

江戸時代における和歌山県と その周辺の降水頻度と生物季節の異常について

Precipitation frequency and phenological abnormality in and around Wakayama prefecture in the Edo period

山本 勝 金田 充代 鯨 沙也香
Masaru YAMAMOTO, Mitsuyo KANATA, Sayaka KUJIRA

2004年10月4日受理

Based on NOAA/NGDC Historical Weather Database in Japan and some historical sources in the Edo period, precipitation frequency and phenological abnormality in and around Wakayama prefecture is discussed in this paper. The long-term variations of annual precipitation frequency, summery precipitation frequency, and annual snow days have periods of about 100 years. The variation of the 3-year running average summery precipitation frequency with periods of ~11 years is also seen at Ise in 1730-1780. This may be associated with a linkage between solar activity and climate in the Edo period. When the annual precipitation frequency (or the temperature difference between winter and summer) rapidly changed in 1754-1760, some phenological abnormalities were reported in the Kumano area.

はじめに

降水や気温の長期変動を把握することは、気候変動を研究する上で必要不可欠である。近年、地上観測に加え、衛星等を用いた様々な手法で気象観測が行われているが、江戸時代までさかのぼる近代気象観測（温度計や雨量計などを用いた定時観測）は非常に少ない。江戸時代以前の気候変動を知る方法の一つとして、日記の天候記録をもとに、気温や降水量が推定されている（例えば、三上¹⁾、榊原・小笠原²⁾）。日記に記載されている毎日の天候記録は、花粉や年輪のデータと比較して、時間分解能が高いデータと言える。米国大気海洋庁の地球物理データセンターNOAA/NGDCのHistorical Weather Database in Japan (HWDJ)³⁾には、江戸時代の日記にもとづき、月ごとの降水日数や晴天日数がまとめられている。

以前から太陽黒点数と気候の関係が報告されてきた。最近「太陽活動にともなう入射宇宙線強度の変動が全球雲量の変動と密接に関係している」ことを示唆する研究（例えば、Svensmark他⁴⁻⁶⁾）が出てきており、もしそれが正しいなら、江戸時代の降水も太陽活動と何らかの関わりがあるかも知れない。そこで、江戸時代における降水頻度と太陽黒点数との関係について議論しなくてはならない。

江戸時代の異常気象に関しては、和歌山の気象災害の記録として、和歌山地方気象台の紀州災異誌⁷⁾や和歌山県の和歌山県災害史⁸⁾にまとめられている。加えて、県内の各市町村が地元の史料を郷土史（誌）という形で刊行しており、江戸時代の気象災害の事例が少

しずつではあるが蓄積されている。

動植物のライフサイクルは気候の変化に敏感なので、気象台等では生物季節の観測が行われている。最近の地球温暖化やエルニーニョが生物に及ぼす影響の報告はたくさんあるが、江戸時代の気候変動が生物に及ぼす影響の報告は少ない。本稿では、HWDJを用いて、近畿地方の気候の長期変動を把握した上で、熊野で生物季節の異常が集中した時期の気候の変化について報告する。

データ

近畿地方の長期気候変動を把握するために、NOAA/NGDCのHistorical Weather Database in Japan (HWDJ)³⁾をNOAA/NGDCより取得し、ISE（伊勢、34.5N、136.7E、1683-1889年）とIKEDA（池田、34.8N、135.5E、1714-1889年）のデータを、江戸時代における和歌山県およびその周辺の長期気候変動の推定に利用した。TANABE（田辺、33.7N、135.4E、1814-1869年）のデータは、記録の収録期間が短いので本稿では用いない。これらデータから降水頻度（降水日/天気記載日数）を計算した。降水頻度と気温との関係は、気象庁提供の1979-2000年のAMeDASデータ（気象業務支援センター、アメダス観測年報）をもとに推測した。太陽黒点数（ウォルフ黒点数）は、理科年表⁹⁾の値を用いた。そして、江戸時代の気象災害や生物季節の異常（不時現象）は、和歌山県市町村や和歌山気象台で刊行された史料文献から収集した。

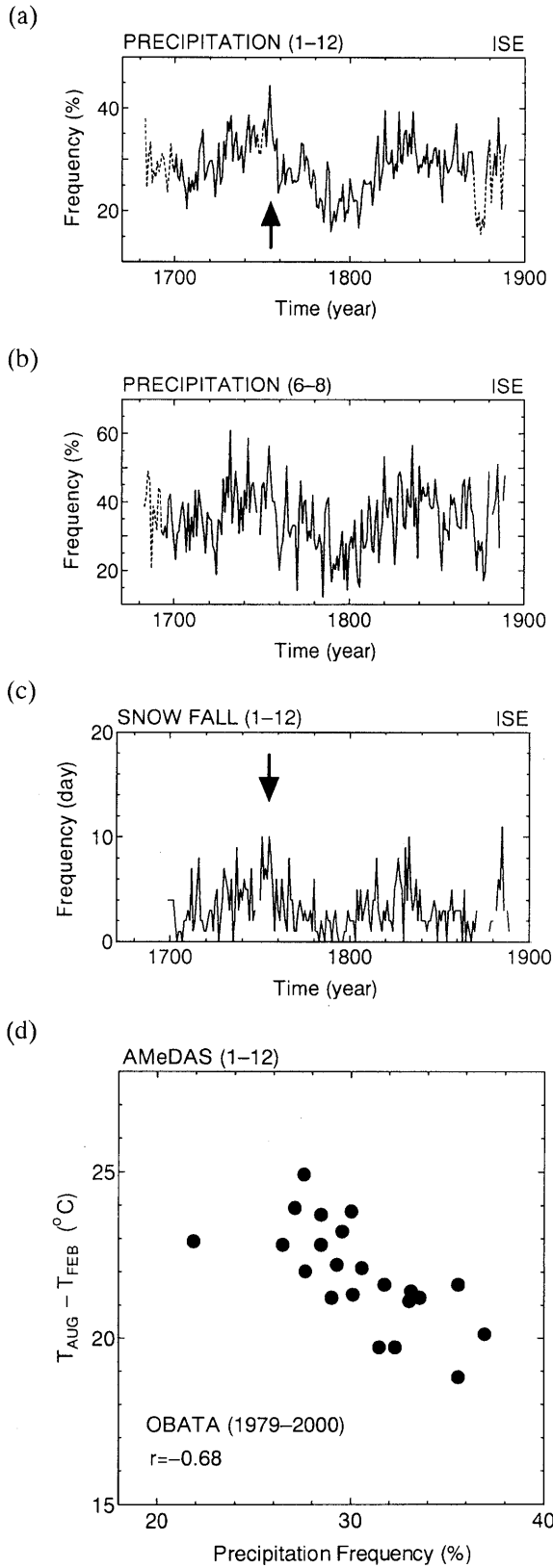


図1 ISEの (a) 年間降水頻度、(b) 夏期降水頻度、(c) 年間降雪日数、(d) OBATAの年間降水頻度と気温年較差 (8月平均気温-2月平均気温)

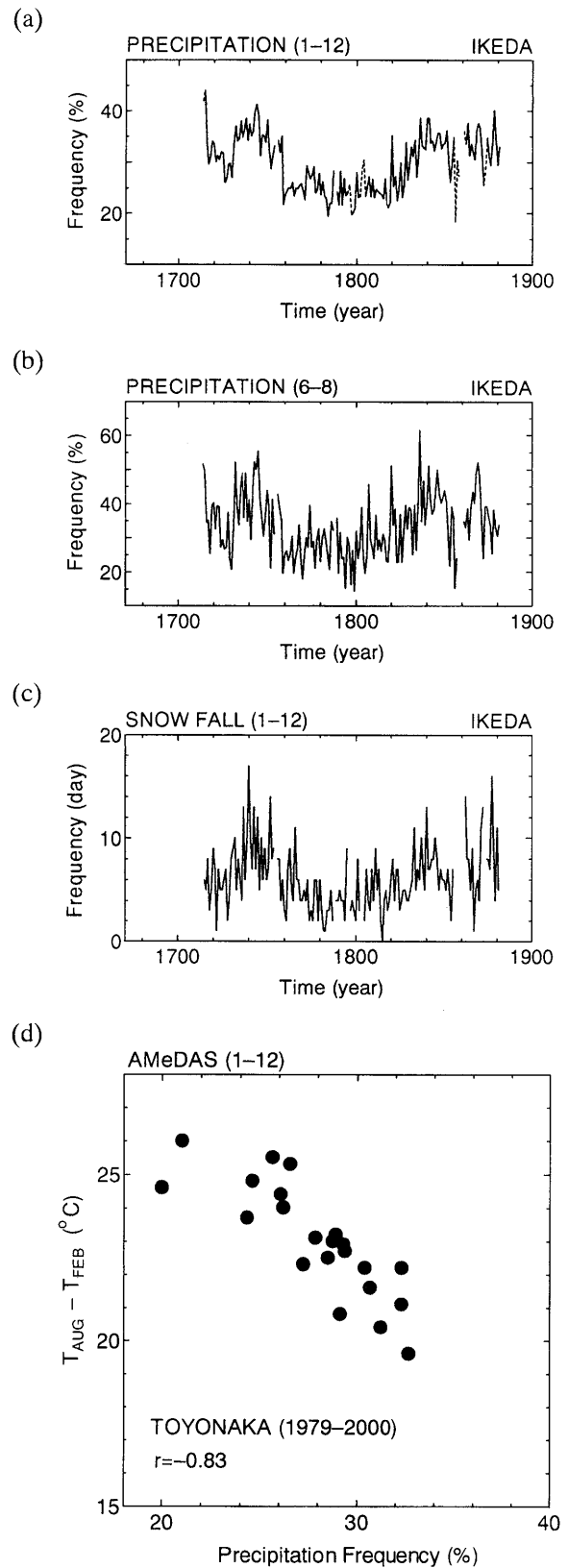


図2 IKEDAの (a) 年間降水頻度、(b) 夏期降水頻度、(c) 年間降雪日数、(d) TOYONAKAの年間降水頻度と気温年較差 (8月平均気温-2月平均気温)

HWDJの降水頻度

図1と2は、NOAA/NGDCのHistorical Weather Database in Japan (HWDJ)のISEとIKEDAにおける年間降水頻度と夏期(6-8月)降水頻度と年間降雪日数を表す。図中の点線は、天気記載日数が(a)300日未満、(b)60日未満の期間を表す。ISEとIKEDAでは100年程度の変動が見られ、1800年辺りで降水頻度や降雪日数が低い値をもつ。特に、ISEについて詳しく見ると、年間降水頻度では、18世紀前半は降水頻度が徐々に増大しているが、1754-60年で急激な降水頻度の減少(矢印)が見られ、5年ほどの間に、45%から25%にまで低下している。それ以降、1820年まで低い値が維持される。また、夏期降水頻度では、1720-1800年に10年程度の変動が見られる。100年程度のスケールで見ると、降水頻度が高い時期に、年間降雪日数も多い傾向が見られる。年間降水頻度が高く、水循環が活発である期間に、降雪日数も多くなるようである。

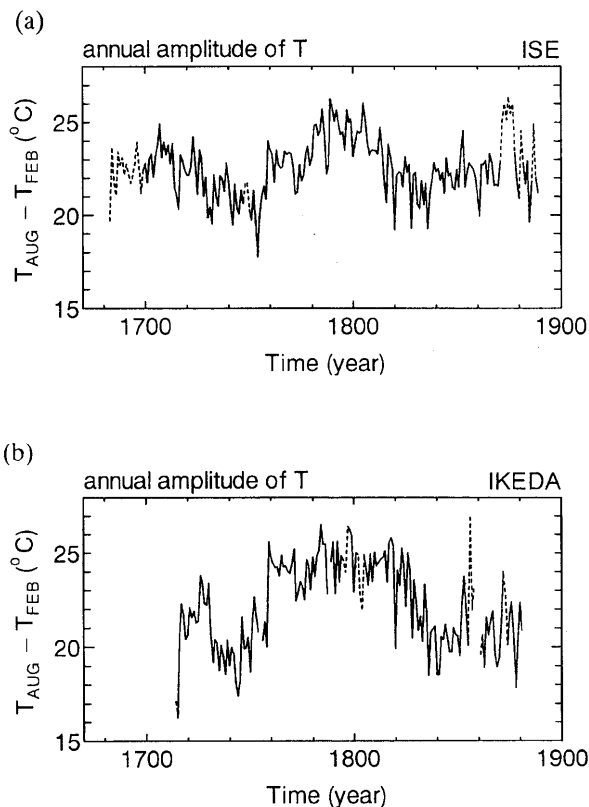


図3 HWDJとAMeDASデータから推定した(a)ISEと(b)IKEDAの気温年較差(8月平均気温-2月平均気温)

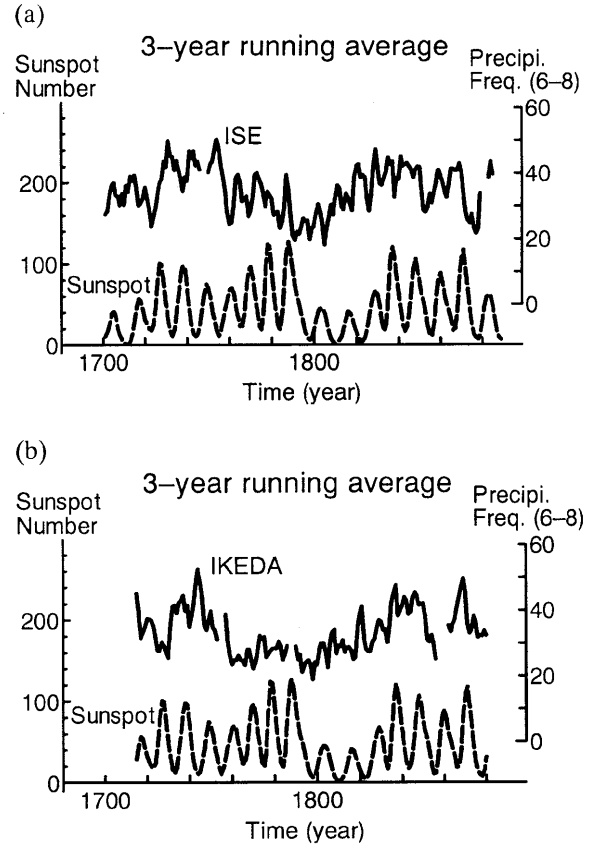


図4 3年移動平均した太陽黒点数と(a)ISEと(b)IKEDAの夏期降水頻度(%)

年間降水頻度に気象学的な解釈を与えるために、ISEとIKEDAに一番近いAMeDAS観測地点の1mm/day以上の年間降水頻度と気温年較差の関係を調べたところ(図1dと図2d)、小俣と豊中(それぞれISEとIKEDAに対応)で相関係数-0.68と-0.83を示した。もし、この結果が江戸時代に適用できるならば、年間降水頻度が低い時期は一年の寒暖の差が大きく、高い時期は寒暖の差が小さいことになる。図3は、AMeDASデータから推定したISEとIKEDAの気温年較差を表し、点線は天気記載日数が300日未満を表す。AMeDASデータの降水頻度と気温年較差の関係を近似直線で表し、その関係式をISEとIKEDAの降水頻度に適用し、気温年較差を推定した。通常、激しい変動(4~5℃)はすぐにもとへ戻るのだが、1754-60年のISEでは気温年較差が極小の18℃から24℃へ急増したまま、もとに戻らず、1760年以降、23℃前後の値がしばらく続いている。

夏期降水頻度で見られた10年程度の変動の原因の一つとして、太陽黒点数変動(~11年周期)が考えられる。本稿では、太陽黒点数と降水頻度を比較してみる。最近「太陽活動が、宇宙線強度の変動を介して、全球雲量と密接に関係している」ことを示唆する研究(例えば、Svensmark他⁴⁻⁶⁾が発表されている。太陽黒点

数が少ない年は、光球面の太陽活動が弱まり、太陽系空間の磁気も弱くなる。この状況では、太陽系外から地球に入射する銀河起源の宇宙線は強くなり、宇宙線による大気分子のイオン化¹⁰⁾が雲核形成を促進することが期待される。つまり、太陽黒点数が少ない年は雲量が多くなり、雲量は太陽黒点数と逆位相で11年周期の変動をすることになる。もし、このメカニズムが正しいなら、江戸時代にも、11年周期変動があったに違いない。図4は、3年移動平均した降水頻度と太陽黒点数である。1730-1780年では、黒点11年周期の極大期付近で降水頻度の極小となる傾向が見られる。太陽活動以外の要因の影響(例えば、局地気象、火山噴火、エルニーニョ等)も大きいので、理想的な相関ではないが、江戸時代の日記の天候記録から、降水頻度の太陽活動による影響の可能性を示唆することができた点は興味深い。このような3年移動平均夏期降水頻度で見られる10年程度の変動は、HWDJに集録されている他の幾つかの地点(例えば、HACHIOJI, 東京八王寺など)でも見られる。しかし、降水と黒点数が同じ位相で変化する時期や場所も見られるので、気圧配置や気候区分を考慮したり、他のメカニズムを検討したりすることも今後必要であろう。

表1 熊野年譜¹¹⁾に記載されている生物や気象の異常 (1754-1760年)

宝暦4年	7月7-9日大洪水
宝暦5年	1月1日熊野中に大雪降る
宝暦6年	正月8日古座錦袋にて蝦蟇の喰い合いあり。集まること5千匹。同13日喰い止む。死に残り千余
宝暦6年	9月1日より雨降り始め、16日夜大風雨。
宝暦6年	11月桃李桜満開。
宝暦7年	6月13日に十津川村で雪、本宮で雹。煙草の葉打ち破る。
宝暦7年	7月25日木ノ本浦大波、民家四十軒流れる。
宝暦10年	正月中旬桃花悉く満開、上熊野地方では麦の穂で揃う。正月山桜満開。

気象および生物の異常と降水頻度

江戸時代の和歌山の史料文献には、旱魃、大風、大雨、大水(洪水)の記録がたくさんあるが、降雪や生物季節の異常の記録は少ない^{7,8)}。降雪や生物季節の異常は、熊野地方に近いISEで急激な年間降水頻度低下が起きている1754-60年(図1の矢印)に集中している。これらの異常は小野¹¹⁾の熊野年譜に記録されており、それらを表1にまとめた。表中や下記の月日は和暦で記載している。詳しく見ていくと、宝暦4年(1754年)には『七月七八九日大洪水、石橋一つ残、船町四辻へ水入、古座、高川原、古田民屋流、人四十人餘流死す。』と熊野年譜に記録されている。翌年の宝暦5年(1755

年)には、正月に熊野地方で大雪が降った記録(『正月元日熊野中大雪、新宮町一尺餘積、奥山は丈に餘る。』)がある。この年の夏は、下津町史¹²⁾によると、雨が少なく雨乞祈禱が行われ、みかんは凶作であった。宝暦6年(1756年)には、生物(季節)の異常や風水害の記述が多い。熊野年譜には、『正月八日古座錦袋にて蝦蟇(ひきがえる)喰合集ること凡五千匹、同十三日食合止、死残千余』や『九月朔日より雨降り始十六日の夜大風雨大水…(以下、被害の詳細。若山や古座での大水の被害なども記載されている。他の文献にも風水害の記録がある)』や『十一月諸方へ七寸回り長一尺五六寸竹子生。桃李櫻悉花開。同鳥南をさして止る一羽も宮森西へ不止』の記録がある。宝暦7年(1757年)には、熊野年譜に『六月十三日前後十津川四ヶ村雪降る、本宮は雹降る、掛日壹夕に三分づつ、芋煙草の葉打破る』と書かれている。その翌月には『七月廿五日風雨強水木の本浦大浪民家四十軒流大狗子通右疊浪にて崩る』とある。ちなみに、7月には日置川町付近で洪水が起こり¹³⁾、9月には紀州大風雨の記録¹⁴⁾がある。宝暦10年(1760年)には、熊野年譜に『正月中旬桃花悉満開、上熊野地麥穂揃…正月山桜満開す』と書かれている。正月頃、桃や山桜の狂い咲きが起こり、麦穂が揃そろっていた。

熊野地方に近いISEの年間降水頻度は、徐々に増加する傾向だったが、1754-60年の5年程で急に減少している。降水頻度と気温年較差の関係も考慮すると、1754-60年は、気温年較差が極小から急激に増大した時期である。また、この時期は、年間降雪日数が比較的多い期間(1740-60年)でもある。このような環境下で、生物(季節)の異常が観測されたのである。

宝暦5年の大雪や宝暦7年の6月の降雪は、ちょうどISEの降雪日数が比較的多い期間(1740-60年)に起こっている。また、宝暦6年と10年には、生物季節の異常(狂い咲き、不時現象)が記録されている。その生物学的な原因はよくわからないが、複数種の樹木で異常が報告されているので、共通の環境要因で引き起こされたものと考えられる。宝暦6年の場合、狂い咲きの前に起こった9月の長雨や暴風雨が樹木にダメージを与えたのか、あるいは、これらの樹木が年間降水頻度や気温年較差の急変の影響を受けたのかも知れない。植物のライフサイクルに影響を与える日照時間の推定は行っていないが、1754-60年の短期間に日照時間の急変があったか否かについても今後調べなくてはならない。

生物季節とは関係ないが、竹の開花や枯死を、農作物の凶作と結びつける俗信がある¹⁵⁾。地下茎もふくめた竹の寿命は、10-100年と長く、開花や枯死を引きおこす外的要素(気象要素や害虫)はよくわかっていないようだ。和歌山でも大飢饉の頃に、竹の極端な枯死が記録されている。熊野年譜には、享保11年(1726年)

に『熊野竹悉枯る』と書いてある。ちなみに、同年3月には前代未聞の大雪が記録され¹¹⁾、その前の享保9、10年には全国的な旱魃があった。この時期は、ISEのHWDJの夏期降水頻度が低から高へ急変している時期に対応している。

下津町史¹²⁾によると、天保13年(1842年)には『この頃苦竹(マダケ・メダケの別名)に実つき枯死、大窪竹かごの材料に苦しむ(加茂村郷土誌)』との記録があり、ISEとIKEDAの夏期降水頻度が40%前後で長年続いた時期に竹の極端な枯死が起きている。

まとめ

NOAA/NGDCのHWDJ³⁾から得られた降水頻度と年間降雪日数については、ISEとIKEDAで100年スケールの変動が見られた。AMeDASデータから推測すると、年間降水頻度は気温年較差と逆相関になっている。ISEの夏期降水頻度に関しては、1730-1780年の期間に、11年周期の黒点変動と逆相関が見られ、太陽活動-気候の結合(例えば、Svensmark他⁴⁻⁶⁾)の影響かもしれない。

熊野年譜¹¹⁾に記録されている生物季節の異常が集中している1754-60年の期間では、熊野に近いISEの年間降水頻度は極大から急に減少し、気温年較差は極小から急に増大している。この年間降水頻度や気温年較差の急変が、いくつかの動植物に影響を与え、不時現象を引き起こした可能性が考えられる。この急変期には、熊野地方で降雪の異常(正月の大雪や夏期の降雪)も記録されている。

本稿では、1754-60年を中心に報告したが、歴史時代の史料から得られる「日々の天候」、「気象災害の状況」、「生物季節の異常」をさらに収集分析することは、和歌山やその周辺地域の気候変動のみならず、その変動が自然環境に及ぼす影響を推定する大きな手がかりになるものと期待される。さらに、紀北と紀南あるいは沿岸と山間ごとに、歴史時代までさかのぼって気象災害事例を整理することは、長期的な気候変化と気象災害との関係を地域ごとに把握する上で、有用であろう。

これらは今後の課題である。

謝辞

Mikami³⁾のNOAA/NGDCのHistorical Weather Database in Japan (HWDJ)のデータは、

ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/paleo/historical/japan

から取得した。

参考文献

- 1) 三上岳彦、1992：小氷期の気候像、地理、**37-2**、25-30。
- 2) 榊原保志、小笠原洋子、2001：日記天候記述による月平均気温と月降水量の推定、天気、**48**、231-237。
- 3) Mikami, T., 1993: Historical Weather Observations, Japan. IGBP PAGES/World Data Center-A for Paleoclimatology Data Contribution Series # 93-028. NOAA/NGDC Paleoclimatology Program, Boulder CO, USA.
- 4) Svensmark, H. and E. Friis-Christensen, 1997: Variation of cosmic ray flux and global cloud coverage-A missing link in solar-climate relationships, *J. Atmos. Terrest. Phys.*, **59**, 1225-1232.
- 5) Svensmark, H., 1998: Influence of cosmic ray on Earth's climate, *Phys. Rev. Lett.*, **81**, 5027-5030.
- 6) Svensmark, H., 1999: Cosmic rays and Earth's climate, *Space Sci. Rev.*, **93**, 175-185.
- 7) 和歌山地方気象台、1968：紀州災異誌、和歌山地方気象台、285p.
- 8) 和歌山県、1963：和歌山縣災害史、和歌山県、582p.
- 9) 文部科学省国立天文台、2002：理科年表、丸善、984p.
- 10) Ney, E. P., 1959: Cosmic radiation and the weather, *Nature*, **183**, 451-452.
- 11) 小野芳彦、1934：熊野史：小野翁遺稿(小野芳彦先生遺稿刊行會編輯)、和歌山縣立新宮中學校同窓會、860p.
- 12) 下津町、1977：下津町史・年表(下津町史編集委員会編)、下津町、130p.
- 13) 日置川町、1996：日置川町誌・通史編・上巻(日置川町誌編さん委員会編)、日置川町、797p.
- 14) 岩出町、1976：岩出町誌(岩出町誌編集委員会編)、岩出町、1304p.
- 15) 室井緯、1973：竹、法政大学出版局、311p.