

令和5年度国民参加による 気候変動情報収集・分析事業（2年目）

長崎県気候変動適応センター
（長崎県環境保健研究センター）

2024年3月8日 成果報告会

令和4年度国民参加による気候変動情報収集・分析事業（1年目）の情報収集結果から、優先して取り組むべき課題の抽出

県民アンケート

○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%）

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

農協・試験機関からの情報収集

○農協・県試験機関のヒアリング

- ・ビワは、凍霜害、病害、果皮障害、着色不良などが生じている。
凍霜害が起こった場合は甚大な被害、10年間で3回冬季の寒波による被害が発生
R5年1月の被害では76%減収
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がある
- ・バレイショは、干ばつによる生育不良、そうか病、虫害などが生じている。
秋作は、雨量が少なく（10月以降）土壌水分量が不足し、収量低下や生理障害が発生

農業の影響（ビワの凍霜害、バレイショ秋作の干ばつ）を課題とする

長崎県

情報収集

自然災害における気候変動影響

- ・ 防災部局へのアンケート・ヒアリング調査
- ・ 過去気象データ

農業における気候変動影響

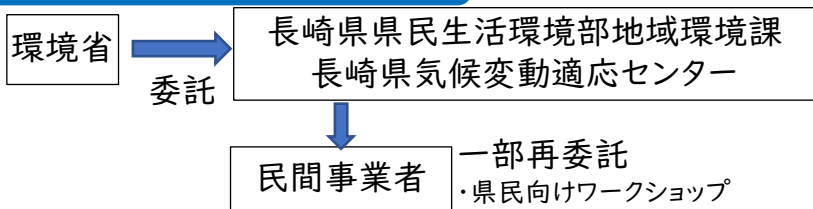
(ビワの凍霜害)

- ・ 圃場における高低差の温度分布測定
- ・ 過去の気象データ及び開花時期・収量データ等の収集

(バレイショ秋作の干ばつ)

- ・ 干ばつの時期(10~11月)における過去の気象データ及び品種毎の収量データ等の収集

実施体制



収集した情報や将来予測計算に向けた計画の妥当性確認

- ・ 検討委員会(年2回)

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に関する妥当性確認を行う

普及啓発等

- ・ ワークショップ(年2回)

気候変動に関する情報収集及び地域の活発な意見交換のために、県内2地域(島原半島、佐世保市)で開催。

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
自然災害					アンケート・ヒアリング 気象データ等情報収集					
農業					気象・収量データ等情報収集				ビワ圃場温度分布調査	
妥当性確認の検討会						1回目		2回目		
ワークショップ								2地域		

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」



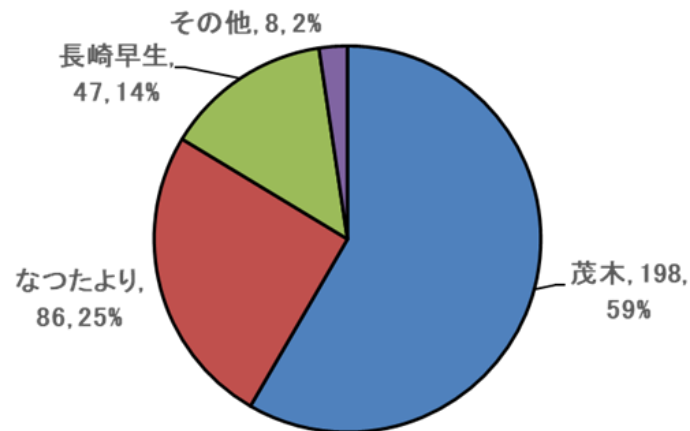
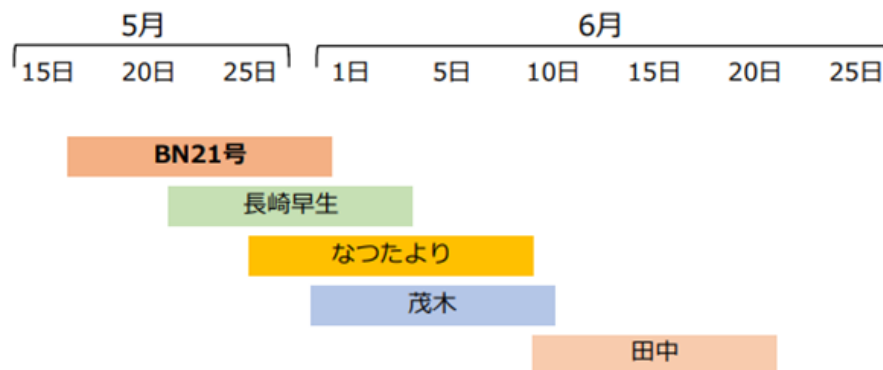
- ・長崎県、鹿児島県で主に栽培
- ・「茂木」と「本田早生」を交配して作られた
- ・果重は40～60gとやや小ぶり
- ・糖度は高めで甘味が強い
- ・耐寒性が低いため暖地向き、**早生品種**

「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

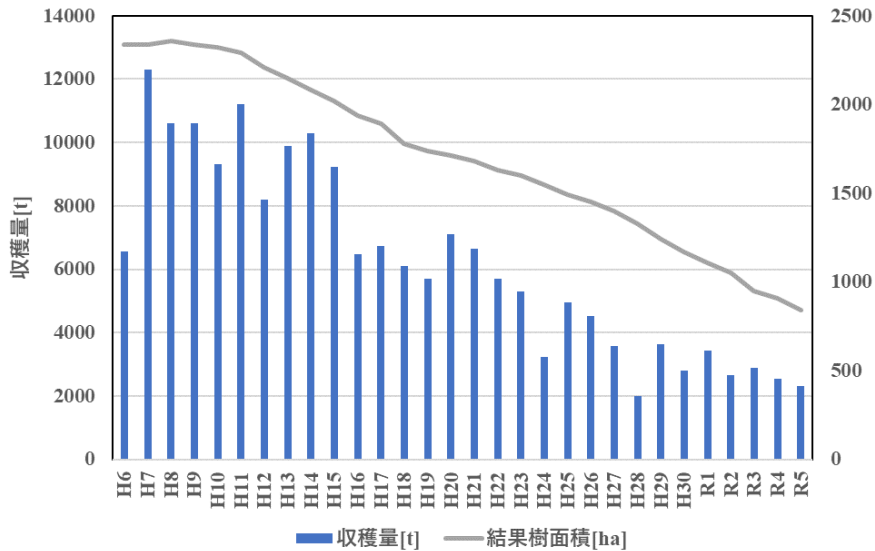


長崎県のビワ生産品種（品種、栽培面積[ha]、割合）

出典：令和3年産特産果樹生産動態等調査（農林水産省）

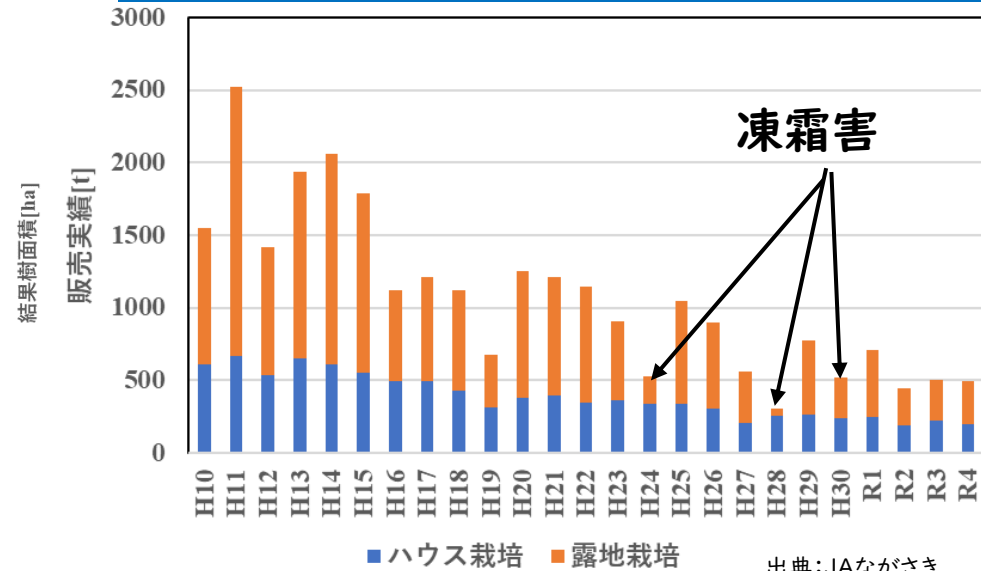
長崎県のビワ生産状況と凍霜害

全国収穫量の推移



出典:果樹生産出荷統計(農林水産省)

県内の生産状況



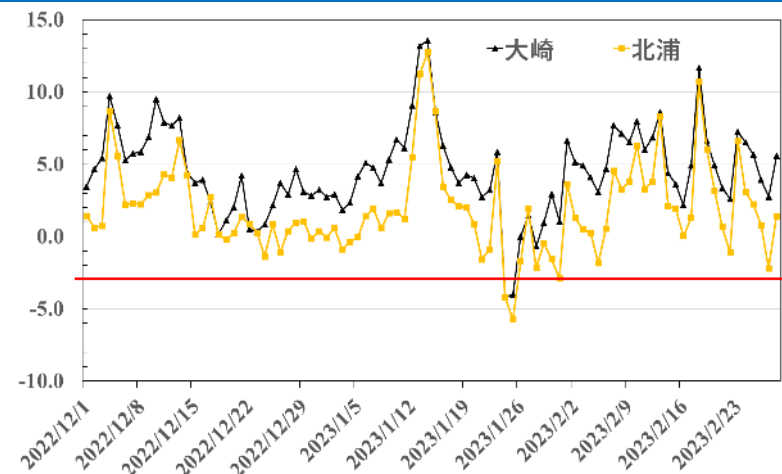
出典:JAながさき

凍霜害の発生



凍死果(左)、褐変果(中央)、生存果(右)

令和5年の凍霜害



12～2月における最低気温の推移 (R4年度)

(県農林部局提供)

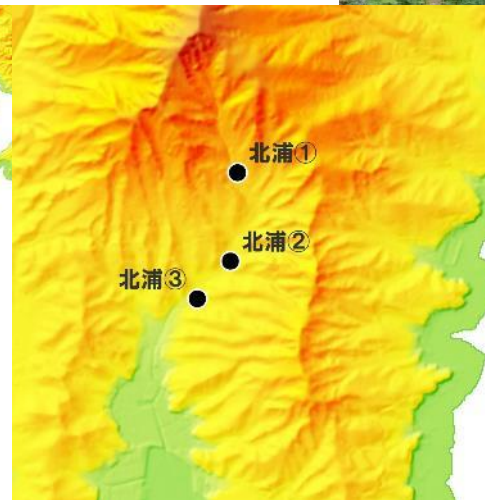
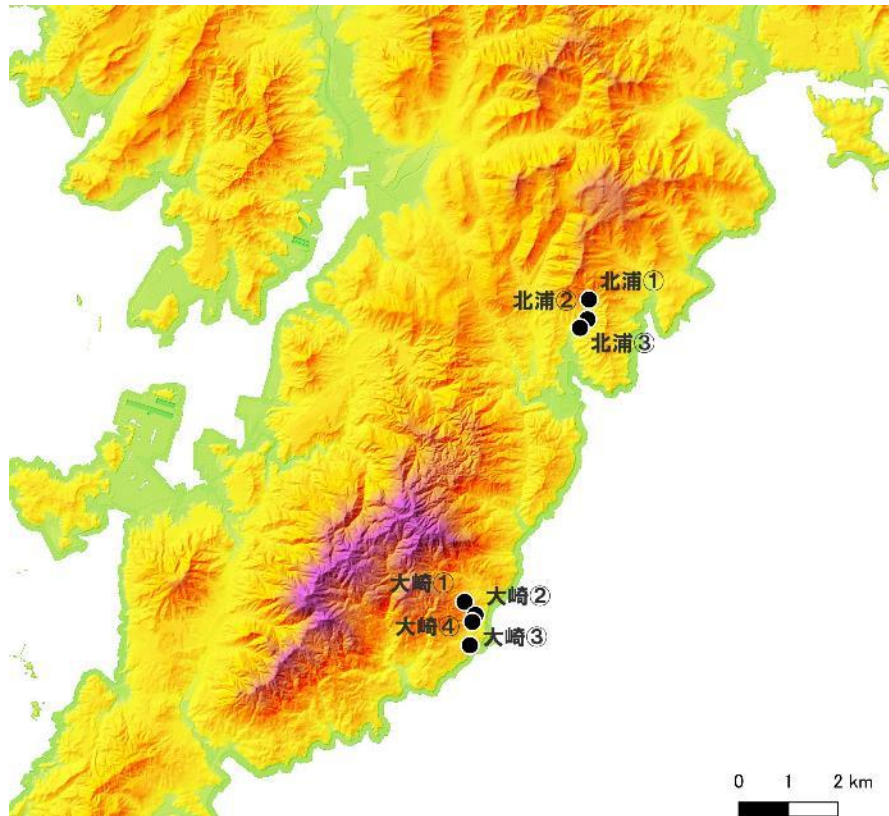
ビワに対する気候変動影響の情報収集

ビワ園場の温度モニタリング

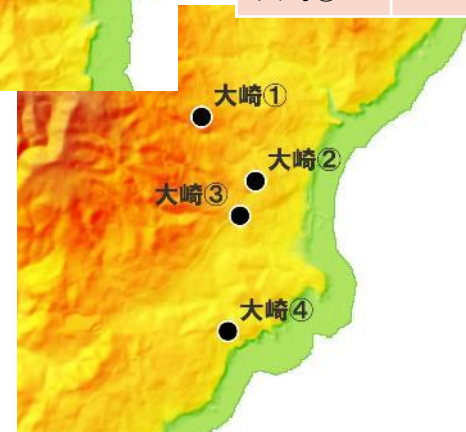
■長崎市内の2地域・7園場で気温、湿度の気象データを収集

標高差や園場内の場所による気温差を調査し、地形などの環境による凍霜害の発生状況を比較する

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 $15 \sim 35^{\circ}\text{C}$, $30 \sim 80\% \text{RH}$))

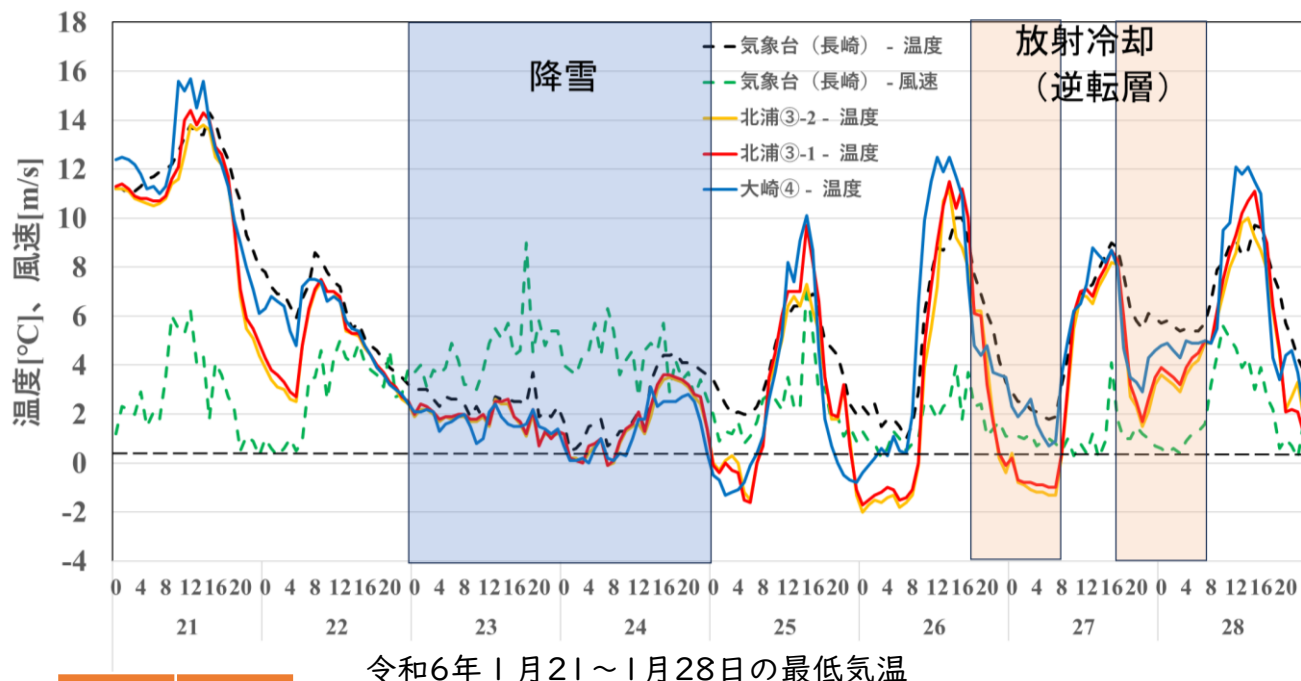


地点	標高[m]
北浦①	108
北浦②	38
北浦③	23
大崎①	172
大崎②	101
大崎③	75
大崎④	49



ビワに対する気候変動影響の情報収集

ビワ圃場の温度モニタリング結果

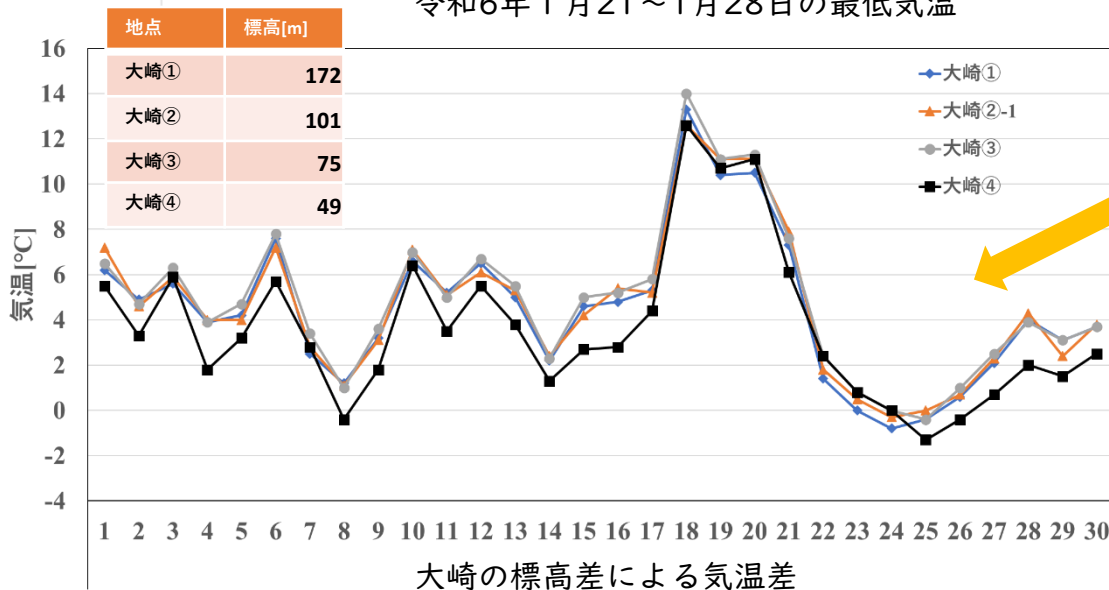


○降雪時

- ・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
- ・谷状の地形のため、風速が小さいと冷気が滞留しやすい



標高が最も低い地点が低温だったが、75m以上の地点ではほぼ差がみられなかった

地域別収穫量等に関するデータ

- ・県農林技術開発センターにおける品種別収穫量
- ・気象観測データ
(気温、湿度、降水量、日射量、日照時間、風速)
- ・開花日調査(年2回)、現地寒害調査データ
(減収率、被害金額)
- ・地域毎の品種別販売数量(JAながさき)

ビワ凍霜害に関する調査の妥当性検討委員会

会議	「令和5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（農業分野）
実施日	令和5年12月14日（水）、令和6年2月5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 気候変動影響評価研究室 主任研究員 岡田 将誌 農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター 寒地畑作研究領域 スマート畑作グループ 上級研究員 下田 星児 農業・食品産業技術総合研究機構 果樹茶業研究部門 果樹生産研究領域 果樹スマート生産グループ 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

- ・収量を予測する場合、気温以外の要素（日射量、二酸化炭素濃度、摘蕾の状況、土壌の状態など）が変数となるため、凍霜害が生じた場合の減収率として予測するのがよい。
- ・最低気温には局地性があるため、アメダス測定値を基準として、圃場測定データとの差からどの程度地形や標高等の影響があるか評価するとよい。
- ・収量への影響を見るために、凍霜害が発生した年度における気象データを抽出する際には、まずは一日だけ発生した年のデータから解析するとよい。
- ・凍霜害の影響は、ハードニングの状態が変わると考えられるため、凍霜害が起こるまでの気象条件を解析できたらよい。

予測の方針

1. 凍霜害リスク日の予測
品種毎の寒害発生気温を基に、将来的な寒害発生頻度を推計する
2. 凍霜害発生による収量の変動予測
凍霜害発生年度の収量と耐凍性獲得に関する解析を行い、品種毎の寒害発生気温、幼果生存率推定式、収穫期予測モデルなどを用いて、凍霜害による将来的な減収率を推計する

将来予測の気候シナリオ

日本域バイアス補正気候シナリオデータ (NIES2020)

予測期間	21世紀中頃、21世紀末
排出シナリオ	SSP1-RCP2.6、SSP5-RCP8.5
気候シナリオ	MIROC6、MRI-ESM2-0、ACCESS-CM2、IPSL-CM6A-LR、MPI-ESM1-2-HR
空間分解能	1×1km
時間分解能	1日
対象地域	長崎半島
予測対象品種	茂木、なつたより

気象条件と収量の関係性

(1) 収量の推移と栽培環境の整理

- ・年度別収量・栽培面積の推移（県全体・地域別）
- ・台風による樹体の塩害や生産体制の変化が見られないなどの条件を満たした年度について、減収の要因は凍霜害によるものとみなし、凍霜害を受けた年度を抽出

(2) 気象要素と収量の関係性調査

- ・年度別の収量、収穫時期と年最低気温や年平均風速等との相関関係を調査し、相関係数等を基に、減収に最も寄与していると考えられる気象要素等を抽出
- ・本調査を踏まえ、凍霜害による影響を気象要素1変数（線形回帰）で捉えるか、多変数（ロジスティック回帰）で捉えるか、決定係数の差異等を基に検討

(3) 生育段階に応じた耐凍性の違いに関する調査

- ・耐凍性について先行研究から蕾は -7°C 、花は -5°C 、幼果は -3°C を閾値とする。
- ・年最低気温が閾値を下回る年度を抽出。凍霜害を受けた年度の県平均・地域別の開花日、満開日、開花終日、成熟日を文献調査等にて整理。
- ・凍霜害の期間に応じた減収率を計算し、将来気候でも同じ減収率が見込まれると仮定。

(4) 生育段階に係る調査

- ・将来気候における開花日、満開日、開花終日、成熟日を把握するため、栽培記録等の文献を用いて、開花から成熟に至るまでの日数や積算気温等を整理
- ・整理した情報を基にビワの生育モデルを作成する、もしくは既存の生育モデルの改良等を行う。

気候モデル計算結果の整理

- ・栽培地域もしくはアメダス観測地点の気象観測結果と気候モデルの過去再現計算結果を比較して、気候モデルの将来予測結果のバイアス補正の必要性を検討。
- ・バイアス補正を行う場合の手法について、栽培期間（全期間、特定の月等）や地域ごとに一定の値を増減する方法（バイアス型）や、栽培期間で降水量等の高低を並び替えて順序ごとに補正量を決定する方法（統計順序型）の活用を検討
- ・将来予測データを用いて、霜害発生を目安となる気温（蕾： -7°C 、花： -5°C 、幼果： -3°C ）以下の期間（日数）を年代・シナリオ別に調査する。

耐凍性獲得の評価

凍霜害発生前の気象条件と凍霜害による減収率の関係性から耐凍性の評価を検討

凍霜害による影響の推計

整理した生育モデル及び気候モデルの将来予測データを用いて、栽培地域における凍霜害の発生頻度及び収量を推計する。

長崎県で栽培されているバレイショ

「ニシュタカ」



- ・作付面積が**県内第一位（約7割）**
- ・秋作では出芽が遅れやすい。収量は春作・秋作ともに多収であり、特に春作では優れる

「デジマ」

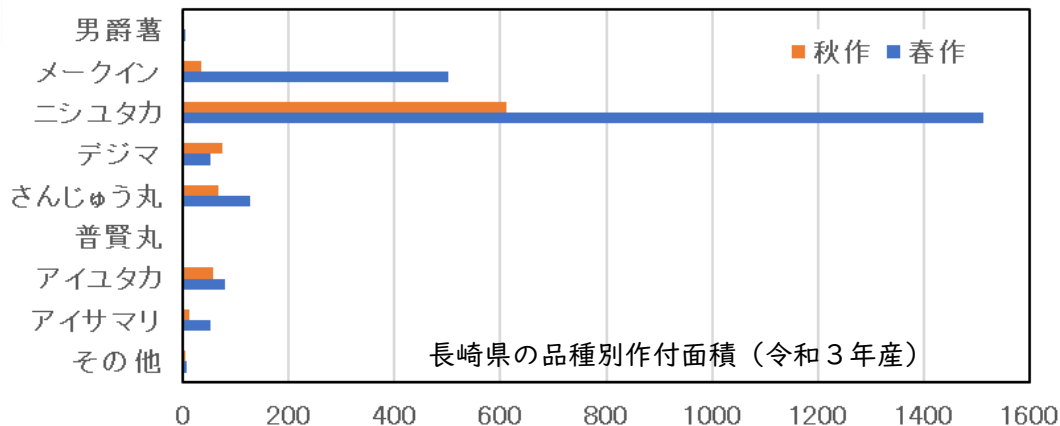


- ・休眠期間は短く、出芽は春作・秋作ともに良好。収量は春作・秋作ともに多収であり、品質も優れる
- ・高温時は種いもが腐敗しやすいので、秋作の植付け時期が早すぎると欠株や減収を招く

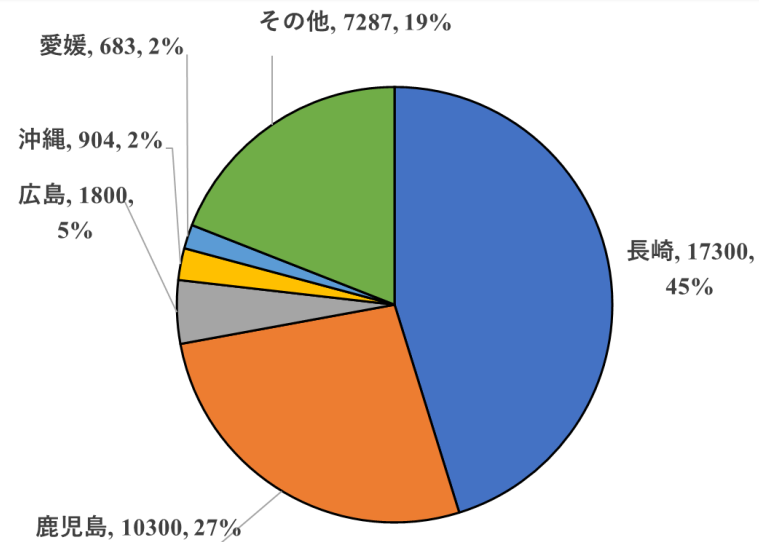
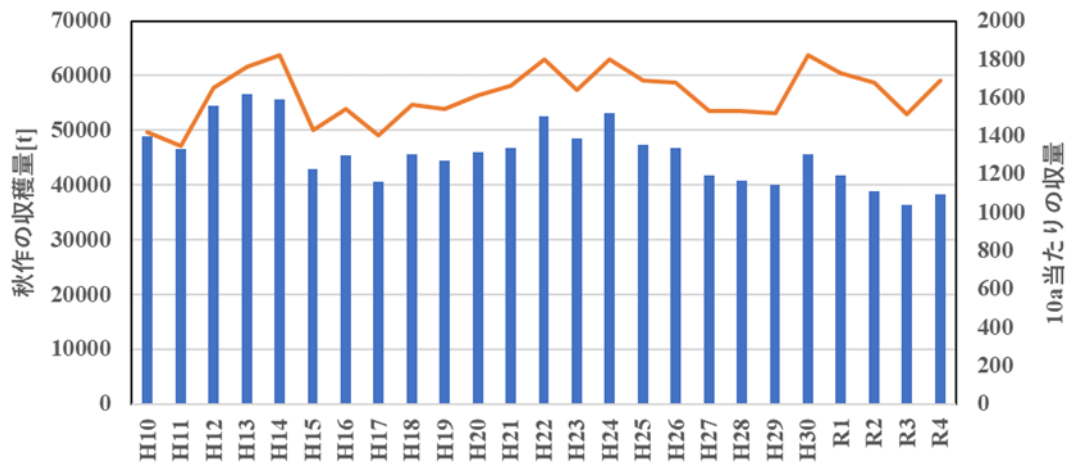
「アイサマリ」



- ・休眠期間は「デジマ」よりやや短い。出芽期は、春作では「デジマ」「ニシュタカ」よりやや早く、秋作では「デジマ」並みに早い。
- ・春作では「ニシュタカ」並み、秋作では「ニシュタカ」より多収で、早期肥大性がある。「ニシュタカ」に比べて裂開が発生しやすく、秋作でやや発生が多い。



全国収穫量の推移



令和4年産秋作の生産地の割合

出典：野菜生産出荷統計（農林水産省）

秋作の干ばつによる収量低下、生育障害

作物カレンダー

区分	品目	出荷量 (t)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
根菜	トンネル	40,488												△	
	マルチ		△											△	
	秋作											△			
	秋作制御												△		

出典：島原雲仙農業協同組合 ■ 本格出荷 ■ 出荷初期・後期 △ 定植期

二次生長



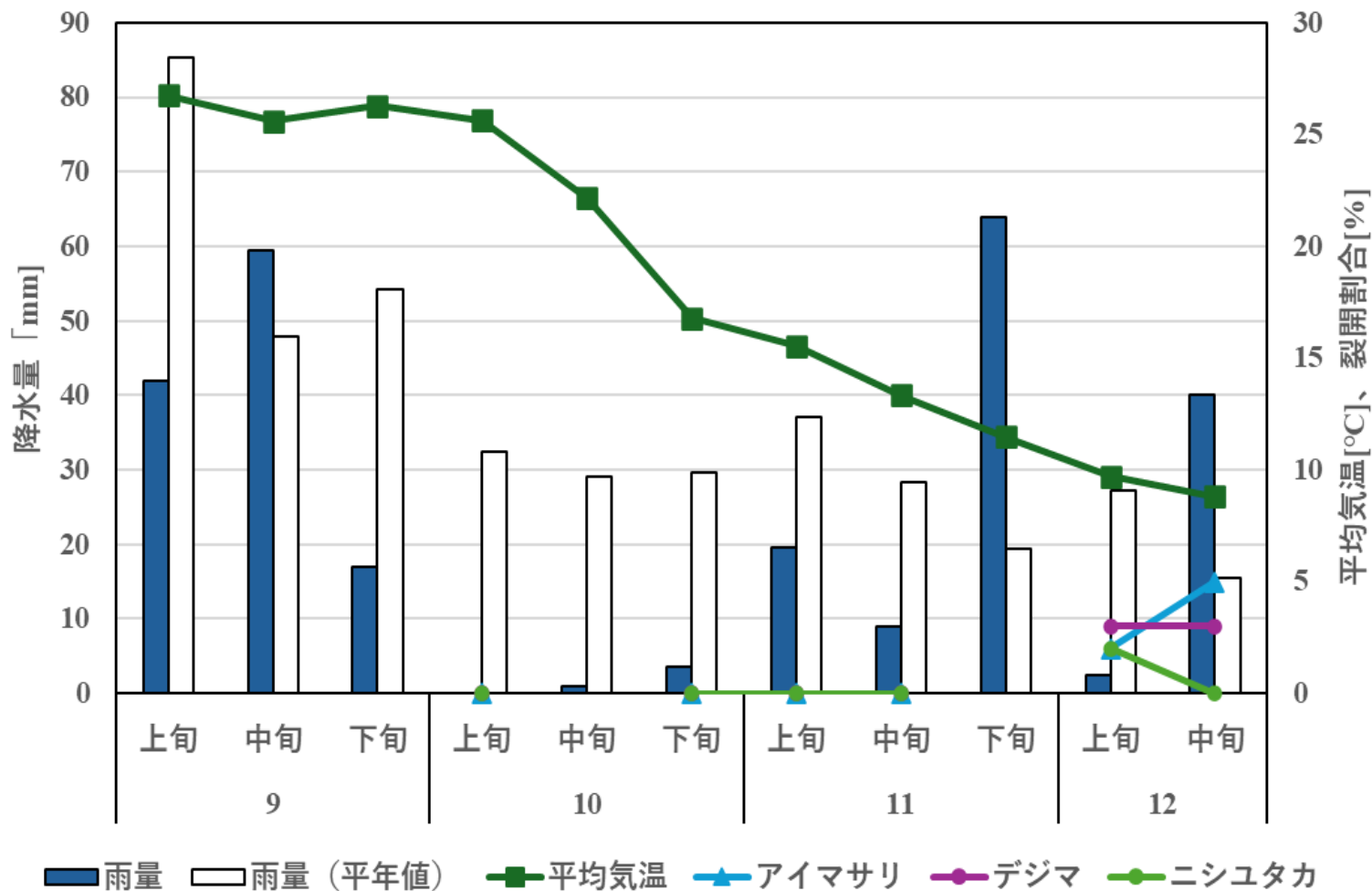
裂開



県農林技術開発センター提供データ

- ・ 県試験場における品種別収穫量・気象観測データ (H17~R5)
(気温、湿度、降水量、日射量、日照時間、風向、風速)
- ・ 生育調査記録 (H17~R5)
(根付け期、出芽期、生育日数、でん粉価、茎長、茎数、茎葉重、上いも数、上いも重、屑いも数、総いも数、規格別割合、二次生長、裂開、腐敗、腐敗重)

2021年秋作の生理障害（裂開）の発生について



10月の乾燥によって生育が遅れ、11月に肥大が始まったが、12月上旬に再び乾燥し、収穫期の降水によって裂開が生じたと考えられる

バレイショ秋作の干ばつに関する調査の妥当性検討委員会

会議	「令和5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（農業分野）
実施日	令和5年12月14日（水）、令和6年2月5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 気候変動影響評価研究室 主任研究員 岡田 将誌 農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター 寒地畑作研究領域 スマート畑作グループ 上級研究員 下田 星児 農業・食品産業技術総合研究機構 果樹茶業研究部門 果樹生産研究領域 果樹スマート生産グループ 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

- ・ 水ストレスのバレイショへの影響は、生育段階によって感受性が異なるため、無降水日数の時期と生育の状況について過去の栽培記録（地上部の重さ等）から把握した方がよい。
- ・ 10月と11月では地上部の生育が違い、地面を覆っている草の量にも影響されるため、地上部の量、重さも考えないといけない。土壌水分量、土質、排水性、日当たりなども影響されるが、大きくは無降水期間、降水時期から影響を検討してほしい。
- ・ 「WOFOST」モデルは水ストレスが変数になっており、乾燥を評価できる唯一のモデルではあるが、**結果の妥当性に関してやや不安**がある。
- ・ **物理条件は畑によって異なり、パラメータの決め方次第で影響が大きく変わるため、将来気象を反映するよりは、土壌の評価で決まってしまう。**

予測の方針

1. 無降水日数および連続無降水期間の推定
栽培地域における降水量について、力学的ダウンスケーリングデータを使用して無降水日数や連続無降水期間を推計する。
2. 干ばつによる収量の変動予測
収量と降水量について、生育データ等を用いて関係性を調査し、生育モデル (WOFOST※) 等を活用した収量予測を行う。

※WAGENINGEN大学が開発している作物生育シミュレーションモデル

将来予測の気候シナリオ

大気近未来予測力学的ダウンスケーリングデータ (東北から九州) by SI-CATを想定
(アンサンブル気候予測データベース d4PDF の 20km 解像度データを5km にダウンスケーリング)

気候シナリオ・予測期間	<ul style="list-style-type: none">・ 現在気候・ 産業革命時から全球2℃上昇 (RCP8.5 シナリオで近未来 2040 年ころ)・ 産業革命時から全球4℃上昇 (RCP8.5 シナリオで 21 世紀末 2090 年ころ)
空間分解能	5×5km
時間分解能	1 時間
対象地域	島原半島

現状、バレイショの生育に対する干ばつの影響を解析するための適切な生育モデルがなく、予測対象が無降水日数の頻度のみとなり、収量への影響を評価することは困難であるため、本課題に関する将来予測計画は作成困難と判断した。

市町防災部局アンケート

気候変動の影響や適応策、今後の課題等について情報収集するとともに、気候変動が自然災害に及ぼす影響の予測手法を検討するため

調査対象・方法・時期

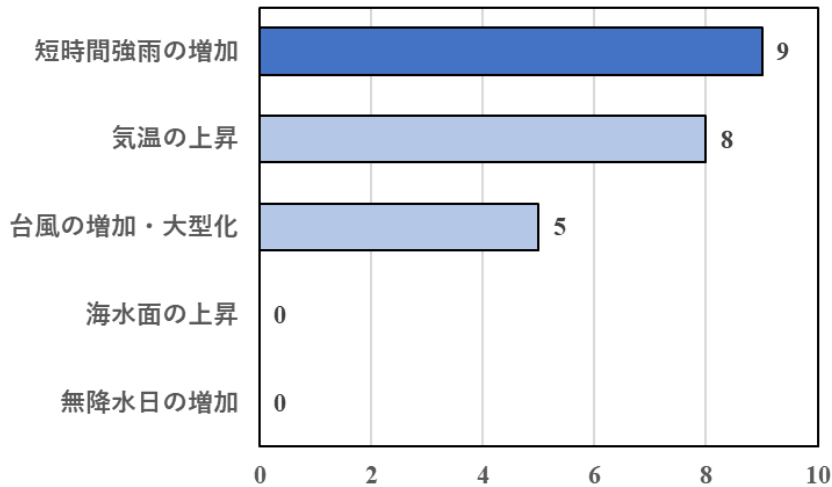
- ・ 県内21市町防災担当部署を対象に以下の通り実施した。
- ・ アンケート調査（R5.10.30配布、R5.11.30回収、回答数18）

調査項目

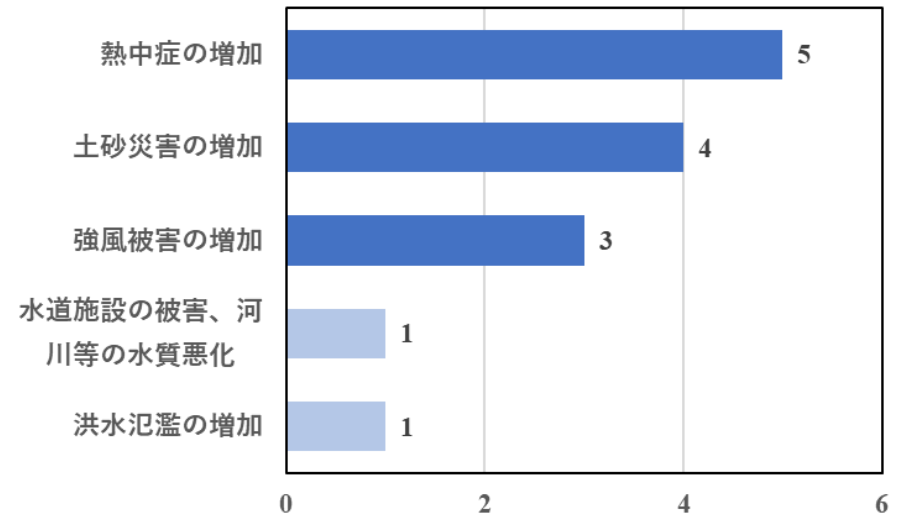
- ・ 気候変動（温暖化、強雨など）の実感について
- ・ 気候変動の影響（自然災害）の実感について
- ・ 過去に経験した自然災害の種類や被害について
- ・ 今後、懸念される自然災害の種類について
- ・ 防災体制についての課題（組織、住民への普及啓発、避難所、防災設備など）
- ・ 今後、優先的に力を入れたい分野など
- ・ 自然災害の将来予測を行ってほしい項目について

自然災害に対する気候変動影響の情報収集

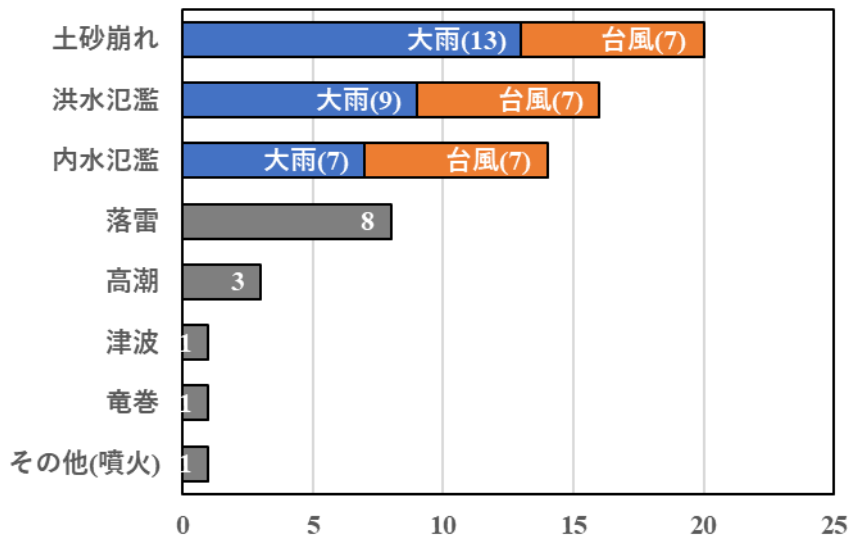
実感する気候変動



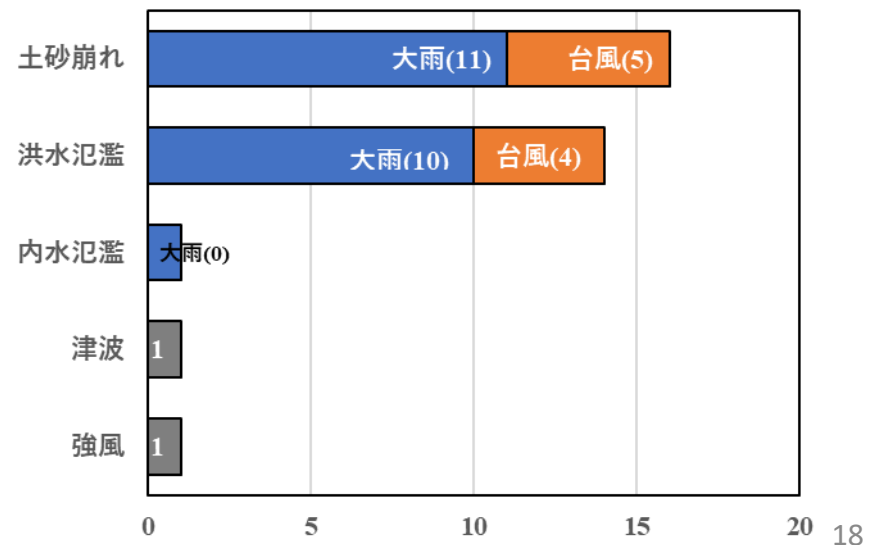
実感する気候変動



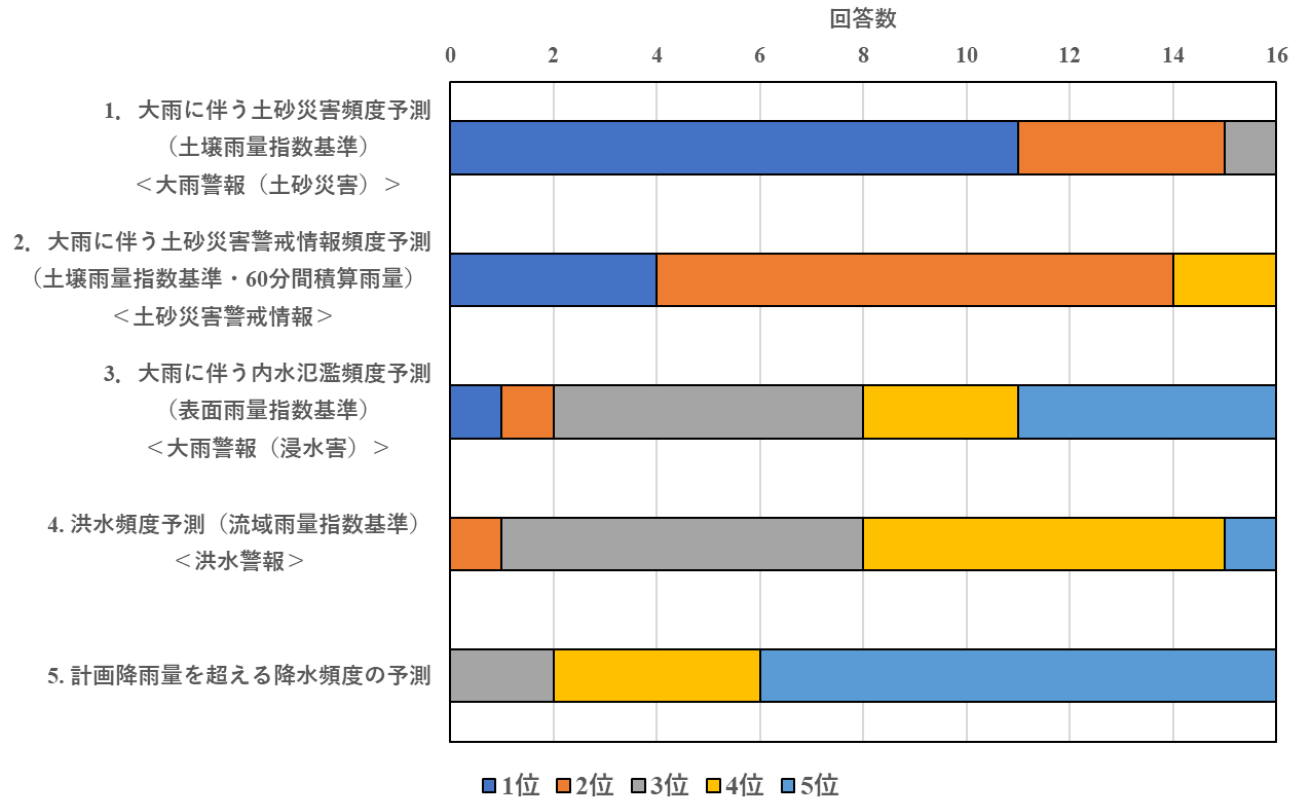
過去に経験した自然災害



今後、懸念される自然災害



自然災害の将来予測で取り組んでほしい項目



【土砂災害】

- ・地形上、洪水や浸水害と比較して土砂災害の被害が大きくなりやすいため。
- ・土砂災害警戒区域等が多く存在しており土砂崩れの可能性も高いため。
- ・大雨を伴う土砂災害警戒情報頻度予測により、前もった避難等対策ができるようになるため。
- ・大雨に関する情報、特に土壌雨量指数は、土砂災害警戒情報ともリンクしているため、次の行動を伴う事前の準備をしていく中でも、早めに知っておく必要があると思われる。
- ・近年、線状降水帯が頻発し、河川の氾濫の可能性が高まっている。
- ・警報発令のタイミングなどがわかることで、避難所開設など役に立つ場面がある。

自然災害に関する調査の妥当性検討委員会

会議	「令和5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 (防災分野)
実施日	令和5年12月20日(木)、令和6年2月7日(水)(Web会議)
構成員	九州大学 名誉教授 小松 利光 福島大学 共生システム理工学類 教授 川越 清樹 長崎地方気象台 長崎県気候変動適応センター長、長崎県県民生活環境部地域環境課

主な意見

- ・ 気象庁を含めた県内の雨量観測所のデータを収集し、24時間、年間最大雨量等の傾向を整理した方がよい。
- ・ 土砂災害警戒区域は人が住んでいる場所で設定しているため、解析結果と組み合わせて、脆弱な場所などを把握して対策に活かしてほしい。
- ・ 予測の有用性はあると思うが、モデルの解像度は20km程度がベースのため、結果が独り歩きしないように、「現在と比較して何倍になる」などの表現にしたら良いと思う。
- ・ 計算で用いる時間スケールをどの程度(1時間、3時間等)とするか、事前に想定した方がよい。最近の豪雨の傾継続時間や雨量の傾向を把握して、決定したらよいと思う。
- ・ 自治体の対策につなげるうえで、今後は防災教育が最大の課題になると思う。防災行動に繋がるにはどうすればよいか、各市町と連携して進めてほしい。

予測の方針

大雨に伴う土砂災害頻度（土壌雨量指数基準が警報発表基準を超える頻度）

・アンケート調査の結果、過去に経験した災害、今後懸念される災害、予測してほしい項目のすべてが土砂災害頻度であったこと。

気候シナリオ

大気近未来予測力学的ダウンスケーリングデータ（東北から九州） by SI-CAT
（アンサンブル気候予測データベース d4PDF の 20km 解像度データを 5km にダウンスケーリング）

気候シナリオ・予測期間	・ 現在気候 ・ 産業革命時から全球 2℃ 上昇（RCP8.5 シナリオで近未来 2040 年ころ） ・ 産業革命時から全球 4℃ 上昇（RCP8.5 シナリオで 21 世紀末 2090 年ころ）
空間分解能	5×5km
時間分解能	1 時間
対象地域	県全域（各自治体区域毎に整理）

過去の災害事例と大雨の分布

(1) 過去の災害事例と気象条件の整理

- ・過去の大雨に関する災害事例と当時の気象条件を合わせて収集して整理
- ・気象台、県河川砂防情報システム等の観測所データを収集し、地域毎の傾向を把握
- ・地域別の土砂災害警戒区域の指定状況を収集して整理

(2) 土壌雨量指数と警報発表基準の整理

- ・地域別警報発表基準（土壌雨量指数）の整理
- ・気象庁のタンクモデルを用いた降水量からの土壌雨量指数の算出方法を整理

気候モデル計算結果の整理

- ・県内地域もしくはアメダス観測地点の気象観測結果と気候モデルの過去再現計算結果を比較して、気候モデルの将来予測結果のバイアス補正の必要性を検討。
- ・バイアス補正を行う場合の手法について、期間（全期間、特定の月等）や地域ごとに一定の値を増減する方法（バイアス型）や、期間で降水量等の高低を並び替えて順序ごとに補正量を決定する方法（統計順序型）の活用を検討

土砂災害発生頻度を評価

整理した気候モデルの将来予測データを用いて、各地域における土砂災害の発生頻度を推計し、現在との比較として分布図を作成する。

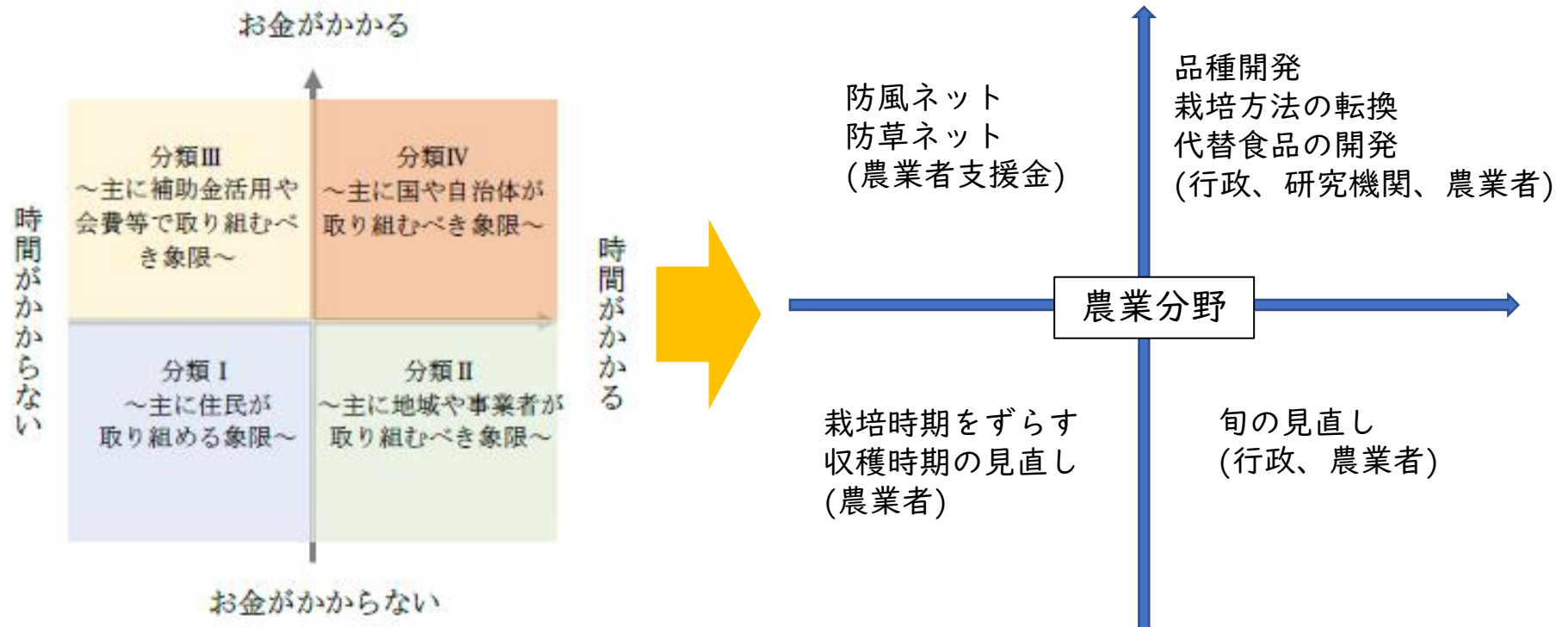
○ワークショップ

日時 1月29日、2月26日

場所 佐世保地域、島原半島地域

参加 計23人

- 気候変動影響に関する意識啓発・情報収集と、適応に関する情報交換の場とする
- 農業が盛んな島原半島地域においては農業を主なテーマとして実施した
- 「お金」、「時間」がそれぞれかかるかどうかで4つのカテゴリ分けを行い、自分事として取り組めることと、自治体や他との連携で取り組むことについてそれぞれ整理した



【事業の成果】

○農業分野

- ・ ビワ栽培地域に関する圃場モニタリングや気象データの収集によって、リスクが高い地形や気象条件など将来影響予測に活かせる知見が得られた。
- ・ バレイショ栽培地域の気象データや栽培記録の収集によって、近年の秋季の降雨の特徴や、生育段階との関連性について把握できた。

○防災分野

- ・ 県内市町の防災部局アンケート調査を通して、気候変動への意識や自然災害に対する各自治体の課題を把握できた。

○ワークショップ

- ・ 気候変動に対する住民の生の声の集約、「自分事」としての意識啓発ができ、今後の情報発信のため参考になる意見を把握できた。

【今後の課題】

- ・ 次年度はビワの凍霜害の将来予測に取組み、適応策の調査結果を含めて成果をどう普及させるかが課題となる。
- ・ 事業終了後の適応センターの取組として、本事業を通して行った調査方法、将来影響予測などを他分野へ応用していく必要がある。
- ・ 地域の実情に合わせて適切な情報発信をどう行っていくか。