

長崎県のビワ栽培状況

「茂木」



- ・西日本で代表的な品種
- ・日本で最も栽培が多い。
- ・果重は40～50gと小ぶり
- ・やや強めの甘味と控えめの酸味
- ・耐寒性は「田中」に比べるとやや弱く、中生品種

「長崎早生」



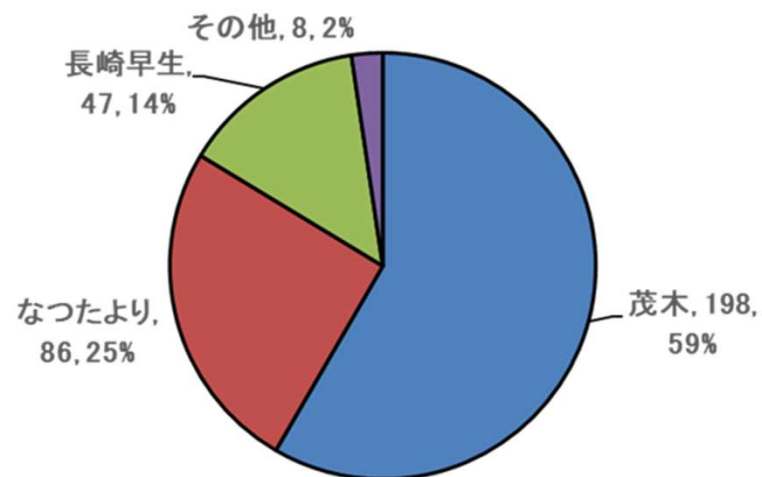
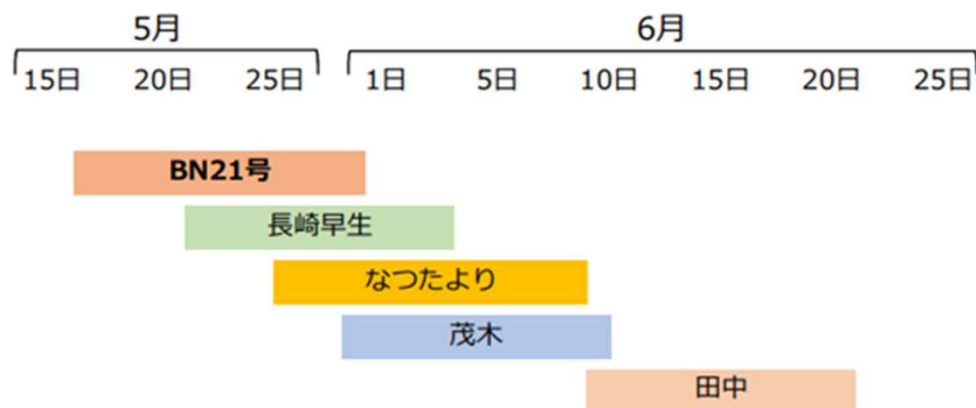
- ・長崎県、鹿児島県で主に栽培
- ・「茂木」と「本田早生」を交配して作られた
- ・果重は40～60gとやや小ぶり
- ・糖度は高めで甘味が強い
- ・耐寒性が低いため暖地向き、早生品種

「なつたより」



- ・ほぼすべて長崎県で栽培
- ・「長崎早生」に「福原早生」を交配した新品種
- ・果重は約62gと大果
- ・果肉は柔らかく、糖度は高い。酸味は低く食味に優れる
- ・耐寒性は「長崎早生」より高く、「茂木」より低い
- ・収穫は「長崎早生」より遅く、「茂木」より早い

ビワの収穫時期、生産品種



長崎県のビワ生産品種（品種、栽培面積[ha]、割合）

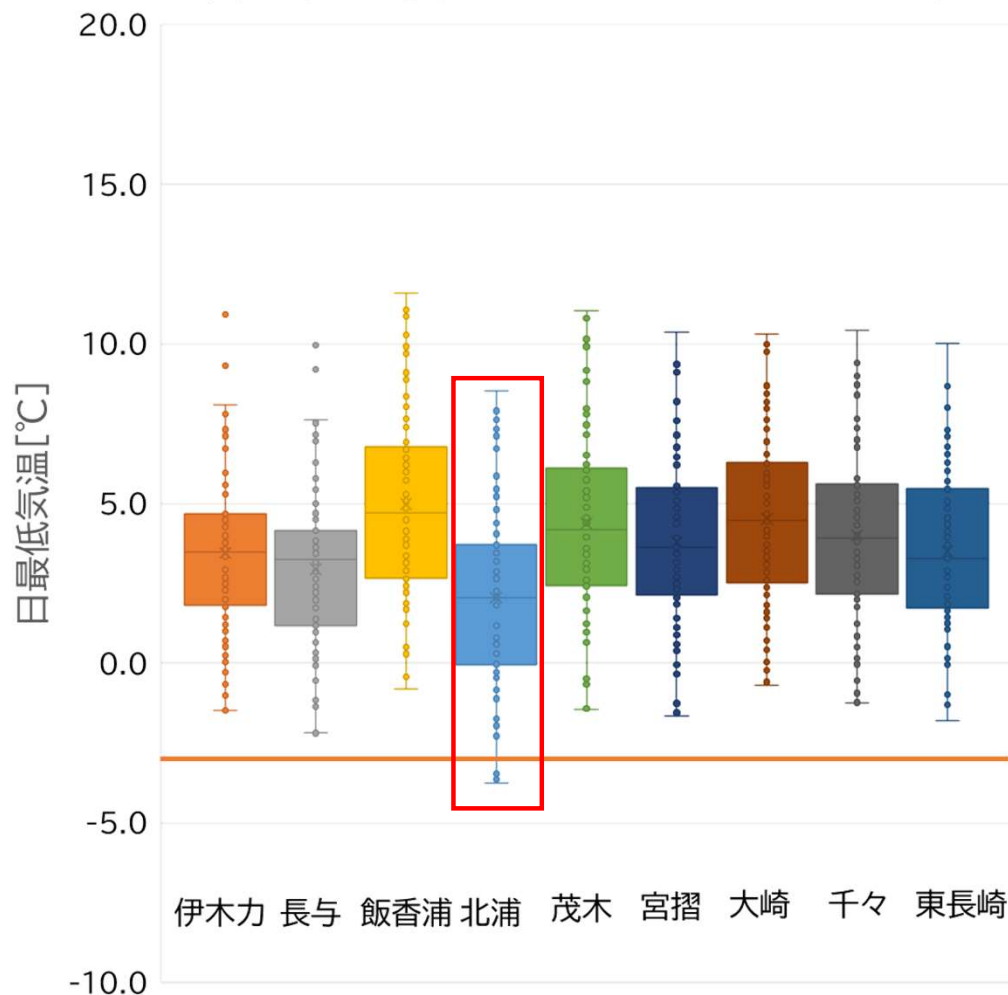
出典：令和3年産特産果樹生産動態等調査（農林水産省）

最低気温測定結果(地域の比較)

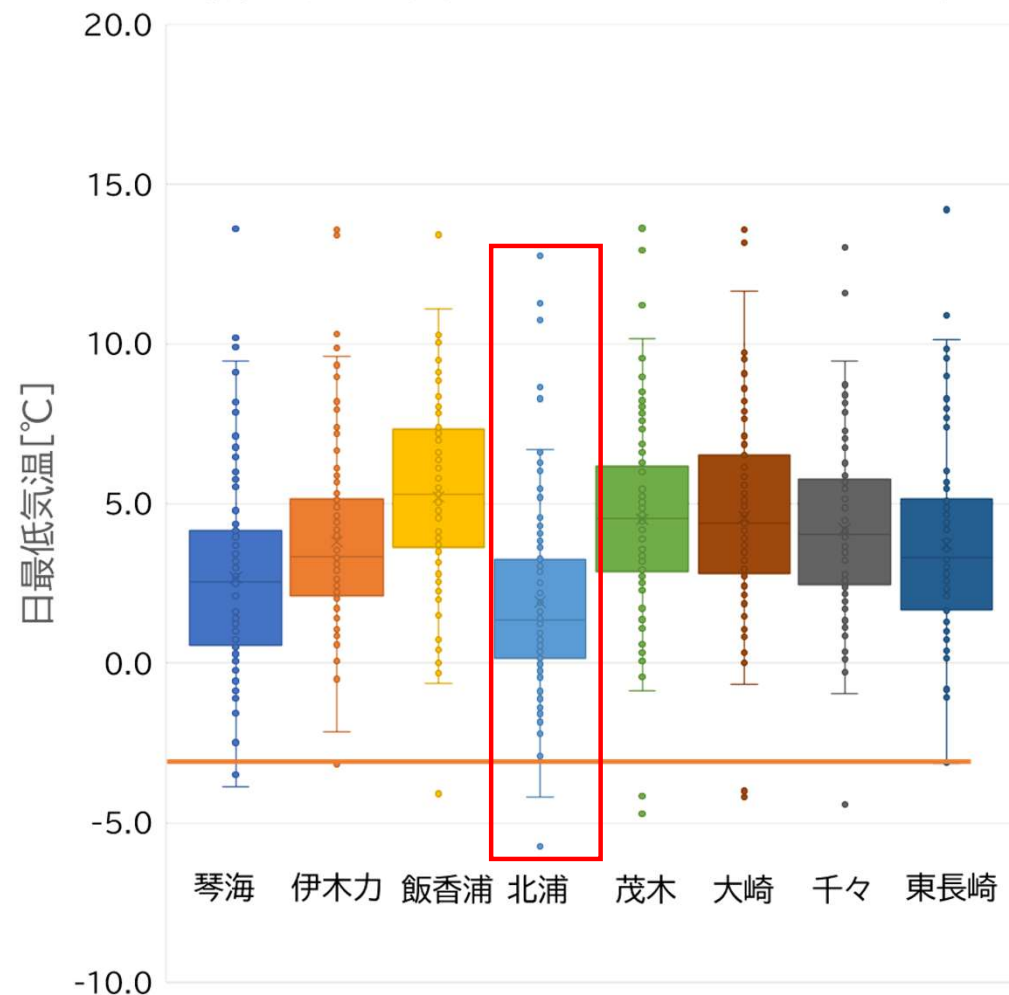
栽培地域の温度測定器の測定結果 (2021~2022年度冬季日最低気温)

※凍霜害発生温度(-3°C)

地域別最低気温分布(2021.12.1~2022.2.28)



地域別最低気温分布(2022.12.1~2023.2.28)



北浦・長与・琴海は低い、飯香浦は高い⇒低温地域(北浦)のモニタリングを実施

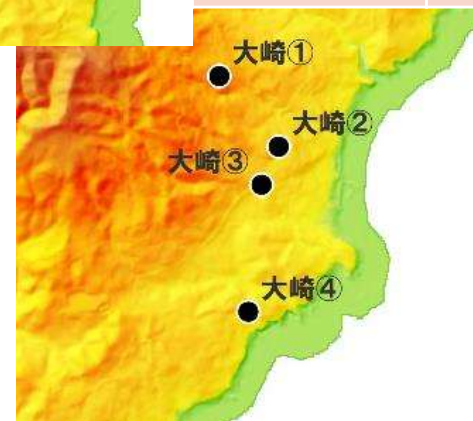
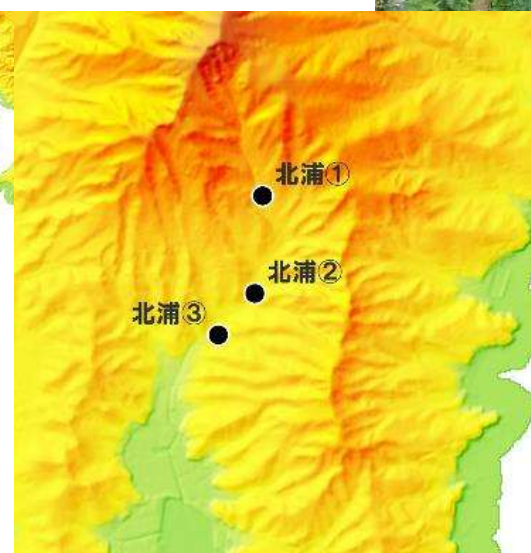
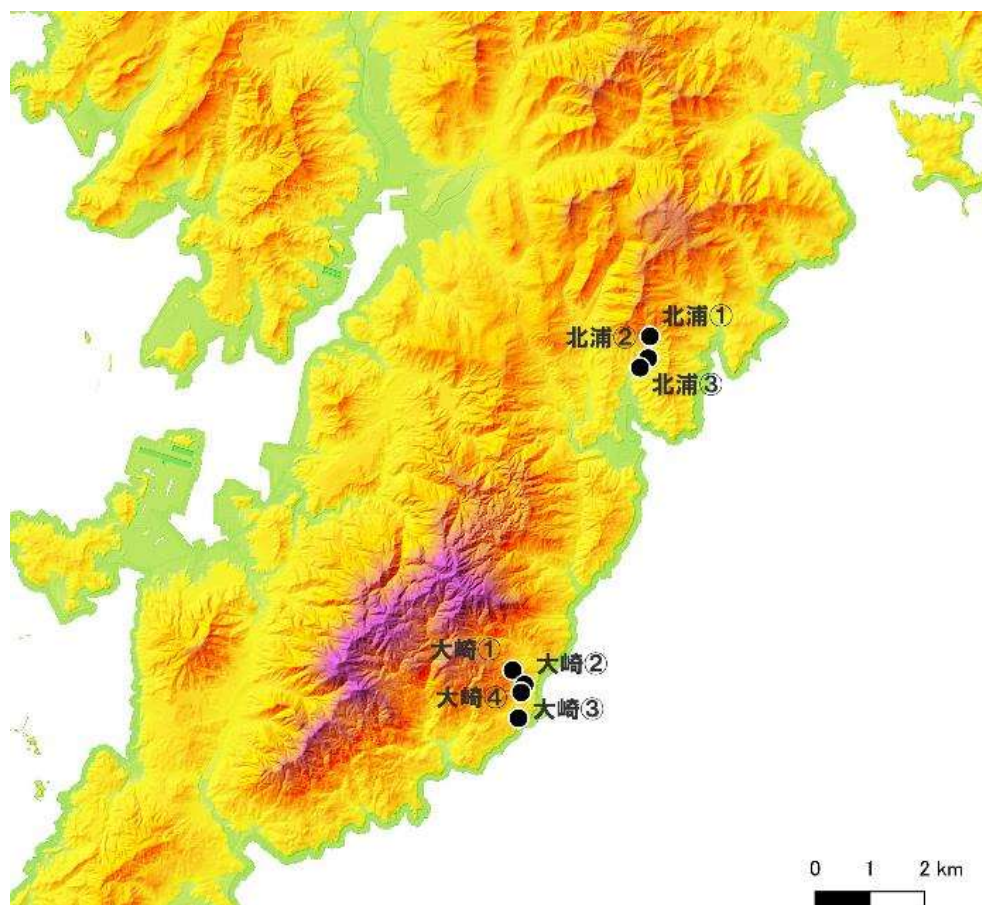
ビワ圃場気温測定（北浦・大崎）

ビワ圃場の温度モニタリング

■長崎市内の2地域・7圃場で気温、湿度の気象データを収集

標高差や圃場内の場所による気温差を把握し、地形などの環境による凍霜害発生リスクの違いを調査した

測定器:RTR507B T&D製(自然通風式の小型百葉箱を設置)
($\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ / $\pm 2.5\%\text{RH}$ (at $15\sim 35^{\circ}\text{C}$, $30\sim 80\%\text{RH}$))



地点	標高[m]
北浦①	108
北浦②	38
北浦③	23
大崎①	172
大崎②	101
大崎③	75
大崎④	49

最低気温が低かった気象条件について

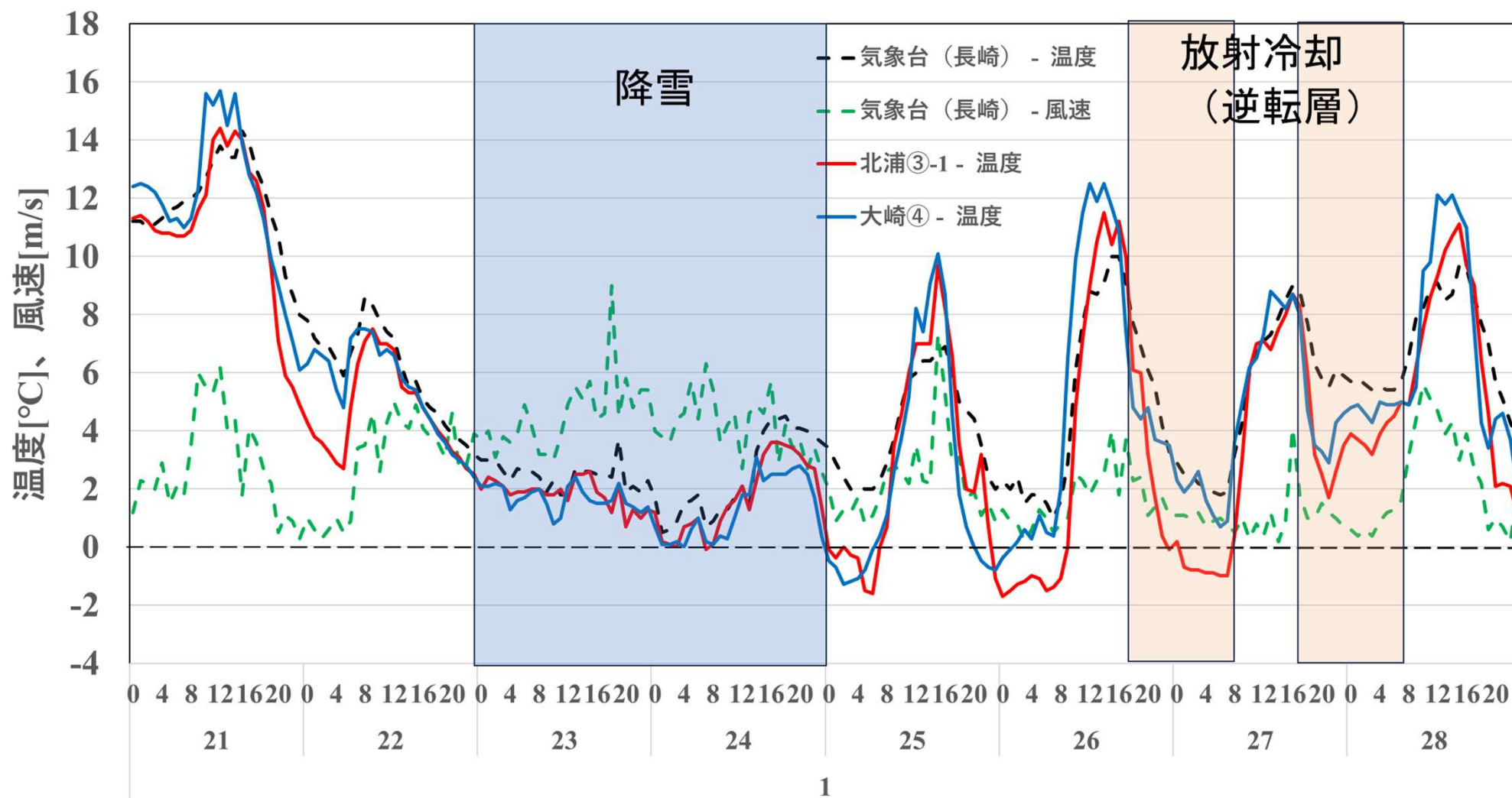
降雪時と放射冷却時に低温を観測

○降雪時

- ・風速が比較的大きい
- ・気温の地域差は小さかった

○放射冷却時

- ・北浦が比較的低温で標高が低い
ほど低温
- ・谷状の地形のため、風速が小さい
と冷気が滞留しやすい



1. ビワの年度別収量の推移に係る調査

- ビワ生産に係る現状把握のため、可能な限り長期間の年度別収量データを収集し、関連する栽培面積などのデータと併せて、栽培面積あたりの収量など、減収の有無を確認できる形に規格化

2. ビワの減収年度の抽出及び要因調査

- 凍霜害の現地調査結果や台風・長雨等の被害報告に係る文献を収集し、ビワの年度別の主な減収要因(凍霜害、台風、長雨、生産体制の変化 など)を整理

3. ビワの生育モデルの構築

- ビワの栽培記録と気象データを収集し、気象条件から生育段階を推計する生育モデルを構築

4. ビワの凍霜害モデルの構築

- ビワのこれまでの凍霜害の被害実績や気象データを収集し、生育段階別に気象条件から凍霜害発生による影響を推計する凍霜害モデルを構築

5. 気候モデル計算結果の収集・整理

- 気候モデルの将来予測及び現況再現計算結果を収集し、将来予測計算結果のバイアス補正の必要性を検討

6. ビワの凍霜害発生による影響の将来変化の推計

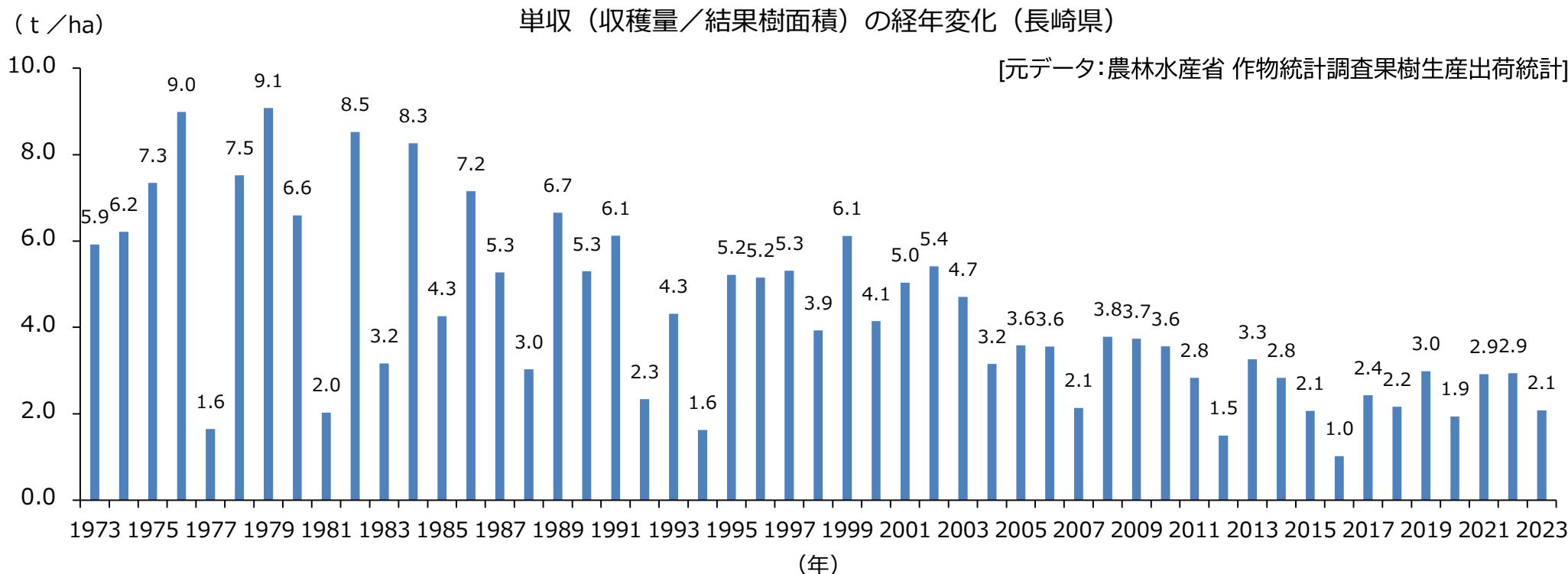
- 今後の気候変動を踏まえたビワの凍霜害の発生頻度・被害強度の変化等を推計

1. ビワの年度別収量の推移に係る調査

<収集した情報>

農林水産省 作物統計調査 果樹生産出荷統計、特産果樹生産動態等調査
JA全農ながさき 長崎ビワ年次別販売実績の推移 など

<調査結果の概要>



- ・前年と比べて結果樹面積は大きく減少していない(図略)一方で、単収(収穫量／結果樹面積)は大きく減少している年がある。
- ・その他、対象品種としている“茂木”と“なつたより”の栽培面積の経年変化や、これらの品種が主に露地で栽培されていることなど、関係機関へのヒアリング等を通じて、将来予測計算に向けた前提事項を整理した。

2. ビワの減収年度の抽出及び要因調査

<収集した情報>

農林水産省 作物
統計調査 果樹生
産出荷統計、
果樹共済統計表、
長崎県農林技術
開発センター現地
凍霜害調査結果
など

<調査結果の概要>

凍霜害モデルを
構築するにあたり、
様々な減収要因が
ある中、凍霜害
のみがビワ減収に
主に寄与している
年を整理した。

収集した情報を基に整理した年産別の減収要因

年産		減収要因					
		凍霜害	日照不足	台風	長雨	少雨	害虫
2003	平成15		●				
2004	平成16	●	●		●		
2005	平成17	●		●			
2006	平成18		●				
2007	平成19			●			
2008	平成20						
2009	平成21	●			●		
2010	平成22	●	●		●		
2011	平成23	●	●		●		
2012	平成24	●					
2013	平成25						
2014	平成26	●				●	
2015	平成27		●				
2016	平成28	●					
2017	平成29						
2018	平成30	●				●	
2019	令和1						
2020	令和2			●			
2021	令和3	—					
2022	令和4						●
2023	令和5	●					

3. ビワの生育モデルの構築

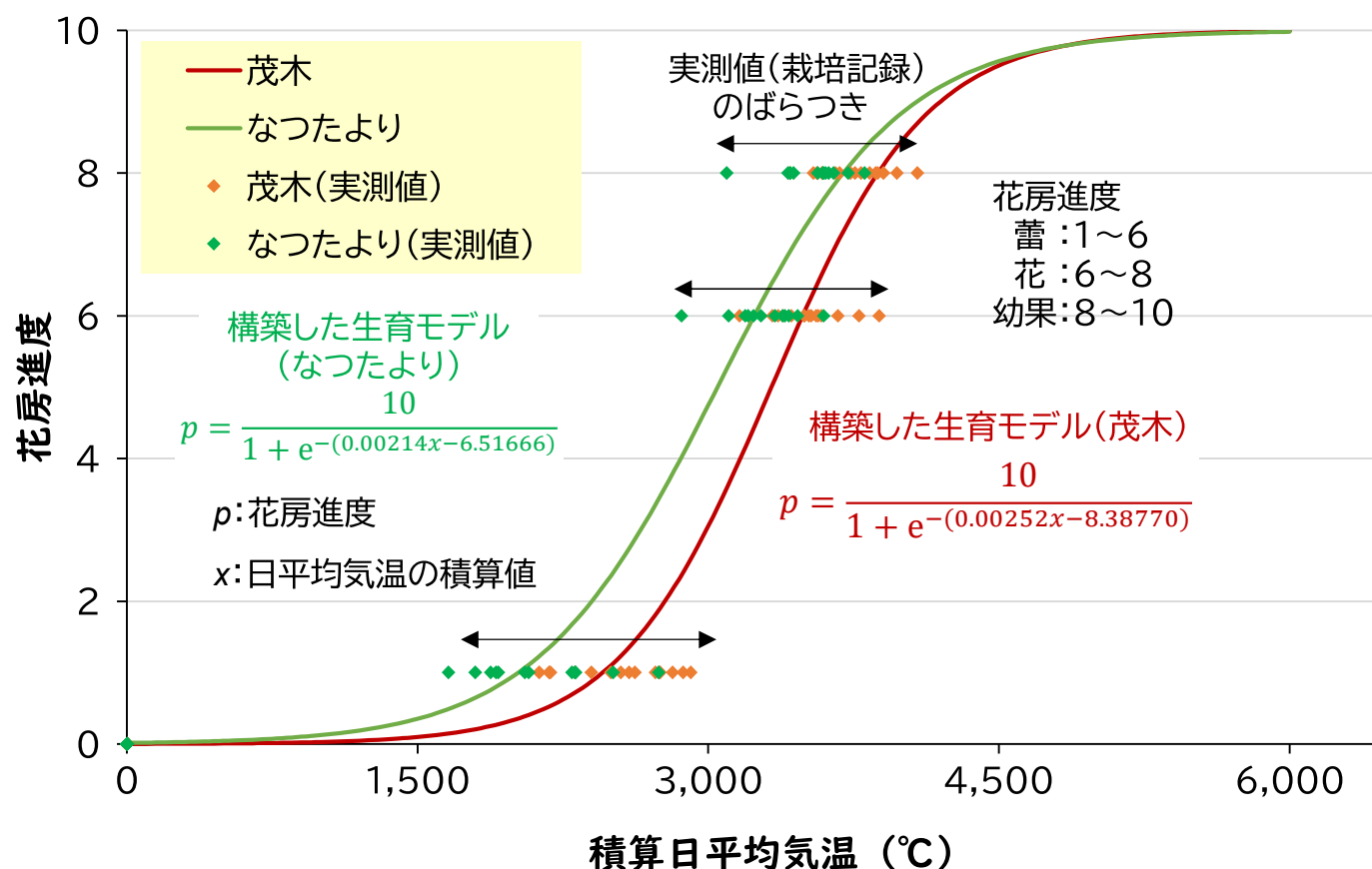
<収集した情報>

長崎県 ビワ着房状況等調査結果、栽培記録、ビワ圃場の気象観測結果 など

<調査結果の概要>

- ・ビワは生育段階に応じて凍霜害の感受性が異なる(寒さに対して蕾は強く、幼果は弱い)ことが先行研究にて報告されている。この特性を踏まえ、気候変動影響予測を行うため、生育段階の変遷を気象条件に応じて予測できる生育モデル(関係式)を構築した。
- ・日平均気温の積算値を用いて日毎に花房進度を予測する生育モデルを品種別に構築した。
- ・モデル構築にあたっては、様々なモデル式や起算日を試行し、実測値との合致性の向上に努めたが、実測値そのものの年毎の差が大きく、茂木のモデル推計値として、出蕾日の誤差は平均14日、開花日では20日、幼果に達する日では22日と定量的に評価した。

積算日平均気温と花房進度の関係 (起算日 7月4日)



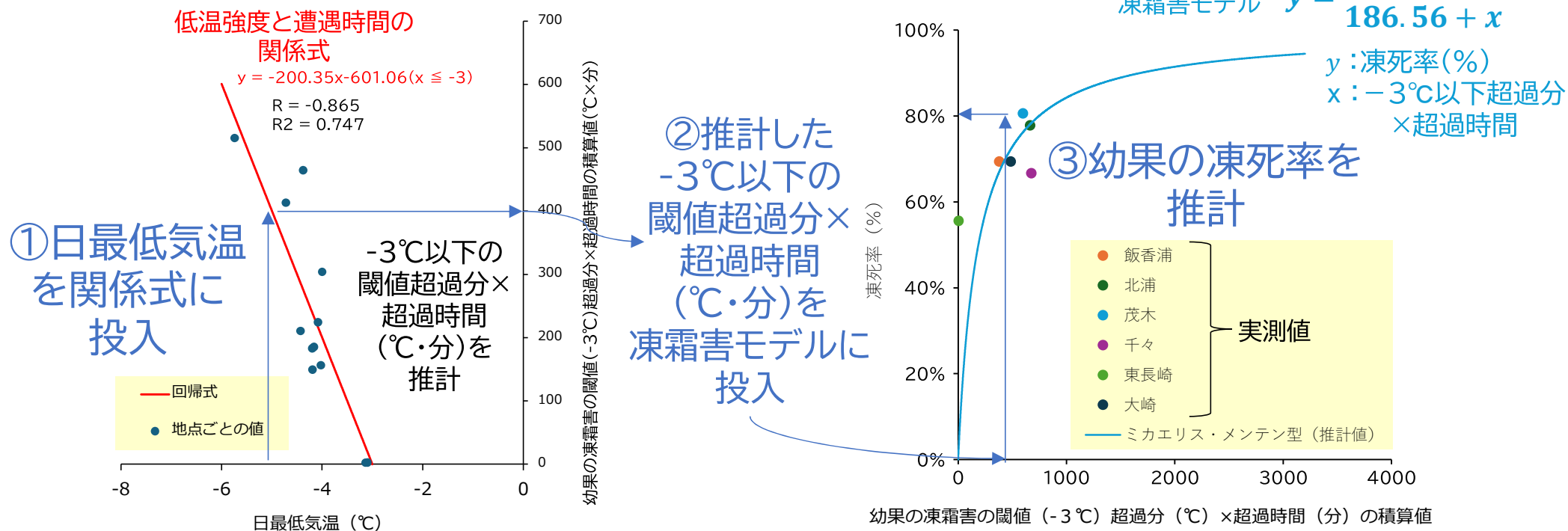
4. ビワの凍霜害モデルの構築

<収集した情報>

長崎県農林技術開発センター 現地凍霜害調査結果、ビワ園場の気象観測結果 など

<調査結果の概要>

- 整理した凍霜害のみが主の減収要因となっている年の中から、長崎県によって現地凍霜害調査が行われた2023年の結果と園場内気象観測結果を基に、低温強度と低温遭遇時間を考慮した幼果の凍霜害モデルを構築した。
- 先行研究を踏まえ、幼果の凍霜害は -3°C 以下で生じると条件設定した。
- 将来予測計算において、活用可能な気象変数は日最低気温(日別値)である。低温遭遇時間を推計するため、気象観測結果(実績値)を基に、日最低気温と -3°C 以下の閾値超過分 $\times$ 超過時間($^{\circ}\text{C}\cdot\text{分}$)の積算値の関係式を導出した。



5. 気候モデル計算結果の収集・整理

<収集した情報>

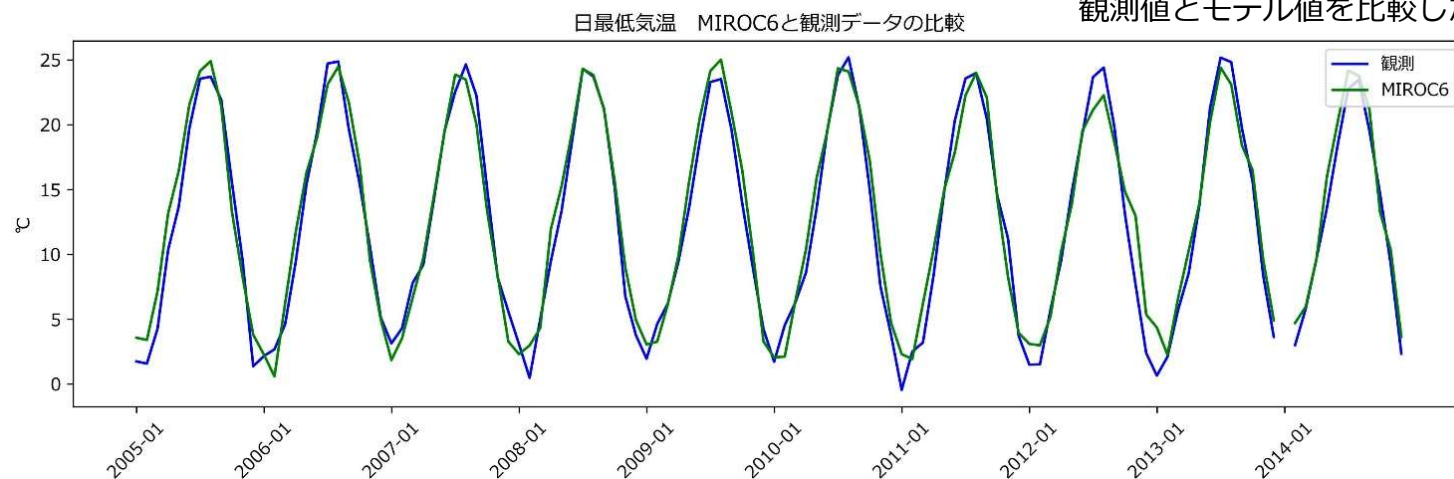
国立環境研究所 日本域バイアス補正気候シナリオデータ(NIES2020)
長崎県農林技術開発センター ビワ園場の気象観測結果 など

<調査結果の概要>

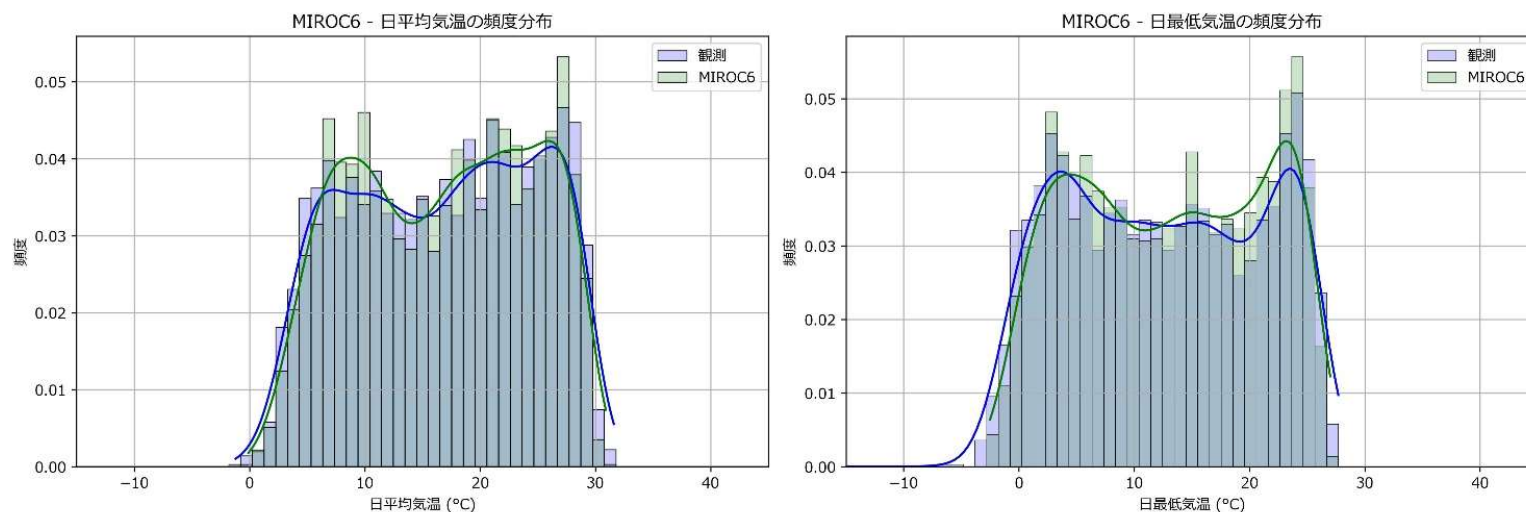
- ・将来気候(気温など)を予測する気候モデルの計算結果を収集した。
- ・収集した計算結果は既に観測値との間で補正済であったが、追加的なバイアス補正の必要性を検証した。
- ・検証結果は、モデル値と現地圃場気象観測結果で値が大きく異なる傾向は確認されなかった。

観測値及びモデル値の
日最低気温の月平均値の時系列

日平均気温も同様に
観測値とモデル値を比較した

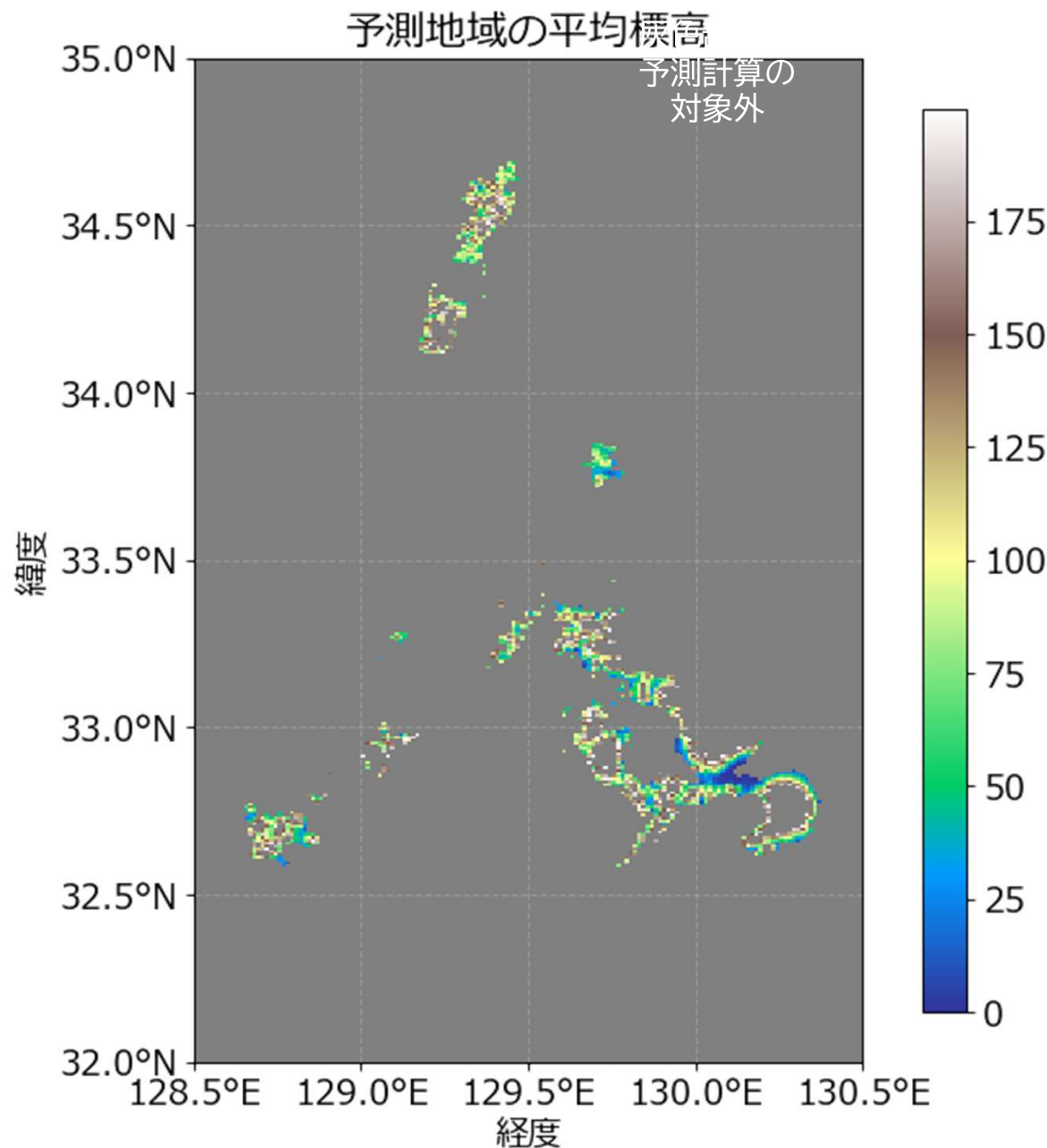


観測値及び日平均・日最低気温の頻度分布図



6. ビワの凍霜害発生による影響の将来変化の推計

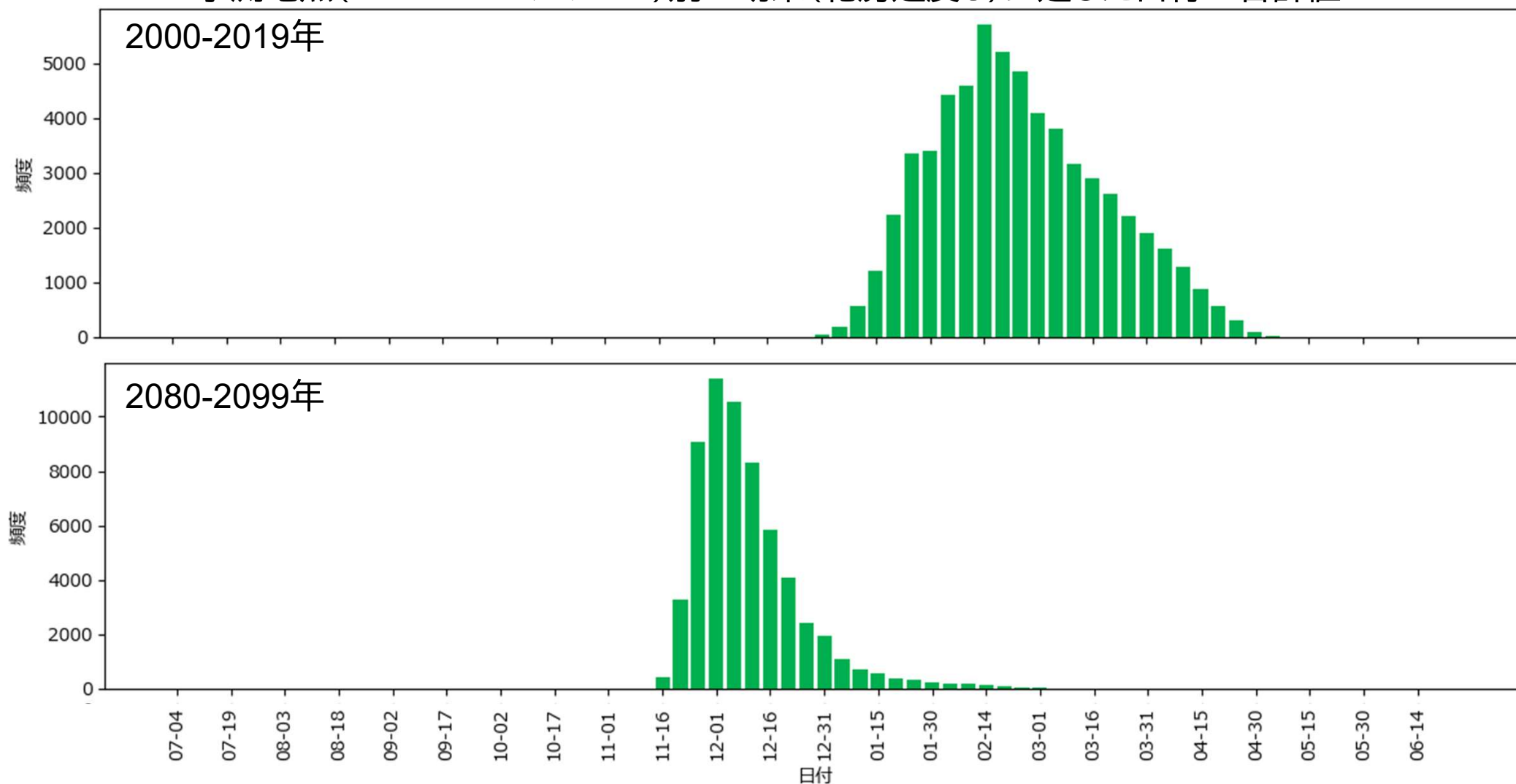
<調査結果の概要>



- ・予測期間: 2000年～2099年
- ・凍霜害結果は20年ごとに整理
- ・将来シナリオ数は5つ
(SSP1-RCP1.9～SSP5-RCP8.5)
- ・ビワ栽培状況を踏まえ、予測地域は平均標高200m以下の範囲とした。
- ・SSP5-RCP8.5の結果はSSP1-RCP2, 6に比べて、今世紀末(2080-2099年)で幼果(花房進度8)に達する日が約1か月間早まると予測された。
- ・幼果の期間を年ごとに整理し、その期間内で日最低気温 -3°C 以下(凍霜害発生の閾値)の日を抽出し、凍霜害モデル等を用いて年ごとに凍死率を計算した。

6. ビワの凍霜害発生による影響の将来変化の推計

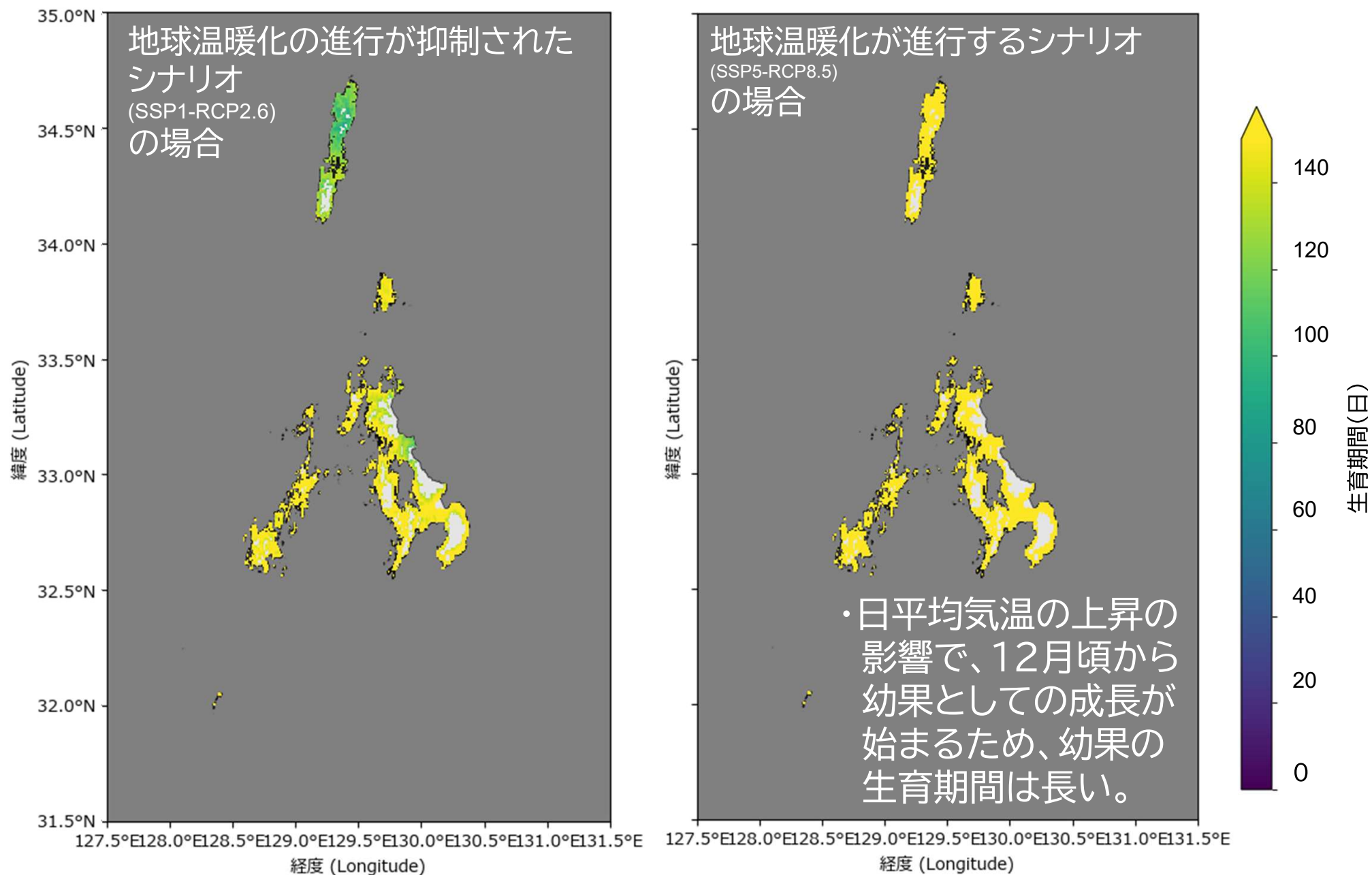
地球温暖化が進行するシナリオ(SSP5-RCP8.5)における
予測地点(1km×1kmメッシュ)別の幼果(花房進度8)に達した日付の合計値



- ・茂木で幼果に達する日付は予測地点によって異なるが、地球温暖化が進行する場合、2000-2019年の最頻値は2月14日だったところ、2080-2099年には12/01と約2か月半前進化すると予測された。

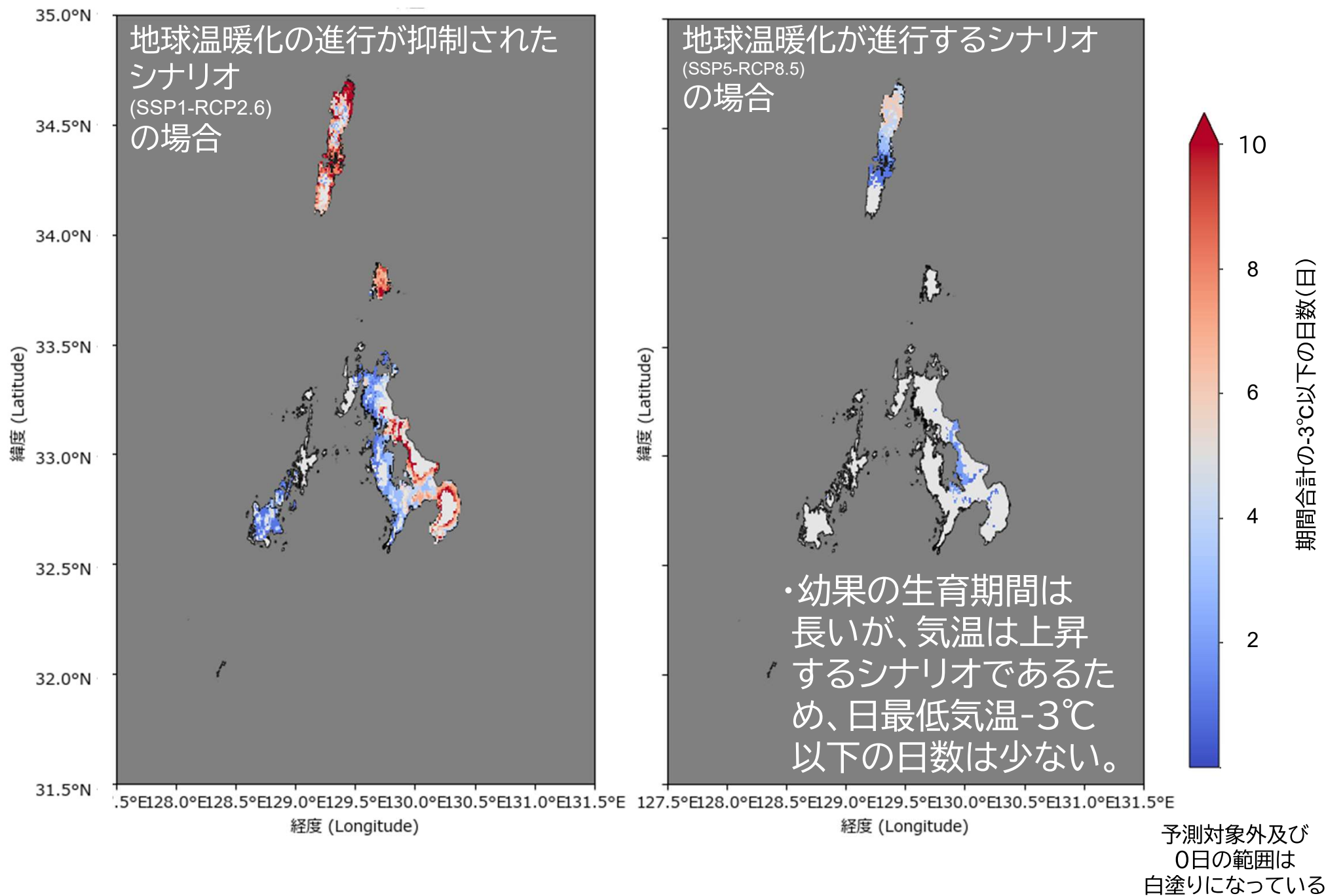
6. ビワの凍霜害発生による影響の将来変化の推計

2080-2090年平均の幼果の生育日数(MIROC6、茂木)

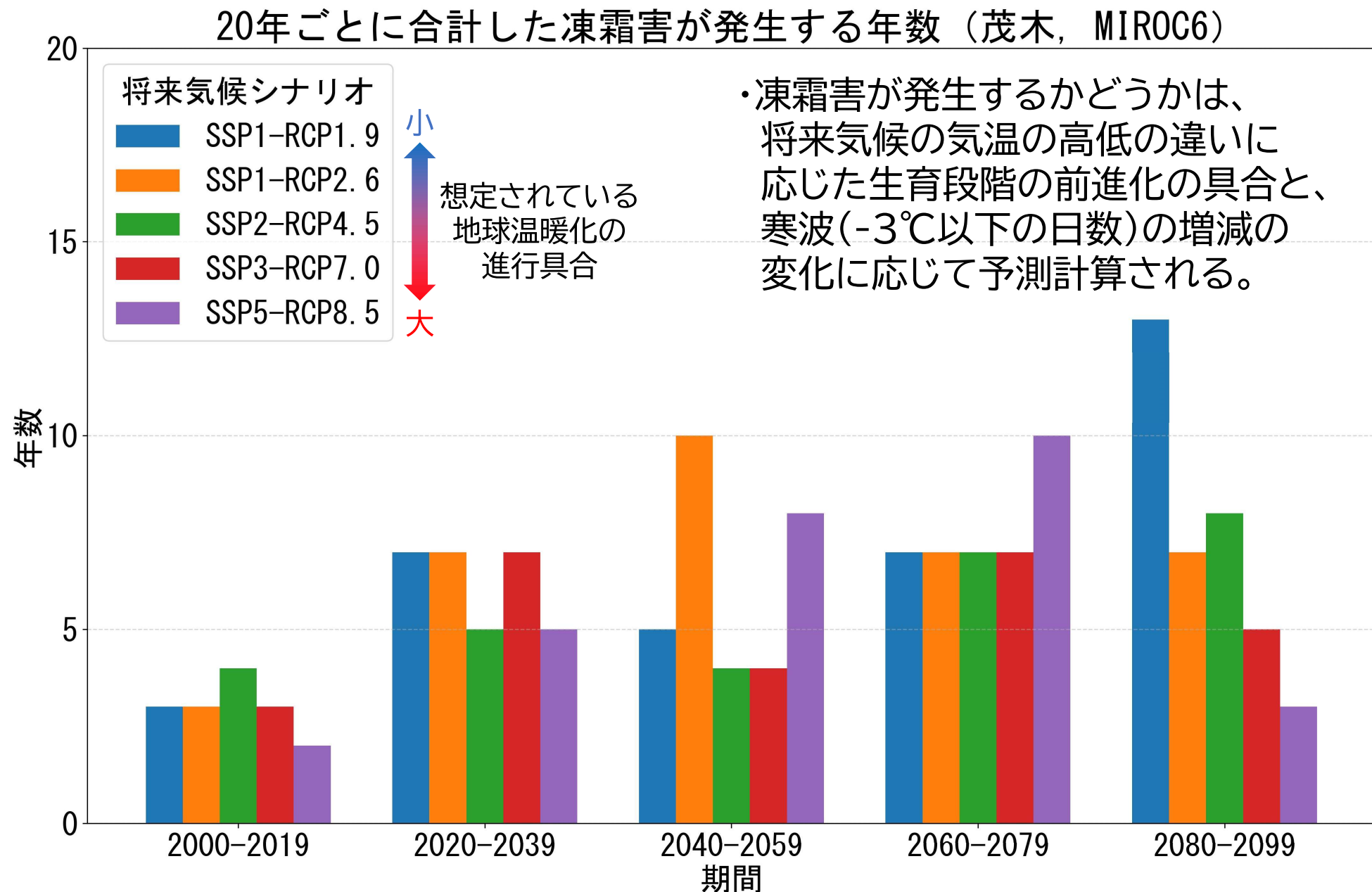


6. ビワの凍霜害発生による影響の将来変化の推計

2080-2090年で合計した幼果の生育期間内における -3°C 以下の日数(MIROC6、茂木)



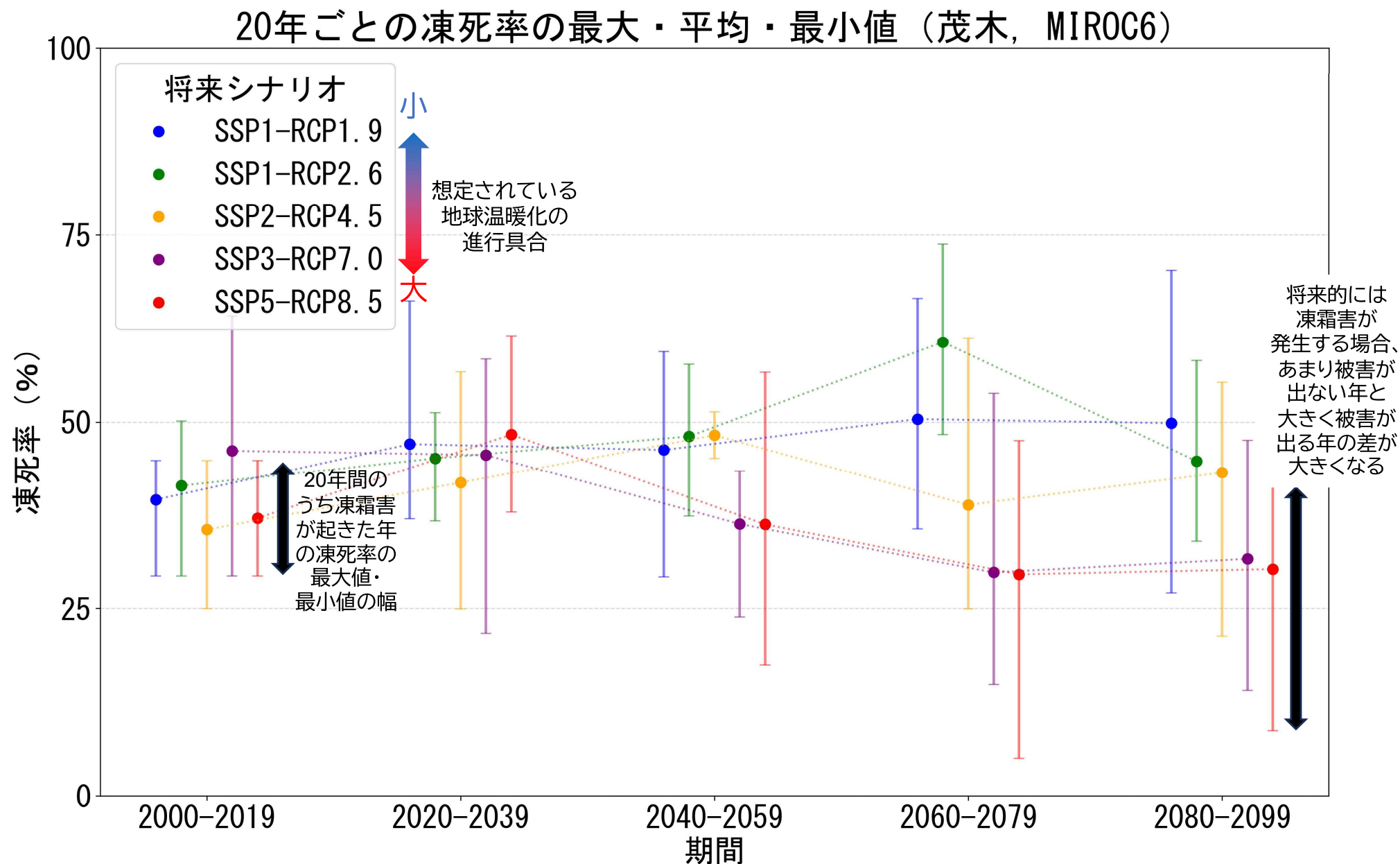
6. ビワの凍霜害発生による影響の将来変化の推計



・凍霜害が発生する年は、どのような将来気候シナリオでも将来的に増加すると予測された。(なつたよりも同様の傾向だった。)

※構築した生育モデルによる生育進度や凍霜害モデルによる凍死率の推計結果には誤差を含むことに注意。

6. ビワの凍霜害発生による影響の将来変化の推計



・茂木の場合、凍霜害が発生する年の凍死率は、地球温暖化が進行した場合、平均値としては低下すると予測された。ただし、20年ごとで見て凍死率の最大値・最小値の幅が大きくなると予測された。引き続き、凍霜害への備えに取り組む必要があると考えられる。

※構築した生育モデルによる生育進捗や凍霜害モデルによる凍死率の推計結果には誤差を含むことに注意。

将来予測計算に関する妥当性検討委員会

会議	「令和6年度国民参加による気候変動情報収集・分析委託業務」に係る検討委員会
実施日	第1回: 令和6年9月18日(火)、第2回: 令和7年1月27日(月)(Web会議)
構成員	国立環境研究所 気候変動適応センター 主任研究員 岡田 将誌 農業・食品産業技術総合研究機構 主任研究員 紺野 祥平 長崎大学 総合生産科学域 准教授 山口 真弘 長崎県気候変動適応センター長、長崎県農林技術開発センター、長崎県県民生活環境部地域環境課

主な意見

- ・モデル構築や合致性の確認に用いるデータは凍霜害が生じた年だけでなく、温暖化による生育の前進化の検証なども含め、できるだけ多くのデータを使用すべき
- ・ -3°C を凍霜害発生の閾値とするなら、モデル式にはロジスティック型よりもミカエリス・メンテン型(原点通過)を使用するのが妥当
- ・凍霜害の閾値を調査した時間は重要な因子と考えられるため、「閾値超過時間×超過温度」のを凍霜害モデルに含めるとよい
- ・モデルと実測値の誤差の考察として、光合成による樹体の充実、前年の着花量、閾値や生育起算日に関することなどを今後の課題として整理するとよい
- ・予測結果をマッピングする際、実際の栽培地域に沿うようにした方がよい。
- ・生育モデルや凍霜害モデルによる誤差が大きいため、不確実性について示す必要があるが、実際に活用する農業者が理解しやすい範囲で行うようにしてほしい

ビワ栽培における適応策(凍霜害対策)としては、栽培地域の特徴(傾斜地)や農業者の高齢化などを考慮する必要がある。

短期的対策

栽培技術

- ・上部1/2摘蕾、結果枝の切り返しなどによる花房進度(開花時期)の前進化抑制
⇒労力が大きく、傾斜地にあるビワは作業環境が悪いため、低樹高化が望ましい
- ・簡易ハウスの活用(通常のハウスより骨組み等が軽量化。冬季のみビニール被覆)
⇒材料費・燃料費高騰。収穫時期の早期化により単価高や労力分散が見込める

長期的対策

品種転換

- ・寒害耐性品種への転換
- ・栽培適地への移転(接地逆転層が生じやすい地形等の回避)

保健加入(果樹共済)

- ・凍霜害が生じた場合に一時的に加入者が増えるが、継続的に加入される方は多くない
- ・露地栽培は専業が少なく、その他の収入で賄っている面がある