

温暖化に伴う果樹栽培適地移動及び発生雑草の変化

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構 果樹研究所 福元 將志

1. はじめに

気象庁が発表する「2003年の天候」によると、昨年の日本列島は異常な天候で推移したようである。昨年末にはモチ米の値段が高騰したとの報道にも見られるように、多くの農作物に被害が出たことは記憶に新しい。果樹もご多分に漏れず、生理障害の発生等、生産にも少なからず影響が及んだ厳しい年となった。

近年、地球規模の温暖化の進行に警鐘が鳴らされ、1997年の地球温暖化防止京都会議において「気候変動に関する国際連合枠組条約京都議定書（京都議定書）」の取りまとめに至る等、世界的な枠組みで温暖化防止の策が講じられようとしている。当研究所生理機能部環境応答研究室が将来の果樹生産に及ぼす温暖化の影響予測をしたところ、このまま温暖化が進行すると仮定の上ではあるが、60年後には我が国におけるミカン及びリンゴ生産の栽培適地が大きく北上するとの予測結果を得ている。また、気候の温暖化はこれまで問題とされなかった病虫害の発生を誘発し、果樹栽培に深刻な影響を与えることが危惧されている。

永年生作物を対象とする果樹経営においては、一度植えると、長期間にわたって樹の生産性を維持する必要があることから、温暖化に伴う環境要因の変動が果樹栽培、引いては経営に大きな影響を与えることは容易に想像できる。

一方、果樹栽培においては園地にはびこる雑草の防除は極めて重要であるが、加えて草を積極的に活用した草生栽培が技術化される等、温暖化によって生じる雑草植生の変化は果樹栽培に大きく影響すると考えられる。

本稿では、果樹の栽培適地に与える気候温暖化の影響予測に関する果樹研究所における研究結果を紹介するとともに、雑草の植生変化に及ぼす温暖化の影響についてこれまでの報告等に基づき考えてみることにする。

2. 地球温暖化

近年、産業革命以降の人間活動に伴って排出される二酸化炭素等の温室効果ガスの急激な増加等により急激に地球温暖化が進行することが危惧されている（図－1）。気象庁（1994）が作成した地球温暖化監視レポートによると（図－2）、現在の温暖化現象に見られる平均気温の（長期の）上昇速度は、毎年の（短期の）気候変動の幅よりも小さいものの、着実に上昇している。また、IPPC（気候変動に関する政府間パネル）第3次報告書によると、1861年以降、全球平均表面気温は $0.6 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 上昇しており、過去50年間の温暖化の大部分は人間活動に起因していると結論づけている。さらに、1990年に比較して21世紀末には地球の平均気温が最大で 5.8°C （ $1.4 \sim 5.8^{\circ}\text{C}$ ）上昇、異常高温発生件数や降

水量が増加、洪水、干ばつ、森林火災、熱帯低気圧などの異常気象が増加等を予測している。これに伴い、農業生産活動は極めて大きな影響を被ることが懸念されており、集中豪雨等による気象災害や農業用水の不足による生産量の激減、それに気温上昇に適応できない動植物の絶滅等、生態系が急変し、食糧不足が現実のものとなる可能性が指摘されており、農業技術面からの対応が求められている。

3. 果樹栽培適地に対する温暖化の影響予測

果樹研究所では、果樹の主要樹種である温州ミカン及びリンゴを対象として年平均気温の変動から、我が国の果樹生産における将来像を予測している。今回の研究結果は、果樹生産の適地を判断する上で、気温の要素が極めて大きいことから、気温の変動のみを抽出し、我が国における果樹生産の30年後、60年後の姿を推定したものである。

この研究の中で、杉浦ら(2002)は、気候予測値として4つの全球気候モデルの予測結果をメッシュ化した「気候変化メッシュデータ」(Yokozawaら, 2003)を用い、現在値としては「メッシュ気候値 2000」(気象庁, 2002)を基に解析を行っている。また、果樹栽培に適する地域に係る年平均気温が「果樹農業振興基本方針」(農水省, 2000)にあることから、ここに示されたデータに基づき、温暖化に伴って生じるであろう将来の栽培適地の変動を予測している。この「果樹農業振興基本方針」によると、リン

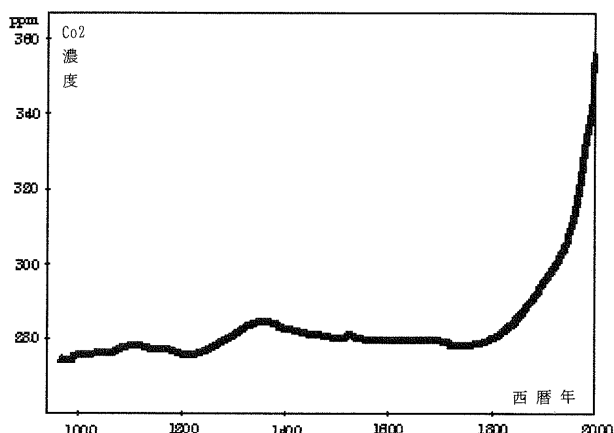


図-1 大気中の二酸化炭素濃度の推移(環境白書より)

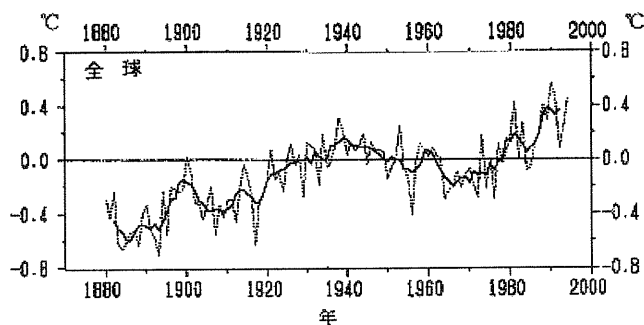


図-2 全球の年平均気温の推移(地球温暖化監視レポート1994 気象庁編より)
値は1961～90年の平均からの差。点線は年平均気温、実線は5年移動平均。

ゴ栽培の適地とされる温度域は6～14℃であり、温州ミカンでは15～18℃ となっている。

現在のリンゴの栽培適地は、北海道の道北・道東部及び西南暖地の平野部を除く広い地域に広がっている。ところが、2040年代になると東北南部まで、2060年代になると東北中部の平野部まで14℃以上となる反面、北海道はほぼ全域が適地になると予想されている。この温度域を用いると、現在の主産地に比べてかなり広い範囲をカバーしているため、より狭い温度域である7～13℃についても検討したところ、この温度域は道南～中部地方山間部等、現在の主産地と概ね一致しているが、2060年代には東北地方

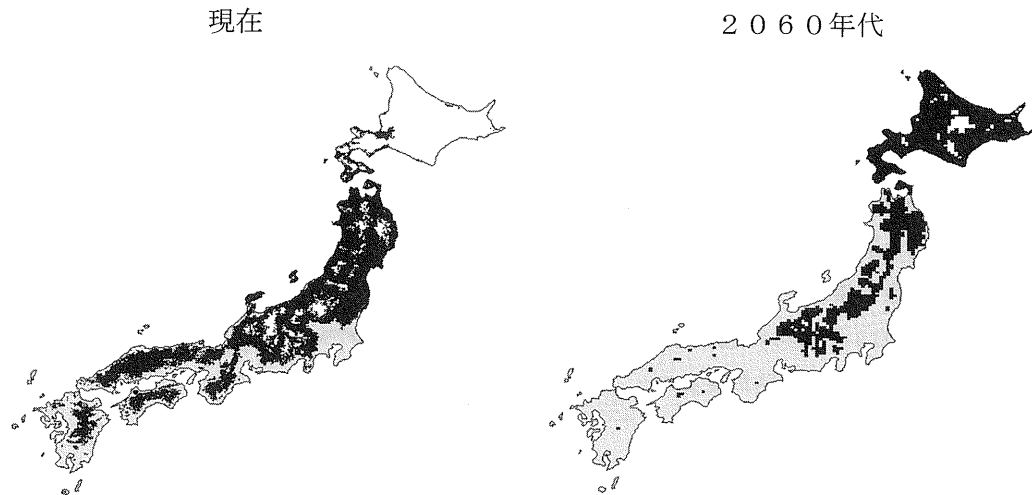


図-3 地球温暖化に伴うリンゴ栽培に適する年平均気温の分布域の移動（現在の値は1970年から2000年までの平年値，杉浦ら2002）
現在（1971～2000年の平年値）と2060年代におけるリンゴ栽培に適する年平均気温（7～13℃）の分布。黒色：適地。白色：より低温の地域。灰色：より高温の地域。



図-4 地球温暖化に伴う温州ミカン栽培に適する年平均気温の分布域の移動（現在の値は1970年から2000年までの平年値，杉浦ら2002）
現在（1971～2000年の平年値）と2060年代に予測される温州ミカン栽培に適する年平均気温（15～18℃）の分布。黒色：適地。白色：より低温の地域。灰色：より高温の地域。

の平野部のほぼ全域が範囲外となり、現在の主産地の多くが、暖地リンゴの産地と同程度の気温になる可能性があるとしている（図-3）。他方、現在の温州ミカンの栽培適地と判断できる温度域は、西南暖地の沿岸部等が該当し、現在の主産地と概ね一致している（図-4）。しかし、2020年代には山陰地方等の日本海沿岸、20

40年代には関東及び北陸の平野部全域、また2060年代には南東北の沿岸部までが適地の範囲に入る。逆に、18℃以上の温度域は、現在のところ南西諸島と九州の南端部のみであるが、2060年代には現在の主産地の多くが18℃を超え、中晩生カンキツ産地と同等かより高温となると予測している。

ところで、落葉果樹栽培における重要な要素として、秋から冬にかけて一定量の低温にさらされないで発芽しないという、冬季の低温要求性が挙げられる。比較的長い低温時間を必要とするモモについての実験結果から、自発休眠覚醒は遅れるものの、低温が不足して発芽不良をきたすほどではないと推測している(杉浦 2001)。ただ、加温栽培の場合には注意が必要であると指摘されている。

今回の予測研究の結果を見るのは半世紀以上も先のことになるが、温暖化は果樹農業に大きな影響を与える可能性があり、早急に研究面からの対策を講じる必要がある。

4. 温暖化と果樹栽培の現状

平成15年度に、「果樹農業に対する気象変動の影響に関する調査」を果樹研究所と中央果実生産出荷安定基金協会とが共同で実施したところ、47都道府県の果樹関係公立試験研究機関に対するアンケート調査からは、「温暖化の影響らしき現象が起きている」との回答が38都道府県、「温暖化の影響がみられる」が9県あり、すべての都道府県において温暖化の影響が出始めているとの認識を示していた。また、温暖化が疑われる現象が多く、樹種において認められており、リングやウメの品質低下、モモのミツ症、ブドウの着色不良等が報告されている。また、これまでは発生が認められなかった病害虫の発生が問題となりつつあり、カンキツでは特に重要病害であるグリーンング病の北上が心配されている。

このような状況の中、果樹研究所では、主査場所として平成15年度から交付金プロジェクト「作物及び家畜生産における気候温暖化の影響解明とその制御技術の開発」に参画し、気候温暖化に伴って生じる高温、乾燥、長雨等の気象

変動が生理・生態反応、形質等に及ぼす影響の解析を通じた、気候温暖化に影響されない持続的生産のための基盤技術の開発や、気候温暖化対応特性を有する品種・系統等の育成に取り組んでいる。また、病害虫についてはカンキツグリーンング病をターゲットとして集中的に研究を実施している。既に、最近の果樹研究所の成果の一つとして、ブドウが赤くなる仕組みを遺伝子レベルで解明し、将来には果実の着色を人為的に制御できる可能性を明らかにする(小林ら2004)等、本プロジェクトの研究成果が出始めている。

5. 温暖化に伴う発生雑草の変化

我が国に生育する雑草の多くは種子休眠性を有することから、種子の発芽前に冬生雑草では高温に、夏生雑草では低温に一定期間さらされる必要があるため、休眠覚醒と発芽のタイミングとが周囲の微妙な温度変化によって決定される雑草では温暖化によってこれらのタイミングがずれてしまう可能性が指摘されている(富永2001)。また、富永(2001)は、低温にさらされることによって花芽形成が誘導される雑草の分布にも温暖化が大きな影響を与えると述べており、現在は北海道等の北に分布していない雑草が、より寒冷な地域へ分布を拡大することが予想され、逆に冬季の最低温度の上昇は西南暖地での分布の制限要因となる可能性について言及している。

ところで、環境省が作成した「地球温暖化の日本への影響2001」によると、温暖化が我が国の雑草に与える影響について、総数で78科417種といわれる我が国の雑草の生育には、気温やCO₂濃度に対する生理生態的応答性が影響し、作物栽培の時期や栽培法の違いによって大きな

制約を受けること、また、一般にC₄植物は熱帯に起源をもち、高温乾燥条件でC₃植物より活発な生長を示すが、わが国のような温暖地帯では両者のバイオマスに季節的な交代が現れ、積算温度が1578℃日でC₃植物からC₄植物へ優占種が移るため、温暖化により2℃気温が上昇すると、C₄種へ交代する時期は全国的に3週間程度早まることなどが指摘されている。

このことから、温暖化に伴って優占種となる雑草は、高温や乾燥に強いC₄植物であるとも考えられるが、高二酸化炭素濃度下では逆にC₃植物が物質生産に有利となることから草種構成は複雑に変化するようである（鈴木2004）。温帯地域にある我が国で栽培される果樹を含む多くの作物がC₃植物であるのに対し、イヌビエ、オヒシバ、チガヤ、ハマスゲ等の主要雑草の多くはC₄植物である（富永2001）。C₄植物は高温で繁殖力を増すことから、温暖化はこれらの雑草の北への分布範囲を広げることが予想される。鈴木（2004）は、西南暖地のミカン園に広く分布しているハマスゲが、最低気温の上昇により、東北地方のリンゴ園に生育地域を広げる可能性を指摘している。

他方、温暖化は熱帯地域や亜熱帯地域が原産の外来雑草の侵入を促進させる可能性がある。農水省農業研究センター（現在の中央農業総合研究センター）の調査では、水田への帰化雑草が約50年前には2種類だったのが、中南米原産の熱帯性植物を中心に45種類も入り込んでいるとの結果を得ている（京都新聞1998）。また、熱帯・亜熱帯地域に広く分布しているコヒメビエは、奄美諸島以南を除く我が国には従来分布していなかったが、1991年以降九州各地の水田に侵入していることが明らかになっており（富永2001）、果樹園においても同様に、外来雑草

の侵入が大きな問題となって来よう。実際、鈴木（2004）は、アメリカ熱帯地域原産で、熱帯・亜熱帯地域で問題となっているギンネムが沖縄県で過繁茂して問題化していると指摘しており、今後樹園地においても、これら帰化植物に対する栽培管理面からの対応を講じていく必要がある。

6. おわりに

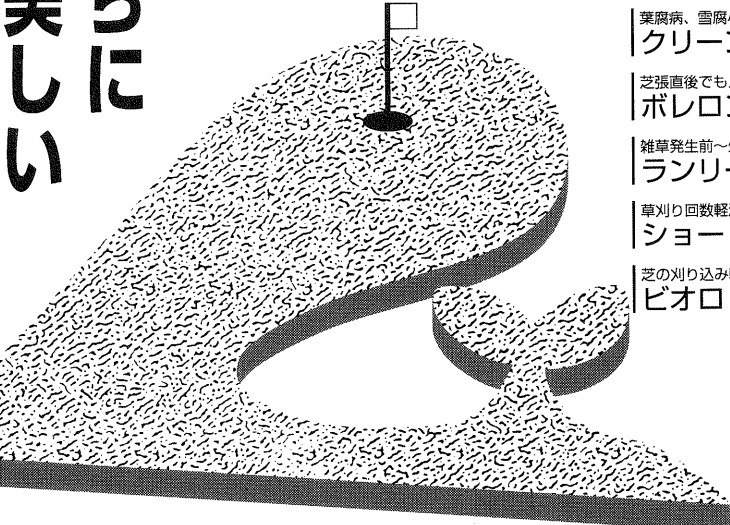
前述したように、地球規模で進行していると言われる温暖化は、気温の上昇のみならず、各種の気象要因や農作物も含めた自然生態系に大きな影響を及ぼすと推測されている。また、年平均気温の長期的な上昇傾向に比べて毎年の気候変動幅の方が大きいことが指摘されている。今後の果樹農業への温暖化の影響評価を行う上で、短期の温度変動、降水量、日射量等を考慮した解析が必要であろうし、温暖化に加えて気象変動によって生じる冷夏等の異常気象に対する多様な取り組みの必要性が示唆されている。

果樹農業においては、牧草を含む雑草を積極的に活用した草生栽培法が提案されており、草生リンゴ園土壌の窒素循環における草の重要性が明らかになる（福島果樹試1997）等、草生管理は重要な栽培技術として位置づけられている。温暖化は、気温の上昇に伴う雑草植生の変動にとどまらず、土壌中の易分解性有機物の無機化促進や果樹と雑草との養分競合状態の変化等、果樹園の地表面管理の在り方を大きく変更させることになろう。また、温暖化及びそれに伴う雑草植生の変動は、除草剤利用、耕種的方法等に基づく雑草防除の在り方を大きく変えることも予想される。今後、果樹研究所においては、様々な連携協力を模索しながら、温暖化等の気象変動に負けない果樹農業の確立に向けて今から多様な取り組みを行っていきたい。

参考文献

- 1) 果樹農業振興基本方針2000. 農水省編
- 2) 環境白書平成15年度版 環境省編
- 3) 京都新聞1998. よみがえれ環境 第9部 地球にいとむ～特異な生態系つくる(1998. 5.27 付記事)
- 4) 小林省蔵ら2004. Retrotransposon-induced mutations in grape skin color, Science (2004年5月14日号)
- 5) 杉浦俊彦, 2001. 地球温暖化が農業生産に及ぼす影響～地球温暖化が農業生産に及ぼす影響, 農林水産技術研究ジャーナル24 (10)
- 6) 杉浦俊彦ら 2002. 地球温暖化によるリンゴ及びウンシュウミカン栽培適地の移動予測, 平成14年度果樹研究成果情報
- 7) 鈴木邦彦 2004. 樹園地雑草に及ぼす気候温暖化の影響, 平成15年度果樹農業生産構造に関する調査報告書～果樹農業に対する気象変動の影響に関する調査, 49-52
- 8) 地球温暖化監視レポート1994. 気象庁編
- 9) 富永達 2001. 地球温暖化が農業生産に及ぼす影響～地球温暖化が農業生産に及ぼす影響, 農林水産技術研究ジャーナル24(10)
- 10) 冷涼地における落葉果樹園の合理的な施肥法の確立に関する研究1997. 指定試験(土壤肥料)第32号, 農林水産技術会議事務局・福島果樹試編

さらに
美しい
コース造りのために。



広範囲の葉枯病、葉腐病他にバシッと効く
バンパッチ®水和剤

葉腐病、雪腐小粒菌核病他に
シャルマット®水和剤

葉腐病、雪腐小粒菌核病他に
クリーニングラス®水和剤

芝張直後でもメヒシバ、カタビラを防除
ボレロン90乳剤

雑草発生前～生育初期までしっかり防除
ランリード®C乳剤

草刈り回数軽減と刈り草量の減少
ショートキープ液剤

芝の刈り込み軽減剤で、省力的管理を実現
ビオロックフロアブル



株式会社 理研グリーン

東京都台東区上野2-12-20 TEL.03-3833-6321(代) クミアイ化学工業(株)・イハラケミカル工業(株)