

九州・沖縄地域における気象災害に関する農業気象学的研究

誌名	九州沖縄農業研究センター研究資料 = Memoirs of the National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region
ISSN	13469185
著者名	大場,和彦 鈴木,義則 黒瀬,義孝 丸山,篤志 中本,恭子
発行元	農業技術研究機構九州沖縄農業研究センター
巻/号	90号
掲載ページ	p. 1-23
発行年月	2004年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



九州・沖縄地域における気象災害に関する農業気象学的研究 — 特に奈良時代から明治45年までの期間について —

大場和彦・鈴木義則¹⁾・黒瀬義孝・丸山篤志・中本恭子²⁾

(2003年12月16日 受理)

要 旨

大場和彦・鈴木義則・黒瀬義孝・丸山篤志・中本恭子 (2004) 九州・沖縄地域における気象災害に関する農業気象学的研究. 九州沖縄農研研究資料 90: 1-23.

九州・沖縄地域における台風・豪雨を中心とした気象災害の歴史を奈良時代から明治時代までの期間について気象災害の変遷と年表を作成するとともに気象災害の発生頻度と古気候との関係等について解析を行った。気象災害年表は各年次別・県毎に記述した。過去の気候変動は3～5世紀前半が温暖で、6～8世紀が寒冷な気候で、9～13世紀が中世温暖期となり、14～19世紀が小氷期と弱い温暖期の繰り返した時期である。気象災害の発生は8～9世紀が30回前後で推移し、13世紀以降が徐々に増加傾向にあり、18世紀には約430回の発生であった。江戸時代における肥後藩の気象災害被害は作物損耗石高により推定した気象災害被害率が0.2～0.4の範囲に多く分布し、最大被害率が1732年の約0.8であった。気象災害の要因は主として、長雨、洪水、干ばつ、虫害である。明治時代の気象災害の種類は水害・雨害の合計が50.9%を占め、続いて暴風雨が29.5%、干害が14.3%を占めた。現在における過去27か年間の気象災害被害は、被害額1,000億円以上の出現頻度が4回で、約7年に1回の出現頻度であった。県別の平均被害額は、熊本県が最大で108.4億円、大分県が最小の47.9億円である。また、100mm以上の豪雨発生回数は、明治時代(1891～1912年)に比べて現在(1981～2002年)の方がかなり多くなっている。これらにより、九州・沖縄地域は毎年干ばつ・豪雨・台風襲来等があり、農業生産を不安定にしていることが明らかになった。

キーワード：気象災害，古気候，台風，異常気象，歴史年表。

I. はじめに

近年、世界の天候をみると、ヨーロッパの豪雨洪水災害や異常高温並びにアメリカの竜巻の多発生をはじめ、各地で高温少雨被害などが報じられている。世界気象機関(WMO)の報告では、その原因は地球温暖化が一因となって異常気象が急増していると考えられている。また、温帯および熱帯アジアでは、インドの異常高温、洪水、干ばつ、インドネシアの森林火災、スリランカのサイクロン被害等のような異常現象が増加している(農林水産省, 2002)。そのため、地球温暖化に伴う気象変動が大きくクローズアップされてきた。過去に生じた主要な変化の形跡は地球システムが永遠に安定ではないことを示唆

している。地球システムはいくつかの異なる気候状態の間で変動しており、その変動に伴って人類を含むあらゆる生命体に、絶えず衝撃を与えているかも知れない状況である(Thomas et al., 1997)。

一方、日本の国土は緯度的に台風の来襲地帯に位置し、地形が急峻で河川の流路も短く、土石流、斜面崩壊や洪水による自然災害を非常に受けやすい環境にある(全国地質調査業協会連合会編, 2001)。そのような国土の中で、農業は言うまでもなく気象の影響を大きく受ける産業であるが、我が国において異常気象等による各種の気象災害を受けている状況にある。

特に、九州・沖縄地域は日本列島の南西端に位置し、東西約300km(128～132° E)、南北約350km(31

九州沖縄農業研究センター環境資源研究部気象特性研究室：〒861-1192 熊本県菊池郡西合志町須屋2421番地

1) 九州大学名誉教授

2) 文部科学省日本学術振興会特別研究員

～34° N)の九州本島と南北約800km (24～31° N), 東西900km (123～132° E)の海域に点在する種子島から与那国島に至る南西諸島で構成されている。この地域の自然環境は複雑かつ多様である。九州本島は中央部に約1500m級の峯々がつながり、北部が阿蘇山, 雲仙岳の阿蘇火山帯, 南部が霧島山, 桜島, 硫黄島へと続く霧島火山帯が帯状に成しており, 噴煙が現在も昇っている。九州の気候条件はアジアモンスーン気候区に属し, 大きく九州本島が西南暖地型気候区, 南西諸島が亜熱帯気候区に分類され, 年平均気温が15～24℃, 年降水量が1600～4300mmと変化に富んでいる。また, 九州本島は大きな河川が分布し, 九州山地からの水供給が行われている。

この地域は一般に気温が高く日照と降雨が多いので, 動植物の種類が多く, バイオマス資源に恵まれており, 農業生産にとって有利な条件を備えている。その反面, 降雨は梅雨期を中心とし地域的・季節的に偏在して集中豪雨や干ばつを招きやすく, 毎年2～3個襲来する台風による風水害等の各種の自然災害も頻発し, 農業生産を不安定にしている。そのため, 過去の古気候と気象災害被害の歴史を関連づけて調査することは, 「農業の適地適作」の観点からも有意義と考えられる。

気象災害の歴史表は, 各県の気象台から災異誌としてとりまとめられているが, 戦後まもない時期に印刷されているため保存に耐えられない状況にあり, さらに九州・沖縄地域内で統一的にまとめられた資料・書籍等はない。一方, 全国的にとりまとめられたものが出版されているが, すべての自然災害の出現や被害状況が明治以前までしか網羅されていない状況である(西村・吉川, 1936; 荒川他編, 1964; 斉藤鍊一編, 1966; 畠山久尚編, 1966; 中央気象台・海洋気象台編, 1976; 東京府社会課編, 1977)。

気象災害の発生に関連して, 過去の気候変動の推移を知る必要がある。過去の古気候復元については Momin and Shishkov (1979), 吉野ら (1983), Maejima and Tagami (1983), 吉野・安田 (1995), 鈴木 (2000) および石井 (2002) の研究がある。また, 作物被害に関する研究は, 作物と気象の関係 (大後, 1947), 水稻の暴風被害 (坪井, 1961), 倒伏被害 (氷高, 1968), 冷害の研究 (ト蔵, 2001) および風害・防風林の報告 (山本, 1982; 真木, 1987; 真木

ら編, 1991) があり, 過去の文献解題等 (農林水産技術会議編, 1978; 1984) で研究成果がまとめられている。九州・沖縄地域における台風被害の概観については佐藤らと谷の報告 (佐藤ら, 1954; 谷, 1967) や早期水稻の風害に関する研究 (松田, 1969) があるが, 台風災害のメカニズムと対策等が記述されている。また, 最近に影響した台風被害の実態解析が行われている (山本ら, 1994a, b; 1998)。豪雨災害についてはいくつかの報告例がある (張継権ら, 1998; 宮澤清治, 1999)。なお, 同地域の奈良時代から現在までの干ばつ被害の出現と歴史年表については, 著者らがまとめて報告している (大場ら, 1999; 大場, 2002)。

この研究では, 各県の気象災異誌を統一的に収録し九州・沖縄地域における干ばつを除く台風・豪雨を中心とした気象災害の歴史年表を奈良時代から江戸時代末期と明治初期から明治時代末期までの期間について, 2部構成で気象災害被害状況の変遷をデータベース化した。また, 古気候と気象災害の発生頻度と関係, 現在での農業被害と気象要素との関係について解析を行った。

本資料を取りまとめるにあたって論文校閲の労をとられた環境資源研究部長金森哲夫博士に心からお礼申し上げる。また, 資料の収集と提供にご協力頂いた九州農政局生産流通部, 福岡管区気象台気候調査課, 熊本地方気象台武辺防災課長および九州大学大学院学生・柳博氏に厚くお礼を申し上げます。さらに, 査読者には貴重なご意見等を戴くとともに, 資料の整理と歴史年表作成等で非常勤職員大場百合子, 松下かおり両氏の手を煩わした。ここに記して感謝の意を表する。

II. 災害の定義と分類

1. 災害の定義

災害という言葉の定義は異常な自然現象に起因して地形地貌に変化を起し, 人間が作った施設を破壊し, それが人間の社会生活や人間の生命に損亡を与える場合に使われている。たとえば, 大自然の暴威が生じて太平洋の真ん中で起こったり, 人間の住んでいないジャングルに起こるなど, 人間社会に被害を及ぼさなければ一般に災害とは言わない。災

害は必ずしも急激なもののみを限定しているのではなく、徐々に長期に渡っての自然現象も含まれる。異常な自然現象によるものであって、それが人間の生活や生命に因果関係のあるものが災害として取り扱われるが、自然現象によらない災害すなわち人災が最近では問題化されてきた。実際、災害の定義は法律によって規定されるため、災害の目的によってまちまちである。災害対策基本法には加害素因として、①自然現象としては暴風、豪雨、豪雪、洪水、高潮、地震、津波、火山噴火、その他の異常な自然現象。②人為現象としては、大規模な火事もしくは爆発。③その及ぼす被害程度において、これに類する政令で定める原因とされている（農林水産省構造改善局防災課監修，1980）。

一方、災害といえ、寺田寅彦の有名な言葉「災害は忘れた頃にやってくる」で、災害が起きた直後などは気を引き締めて注意をしているが、時がたつと油断してしまうものである。いつやってくるかわからない災害に対しては常に心構えや備えを忘れてはならないと言う戒めた言葉である。

2. 災害の分類

災害の加害原因は自然の力（天災）と管理の不備（人災）が考えられ、両者の組み合わせによる複合等がある。また被害の要因は施設と物体の被害、自然状態の変貌、生物への危惧損耗および心理的動揺・不安危険感・機能停止経済攪乱等の状態の変化が挙げられる。災害は原因である加害素因と、その結果をもたらされる被害結果を分類したものである。

災害の分類はいろいろな立場で変わるが、災害の立脚点からすれば、①災害を惹起する原因による分類、②災害の発生する場所による分類、③被害対象の種類による分類、④被災現象の種類による分類、⑤直接または間接の区別による分類、⑥静的または動的の区別による分類および行政官庁所管事項による分類がある。災害要因は大別すると自然災害と人為災害になると考えられるが、自然災害は大別すると、気象災害、地震災害、動物災害であり、人為災害はその原因が人間の管理の不当に起因するものであるから管理災害というべきもので、都市公害、産業災害、交通災害および戦争災害である。

農業における災害という言葉は、定義することが非常に困難である。川田は農業における気象災害を

「異常あるいは正常の気象条件によって農作物の生産（労働－資本－土地の生産手段の結合）が攪乱されること」と定義している（川田，1953）。生産の攪乱という姿は減収という型、何年間に亘る場合は収量の不安定という言葉で表現される。以前には農業が不時の異常な現象により悪い影響を蒙ったような場合に災害と呼ばれていた。しかし、現在では常習災害地帯または災害危険地という言葉があり、それはその場所での農業が毎年ある程度の被害を受けるような場所で、被害が大きくなると推定される地域を意味している。たとえば、雨期のたびごとに洪水が起こる河川敷の水田、冬期には季節風・局地風による寒害・風害などである。農業の観点からすれば、このような地域は栽培適地とはいえない。

災害の特性は①加害力と抵抗力の不均衡、②被害の経済性、③加害原因の激甚性・異常性、④その発生の偶発性および⑤地域的特異性といった要素を条件にする必要がある。

Ⅲ. 調査方法

九州・沖縄地域における気象災害の歴史について、特に、奈良時代から平成6年までの干ばつは前報で報告しているので参照されたい。今回は、台風・豪雨災害ならびに火山噴火被害等を中心とした文献調査を実施した。大きな火山噴火は農作物被害を与えると同時に噴火後の気候条件にも左右する要因になることが指摘されているので被害の状況を年表に記述した。文献は過去に出版された九州各県の気象災異誌（福岡測候所編纂，1936；佐賀測候所，1952；大分測候所，1952；熊本県編，1952；宮崎地方気象台編，1967；鹿児島県・鹿児島地方気象台編，1967），日本凶荒史考（西村・吉川，1936），日本旱魃霖雨史料（荒川他，1964），福岡県管区気象台発行の異常気象速報，気象庁発行の農業気象年報および九州・沖縄地域内の各気象台・測候所発行の気象災害資料，並びに各縣市町村発行の郷土史等の資料を使用し、台風・豪雨等を中心にして災害発生の年代別と被害状況について整理を行った。

解析に用いた気象データは、各県の気象観測開始時期から気象データ（西日本気象協会編，1960，1962；熊本測候所編，1931；大分気象台編，

1960；鹿児島気象台編，1959；宮崎地方気象台編，1959）を使用した。過去の古気候復元資料については鈴木・山本（1978），吉野ら（1983），Maejima and Tagami（1983），吉野・安田（1995）及び鈴木（2000）の研究があり，そのデータを引用した。九州地域における最近の農作物被害額のデータは九州農政局が集計しているデータ等を使用した。また，明治時代における気象観測開始以来の九州に影響を与えた台風の経路進路図は，各県の気象差異誌に記述されているデータを引用して，資料集に記載した。

なお，「資料集－1」の中で「霖雨」は，長雨の意味で平安時代の「倭名類聚抄」の辞書によると，「雨久しききを苦雨と曰ひ，三日以上雨也」と記され（高橋・佐藤，2001），3日以上連続降雨日が長雨である。

IV. 結果と考察

南北に長い日本列島では地域差を多分に含んでおり，天候不順，季節変化の異常というような広域で長期的に起こる災害は，過去において干ばつ，冷夏，風水害および虫害など天災に襲われると凶作になり飢饉につながるものがしばしば多く，多くの餓死者が出ている。被害の大小や数え方にもよるが，数年に一度あるいは毎年のように日本列島の中で被災していると云うことも過言ではない。特に，古代においては干ばつの占める割合が比較的高く，飢饉の主要因であった。日本書紀の中で仁徳天皇の記事が飢饉を記述した最初である（菊池勇夫，2000）。しかし，12世紀になると干ばつが減少し，かわって長雨・冷夏が増加し，稲作地域が北進していくにしたがって，冷害が災害のなかで重要な意味を持ってきた。また，台風災害は短期的で直接的な災害であるのが特徴で，耕作期間内の来襲により被害は一層大きなものになるが，全国的には及ばず狭い範囲に限られるため台風による飢饉は少ないと考えられる。天武天皇12年（786年）から明治に至る1082年間に台風によるものと考えられる被害発生回数は51回で，平均21年に1回の割合の発生となっているが，決して周期性をもって起こっているとは考えられない（堀口，1935）。

歴史時代を通じて日本の災害の代表は台風であり，

九州での大雨の割合が高くなり，台風の占める割合は時代と共に増加し，災害としての重要度が増している。そこで，過去における災害の実態と出現頻度等について述べる。

1. 気象災害における歴史年表とその変遷

九州・沖縄地域における気象災害の発生，被害状況についての歴史年表は，奈良時代から江戸末期までの気象災害を「資料集－1」，明治時代を「資料集－2」に示す。ここでの気象災害は，天候不順，風水害，暴風雨，飢饉，凶作，虫害並びに九州特有である農業被害を与える火山噴火（阿蘇山・桜島・開聞岳）等も記述した。年表は西暦，旧暦の年表と新暦を記述し，月日は旧暦で，括弧内が新暦を表示した。また，歴史表の記述の中で，長さや重量単位は括弧内に十進法単位でわかりやすく記述した。出典の資料・古文書は括弧内で，その記載の文献は末尾に記述した。なお，○印は文字の不明・脱字等を示す。年間の災害は各県別毎・発生時期別にゴシック斜体で記述し，災害の種類について県毎に並列した。気象観測が始まった明治時代の1890年以降については年表の中に気象災害発生時の気象データを表示した。

資料集－1の歴史年表の中をみると，江戸時代以前の資料によると，気象災害発生数は少ないが，江戸時代になると気象災害の被害状況も詳細になってくる。特に，佐賀県の風水害被害については佐賀平野の低平地のため顕著に記述されている。その中で，井手は田の用水をせき止めてあるところで，洪水による切落箇所を示される。

資料集の中でよく出てくる言葉として，古代国家において賑給がある。賑給（賑恤）というのは，高齢者，身寄りのない者，困窮者及び被災者等に対して食料や衣料を支給する制度であるが，飢饉の際には使者を派遣して賑給させたのである（菊池，2000）。また，義倉と呼ばれる備荒貯蓄の制度も実施されている。

1-1) 過去の気候変動と飢饉の発生

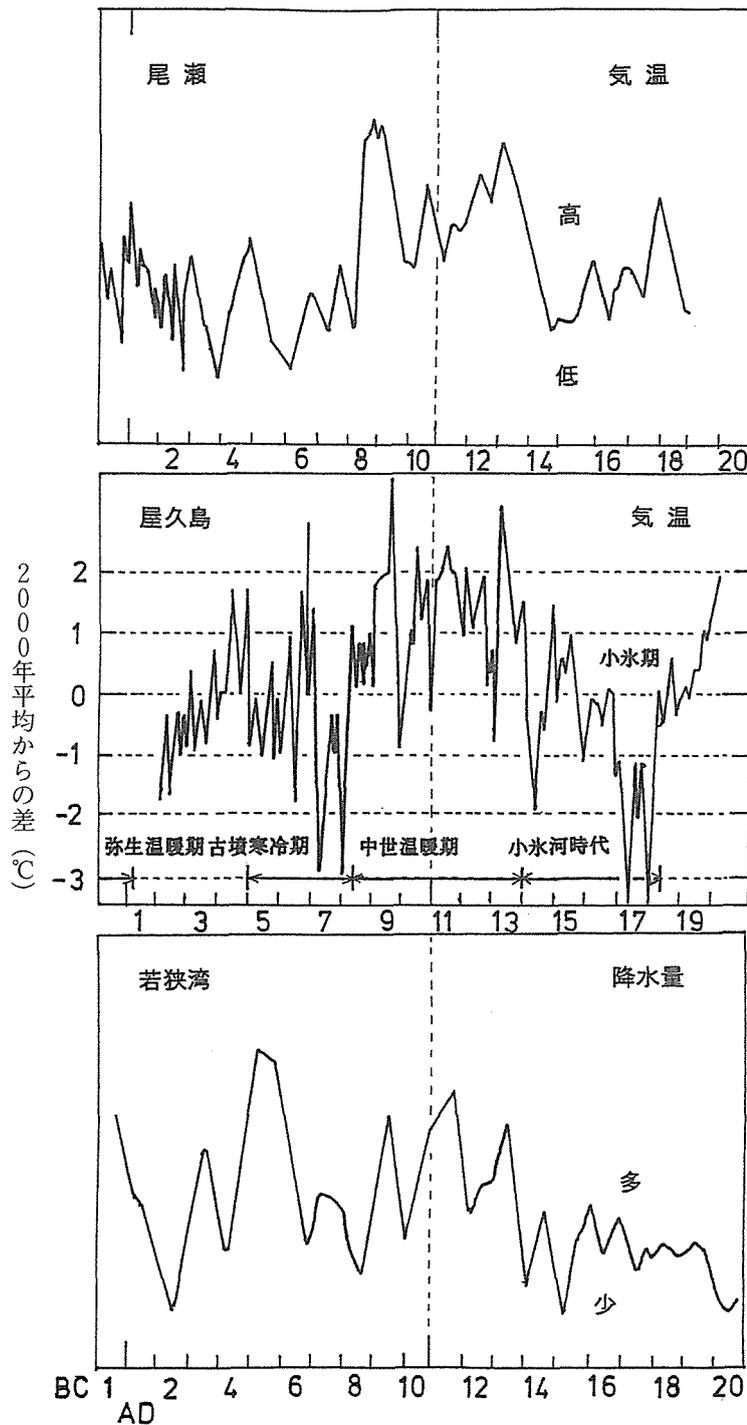
気象災害の歴史の推移をみていくには過去の気候変化の関連性が必要である。遠い過去の時代の気候に関する情報は，過去の自然条件に関するいろいろな資料の研究から調査する必要がある。災害の記録や古気候を調査するには多くの古文書等で調べる必

要があり、観桜の日記や開花の記録類、雪日数や災害・飢饉、農作物の収穫期などの記事（三国史記・日本書紀・三大実録等）や樹木の年輪などがあり、これまで多くの報文がある（谷治，1982；吉野正敏編著，1983）。近年では年輪内の炭素同位体比分析や堆積土壌層内のハイマツ花粉数等により過去の気

候変化が明らかにされている（Pandolfi et al.,1975；阪口，1984；北川，1995；鈴木，2000）。

a) 縄文時代から古墳時代（紀元前1000年～AD 6世紀）

鈴木（2000）の研究によると、「尾瀬」の花粉解析（阪口，1984），「若狭湾」の堆積物分析（福沢，



第1図 日本における過去2000年間（BC 1～AD20世紀）の気温と降水量の変化
 注：出典データは、鈴木（2000）の書籍から、「尾瀬」（阪口，1984）、「屋久島」（北川，1995），「若狭湾」（福沢，1994）を引用・改修した。

1994)と「屋久島」の年輪解析(北川, 1995)結果の引用から, 過去2000年の気温と降水量の推移が記述されており, その結果を第1図に示す。

稲作以前の日本農業は「照葉樹林焼畑農耕文化」と名付けられるような文化が展開していた(佐々木, 1999)が, 日本列島で水田稲作が始まるのは, 今からおよそ2400年前, 紀元前4世紀頃である。縄文晩期は急激な気候変化(冷温化)があつて, 当時の人々たちにとっては大変混乱した時期だったことが窺える。縄文を危機に陥れた寒冷化は, 中国大陸で春秋(BC770~403年)・戦国(BC403~221年)の乱世を引き起こしたばかりでなく, 数多くの難民を生み出し, 彼らは稲と稲作の技術を携え四方に散らばり, 東に逃れた一部が日本列島に移住し, 稲作技術をもたらし定着させた(佐藤, 1995; NHK取材班, 1997)。その後, 西日本の沿岸地域には水田を作るのに絶好な湿地帯が広がり, 弥生渡来人は水田の適地を求め移り住んできた時代である。この気候寒冷化により縄文時代が消滅し, 紀元前3世紀に弥生時代に移り変わり, 従来の狩猟採集システムから水稻農耕システムに大きく変化し, 「低湿地文化」を生んだ。弥生時代以降, 日本人は里山の森を核とする水田稲作農耕社会が築き上げられた(NHK取材班, 1997; 渡部編, 1998)。3世紀後期から古墳時代になり, 気温は温暖化に向けて推移した。渡来人が5~6世紀にかけて最新の金属器鑄造, 製陶, 機織り, 土木, 農業などの最新技術をもたらすと同時に漢字による諸文書の作成や仏教の展開を担ったのである。

第1図の結果を参照すると, 日本は紀元前398年から紀元後17年までを弥生温暖期とし, 紀元後17年から240年までが中間的な気候で, 次の古墳寒冷期までの移行期としている(鈴木, 2000)。第1図「屋久島」のデータから, 3~7世紀の間で, 3~5世紀前半が温暖な気候であったが, 450~500年頃には天候が悪化し冷涼な湿潤気候で, 降水量の増加がみられた時期である。日本の歴史の中でも倭国大乱で戦乱が多く, 気候の冷涼・湿潤化が影響を与えたとの見方もある(安田, 1984)。また, 2~3世紀から後サハリンから沿岸漁民が流水原の海獣を追って北海道に侵入してきて, オホーツク文化が形成された。その中で, 仁徳天皇即位(368~417年)を中心とする半世紀は「尾瀬」と「屋久島」のデータが上昇傾

向にあり, 「小高温期」が出現し, 「若狭湾」のデータから少雨傾向であるが, その前後半世紀は冷夏・洪水発生が多い(鈴木・山本, 1978)。なお, 福井県水月湖の堆積物中の風成塵(ダスト)の研究から中国大陸内部の寒冷・乾燥卓越期の一つを紀元380年~750年までとしており(福沢, 1994), 中国では寒冷と乾燥によって, 紀元300年から500年までの期間に農牧の境界線が200~400km南下し, 民族の南下も生じた報告がある。

5世紀の気候は4世紀の気候の延長線上にあり, 寒冷気味である。中国災害史年表の中で大水の記事が多いこと, 三国史記による洪水数のカーブ曲線から4世紀には比較的小さいが5世紀にかなり鋭いピークが見られ, 降水量が全期間通して多かったと推定している(鈴木・山本, 1978)。また, 6世紀は鈴木・山本(1978)の研究で大雪数と冷涼指数のカーブが極大を示すが, 「尾瀬」や「チベット高原」の気温は上昇傾向を示すものの低温状況であると考えられる。このように, 紀元5~7世紀にかけて, 小氷期と言われる寒い時期があり, 本州北端の稲作農耕集団(弥生)が壊滅的な打撃を受け, 稲作前線が南に後退した時期と考えられる。この期間(240~732年)を「古墳寒冷期」と呼び(阪口, 1984), またグローバル的な名称として「民族移動の寒期」を用いている(鈴木, 2000)。

b) 飛鳥時代から江戸時代以前(7~16世紀)

7世紀以降になると考古文書等が多く存在することになり, 気象災害の内容も年代にしたがって詳細な記述が資料集-1でも見られる。7世紀以降の気候の変化は温暖な気候に転じ, 750年過ぎ奈良時代の後半から暖かくなって, 8世紀後半は北日本で湿潤で, 南日本は温暖湿潤である。この期間の干ばつの記録が30年, 霖雨が10年で干ばつが極めて多い時期である。平安時代開始(794年)から9世紀の800年代はかなり暖かく, 9世紀末の寒の戻りが示される。その後も10世紀にあたる900年代も温暖な気候であったが, 後半からは気温が下がり始めた。11世紀となる1000年後半を過ぎた頃から少しずつ気温が上がり始め, 特に11世紀後半から12世紀前半にかけては冬を中心に一時的に厳しい寒さに見舞われた。この時期の飢饉としては天慶5年(942年)と保延元年(1135年)が知られている。

13世紀は第1図中段「屋久島」に示されるように

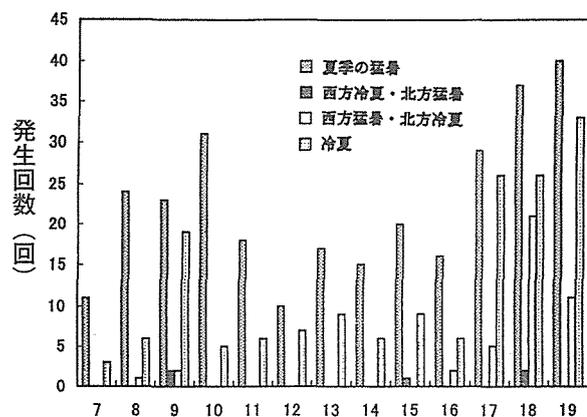
明らかに気温が高く、過去2000年の中で最高の一つである。また、14世紀の気温は低温が顕著となっており、近隣の朝鮮半島における冷夏の記録は13世紀の2回から4世紀の10回を記録し、飢饉の場合は同じく10回から30回へと増加している（魚，1989）。この時期のヨーロッパにおいて、大飢饉（1315～1319年）、百年戦争（1337～1453年）、ペスト禍（1348年頃）と不安定な時期である（Brian, 2000）。このように800～1300年は一般的に「中世温暖期」と呼ばれている。15世紀は低温が明瞭で、長野県諏訪湖のお神渡りの日が早くなり寒冷と考えられる（Yazawa, 1976）。16世紀も15世紀と同様に寒冷であったと考えられている。

鎌倉幕府（1192年）が開設された時期は温暖な時期になる。この現象は明月記（1199～1236年）、看聞御記（1416～1444年）、後法興院記（1466～1505年）、実隆公記（1474～1533年）等諸日記による研究（鈴木・山本，1978）で、平安時代（982～1200年）の降雪率が室町時代（1416～1600年）の降雪率より小さいことが明らかになっている。鎌倉・室町時代の飢饉としては治承・養和の飢饉（1180～1182年）、寛喜の飢饉（1230～1232年）、正嘉・正元の飢饉（1257～1259年）、応永の飢饉（1420～1421年）、寛正の飢饉（1460～1461年）、天文の飢饉（1539～1540年）が挙げられる。治承と応永の飢饉は早害による凶作で、天文が大洪水と虫害による飢饉、その他は冷害が主因の飢饉であるが、九州地域での被害の記録は見当たらない。このように、13世紀以降は、「小氷期」と呼ばれる太陽活動の不活発な時期が繰り返し出現している時期である。極端な寒冷期は1300年頃、1460～1550年、1680～1720年そして1780～1850年である。鎌倉時代の蒙古襲来における「文永の役」と「弘安の役」は神風による撃退勝利となっているが、実際、文永の役は11～12月の襲来で神風の起こる時期とは考えにくいと思われる（Erik Durschmied, 2002）。冬季の季節風と考えるのが順当ではないかと考える。

c) 江戸時代以降（17～20世紀）

17世紀は第1図「屋久島」の気温推移からも過去2000年間で最低であることが明確であり、小氷期は歴史時代を通じてだけでなく、氷河期が終わって以来、最寒である（Maejima and Tagami, 1986）。1603年初めからの江戸時代以降の気候変動についてみる

と、前島ら（1983）の研究によれば江戸時代の気候は寒冷な時期（小氷期）と温暖な時期とが繰り返して起こっており、1610～1650年が非常な寒冷（元和・寛永小氷期）、1650～1690年が温暖な時期、1690～1720年が非常な寒冷、1720～1740年が寒冷な時期（元禄・宝永小氷期）、1740～1780年が温暖な時期、1780～1820年が寒冷な時期及び1820～1850年が非常に寒冷な時期と区分されている。その気候変動の中で江戸時代の飢饉は、寛永の飢饉（1641～1643年）、元禄の飢饉（1695～1696年）、享保の飢饉（1732～1733年）、宝暦の飢饉（1755～1756年）、天明の飢饉（1783～1784年）、天保の飢饉（1833～1839年）である。これらの飢饉の中で、享保の飢饉は蝗害による凶作となっているが、これはウンカ（浮塵子）の異常発生によるもので、西日本地域の虫害が凶作の主原因である。元禄・宝暦・天明及び天保の飢饉は東北日本地域の被害が大きく、冷害型の大凶作であり、南部藩での3世紀半の治世による期間での四大飢饉として記録されている。また、元禄の飢饉の時には、夏季に天気が悪く冷えが強く稲はいっさい実らず、その上大風雨・洪水に見舞われた。1969年、1702年、1703年と凶作が続いた（前島，田上，1982）。



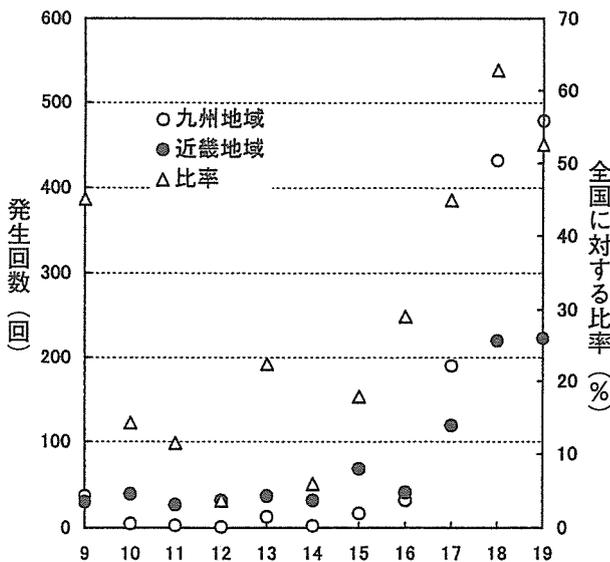
第2図 古気候における天候状況の出現頻度の推移 (前島ら, 1982)

前島ら（1983）の研究による7世紀から19世紀までにおける天候状況の出現頻度の推移を第2図に示す。夏季の天候状況をおおまかに、①夏季の猛暑、②西方冷夏・北方猛暑、③西方猛暑・北方冷夏、④冷夏の4分類されている。7世紀から19世紀までの期間において、①が291回、②が5回、③42回④161回で猛暑が全体の約58%、冷夏が約32%を占める。同期間での冬季の気候推移は寒い冬が229回で全体

の約79%を占めている。

天明の飢饉の時は1782年から1787年まで連年のように不作であった。寒冷化の記述として、「利根川図志」の中で、天保5年(1834年)九州の豊後の海岸で大海驢が鉄砲で撃取られた記述があり、冷涼な気候であったことが窺える(鈴木・山本, 1978)。さらに、18世紀の後半から19世紀の前半にかけて梅雨明けを考慮した盛夏の期間が短く、冬の期間は寒冬傾向にある(吉野・安田編, 1995)。明治20年(1890年頃)になると日本全体において気象観測が行われ始め、気象データが集積されることになった。明治時代の飢饉は、明治35年(1902年)、明治38年(1905年)、39年(1906年)及び大正2年(1913年)で、東北地方の冷害による大凶作年で極めて貧しい状況である。

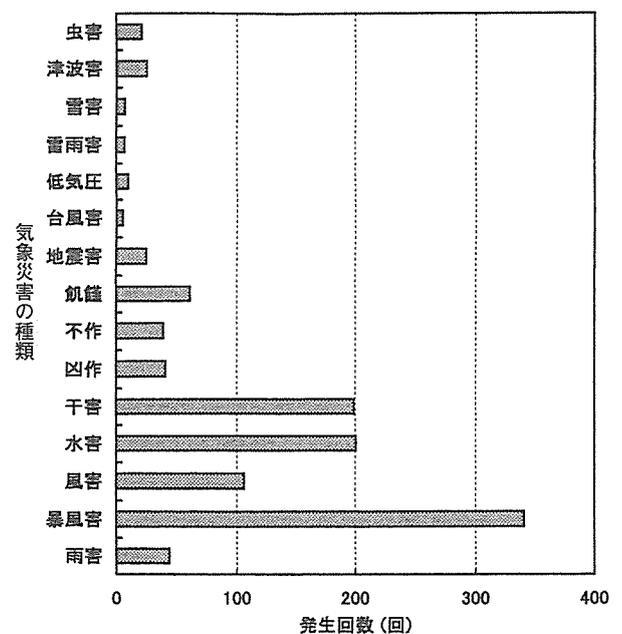
その後、日本における1930年代までは気温的稲作安定な時代が続くが、1940年代半ばまでは比較的低温期間が続いているが、その後は気温上昇に転じ、1960年頃を中心とした高温、1970年頃を中心とするやや低温期間を経て、1980年代後半から急速に気温が上昇している。また、降水量の経年変化は、年ごとの変動が大きく、特に1960年代半ば以降はその振幅が大きくなっている。そのため、年ごとの変動を除去すると、5年移動平均の傾向は1920年頃、1950年代半ば、1990年頃極大となる周期変化が見られるが、長期的には1950年以降緩やかに減少傾向が見られる(気象庁編, 2001)。



第3図 九州と近畿地域における気象災害の発生数と九州の全国に対する比率

1-2) 江戸時代までの気象災害発生種類の出現頻度

九州・沖縄地域における気象災害の発生数と全国に対する比率および近畿地域の気象災害発生数の経年変化を第3図に示す。また、日下部正雄(1960)の表と谷治正孝(1982)の修正した近畿地方の大規模気象災害データの結果を第3図に挿入した。九州・沖縄地域における8~9世紀期間の気象災害発生数は30前後であるが、11~12世紀では災害発生数が極めて少ない状況である。この時期は寒冷化に向かった時期である。13世紀以降から徐々に増加し、18世紀では約432個である。近畿地方を見ると、9世紀~16世紀までは九州に比べて多く推移し、17世紀~19世紀は九州に比べてかなり少ない。このように全国に対する九州・沖縄地域の発生頻度割合は7世紀の8%で、11~12世紀が11.5~3.7%と少なく、14世紀以降から上昇し、18世紀には62.9%と最大値を示し、19世紀には52.6%である。江戸時代になると人口も増加し、土地利用の拡大化、山林の荒廃化、被害予測地帯への施設の増加などの原因で、災害が増加している。すなわち享保、寛保、天明、弘化の大水害または飢饉として知られている大災害が起こっている。なかでも「天明の大水害」は全国的な大水害であった。明治に入ると、明治29年(1896年)には我が国古今未曾有の大水害といわれている水害があり、この年に河川法が制定されて我が国の



第4図 九州地域における気象災害の発生頻度別の分類

河川行政の一大転換期となったのである（防災ハンドブック編集委員会編，1964）。

災害の種類については、斉藤（1966）が分類を行っている。それに従って、7～19世紀期間の九州地域における気象災害の発生頻度別に分類をすると、第4図になる。7～19世紀までの期間では、九州地域では暴風害（大風雨・暴風雨・風水害）が341回と一番多く、続いて水害（洪水・豪雨洪水・大雨洪水・出水・大水・大洪水・増水・長雨出水・嵐洪水・水災）が201回、早ばつ（大早・早・早ばつ・早害・早照）が199回、風害（暴風・大風・大悪風・風害・烈風・強風）の106回の順である。日下部氏（1960）の文献によると、近畿地方の気象災害の種類は、台風期の暴風雨が411回、台風期以外の暴風、水害、大雨、洪水、長雨・冷夏は201回、早ばつが199回である。両地域で比較すると、台風期の暴風雨は若干違いが見られるが、長雨・大雨、洪水等と早ばつはほぼ同じ出現回数である。

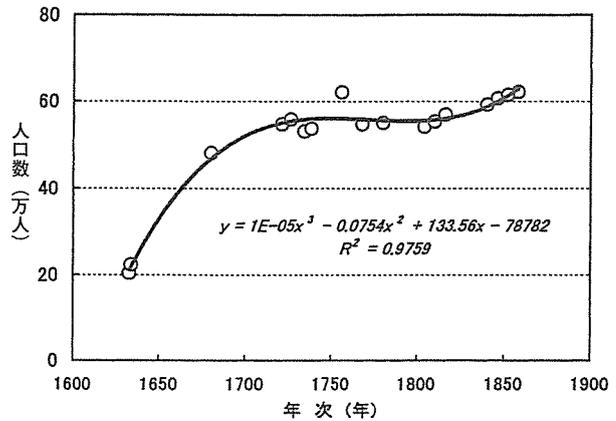
これに対して北日本の状況を見ると、田中氏（1958）による東北地方の冷害の歴史研究において、西暦713年～1900年までの期間における凶饉の発生回数が310回であり、江戸時代の300年間をみると、224回で発生率が75%を占めている。東北地方の凶作・不作は凶冷（主として夏期の異常低温）による冷害が最も多いが、洪水、早ばつ、虫害、大風等に類別される。その中で、冷害の原因は寒冷、低温、霖雨（長雨）、早冷、降霜、天候不順があげられ、全被害年の38.7%を占めている。

1-3) 明治以前の気象災害被害の状況

奈良時代から江戸時代末期までを見ていくと、7～10世紀までは気象災害の大半は早ばつであるが、12世紀以降は2割台以下に減少する。推古天皇15年の冬（607年）や同21年の冬（613年）の項に記してあるように次第に溜池が作られ灌漑土木工事が普及して早ばつに耐えられるようになったからで、この傾向は日本全国同様である。農地開発については平安前期の延長年代（923～931年）の農地面積は86万2000町歩で、約4世紀後の室町時代初期（14世紀初期）に94万6000町歩であるから、400年ほどの間の農地拡張は全国で僅か8万4000町歩の増加で中世の停滞期にある。その後、農地は戦国時代末期（1555年）には150万町歩、江戸中期（1711年）で297万町歩、江戸末期（1850年）で400万町歩、明治11年

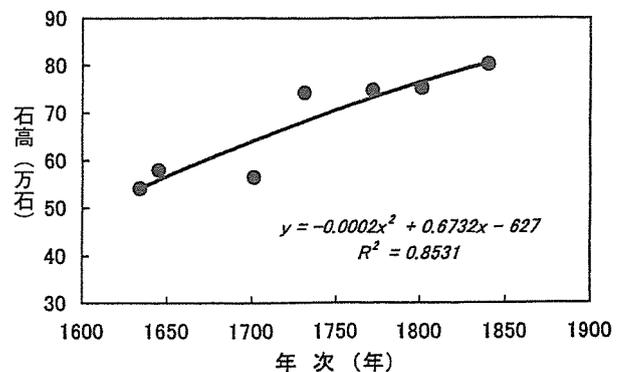
（1878年）で433万9000町歩（田：248万9000町歩、畑：185万町歩）と順調に増加している（小出，1975）。

台風期の暴風雨が気象災害の半分近く占めるのは、13世紀、15世紀並びに17世紀以降である。気象災害の誘因は気象という自然現象であるが、災害そのものは社会的現象で、その規模や様相は人々の生活様式や社会構造や防災技術によって大きく変化する。



第5図 江戸時代の肥後藩における人口数の推移

農業における気象災害被害量については、江戸時代に入ってから資料でみることができる。始めに熊本縣史の資料から、社会情勢として肥後藩における人口の推移を第5図に示す。曲線はプロットにあてはめた近似式である。加藤清正（1611年死去）以降、1632年に細川忠利が肥後の領主となり1634年の人口は約22万人で、牛馬が約5.2万匹であったとされており、その後人口は上昇し、1720年頃には約54万人と2倍以上に増加した。それ以降から1800年頃までは人口の増加はみられないでほぼ一定傾向にあり、その原因は飢饉の発生が増大が起因していると



第6図 江戸時代の肥後藩における石高の推移

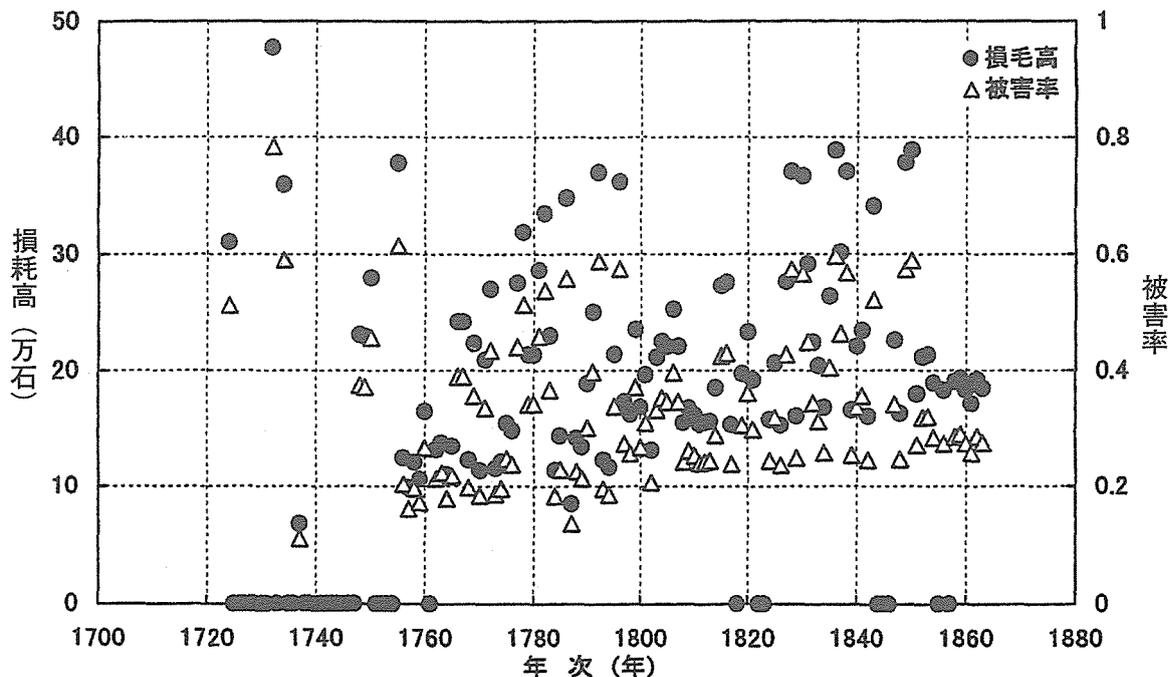
考えられる。また、1810年以降は急激に増加して、江戸時代末期には約62万人に達した。

一方、肥後藩における石高の推移を第6図に示す。加藤清正時代に肥後藩は約54万石となり、細川藩時代に入って徐々に増加し、江戸時代末期には約80万石に達した。石高の増加要因は以下に記述する。「慶長国絵図」や郷帳で記述される肥後の石高は54万石とされ、この値は天正検地を反映したものと考えられている(平野・工藤編, 1997)。これは肥後藩主加藤清正による灌漑治水・干拓開発によるものであり、諸郡で2,354町歩の新地開が行われた。灌漑では開田使用といくつかの取水口と井手の開削をして、白川中流の瀬田上井手、馬場楠井手、はなぐり井手などを行い、網の目のように分水させながら下流域の熊本市内まで縦横無尽に流させて利水効果を上げると同時に洪水調整をする治水機能を持っていたのである(大住, 1998)。そのほか、緑川中流の鵜之瀬堰、球磨川下流の遙打堰などである。さらに、享保17年(1732年)に藩士の御赦免開は禁止されたが、宝暦7年(1757年)以後になるとふたたび干拓新田開発が認められ、細川藩時代には干拓の開発の種類が、①藩の費用によって築造する藩営新地、②藩士のポケットマネーによって築造する御側開、③藩士、特に一門や三家老が築造する士族開(御赦免開)、④手永の公共事業として行う手永開の4種

類によって進められ、文化・文政期には芦北郡で大規模な干拓新地が出現した(平野・工藤, 1997)。

熊本県災異誌および熊本縣史の資料から肥後藩の作物損耗高が記述されているので、そのデータを第7図に示す。気象災害の被害率は各年次の損耗高を各年次の推定石高で割ったものである。しかし、損耗高は幕府に届けるため、若干多めに記述されている面があるが、詳細なデータはないのでここでは縣史に記述されているそのままの値を使用した。なお、肥後藩の石高は第6図にみられるように年次によってデータが変動しているため、図中の近似曲線により各年次の石高を推定し、その値を用いた。

第7図から、1720年以降から江戸末期の1864年までの期間において、損耗高の最高は1732年の約48万石で、内訳は洪水による損耗高が147,800石、干ばつ・虫害が330,390石である。最小値が1737年の洪水による損耗高67,000石である。損耗高の出現頻度は15~20万石が最大の頻度で33回(31.1%)と多く、続いて20~25万石が25回(23.6%)の頻度である。損耗高30万石以上の出現頻度は約16%を占め、かなり大きな値である。その気象災害の要因は干害・虫害が最も多く、続いて洪水被害である。また、推定した気象災害被害率は、0.2~0.4の範囲に多く分布し、最大被害率が1732年の約0.8であり、恒常的な被害であったと考えられる。この時、1732年の宮崎



第7図 肥後藩における気象災害に伴う損耗高と被害率の変化

県延岡藩は蝗の大発生で、被害率が0.767となり、肥後藩とほぼ同程度の被害である。

このように虫害被害については、ウンカの防除法は、大蔵永常著「除蝗録」(文政9年)の書籍で享保17年壬子年、筑前三笠郡において「注油駆除」法が開発されたとの報告と、寛文10年(1670年)に筑前の倉富吉左衛門によって発見されたとの記録もあるが、この方法は一般に除虫菊浸出石油(除虫菊20匁を石油1升到12時間浸出して、これを1反歩に使用)と言われ使用が奨励された(木下, 1936)。

上記の江戸時代での社会・経済情勢はどのように推移をしたかを肥後藩に近い天領天草領について調査した。天草領内における1石高当たりの価格の変化は1692年において、熊本・長崎の12月相場の平均値段を基準として決められ、銀60匁(約225g)前後の価格であり、1700年以降1800年までの長い期間で大きな変動はみられないが、1800年以降は徐々に増加傾向がみられる。この期間内で肥後藩においては、1793年と1811年が米価の下落を起こした年である。また、米価が暴騰したのは1837年であった(熊本縣史, 1960)。

この時代における歴史の特徴は、寛永11年(1634年)から12年にかけて日本各地において凶作に見舞われ、飢饉が起こり、特に天草・島原一帯がひどかった。寛永14年には春から夏にかけて餓死する者が相次いだ。このため、1637年にキリシタン迫害・農民一揆が重なり、「島原の乱」が起こり1638年に鎮圧された。この「島原の乱」の原因を見ると、直接的かつ最大の原因は、寛永11年から連年の天候不順・凶作・飢饉による経済的要因であり、副次的要因が考えられるのが領主の重税や苛政(政治的要因)とキリシタン弾圧に対する反抗(宗教的要因)の復宗運動が起こり、幕府の租法違反としての阻止・鎮圧によるものと考えられている(五和町史編纂委員会編, 2002)。

1-4) 明治以前の風水害対策について

九州では縄文晩期(BC300~100年)頃から稲作農業が展開されてきたが、初期の稲作は谷間の湿地や河口付近の低地などで栽培されてきたと考えられる。したがって、水害を頻繁に受けるために築堤が行われたと考えられる。仁徳天皇時代に淀川の茨田堤の修築工事と天満川の開削工事があり、難波の都の水害防止を問題にしたことが窺える(小出,

1954)。これは部分的な小規模なものであったらしい。広く全国的に行われるようになったのは、戦国時代以降で、およそ16世紀頃からである。国内が一応安定し始めて戦後の建設という段階であり、城が山城から平地の城に変わり、城下町が漸次できつつあって、洪水に直面しなければならなくなったこと、築城という石垣を組み合わせた土木技術の発展から大規模な治水工事が始まったと考えられる(小出博, 1954)。

九州において、土木の神様といわれた加藤清正の治水工事は乗越堤といわれるもので、現在でも残っている代表的な土木工事で、堤防を高くせず大洪水は堤防を乗り越えて溢れるようにしたもので、天正8年(1580年)に始めて熊本県菊池川で実施されたと言われている。後には他の河川にも導入され、河川の水路を安定したと考えられる。乗越堤が採用された理由は、大洪水の水量を流すには川幅を必要とするが、そうすると普段は川が乱流となって水路条件が安定しないし、水路を固定し水深を一定にして交通手段として利用する必要があった。しかし、堤防を高くする技術を持たなかったため、堤を越えて溢れた洪水に対しては、堤の内外に竹や樹木(水害防備林)を植えて水勢を減殺するようにして堤防を保護すると共に水をかぶる田畑の被害を減少させた。

豊臣秀吉によって全国統一がなされ、戦国時代に終止符が打たれ、徳川家康がこれを引き継いで江戸幕府が開かれ、中央集権国家が確立された。17世紀に入ると大きな河川の改修工事は極めて活発に行われ、洪水を防止する(球磨川, 大和川, 白川, 緑川)と共に年貢米の運搬とする交通手段の利用(球磨川, 大淀川)に変化してきた。筑後川では久留米藩において寛永初期(1624~1644年)に佐賀藩と協議の上、久留米藩側の三潞郡安武村に約4 kmにわたる安武堤防を設け、佐賀藩側に全長12kmの千栗堤防が築かれた。

一方、文化年間以後の肥後藩土木工事の特徴は石造眼鏡橋にあり、文政9年(1826年)築造の相生橋をはじめ、各地に眼鏡橋を架けた。さらに、灌漑技術工事は熊本県矢部町にある通潤橋で、峡谷で囲まれた白糸台地を灌漑するために矢部手永惣屋布田保之助が考案した送水橋で、種山石工の宇一、丈八、甚平らが築橋したもので、1852年に起工し1854年に完成した。一昼夜の送水量は15,000tで、100haの水

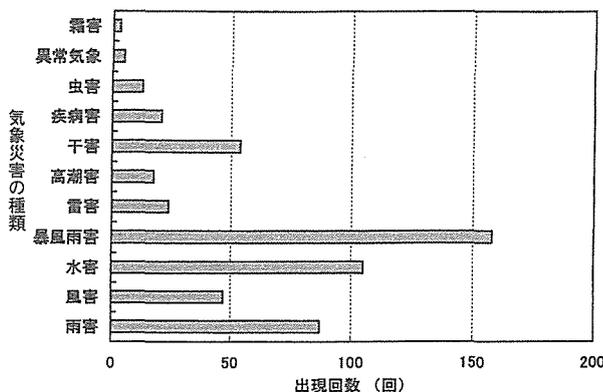
田を灌漑した。保之助はこのほか矢部手永に13か所の石橋を架け、溜め池や用水路23か所、道路の改修164か所の土木工事を行い、「勸農富民」につとめた。通潤橋は眼鏡橋として日本一である。

2. 明治時代の気象災害の発生と変遷

明治時代における九州各県の気象災異誌を年次別に集計したもので資料集-2において、九州・沖縄地域における気象災害被害についての歴史年表を記した。また、気象観測が開始された以降での九州に影響を与えた主要な台風については、進路経路図を付図-1に示す。図中の数字は〇〇・〇〇が日・時を示し、数字3桁が気圧 (hPa) を示す。

2-1) 気象災害の種類と発生頻度

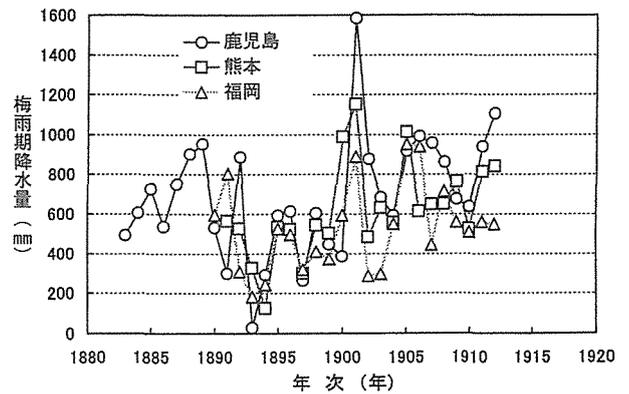
資料集-2に示すデータから分類集計したもので、明治時代における九州管内での気象災害の発生頻度を第8図に示す。九州管内における気象災害発生の種類は図中に示す項目に分けられ、発生回数は全体で535回の発生で、台風を起因とする暴風雨害が158回 (29.5%) で最も多く、続いて水害が105回 (19.6%) である。台風による暴風雨被害は九州管内で2年に1回の割合で出現していることになる。また、水害と雨害の合計からすると、暴風雨と同様な発生回数である。干害の発生頻度は約10.0%の出現回数である。虫害は明治30年の全国的な大発生があり、その面積は約280万町歩に及び、600万石の減損を来した。この時は外米の輸入により「享保の飢饉」の如き、餓死者を出すことがなかった (木下, 1936)。



第8図 九州地域内における明治時代の気象災害の発生頻度

2-2) 明治時代の気象概況

九州管内で気象観測が始めに開始されたのは鹿児島県が明治16年 (1883年) で、続いて福岡県が明治23年 (1890年)、大分県が明治20年、熊本県、佐賀県が、明治24年 (1891年) から気象観測が開始され、現在までデータの収集が行われている。ここでは、明治時代における福岡県、熊本県および鹿児島県の気象概況について述べる。明治時代の梅雨期は例年6月中旬より7月上旬に至る約1か月間の降雨が断続する期間を通常梅雨と言う (熊本測候所編, 1931)。福岡県、熊本県および鹿児島県における明治時代の梅雨期間降水量の経年変化を第9図に示す。



第9図 明治時代における梅雨期降水量の経年変動

梅雨期間降水量は梅雨入りから梅雨明けまでの降水量であったが、現在では6月と7月の月降水量合計値を梅雨期降水量としており、その結果を示した。観測開始からの梅雨期の降水量は変動が大きく、年次的に直線的増加傾向がみられ、同期間における福岡県、熊本県および鹿児島県の平均値がそれぞれ524.0mm, 619.5mm, 735.7mmであり、変動係数がそれぞれ42.6%, 38.5%, 41.8%である。現在の平年値 (1971~2000年) は、それぞれ538.5mm, 811.1mm, 756.4mmであり、熊本県以外はほぼ同程度である。この期間での梅雨期降水量の最大値は熊本県が1901年の1151.8mm, 鹿児島県が1912年の1106.4mm, 福岡県が1906年の940.8mmである。熊本県における実際の梅雨期間日数は観測開始からの期間において、1892年の53日間が最長で、1912年の21日が最短で、平均約37日間であった。熊本の豪雨は短時間中に強勢なる雨を強雨、降雨時間長きに亘るとも雨量甚大なる雨を豪雨と称し、白川の氾濫は奈良時代から明治末期までに31回の発生であった

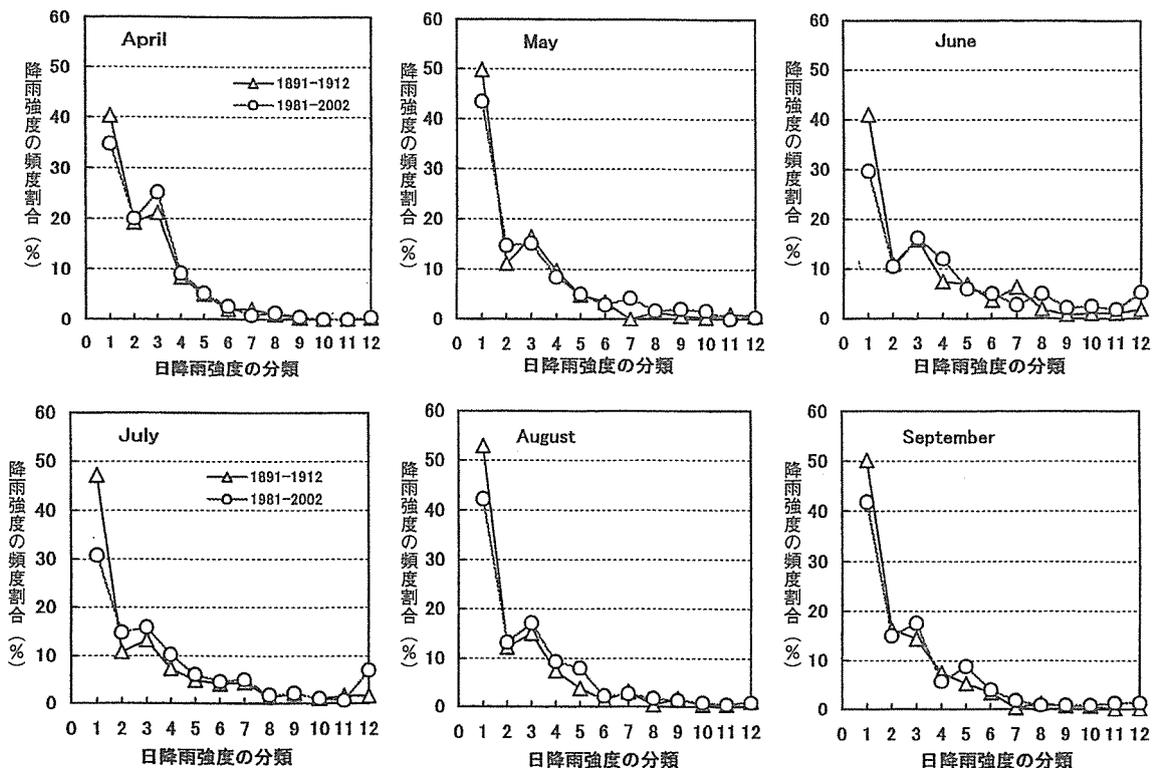
(熊本測候所編, 1931)。なお, 明治33年7月5日より16日まで断続せる雨は114時間に661.2mmの豪雨で, 白川が氾濫し大水害になった。

気象観測開始以来(1891~1912年)と現在(1981~2002年)の22か年について, 春夏作期間(4~9月)における熊本県の月別降雨強度の分布形態を比較した結果を第10図に示す。春夏作期間についての降雨強度の出現パターンは明治時代と現在とでは大きな違いは見当たらないが, 6月と7月の日降雨量100mm以上の豪雨の出現頻度は現在の方が大きくなっている。同様に, 福岡県と鹿児島県の場合も大きい傾向である。そこで, 第11図に示す日降雨量100mm以上の豪雨の出現回数は, 福岡県と熊本県では6月, 7月の出現回数が明治時代に比べて現在の方がかなり大きく, 鹿児島県では6月, 8月及び9月が大きい状況である。春夏作期間での豪雨の出現頻度は, 福岡, 熊本および鹿児島県では明治時代がそれぞれ0.59回/年, 0.86回/年および1.91回/年で, 現在の方がそれぞれ1.64回/年, 2.0回/年および2.7回/年であった。また, 第10図から降雨量50mm以上の出現頻度は, 熊本県の場合, 明治時

代が9月の2.8%~6月の13.7%の範囲で, 現在では4月の3.0%~6月の20.1%の範囲で, 鹿児島県の場合, 明治時代の8月の5.2%~6月の13.7%で, 現在が8月の8.6%~6月の18.2%の範囲である。日降雨量 $0.0 < R \leq 5.0$ mmの降雨は明治時代の方が現在より大きい, この違いは降雨量の計測方法が異なるためと考えられる。

2-3) 明治時代の防災対策

明治維新は徳川時代の古い制度を廃止して, 新しい考え方の導入による政治を行うことであり, 新しい産業と文化を創ることであった。そのため, 明治維新以降の風水害対策は西欧のいろいろな制度が取り入れられ新しい方式による治水対策が行われた。この時代の経済情勢から産業・商業の活性化に伴う品物の運搬が重要視され, 大河川下流部の水路の安定と水路水量を確保するため「低水工事」が主体であった。外国の技術者の導入により, 明治12年には石造り堰堤ができると共に水源地帯の植林の重要性も強調された。明治13年にフランス留学から帰国した古市公威はオランダの技術に対して, 「オランダは平坦で急流の川がない。そのような川を基礎にし



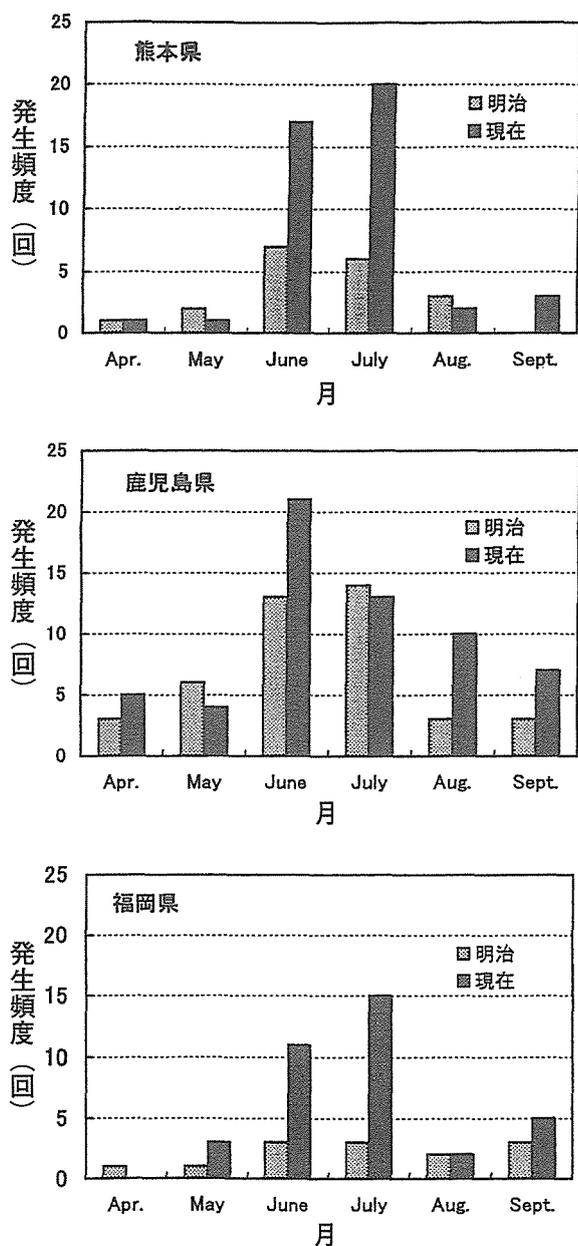
第10図 春夏作期間における熊本県の月別日降雨強度の出現分布

注：横軸の番号は, 1; $0 < R < 5$ mm, 2; $5 < R < 10$ mm, 3; $10 < R < 20$ mm, 4; $20 < R < 30$ mm, 5; $30 < R < 40$ mm, 6; $40 < R < 50$ mm, 7; $50 < R < 60$ mm, 8; $60 < R < 70$ mm, 9; $70 < R < 80$ mm, 10; $80 < R < 90$ mm, 11; $90 < R < 100$ mm, 12; $100 < R$ mm, Rが日降雨強度を示す。

て発達した治水技術は日本のような急流河川の改修に対しては役立つことが少ない。日本とオランダでは洪水の強弱、洪水の時期、沿岸の耕作物などが違っている点から水害の考え方も違うし、水害の防備も異なるはずである」と「高水技術（洪水防御を目的とする治水技術）」を力説している（小出編著, 1954）。明治17～18年になると大洪水が頻繁に起こるようになった。一つには雨の多い時期に当たったことと、この時期は産業の発展により、河川が氾濫するのに任せていたのが荒地も開拓する必要に迫られてきたので、河道の固定が必要となった。明治19年には堤防を高くして洪水を防止しようという高水

工事が行われ始めた。

その後になっても、洪水による氾濫が繰り返され、明治29年4月に河川法が制定され、30年には砂防法も制定された。次々に洪水防止を目的とした河川工事が進められ、29年には筑後川で河川改修工事が行われた。明治44年により18か年間かけて20河川の治水を完成させる目的で第1期計画が山腹砂防工事・治水工事等を進められると同時に第2期計画で44か所の河川の工事を着手するための準備が進められた。また、森林法が明治40年（1907年）に制定され、森林が存在することそれ自体が人類の生活環境を改善し、公共の危害防止の役割を担っていたが、1951年に森林法の全面改定が行われ、保安林として指定され、公共の危害防止、福祉の増進、他産業の利益保護を目的として特定の制限が課せられた。保安林の内水源涵養林と土砂流出防備林が主要で保安林の約90%を占めている状況である。「治水は治山にある」ということは明治の初めから現在に至るまで、長い間の林業政策の基礎となっていると同時に、現在は地球温暖化に伴う大気中のCO₂を吸収する役割を担っていることが重要視されている。



第11図 日降水量100mm以上の豪雨における明治時代と現在の発生頻度の比較

3. 現在の九州地域における気象災害の農業被害

最近の九州地域の気象は地球温暖化を背景として、気温は上昇傾向にあり、降水量は南に行くに従って減少傾向が顕著にみられる。九州・沖縄地域にとって自然の暴れ給水車と呼ばれる台風の発生回数は1950年代と1970～1980年代前半は少なく、1960年代と1980年後半～1990年前半は多く、年間上陸数の傾向は1950～60年代が多く、1970～80年代が少なく、1990年代前半が多くなっている。九州北部、南部、奄美地方への接近台風数は年次により大きな差があるが、毎年いずれかの地方に接近している状況である。

3-1) 最近の九州管内の気象災害被害

最近における1976年から2002年までの27か年間について、九州農政局が取りまとめた九州地域の農作物等関係被害額の推移を第12図に示す。農作物被害額の推移は年次による上下変動が大きく、1,000億円以上の被害額を出した年は1980, 1991, 1993および1999年である。この期間での1,000億円以上の気象災害被害は約7年に一度の出現頻度である。これら出現した年次の大きな気象災害被害は台風と豪雨

が中心で、九州本島での気象災害被害の主体は台風である。農業被害の最大値は1991年の台風17・19号の上陸による被害で総額2,069億円で、最小値は台風の上陸・接近等の影響が少なかった2001年の約32.9億円である。この期間の平均被害額は454.4億円とかなり大きく、また、変動係数が108%で極めて大きな値である。

九州本島内でのこの期間内における県別の農作物被害をみると、県別平均被害額の最大値は熊本県の108.4億円、最小値が大分県の約47.9億円である。変動係数は最大値が福岡県の175%、最小値が鹿児島県の84%で、九州北部地域は変動係数が100%以上である。熊本・大分両県は九州本島の中部に位置し、大分県は瀬戸内海型気候区で比較的降雨量が少なく温暖であり、熊本県は西九州内海型気候区と九州山地型気候区で有明海に面し平坦な地形と背後に九州山地を抱えている。そのため、台風が西方から来襲する機会が多いため、熊本県側は農業被害額が大きくなっていると考えられる。台風の発生数は平年値が27.8個で、九州地域での接近・上陸数の平年値は南部が3.52個、北部が3.28個で、僅かに南部が多い。

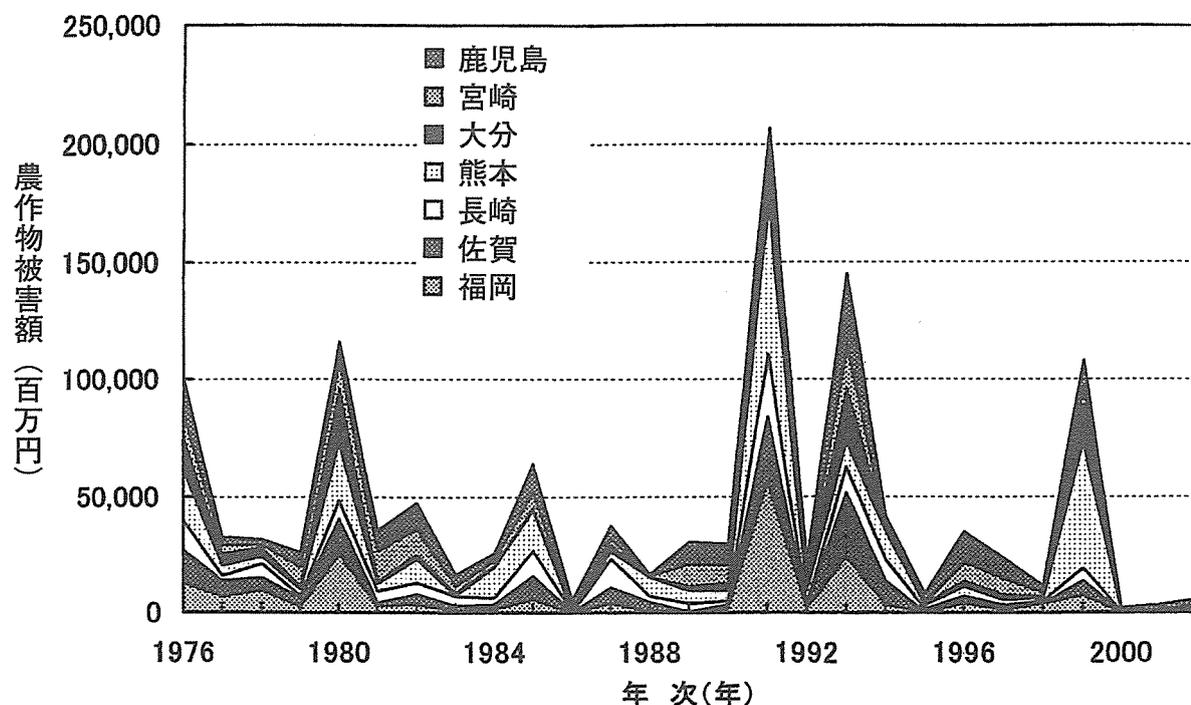
3-2) 気象災害被害と気象要素の関係

九州地域の年降水量は福岡の1659mm から宮崎の

2480mm の範囲で、梅雨期間の降水量が占める割合は宮崎の29.2%から熊本の39.2%の範囲である。梅雨期間の日数とその期間の降水量は変動が大きい。豪雨の出現回数は年次間で大きく変動し、最小値が大分県の1.28回/年、最大値が鹿児島県の3.08回/年であった。豪雨の発生期間は4～10月までの範囲が主で、春夏作の栽培期間である。その期間の年降水量の占める割合は福岡県の76.5%から大分県の80.8%の範囲である。九州地域内での日降水量最大値は長崎県諫早市の諫早豪雨災害時に記録した448mm(1982年7月23日)である。台風の上陸・接近数と農業被害額の関係は、上陸・接近数が多いほど被害額も増加する傾向があるが、台風の規模が被害程度に大きく影響を及ぼしている。

4. 台風等の防止対策について

台風に伴って風と雨が一緒になって来襲するが、時には風台風または雨台風と呼ばれる場合がある。1991年と1998年に来襲した台風は熊本市で瞬間最大風速が50m/s以上を記録し、大きな被害であった。風は空気の流れであるから、風の弱い時は問題にならないが、暴風となるといろいろな破壊作用をするほどの強さにより風害を引き起こすようになる。風圧は次式で表される。



第12図 九州地域の気象災害による農作物等関係被害額の変化

$$P = 1 / 2 \cdot \rho V^2 \quad (1)$$

ここで、 P は風圧、 ρ は空気の密度、 V は風速 (m/s) である。

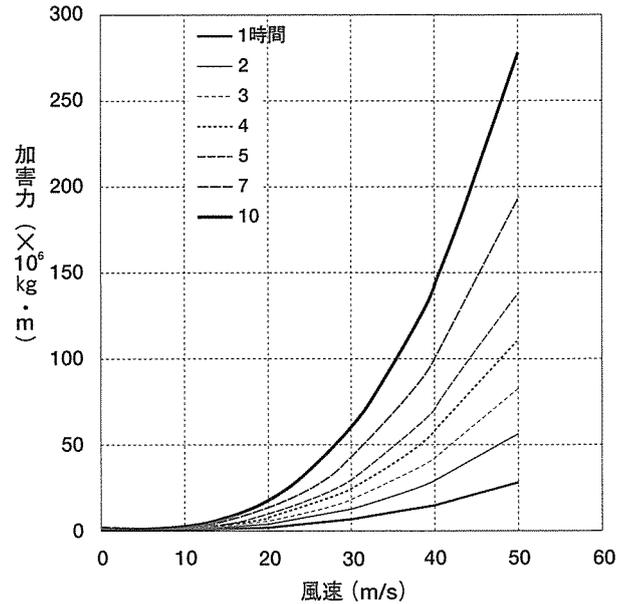
台風に加害力については、谷 (1967) によれば、次式で表される。

$$F = 1 / 2 \cdot (\rho v^3 t) \quad (2)$$

ここで、 F は加害力 (kg・m)、 t は風の継続時間である。現地での観測値はないので、気象観測所の風速計データ (V) を使用するため、作物面での風速 v に換算として、 $(1/3)V$ として計算を行う。台風による加害力の計算結果を第13図に示す。

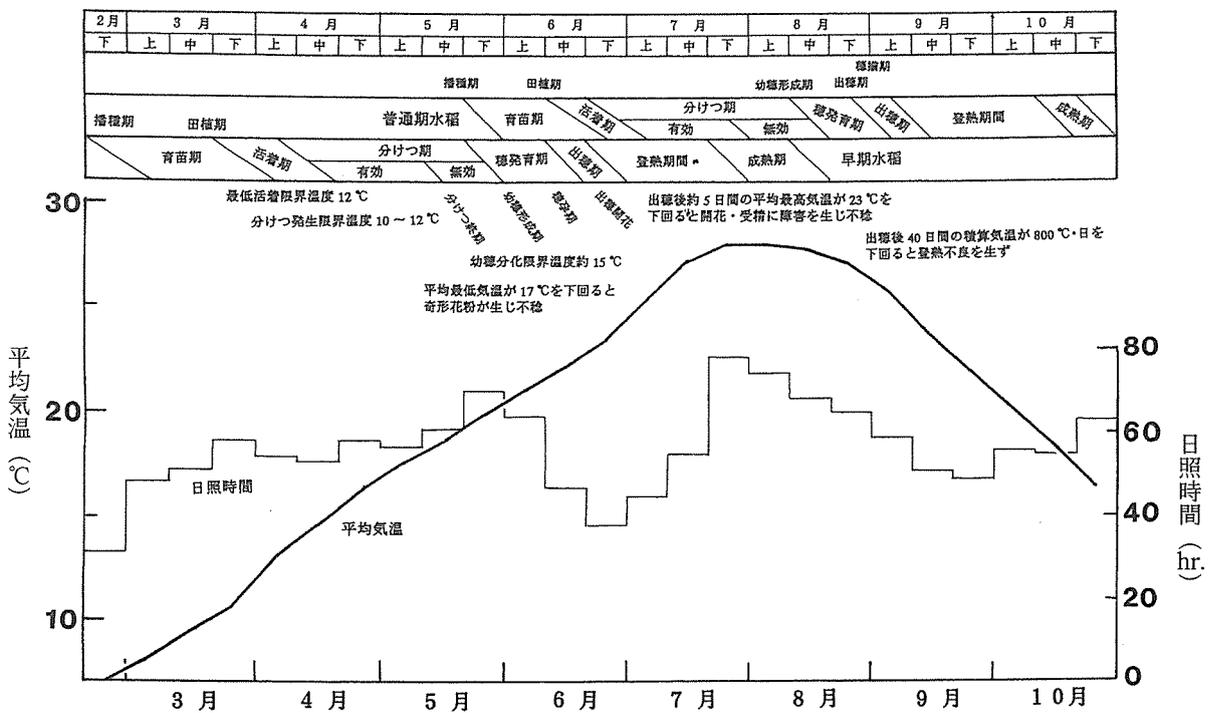
4-1) 水稻の気象災害被害の事例について

九州地域の水稲栽培について、主要な生育時期別ステージと旬平均気温、日照時間の変化を第14図に示す。九州での主要産地における水稲の栽培法は早期水稲 (宮崎県、熊本県天草地域) と普通期水稲 (九州平坦地域) で、生育ステージの事例を示す。阿蘇や久住地域などの高標高地域は田植期が東北地域と同じ5月中旬で普通期栽培である。九州はいろいろな水稲栽培が行われている。図中、旬平均気温と日照時間は福岡管区気象台の平年値を示す。水稲における主要な気象災害の種類は低温障害、高温障害、冠水害、干害、倒伏害、日照不足および潮風害である。



第13図 台風による強風の継続時間と加害力の変化

低温障害の主体は1993年や2003年にみられるように北日本地域であるが、九州地域では冷夏の年に高標高地域の阿蘇、久住で現象がみられるが、その他の地域ではあまり起こらない。高温障害の例は育苗末期の高温でむれ苗を生じる場合があり、7~8月の高温は台風通過後に発生するフェーン現象による先枯れや早期水稲の白穂の発生がみられる場合がある (山本ら, 1994)。登熟期の高温による被害は、



第14図 九州の水稲栽培における生育ステージの事例

玄米の腹白米，心白米，乳白米等の発生につながり，一等米比率の低下等で品質の低下が全国的に重要な問題となっている（星川，1999；農林水産省，2003）。冠水害による被害例は，穂ばらみ期には1～2日の冠水で減収を生じ，冠水7日間で収穫皆無となるが，現在では水田や河川改修等の整備が進み，水田の排水システムが確立されており，長期間の冠水は少ない状況である。

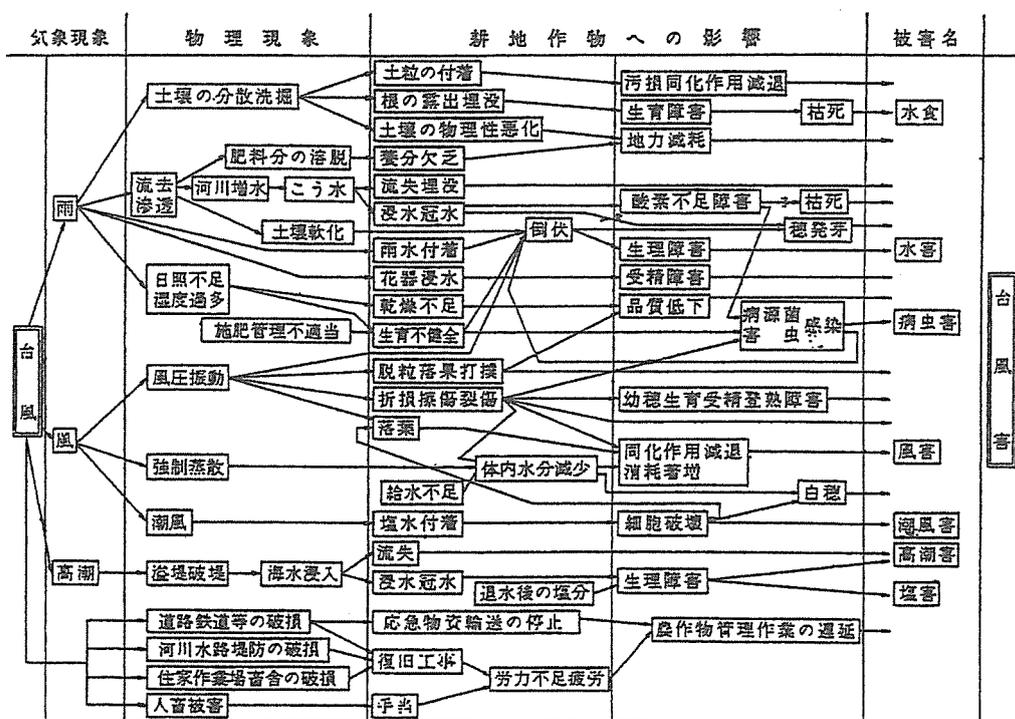
干害による被害は，1994年の長崎・佐賀県松浦半島の天水依存棚田水田地域や筑後平野が水資源不足による農業用水不足によって被害がみられたが，特に穂ばらみ期が危険で，不稔病が生じ減収しやすい（大場ら，1999）。日照不足は，生育時期の遅延，分けつ数の減少を起こしたり，登熟期の日照不足が登熟歩合を低下させると共に収量への影響が大きい。倒伏害は，これまでの研究で風速が7 m/s程度になると弱い稈が挫折しはじめ，風速の増加に伴って挫折倒伏率が直線的に増加し，15～16m/sになると全部の稈が挫折倒伏することが報告されている（氷高，1968）。しかし，現在の品種は短稈性で強靱な品種が多く，適正な肥培管理であれば倒伏は比較的小さい状況である。

さらに，台風・高潮等による潮風害は稲体に塩分が付着することにより枯死，または減収する。たと

えば，1998年の熊本県不知火海での高潮被害で干拓地が水没したため，水稻が収穫皆無となり，水田土壌の洗浄または客土の方法がとられた（久保田ら，2002）。虫害は，田植期以降において，梅雨前線の配置によりコブノメイガやウンカが大陸から飛来するが，飛来量は前線の活発度により変動する。飛来量が多く，無農薬であれば坪枯れ現象を生じ，時には収穫皆無につながる。資料集-1の気象災害年表の中でも虫害による損耗高により飢饉とつながっている例がしばしばみられ，防除には鯨油等の散布で防止が試みられている。その他で，いもち病（葉いもち病，穂いもち病）があるが，歴史年表の中ではみられない。

4-2) 水稻の台風被害対策

谷（1967）がまとめた水稻の台風災害発生と被害の過程を第15図に示す。図から，台風の持つ加害力を雨，風，高潮の三つに分け，被害対象作物を水稻，果樹などの主要農作物に限定した場合の被害発生経過を示すもので，一つの現象から次に続く現象を直線で結んである。この直線は災害線といわれるもので，防災対策は，この災害線分の切断にある。ある現象の発生を止めればこれに続く次の現象も止まり，被害の発生は防止される。線分の切断方法は，被害発生の原理を逆にとり，加害力に合わないよう



第15図 作物の台風災害発生被害と被害過程（谷，1967）

第1表 主要な気象災害の防止対策法の事例一覧 (谷, 1967)

被害名	恒久策	目的	事前策	目的	事後策	目的	逃避策
台風害全般	適地選定 品種選定, 組合せ 作期移動 間混作 共済・保険・貯蓄 経営多角化	空間的回避 時間的回避 〃 作物抵抗力強化 経済抵抗力強化	健全作物体の育成・管理 早期収穫 応急資材の集積 種子・苗の手配 避難所選定 食料・飲料飼料の確保	抵抗力強化 時間的回避 復旧作業の準備 〃 人畜命保護 〃	追播・補植 作付転換 応援隊要請 融資・補償	被害作物の補充 生産再開 労力確保 復旧資材・資金確保	資本・労力投下の節約 掠奪的農法 耕地の分散 投機的作物・品種・施肥管理 平穏祈願 あきらめ
水食 水害	等高線带状栽培 畦立 河川・水路の改修 堤防強化	流下距離短縮 透水量増加 高水位の低下 破・溢堤防止	被覆作物・敷草・敷藁 かん排水口整備 あぜ補強	雨滴打撃緩和 排水促進 流入阻止	土砂排除, 中耕培土 排水退水時の洗滌 薬剤散布 落水	生産再開 汚染除去 病虫害感染予防 穂発芽防止	
風害 潮風害	防風林・暴風垣・破風垣造成	加害力弱体化 作物振動防止 塩分粒子の捕捉	支柱・張網・網結束・整枝・押倒 深水・敷藁・ポンプ・水の準備	振動・倒伏・挫折防止, 受風面積減少 振動防止・蒸発散抑制・補給 付着塩分洗滌	株おこし, 倒木おこし 落葉・落果整理 果樹石灰乳塗布 剪定・追肥 水洗	生産再開 病虫害伝播防止 傷口手当 樹勢回復 付着塩分洗流 (24時間以内)	
高潮害 塩害	堤防強化 防潮林	破堤防止 流速低下			石膏散布・耕起	除塩	

にする。あるいは、加害力を弱め、抵抗力を強化して加害力<抵抗力となるように寄与する方法である。

防止対策としては上記で述べたいずれかの手段を選択する。主要な気象災害の防止対策について取りまとめたものを第1表に示す(谷, 1967)。風害やフェーン現象による白穂は、出穂時期を台風遭遇しないようにするため作期の移動(宮崎の早期水稻)、場所の選択、品種の違いによる危険分散、作物を健全に育てて作物の抵抗力の増強などの方法がある。また、防風林・防風垣・防風ネットによって風の加害力を弱める積極的な方法(真木, 1987; 真木ら編, 1991)もあるが、台風の場合では容易なことではない。潮風害の場合は塩分を含んだ風によって葉に付着した塩分により障害を引き起こすので、塩分を早く除去する必要がある。1991年の場合、筑後平野では沿岸部より約3 kmの内陸部まで塩分が飛来していた(清野ら, 1992)。普通は雨を伴って風が吹くので、稲体の塩分が除去される場合が多い。丸山ら(2000)が潮風害による水稻の減収尺度式を提案しており、次式で示される。

$$Y=Y' \exp[-(ESP)^2] \quad (3)$$

ここで、 Y は実際の収量(g)、 Y' は塩付着量が0の時の収量(g)、 E は塩の影響の強さを表すパラメータ(mg^{-1})で、出穂期で $E=0.254$ 、穂揃期で $E=0.244$ 、登熟中期で $E=0.106$ である。上式から、被害直後の穂の塩分量(SP)を測定すれば、収量が推定できる。

九州管内の熊本県や宮崎県並びに(独)農業・生物系特定産業技術研究機構・果樹研究所では、各種の作物栽培に対する気象災害対策情報として、各種気象災害の対策法を電子情報またはインターネットで公開して、現場の普及に対応する行政者・技術者や農家が容易に情報が得られるようにして対策を講じている。一方、気象庁が毎年発表している暖候期・寒候期の長期予報精度が確かなものになれば、農業災害の対策として有効に活用ができるが、現在それまでに至っていない。なお、北日本の夏季の天候について、オホーツク高気圧の南北変動差により5年周期で冷夏を生じさせる成果が出されている(Kanno, 2004)。このような研究が冷夏、干ばつ等

含めて東アジア地域での研究が展開されることが期待される。

V. おわりに

地球温暖化現象が出現していると情報が多く発信される中で、異常気象が頻繁に出現している状況である。この研究では、各県の災異誌を統一的に収録し九州・沖縄地域における干ばつを除く台風・豪雨を中心とした気象災害の歴史を奈良時代から明治時代までの期間について気象災害被害状況の変遷年表を作成するとともに気象災害の発生頻度と古気候との関係等について解析を行った。

過去の気候変動は3～5世紀前半が温暖で、6～8世紀が寒冷な気候で、9～13世紀が中世温暖期となり、14～19世紀が小氷期の繰り返し時期である。気象災害は8～9世紀は30回前後で推移し、13世紀以降は徐々に増加傾向にあり、18世紀には約430回の発生であった。江戸時代における肥後藩の気象災害被害は作物損耗石高により推定した作物被害率が0.2～0.4の範囲に多く分布し、最大値が1732年の約0.8であった。

気象災害の要因は主として、長雨、洪水、干ばつ、虫害である。明治時代の気象災害の種類は水害・雨害の合計が50.9%を占め、続いて暴風雨が29.5%、干害が14.3%を占めた。現在における過去27か年間の気象災害被害は、被害額1,000億円以上の出現頻度が4回で、約7年に1回の出現頻度であった。

九州・沖縄地域は毎年干ばつ・豪雨・台風襲来等があり、農業生産を不安定にしていることが明らかになった。気象災害の対策法については、昔からいろいろな研究がなされており、成果も多く報告されているが、その利用法を確立する必要がある。

近い将来、世界的な地球温暖化現象に伴う気候変化条件下での食糧生産向上と安定化のためには、農業のあらゆる分野で農業気象の知識普及および農業気象技術の発展が益々重要になってくるものと思われる。

引用文献

- 1) 荒川秀俊ほか編 (1964) 日本早魃霖雨史料. 気象研究所.
- 2) ト蔵建治 (2001) ヤマセと冷害—東北稲作のあゆみ—. 成山堂書店, p148.
- 3) 防災ハンドブック編集委員会編 (1964) 防災ハンドブック. 技報堂, p1223.
- 4) Brian Fagan (2000) The little ice age; How climate made history p1300-1500. 東郷えりか・桃井緑美子訳, 歴史を変えた気候大変動. 河出書房新社, p331.
- 5) 張 継権, 早川誠而, 山本晴彦, 鈴木賢士 (1998) 山口県における豪雨災害年の評価と予測. 天気, 45 (10), p23-29.
- 6) 中央气象台・海洋气象台編 (1976) 日本の気象史料 (1) 暴風雨・洪水. 原書房発行, p1-404.
- 7) 中央气象台・海洋气象台編 (1976) 日本の気象史料 (2) 雷・旋風・早魃等. 原書房発行, p405-770.
- 8) 大後美保 (1947) 日本作物気象の研究—日本に於ける農作物と気象との関係に対する汎農業気象学的研究—. 朝倉書店, p655.
- 9) 大後美保編 (1967) 防災科学技術シリーズ10, 農林防災. 共立出版, p500.
- 10) Erik Durschmied, 高橋則明訳 (2002) ウェザー・ファクター—気象は歴史をどう変えたか—. 東京書籍, p53-67.
- 11) 福岡測候所編纂 (1936) 福岡縣災異誌. 福岡管区气象台, 福岡, p266.
- 12) 福沢仁之 (1994) 福井県水月湖における9,600年前～3,700年前の風成塵・海水準・乾燥変動と東アジアの気候システム変動. 「文明と環境」, 12号, 国際日本文化研究センター, p128-132.
- 13) 畠山久尚編 (1966) 防災科学技術シリーズ1, 気象災害. 共立出版, p446.
- 14) 原口泉, 長山修一, 日隈正守, 皆村武一 (1999) 県史46, 鹿児島県の歴史. 山川出版社, p323.
- 15) 速水 融, 町田 洋 (1995) 講座・文明と環境, 第7巻, 人口・疫病・災害. 朝倉書店, p288.
- 16) 水高信雄 (1968) 水稻の倒伏と被害の発生機構に関する実験的研究. 農技研報告, A-15, p1-175.
- 17) 平野敏也, 工藤敬一編 (1997) 図説・熊本県の歴史. 河出書房刊, p140-141.
- 18) 本田彰男編 (1960) 肥後近世～明治前期気象災害

- の記録. 熊本県農業経済学会刊, p1-58.
- 19) 堀口由己 (1935) 防災科学 (1)・風災「颱風」. 岩波書店刊, p1-55.
 - 20) 星川清親 (1999) 図説解剖・イネの生長. 農山漁村文化協会, p317.
 - 21) 石井和子 (2002) 平安の気象予報士紫式部. 講談社新書, 東京, p221.
 - 22) 五和町史編纂委員会編 (2002) 五和町史. 五和町, p481-498.
 - 23) 鹿児島気象台編 (1959) 鹿児島県気象75年報. 鹿児島地方気象台刊, p164.
 - 24) 鹿児島県・鹿児島地方気象台編 (1967) 鹿児島県災異誌. 鹿児島県・鹿児島地方気象台発行, p1-230.
 - 25) Kanno H. (2004) Five-year cycle of North-South pressure difference as an index of summer weather in Northern Japan from 1982 onwards. J. Meteor. Soc. Japan, **82**, p711-724.
 - 26) 川田信一郎 (1953) 作物災害論. 養賢堂発行, p293.
 - 27) 川添昭二ら (1997) 県史40, 福岡県の歴史. 山川出版社刊, p317.
 - 28) 菊池勇夫 (2000) 飢饉－飢えと食の日本史－. 集英社新書, 東京, p210.
 - 29) 木下周太 (1936) 防災科学 (4)・凶作「虫害」. 岩波書店刊, p107-254.
 - 30) 気象庁 (1997) 大雨に備えて. 気象庁刊, p20.
 - 31) 気象庁編 (2001) 20世紀の日本の気候. 財務省印刷局, p116.
 - 32) 北川浩之 (1995) 屋久杉に刻まれた歴史時代の気候変動. 吉野正敏・安田喜憲編「歴史と気候」, 朝倉書店, p47-55.
 - 33) 小出博編著 (1954) 日本の水害－天災か人災か－. 東洋経済新報社, 東京, p277.
 - 34) 小出博 (1975) 利根川と淀川－東日本・西日本の歴史的展開－. 中公新書384, 中央公論社, p220.
 - 35) 鯉沼寛一 (1962) 応用気象学講座, 13, 自然災害 (日本の風水害). 地人書館刊, p169.
 - 36) 久保田富次郎, 大場和彦, 山田政雄 (2002) 台風9918号による干拓地の高潮災害と作付への影響. 農業土木学会誌, **75** (5), p429-432.
 - 37) 熊本測候所編 (1931) 熊本縣気候概要. 熊本測候所刊, p30.
 - 38) 熊本県 (1952) 熊本県災異誌. 農業改良資料18号, 熊本県農業改良課発行, p1-250.
 - 39) 熊本地方気象台編 (1961) 熊本県の気候. 熊本地方気象台刊, p454.
 - 40) 熊本県 (1965) 熊本縣史－資料集－. 熊本県刊, p358.
 - 41) 日下部正雄 (1960) 史料からみた西日本の農業気象災害 (1) 年代による災害の種類の変遷. 農業気象, **15** (3), p102-104.
 - 42) 森下功編 (1965) 熊本縣史, 別巻第二資料, 熊本県刊, p54-59.
 - 43) 前島郁雄, 田上善夫 (1982) 中世・近世における気候変動と災害. 地理, **27** (12), p33-43.
 - 44) Maejima, I. and Tagami, Y. (1986) Climatic change during historical times in Japan-Reconstruction from climatic hazard records-. Geographical reports of Tokyo metropolitan university, **No21**, p157-171.
 - 45) 真木太一 (1987) 風害と防風施設. 文永堂出版, 東京, p1-301.
 - 46) 真木太一ら編 (1991) 農業気象災害と対策. 養賢堂発行, p345.
 - 47) 丸山篤志, 大場和彦, 黒瀬義孝 (2000) 生育時期別の潮風処理が水稻の収量に与える影響. 農業気象, **56** (2), p275-285.
 - 48) 真鍋大覚 (1982) 先史・古代における気候変動と災害－古代筑紫の天変地異－. 地理, **27** (12), p26-32.
 - 49) 松本寿三郎, 板楠和子, 工藤敬一, 猪飼隆明 (1999) 県史43, 熊本県の歴史. 山川出版社, p322.
 - 50) 松田昭美 (1969) 南九州における早期水稻栽培と風害について. 九州農試彙報, **14** (3), p317-329.
 - 51) 宮崎地方気象台編 (1959) 宮崎の気象－宮崎県気象70年報－. 宮崎地方気象台刊, p555.
 - 52) 宮崎地方気象台編 (1967) 宮崎県災異誌－西暦675～1965年－. 宮崎地方気象台発行, p1-535.
 - 53) 宮澤清治編 (1991) 地域の安全を見つめる－地域別「気象災害の特徴」－. 社団法人・日本損害保険協会, p1-192.
 - 54) 宮澤清治 (1999) 近・現代日本気象災害史. イカロス出版刊, p325.
 - 55) Momin, A.S. and Shishkov, Yu.A. (1979) И С Т О Р И Я К Л И М А Т А. 内嶋善兵衛訳, 気候の歴史, 共立出版, p355.
 - 56) 長崎海洋気象台編 (1965) 長崎県災異誌. 長崎海洋気象台刊, p250.

- 57) 長洲町史編纂委員会編 (1987) 長洲町史. 長洲町刊, p466-483.
- 58) NHK取材班編 (1997) 堂々日本史, 第8巻. KTC中央出版, p252.
- 59) 饒村 曜 (1986) 台風物語－記録の側面から－. 日本気象協会, p1-250.
- 60) 西村真琴, 吉川一郎 (1936) 日本凶荒史考. 丸善.
- 61) 西日本気象協会 (1960) 福岡県の気象. 西日本気象協会刊, p403.
- 62) 西日本気象協会 (1962) 佐賀県の気象. 西日本気象協会刊, p300.
- 63) 農林水産技術会議編 (1978) 農林水産研究文献解題, No5, 作物冷害編, 農林水産技術会議, p249.
- 64) 農林水産技術会議編 (1984) 農林水産研究文献解題, No10, 農業気象編－耕地気象環境の制御と異常気象対策－. 農林統計協会刊, p357.
- 65) 農林水産省構造改善局防災課監修 (1980) 農地災害と防災. 地球社刊, p370.
- 66) 農林水産省野菜・茶業試験場 (1994) 気候変動に対応した野菜・花き・茶の安定生産並びに気候資源の利活用に関する研究に推進方向. 野菜・茶業試験場刊, p58.
- 67) 農林水産省 (2002) 近年の気候変動の状況と気候変動が農作物の生育等に及ぼす影響に関する資料集. 農林水産省刊, p190.
- 68) 農林水産省 (2003) 気候変動に適応した水稻生産技術に関する検討会 (平成15年2月4日開催). 農林水産省大臣官房企画評価課技術調整室刊, p342.
- 69) 魚塘 (1989) 朝鮮半島における歴史時代の気候変化. 地学雑誌, 98 (4), p86-92.
- 70) 大場和彦, 岸田恭充 (1994) 九州・沖縄地域における1993年異常気象による農業被害の記録－被害実態・要因と今後の研究課題－2. 気象の特徴と農業気象学的解析. 九州農試研究資料, 82, p7-24.
- 71) 大場和彦, 鈴木義則, 黒瀬義孝, 丸山篤志 (1999) 九州・沖縄地域における干ばつの農業気象学的解析－特に1994年の干ばつと歴史について－. 九州農試研究資料, 86, p1-89.
- 72) 大場和彦 (2002) 西日本地域における干ばつ害と対策について. 自然災害科学, 20 (4), p383-387.
- 73) 大住和子 (1998) 熊本における地下水の現状. 熊本県保険医協会20周年事業・環境部会編, くまもと水防人物語, 榎書房, p73-96.
- 74) 大分測候所 (1952) 大分県災害誌 (資料編). 大分県測候所発行, p1-169.
- 75) 大分地方気象台編 (1960) 大分県の気象. 大分地方気象台刊, p343.
- 76) Pandolfi, L.J. et al. (1975) Historic weather records in stable isotope ratios of tree rings. *In The WMO/IAMAP Symposium on Long-term Climatic Fluctuations Norwich, 18-23, August*, p183-185, Geneva.
- 77) 佐賀測候所 (1952) 佐賀県災異誌. 佐賀測候所発行, p1-330.
- 78) 佐賀地方気象台 (1964) 佐賀県災異誌. 佐賀県防災課発行, p1-702.
- 79) 阪口 豊 (1984) 日本の先史・歴史時代の気候. 自然, 5月号, p18-36.
- 80) 坂上康俊, 長津宗重, 福島金治, 大賀郁夫, 西川誠 (1999) 県史45, 宮崎県の歴史. 山川出版, p332.
- 81) 斉藤鍊一編 (1966) 府県別年別気象災害表. 地人書館, 東京, p367.
- 82) 佐々木高明 (1999) 稲作以前. NHK ブックス, 147, 日本放送出版会, p316.
- 83) 佐藤正一, 船橋義成 (1954) 九州地方における台風と農作物被害の概観. 九州農試研究資料, 12号,
- 84) 佐藤洋一郎 (1995) ジャポニカ長江起源説. 梅原猛・安田喜憲編「農耕と文明」, 朝倉書店, p168-183.
- 85) 作間虔二 (1948) 水害. 大後美保編, 農業気象の研究・第4集, 共立出版, p208-240.
- 86) 清野豁, 横沢正幸, 矢島正晴 (1992) 1991年台風17～19号による九州北部の潮風害の解析. 九州の農業気象, II (1), p41-44.
- 87) 杉田 昭, 佐田 茂, 宮島敬一, 神山恒雄 (1998) 県史41, 佐賀県の歴史. 山川出版, p321.
- 88) 鈴木秀夫, 山本武夫 (1978) 気候と人間シリーズ, 4 気候と文明・気候の歴史. 朝倉書店, p1-144.
- 89) 鈴木秀夫 (2000) 気候変化と人間－1万年の歴史－. 大明堂, p474.
- 90) 高橋順子・佐藤秀明 (2001) 雨の名前. 小学館, p159.
- 91) 高橋浩一郎 (1968) 気象災害論. 地神書館, p167.
- 92) 田中 稔 (1958) 冷害の歴史. 農業改良, 8号, p1-7, 農林省振興局編集.
- 93) 谷 信輝 (1967) 台風災害対策の研究. 九州農試彙報, 13 (1), p343-387.

- 94) 谷治正孝 (1982) 気候変動と災害. 地理, 27 (12), p18-25.
- 95) Thomas E. Graedel and Paul J. Crutzen (1997) Atmosphere, Climate and Change. 松野太郎監修, 気候変動-21世紀の地球とその後-, 日経サイエンス社, p259.
- 96) 東京府社会課 (1977) 日本の天災・地変. 原書房, p363.
- 97) 坪井八十二 (1961) 水稻の暴風被害に関する生態学的研究. 農技研報告, A-8, p1-156.
- 98) 内嶋善兵衛 (1995) 異常気象と文明. -講座・文明と環境, 第7巻, 自然の猛威と文明- (速水融・町田洋編), 朝倉書店, p42-66.
- 99) 渡部忠世編 (1997) 稲のアジア史, No2, アジア稲作文化の展開-多様と統一-. 小学館, p351.
- 100) 山本晴彦, 鈴木義則, 早川誠而 (1994) 1993年台風13号による九州・山口地方の農業災害. 農業気象, 49 (4), p285-290.
- 101) 山本晴彦, 鈴木義則, 早川誠而 (1994) 1993年異常気象による九州・中国地方の水稲被害. 農業気象, 50 (1), p43-48.
- 102) 山本晴彦, 早川誠而, 鈴木義則 (1998) 九州・山口地方における1993年冷夏・凶作と1994年猛暑夏・豊作. 天気, 45 (3), p3-10.
- 103) 山本良三 (1982) 山本良三博士退官記念業績集・耕地の風害とその対策に関する研究. 山本良三博士退官記念業績集出版会刊, p446.
- 104) 安田喜憲 (1984) 続・倭国大乱期の自然環境. 小野忠熙博士退官記念事業会編「高地性集落と倭国大乱」, 雄山閣出版, p282-325.
- 105) 安成哲三, 柏谷健二編 (1992) 地球環境変動とミランコヴィッチ・サイクル. 古今書院, p1-174.
- 106) Yazawa T. (1976) Betrachtung über den klimawechsel in historischer Zeit in den letzten Jahren im Suwagebiet (Zentral-Japan), hauptächlich ahf Grund religionsgeographischer Aufzeichnungsreihen. In Leupold, W. und W. Rutz (eds) Der Staat und sein Territorium, p175-188, Wiesbaden.
- 107) 吉野正敏, 安田喜憲 (1995) 講座・文明と環境, 第6巻, 歴史と気候. 朝倉書店, p239.
- 108) 吉野正敏編著 (1983) 日本とその周辺 of 古気候復元 (特集号). 気象研究ノート, 147, p1-117.
- 109) 全国地質調査業協会連合会編 (2001) 日本の地形, 地質. 鹿島出版刊, p200.

Agro-meteorological Studies on Meteorological Disasters in the Kyushu and Okinawa Region

— From Nara era to Meiji era —

Kazuhiko Ohba, Yoshinori Suzuki¹⁾, Yoshitaka Kurose
Atsushi Maruyama and Kyoko Nakamoto²⁾

Summary

A chronology of meteorological disasters was prepared for meteorology disaster phenomena focusing on the typhoons and cloudbursts from the Nara era to Meiji era in the Kyushu and Okinawa region. This study seeks to analyze the relation between the frequency of the meteorological disasters and the climate of the Nara and Meiji eras. Each prefecture in the Kyushu and Okinawa region was described in an annual meteorological disaster chronology. The past climatic variations were considered divided into third to fifth centuries clement climate, the sixth to eighth centuries cold climate, the ninth to thirteenth centuries warm climate of the middle ages, and the fourteenth to nineteenth centuries repetition of the little ice age, respectively.

Meteorological disasters occurred about 30 times in the eighth to ninth centuries. The frequency rate increased gradually after the thirteenth century and 430 times of meteorological disasters occurred in the eighteenth century. In the Higo clan of Edo era, meteorological damage ratio defined as ratio of the total amount of crop damage to maximum crop yield of Higo clan ranged from 20% to 40%, and the maximum was about 80% in 1732. The primary factors associated with meteorological disasters are continuous rain, a drought, and insect damage, respectively. The total flood and crop damage due to rain of the meteorological disasters during 45 years of the Meiji era accounted for 50.9% , due to rain storms 29.5% and damage due to droughts 14.3%.

Meteorological disaster damage for the most recent 27 years in Kyushu region occurred with the appearance frequency of one every four times of the damage amount thousand billion yen or more. The average amount of damage was 45.4 billion yen for 27 years in the Kyushu region (coefficient of variation, 108%) . The maximum and minimum values of average damage amount from each prefecture are 10.8 billion yen for Kumamoto and 4.8 billion yen for Ohita. Moreover, cloudbursts of 100 mm/day or more increased considerably for 1981 to 2002 compared with the Meiji era (1891 to 1912) . These results clarified that cloudbursts and typhoons led to unstable agricultural production in the Kyushu and Okinawa region.

Key words: Meteorological disaster, Abnormal weather, Typhoon, Palaeoclimate, Prolonged rain.

Department of Agro-Environmental Research, National Agricultural Research Center
For Kyushu Okinawa Region, 2421, Suya, Nishigoshi, Kikuchi, Kumamoto, 861-1192, Japan.

Present address:

1) Kyushu University.

2) Domestic Research Fellow, Japan Society for the Promotion of Science.