

令和6年度国民参加による
気候変動情報収集・分析事業（3年目）
成果報告

長崎県気候変動適応センター

1年目（R4年度）実施内容

○県民アンケート調査による県民意識の把握と課題の抽出

- ・不安に感じる気候変動影響の影響：自然災害(92%)、農業(55%)
- ・県が優先的に進めていくべき対策：自然災害への対策(87%)、農業への対策(48%)

○農協・県試験機関のヒアリング

- ・ビワは大きな寒害被害が生じており、温暖化による生育段階の前進化で、凍霜害リスクが高まる恐れ
- ・バレイショは、秋作の干ばつによる生育不良、生理障害等が発生。降雨の極端化により被害拡大の恐れ

自然災害の影響、農業の影響を課題とし、2年目（R5）に詳細を調査

2年目（R5年度）実施内容

○自然災害に関する詳細調査

- ・各市町向け防災アンケート調査
- ・過去災害と、将来予測計算手法の調査

○農業(ビワ凍霜害・バレイショの干ばつ)に関する詳細調査

- ・ビワ圃場温度モニタリング、栽培地域別の気温、収穫量、生育データ、将来予測計算手法に関する調査
- ・バレイショ栽培の気象・生育データ、将来予測計算手法に関する調査

ビワ凍霜害を将来予測計算対象とし、3年目（R6）に計算を実施

長崎県

将来予測の実施

課題名：ビワの凍霜害における気候変動影響の将来予測

1.解析手法の検討と妥当性の確認

凍霜害発生と気象条件との関係について、将来気候における生育段階の変化、減収率、地域特性、耐寒性の変化等について検討する

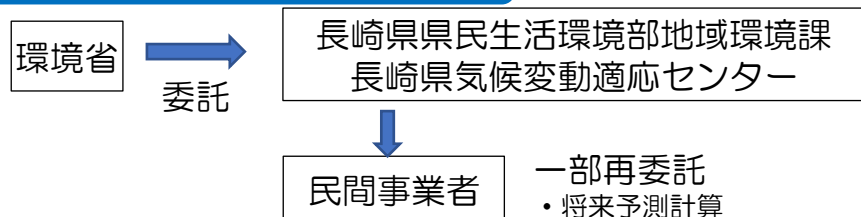
2.気候の将来予測計算

気候シナリオデータの収集・整理、栽培地域やアメダス観測地点における過去再現性とバイアス補正の必要性の検討

3.凍霜害発生による影響の将来変化の推計

検討した解析手法と気候シナリオデータを用いて、品種別に凍死率を推計する

実施体制



将来予測計算の妥当性確認

- 検討委員会（年2回+a）

国立環境研究所、公設試験場、大学等の有識者による科学的知見や助言をもとに、収集した情報や予測計算手法や計算結果に関する妥当性確認を行う

事業の効果検証等

- ワークショップ参加者アンケート調査（8～10月）
- 農業関係者ヒアリング調査（8～10月）
- 事業成果報告（ビワ協議会）（2月）
- リーフレット作成・配布（3月）

スケジュール

	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
手法検討			←→							
推計							←→			
妥当性確認				1回目 ↔		経過報告 ←→		2回目 ↔		
効果検証			アンケート・ヒアリング ←→						リーフレット作成・成果報告 ←→	

「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」



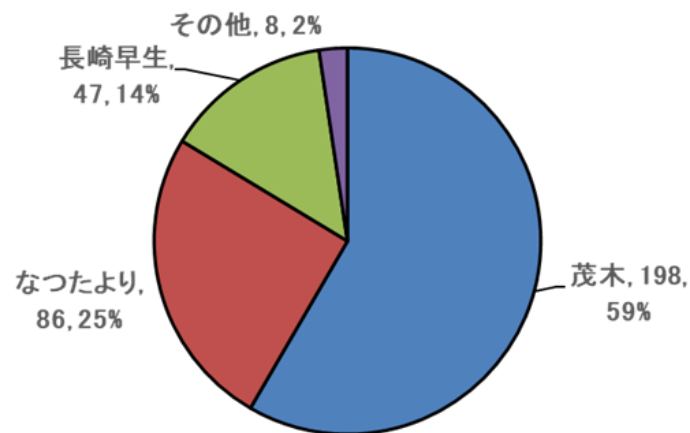
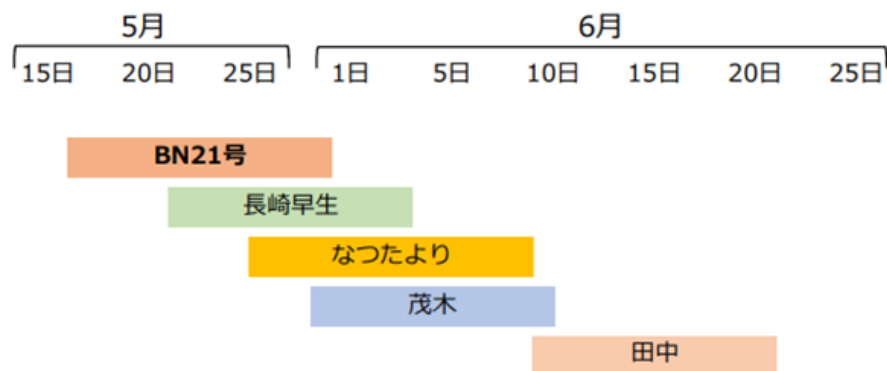
- ・長崎県、鹿児島県で主に栽培
- ・「茂木」と「本田早生」を交配して作られた
- ・果重は40～60gとやや小ぶり
- ・糖度は高めで甘味が強い
- ・耐寒性が低いため**暖地向き、早生品種**

「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）

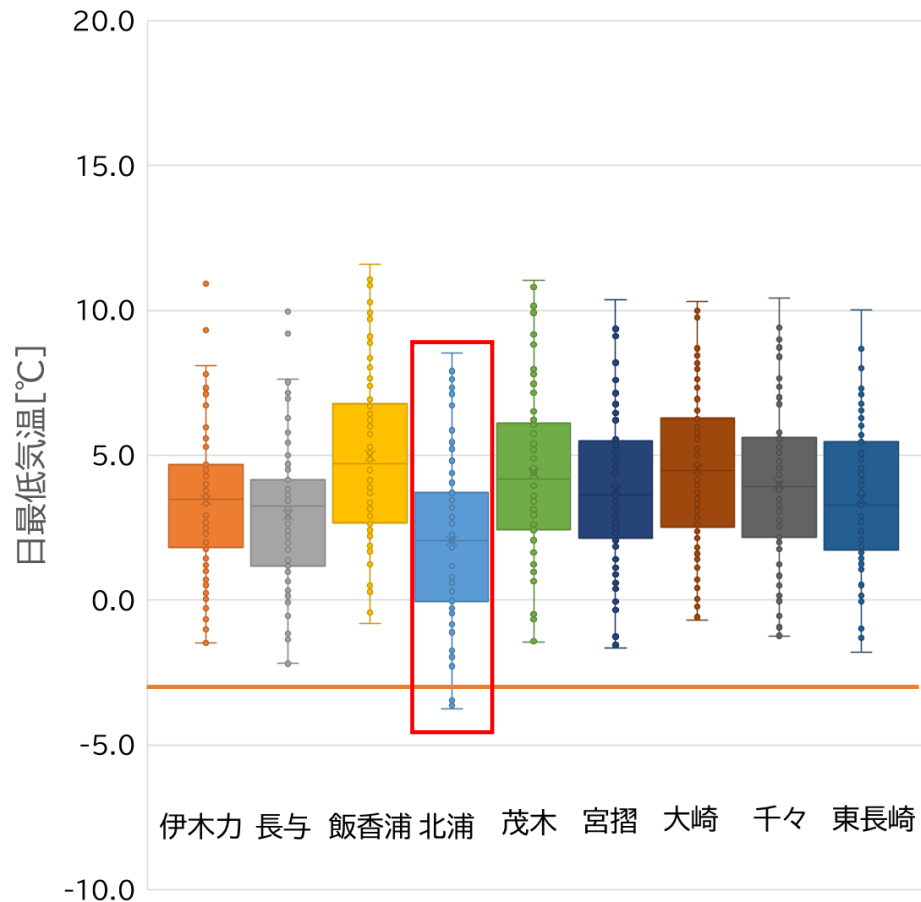
最低気温測定結果 (地域の比較)

栽培地域の温度測定器の測定結果

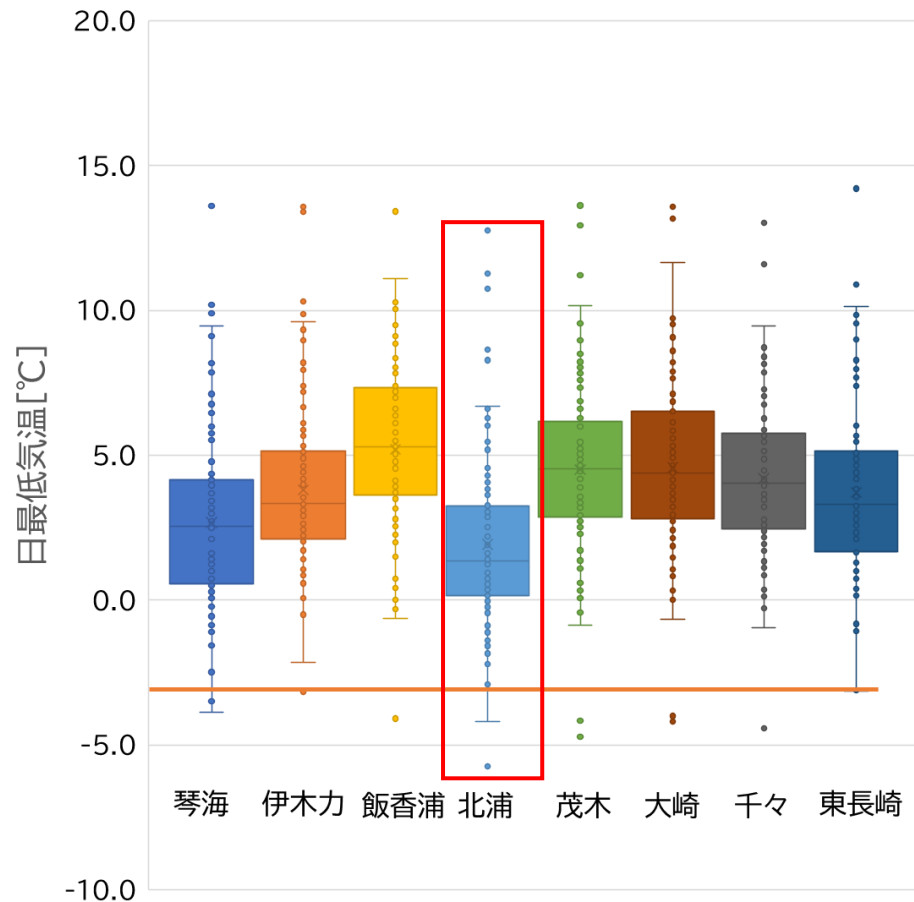
(2021~2022年度冬季日最低気温)

※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)



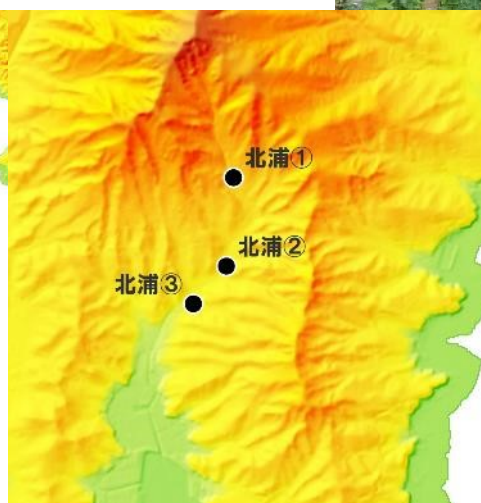
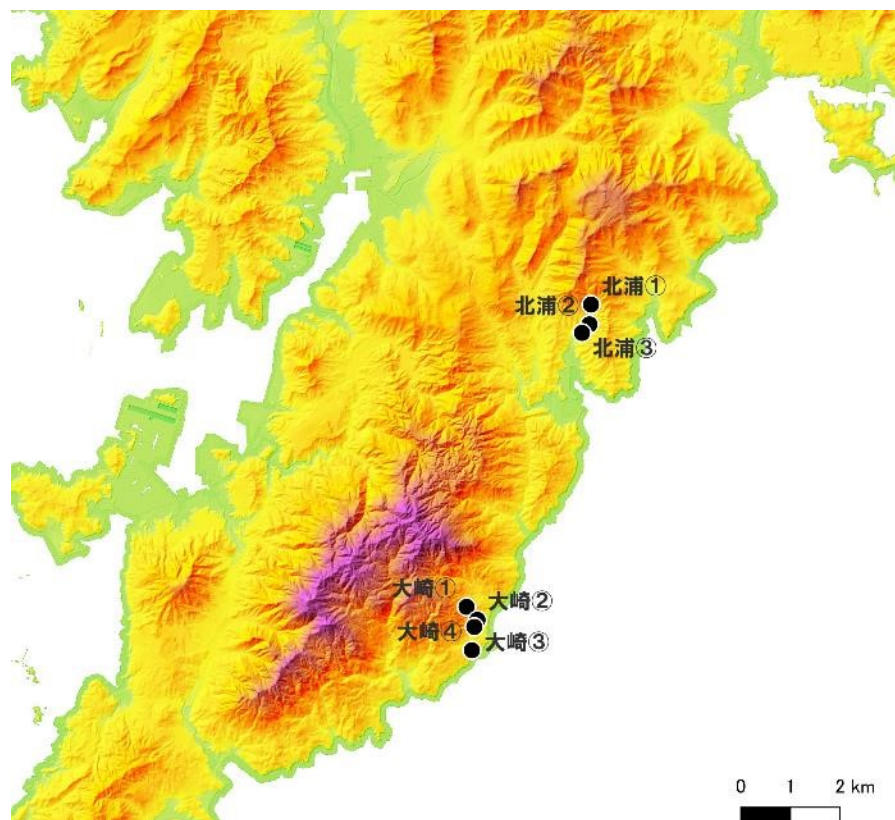
北浦・長与・琴海は低い、飯香浦は高い⇒低温地域(北浦)のモニタリングを実施

ビワ園場の温度モニタリング

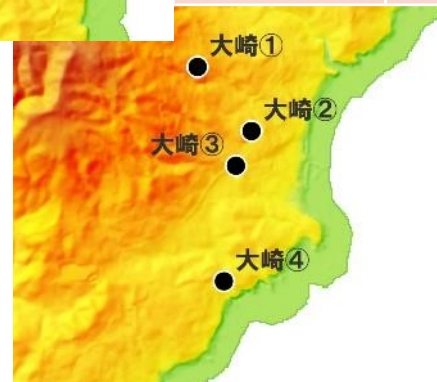
■長崎市内の2地域・7園場で気温、湿度の気象データを収集

標高差や園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

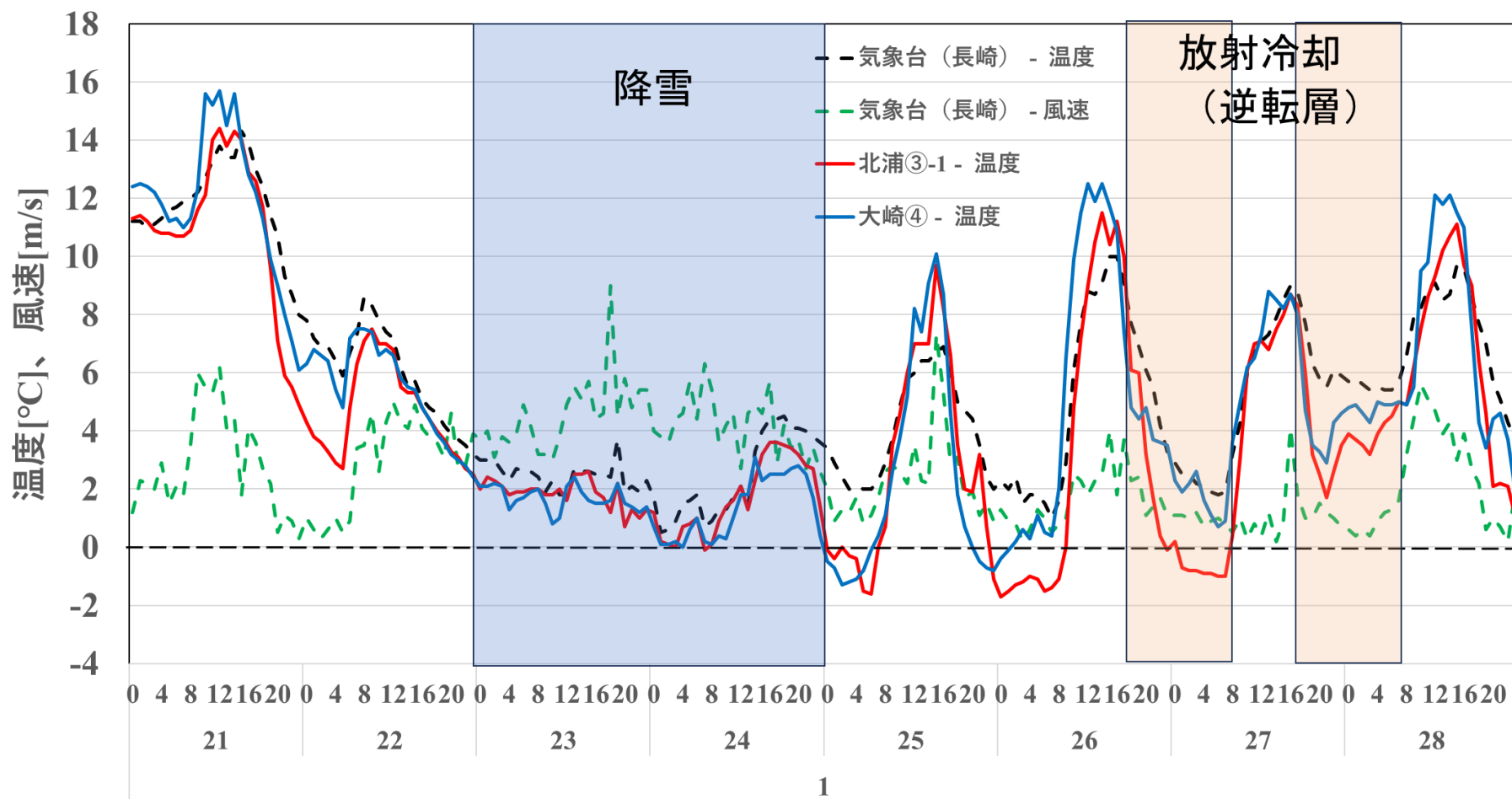
降雪時と放射冷却時に低温を観測

○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

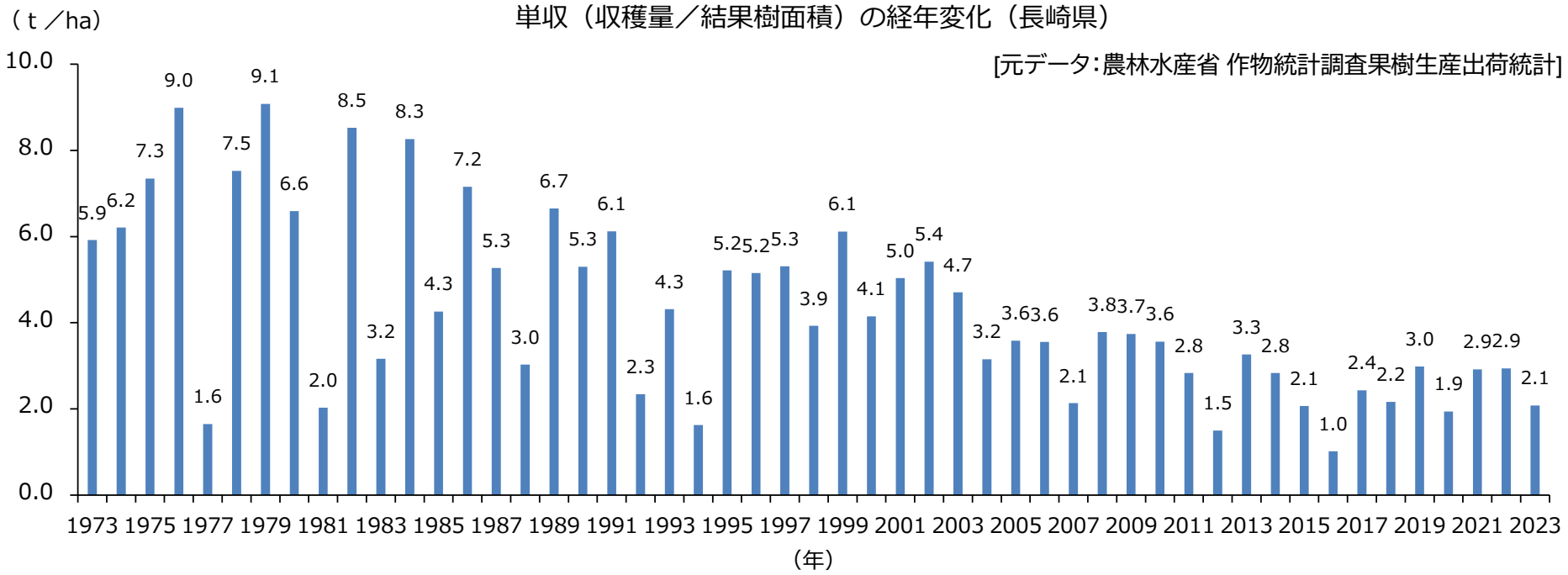
- 今後の気候変動を踏まえたビワの凍霜害の発生頻度・被害強度の変化等を推計

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

収集した情報を基に整理した年産別の減収要因

<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。

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

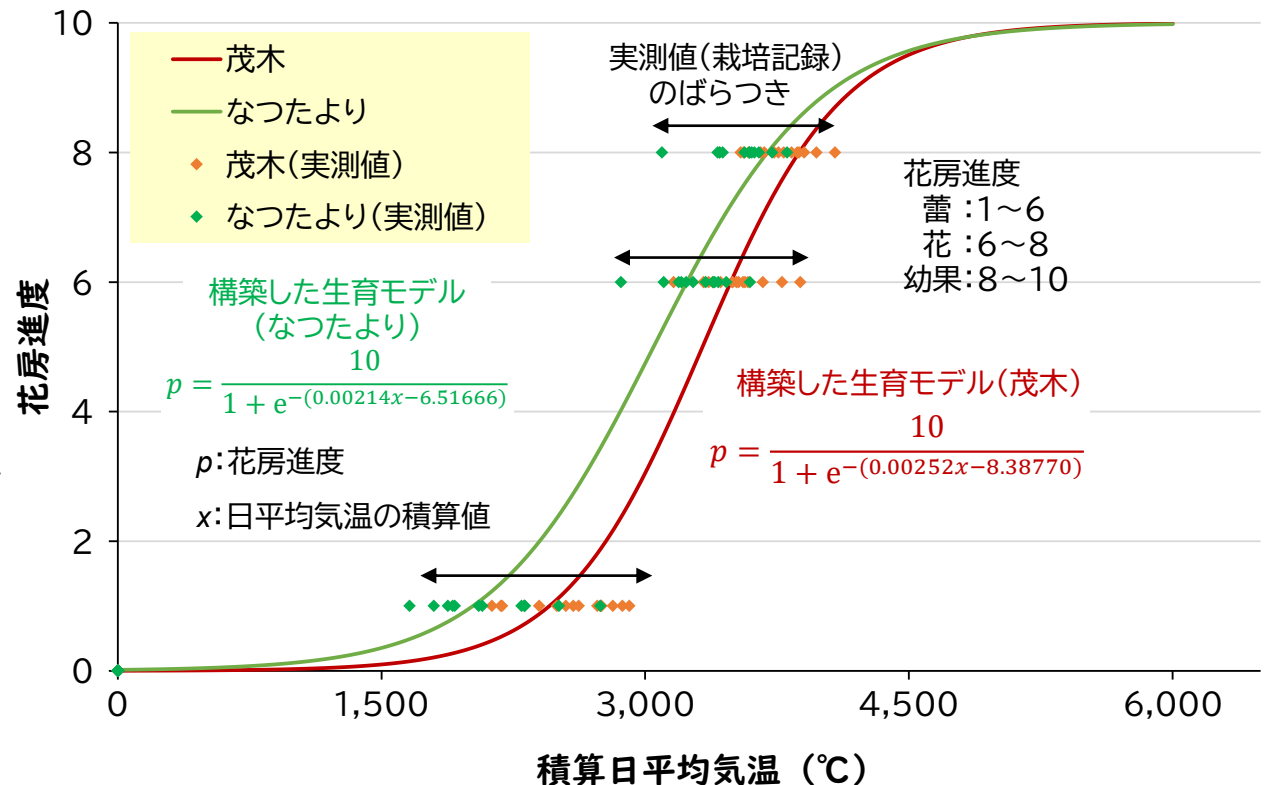
<調査結果の概要>

・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)



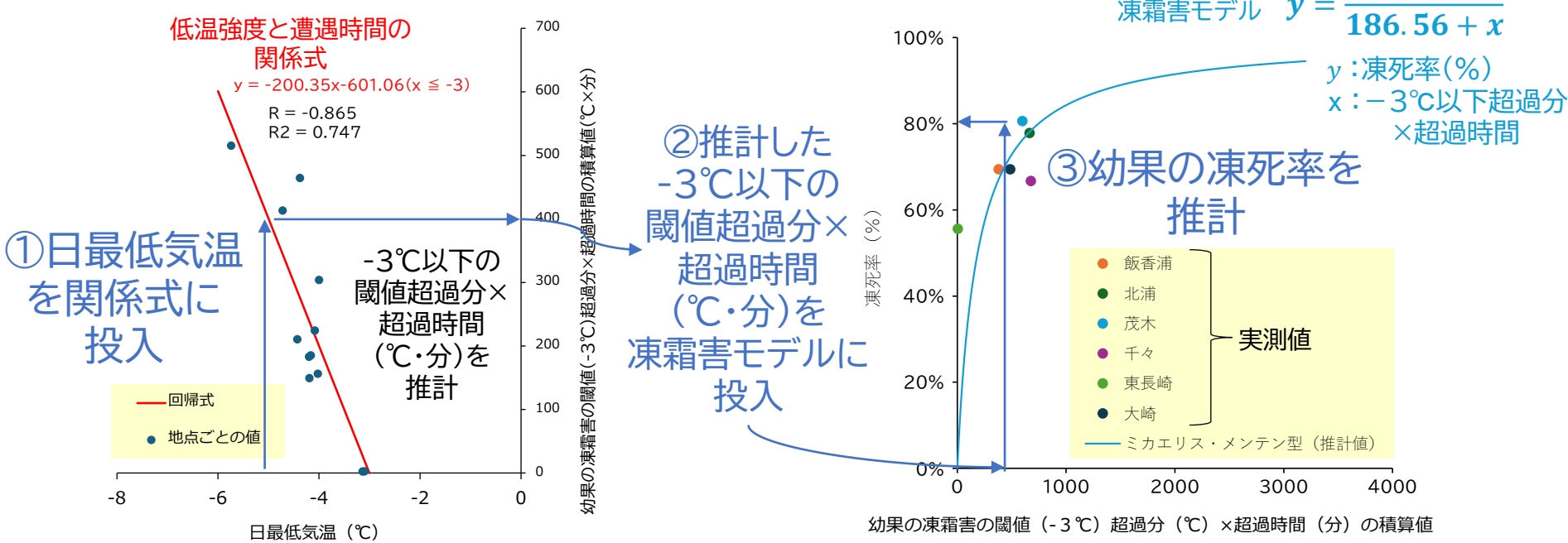
4. ビワの凍霜害モデルの構築

<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、ビワ圃場の気象観測結果 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年の結果と圃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℃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℃以下の閾値超過分×超過時間(℃・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

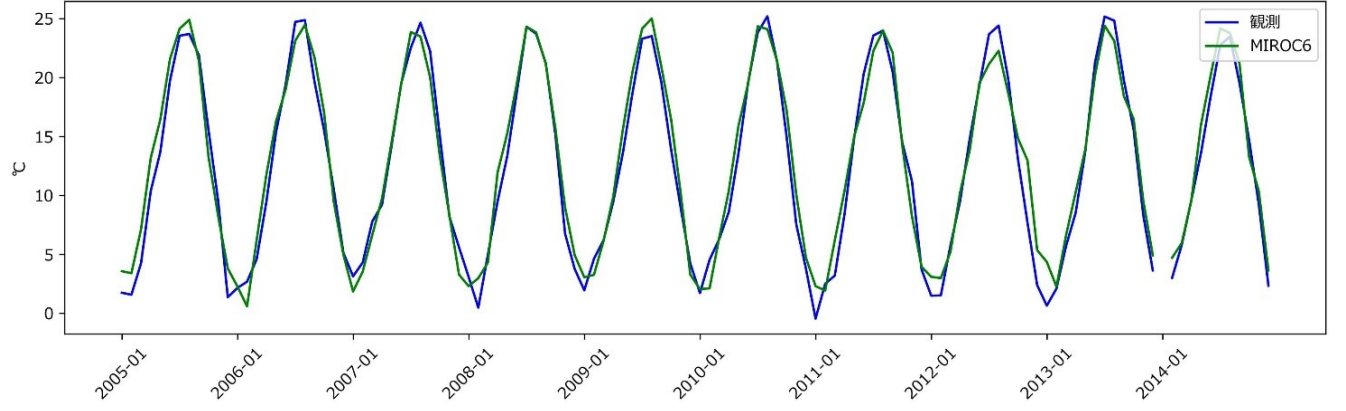
<収集した情報>

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 ビワ圃場の気象観測結果 など

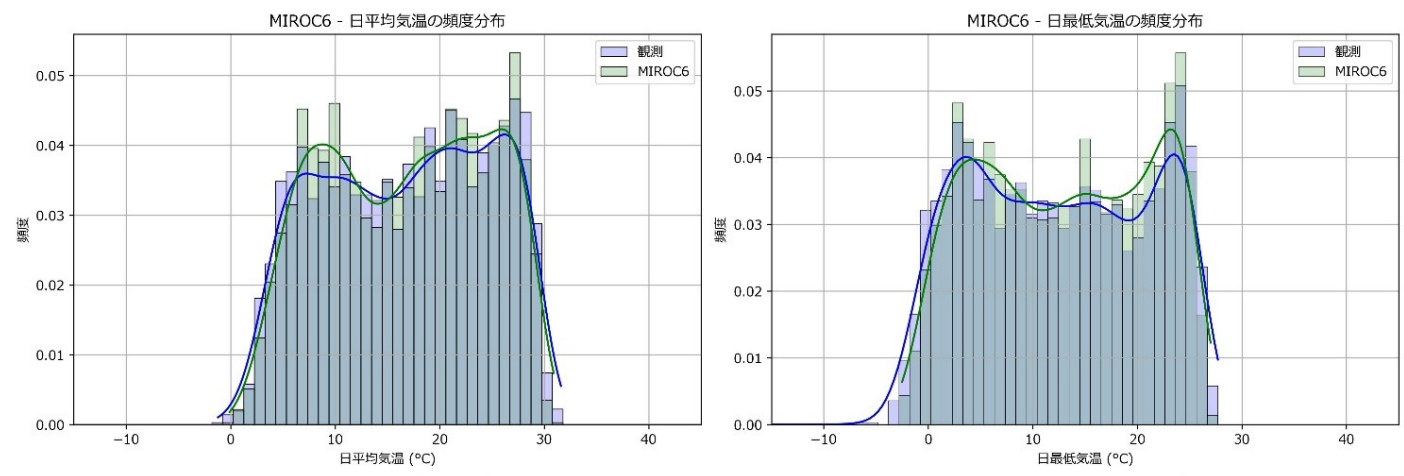
<調査結果の概要>

- ・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

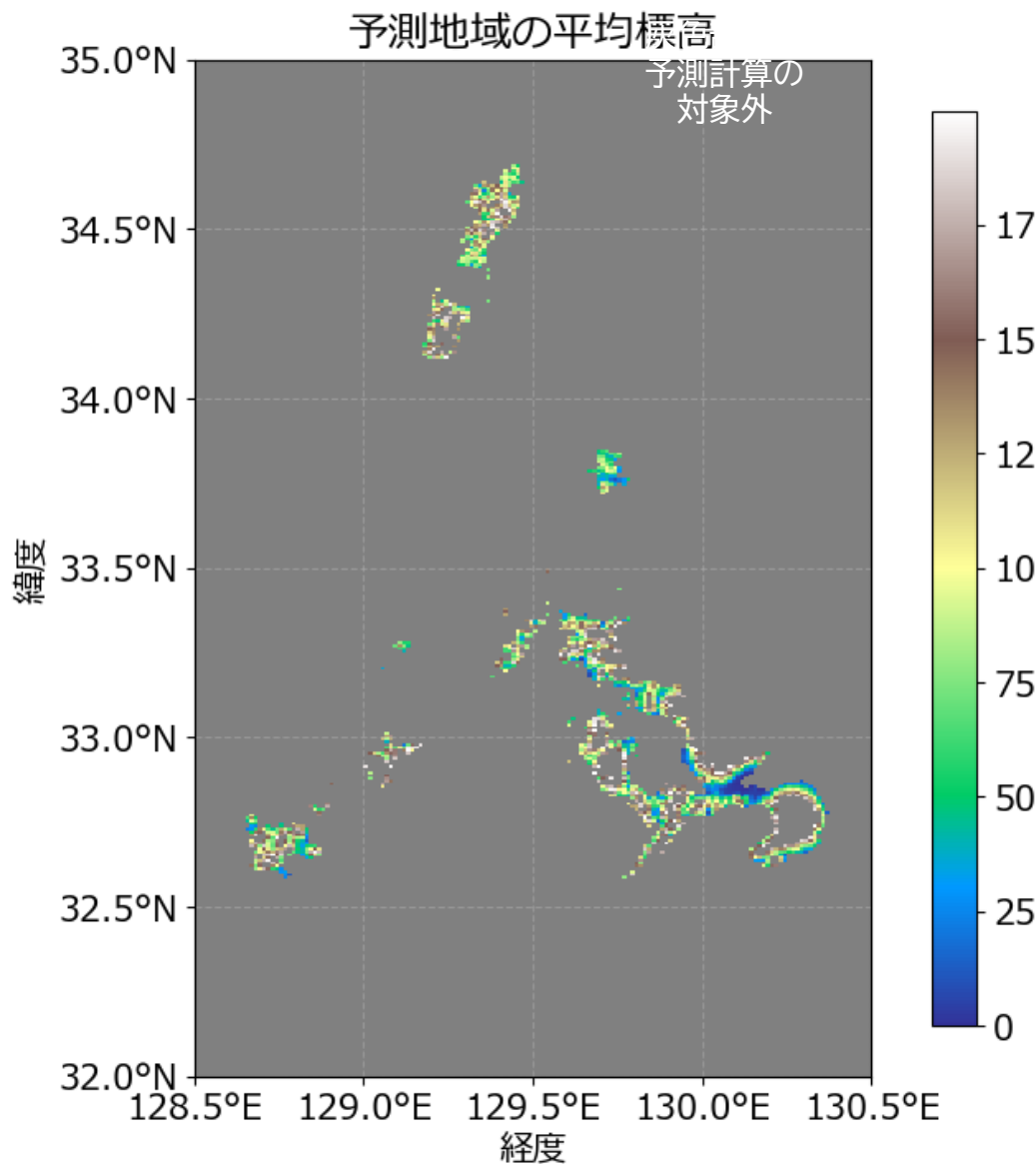


観測値及び日平均・日最低気温の頻度分布図



6. ビワの凍霜害発生による影響の将来変化の推計

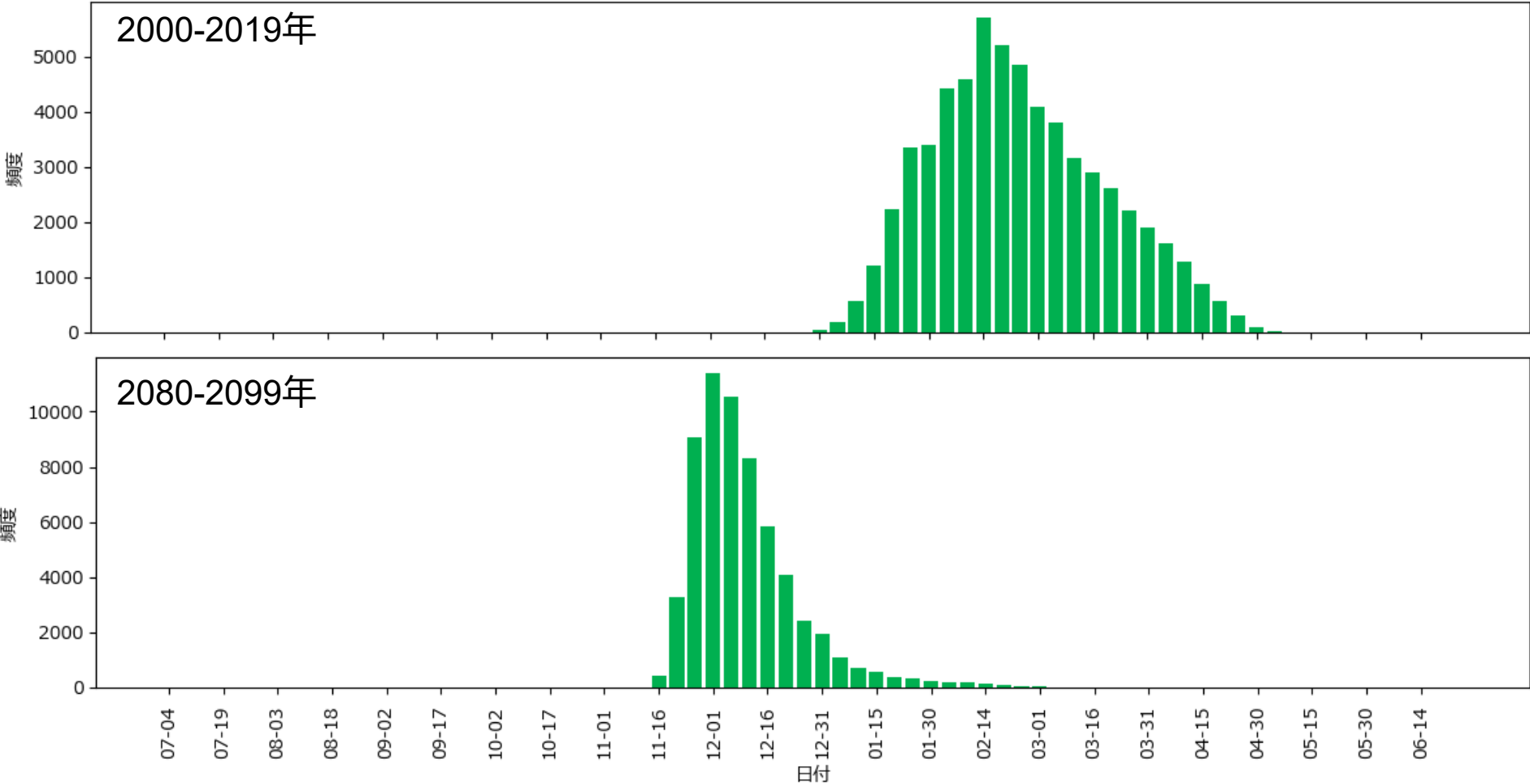
<調査結果の概要>



- ・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

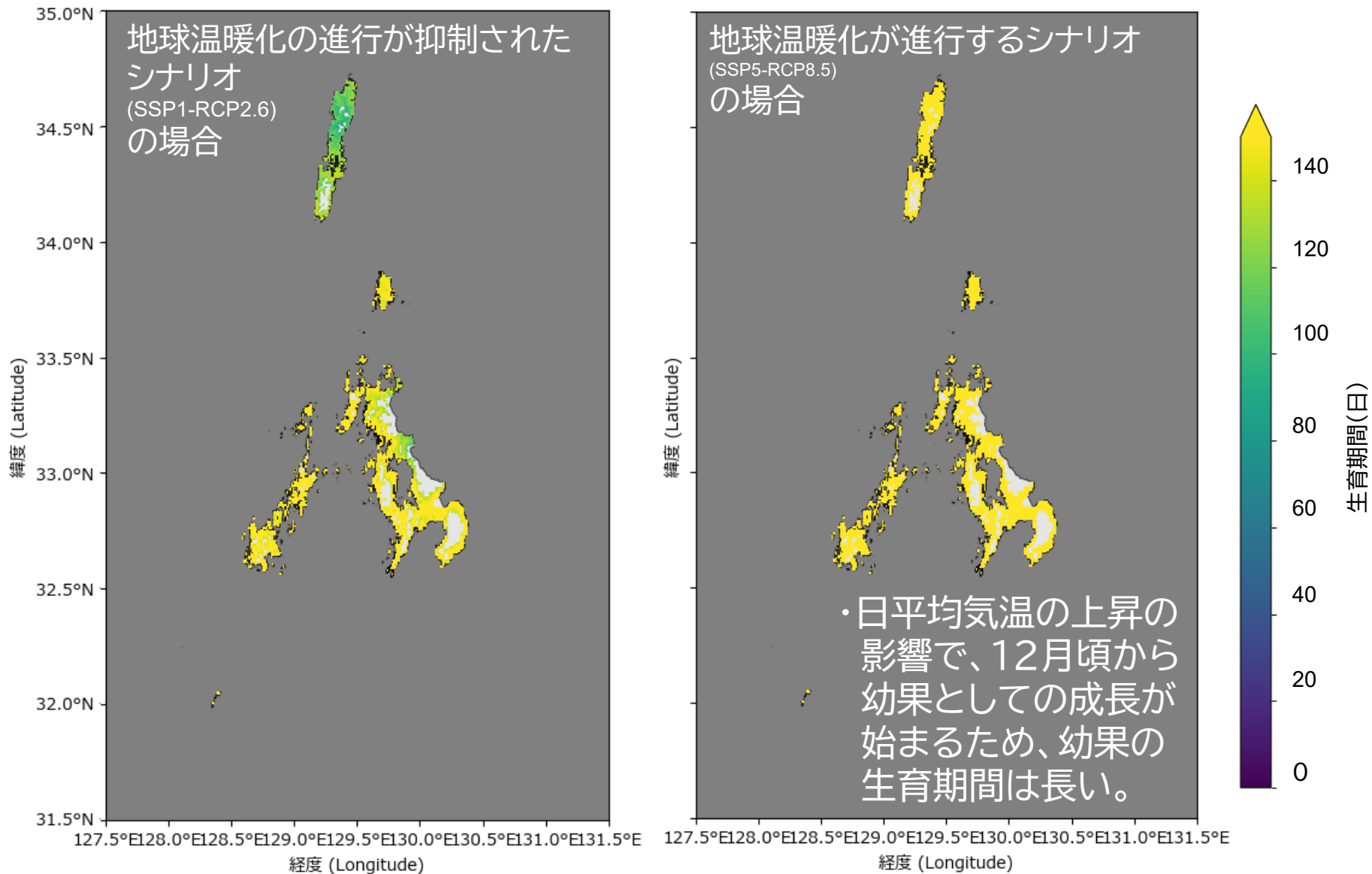
地球温暖化が進行するシナリオ(SSP5-RCP8.5)における
予測地点(1km×1kmメッシュ)別の幼果(花房進度8)に達した日付の合計値



・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。

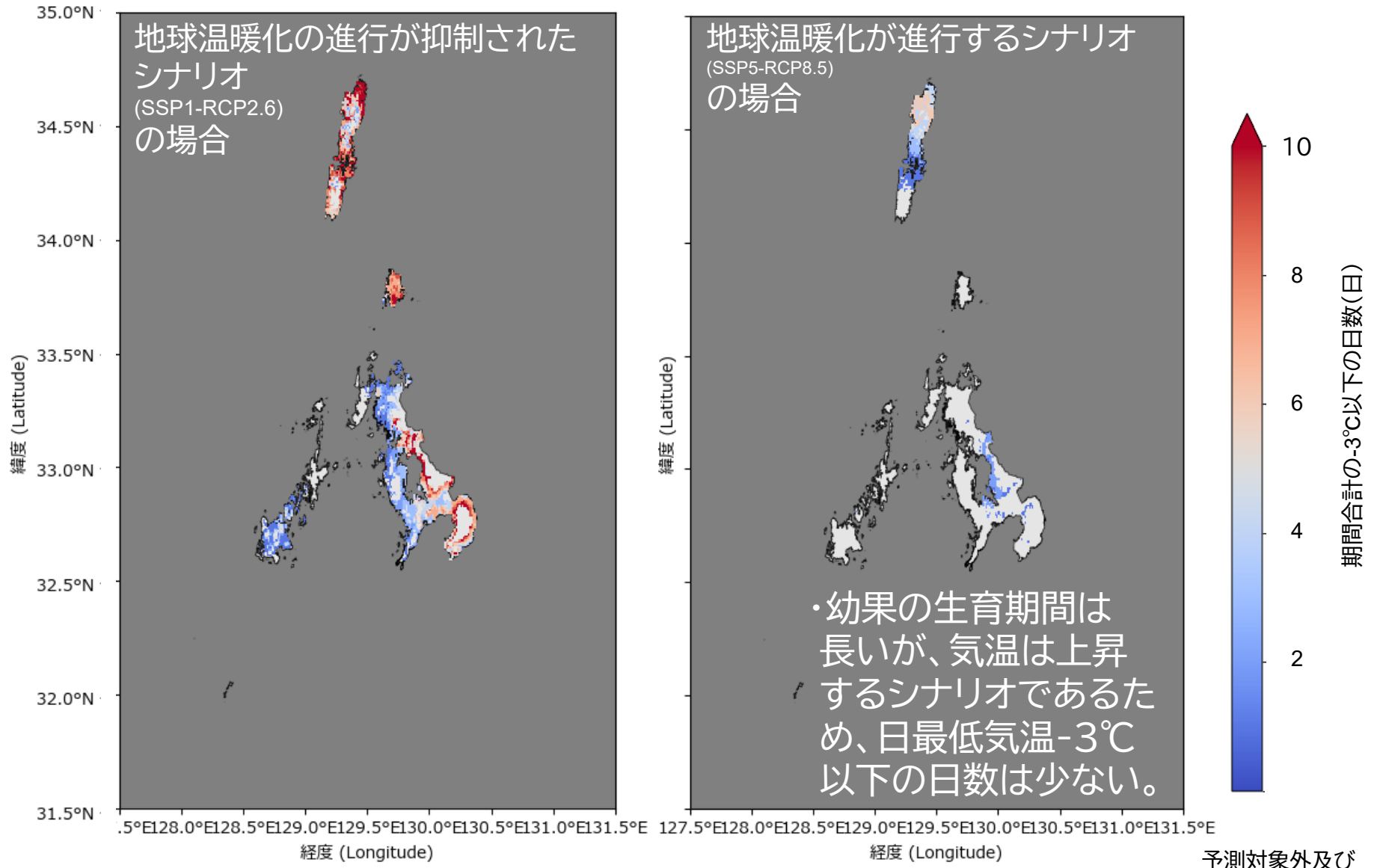
6. ビワの凍霜害発生による影響の将来変化の推計

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)

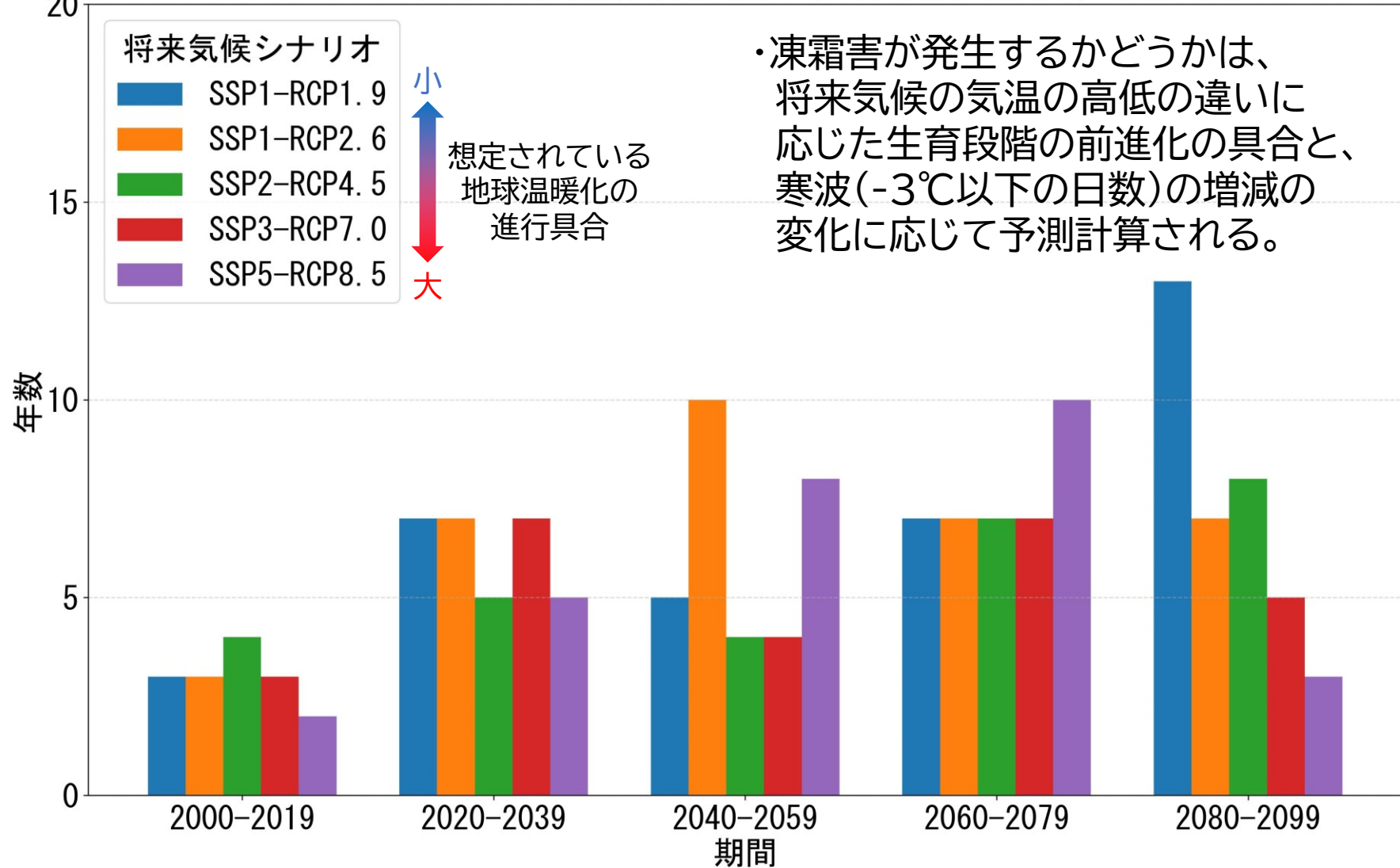


・幼果の生育期間は長いですが、気温は上昇するシナリオであるため、日最低気温 -3°C 以下の日数は少ない。

予測対象外及び0日の範囲は白塗りになっている

6. ビワの凍霜害発生による影響の将来変化の推計

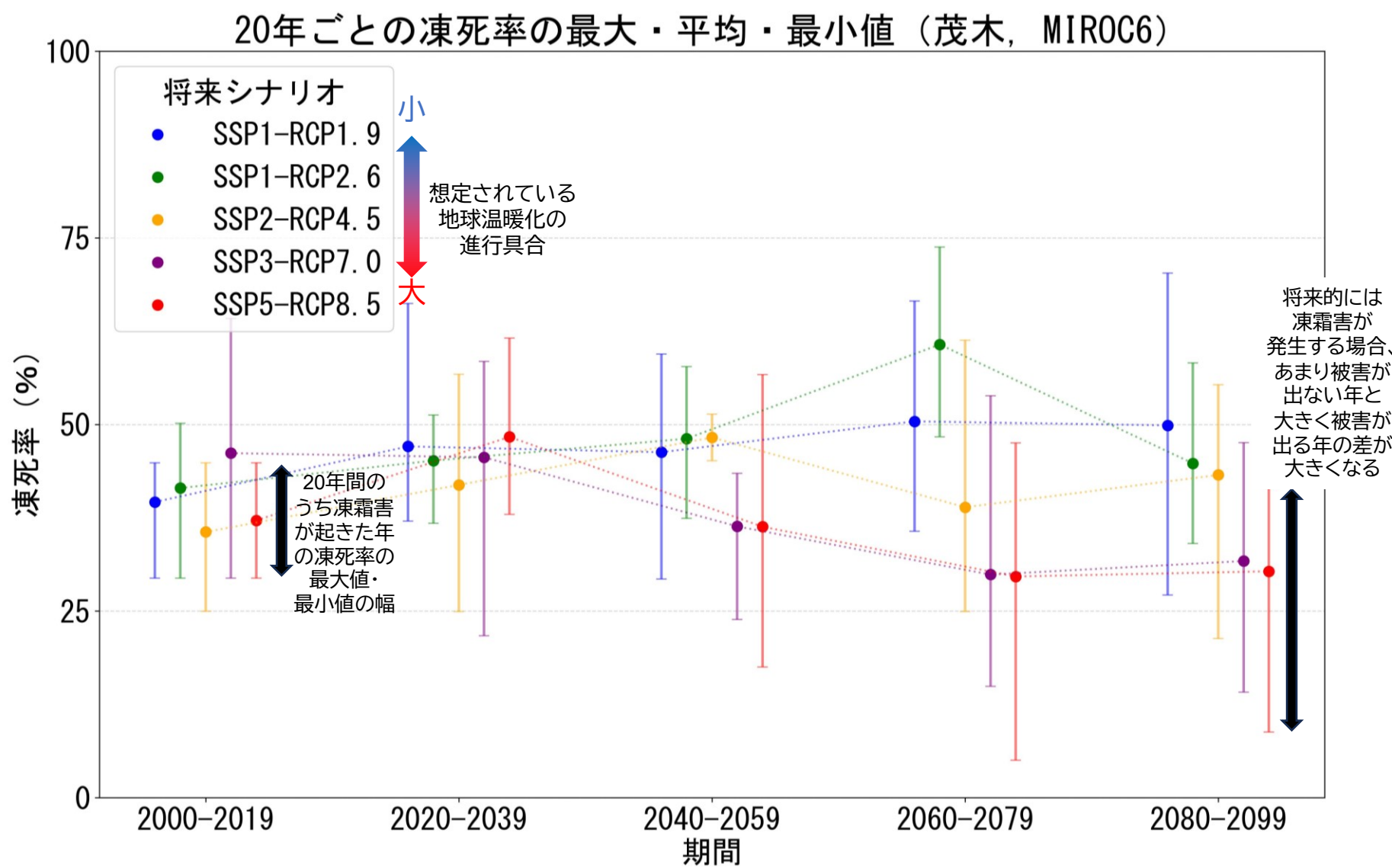
20年ごとに合計した凍霜害が発生する年数（茂木, MIROC6）



・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

○ワークショップ参加以前の気候変動「適応」の認知と、参加後について

- ・回答者の半数は、ワークショップ参加以前から「適応」という言葉と意味を知っており、行動・取組がとられていた
- ・ワークショップ参加後も概ね「適応」を認識して行動・取組を継続していた



・ワークショップ参加者は日頃から地球温暖化対策や地域の防災などの活動に携わられている方が多く、気候変動の認識が薄い層への周知・啓発というよりは、**すでに適応の行動をされている方への情報共有や意識向上の効果**があった。

○ワークショップ参加後の意識・行動の変化について

- ・天候を確認し、在宅勤務への切り替え、不要不急の外出の自粛、作業時間帯・移動手段・服装・持ち物（日傘、水筒など）の選択を判断している
- ・防災グッズの準備・防災アプリ・ハザードマップなどの防災情報の確認をしている
- ・出前講座や自治会での講演などで環境に配慮した行動変容を促している



・暑熱対策や防災など、行動様式に気候変動の適応が取り入れられている

○気候変動に関して新たに気づいたことや課題に感じていること

- ・日傘・空調服の使用や水筒持参など暑さ対策をしている人が増加している
- ・今年は農作物被害による価格高騰や定期便の遅れが目立った
- ・講演した際など、対策の効果が不明で実感が湧かない、具体的な行動がわからない、面倒くさいなどの声が聞かれ、適応策によるインセンティブの必要性を感じる



- ・緩和策のように効果を定量的に評価しづらい
- ・適応策を行うモチベーションを向上させるための工夫が必要

○県気候変動適応センターの情報発信に期待すること

- ・「県内の気候変動影響」や「適応策」の発信が全体の7割以上を占める
- ・発信方法は、セミナー・講演会、SNS、県広報誌、テレビ・ラジオなどさまざまな媒体での情報発信が望まれている



- ・ニーズに合わせて情報内容・媒体を検討

○気候変動適応への認識や意識行動の変化

- ・農業は天候や気象状況に左右されることから、農業関係者の中では、「適応」というより「地球温暖化」の影響に対して元々高い意識があり、30年前には栽培適地の変化などを予期して栽培技術、品種改良などに取り組んできている。
- ・温度計・雨量計を圃場に設置してモニタリングする機会や要望が増えており、感覚的に認識していた気象現象を定量化したデータで捉えるようになった。



・Iot化が進みモニタリングデータの重要性が上がっている

○気候変動に関する県内の農業における課題

- ・猛暑による農作物の被害(日焼け、着色不良など)、適応策(ハウス栽培、ミスト散布、石灰散布等)のコスト高、作業環境の悪化
- ・暖冬による、収穫時期の変化、単価の低下、害虫の越冬など
- ・降雨の極端化による生育不良、豪雨被害、水不足



・農業への影響は多種多様で、生活に直結する深刻な課題

○農業関係者への気候変動影響・適応策の普及啓発のために、県適応センターに期待すること

・本事業で行ったビワ圃場での気象観測では、逆転層の形成による放射冷却や積雪における気温低下、標高・地域による差などを確認できたが、農家さんは感覚的に理解しており、データとして定量的に示すことは重要。農林部局では気象観測に予算がつきづらいため、モニタリングは行ってほしい

・果樹は30年程度の周期で植え替えを行うなど、農業にとって将来気候の情報は重要。気候データセットの取扱いはノウハウや注力する時間がないため、適応センターで将来予測を行って栽培適地などの情報を発信されることが望ましい



・気象観測や将来予測計算など、本事業で行っている調査・解析について、技術の習得やノウハウの蓄積をして、地域の将来予測計算などを実施していくことで、農業に活かされる情報発信が期待できる

○気候変動適応への認識や意識行動の変化

・気温上昇が著しく、若いころ（昭和40年代）は積雪があって寒害が今より多かったと思う。当時はビワ栽培よりミカンなどの柑橘類が多かったが、昭和47年のミカン価格暴落により、ビワへの転換が進んだ。

○気候変動に関する県内の農業における課題

・ビニールハウスやエアコンなど燃料消費が激しく、コスト高で利益が圧迫されている。薪などを使用することも考える必要があるかもしれない。

○農業関係者への気候変動影響・適応策の普及啓発の有効な手段について

・ビワ部会では栽培技術などの凍霜害対策についてJAや県の指導員・研究員から情報提供を受けており、気候変動に関する情報についても時間を確保してもらえれば伝えていけるのではないかと。

・ビワ農家は県内でも高齢化が著しく、担い手不足が懸念される中で気候変動適応伝えていくことの難しさがある。情報伝達手段としては、JAの部会などで直接伝えていくことが有効と思われる。

○農業関係者説明会

日時 令和7年2月27日(木)

対象 JA、びわ部会、県農業技術開発センター

○将来予測結果パンフレット作成

作成中(農業関係者向け)

○気候変動適応セミナー

日時 令和6年7月11日(木)

会場 オンラインセミナー(Webex)

参加 90人(自治体職員、地域包括支援センター、ケアマネージャー等)

・熱中症の増加について、発症リスクの高い高齢者の健康支援を担う機関に周知・啓発し、高齢者の熱中症を予防するとともに、気候変動の影響と適応策の理解に繋げる

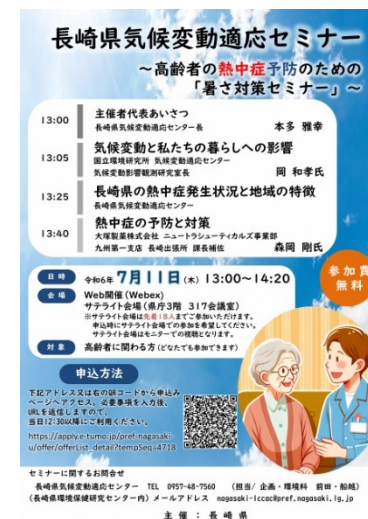
○環境教育研修講座

日時 令和6年10月4日(金)

参加 19人(県内学校教諭、教育センター研修員)

・当センターを研修会場として、気候変動適応をはじめとした県の環境問題・環境保全等について研修を実施

○イベント出展、ホームページ等の発信等



長崎県気候変動適応セミナー
～高齢者の熱中症予防のための「暑さ対策セミナー」～

13:00	主催者代表あいさつ 長崎県気候変動適応センター長	本多 雅幸
13:05	気候変動と私たちの暮らしへの影響 国立環境研究所 気候変動適応センター 気候変動影響観測研究室長	岡 和孝氏
13:25	長崎県の熱中症発生状況と地域の特徴 長崎県気候変動適応センター	
13:40	熱中症の予防と対策 大塚製薬株式会社 ニューテクノロジーカルズ事業部 九州第一支店 長崎出張所 課長補佐	森岡 剛氏

日時 令和6年 7月11日(木) 13:00～14:20

会場 Web開催(Webex)
サテライト会場(県庁3階 317会議室)
※サテライト会場は申し込みまでご参加いただけます。
※会場にサテライト会場での参加を希望してください。
※サテライト会場はモニターでの視聴となります。
※高齢者に開かる方(ご自宅でも参加できます)

参加費 無料

申込方法
下記アドレスは右のQRコードから申込みページへアクセス。必要事項を入力後、請求書を送りますので、当日2:30以降にご利用ください。
<https://apply.turbo.jp/offer-nagasaki/offer/offerlist-detail?tempSeq=4718>

セミナーに関するお問い合わせ
長崎県気候変動適応センター TEL 0957-48-7560 (担当/企画・環境科 前田・船越)
(長崎県環境保健センター内) メールアドレス nagasaki-1ccca@pref.nagasaki.lg.jp
主催：長崎県



○3年間の振り返り

- ・気候変動の影響は多岐にわたり、情報収集や解析のために関係部署の協力が必須
- ・地域的な影響を把握するためには、現場の声が重要。自ら動いていかなければ情報が集まらない。
- ・適応の考え、行動は広まりつつある。ただし、「適応」という言葉はなかなか浸透しづらい。
(自分たちが関わっている影響に対して、必要に迫られて行動している)

○今後について

- ・本業務で培った情報収集のノウハウや関係性を活かし、継続的に気候変動影響を把握
- ・他分野への展開
- ・地道な啓発・普及活動

本業務の実施にあたり、有識者の先生方、農業関係者、県農林部局の皆様方をはじめ、調査にご協力いただいた皆様方に厚く御礼申し上げます。
今後ともご協力のほど、よろしくお願いいたします。