

(続紙 1)

京都大学	博士 (農 学)	氏名	上森 真広
論文題目	長期観測データに基づいたブドウ‘デラウェア’の発育への温暖化の影響評価と発育予測モデルの開発に関する研究		
(論文内容の要旨)			
<p>ブドウ‘デラウェア’ (<i>Vitis labruscana</i> Bailey) は日本の主要品種で、大阪府ではブドウ生産の約8割を占める特産品である。近年の温暖化は‘デラウェア’栽培に大きな影響を及ぼしており、発芽や開花などの発育の早期化が懸念されている。‘デラウェア’では、特定の発育段階をジベレリン処理などの栽培管理の指標としているため、気象と発育の関係に基づいた発育予測の重要性が増している。さらに、温暖化は今後も続くため、将来の発育の変化を予測し、‘デラウェア’栽培の温暖化適応策を策定することが喫緊の課題となっている。本研究では、主に露地栽培を対象とし、大阪府羽曳野市で取得した‘デラウェア’の発育の長期観測データを活用した‘デラウェア’の発育へのこれまでの温暖化の影響の把握、気温と発育の関係解析による発育予測モデルの開発、および今後の温暖化の影響評価に基づいた‘デラウェア’栽培の温暖化適応策の検討を行った。</p> <p>第一章では、大阪府羽曳野市で取得した1963年から2010年までの48年間にわたる‘デラウェア’の発芽日と満開日のデータを用いて、気温と発芽日および満開日との関係を一般化線形モデルで解析し、赤池情報量基準 (AIC) によるモデル選択によって各関係を評価した。48年間で気温の上昇傾向が認められ、それと呼応するように発芽日と満開日は早期化していた。AICによるモデル選択の結果、発芽日には2月平均気温、3月平均気温、および4月平均気温が関与しており、2月平均気温と3月平均気温の上昇により発芽日が早期化していることが明らかになった。一方、満開日には4月平均気温および5月平均気温が関与しており、その早期化は、発芽日の早期化と5月平均気温の上昇の影響を受けていることが明らかになった。</p> <p>第二章では、‘デラウェア’の発芽日、満開日を日平均気温から予測することを目的として、1963年から2019年までのうち50年分の発芽日と満開日のデータを用いて、日平均気温を積算する方法 (積算温度法)、および発育速度 (DVR) とその積算値である発育指数 (DVI) を用いた方法 (DVR法) で発育予測モデルを構築し、予測精度が最も高いモデルを探索した。その結果、発芽日は、起算日を2月21日としたDVR法で二乗平均平方根誤差 (RMSE) が最も小さい2.4日となった。満開日は、発芽日翌日を起算日としたDVR法でRMSEが最も小さい2.1日となった。</p> <p>第三章では、新梢の展葉数を指標とする‘デラウェア’のジベレリン1回目処理 (GA₃処理) 適期の把握において、適切な新梢のサンプリング位置や本数を定量的に検討した。1987年から2018年までのうち30年分の新梢の展葉数のデータを用い、結果母枝上の全新梢の平均展葉数が9.5枚に達した日 (全梢葉基準日: 大阪府のGA₃処理適期の基準) における結果母枝内の新梢の位置と展葉数の関係を解析したところ、展葉数は先端の第1新梢で最も多く、基部に向かうにつれて徐々に減少した。すなわち、全梢葉基準ではGA₃処理の推定適期幅が大きくなることが懸念された。そこで実用性を考慮し、展葉数のばらつきが小さい第1新梢と第2新梢を対象にサンプル数と展葉数のばらつきとの関係を解析し、GA₃処理適期を逸脱する確率を5%以下にできる範囲を推定した。その結果、大阪府の気象条件下では第1新梢を用いる場合は第1新梢を8本サンプリングしてその平均展葉数が10.5枚に達した日、また、第2新梢を用いる場合は第2新梢を8本サンプリングしてそ</p>			

の平均展葉数が10枚に達した日がGA₃処理適期の指標になると推定された。

第四章では、‘デラウェア’のGA₃処理適期を日平均気温から予測することを目的として、1987年から2019年にかけて大阪府内の圃場で取得した第2新梢の展葉数のデータを用いて、気温と‘デラウェア’の展葉数との関係を明らかにし、気温から展葉数を推定する手法を開発した。起算日を展葉数が1枚を超えた日とした有効積算温度算出に当たっての基準温度を検討するために、基準温度を-2.5°Cから12.5°Cまで2.5°C刻みで設定し、展葉数と有効積算温度(°C・日)の一次回帰の決定係数(R^2)と2つのRMSE(展葉数のRMSE(枚)および展葉数の平均値が10枚に達した日付のRMSE(日))を指標にして最適な基準温度を推定した。展葉数と有効積算温度はどの基準温度でも一次回帰が可能であったが、基準温度7.5°Cで R^2 (0.996)が最も高く、RMSE(0.35枚および1.47日)が最も低かった。これらの結果から、基準温度は7.5°Cと判断した。次に、有効積算温度から展葉を推定する手法(提案法)と、日当たりの展葉速度が一定(0.36枚/日)とする手法(従来法)を用いて、GA₃処理適期の推定精度を比較した。提案法のRMSE(0.35枚および1.47日)は従来法のRMSE(0.69枚および2.79日)よりも低く、提案法は従来法よりもGA₃処理適期を精度よく予測できた。また、回帰式の係数から、‘デラウェア’は第2新梢の10枚目までは基準温度7.5°Cとした有効積算温度100°C・日あたり4.0枚の葉を発達させることが示された。

第五章では、大阪府の‘デラウェア’栽培の温暖化適応策を検討するため、将来の気候変動によって生じる発育変化を予測した。気温に基づいたモデルを用いて、自発休眠覚醒日(7.2°C以下低温遭遇時間が600時間に達した日、以下、DCH600)、発芽日、および満開日を推定した。モデルに2つの温室効果ガス排出シナリオ(RCP2.6;低位安定化シナリオ,RCP8.5;高位参照シナリオ)の2100年までの気温予測値を適用した。DCH600は、1981年/1982年から1990年/1991年に比べて、2041年/2042年から2050年/2051年ではRCP2.6およびRCP8.5で、それぞれ19日および21日、2091年/2092年から2099年/2100年ではRCP2.6およびRCP8.5で、それぞれ21日および48日遅延すると予測された。一方、2041年から2050年の発芽日は、1981年から1990年に比べて、RCP2.6およびRCP8.5でそれぞれ6日および7日早まると予測された。2041年から2050年の満開日は、1981年から1990年に比べて、RCP2.6およびRCP8.5でそれぞれ9日および12日早まると予測された。これらの予測結果から、栽培管理の高度化により2050年までは大阪府の‘デラウェア’栽培を維持できると考えられた。しかし、RCP8.5では2050年以降にDCH600の大幅な遅延や低温不足が予測されるため、作型の変更や他の果樹への転換が必要になる可能性が示唆された。

以上より本研究は、‘デラウェア’の発育への温暖化の影響を長期観測データから明らかにし、日々の気温から‘デラウェア’の発育を実用的な精度で予測可能なモデルを開発した。さらに、温暖化シナリオを用いて将来の温暖化が‘デラウェア’栽培に及ぼす影響を予測し、年代別の温室効果ガス排出シナリオにおける温暖化適応策を示したものであり、実際のブドウ栽培に大きく貢献するものである。

注)論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 words で作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

日本の主要ブドウ品種‘デラウェア’ (*Vitis labruscana* Bailey) 栽培では、近年の温暖化の影響を受けて発育の変動が生じており、生産地の気象から発育を予測する技術や将来の温暖化適応策を検討することが生産の安定化にとって重要課題となっている。本研究は、‘デラウェア’の発育の長期観測データに基づいた温暖化の影響の把握、気温と発育の関係解析による発育予測モデルの開発、および今後の‘デラウェア’栽培の温暖化適応策の検討を行ったものである。評価すべき点は以下の通りである。

1. 1963年から2010年までの48年間にわたる‘デラウェア’の発芽日、満開日データから、気温変化と発育との関係性を解析した。これにより、気温上昇と呼応するように‘デラウェア’の発芽日、満開日が早期化していることを明確に示した。本研究の調査期間は48年間と先行研究に比べて非常に長く、本研究は植物季節学にも貢献する重要な新たな知見を与えた。

2. 日平均気温から‘デラウェア’の発芽日および満開日を予測するモデルの構築を行った。DVR法を適用したところ、発芽日予測モデルのRMSEは2.4日、満開日予測モデルのRMSEは2.1日となり、実用的な精度で予測可能なモデルの構築に成功し、気温によるブドウの発育予測の有用性を示した。

3. ‘デラウェア’栽培で特に重要なGA₃処理適期の指標を長期観測データから定量的に再検証した。気温と展葉の関係において、改良型有効積算温度を考慮したモデルを適用することで、より高精度に気温からGA₃処理適期を予測する手法を開発した。開発した手法のRMSEはわずか1.5日であり、実用に十分な精度であった。

4. 気候変動シナリオデータを用いて、将来の‘デラウェア’の発育変化を予測し、温暖化適応策を検討した。その結果、RCPにより、発育への影響は大きく異なることを明らかにし、それぞれのRCP下での年代別の温暖化適応策を提示した。

以上のように、本研究はブドウ‘デラウェア’の発育の長期観測データを活用して、発育への温暖化の影響を明らかにし、気温から‘デラウェア’の発育を実用的な精度で予測可能なモデルを開発するとともに、将来の‘デラウェア’栽培の温暖化適応策を示したものであり、果樹園芸学、農業気象学ならびに実際のブドウ栽培に寄与するところが多い。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、令和4年11月17日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士(農学)の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降 (学位授与日から3ヶ月以内)

<参考>

京都大学学位規程

第14条 博士の学位を授与された者は、学位を授与された日から1年以内に当該学位論文の全文を公表するものとする。ただし、当該博士の学位を授与される前に既に公表したときは、この限りではない。

2 前項の規定にかかわらず、やむを得ない事由がある場合には、当該研究科の承認を得て、当該学位論文の全文に代えて、その内容を要約したものを公表することができる。

3 前2項の規程による公表は、本学が指定するインターネットにより行うものとする。

詳細は、「京都大学における博士学位論文のインターネット公表に関するガイドライン」を参照してください。