>24)</sup>は、天保期を含む1821（文政4）年～1850（嘉永3）年の夏の気候を“very cool, rainy”と区分する一方、1851（嘉永4）年～1880（明治13）年の夏を“warm”と区分しており、この区分は図4に示した気温復元結果とほぼ整合的であるといえる。

本稿では7月8日～7月28日の21日間を対象として気温復元を行ったが、復元結果は月単位で7月の月平均日最高気温の変動を復元した平野ほか<sup>25)</sup>の結果とよく一致している。したがって、復元した気温の長期変動傾向については、21日間を対象とした場合でも、7月の1ヵ月間を対象とした場合と大きな違いはないといえる。ただし、IIで指摘したように、7月1ヶ月間よりも、21日間の方が晴天日数と気温との相関はより強い。したがって、より高い精度で気温変動を復元するためには、月単位よりも短い梅雨明け前後の期間に着目することが妥当であると考えられる。

#### IV. まとめと今後の課題

本稿では、東北地方南部に位置する山形県川西町において1830年代から観測時代にかけて連続的に得られる古日記天候記録をもとに梅雨明け前後の時期の気温変動を高い精度で復元することを目的として研究を行った。

まず、夏季の複数の期間について、天候出現日数を集計する期間の取り方や、期間の長さを変化させた場合に天候出現日数と気温との相関関係がどのように変化するか検討した。その結果、7月8日～7月28日の21日間の期間における晴天日数と期間平均日最高気温との相関が最も強いことが判明した。この期間における晴天日数と期間平均日最高気温との正相関は7月の晴天日数と月平均日最高気温との間に認められる正相関<sup>26)</sup>よりも強く、梅雨明け前後21日間に着目することによって月別値を用いた場合よりも高い精度で気温変動を復元できることが示された。

次に、対象とした21日間において晴天日数と期間平均日最高気温との関係を表す回帰式を作成し、1830年代以降の気温変動を晴天日数にもとづいて推定した。その結果、大飢饉が発生した天保期を含む19世紀前半は、現在と比べて寒冷な状態が卓越していたと考えられる一方、19世紀後半は、1850年代前半と

1870年代後半を中心として、現在より温暖な状態が出現していた可能性があることが判明した。

従来、夏季における晴天日数や降水日数と気温変動との相関関係は月別値をもとに検討されており、どの期間に着目すればより高い精度で気温を推定できるかという問題はほとんど議論されてこなかった。本稿で示したように、山形県川西町については、梅雨明け前後21日間に着目することによって気温変動を高い精度で復元できることが明らかになったが、天候出現日数と気温との相関が強くなる時期は地域によって異なると考えられる。

Mikami<sup>27)</sup>や吉村<sup>28)</sup>は、歴史時代から観測時代まで継続する天候記録が得られる東京や大阪において天候記録から7月の気温変動を復元している。今後はこれらの地域においても、天候を集計する期間の取り方や長さを変えた場合に、降水日数や晴天日数と気温との相関関係がどのように変化するか検討し、気温推定手法の高度化を図る必要がある。

さらに、古日記天候記録から信頼性の高い気候復元を行うために19世紀以前から観測時代にかけて連続的に得られる天候記録を可能な限り多くの地点について収集することが今後の課題として挙げられる。

歴史時代から観測時代にかけて連続した史料にもとづく気候復元は、本稿で紹介した山形県川西町や、東京<sup>29)</sup>、大阪<sup>30)</sup>など、限られた地点で行われてきた。従来の研究で、主に収集されてきた江戸期の藩日記の天候記録は長期間にわたって一定の記述様式で天候を記録した史料が多いという長所がある反面、1860年代後半にほとんどの記録が断絶しているので、復元結果と1870年代以降の気象観測データを接続させることが困難であるという問題がある。したがって、今後は個人の日記、農事日記、庄屋の日記、養蚕日記、渡舟日誌などの中で、19世紀以前から観測時代まで継続して天候を記載している史料の所在を

調査し、天候記録を収集することが必要である。

(\*防災科学研究所, \*\*帝京大学,  
\*\*\*成蹊大学)

〔注〕

- 1) Können, G.P., Zaiki, M., Baede, A.P.M., Mikami, T., Jones, P.D. and Tsukahara, T. "Pre-1872 extension of the Japanese instrumental observation series back to 1819" *Journal of Climate*, 16, 2003, pp.118-131.
- 2) Zaiki, M., Können, GP, Tsukahara, T., Jones, PD., Mikami, T. and Matsumoto, K. "Recovery of nineteenth-century Tokyo/Osaka meteorological data in Japan" *International Journal of Climatology*, 26, 2006, pp.399-423.
- 3) 谷治正孝・三澤明子「天保飢饉前後の気候に関する一考察」横浜国立大学理科紀要第2類28, 1981, 91-108頁。
- 4) 前掲2)。
- 5) Maejima, I. and Tagami, Y. "Climate of Little Ice Age in Japan". *Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University* 18, 1983, pp. 91-111.
- 6) Mikami, T. "Long-term variations of summer temperature in Tokyo since 1721" *Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University* 31, 1996, pp.157-165.
- 7) 吉村 稔「江戸時代の気温変化の復元」山梨大学教育人間科学部研究報告49, 1998, 61-68頁。
- 8) 平野淳平・大羽辰矢・森島 濟・財城真寿美・三上岳彦「山形県川西町における古日記天候記録にもとづく1830年代以降7月の気温変動復元」*地理学評論*86, 2013, 451-464頁。
- 9) 前掲6)。
- 10) 前掲7)。
- 11) 前掲8)。
- 12) 前掲6)。
- 13) 前掲8)。
- 14) 前掲8)。
- 15) 前掲8)。
- 16) 前掲14)。
- 17) Mikami, T. "Climatic reconstruction in historical times based on weather records" *Geographical Review of Japan* 61, 1988, pp.14-22.
- 18) 前掲8)。
- 19) 前掲8)。
- 20) 前掲3)。
- 21) 近藤純正「東北地方に大飢饉をもたらした天保年間の異常冷夏」*天気*32, 1985, 241-248頁。
- 22) 前掲2)。
- 23) 前掲6)。
- 24) 前掲5)。
- 25) 前掲8)。
- 26) 前掲8)。
- 27) 前掲6)。
- 28) 前掲7)。
- 29) 前掲6)。
- 30) 前掲7)。



# Reconstruction of Climate Variations Since the 19th Century based on Historical Weather Documents

HIRANO Junpei\*, MIKAMI Takehiko\*\* and ZAIKI Masumi\*\*\*

Daily weather records documented in old diaries during Edo period have been used as useful proxy data for reconstruction of the past climate variations during the 18th and the 19th century in Japan. However, most of the weather documents stopped in the late 1860s due to collapse of feudal system of Japanese history. Due to this problem, it is difficult to connect reconstructed results before the 1860s with officially observed meteorological data after the 1870s. In this article, we introduce a new methodology for reconstructing long-term variations of summer temperatures based on long-term continuous historical weather records from 1830 to 1980 at Kawanishi Town in northern Japan. To estimate temperature variations with high accuracy, we attempted to find out optimal period for getting a maximum correlation between occurrence number of “fine” weather days and temperature.

As a result, we found out maximum correlation between number of “fine” days and temperature for the period from July 8 to July 21. On the basis of historical weather record, variations of average daily maximum temperature for this period were reconstructed based on number of “fine” days documented in weather records. Reconstructed results indicate that cool summers frequently appeared during the early 19th century. On the other hand, climate conditions in the late 19th century were characterized by occurrence of hot summers. We consider that further efforts are needed to collect more historical documents that have continuous daily weather records from the historical period to the modern observation period.

(\*NIED, \*\*Teikyo University, \*\*\*Seikei University)

**Key words:** Historical diary weather records, climate reconstruction, Temperature variations,  
19th century