

季節感・季節観と季節学の歴史

Concept of season and the history of phenology

吉野 正敏*

Masatoshi YOSHINO*

筑波大学名誉教授

Professor Emeritus, University of Tsukuba

摘 要

人間は季節を感じ、季節を捉えて生きてきた。日本人は季節の移り変わりに敏感といわれる。この論文では先ず縄文時代・弥生時代以来、古代・中世を経て、現代に至る日本人の季節感・季節観を農耕文化との関連を通して記述した。また、外国人との違いを考察した。次いで、季節学の発展を、長い歴史をもつ中国、ヨーロッパの国々に、特にドイツについて記述し、また、日本について展望した。特に日本については生物季節観測の歴史、第二次大戦前以来の季節学研究、観測記録の集積、統計表、等期日線図帳などについて詳しく述べた。観測対象として、春の発芽・開葉・開花日の北上、秋の黄葉・紅葉・落葉日の南下、動物季節の観測対象の日本における特徴などについて述べた。

また、地球温暖化時代における季節学の最近の課題をまとめた。すなわち、1)直接影響と間接影響、2)衛星画像の解析による地球規模の植生の変化、3)山岳・亜高山帯または熱帯などこれまで研究が少なかった地域の生物季節、4)観光資源としての季節現象、5)住民参加型の季節観測について述べた。

キーワード：季節学、季節感、季節観、植物季節、動物季節

Key words：phenology, feeling of season, concept of season, plant phenology, animal phenology

1. はじめに

季節の認識は人類の歴史とともに古い。いいかえれば、人間は季節を感じ、季節を捉えて生きてきた。これは、人びとの生活に環境の季節変化や食生活を支える動植物の季節変化が深くかかわっているからである。日本では、縄文時代の遺跡で出土する遺物から季節変化を推測することができる。本稿では、季節学の前史時代として、縄文時代から近代に至るまでの人びとの季節認識の変化をまず展望する。筆者は8世紀頃からの日本における季節認識については前に述べた¹⁾が、今回は縄文時代以来の時代的な変化を展望したい。

科学としての季節学の成立はヨーロッパでは18世紀²⁾、日本では19世紀³⁾である。気候学の1分野としての季節学の発達については先にまとめた⁴⁾。今回は諸外国と日本の季節学の発展を比較しつつ日本の特徴をえがき、季節感・季節観を通じた日本人の季節認識を考察する。

また、最近では農業生産活動、都市における開花・紅葉調査などの市民活動、観光資源、商品の販売な

どに季節現象が取り入れられている。季節学のいわゆる応用面で、これらに関してもふれたい。最近の重要な関心事として地球温暖化の影響があるが、その指標としての季節現象の価値は高い。

2. 季節感・季節観・季節認識

2.1 縄文人の生活と季節

縄文人は狩猟採取経済を営みながら定住生活を行った。縄文時代の遺跡から出る動植物の遺体は哺乳動物60種以上、貝類350種以上、魚類70種以上、鳥類35種以上、植物性食料55種以上が知られている⁵⁾。この他の蛋白源がさらにあつたことも推定され、極めて多種多様な食物にたよっていた。つまり、季節の変化に応じて得られる食物資源を利用していた。この目的のためには、当然のことながら、季節の変化や、年による季節進行・寒暖・乾湿の差を把握していなければならなかった。

このような縄文人の季節別にみた採取する貝類・海草類・魚類・漁撈の対象となる海獣類、狩猟動物は図1のようである⁶⁾。食料の対象となる動植物の

受付：2011年11月2日、受理：2012年1月31日

* 〒154-0012 東京都世田谷区駒沢5-1-8-202, e-mail: mtoshiyo@poplar.ocn.ne.jp, yoshino0101@wave.plala.or.jp



図1 縄文カレンダー⁶⁾。
季節別にみた採取する貝類・海草類・魚類・漁撈海獣類や狩猟動物。

生活が季節変化するのだから、それを食料とする人間生活がそれに応じて季節変化をしなければならない。それをより円滑に、快適に行うには季節認識を高めねばならなかった。また、定住形態、例えば、通年にわたって定住する母村と、季節的に一時特定の目的のために宿泊する小村が生まれたが、その間の季節進行の差なども、的確に把握していなければならなかった。

日本各地に残された貝塚を構成する貝の種類をみると、縄文時代中期から晩期には特定の種類の貝を集中して採取していた。この事実から、単なる食料源だけでなく付加価値がこれらの貝にはあったと推定される⁷⁾。例えば、東京湾沿岸で多量に採取されたハマグリは、春から夏にかけて集中的に採取された傾向があるという。このことは当時の人びとが季節を意識して採取活動を行っていたことを示すと考えられる。また、秋の、川を遡上するサケの漁や、森林から生産されるドングリ・クリ・トチの採取、冬のシカ・イノシシの狩猟にも季節性が強い。これらをうまく組み合わせることで採取や狩猟を行い、また、穴倉に貯蔵して生活を維持した⁸⁾。かなり高度の季節認識がこれを支えたことは確かであろう。

2.2 弥生人の生活と季節

弥生時代の遺跡から出土した植物遺存体の出現数⁹⁾を表1に示す。イネのように晩春から夏を経て耕作し秋に収穫するもの、夏に比較的隣から入手できる果実、秋に落葉広葉樹の林で採取する堅果などであるが、圧倒的にドングリが多く、イネを上回っていることに注目したい。

縄文時代の後半期には食料の多角化が進行した。弥生時代になって灌漑稲作が導入され、気候や季節の年による変動に起因する凶作のリスクを軽減する

表1 弥生時代の遺跡から検出された植物遺存体の出現遺跡数。

植物名	遺跡数	利用された季節・状態
ドングリ	168	秋の堅果
イネ	128	夏秋水田耕作
モモ	95	夏の果実
マメ類	51	夏秋の畑作物
ヒョウタン類	42	夏の果実
クルミ	39	秋の堅果
クリ	35	秋の堅果
ムギ類	34	畑作物
タデ類	33	-
マクワウリ	30	夏の果実
トチノキ	28	秋の堅果
ブドウ類	26	-
ツバキ	21	-
ヒシ	20	-

寺沢・寺沢⁹⁾、石川⁷⁾の資料により作表。

ため、多種の植物質食料による体系が構築された⁷⁾。この灌漑稲作は弥生早期に九州から始まり、弥生前・中期に東北部に達したという時代差があったことに留意しなければならない。

しかし、このことは「時代的にみて、季節認識は九州で早く、東北で遅れた」ということにはならない。ドングリへの依存度がもし大きければ、弥生時代における季節認識は秋に関しては東北日本のほうがむしろ強かったのではなかろうか。一方、イネの栽培は晩春・夏・初秋の季節が重要だから、この期間の季節認識については西南日本のほうが時代的に早かったと考えたい。

弥生時代の貝塚は縄文時代に比較して小規模である。これの理由の一つには海水温が弥生時代になって低下したことが予想されるが、稲作の繁忙期と縄文時代以来の漁撈活動の季節とが競り合ったためという理由も考えられる。弥生時代の漁撈には、稲作を主としそこへ漁撈が組み込まれる場合と、水田耕作の過程と対応して行われる場合とがある。弥生時代中期から後期には北九州の海岸部には漁撈を生業とする人びとの集落、いわば漁村ができ、そこには水産業を中心とした季節認識が形成され始めた。

2.3 日韓の古代における四季の呼び名

古代の日本と韓国における四季の呼び名の転化についての言語学的研究結果は極めて興味深い¹⁰⁾。韓国における四季名である春・夏・秋・冬と、日本における四季名との対比を紹介したい。ただし、秋だけはまだ詳しく解明されていない。まず、表2にその対比を示す。

ここで、春の対比を詳しく説明すると、以下のとおりである。韓国語の pom(春)は、中に入っている芽などが外に出てくる意味をもつ語 -para- に由来する。まず、para に接尾辞の -m が添加した。次いで、

表2 日本と韓国における四季名。

	春	夏	秋	冬
日本	haru	natsu	aki	huyu
韓国(現代)	pom	jarim	kail	kjeul
韓国(古代)	param	njarim	karu	kara(karu)
	穀物・草木の 芽がでる季節	穀物・草木が 実を結ぶ季節	穀物などを刈 る季節	穀物を倉に貯 える季節

李¹⁰⁾を参考にして作表。

param から流音の r が脱落して、param が pam と
なり、さらに pam が変化して pom となった。

一方、日本語の haru は、韓国語の接尾辞の -m
が韓国で発達する時代より先に日本に伝来し、para
が paru となり、さらに paru が haru に変化したと
考えられる。夏、冬についても詳しい言語学的な変
化が解明されているが、紙面の都合で省略する。

日本における四季を表す大和ことばは次の通りで
ある¹¹⁾。すなわち、ハルは大地を「墾ル」(はる)作
業にもとづく語で、ナツは「田に水を引くこと」、
アキは「稲が稔り収穫すること」、そしてフユは御
魂(みたま)のふゆ(増殖)のたまものと、靈魂の復活
を表すことからきているという。要するに、ハル・
ナツ・アキ・フユという大和ことばは水稻耕作にか
かわる語で、大陸からもたらされた暦の知識によ
って四季観として整えられ、律令制度に採用され、普
及し、定着した。

ここで、特に強調したいのは、日本に渡来する前
の韓国の古い言葉が日本に渡来して日本語として転
化を続ける一方で、韓国に残った韓国の古い言葉は
その後転化して、古い形を残していない点である。
農耕文化が発展する以前は、言語学的に同根で季節
認識も同じであったが、その後の言語の転化過程(時
代的な遅延、地域的な伝来・拡散)に差があったと
いう指摘はきわめて興味深い。さらに大和ことばの
出発点との関係、特に年代的な解明が今後の課題で
あろう。

2.4 古代日本人の季節観

秋田県鹿角郡大湯町野中堂万座の遺跡に縄文時代
の石柱(gnomon)が発見されている。縄文人は天文
学的に季節を知っていたとみなされており、古代日
本における暦法史のあけぼのとして紹介された¹²⁾。
しかし、この縄文時代の出来事は日本の古代には受
け継がれなかった¹³⁾。その理由は不明である。

古代日本における気象の観測は、中国から気象・
天気の詳細制度の一環として日本に入ってきた。

例えば、「皇極天皇2年(643年)正月壬子期の旦
に、五色の大なる雲、天にいわみおおえり。而して
寅に欠けたり。」とある。そして2月・3月と毎月
の気温・霜・雨などの異常気象が記述された。天武
天皇4年(675年)に占星台、すなわち天文気象台が
設立された。気温・霜・雨のほか、雹・雲・雷・霞・
霧・露などの月変化・日変化などが記録された。

風は海上交通、漁業に利用されるので、早くから
記述された。西風(にし)、東風(こち、あゆ)、南風
(みなみ、はえ)などと記載され、皇極天皇17年(658
年)4月の暴風(あからしまかぜ)などの記録がある。

奈良時代の日本人の季節感・季節観をまとめると
以下のようになる^{11), 12), 13)}。(1)自然を自分たちと
対立する外界とは考えないで、情念が通じあう仲間
と捉えた。(2)気象・天気は神が演出する現象であ
る。風の神(シナツヒコ)はイザナミによって生まれ
た。春雨はシクシクと降り、露と萩は恋人同志のよ
うにまつわり合う。(3)上記(2)の結果、定量化・実
験・実証のような近代科学へは発展しなかった。

日本人の季節感に最も深くかかわるサクラにつ
いて述べる。サクラの文字が日本の歴史に最初にて
てくるのは、『日本書紀』(720年)の巻第12「履中紀」
の中の“[履中]3年(431年?)冬11月6日に船遊び
をしているとき、盃に花びらが入った”という意味
の歌である。このサクラはおそらく十月ザクラであ
ろう。また、「櫻」の文字がでたのが『古事記』(712
年)の中という¹⁴⁾。いずれも、気候変動の小さい波
の中で温暖化し始めたときである¹⁵⁾。直接の関係は
ないにせよ、後述するように、日本人の植物季節に
対する強い感受性がウメからサクラに変化した事実
に関係しているかとも考えられ、今後の研究課題で
ある。

平安朝になると気象・天気・季節現象をより詳し
くとらえ、表現するようになる。例えば、西行の『山
家集』、秋歌に

おしめども、鐘の音さへかはるかな、

霜にや露の結びかふるむ

という歌がある。これは秋のおそらく早朝であ
ろうが、「鐘の音が、昨日までの早朝と比べ変わった。
その日以前は、朝方には鐘に露が結んでいなかった
が、(季節が進んで温度がさがり)鐘に霜が結ぶよ
うになった。そのために鐘の音が違って来た。」こ
のような雰囲気をつかえて歌ったのであろう。秋が進
んで移動性高気圧に覆われた日の朝、強い放射冷却
によって、地面付近に強い逆転層が形成される。こ
の逆転層の中を伝播する音の波形が逆転層の状態
によって異なるであろうことは、気象学的にも十分
な説明がつき、西行の耳に驚嘆するほかない。奈良
朝の時代にはなかった“こまやかさ”である。

2.5 中世日本人の季節観

10～14世紀におけるもっとも有名な小説・エッセイですぐれた季節描写があるのは、表3のとおりである。

この表3を示す目的は次の2点にある。(1)執筆された時代が10世紀末～14世紀である点である。10世紀後半は8～10世紀の気候小最適期のピークが過ぎて、まだ温暖ではあるが気温が低下傾向になっている時期(時代)である¹⁵⁾。秋は季節的に低温化の季節であり、またさらに、時代的にも低温化傾向であったから、季節認識へのインパクトは強かったと考えられる。11～14世紀はすでに低温期であった。当時の人びとへのこの傾向のインパクトが低温に関連する現象への感性をとぎすまし、文藝活動も活気をえたのではなからうか。(2)表3にあげた小説・随筆の業績が10～14世紀に現れたことは、日本文学史の展開にみられる歯車であって、文学における季節認識は一般人の季節認識とは別であるという考え方もあろう。しかし、もしそうだったとしても、10～14世紀の人びとの季節認識の展開を知る鍵を提供しているとみたい。

2.6 現代の日本人の季節観

俳句の季語は古今和歌集などの季節感を基礎にして、中世の連歌の季語、江戸時代の俳諧の季語などを加え、今日の俳句歳時記となった¹⁶⁾。現代の日本における俳句人口はおそらく非常に多いであろうが、その人たちの季節感の柱としての意義は大きい。いま、俳諧における季語と季節感・季節観・季節認識形成との関係を詳しく論じる余裕はないので、本稿では省略する。ここでは、気候学者・気象学者・天気解説者として、テレビ・ラジオ・新聞・雑誌などのメディアを通じ現代の一般的な日本人の季節感・季節観・季節認識に深くかかわった倉嶋厚の業績から考えてみたい。

倉嶋は趣味・俳句・川柳・和歌・詩・格言・ことわざ・なぞらえなど、さまざまな表現形態をとる、幅広い分野から“季節”をまとめた^{17), 18)}。文献リストでわかるように、最終的には、季節“よもやま”“つれづれ”“みちくさ”“おもしろ”“しみじみ”“ほの

ほの”“さわやか”“366日”“四季だより”事典などのタイトルで単行本として刊行された。倉嶋は「季節」の定義を他でしている¹⁹⁾。筆者の考えでは、1990年代から刊行された倉嶋の多数の本のタイトル自体が“日本人の季節感・季節観”を表現し、その言葉のほとんどが形容詞か、人びとの行動か心の動きの副詞としての表現である。これらの表現は、日本人の季節認識の様相を捉えており、人びとの行動か心の動きの状態を表現している。

季節感とは日本では随筆のテーマになることが多い。幸田文の随筆『季節のかたみ』には、草木の色彩だけでなく、日本人は衣服にも色彩の変化を取り入れ、季節感を表現し、味わい、楽しんだことを書いてある。“白と紺のゆかた”などは夏の日本人の生活に取り入れられた季節感の最たる表現である²⁰⁾。

食品の季節感も強い。特に生鮮品に対する季節感が高齢者ほど強く、2011年のある統計によると全体では果物が79%で、第2位の行事・イベントが75%であったが、年齢別にみると60歳代が85%、20歳代が75%であった²¹⁾。

3. 季節学の発達

3.1 季節学の誕生

近代的な季節学は、17世紀、植物の開花・発芽・落葉など、鳥や昆虫の初見・初鳴など、人びとの生活にかかわる季節現象が長年にわたって日記の形で記録、整理されるようになって、主としてヨーロッパにおいて誕生した。後述するようにブドウの収穫期日の早晩はワイン生産にかかわるので、おおきな関心が払われ、記録の解析は詳しくなった。

中国の季節学は約5,000年の歴史がある²²⁾。しかし、近代的な科学としての誕生は20世紀である。

世界における植物季節学・動物季節学の誕生とその後の発達について、気候学全体の枠組みの中の位置付けを考慮しながら別にまとめた⁴⁾。今回は少し詳しく近代科学としての季節学の誕生・成立・発展・現状・今後の課題を展望する。

表3 10～14世紀の日本における有名な小説・エッセイの季節記述。

書名(題名)	執筆年	執筆者(著者) [生年-没年]	記述された現象, テーマ, 特徴など
池亭記	982	慶滋保胤 [931?~1002]	台風・洪水・火災・都市荒廃・疫病などの災害, 居住環境の季節変化。
枕草子	996	清少納言 [966?~1025?]	昆虫・草花の季節変化・日変化, 気象災害, 風景, するどい自然観察。
源氏物語	1012	紫式部 [978~1015]	1003年9月26日京都を襲った台風の記録(日本最古のルポルタージュ), 強風災害, 平安時代に書かれた世界最古の小説。
方丈記	1212	鴨長明 [1155~1236]	自然災害, 1181~1182年の飢饉, 1180年の京都大火, 1185年の大地震, 人生の不確定性, 最も有名な随筆。
徒然草	1330~1331	吉田兼好 [1283~1350?]	風景, 自然描写, 仏教文学, 最も有名な随筆。

3.2 中国における季節学の発達

中国における生物季節観測の歴史は古い。最古の文献としては紀元前 21 世紀に夏の時代の暦法を書いた『夏正』がある。その中で、夏代の遺書といわれる『夏小正』の経文には、1~12 月まで月別に気候・動植物季節・天気・農事・生活など自然季節・生物季節の 124 項目が書かれている。

『禹貢』は最初に“気候”の文字がでる文献と思われる。『禹貢』の後、周代の政府の中における生物季節を担当する職は、「禹貢」が書かれた時代に類似しており、自然季節や農作物季節や農業気候地域区分・農作物地域区分の研究を行った。詳しくは別に述べた²²⁾ので、ここでは省く。

『月令』は周公の制(度)といわれ、各節気について異常気候を 3 段階に分けてそれにとまなう生物季節・気候状態・農事などを各 3 文字または 4 文字で示した。さらに春夏秋冬をそれぞれ異常高温・正常・異常低温の別に、次の季節・2 季節先・3 季節先までの自然季節と生物季節の特徴を書いている。すなわち、季節現象の 30 日、6 ヶ月、9 ヶ月予報の経験則である。

『月令』に至って、季節予報はほぼ完璧になったとみてよい。農業・医療・生活に関する季節変化の知識が利用された。また、間接的には戦乱に関係するので、強い関心がもたれた。

またチベットにおける季節の認識は、14~15 世紀から詳しく記録されるようになった。これらを基礎として第色・桑杰嘉措(sde srid sangs rgyas rgya mtsho)が 1683 年に著述した『白琉璃』の中では、1 年を冬至から自然季節によって区分した。各々区分された一つの季は短いもので数日、長いものでは 40 日ほどもあり、冬至前後が長く、春秋が短い。これは現在の気候学から考えて中緯度地域では当を得たものと理解できる。

竺可楨(Chu Co-ching, または Zhu Kazhen, 1890~1974)は中国における季節学の創始者で、1931 年には南京の季節現象、季節の推移による農事予報、24 節気の耕作との関係などについて論じた。1963 年には、宛敏渭の協力を得て、『季節学』を刊行した²³⁾。これは 1973 年に増訂・重版され、「1 年間の生物季節の推移の原動力」の 1 章が加わった。この増訂が完成した時、竺は 82 歳の高齢であった²⁴⁾。死後も、1980 年、1983 年に重版された。

中国の農業季節のアトラスも刊行されている²⁵⁾。最近、揚子江三角州における過去 150 年間の春の生物季節が復元され²⁶⁾、1834~1893 年は季節が遅れ、その後、早くなったことが明らかになった。1900~1990 年は 10 年ごとの変動が大きくなり、特に 1990 年以降非常に早くなり、地球温暖化の影響が認められた。

なお、日本語の“季節学”を中国語では“物候学”という。中国語の季節(qijie)は“気概・気骨”の意

味で同じ漢字でも異なる意味なので注意を要する。

3.3 日本における季節学の発展

1930 年代後半から 1940 年代は日本で季節学の研究が特に進んだ時期である。中央气象台関係では大後美保・中原孫吉がその中心であり、研究論文は産業気象調査報告に発表された。これらの調査研究の資料は日本各地の气象台(当時の測候所)が観測した結果で、中央气象台発行の気象雑纂を参考にした気象要覧によっており、その他、動植物季節報告を参考にしてまとめられた^{27), 28)}。また、この期間の第 2 の特徴は、それまでの研究が日本全土を見た大地域の季節現象推移の研究であったのが、例えば宮城県内²⁹⁾などの詳細な調査結果とか、あるいは 1 地点での季節現象に関係する要素の詳しい統計的解析の総まとめなどであった^{30)~32)}。

ほぼ同じ時代に生態学者によっても、季節学現象の研究の必要性が強調された。その一つの成果は吉岡邦二による仙台の樹木の花暦の研究³³⁾である。

季節学の科学的な発展には季節現象の科学的な観測資料の蓄積が根底にある。日本の季節観測は 1872 年のアメリカのスミソニアン報告に発表されている季節観測法にならって開始されたといわれている。観測は各地の測候所が行い、観測結果は当時の内務省地理局の東京气象台に報告された。

国際的には 1947 年にワシントンで開催された国際気象会議で世界の生物季節表作成が勧告された。これに対応するため、日本では中央气象台に生物季節観測法審議委員会が 1952 年 5 月~1953 年 1 月まで開催され、「生物季節観測指針」が作られた³⁴⁾。

これに従って 1953 年以降、観測方法が統一され、生物季節の他に、生活季節(こたつ・蚊帳・手袋・オーバー・ストーブ・火鉢・水泳など)などの初日・終日の観測項目がくわわった。ただし、生活のスタイルが変化したことを理由に、1964 年から、生活季節の項目は落ちた。その後、上記の観測指針は改定された³⁵⁾。

データに関しては、1953~1985 年の累年値³⁶⁾、地域別にみた植物季節³⁷⁾が刊行されている。「生物季節に関する解説資料 20」³⁸⁾は観測技術の解説が主な内容だが、巻末に、気象観測地点別の 10 年ごと(1961~1970, 1971~1980, 1981~1990 年)の累年平均や平年値(1961~1990 年)による等期日線図などが掲載されている。

等期日線図によって日本の動植物季節の推移を明らかにする方法は最近も進展している。百瀬^{39), 40)}は約 100 種類の動植物季節現象の北上・南下を動植物前線とよんで解説した。また、これらの研究がエコツーリズム、あるいは、一般観光旅行の要素として季節現象を役立たせている⁴¹⁾。1980 年代初期までの日本の季節学・季節観測の歴史については河村の総合報告⁴²⁾がある。

1940 年代の宮城県内気候の局地性を捉えるため

のサクラの開花日の局地分布を観測する手法²⁹⁾は、第二次大戦後には長野県赤穂扇状地でサクラの八分咲き日の分布⁴³⁾、伊豆半島北部でミカンの開花日、あるいは奥秩父のクワの開葉数の研究⁴⁾に受け継がれた。また、農林省農業技術研究所、あるいは各県の試験場でも同様の研究が進んだ。今号の熊谷におけるサクラの開花日などの分布と都市気候との関係の研究⁴⁴⁾も、方法や目的はこの線上に位置する。

日本においては、サクラの開花の進行状態は開花や満開よりも「八分咲き」のほうが優れているという意見がある。上記の研究⁴³⁾でも、その理由によって「八分咲き」が対象となった。しかし、「八分咲き」の定義は必ずしも明確でない。(1)1本の樹に着いている蕾の開花数の割合なのか、(2)ある狭い範囲の複数の樹で、開花している花数の全蕾数に対する割合なのか、(3)ある小地域、例えば、公園・サクラ堤・山地斜面一帯などで満開の樹の本数の割合なのか、である。筆者は植物季節学的にばかりではなく、日本人の心情が春の季節の到来を味わうのに最適な状態として、また、観光資源価値の問題として八分咲きについての今後の研究を期待したい。

サクラは日本人の農耕儀礼とも密接にかかわっており、源氏物語で「花の宴」は、すでに「観桜の宴」をさした。和歌に詠まれた花木は万葉集ではウメは118首、サクラは42首である。平安時代にはそれが逆転し、古今和歌集ではウメが29首、サクラが52首となる。このような逆転は9世紀後半に起きたと考えられている⁴⁵⁾。

サクラの開花日の記録から古気候を復元することは有効で、これによって日本では9世紀以来の古気候が復元されている^{46), 47)}。

日本では自然季節の研究は、1960年代から始まったがあまり多くない。霜・結氷・山の冠雪などの初日・終日などで、気象季節ともよばれる。人間生活とかかわりが深い。また山地斜面の雪形の出現する季節は、農耕作業の計画に役立つ指標である。

3.4 ドイツにおける季節学の発展

ドイツでは季節現象の近代的な観測・研究は古い。ヴォルニイ(E. Wollny)は19世紀末の20年間、農業物理学研究の一部として季節学の重要性を論じた。また、2人の植物学者ホフマン(H. Hoffmann)とイーネ(E. Ihne)は、季節現象の観測網の組織化を1870~1880年代に主張した。またハーレ大学の農学部において季節現象の観測と研究が始まった。これは後、やはり植物学者で『小地域の土壌と気候』(1911)という小気候学の古典の一つとなっている書物を書いたクラウス(G. Krauss)に引き継がれた。そうしてクノッホ(K. Knoch)やメーデ(A. Maede)に受け継がれ、季節学の発展に貢献した。

1903年には、中央ヨーロッパにおける春の到来の研究、1913年にはドイツにおける冬ライムギの季節の研究が行われ、1936年以降、ドイツ中央気

象台季節現象観測報告として刊行されている。

第二次大戦後、1949年にイギリス占領地区の北西ドイツ中央気象台(当時ハンブルク)の農業気象科は、冬ライムギの気候季節の図を刊行した。本文はタイプ印刷で紙質もよくないが、100万分の1の色刷りの図はみごとで紙質もよい。当時の経済事情・印刷事情にもかかわらず、農業気候関係分野で、利用価値があった証である。

20世紀の第二次大戦前の生物季節観測は、野生植物ではフキ、ヤナギ、ブナなどの開花や発芽、果実の成熟、広葉樹の変色を対象とし、農作物ではオオムギ、コムギ、ライムギ、ジャガイモ、アブラナなどの発芽日・茎の生育、果樹ではサクランボ、ナシ、リンゴなどの開葉日・開花日・それらの最終日、果実の成熟日を対象とした。

1953年に、1936~1944年の中央気象台の生物季節の観測結果を整理して図化したものが、200万分の1の色刷りの図として当時のアメリカ占領地区のドイツ中央気象台から刊行された。6枚の図はユキワリ草の開花(早春)、カラスムギの播種(初春)、リンゴの開花(春)、冬ライムギ開花(初夏)、冬ライムギ収穫(盛夏)、冬ライムギ播種(中秋)についての季節(10日ごとの等値線)図である。

第二次大戦後は植物の種類は200種を超え、鳥類や昆虫類も約30種を観測対象とした。1955年シュネルレ(F. Schnelle)は季節学をまとめた⁴⁸⁾。この書は中国語にも訳され、非ドイツ語圏でも広く参考にされた。また彼は農業気象に役立つ季節現象の色刷りの図をドイツについてばかりでなく、ヨーロッパ全域(750万分の1)について、ドイツ気象台報告(Berichte Deutschen Wetterdienstes)に1950~1960年代にかけて執筆した。これらの総まとめとして1966年に『季節学の方法の概説』を刊行した⁴⁹⁾。

3.5 欧米諸国における季節観測と季節学の発展

ヨーロッパで組織的に季節観測が開始されたのは18世紀中頃である。スウェーデンの植物学者リンネ(Carl von Linné, 1707~1778)は、発芽・開花・結実・落葉などの季節観測を国内18地点で1750~1752年に実施した。これがその後のヨーロッパにおける組織的観測のモデルとなった。ポーランドのクラコウのアカデミーは、生物季節の観測を15世紀以来行っている。1949年以降は国内の約2,000の観測地点で在来植物の開花日の記録をとっている。

英国のマーシャム(R. Marsham)は樹木の発芽・開葉・渡り鳥の去来・チョウの初見・カエルの初啼きを1736年から観測した。彼の死後、家族5代にわたって1930年代まで受け継がれた。観測記録が欠けているのは1811~1835年の25年間だけである。また英国王立気象学会は1890年から約500地点からなる生物季節観測網を展開した。アネモネ・サンザシ・チューリップなどの開花、サンザシの開葉、ツバメ・カッコウ・チョウなどの初見、カエル・

ツグミ類の発鳴き、鳥の営巣などが観測対象であった⁵⁰⁾。マーシャムの記録を含む1736~1949年の約2世紀間にわたる変動の解析結果は最近発表された⁵¹⁾。

フランスではアンゴア(A. Angot)が1888年にフランス中央気象台の年報にフランスの18~19世紀におけるブドウの収穫季の研究を発表した。ガルニエ(M. Garnier)は20世紀のオオムギの収穫と気候・季節の関係^{52a)}、1801~1885年のブドウ収穫開始日と4~9月の平均気温との関係^{52b)}を明らかにした。近年、林学からの貢献も多い⁵⁴⁾。応用気候学の1部門ととらえられ⁵³⁾、一方では、ラデュリー(E. Ladurie)など、アナール派の歴史学者の研究が最近成果をあげている⁵⁵⁾。また、ブルガンディ地域におけるブドウ収穫期の古記録から、1370~2003年の4~8月の気温変化が最近復元された⁵⁶⁾。同様にチェコにおける穀物の収穫日の記録によって1501~2008年の3~6月の気候が復元された⁵⁷⁾。

ロシアでは十月革命(1917年)以前、すでに農業における季節学的な見地が重視されていた。革命以降もソ連科学アカデミー、全ソ連地理学会その他で研究が進んだ。ソ連体制崩壊後も、季節学研究は進展している。

戦前まで、アメリカ合衆国では季節学の研究は少なかったが、1938年、ホプキンス(A. D. Hopkins)は生物季節の法則の元となる「季節現象と緯度・経度・海拔高度との関係」をしめす実験式を手計算でもとめた。

ウィーン中央気象台のラウシャー(F. Lauscher)はノルウェイ北部や北極地方の気候変動・季節変化を1960年代から研究し⁵⁸⁾⁻⁶⁰⁾、スカンジナビア半島のラプラントにおける秋の紅葉を観測して広域の季節現象の推移を明らかにした。これは高緯度地方の季節の遅速(冬の到来の時期)が半球規模のその冬の寒さの予知につながるからである。衛星写真の利用によって植物学・季節学のみでなく、幅広く長期予報にも利用できるの、解析方法、利用方法などが検討されるようになった⁶¹⁾。

4. 地球温暖化・人びとの暮らしと季節学の課題

4.1 動植物季節

地球温暖化は動物や植物にどのような影響を及ぼしているのか。あるいは反対に、動物や植物の季節現象を通じて温暖化をどう捉えているのか、われわれはおおきな関心をもっている。

十年・数十年、場合によっては数百年の時間スケールで温暖化・寒冷化と季節現象は関係しており、すでに述べてきたように古くから記述・調査・研究されてきた。温度計が発明される以前からの記録が利用できる点で季節現象の過去の記録は大切である。中国では3,000年以上²³⁾、日本では奈良・平安時代以来の連続記録がある。問題は観測方法の違い、

観測者の科学的知見の差、あるいは、観測の対象となる生物個体または集団の進化など、長年の間には変化することである。

なお、20世紀末までの生物季節に対する温暖化影響の検出と監視については、総合報告がある⁶²⁾。本稿ではそれ以降の成果と、そこで論じられなかった諸問題を述べる。

4.2 地球温暖化の直接影響と間接影響

まず、地球温暖化の直接の影響の例をあげよう。英国のオックスフォードシャーにおける1954~1990年の557種の開花日の記録を調べた結果、最初の40年間に比較して最近の10年間は385種が平均で4.5日早くなっていることがわかった⁶³⁾。

鳥類の生活にも影響がみられる。例えば、産卵開始日を基準にすると、英国では65種の中の20種が1971~1995年の24年間に平均して9日早くなった。産卵開始日が早くなるのは近年の産卵前の気温上昇が原因だという⁶⁴⁾。

日本におけるコムクドリの産卵開始日の調査によると1978~2005年の間に15.3日早くなった⁶⁵⁾。これは繁殖地や渡り途中の中継地における気温が年々上昇したことに関係している。また、日本では、さえずりの時期、渡りの時期が早くなっている。例えば、ツバメの初渡来日は名古屋で最近の52年間に約19日早くなっている。

フランスでは、地方自治体など公の機関に1600年頃から1800年頃までのブドウ収穫日の記録が残っている。その記録をフランスのアナール派の歴史学者が解析している⁵⁵⁾ことは前に述べたが、フランスで気象観測値がない時代の気候復元に役だっている。また別に、スイスにおける過去500年間にわたるブドウの収穫量を過去の気候の指標として、気候変動を復元した研究もある⁶⁶⁾。上記の鳥の初鳴きや、今号で研究結果が記述されている鳥類の季節⁶⁷⁾、サクラの季節⁶⁸⁾に現れた温暖化の影響は、いわば直接の影響である。また、アジサイ(*Hydrangea macrophylla*)の開花日の分析⁶⁹⁾でも温暖化の直接の影響がみとめられる。

一方、渡り鳥の繁殖地への到着は、越冬地から繁殖地までの距離が長いと、その中間地域の気候や天候(それは、やはり温暖化の影響をすでに受けて変化してきている)の影響も受ける。中間地域の気候・天候は中間地域において餌となる昆虫の成育にも影響している⁶⁴⁾。その餌(昆虫の幼虫)の最も多い時期を過ぎていれば、渡り鳥の個体数は減少してしまう。つまり、温暖化の影響で個体数が減少する場合がある。地球温暖化は鳥類の生活季節のずれ、分布域の変化、個体数の増減に影響を及ぼす。また、個体数が現在は増加していても、少し遅れて出る間接的な影響のため、減少に転じることもありうる。

同じような現象は森林の林床植物にも起こりうる。上層木、中層木が温暖化でよく成長すれば下層

木・林床植物の日照・日射条件は悪くなり、生活条件が悪化するので、成長は悪くなる場合が起こりうるであろう。今後このような間接的影響の研究が必要である。

4.3 夏の異常高温あるいは冬の温暖期間の影響

地球温暖化が園芸果樹に及ぼす影響については、最近、詳しい研究が進められている。ニホンナシの例をあげると、温暖化の影響で開花日は最近の10年間で2.5日早くなっている。しかし、問題は、秋・冬に温暖化すると、落葉果樹の自発休眠・覚醒に必要な低温の時間を十分に経過することができないことである。休眠が正常に終わらないので、発芽や開花が不揃いになり、成育の異常や開花期間の長期化などが起きる可能性が高い。仮称“眠り病”として報告されている⁷⁰⁾。

落葉果樹としてはリンゴ⁷¹⁾、常緑果樹としてはウンシュウミカン⁷²⁾について研究が進んでいる。今後、果樹別に、休眠・覚醒・開花・果実の成熟期などの各ステージを季節現象と捉え、温暖化の影響を研究する必要がある⁷³⁾。ニホンナシ・ウメ・モモの成熟期は早くなっている。しかし、特定の色素の発現が明確なリンゴ・カキ・ブドウ・ウンシュウミカンなどの成熟期は、色素の合成に低温が必要なため、むしろ、遅くなる傾向にある。

4.4 空中写真・衛星画像を利用した植物季節研究

先に(3.5に)空中写真や衛星画像を利用したスカンジナビア半島における1960年代の研究を紹介した⁵⁸⁾。1980年代の中頃になって、アメリカのNOAAはNOAA衛星のイメージを使ってNDVI (Normalized Difference Vegetation Index, 正規化差植生指数)の分布をコンポジットして全球のNDVI分布図を作成した。その月別の図は全球スケールで植生の季節変化を明らかにした。

季節の推移が年によって広域でかなり異なることをこのような衛星リモートセンシングで検出することが可能になった。例えば、モンゴルの草原植生の季節とバイオマスの季節変化や年による変動について、1996~2001年の40ヵ所の観測地点のデータを解析した結果、その変動の大きさは60日以上、生育期間で75日に及び、草本植物の種類によっても異なることが明らかになった⁷⁴⁾。また、デジタルカメラにより長期連続自動観測を行われ、2004~2010年の草原の季節変動について、最近、詳しく解析された⁷⁵⁾。

“春のおとずれ”は夏の熱波や冬の寒波などとは異なり、人びとが待ち望む季節現象である。アメリカ合衆国における“春の緑波”(Spring green wave)をシュバルツ(M. D. Schwartz)は春指数(Spring Index, SI)で定義し^{76), 77)}、衛星画像の解析と地上観測結果によって、平年値(1961~1990年)の分布を求めた⁷⁸⁾。SIは、大まかには、灌木の芽が出る季節でシバ類が緑になる初日である。1955~2002年

の間、北半球のほとんどすべての地域で早くなりつつあり、その率は10年間に1.2日である⁷⁹⁾。

4.5 山岳地域・熱帯などにおける生物季節

季節の研究は气象台などにおける観測結果や、人びとが多数生活している低地における季節現象などの解析から出発したので、標高の高い山岳地域の生物季節の研究は遅れていた。また、熱帯には温帯のような四季がないので、季節現象そのものに対する人びとの季節感が弱く、これまで季節学的な研究はなかった。

しかし、最近、高山植物に関して、季節学への貢献が生態学の立場から進展してきた。工藤ら^{80), 81)}は「高山植物の開花時期はどのようにきまっているのか」、「種間で開花時期は同調しているのか」、「どうして短期間で開花時期が終わるのか」という高山植物の生態学的な課題に取り組んだ。植物群落全体を雪田と風衝地に分け、開花期を調査した。風衝地では積雪が少ないため早く消雪し、5月末にはウラシマツツジやコメバツガザクラなどが開花する。続いてさまざまな種が開花する。そして8月中旬にはすべての種の開花は終わる。その期間は9旬にまたがる。一方、雪田では7月下旬、雪どけ後4~5日で開花し始め、遅く開花する種でも9月中旬で終わる。その期間は6旬である。また、雪どけ時期が狭い範囲内でずれていると、局地的に開花時期がずれるので、昆虫にとって訪花選択の幅を広げる。

熱帯には、気温にもとづく四季はない。熱帯の高山植物の開花パターンについて、次のように問題を整理した。(1)季節的なサイクルはあるか。(2)もし、あるならば、同じ場所に生育している種間で開花現象は同調しているか。(3)それぞれの種の開花パターンの環境要因。(4)開花サイクルと繁殖スケジュール。そして、ボルネオ島のキナバル山の高山帯(海拔約4,000m)で調査し、開花サイクルは2年かあるいはそれ以上、繁殖スケジュールはゆっくりであることが明らかにされた。

4.6 観光要素としての季節

観光における季節要素は大きく、その価値は高い。特に日本の場合、国の形が南北に長く、山やまが海岸にまで迫るところが多い。これは局地的に気候条件の差が大きいことを意味し、季節推移の差が比較的短距離の間に生じる結果となる。日帰り、あるいは短期間の観光旅行が多い日本では、観光客の出発地である都会から観光目的地までの距離が短いほどよいことはいうまでもない。全国のサクラの名所・紅葉の名所はその最もよい例である。表4に、日本における紅葉(主としてカエデ類、一部にススキ草原などあり)の名所の季節(期間)・地形などをまとめた。

北海道, 9月中旬~11月上旬, 6旬

東北地方, 9月中旬~11月上旬, 6旬

関東地方, 10月下旬~12月上旬, 5旬

表4 日本における観光資源とみた紅葉の主な名所の季節・地形・植生。

地方	紅葉の名所*	季節(期間)**	地形・地域・植生など
北海道	大雪山	9月中旬～9月下旬	山地斜面・峡谷
	知床	9下～10中	山地斜面・海岸・湖
	大沼国定公園	10中～11上	湖岸・カエデ類
東北	奥入瀬渓谷	10中～11中	湖岸・渓谷
	磐梯・吾妻	10上～10下	山地斜面・湖岸
	八幡平	9中～10中	山地斜面・湿原
関東	日光	11上～11中	山地斜面・湖畔
	秩父	10下～11上	中津川渓谷
		11上～11下	長瀨渓谷
中部	箱根	11上～12上	火山斜面・ススキ草原
	香嵐渓	11中～11下	渓谷, 山地斜面・カエデ類
	上高地	10中～10下	山地斜面・河畔・湖岸
近畿	立山・黒部	9下～10下	亜高山帯の山地斜面・峡谷
	東山	11中～11下	社寺林と周辺丘陵・カエデ類
	湖東三山	11中～12上	湖岸社寺林とその周辺・カエデ類
中国・四国	談山神社	11中～12上	社寺林・カエデ類
	大山	10下～11上	山地斜面・ブナ・ミズナラ林
	寒霞渓	11上～11下	渓谷・カエデ類
九州	宮島	11上～11下	海岸山地斜面・カエデ類・イチョウ
	雲仙	10下～11中	山地斜面・落葉広葉樹・常緑樹
	耶馬溪	11上～11下	渓谷
	高千穂峡	11中～12上	峡谷

* 紅葉の名所について、9名の専門家による評価の1位から3位をとった(日本経済新聞, 2011年9月17日)。

** 例年の見頃(人びとの経験による)(同上)。

中部地方, 9月下旬～11月下旬, 7旬

近畿地方, 11月中旬～12月上旬, 3旬

中国・四国地方, 10月下旬～11月下旬, 4旬

九州地方, 10月下旬～12月上旬, 5旬

である。この旬の値をみると、(1)北日本で長く、西日本で短い。(2)高い山がある中部地方で長く、高い山が少ない近畿地方などは短い。ここで、季節学的におもしろいのは、春・秋の季節(期間)は一般に北日本で短く、西日本では長い。これは、本号でも春のサクラに関して明らかになっている⁸²⁾。このような季節学的傾向を補うように、いいかえれば、地域全体としてより多く観光客数を見込むには期間(旬数)を長くするのが得策である。

表4の結果は秋の紅葉に関してそのような傾向が存在していることを示しており、興味深い。

4.7 住民参加型の季節観測

都市における市民活動の一つとして、科学的な観察・観測によって自然とふれ合うことを目的とするものが国の内外で活発化している。そのテーマとして季節現象は非常に適している。それはすでに述べたように季節観を科学的に深める一方、長い人間の歴史とともにはぐくまれた季節感をより豊かにするからである。本号では増田論文が、京都の例を紹介している⁶⁸⁾。バードウォッチングも、渡り鳥の季節

観測と捉えられよう。日本ばかりでなく、アメリカ合衆国、カナダ、英国、その他、多数の国で活動が盛んである。また、アパラチア山地、カルパチア山地など、地域でくくった活動も盛んである。成人向けの夏季学校の課程としても適している。筆者は英国ヨークシャーのマランターンの夏季学校で、季節現象が自然観察コースの一部に取り上げられているのを見て見たことがある。

長野県では気候・気象・生物の調査研究が、三澤勝衛による昭和10年代以来、伝統的によく行われていて、季節に関する関心も高い。最近の1例として、長野県環境保全研究所の成果がある⁸³⁾。2003年度から、県民参加型の調査を実施した。一部調査項目には、昨今、忘れ去られていた生活季節も含まれている。例えば、スタッドレスタイヤ装着日など、新しい項目として注目され、除雪対策など、地方自治体の予算編成にも役立つ情報を提供することはまちがいない。

日本を含めた世界40カ国の自然観を集めて比較・展望し、青少年の季節感・季節観を育成し、野外活動を通じた国際交流に役立てたいという事業がある^{84), 85)}。一つの新しい試みである。

5. 結語

以上に述べてきたことをまとめると、以下のようになろう。

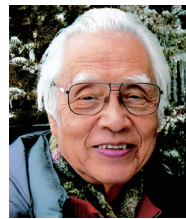
1. 縄文時代の人びとの生活は、かなり高度な季節認識によって支えられていた。
2. 弥生時代になると、さらに高度化し農耕に関連して詳しい季節認識が発達した。また漁撈を生業とする人たちにも季節認識が形成され始めた。日本の南北の地域によって、人びとの季節感・季節観に差があったと推定される。
3. 古代日本の四季の名称、ハル・ナツ・アキ・フユを韓国語と比較すると、変化に差があり、農耕文化の伝来・伝播の過程・時間差などが関係していると思われる。日本で初めてサクラが歌に詠まれたのは5世紀の初頭である。
4. 奈良朝人は、自然を自分たちと対立するものとは捉えていなかったが、詩歌を通じて、こまやかに自然を感じ、観察していた。
5. 平安時代になって、季節は天気などとともに人びとの観照の対象になり、小説・随筆にも詳細な観察記録が書かれた。それらは日本季節学の資料的な価値ももつ。サクラがウメより多く歌に詠まれるようになったのは、9世紀後半である。
6. 現代日本人の季節認識はこまやかであり、外国語では的確に表現できない。しかし、季節観測法の国際的な統一が20世紀半ばから進み、近代科学としての季節学研究が展開した。
7. 欧米各国では動物季節学・植物季節学において、生理・生態の面からの研究が多い。それに対し、日本では季節現象の国内における等期日線の移動の研究が多かった。
8. 地球温暖化の影響は、夏の高温の極値ばかりでなく、高温な季節(期間)の長期化、冬の温暖化による例えば落葉果樹などの休眠期間の短縮・不十分な低温の影響など、直接的であり、多岐にわたる。
9. 渡り鳥のように、温暖化によってその行動・産卵などに直接的な影響を受ける他、中継地の気候の変化に起因する現象の影響も受ける場合がある。中継地の食物などの条件が間接的に影響を及ぼす。
10. 衛星画像の解析により、全球規模・半球規模・大陸規模など、大地域スケールの植生の季節推移などが捉えられるようになった。
11. 今後、観光資源としての季節現象解明、住民参加型の季節観測、これまで研究が不十分であった高山や熱帯の生物季節、草原の季節変動の研究に取り組みねばならない。

引用文献

- 1) Yoshino, M. (2009) Development of bioclimatological thought in Japan from ancient times to present. *Global Environmental Research*, 13(1), 5-12.
- 2) Lieth, H. and M. D. Schwartz eds. (1997) *Phenology in seasonal climates*. Backhuys, Leiden.
- 3) 中原孫吉(1969)日本の生物季節現象に関する気候学的研究. 千葉大学園芸学部学術報告, 17, 89-113.
- 4) 吉野正敏(2007)気候学の歴史, 古今書院.
- 5) 佐々木憲一(2005)クニの首長. 吉村武彦編著, 古代史の基礎知識, 角川書店, 373, 17-66.
- 6) 小林達雄(1996)縄文人の世界, 朝日新聞社.
- 7) 石川日出志(2000)農耕社会の成立. シリーズ日本古代史①, 岩波書店.
- 8) 赤沢 威(1998)縄文人の生業—その生態的類型と季節的展開. 畑作文化の誕生, 日本放送出版協会.
- 9) 寺沢 薫・寺沢知子(1981)弥生時代植物質食料の基礎的研究, 考古学論考5, 奈良県立橿原考古学研究所.
- 10) 李 炳銑(2000)日本古代地名の研究—日韓古地名の源流と比較, 東洋書院.
- 11) 伊藤高雄(2000)季節観の形成. 尾崎富義・菊地義裕・伊藤高雄, 万葉集を知る事典, 東京堂出版.
- 12) 田村専之助(1968)日本暦法史のあけぼの(中国初期暦法史を参考にして). 古代学, 15(3), 203-210.
- 13) 田村専之助(1976)奈良朝人の自然観と季節・気象観. 天気, 23(9), 499-516.
- 14) 小川和佑(1998)櫻誌—その文化と時代, 原書房.
- 15) 吉野正敏(2011)古代日本の気候と人びと, 学生社.
- 16) 坪内稔典(2006)季語集, 岩波書店.
- 17) 倉嶋 厚(1992)お天気博士の季節へのラブレター, 日本放送出版協会. 同(1994)日和見の事典, 東京堂出版. 同(1994)季節よもやま事典, 東京堂出版. 同(1995)季節つれづれ事典, 東京堂出版. 同(1995)季節みちくさ事典, 東京堂出版. 同(1995)空わたる季, 丸善出版. 同(1996)季節おもしろ事典, 東京堂出版. 同(1997)季節しみじみ事典, 東京堂出版. 同(1998)季節ほのぼの事典, 東京堂出版. 同(2001)季節さわやか事典, 東京堂出版.
- 18) 倉嶋 厚(2002)季節の366日話題事典, 東京堂出版.
- 19) 倉嶋 厚(1985)季節, 季節学, 吉野正敏ほか(編), 気候学・気象学辞典, 二宮書店, 130-131.
- 20) 幸田 文(1996)季節のかたみ, 講談社.
- 21) 日本経済新聞(2011)日経消費ウォッチャー, 2011年11月号.
- 22) 吉野正敏(2004)中国における季節認識と季節学の発達, 日本生気象学雑誌, 41(1), 144-154.
- 23) 竺 可楨・宛 敏涓(1963)物候学, 科学出版社, 北京.
- 24) 吉野正敏(1986)竺可楨とその業績, 地理学評論, 59(4), 228-234.

- 25) 張福春・王德輝・邱宝劍(1987)中国農業物候図集, 科学出版社, 北京.
- 26) 鄭景雲・葛全勝・郝忠新・仲舒穎・馬翔・張学珍(2012)過去150年長三角地区的春季物候变化, 地理学報, 67, 45-52.
- 27) 大後美保・鈴木雄次(1944)日本生物季節論, 北隆館.
- 28) 中原孫吉(1942)本邦における植物季節現象について, 産業気象調査報告, 10(1), 1-18.
- 29) 植野隆壽(1942)昭和16年宮城県における染井吉野桜の開花について, 産業気象調査報告, 10(11), 1-8.
- 30) 中原孫吉(1944)植物季節の研究, 産業気象研究会(編), 産業気象の研究2, 共立出版, 237-286.
- 31) 中原孫吉(1964)季節現象, 河出書房.
- 32) 大後美保(1985)日本の季節, 植物編, 同, 動物編, 実業之日本社.
- 33) 吉岡邦二(1942)仙台における樹木の花暦, 生態学研究, 8(1), 30-34.
- 34) 中央气象台(1953)生物季節観測指針(第1版), 中央气象台.
- 35) 気象庁(1985)生物季節観測指針(第3版), 気象庁.
- 36) 気象庁(1988)生物季節観測30年報, 気象庁.
- 37) 気象庁観測部(1989)生物季節に関する解説資料, 気象庁解説資料, 16.
- 38) 気象庁観測部(1993)生物季節に関する解説資料, 気象庁解説資料, 20.
- 39) 百瀬成夫(1972)日本の動植物季節前線図, 丸の内出版.
- 40) 百瀬成夫(1994)四季花前線の旅, 別冊家庭画報, 世界文化社.
- 41) 百瀬成夫(1998)四季・動植物前線, 技報堂.
- 42) 河村武(1982)季節現象の観測と気候の解明への応用, 天気, 29(5), 559-574.
- 43) Sekiguti, T.(1950)Local climatological study of the 80% flowering dates of cherry blossom (*Prunus subhirtella*) at the Akaho Fan, Kami-ina, Nagano Pref. *Geophysical Magazine (Tokyo)*, 22, 89-97.
- 44) 松本太(2012)植物季節と地球温暖化・ヒートアイランド-熊谷の場合. 地球環境, 17, 51-58.
- 45) 寺山宏(2003)和漢古典植物考, 八坂書房.
- 46) Aono, Y. and K. Kazui(2008)Phenological data series of cherry tree flowering in Kyoto, Japan, and its application to reconstruction of spring time temperatures since the 9th century. *International Journal of Climatology*, 28, 905-914.
- 47) Aono, Y. and S. Saito(2010)Clarifying spring time temperature reconstructions of medieval period by gap-filling the cherry blossom phenological data series at Kyoto, Japan. *International Journal of Biometeorology*, 54, 211-219.
- 48) Schnelle, F.(1955)Pflanzenphaenologie: Probleme der Bioklimatologie 3, Akademische Verl. Geest & Portig K. G., Leipzig.
- 49) Schnelle, F.(1966)Abriss einer Methodik der Phaenologie. *Mitteilungen des Deutschen Wetterdienstes*, 38, 1-28.
- 50) Jeffree, E. P.(1960)Some long-term means from the *Phenological Reports* (1891-1948) of the Royal Meteorological Society. *Quarterly Journal of Royal Meteorological Society*, 86, 95-103.
- 51) Sparks, T. H., E. P. Jeffree and C. E. Jeffree(2000)An examination of the relationship between flowering times and temperature at the national scale using long-term phenological records from the UK. *International Journal of Biometeorology*, 44, 82-87.
- 52a) Garnier, M.(1955)Contribution de la phenologie a l'etude des variations climatiques, *La Meteorologie*, 4, 291-300.
- 52b) Garnier, M.(1956)Influence de conditions meteorologiques sur le rendement de l'orge de printemps. *La Meteorologie*, 5, 335-361.
- 53) Samson, J.(1949)*Climatologie appliqué*, Blomdel la Rougery, Paris.
- 54) Differt, J.(2001)Phénologie des espèces arborées. Eco-systemes Forestiers at Dynamique du Paysage, RENECOFOR Nancy, 1-224.
- 55) Le Roy Ladurie, E.(1983)*Historie du climat depuis l'an mil. Vol. 1, 2*, Flammarion. エマニュエル・ル＝ロワ＝ラデュリ/稲垣文雄(訳)(2000)気候の歴史, 藤原書店.
- 56) Chuine, I., P. Yiou, N. Viovy *et al.*(2004)Grape ripening indicator. *Nature*, 432, 289-290.
- 57) Mozny, M., R. Brazdil, R., P. Dobrovolony *et al.*(2011)Cereal harvest dates in the Czech Republic between 1501 and 2008 as a proxy for March-June temperature reconstruction. *Climatic Change*, 2011. Doi: 10.1007/s 10584-011-0075-2.
- 58) Lauscher, A., F. Lauscher und H. Printz(1955, 1959, 1978)*Die Phaenologie Norwegens. Skrifter Norske Videnskapsakademi, Oslo. Teil I, Allgemeine Uebersicht*, 1-100. *Teil II, Phaenologische Mittelwerte fuer 260 Orte*, 1-187. *Teil III, Tabellen-Karten der Mittelwerte*, 1-253.
- 59) Lauscher, F.(1978)Neue Analysen aeltester und neuerer phaenologischer Reien. *Archiv Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie., Ser. B*, 26, 373-385.
- 60) Lauscher, F.(1980)Klima, Klimaschwankungen und phaenologischen Jahresablauf an Europaeischen Nordkap. *Mitteilungen der Oesterreichischen Geographische Gesellschaft*, 125, II, 193-220.
- 61) Bluethgen, J.(1971)Die Dokumentation der Herbstfaerbung und ihre floristisch-systematische Differenzierung in Lappland. *Report Kevo Subarctic Research*

- Station, 8, 12-21.
- 62) 西岡秀三・増田啓子・渡辺耕一(2001)温暖化影響の検出と監視. 地球温暖化問題検討委員会・影響評価ワーキンググループ, 地球温暖化の日本への影響, 9, 1-32.
- 63) Fitter, A. H. and R. S. R. Fitter(2002) Rapid changes in flowering time in British plants. *Science*, 296, 1689-1691.
- 64) 樋口広芳・小池重人・繁田真由美(2009)温暖化が生物季節, 分布, 個体数に与える影響. 地球環境, 14, 189-198.
- 65) Koike, S., G. Fujita and H. Higuchi(2006) Climate change and the phenology of sympatric birds, insects, and plants in Japan. *Global Environmental Research*, 10, 167-174.
- 66) Meier, N.(2007) Grape harvest records as a proxy for Swiss April to August temperature reconstructions.
(http://www.giub.unib.ch/klimet/docs/diplom_nmeier.pdf)
- 67) 小池重人・樋口広芳(2009)地球温暖化と鳥類の生活. 樋口広芳・黒沢令子(編), 鳥の自然史-空間分布をめぐって, 北海道大学出版会, 201-219.
- 68) 増田啓子(2012)市民参加型の生物季節観測. 地球環境, 17, 43-50.
- 69) Wang, Y. and S. Herath(2010) Diverse climate change response in Japanese ecosystems observed through phenology and implication for the Mekong region. *Meeting Climate Change Challenges in Transboundary Basins: Role of Sciences, CECAR series*, The United Nations University, 33-44.
- 70) 本條 均(2008)気候温暖化と休眠, 開花などの果樹生理への影響(果樹特集, 果樹生産の気候温暖化対策). 農業と園芸, 63(7), 134-138.
- 71) 今村友彦(2006)春季の気温とリンゴの植物季節現象の長期的傾向. 東北の農業気象, (50号別冊), 10-16.
- 72) 杉浦俊彦・横沢正幸(2004)年平均気温から推定したリンゴおよびウンシュウミカンの栽培環境に対する地球温暖化の影響. 園芸学雑, 73, 72-78.
- 73) 杉浦俊彦・杉浦裕義・阪本大輔・朝倉利員(2012)果樹の生育変化と異常. 地球環境 17, 75-82.
- 74) 近藤昭彦・開発一郎・平田昌弘・アザヤドルゴスレン(2005)モンゴル草本植物のフェノロジーとバイオマスの年々変動. 沙漠研究, 14, 209-218.
- 75) 秋津朋子・奈佐原顕郎・野田 響・本岡 毅・村上和隆・土田 聡・永井 信(2011)草原の季節変動と年々変動に関するデジタルカメラを用いた長期連続自動観測. 筑波大学陸域環境研究センター報告, 12, 5-12.
- 76) Schwartz, M. D.(1992) Phenology and spring time surface layer change. *Monthly Weather Review*, 120, 2570-2578.
- 77) Schwartz, M. D.(1998) Green-wave phenology. *Nature*, 394, 839-840.
- 78) Schwartz, M. D.(2005) Spring green wave. In: J. Oliver, ed. *Encyclopedia of World Climatology*, Springer, Dordrecht, 684-685.
- 79) Schwartz, M. D., R. Ahas and A. Aasa(2006) Onset of spring starting earlier across the Northern Hemisphere. *Global Change Biology*, 12, 343-351.
- 80) Kudo, G. and S. Suzuki(1999) Flowering phenology of alpine plant communities along a gradient of snow-melt timing. *Polar Bioscience*, 12, 100-113.
- 81) 工藤 岳(2000)大雪山のお花畑が語ること, 生態学ライブラリー 10, 京都大学出版会.
- 82) 西垣知恵・林 陽生(2012)近年における春の生物季節の変化. 地球環境, 17, 91-98.
- 83) 長野県環境保全研究所(2008)長野県における地球温暖化現象の実態に関する調査研究報告書, 研究プロジェクト成果報告, 6, 1-50.
- 84) 野外文化研究所(2003)アジアの自然観-自然と共に生きる知恵, 平成 15 年度文部科学省補助事業, 青少年交友協会.
- 85) 野外文化研究所(2004)世界 40 ヶ国の自然観-自然と共に生きる知恵, 平成 16 年度文部科学省補助事業, 青少年交友協会.



吉野 正敏

Masatoshi YOSHINO

法政大学教授を経て筑波大学教授, 愛知大学教授を定年退職。ドイツハイデルベルク大学客員教授 1967-68。現在, 筑波大学名誉教授, 理学博士。日本地理学会, 日本沙漠学会, 気象影響利用研究会, バイオリクマ研究会のそれぞれ元会長。著書に「新版小気候」(地人書館), 「風の世界」, 「風と人びと」(いずれも東京大学出版会), 「気候地名集成」(古今書院), 「気候地名をさぐる」, 「歴史に気候を読む」, 「古代日本の気候の人びと」(いずれも学生社), 「世界の風・日本の風」, 「地球温暖化時代の異常気象」(いずれも成山堂)などの著書がある。気候学・農業気候・環境と人間活動に関する論文多数。