

環境省

令和6年度国民参加による気候変動収集・分析委託事業

令和7年3月3日（月）

成果報告会

福島県気候変動適応センター

Fukushima Climate Change Adaptation Center

事業の目的

目 的

- 令和5年度に実施した情報収集結果の中から、優先的に対応が求められる影響の抽出・分析を実施し、気候変動の影響の将来予測を行う。
- また、地域住民の気候変動適応への理解醸成を図る。

Step1

現状把握

地域の気候変動やその影響に関する現状や課題、データな県民や行政、関係団体からヒアリングなどにより情報収集し、整理・分析

【対象分野】

農林水産業分野、健康分野、自然災害分野
※県民の生活に特に密接に関連

Step2

課題設定・将来予測に向けた準備

令和5年度において情報収集等した気候変動への影響のうち、優先度の高い影響を抽出、影響の将来予測に向けた準備（データ収集等）などを実施

【対象分野】

農林水産業分野
※特に気候変動の影響が大きいコメ、果樹等から対象を選定

情報発信・普及啓発

令和5年度事業でとりまとめた結果について、環境関係のイベントや福島県環境創造センター「コミュニティ福島」※なども活用しながら、県民に向けて情報発信するとともに、関係者にも周知する。
※ふくしまの現状や環境問題などについて体験型の展示等をとおして学ぶことができる施設

令和6年度事業の実施内容

情報収集

農
林
水
産
業

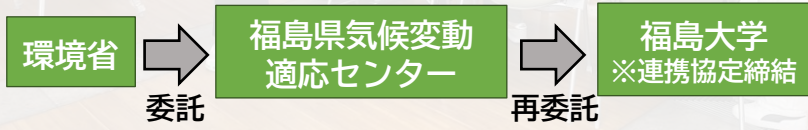
- 庁内関係部局及び試験研究機関へのヒアリング等を実施し、農作物への気候変動影響や将来予測対象のニーズを把握。
- 他自治体へのヒアリングを実施し、先行事例や生育データ等の収集。
- 農林水産物への気候変動影響に関する県民向けアンケートの実施。



情報発信

- 農林水産業関連イベント、環境イベント等を活用した情報発信。

実施体制



将来予測モデルの構築

- 庁内関係部局等のニーズ（モデルとなる品目、品種及び予測内容）を元とした、気候変動影響の将来予測モデルの構築。
- 国立環境研究所気候変動適応センター及び国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構へ、将来予測モデル構築に係る知見のヒアリングを実施。
- 将来予測モデルの構築は、連携協定を締結している福島大学へ再委託することで、学術的視点からの評価を実施。



工程	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
①情報収集	→						
②予測モデルの構築					→		
③妥当性の確認					→		
④普及啓発	→						

令和6年度事業の実施内容 情報収集

- 農林水産業分野における将来予測モデル構築に向け、庁内試験研究機関へ、農作物の気候変動影響の現状についてヒアリングを行うとともに、県農林水産部への照会を通じて、将来予測対象について調査。
- 回答結果などを踏まえ、将来予測対象を決定。

【将来予測対象】 品目：リンゴ 品種：ふじ 内容：着色不良の発生率、日焼け果の発生率

◆将来予測対象の選定等に係るヒアリング

【第1回】

- 日 時 令和6年7月11日
- 参加者 県環境共生課、県環境創造センター、農業振興課、県農業総合センター、福島大学川越教授
- 内 容 農作物の気候変動影響について

【第2回】

- 日 時 令和6年9月4日
- 参加者 県環境共生課、県環境創造センター、県農業総合センター果樹研究所、福島大学川越教授
- 内 容 果樹（全般）の気候変動影響について

【第3回】

- 日 時 令和6年10月23日
- 参加者 県環境共生課、県環境創造センター、県農業総合センター果樹研究所、福島大学川越教授
- 内 容 リンゴの気候変動影響について

◆将来予測対象の選定に係る照会

- 期 間 令和6年9月26日～10月11日
- 対 象 県農林水産部関係課等
- 内 容 将来予測対象に係る調査項目（品目、品種、内容）のニーズを調査。
- 結 果 複数のニーズの回答が得られたことから、将来予測実施の可能性を検討。

◆将来予測対象の選定に係る会議

- 日 時 令和6年11月15日
- 参加者 県環境共生課、県環境創造センター、県農業振興課、福島大学川越教授
- 結 果 庁内試験研究機関とのヒアリング結果、予測実施可能性などを考慮し、将来予測対象を決定。

令和6年度事業の実施内容 情報収集

- リンゴ(ふじ)の「着色不良の発生率」及び「日焼け果の発生率」の将来予測モデル構築に際し、類似研究を行っている「石川県農林総合研究センター」及び「富山県農林水産総合技術センター園芸研究所果樹研究センター」（以下「富山県果樹研究センター」という。）へヒアリングを実施。
- また、富山県果樹研究センターより、リンゴの表面温度データを提供いただいた。

◆他自治体ヒアリング（1）

- 日 時 令和6年12月11日
- 相手方 石川県農林総合研究センター 農業試験場育種栽培研究部 園芸栽培グループ 山内専門研究員
- 参加者 県環境共生課、県環境創造センター、福島大学川越教授
- 内 容
 - ・ 近年、石川県においてもリンゴの着色不良及び日焼け果が増加。
 - ・ 果実表面温度を測定し、気温と日焼け果発生との関係についての研究を実施。
 - ・ 「リンゴ果実への資材被覆による日焼け軽減対策技術マニュアル」を作成。果実の日焼け防止のための遮光資材被覆方法などについて啓発を実施。

◆他自治体ヒアリング（2）

- 日 時 令和6年12月24日
- 相手方 富山県果樹研究センター 杉山氏
富山県新川農林振興センター 担い手支援課 園芸振興班 大城氏
- 参加者 県環境共生課、県環境創造センター、福島大学川越教授
- 内 容
 - ・ 日焼け果は果実表面温度が50℃近くまで上がると発生すると考えられる。
 - ・ 標準樹による日焼け果の発生は、毎年10%程度で、暑いときは20～30%程度発生している。
 - ・ 「リンゴ日焼け果の発生軽減対策技術マニュアル」を作成し、細霧冷房や資材被覆、着果管理等の日焼け果対策の啓発を実施。

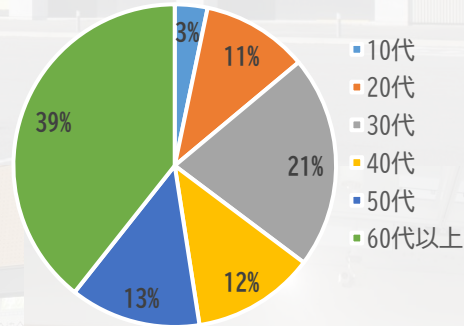
令和6年度事業の実施内容 情報収集

- 近年の高温の影響により、農林水産物の品質低下や傷などの見た目の変化、価格高騰などを実感している県民が多かった。
- 対策としては、品種改良や温暖化対策の推進、気温に応じた農林水産物の展開、政府・行政からの支援が必要などの意見が上げられた。

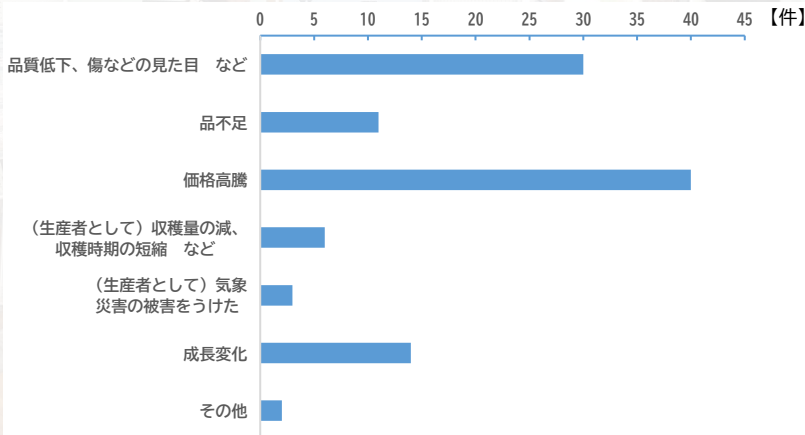
【県民へのアンケート調査】

- 日時 令和6年 9月 6日～ 7日
11月24日
- 対象 一般県民 122名
- 概要 イベント来場者に対して、気候変動による農林水産物への影響に関するアンケートを実施
- アンケート結果

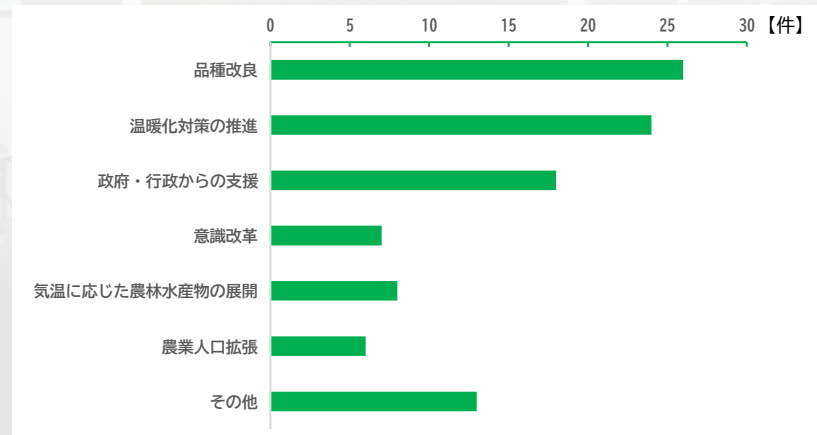
アンケートの年齢構成



農林水産物への影響として実感することは。



気候変動影響への対策として必要なのは。



- 庁内関係部局等とのヒアリング等を通じて決定した予測対象に関して、将来の気候変動影響を調査するための予測モデルを構築する。
- 将来予測モデル構築にあたり、有識者である国立環境研究所気候変動適応センター及び国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構へ予測モデルに使用するデータ等についてヒアリングを実施した。

◆予測モデルの概要

1 品目及び品種

リンゴ（ふじ）

2 内容

- (1) 着色不良の発生率
- (2) 日焼け果の発生率

3 予測条件

- (1) 気候モデル
MIROC6
- (2) 排出シナリオ
SSP1-2.6、SSP2-4.5、
SSP5-8.5
- (3) 期間
2030年～2050年の5年間隔
(5年期平均)

4 使用データ

(1) 着色不良の発生率

- ・アントシアニン含有量※1
- ・生育日数（満開～収穫始）※1
- ・5月～9月平均気温※2
- ・生育期間（満開～収穫始）平均気温※2

(2) 日焼け果の発生率

- ・果実表面温度※3
- ・気温（6時～18時の1時間毎）※2

※1 県農業総合センター果樹研究所提供データ

※2 気象庁アメダスデータ

※3 富山県果樹研究センター提供データ



写真1 リンゴの高温による主な影響
杉浦俊彦氏（農業・食品産業技術総合研究機構）より
※農林水産省「農業生産における気候変動適応ガイド りんご編」より引用



写真2 日焼けしたリンゴ
※農林水産省「令和元年地球温暖化影響調査レポート」より引用

令和6年度事業の実施内容

将来予測モデルの構築

- 国立環境研究所気候変動適応センター及び国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構へ、予測モデルに使用するデータ等についてヒアリングを実施。
- 予測モデル構築に当たっては、有識者ヒアリングの結果を反映させた。

◆有識者ヒアリング（1）

- 日 時 令和7年1月10日
- 相手方 国立環境研究所気候変動適応センター
岡 気候変動影響観測研究室長、岡田 主任研究員、阿久津 チーフコーディネータ、田中 コーディネータ、齋藤 氏
- 参加者 県環境共生課、県環境創造センター、福島大学川越教授
- 内 容
 - ・ リンゴ（ふじ）の着色不良及び日焼け果の発生率に係る将来予測条件の内容は問題ない。
 - ・ 農林水産省レポートによると、全国で2、3割の都道府県でリンゴの被害が発生しているとのことであり、本将来予測のニーズは高いと思われる。
 - ・ リンゴの被害に係る将来予測モデル構築事例は少ないので、予測モデルの検証が重要であり、検証に当たっては、実際の被害データと予測モデルの予測とを比較することが基本である。

◆有識者ヒアリング（2）

- 日 時 令和7年1月10日
- 相手方 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 果樹茶業研究部門
杉浦 主任研究員、今井 氏
- 参加者 県環境共生課、県環境創造センター、福島大学川越教授
- 内 容
 - ・ リンゴの着色に影響を与えるのは、気温の寒暖差ではなく気温の低さ。ある程度気温が低い方がアントシアニン含有量は増加し、着色が進む。ただし低すぎではだめで、適温がある。
 - ・ 果実表面温度の上昇の主な原因としては、気温が関係してくる。
 - ・ 将来予測では、気温のみをパラメータとし、気温上昇による果実表面温度の変化を考えるとよいのでは。

令和6年度事業の実施内容

将来予測モデルの構築【着色不良発生率】ふくしま

- リンゴの着色の要因となるアントシアニン含有量と気温の関係性を把握するため、生育日数と生育期間の平均気温における年別のアントシアニン含有量を分析。
- 生育日数と生育期間平均気温が同様でもアントシアニン含有量に相違がある年を確認。

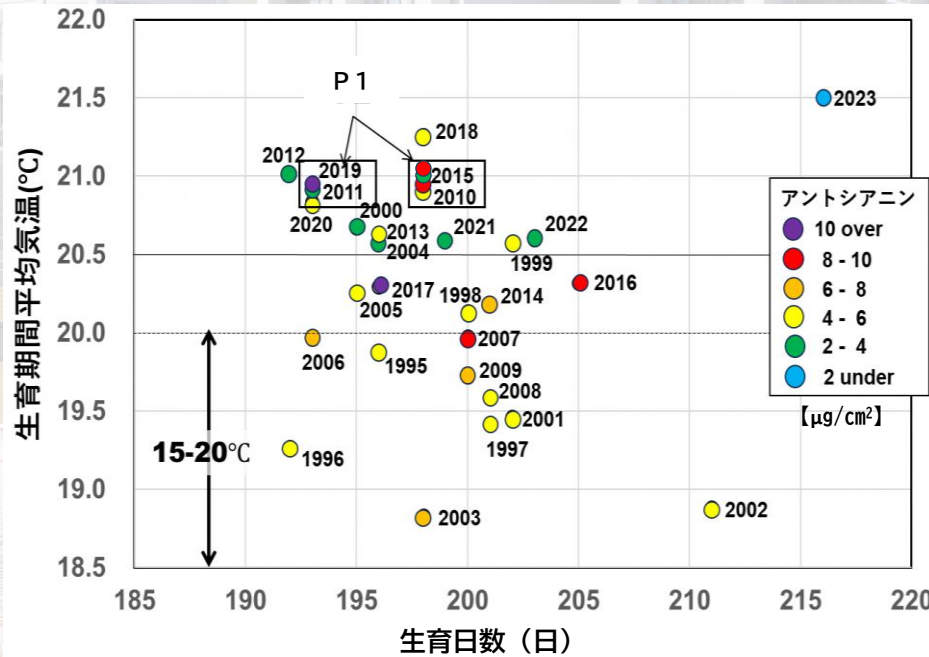


図1 年別のアントシアニン含有量の生育日数と生育期間平均気温の関係

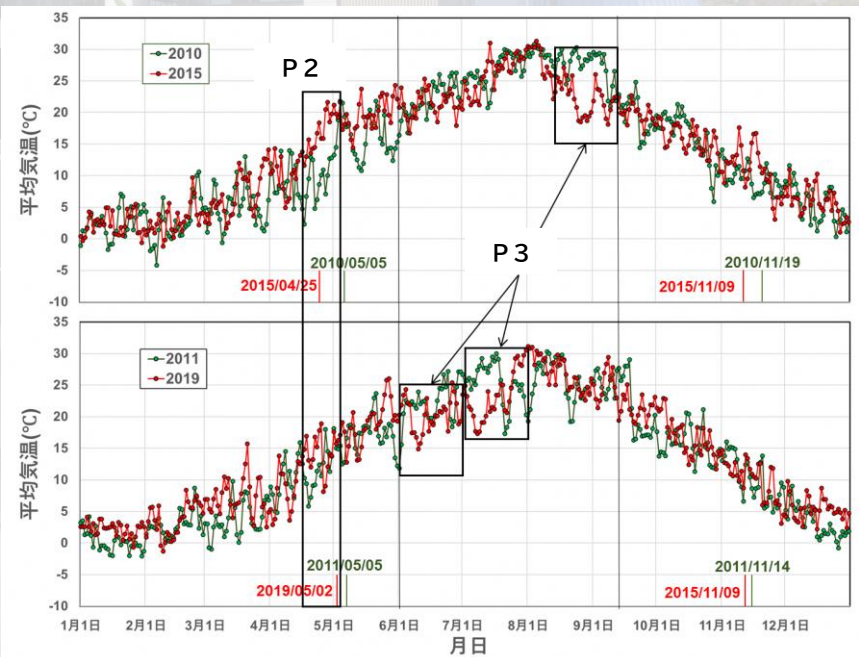


図2 2010年と2015年及び2011年と2019年の日平均気温の比較

- 生育期間平均気温が20.5°C以下の場合にアントシアニン含有量が高くなる傾向がみられた。
- 生育日数と生育期間平均気温がほぼ同じでアントシアニン含有量が異なる年（2010年と2015年、2011年と2019年）を抽出し、要因を分析。

- 2010年と2015年、2011年と2019年をそれぞれ比較すると、アントシアニン含有量の多い年（2015年、2019年）は4月末の平均気温は高いが、5月から9月の夏期に平均気温が下がるタイミングがあった。

※図1・図2 県農業総合センター果樹研究所提供データ、気象庁（アメダス）データをもとに作図

- アントシアニン含有量と生育日数の相関性について、アントシアニン含有量測定開始時期以降、年毎に一定の勾配を確認。
- 年毎のアントシアニン含有量について、5～9月平均気温と生育期間平均気温との相関を確認。

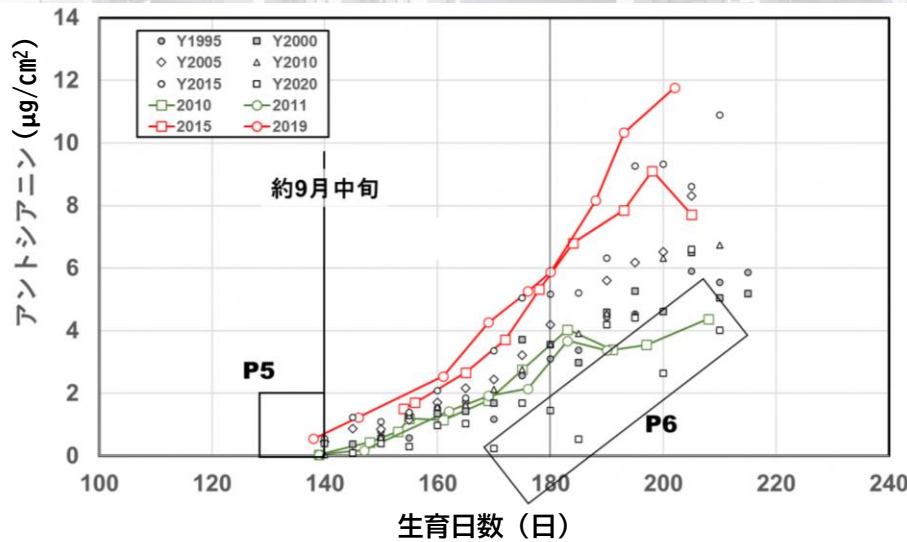


図3 年毎の生育日数とアントシアニン含有量の関係

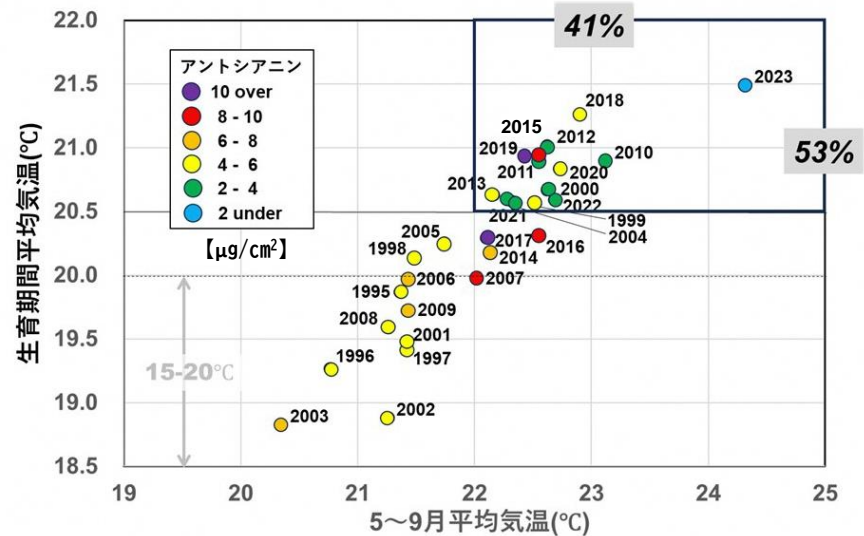


図4 年毎のアントシアニン含有量の5～9月平均気温と生育期間平均気温との関係

- 2015年・2019年は、2010年・2011年と比較すると、測定開始時期（生育日数140日頃）のアントシアニン含有量が多く、生育日数に対するアントシアニン含有量の勾配も大きかった。
- 図2、図3より、アントシアニンの含有は、9月よりも早い段階で差が生じる可能性があると考え、5～9月の平均気温も解析に利用することとした。
- なお、差が大きくなる生育日数180日以降のアントシアニン含有量の勾配にも着目し、今後の検証も必要。

- 年毎の収穫始期のアントシアニン含有量について、5～9月平均気温と生育期間平均気温をプロットした結果、一定の相関が確認されたため、過去のアントシアニン含有量の傾向から、収穫(始)期のアントシアニン含有量が4 µg/cm²以上を正常な着色とみなした場合の着色不良発生率を図4に示す。
- 5～9月平均気温が22°C以下、又は生育期間平均気温20.5°C以下の領域では、アントシアニン含有量が4 µg/cm²以上であり着色が安定している。

- 収穫(始)期のアントシアニン含有量をもとに、5～9月平均気温と生育期間平均気温の相関から将来予測を実施。
- 2050年頃は、いずれのシナリオにおいても、着色不良（アントシアニン含有量4 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 未満）が生じるため、適応策を講じる必要がある結果となった。

◆リンゴ（ふじ）の着色不良発生率 将来予測モデル

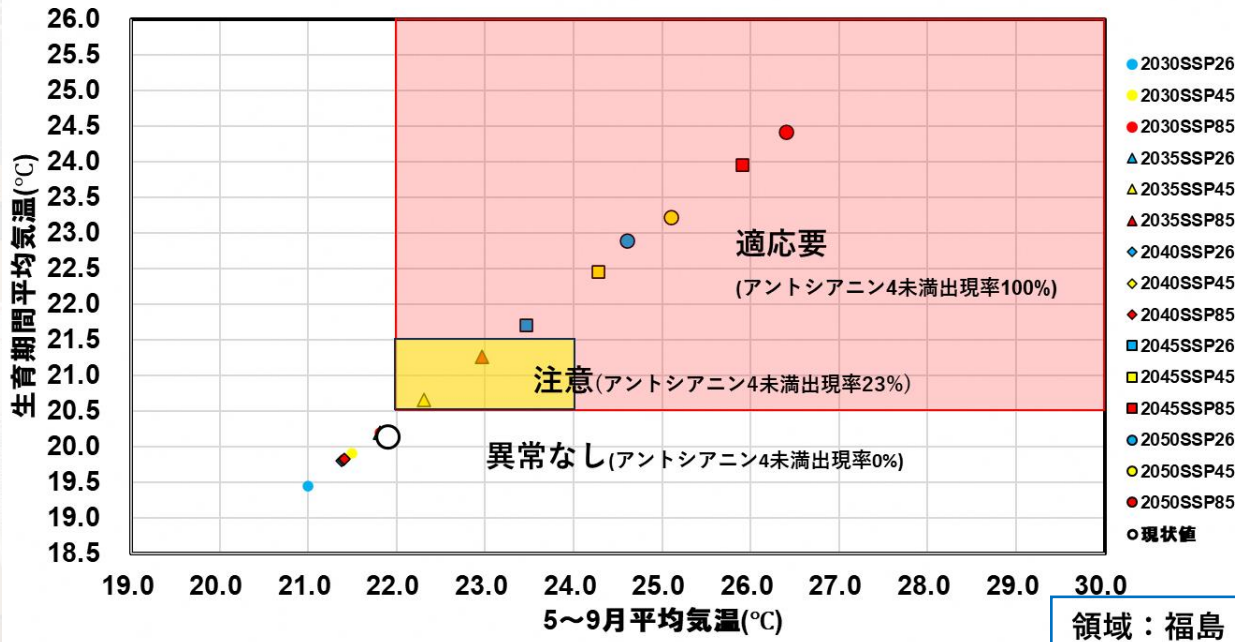


図5 福島市におけるリンゴ（ふじ）の着色不良における将来予測

- 分析により算出した、収穫(始)期のアントシアニン含有量をもとにした5～9月平均気温と生育期間平均気温の相関から、5～9月平均気温が22.0～24.0°C、生育期間平均気温20.5～21.5°Cのエリアを「注意」、それ以上のエリアを「適応要」とした。
- 予測の結果、早ければ2045年頃いずれのシナリオにおいても「適応要」となり、適応策を講じなければ着色不良が生じることがわかった。

- ◇ 今回の予測モデルは、着色不良の有無と気温との相関を解析した基盤的なもの。
- ◇ 生育ステージを考慮した詳細な分析、検証が重要。

令和6年度事業の実施内容

将来予測モデルの構築【日焼け果発生率】

- 先行研究を行っている富山県果樹研究センターより、リンゴ表面温度データの提供をいただき、表面温度と気温との相関を分析。
- 果実表面温度と気温の相関を線形モデル化。

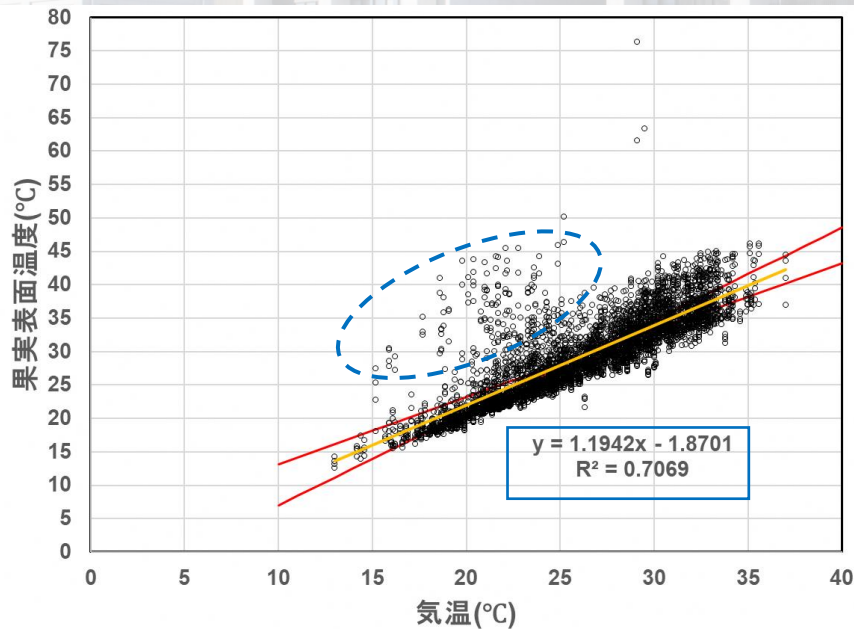


図6 果実表面温度と気温との関係①

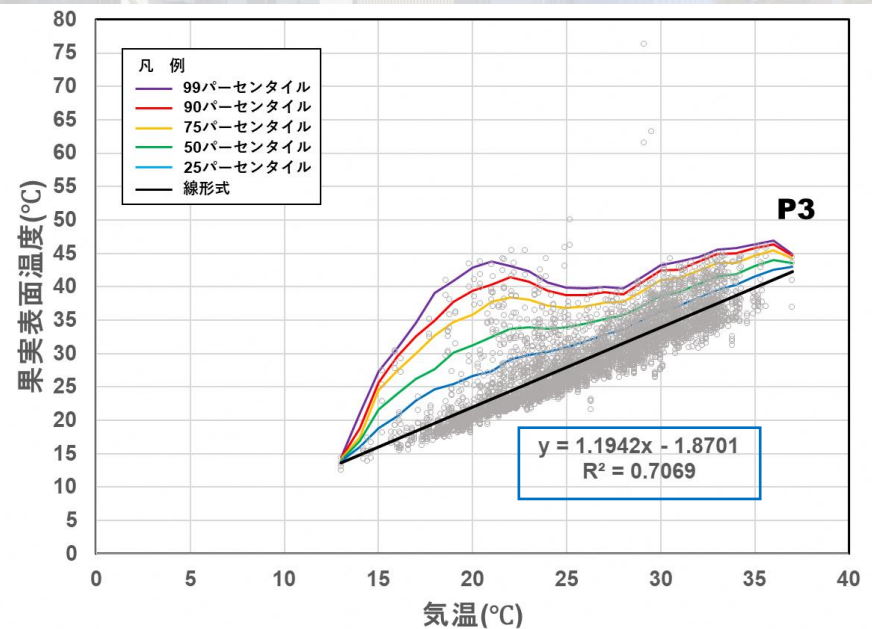


図7 果実表面温度と気温との関係②

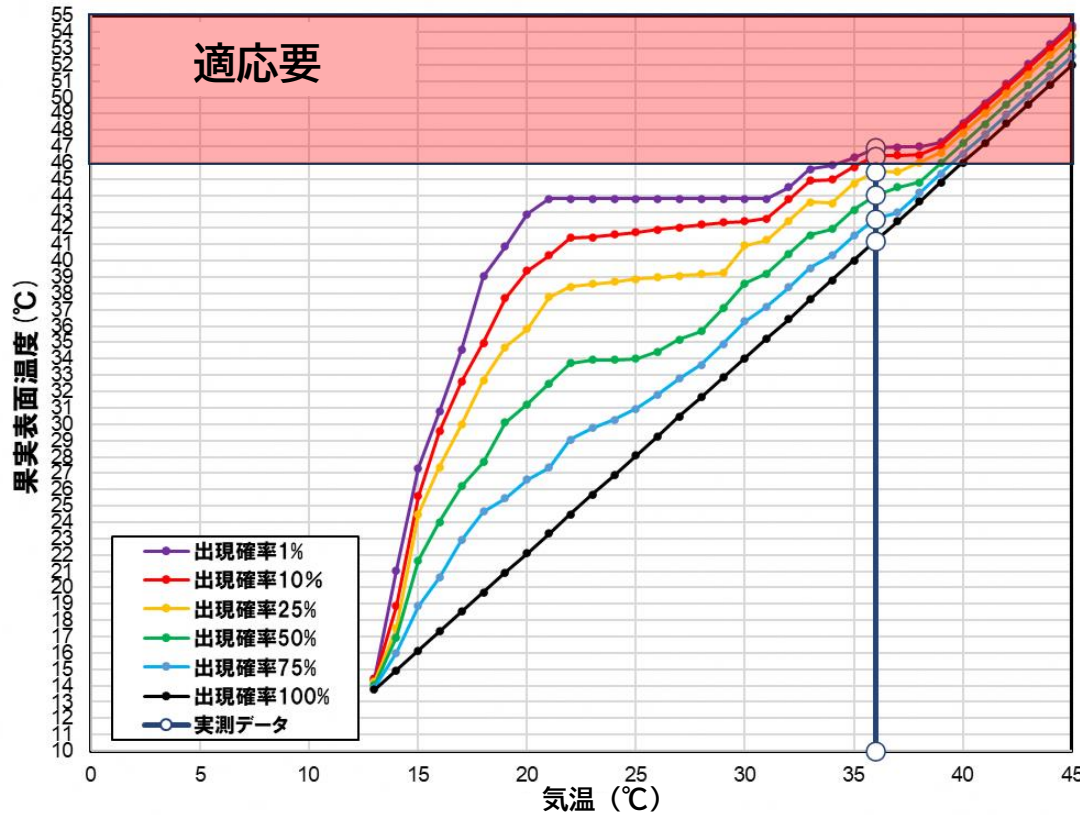
- 6時～18時までの1時間毎の果実（リンゴ）表面温度と気温をプロット。
※果実表面温度は10分ごとのデータの最高値を採用
- 結果を線形モデル化するとともに、ばらつきが大きい、気温15～25°C付近の結果（青破線丸部）を考慮。

- 気温15～25°C付近の外れ値をパーセンタイル曲線で示すことばらつきを考慮。
- 将来予測には、線形モデル式とパーセンタイル曲線を利用。

※図6・7 富山県果樹研究センター提供データ、気象庁（アメダス）データをもとに作図

- 果実表面温度と気温との相関を線形モデルとパーセントイル曲線で示し、将来予測モデルを構築。
- 文献から果実表面温度が46℃以上になると日焼け果が発生すると仮定した。

◆リンゴ（ふじ）の日焼け果発生率 将来予測モデル



- リンゴの日焼け果は、一般に果実表面温度が一定の閾値を超えると発生するとされている。
- 文献※によると、日光下で果実表面温度が46℃～49℃に1時間維持されると褐色に変色する。
- このことから、閾値を46℃に設定し、任意の気温における果実表面温度を予測できるモデル式を構築した。
- 例として、気温が36℃の場合、日焼け果は10%の確率で発生する結果となった。

- ◇ 今回の予測モデルは、気温のみをパラメータとした基盤的なもの。
- ◇ 果実表面温度や実際の日焼け果発生率のデータを収集し、予測モデルとの比較を通じた検証が重要。

図8 リンゴ（ふじ）の日焼け果発生率における将来予測

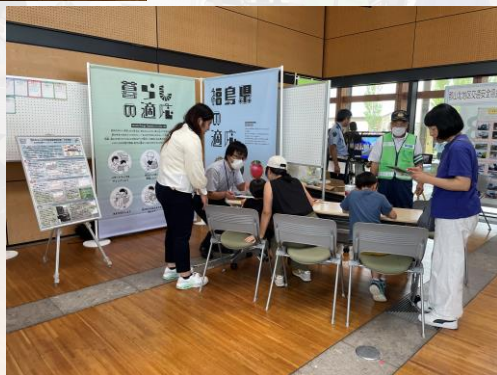
※Schrader LE, Zhang J, Duplaga WK, 2001: Two types of sunburn in apple caused by high fruit surface (peel) temperature. Plant Health Progress. (doi:10.1094/PHP-2001-1004-01-RS.)

令和6年度事業の実施内容 情報発信

- 環境イベント等において、令和5年度事業で作成した成果ポスターを展示するとともに、県気候変動適応センターとしてミライ地球ガチャの出展を通じて情報発信を行った。

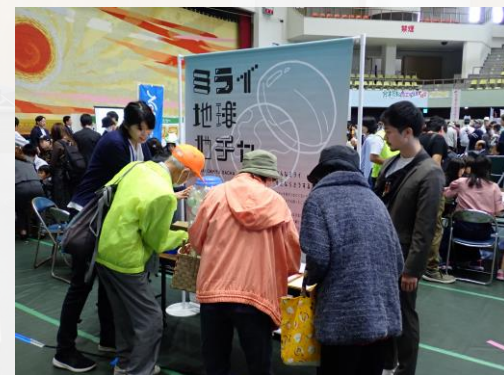
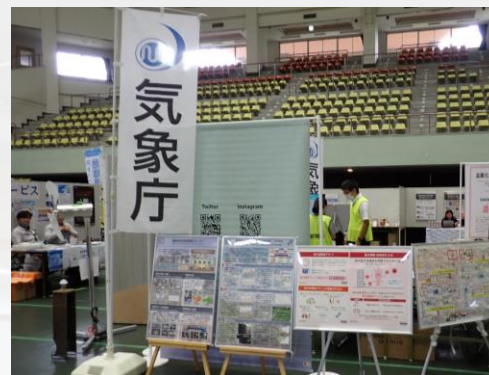
第17回農業総合センターまつり

- 日時 令和6年9月6日、7日
- 場所 県農業総合センター（郡山市）



環境フェスタ× ふくしまゼロカーボンDAY! 2024 in あいづ

- 日時 令和6年10月12日
- 場所 鶴ヶ城体育館（会津若松市）



令和6年度事業の実施内容 情報発信

みんなの市民活動交流フェスタ2024× ふくしまゼロカーボンDAY! 2024 in こおりやま

- 日時 令和6年10月13日
- 場所 AGCエレクトロニクス 郡山カルチャーパーク (郡山市)



そなえる・ふくしま2024

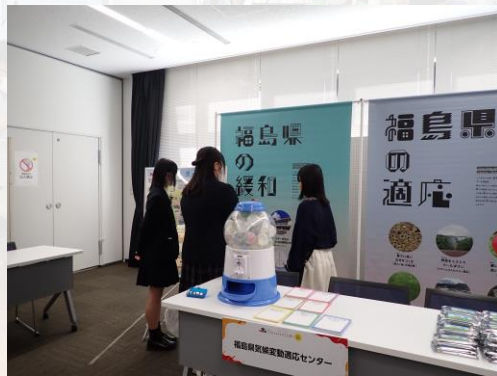
- 日時 令和6年11月2日
- 場所 ビッグパレットふくしま (郡山市)



令和6年度事業の実施内容 情報発信

コミュタン福島スタディキャンパス2024 in Autumn

- 日時 令和6年11月3日、4日
- 場所 県環境創造センター交流棟「コミュタン福島」（三春町）



イオン ブラックフライデー× ふくしまゼロカーボンDAY! in いわき

- 日時 令和6年11月24日
- 場所 イオンモールいわき小名浜（いわき市）





ご清聴ありがとうございました。

