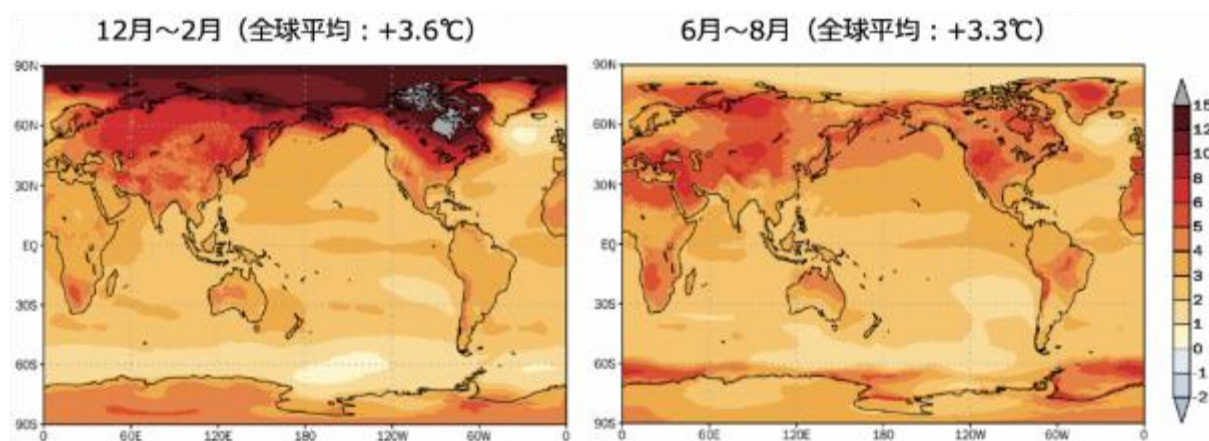


地球温暖化に対応した農林水産研究開発ビジョン

第3版（案）



21 世紀末の地上気温変化の季節による違い

気象庁「日本の気候変動 2025」より引用

令和 7 年 月

山形県農林水産部

目 次

1	ビジョン策定の背景とその方針	1
2	想定する気候変動	
(1)	過去の気候変動	2
(2)	未来の気候変動	
①	世界・日本レベルの予測	4
②	山形県レベルの予測	5
3	農林水産業への温暖化の影響と研究開発	
(1)	国内農林水産業への地球温暖化の影響	6
(2)	本県農林水産業への地球温暖化の影響	7
(3)	研究開発の推進方向	8
(4)	本県が取り組む重点研究領域	8
(5)	作物・分野別の温暖化の影響と温暖化に対応した研究開発課題	
①	水稻	9
②	畑作物	11
③	果樹	13
④	野菜	15
⑤	花き	17
⑥	畜産	19
⑦	水産	21
⑧	森林	23
(6)	重点研究領域の研究展開方向	
	＜重点研究領域1 温暖化対応品種開発＞	
	温暖化対応品種開発	24
	＜重点研究領域2 新規作物等導入＞	
①	暖地型作物導入	26
②	新規魚種漁獲	27

＜重点研究領域3 高温対策技術開発＞

- ① 水稻の高温対策・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 28
- ② 園芸作物の高温対策・・・・・・・・・・・・・・・・ 29

＜重点研究領域4 温室効果ガス排出抑制＞

- ◆温室効果ガス排出抑制技術開発・・・・・・・・・・ 30

改定の趣旨

本県では平成22年3月に策定した「地球温暖化に対応した農林水産研究開発ビジョン」において、温暖化への技術的な対応を「適応策」「活用策」「防止策」の3つの方策に区分し、さらに本県が取り組むべき重点研究領域を設定して研究開発に取り組んできた。

令和3年～5年にはIPCC第6次報告書が発表され、この中で人間の活動が主に温室効果ガスの排出を通じて地球温暖化を引き起こしてきたことには疑う余地がないことや、気温が過去に例をみないほど上昇して極端な気象現象が増加していること、この10年間で実施する温暖化への対策は現在から数千年先まで影響を持つこと等が報告された。

本県では、令和3年春季に凍霜害による果樹の結実不良が発生、令和5年には夏季の異常高温による水稻の品質低下など、各農作物における収量及び品質の低下や養殖魚の斃死が発生した。さらには、令和6年6月の高温によるさくらんぼの高温障害や7月の豪雨による最上・庄内地域での河川の氾濫、農地の冠水、浸水、土砂流入など農林水産業に深刻な気象災害が頻発している。

これらの状況を鑑み、以下の方針で本ビジョンの改定を行った。

- 1 気候変化に関する情報や農林水産業への影響については、できる限り最近の情報に基づき整理する。
- 2 研究開発を「短期」「中・長期」の2つの視点、「適応策」「緩和策」の2つの方策で推進する。
- 3 各分野の研究項目のうち、4つの重点研究領域と6つの研究展開方向を設定し、重点的に研究開発に取り組む。

1 ビジョン策定の背景とその方針

■ビジョン策定の背景

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）^{*1}の第6次評価報告書^{*2}では、「人間活動が主に温室効果ガスの排出を通して地球温暖化（以下「温暖化」という。）を引き起こしてきたことには疑う余地がない。」と報告された。

さらに、「気候変動がすでに水や食料安全保障に悪影響を及ぼしており、将来的なリスクは、干ばつ、洪水及び熱波の強度と頻度の増大と、海面水位の上昇により高まることが予想され、気温が上昇するほどその深刻性が増大する」「これからの10年間で速やかに効果的な適応策を講じ、緩和策をあわせて促進することが必要である」と指摘している。

温室効果ガスの増大によって温暖化は加速度的に進行しており、気候変動が本県の農林水産業にも影響を及ぼして与えていることから、各分野において早急な対策が求められている。

■ビジョン策定の方針

今後、年平均気温は変動しながら、かつて人類が経験したことのない急激な気温上昇が予測されている。そのため、短期的には高温や低温等の極端な気象現象に対応する技術開発を推進する。そのうえで長期的には、かつてない平均気温の上昇に対応する技術開発を推進していく必要がある。また、果樹育種等の研究開発は15年以上の期間を要し、育成された品種の普及には30年近い期間を要することから、本研究開発ビジョンではおおよそ50年後の気候変動を想定するものとする。さらに、温暖化への対応技術開発は、広範囲な分野において相互に関連したグローバルな課題であることを踏まえ、県として戦略的な研究が必要である。

本研究開発ビジョンは、令和7年からの10年間を推進期間とし、温暖化によって想定される影響を整理しながら、対応技術の研究の方向性を取りまとめた。本ビジョンに基づく研究開発を推進し、将来においても本県農林水産物の持続的な安定生産を実現して、食料供給県として更なる発展を目指す。

^{*1} IPCC：人為起源による気候変化、影響、適応及び緩和策に関し、科学的、技術的、社会経済学的な見地から包括的な評価を行うことを目的として、1988年に世界気象機関（WMO）と国連環境計画（UNEP）により設立された組織。

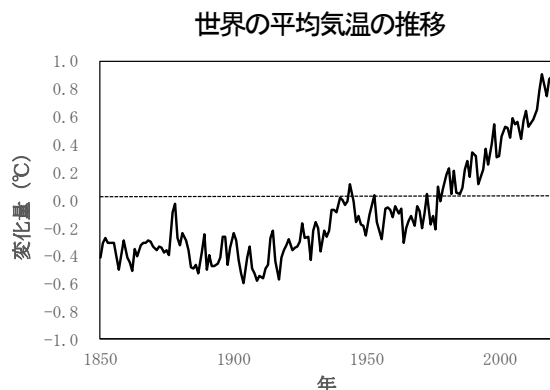
^{*2} 気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第6次評価報告書（2018～2023年 IPCC）：三つの作業部会報告書（自然科学的根拠、影響・適応・脆弱性、気候変動の緩和）及び関連する特別報告書の内容を分野横断的に取りまとめた統合報告書から構成。

2 想定する気候変動

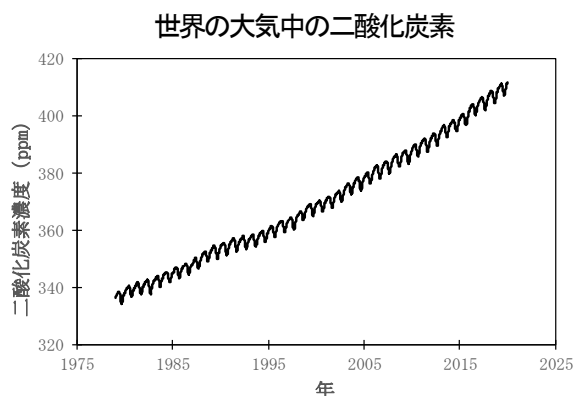
(1) 過去の気候変動

■世界レベル

IPCC 第6次評価報告書によると、世界の平均気温は、1850年から2020年までの間に、 1.09°C 上昇しており、温暖化は加速度的に進行している。温室効果ガスの一つである二酸化炭素は、工業化以前には約280ppmであったものが、2021年には416ppmとなり、約1.5倍になっている。



IPCC 第6次評価報告書 WG1 資料(2021)より作成
変化量は、1961年～1990年の平均からの差

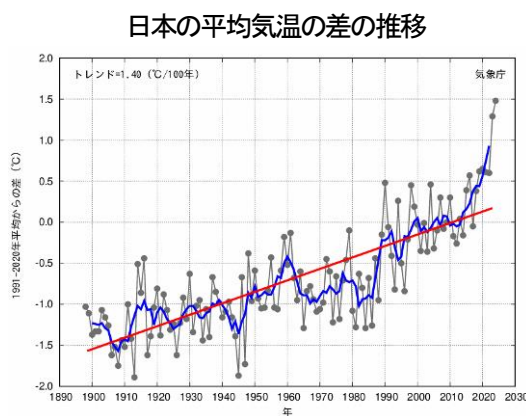


アメリカ海洋大気庁(NOAA)月例
世界平均二酸化炭素報告より作成

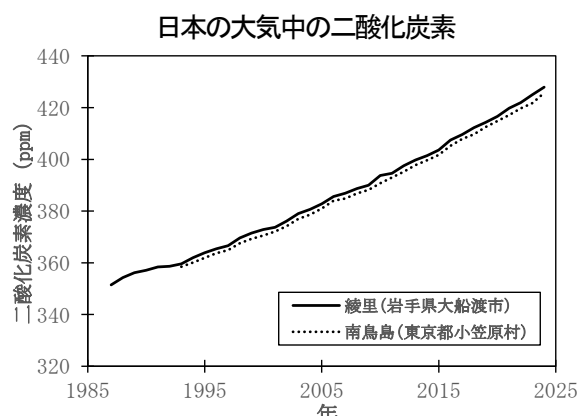
■日本レベル

気候変動監視レポート2025^{*3}によると、日本の平均気温は1898年から2024年の間に100年当たり 1.40°C 上昇している。特に1980年代後半から急速に気温が上昇し、顕著な高温を記録した年は1990年代以降に集中している。日本の観測地点においても、二酸化炭素濃度の上昇が確認されており、2022年には年平均濃度が420ppmを超える値を観測している。

また、日本近海の平均海面水温は上昇傾向で、2024年までのおよそ100年間で 1.33°C 上昇しており、北太平洋全体の平均 0.65°C よりも大きな値となっている。



気象庁ホームページ^{*4}から引用
変化量は、1991年～2020年の平均からの差



気象庁の環境情報温室効果ガスの
大気中二酸化炭素濃度の年平均値より作成

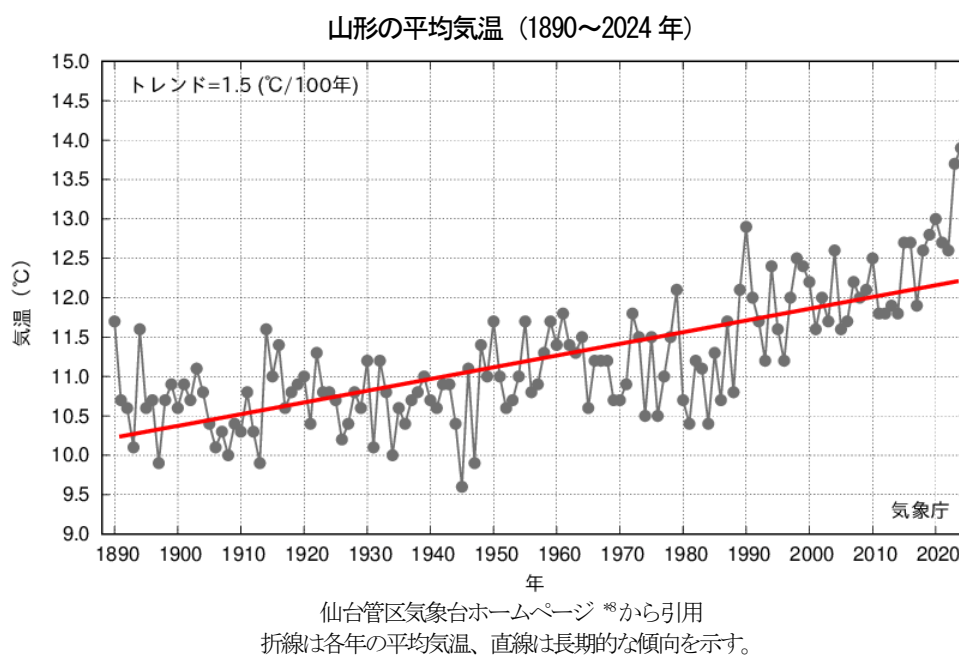
^{*3} 気象変動監視レポート2025：気象庁が毎年刊行している、気候、海洋、大気環境の観測・監視結果をとりまとめたレポート。

^{*4} 気象庁ホームページ「日本の気候変動2025 第4章気温」：
https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/cc/j/2025/sozai/sozai_index.html

■山形県レベル

山形、酒田の年平均気温はともに上昇傾向であり、山形では1890年以降2023年までの100年あたり1.4℃上昇している。仙台管区気象台・山形地方気象台の報告^{*5}によると、近年、猛暑日^{*6}が増加（100年あたり4日増加）しており極端に暑い日が増えているほか、30mm/時間以上の大雨発生回数は、約30年で1.9倍に増加している。冬日^{*7}は減少傾向だが、最深積雪に変化傾向はみられていない。

また、気象庁のレポート^{*3}によると、庄内沖を含む日本海中部海域の平均海面水温は2024年までのおよそ100年間で1.94℃上昇しており、日本近海で最も大きい上昇幅である。



年平均気温、海面水温の100年間あたり変化量

	世界	日本	山形
年平均気温	+0.76℃	+1.35℃	+1.4℃
海面水温	+0.64℃ (北太平洋平均)	+1.28℃ (日本近海平均)	+1.94℃ (日本海中部海域)

気候変動監視レポート2023から作成

データ期間：世界気温 1891-2023、日本気温 1898-2023、山形気温 1890-2023
世界水温 1891-2023、日本水温 1908-2023、山形水温 1900-2023

^{*5} 山形県の気候変動（令和7年3月 山形地方気象台・仙台管区気象台）：「日本の気候変動2025」の、山形県に関する概略のリーフレット。

^{*6} 猛暑日：日最高気温が35℃以上の日。 ^{*7} 冬日：日最低気温が0℃未満の日。

^{*8} 仙台管区気象台ホームページ「東北地方のこれまでの気候の変化（観測成果）」：

<https://www.data.jma.go.jp/sendai/knowledge/climate/region/tohoku/observation.html>

(2) 未来の気候変動

①世界・日本レベルの予測

■世界レベル

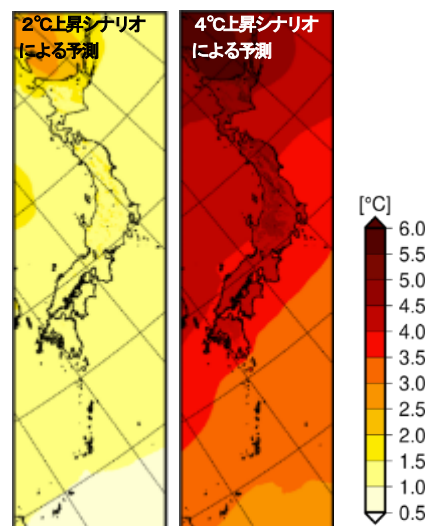
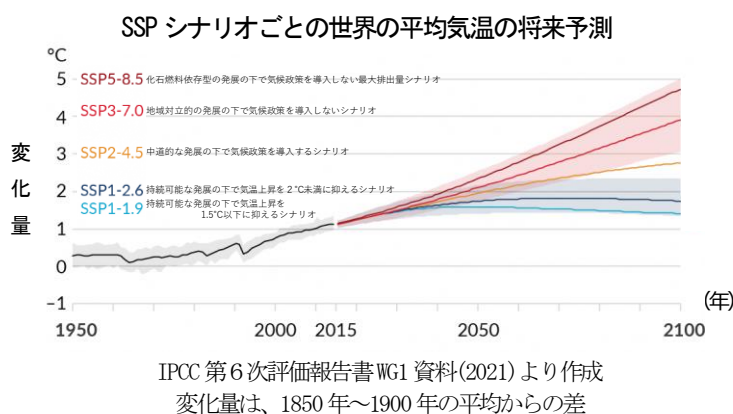
IPCC 第6次評価報告書で示されている5つのSSPシナリオ^{*9}によれば、世界の今世紀末の平均気温は、工業化前と比べて1.0～5.7℃上昇すると予測している。21世紀半ばに二酸化炭素の排出量を実質ゼロに抑える最善シナリオ(SSP1-1.9)においても、2021～2040年の気温上昇が1.5℃に達する可能性がある。化石燃料依存型の発展の下で気候政策を導入しない最大排出シナリオ(SSP5-8.5)では、今世紀末までに3.3～5.7℃気温が上昇すると予測されている。また、熱波や干ばつ、大雨などの極端な気象現象の発生頻度が上昇し、農業生産性の変化や深刻な食糧不足をもたらすと想定される。

■日本レベル

日本の気候変動2025の報告^{*10}によると、日本の今世紀末の平均気温は、20世紀末と比較して、世界平均気温の2℃上昇シナリオで1.4℃、世界平均気温の4℃上昇シナリオでは4.5℃上昇すると予測されている。いずれのシナリオでも今世紀末は20世紀末と比較して猛暑日の増加や冬日の減少、大雨や短時間強雨の頻度の増加が見込まれ、特に4℃上昇シナリオではこれらの変化量が増加するだけでなく、無降水日の増加も見込まれている。

東北地方においても、2℃上昇シナリオで1.4℃、4℃上昇シナリオで4.6℃気温が上昇し、季節ごとでは冬の気温上昇が最も大きくなると予測されている。そのため、冬日や真冬日は減少し、年最深積雪が減少すると考えられている。

21世紀末における20世紀末の気温との差



気象庁「日本の気候変動2025」より引用

^{*9} SSPシナリオ: 将来の社会経済の発展の傾向を仮定した共有社会経済経路(SSP)シナリオと放射強制力(温室効果ガスや大気汚染物質の排出量)を組み合わせた将来の気候変動の予測。「SSP x-y」として表され、xは5種のSSP(1:持続可能、2:中道、3:地域対立、4:格差、5:化石燃料依存)、yは2100年ごろのおよその放射強制力を表す。

^{*10} 日本の気候変動2025-大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書(2025年、文部科学省・気象庁): これまでの気象変化と2つのRCP(2100年ごろの放射強制力)シナリオによる将来の気候予測についての報告書。パリ協定の世界平均気温2度目標が達成された場合の2℃上昇シナリオ(RCP2.6)と現時点を超える追加的な緩和策を取らなかった場合の4℃上昇シナリオ(RCP8.5)により将来の気候を予測している。

②山形県レベルの予測

山形地方気象台と仙台管区気象台の報告では、21世紀末までに真夏日や熱帯夜の増加、短時間の強雨頻度の増加が見込まれている。また、山形県を含む東北地方日本海側では、年最深積雪が減少する見込みだが、短時間でまとまって降る雨や雪の量は多くなる傾向で、稀に降る大雪のリスクが低下するわけではないため、雪害への対応は今後も必要であると考えられる。日本海中部海域の海面水温は、気候予測シナリオによらず上昇すると見込まれている。

なお、気候変動適応情報プラットフォーム^{*11}によると、採択する気候モデルにより異なるが、化石燃料依存型の温室効果ガス最大排出シナリオ（SSP5-8.5）では、今世紀末の気温は2020年代と比較して3～5℃程度上昇する可能性がある

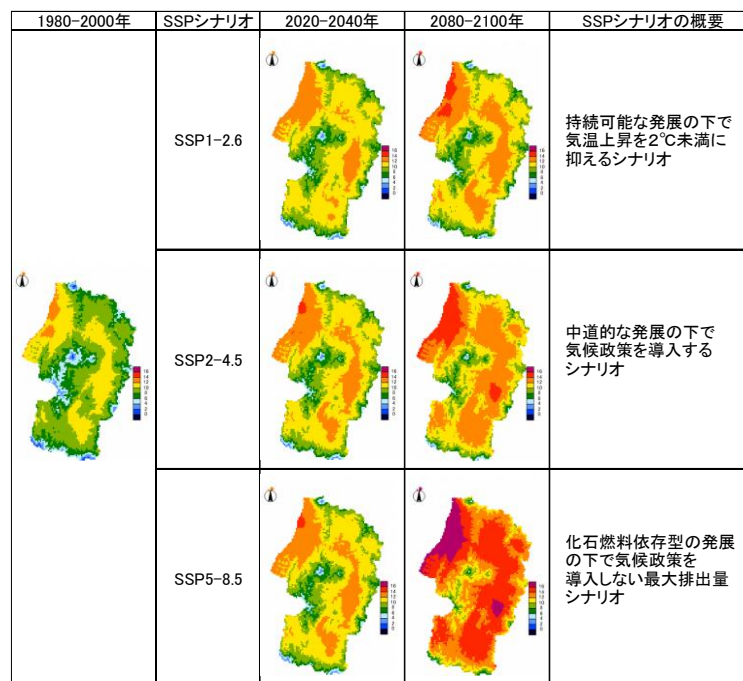
20世紀末（1980-1999年）から21世紀末（2076-2095年）までの約100年間に起きると予測される変化

予測シナリオ	山形県		東北地方	東北地方日本海側	日本海中部海域
	年平均気温	真夏日	1時間に30mm以上の強い雨が発生する頻度	年最深積雪	海面水温
2℃上昇シナリオ（PCR2.6シナリオ）	1.5℃上昇	約10日増加	1.7倍に増加	31%減少	1.32℃上昇
4℃上昇シナリオ（RCP8.5シナリオ）	4.7℃上昇	約43日増加	3.1倍に増加	68%減少	4.01℃上昇

出典：「山形県の気候変動」（令和7年3月 山形地方気象台・仙台管区気象台）

「日本の気候変動2025」（令和7年3月 文部科学省・気象庁）

（参考）気候モデルMIROC6を用いた将来の山形県の平均気温



気候変動適応情報プラットフォームホームページ ^{*11} から引用

^{*11} 気候変動適応情報プラットフォーム(A-PLAT : <https://adaptation-platform.nies.go.jp>) : 気候変動による悪影響を抑制・回避し、正の影響を活用した社会構築を目指す施策を進めるための参考情報を発信する情報基盤。国立研究開発法人国立気象研究所が運営。

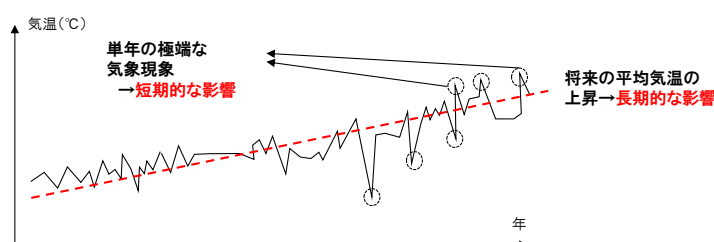
3 農林水産業への温暖化の影響と研究開発

(1) 国内農林水産業への地球温暖化の影響

温暖化による気温の上昇は、かつて人類が経験したことのない急激な勢いで、その変動幅を大きくしながら上昇すると予測されていることから、高温だけでなく低温による農林水産業への影響も考慮しなければならない。特に春先の寒の戻りによる霜害や夏季の冷害等の発生増加が懸念される。このように短期的には極端な気象現象の発生が、長期的には温暖化による高温が農林水産業に大きな影響を及ぼすと考えられる。また、温暖化の進行に伴って、極端な気象現象の発生頻度が高くなると考えられる。

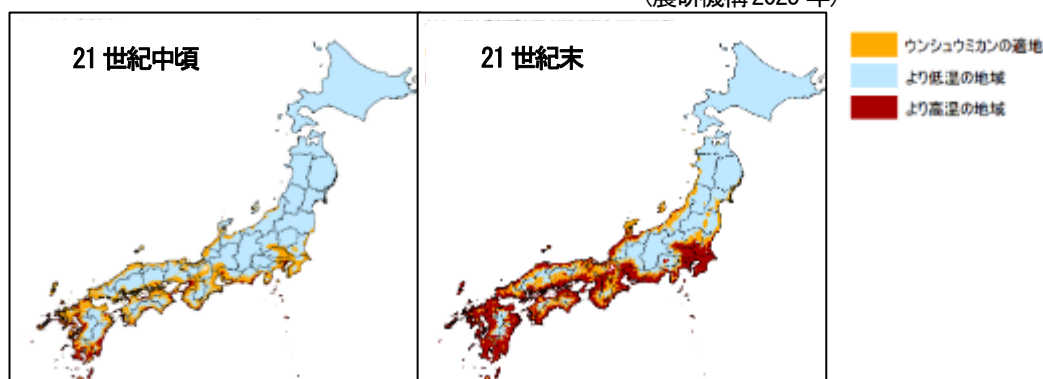
長期的に見た温暖化による国内農林水産業への影響は、高温による「栽培・飼育環境の不適化」や「高温障害」等のマイナスの影響が想定される一方で、これまで栽培できなかった暖地型作物が栽培できるようになる等の「栽培環境の好適化」等のプラスの影響も考えられる。例えば、温州みかんの栽培適地は、これまで栽培されなかった日本海側沿岸部や太平洋側内陸部に拡大すると見込まれている。また現在は、栽培適地が南西諸島や伊豆・小笠原諸島などを栽培適地とする亜熱帯果樹のアボカドについても本州などに適地が拡大し、現在の温州みかんの産地の適応策の一つとして有効になると考えられている。

温暖化の短期的・長期的影響のイメージ



温州みかん栽培適地の変化

(農研機構 2025 年)



21 世紀中頃までは気温上昇を 2°C 未満に抑えるシナリオ (SSP1-RCP2.6)、それ以降は化石燃料依存型の温室効果ガス最大排出シナリオ (SSP5-RCP8.5) の場合の予測。橙染が栽培適地 ($15^{\circ}\text{C} \leq 20$ 年平均気温 $\leq 18^{\circ}\text{C}$ かつ年最低気温 $< -5^{\circ}\text{C}$ となる年が 20 年で 4 年以下)

農研機構「ウンシュウミカン・アボカドの適地移動予測マップ」より引用

(2) 本県農林水産業への地球温暖化の影響

①短期的な影響

水稻・畑作物では、高温日数の増加による生産物の品質及び収量の低下が生じる。果樹では、晩霜や開花期の低温による結実不良、夏秋期の高温による着色不良や着色遅延、果肉障害で品質・収量の低下が発生する。野菜・花きでも各品目で高温障害の発生や大雨、雹など極端な気象現象の発生による収量・品質の低下や病害が多発する。畜産では飼料作物の生育不良、水産では沿岸水温の変動による資源量の変動、森林では病虫害の拡大等の影響を受ける。

③ 長期的な影響

各作物・分野で悪影響が想定され、高温障害の発生頻度増加が見込まれる。そのため、水稻では播種・移植時期を変えることで登熟期間が高温とならないよう出穂期を遅らせる作型に変化する可能性がある。果樹では暖冬による休眠不全などを原因とする不発芽や開花の不揃いに伴う結実不良の発生、野菜では作型が大きく変化することにより、西南暖地のような作型に変化する可能性がある。また、畜産では生産性（乳量・乳質、増体重、産卵数）や繁殖成績の低下、水産では魚類相、漁場、漁期の変化、森林では植生^{*13}の変化やスギの雄花の着花量の増加による花粉飛散量の拡大などが見込まれる。そのほか、雑草や病害虫、魚病の発生様相の変化と発生量の増加や新規病虫害の発生が懸念される。一方で、新規作物・樹種の栽培の可能性拡大や作期の拡大等の好影響も期待される。

本県農林水産業への温暖化の影響

分野	近年みられている悪影響	今後懸念される悪影響	期待される好影響
水稻	高温による登熟障害	作型の変化（従来作型の不適応） 高温による不稔粒 ^{*12} の発生	作期の拡大
果樹	晩霜害、日焼け等果実障害や 着色不良の発生	不発芽 開花の不揃い及び結実不良	常緑果樹、甘柿の栽培 日本なし等の晩生種の高品質化
野菜	雹害、果菜類の日焼け	作型の変化（従来作型の不適応）	さつまいも等の栽培、収量増加
畜産	飼料作物の生育不良	生産性（乳量、乳質、増体重等）、 繁殖率の低下	暖地型牧草の栽培 飼料作物の二毛作
水産	冷水性魚種の資源量の減少	魚類相、漁場、漁期の変化に 伴う漁獲量の減少	暖水性魚種の資源量の増加
森林	病虫害の拡大 山菜の晩霜害発生	植生の変化（ブナ、ナラ帯の減少） スギ雄花着花量増加	植生の変化（早生樹の拡大）

^{*12} 不稔粒：低温の他、高温や乾燥、塩分ストレスなど異常環境により受粉が阻害され、実らなくなったモミ。

^{*13} 植生：ある対象地域に生育している植物の集団の状態。

（３）研究開発の推進方向

本県の農林水産業に及ぼす温暖化の影響を適切に評価して研究開発を行う。既に影響が発生している分野もあるため、温暖化に対応した研究開発は、速やかに（５年以内に）取り組むべき「短期的」視点と、今後の技術開発や温暖化の更なる進行に応じて必要となる「中長期的」視点に分けて取組を進める。対応策としては、温暖化の悪影響の回避や軽減、気候変動のプラスの影響を活用する「適応策」、温暖化の原因である温室効果ガスの削減や二酸化炭素の吸収量・貯留量を増やす「緩和策」の２つの方策に取り組む。また、研究開発を加速するため、大学や民間企業と連携した研究開発を積極的に行う。

対応策	主要展開分野
適応策	「モニタリング(生育・病害虫・沿岸環境等)」「予測技術開発(農林水産業への影響予測)」、「適応品種開発」「栽培・飼育・漁獲技術開発」「新規作物・魚種等導入」
緩和策	「インベントリ調査 ^{*14} (土壌・森林・海洋)」、「温室効果ガス排出量削減技術・省エネ技術開発」、「炭素固定・貯留技術開発」、「化学肥料使用量削減、有機栽培技術」、「特定母樹開発」

（４）本県が取り組む重点研究領域

研究開発を効率的に進めるにあたり、生産者への好影響が大きく、産地の維持・発展に必要な地域戦略的な研究事項、2050年までに農林水産業の二酸化素ゼロエミッション化^{*15}達成のために必要な研究事項について、４つの重点研究領域と６つの研究展開方向を設定し、重点的に研究開発に取り組む。

重点研究領域	適応策	緩和策
＜領域1＞ 温暖化対応品種開発	○温暖化対応品種開発	—
＜領域2＞ 新規作物等導入	○暖地型作物導入 ○新規魚種漁獲	—
＜領域3＞ 高温対策技術開発	○水稻の高温対策 ○園芸作物の高温対策	—
＜領域4＞ 温室効果ガス排出抑制	—	○温室効果ガス排出抑制 技術開発

^{*14} インベントリ調査：本文では、各土壌等の各種類ごとの炭素貯留量を明らかにする調査。

^{*15} ゼロエミッション化：環境の汚染や気候変動につながる廃棄物（ここでは二酸化炭素）の排出量を実質ゼロにすること。

(5) 作物・分野別の温暖化の影響と温暖化に対応した研究開発課題

①水 稲

<温暖化の影響>

	短 期	長 期
高 温 の 影 響	○生育・収量・品質 ・苗の徒長・老化による移植後の初期生育量の不足 ・移植後の土壌の異常還元で生育量が確保できず、収量低下 ・窒素無機化の促進に伴い窒素吸収量が増加し、籾数過剰や倒伏が発生 ・肥効調節型肥料の溶出が前倒しとなり登熟期の肥料が不足 ・出穂・開花期の異常高温で受精障害が発生し、稔実歩合が低下し、収量低下 ・登熟期の高温で白未熟粒、胴割粒の多発や病害の発生による品質低下 ・刈り遅れによる米の品質・食味低下 ○病害虫 ・もみ枯細菌病発生量の増加 ・主要病害（いもち病、紋枯病）の発生様相の変化による収量・品質低下 ・斑点米カメムシ類の発生量の増加と加害様相の変化による品質低下	○品種・栽培 ・高温耐性品種の栽培面積拡大 ・播種・移植時期の変化 ・作期の拡大や移動（早春期や初冬期） ・雑草発生の早期化と除草剤散布の遅れ等に起因する雑草害による収量・品質低下 ・灌がい用水の不足や水温上昇による高温障害の発生助長 ・生育相が変化し、従来の生育指標や診断技術の不適用 ・土壌蓄積有機物の分解促進による地力低下 ○病害虫 ・新規病害虫の発生や、既存の病害虫の発生時期の早期化や長期化、発生回数・世代数の増加等による収量・品質低下
高温以外の極端な気象現象の影響	○低温・日照不足 ・いもち病多発による収量・品質低下 ・登熟期間の低温や日照不足で登熟不良となり、千粒重・品質低下 ○干ばつ ・生育期間の干ばつによる生育不良、出穂開花期の干ばつに伴う籾数不足による収量、品質低下 ・フェーン現象に伴う白穂の発生による収量、品質低下	○局地的な降雨 ・降雨の局地化により大雨被害や干ばつ被害の頻度が増加し、収量・品質が低下 ・季節外れの大雨や強風、干ばつによる倒伏、生育不良、登熟不良の発生 ・台風や前線の通過による飛来性害虫の突発的な発生 ○品種 ・干ばつ頻度の増加による耐干性、耐塩性品種の栽培拡大



水稻の主な被害（左：白未熟粒、右：枯れた稲株）

<温暖化に対応した研究課題>

	短期的（～5年）	中長期的（6年～）
適 応 策	○温暖化に伴う各作物の生育・病虫害発生・土壌調査（モニタリング） 	
	○品種開発 ・高温耐性品種の開発 ・晩生品種の開発 ・酒造好適米の高温耐性評価基準の策定 ・胴割粒検定の実施 ○栽培・土壌肥料 ・高温障害を回避する育苗技術の開発 ・白未熟粒、胴割粒の発生を低減する施肥体系の見直し及び地温上昇を抑制する水管理技術の構築 ・品質低下を抑制する稲体栄養指標の策定 ・登熟期の根の養分吸収能が向上する耕起方法（根域改善、根の活力維持）の構築 ・ケイ酸資材等の効果的な施用技術 ・根張りや高温ストレス耐性が向上する資材（植物成長調整剤）の施用技術 ○病虫害 ・もみ枯細菌病に対する防除体系の構築 ・主要病害（いもち病・紋枯病）の発生様相の変化に応じた防除体系の確立 ・斑点米カメムシ類の発生様相の変化に応じた防除体系の確立 ○加工 ・白未熟粒、胴割粒を活用した米粉の品質評価	○品種開発 ・DNAマーカー開発、活用による高温耐性品種の開発 ・病虫害抵抗性品種の育成（縞葉枯病、トビイロウンカ） ○栽培・土壌肥料 ・品質向上に向けた追加施肥技術 ・高温に適応できる品種（晩生品種等）、栽培時期（晩植、作期分散等）と栽培方法変更（直播、施肥、根域改善等）による温暖化対応技術体系、病虫害・雑草防除体系の確立 ・早生品種の2回収穫技術 ・堆肥施用や冬季湛水による地力維持・向上技術 ・早春期や初冬期の乾田直播の技術の確立 ・気象予測やリモートセンシングを用いた雑草発生予測モデルの開発、後発雑草に対応した除草体系技術 ○病虫害 ・気象予測やリモートセンシングを用いた病虫害発生予測モデルの開発 ・飛来性害虫、新規侵入病虫害等、新たな病虫害リスクに対応した防除体系の確立
緩 和 策	○少肥栽培に適する品種の開発 ○温室効果ガス発生低減技術 ・稲わら腐熟促進技術の拡充（資材、石灰矯正、土壌膨軟化） ・石灰窒素及び秋浅耕を用いた稲わら腐熟促進によるメタン発生抑制技術 ・乾田直播栽培技術の開発とメタン発生低減の評価 ・土壌タイプごとの適切な中干し期間延長程度の解明 ・堆肥、炭、籾殻等の施用による土壌改良技術 ○化学肥料・農薬使用量低減技術 ・効率的施肥による化学肥料低減技術 ・スマート農業による省力的な有機栽培技術の開発	○病虫害抵抗性品種の開発 ○温室効果ガス発生低減技術 ・水稻直播における有機栽培体系確立 ・堆肥の長期連用による土壌炭素貯留技術 ・中干し期間延長後の除草剤に頼らない雑草防除体系の確立 ・節水栽培技術の開発 ○化学肥料・農薬使用量低減技術 ・秋冬期の緑肥作物を導入した化学肥料削減栽培技術の確立 ・化学農薬の使用量を最低限に抑えた総合防除体系の構築 ※組み合わせる技術例 - 予防（病虫害抵抗性品種の導入、発生源の除去等）、 - 予測・判断（要防除水準の開発） - 防除方法（天敵、生物農薬等）

②畑作物

<温暖化の影響>

	短 期	長 期
高 温 の 影 響	【大豆】 ○生育・収量・品質 ・開花・着莢・登熟期の高温・干ばつにより落花・落莢、青立ち株の増加、障害粒が発生し、収量・品質が低下 ・病害虫の発生増加による収量・品質低下 【そば】 ○生育・収量・品質 ・開花期の高温で雌ずい発育不完全花の発生率の増加による収量・品質低下	【大豆】 ○生育・収量・品質 ・干ばつにより根粒の着生不良が発生し、収量低下 【そば】 ○品種・栽培 ・雌ずい発育不完全花の発生率が低い品種の栽培面積が拡大 【麦類】 ○品種・栽培 ・生育の早期化に伴う梅雨入り前の収穫で品質向上 ・晩播における越冬前生育確保、作業分散 ・西南暖地向け品種の作付 ○病害虫 ・積雪期間の短縮による雪腐病等の発生減少と収量増加
高温以外の極端な気象現象の影響	【大豆・そば】 ○大雨 ・出芽期・生育期間中の大雨による浸水、冠水、滞水で出芽・生育不良が発生し収量低下 ・開花期の冠水による大豆の落花で収量低下 ・そばの倒伏、脱粒による収量低下 ○干ばつ ・大豆の早期落葉、小粒化、稔実莢数減少と青立ち株発生	【大豆・そば】 ○局地的な降雨 ・降雨の局地化により大雨被害や干ばつ被害の頻度が増加し、収量・品質が低下 ・季節外れの大雨や強風、干ばつによる倒伏、生育不良、登熟不良が発生 ・台風や前線の通過による飛来性害虫の突発的な発生 ○生育不適地での耐干性、耐塩性品種の栽培 【麦類】 ○凍霜害 ・遅霜害による収量低下



大豆の主な被害（左：大豆の青立ち、右：大豆の生育停止粒）

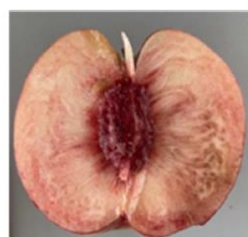
<温暖化に対応した研究課題>

	短期的（～5年）	中長期的（6年～）
適 応 策	○温暖化に伴う各作物の生育・病虫害発生・土壌調査（モニタリング） 	
	【大豆】 ○栽培・土壌肥料 ・堆肥、炭、粃殻等地域資源、土づくり資材等の施用技術（地力増進・土壌改良） ・適正な土壌水分管理のための排水及び灌水技術 ・収量確保のための輪作体系の確立 【そば】 ○品種開発 ・耐倒伏性に優れた品種の開発	【大豆】 ○栽培・土壌肥料 ・作付品種、作付時期変更による温暖化に対応した新たな栽培技術体系確立 ・地力消耗・難防除雑草・病虫害発生などを解決できる新たな輪作体系の確立 【そば】 ○品種開発 ・高温耐性、雌ずい発育不完全花発生率が低い品種、耐倒伏性品種の開発 ・気象予測による播種後の大雨・干ばつ回避技術 【麦類】 ○栽培・土壌肥料 ・気候変動に対応可能な小麦作型の開発
緩 和 策	【大豆】 ○温室効果ガス発生低減技術 ・高速作業体系確立による農業機械の稼働時間の短縮と二酸化炭素排出量の削減 ・堆肥、炭、粃殻等の施用による土壌改良技術 ・緑肥等を活用した地力維持と物理性改善 ○化学肥料・農薬使用量低減技術 ・堆肥、炭等の施用による化学肥料代替技術の開発 ・有機栽培技術の確立 【そば】 ○化学肥料・農薬使用量低減技術 ・有機栽培技術の確立 【麦類】 ○化学肥料・農薬使用量低減技術 ・小麦の特別栽培技術の確立	【大豆】 ○化学肥料・農薬使用量低減技術 ・有機栽培技術の確立 【そば】 ○化学肥料・農薬使用量低減技術 ・有機栽培技術の確立 【麦類】 ○栽培・土壌肥料 ・晩播栽培、春播栽培等新しい栽培時期への挑戦と適する新品種の導入

③果 樹

<温暖化の影響>

	短 期	長 期
高 温 の 影 響	○生育・収量・品質 ①着色不良・遅延（さくらんぼ、りんご、ぶどう、かき等）やみつ症（りんご、もも、日本なし）、日焼け、果肉軟化等が発生し、品質・日持ち性低下 ②さくらんぼ収穫期の高温障害や翌年の多雌ずい花発生 ・秋期の高温 ①低温順化不良のため凍寒害が増加 ②りんごや西洋なし等で収穫期の判定項目値の不適合 ・秋～春期の高温 ①自発休眠の覚醒が遅れ、さくらんぼ加温栽培で加温開始の遅れや結実不良が発生 ・冬～春期の高温 ①受粉樹との開花期の差が大きくなり、結実が不安定化 ○病虫害 ・発生時期や発生様相の変化による防除時期、回数の変化 ・害虫越冬世代の生存率上昇、世代数増加による被害増加	○生育・収量・品質 ・生産性の低下 ①現在の栽培樹種・品種の品質低下 ②低温遭遇時間不足による開花の不揃いや結実不安定化 ③産地・消費地の高温による流通・保管時のロス率の上昇 ・産地の移動 ①西南暖地の落葉果樹（かき、日本なし、もも、ぶどう等）の栽培地域拡大 ②暖地向け品種の生産安定、高品質化（甘がき、もも・日本なし・醸造用ぶどうの晩生種、） ③常緑果樹等の栽培地域拡大 ○病虫害 ・暖地型害虫の侵入、定着
高温以外の極端な気象現象の影響	○大雨・長雨・台風 ・開花期の低温・多雨で結実不良、変形果発生 ・長雨・寡日照で裂果（さくらんぼ、ぶどう、りんご）、糖度低下（もも、りんご等）、落果（りんご、もも、かき等）、内部褐変（西洋なし）等が発生し、品質低下 ・病害（灰星病、灰かび病、輪紋病、べと病、すす点病、疫病など）の多発 ・台風の多発生、梅雨前線活性化等に伴う飛来性害虫の多発 ○遅霜・暖冬・大雪 ・冬～春の高温で発芽期・開花期が前進し、遅霜に遭遇する頻度が増加 ・暖冬少雪に伴い春先の土壌水分が不足し、遅霜の増加や開花期間の乾燥による結実不良、果実の初期肥大抑制 ・湿気が多い大雪に伴う樹体損傷、施設（ぶどう棚、なし棚、さくらんぼ雨よけ）の倒壊	○台風 ・台風の大形化・多発生に伴う果実、樹体、果樹施設被害の増加 ○降雹・降雹・強風 ・果実・枝葉等の損傷被害の増加 ○干ばつ ・樹勢低下、衰弱



さくらんぼ（左：萎凋、中：褐変、右：ウルミ）

もも（みつ症）

りんご（日焼け果）

<温暖化に対応した研究課題>

	短期的（～5年）	中長期的（6年～）
適 応 策	○温暖化に伴う各樹種の生態と病虫害発生様相の変化の把握、土壌調査（モニタリング） ・既存品種の生態、収量、果実品質等の年次変動調査 ・病虫害の発生様相及び新発生病虫害の発消長把握	
	○品種選択、適応作物の探索 ・高温下での着色性に優れ、生理障害の少ない品種の選定と安定生産技術の開発 ・暖地型樹種の選定と栽培技術（かんきつ類、甘がき等） ○安定栽培技術 ・さくらんぼの安定栽培技術 ①晩霜害対策技術 ②結実安定技術 ③高温障害回避技術 ④着色向上技術 ⑤双子果発生軽減技術 ⑥マメコバチ管理技術（マメコバチの生態と高温に対応した管理方法の開発） ・さくらんぼ新品種の低温要求量の解明 ・収穫判定指標の改正の検討（りんご、西洋なし、かき） ・強風に強いY字・V字樹形の開発（りんご、西洋なし、かき） ・高温等に対応できる新たな施設（雨よけ設備等） ○加工 ・さくらんぼの高温障害果等の加工適性評価	○高温耐性等品種の開発、適応樹種の探索 ・結実が安定する自家結実性品種（さくらんぼ） ・高温下でも着色の良い品種（りんご、ぶどう、さくらんぼ） ・高温障害が少ない品種（りんご、さくらんぼ） ・日持ち性の良い品種（りんご、さくらんぼ、西洋なし） ・高温耐性品種の選定と栽培技術（りんご、ぶどう、もも、かき、日本なし等） ・暖地型樹種の選定と栽培技術 ○安定栽培技術 ・高温下における着色向上技術（ぶどう、かき） ・乾燥・長雨・寡日照等に伴う樹勢低下、果実品質低下の軽減技術 ・直射光による品質低下を軽減するための樹形や新梢管理技術の開発 ・産地及び消費地の高温に対応するための保存・流通時の鮮度保持技術開発 ○病虫害 ・新発生病虫害（暖地型病虫害等）、既存病虫害の発生様相の変化に対応した効率的な防除技術の開発
緩和策	○温室効果ガス貯留技術 ・効率的な剪定枝の炭化、炭素貯留技術	○省エネ（省化学肥料、省農薬等）技術

④野 菜

<温暖化の影響>

	短 期	長 期
高 温 の 影 響	○品目共通 ・生育障害（生育抑制、果菜類の落花、落果、日焼け果、奇形果（莢）、株の枯死）の増加 ・播種、定植、採苗の適期変動による作期の変更 ・各品目における主力品種の見直し ○収量・品質低下 ・施設栽培：トマト、きゅうり、いちご、なす等 ・露地栽培：すいか、えだまめ、メロン、アスパラガス、ねぎ、たらきのき等 ・高温・少雨による活着及び生育不良 ○病害虫 ・発生時期や発生様相の変化による防除時期や回数の変化 ・害虫越冬世代の生存率上昇、世代数増加による被害増加	○品目、作型の変更 ・現在の西南暖地の主力作型への移行（施設栽培品目の夏越し作型が困難になり、促成、半促成作型、抑制作型中心の作型が主となる） ・出荷時期の変化（夏秋作型品目の生産性が大幅に低下しすいかやメロンの露地果菜類は 7～8 月出荷から西日本産地のような 6～7 月出荷に転換） ・全ての品目で播種、定植、採苗、収穫等の適期が大幅に変動 ○病害虫 ・暖地型病害虫の発生、定着
高温以外の極端な気象現象の影響	○大雨 ・圃場の浸水・冠水による株の枯死、生育障害、病害発生等による収量・品質の低下 ・長雨・日照不足による草勢低下、軟弱徒長、生育障害、病害多発生 ・露地果菜類（すいか、メロン、えだまめ）は、高温・多雨の合併症状で草勢低下、障害果（莢）、病害果（莢）が多発 ○少雨 ・土壌乾燥による発芽・活着不良、株の枯死、生育障害、草勢低下、収量・品質の低下 ○降雹 ・露地葉茎菜類（にら、アスパラガス等）、露地果菜類（すいか、メロン等）の損傷、病害の多発 ○降霜 ・降霜による株の枯死、生育障害 ・晩霜による春どり品目（アスパラガス、にら）の出荷遅延 ○台風 ・台風の多発生に伴う飛来性害虫の多発	○浸水や高温で施設の骨材や被覆資材の劣化が早まり、強風や台風による被害の甚大化が懸念 ○天候不順により計画安定生産が困難



すいか（左：日焼け果、右：うるみ果） えだまめ（左：欠粒莢、右：未熟莢の発生）
野菜の高温による被害例

<温暖化に対応した研究課題>

	短期的（～5年）	中長期的（6年～）
適 応 策	○温暖化に伴う各品目の生態と病害虫発生様相の変化の把握、土壌調査（モニタリング） ・各作物の生態、収量、果実品質等の年次変動調査 ・病害虫の発生様相及び新発生病害虫の発消長把握	
	○品種・品目 ・高温耐性、湿害耐性を有する遺伝資源探索及び品種開発（いちご、たらきのき、ふき） ・新規品目の導入・探索（さつまいも等） ○施設品目 ・適正な生育と収量・品質を確保する技術開発（トマト、メロン、アスパラガス等） ・遮光資材、遮光塗布剤による施設昇温抑制技術の開発（トマト） ・環境制御技術（トマト） ○露地品目 ・適正な生育と収量・品質を確保する技術開発（すいか、えだまめ、メロン、アスパラガス、ねぎ、にら、たらきのき等） ・果実表面遮光塗布剤による障害果軽減技術開発（すいか） ・夏季の高温軽減を目的としたミニトマトの露地栽培技術の検討 ○高温対策 ・高温被害を軽減させる資材（バイオステイミュラント資材）の検討 ・県内主要品目の適正作期の検討 ○加工 ・高温障害果等の加工適性評価	○品種・品目 ・高温耐性、湿害耐性を育種目標とした遺伝資源探索及び品種開発 ・新規品目の栽培技術の開発 ○施設品目 ・低コストかつ効果の高い遮光資材、遮光塗布剤、屋根面散水、ミスト噴霧、外気導入等、高温抑制技術の開発 ・現在主力のハウス夏秋作型から、促成、半促成作型、抑制作型への移行に伴う新作型の開発 ○露地品目 ・気温上昇に対応した果菜類（すいか、メロン等）の新作型の開発 ・高温下でも栽培可能な暖地露地品目の新作型開発 ○加工 ・新規品目の加工利用技術（さつまいも等）
緩 和 策	○温室効果ガス発生低減（施設品目） ・化石燃料の使用量を削減しても草勢管理、収量性維持向上が可能となる効率的な暖房機排熱回収技術、夜間の変温管理、局所加温技術、保温性向上等の技術開発 ・ヒートポンプ加温・冷房やLED光源による特定波長照射等、電力の効率的利用技術や生育制御技術の開発 ○新エネルギー及び未利用資源利用技術 ・間伐材等の木質バイオマスを燃料とした加温技術の開発（トマト） ・地域産業において廃棄される未利用資源（コーヒー粕、茶殻等）を栽培資材として活用する技術の開発（露地品目） ○化学肥料、農薬使用量の低減技術 ・局所施肥、灌水同時施肥技術、緑肥活用による化学肥料低減技術の開発 ・土壌病害虫対策に有効な緑肥等の活用技術（センチュウ密度軽減；へイオーツ、クロタリヤ、土壌病害軽減；カラシナ） ○生分解性マルチ等の自然分解性資材利用技術の開発	
	○温室効果ガス発生低減 ・施設内環境と植物体のモニタリングを組み合わせたA I等を活用した高効率温度制御技術の開発 ・施設栽培の暖房等で発生した二酸化炭素の貯留、再利用技術（メーカーと共同研究） ○新エネルギー利用技術 ・地下水、河川水等の暖冷熱エネルギー熱交換器（ヒートポンプ、熱交換換気等）を活用した野菜生産システムの開発 ○化学肥料、農薬使用量の低減技術 ・A I等を活用した植物体の生育状況と土壌診断解析による高効率な肥培管理と化学肥料の低減技術の開発 ・A I等を活用した病害虫発生予察に基づく減農薬・高効率防除体系の確立	

⑤花 き

<温暖化の影響>

	短 期	長 期
高 温 の 影 響	○品目共通 ・生育障害（発芽・活着不良、ロゼット化、短茎開花、花芽着生不良、奇形花、花色発現不良、日焼け症状等）の増加による品質低下 ・早期開花や開花遅延による計画生産の不安定化（早期開花：ばら、トルコぎきょう、ダリア等、開花遅延：りんどう、きく、ストック等） ○収量・商品率低下 ・施設栽培：ばら、ストック、アルストロメリア、トルコぎきょう、鉢物・花壇苗等 ・露地栽培：りんどう、きく、さくら、ダリア ○花木類 ・休眠打破に必要な低温遭遇量の不足に伴う花木類の促成作型の不安定化 ○病害虫 ・病害虫発生の増加と長期化（ハダニ類、チョウ目害虫など）	○品種 ・高温耐性品種の導入拡大 ○作型の変化 ・ばら：高温期の高品質安定生産が困難 ・ストック：10月・11月出し作型は、花芽分化が遅延して計画出荷が困難 ・アルストロメリア：夏秋季の収量減少、冬季の温暖化で冬春季に過剰出荷 ・トルコぎきょう：秋出し作型は栽培困難、秋冬出し作型へ移行 ・ダリア：秋の降霜が遅くなることで露地栽培の出荷期拡大 ・秋出し鉢物・花壇苗：夏季の育苗が困難。葉ぼたんは着色・出荷期の遅延。また、消費地の高温により需要期が遅延 ○花木類 ・低温遭遇量確保のため、年内出し促成作型は冷蔵施設が必須 ○病害虫 ・害虫の分布域の拡大、年間世代数及び発生量が増加 ・県内未発生病害虫の発生が懸念 ・オオタバコガ等の飛来性害虫の越冬や早期発生、それに伴う発生の長期化、発生回数の増加が懸念
高温以外の極端な気象現象の影響	○大雨（露地品目・施設品目） ・圃場の冠水・滞水による株の枯死、生育障害、病害発生等による収量・品質の低下 ・長雨・日照不足による草勢低下、軟弱徒長、生育障害、病害多発生 ○少雨（露地品目） ・土壌乾燥による発芽・活着不良、株の枯死、生育障害、草勢低下、収量・品質の低下 ○降雹（露地品目） ・茎葉の打撲・破れ等の損傷、病害の多発 ○春季の低温や晩霜害（露地品目） ・露地のりんどう、きく、ダリアでは生育遅延や雹害により収量・品質が低下 ○台風 ・高頻度化に伴う飛来性害虫の多発 ・台風が増加し強風・浸水被害が増加	○浸水や高温で施設の骨材や被覆資材の劣化が早まり、強風や台風による被害の甚大化が懸念 ○天候不順により計画安定生産が困難

<温暖化に対応した研究課題>

	短期的（～5年）	中長期的（6年～）
適応策	○温暖化に伴う各品目の生態と病害虫発生様相の変化の把握（モニタリング） ・各作物の生態、収量、果実品質等の年次変動調査 ・病害虫の発生様相及び新発生病害虫の発消長把握	
	○品種 ・高温耐性品種の開発に向けた遺伝資源探索及び特性評価（りんどう） ・高温耐性品種の選定 ①アルストロメリア：高温下でも生育量、収量が確保できる品種 ②ダリア：高温下でも枯死が少なく花もちの良い品種 ③トルコギキョウ：高温下でも花芽分化が抑制しやすく、生育障害の出にくい品種 ④きく類：高温下でも開花遅延の少ない品種 ・新規品目の導入・探索 ○高温対策 ・品目に応じた高温対策技術（遮光・遮熱資材、局所冷房、気化冷却、飽差管理等）の確立 ・高温の影響を小さくする仕立て方等の開発（ダリア立枯れ症状を回避する摘芯方法等）	○品目・作型 ・高温下でも着色不良等が少ない高温耐性品種の育成（りんどう） ・高温障害を回避できる新作型開発 ・新規品目の栽培技術の開発 ○高温対策 ・施設内環境と植物体のモニタリングを組み合わせたA I等を活用した施設内環境制御技術の開発 ・高温で生産が難しい時期に出荷できる貯蔵技術の開発
緩和策	○温室効果ガス発生低減 ・施設栽培の省エネルギー化技術の開発（変温管理、局所加温、効率的な保温資材等） ○新エネルギー生産・利用技術 ・木質バイオマス利用技術（果樹等の剪定枝やもみ殻、木質ペレット等を燃料とした低コストな暖房技術） ○化学肥料、農薬使用量の低減技術 ・局所施肥、灌水同時施肥技術、緑肥活用による化学肥料低減技術の開発 ・物理的手法（紫外線、防虫灯等）や生物的手法（天敵利用）を組み合わせた防除体系の確立	○温室効果ガス発生低減 ・施設内環境と植物体のモニタリングを組み合わせたA I等を活用した最適加温による温室効果ガス発生低減技術の開発 ・施設栽培の暖房等で発生した二酸化炭素の貯留、再利用技術（メーカーと共同研究） ○新エネルギー生産・利用技術 ・再生可能エネルギーの農業活用 ・地下水や河川水等の暖冷熱エネルギー熱交換器（ヒートポンプ、熱交換換気等）を活用した花き生産システムの開発 ○化学肥料、農薬使用量の低減技術 ・A I等を活用した植物体の生育状況と土壌診断解析による高効率な肥培管理と化学肥料の低減技術の開発 ・A I等を活用した病害虫発生予測に基づく減農薬・高効率防除体系の確立



左：アルストロメリア
（花卉の着色不良）
中央：トルコギキョウ
（葉先枯れ症由来の心止まり）
右：啓翁桜
（枝の枯死）

花きの高温による被害例

⑥畜 産

<温暖化の影響>

	短 期	長 期
高 温 の 影 響	【家畜】 ○乳量・乳質、増体重、産卵数が低下 ○発情回帰が不明瞭となることや、精液性状や受胎率が低下する等、繁殖性が低下 ○疾病やへい死が増加 ○新たな伝染性疾病や病虫害の侵入・まん延 【飼料作物】 ○牧草の生育停滞、品質低下、夏枯れ発生 ○高温により寒地型牧草の栽培が困難 ○暖地の病虫害の侵入	【飼料作物】 ○根雪期間が短縮し、越冬する雑草や新たな雑草が侵入 ○二毛作可能な地域の拡大 ○栽培可能な暖地型牧草草種の増加
高温以外の極端な気象現象の影響	○大雨・落雷 ・大雨に伴う強風、浸水・冠水、土砂崩れ等の影響で水道、電気、道路等のライフラインが寸断され、家畜の飼養管理が十分に行えないことによる生産性低下と事故増加 ・落雷による停電や施設機械の損傷で家畜の飼養管理が十分に行えないことによる生産性低下、事故増加 ・飼料作物圃場の浸水、冠水や土砂流入	○台風の大型化、強風 ・畜舎施設が損傷し、家畜の飼養管理が十分に行えないことによる生産性低下と事故増加



温暖化の影響例

(左：飼料用トウモロコシの虫害 中央：牧草夏枯れ 右：呼吸が速くなっている乳牛)

＜温暖化に対応した研究課題＞

	短期的（～５年）	中長期的（６年～）
適 応 策	○飼育技術開発 ・暑熱ストレス軽減技術 ①飼料給与、栄養 (1) 第一胃発酵熱を上昇させない高消化性飼料の給与 (2) 体温上昇を抑制する栄養素の投与 (3) 抗酸化作用を有する栄養素の投与 (4) TMRの発熱防止対策 ②死傷事故の低減対策 ③繁殖性 受精卵移植におけるレシピエントの飼養管理による受胎率向上 ※①～③を組み合わせた栄養管理技術及び繁殖管理技術を開発 ・省力的かつ低コストに豚の暑熱ストレスを緩和する器具機材もしくは飼育方法 ○畜舎温度管理システム ・地下水熱源式ヒートポンプを用いた冷暖房可能な総合的温度システム ・細霧、ソーカー等と陽圧、陰圧換気を組み合わせた冷却システム ・ICTを活用した畜舎環境モニタリングと快適な環境維持システム ○飼料作物栽培技術 ・寒地型牧草の夏枯れを防止する栽培体系 ・暖地型牧草の栽培体系 ・寒地型、暖地型、とうもろこし等を組み合わせた栽培体系 ・暖地型牧草の高品質収穫調製体系 ・暖地型牧草に対応した防除体系 ・新たな病害虫に対応した防除体系	○飼育技術開発 ・生産性向上技術の体系化（飼料給与、栄養管理技術） ・牛群改良 受精卵移植の受胎率向上 ゲノム評価を活用した暑熱ストレスに強い乳用牛群の造成 ○畜舎温度管理システム ・低コストで効率的、省力的に畜舎内環境を管理するシステム ○飼料増産技術 ・収穫期間の長期化に対応した早・晩生草種、品種の組み合わせや、二毛作体系の導入
緩 和 策	○飼育技術開発 ・個体能力の向上による環境負荷の低減とコスト削減技術 ・飼料効率の向上による環境負荷の低減とコスト削減術 ・反芻動物のメタン発生抑制 ○畜舎温度管理システム ・自然エネルギーを活用した電源、動力源の活用 ・断熱効果の高い建築資材利用技術	○飼育技術開発 ・個体能力の向上による環境負荷の低減とコスト削減技術の開発 ・飼料効率の向上による環境負荷の低減とコスト削減術 ・反芻動物のメタン発生抑制 ・ゲノム評価を活用した飼料効率の高い牛群の造成 ○堆肥処理技術開発 ・糞尿中の窒素排泄量低減及び堆肥化の過程で排出される温室効果ガス発生量の削減技術の開発

⑦水 産

<温暖化の影響>

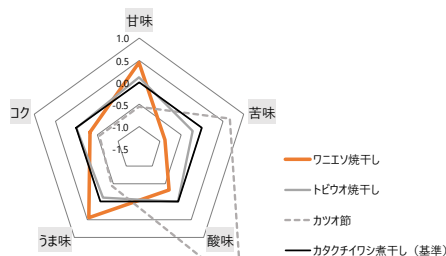
	短 期	長 期
高 温 の 影 響	【海面】 ○冷水性魚種（ハタハタ、マガレイ、マダラ、サケ等）の資源量減少 ○暖水性魚種（サワラ、ケンサキイカ等）の資源量増加 ○アワビの成長遅延やイガイの大量へい死 ○藻場における有用海藻のアカモク生育不良 ○植食性魚類（アイゴ等）による海藻食害の増加 ○栽培漁業センターにおける放流種苗の養成親魚のへい死や生産効率低下 【内水面養殖業】 ○マス類養殖（河川水利用）における成長遅延や大量へい死 ○積雪の短期化に伴う鳥獣等による養殖魚の食害量の増加 ○温水性魚類（コイ・フナ等）養殖における成長促進 ○魚病発生の増加や重症化、新たな魚病の侵入 【内水面漁業】 ○冷水性魚類（イワナ、サクラマス、ワカサギ等）の漁場縮小、漁期短縮、既存漁場の釣獲不振 ○アユの釣獲不振と大量へい死 ○ワカサギ放流卵の入手が困難	【海面】 ○魚類相の変化（冷水性、暖水性） ○底魚類（カレイ類等）漁場の沖合化 ○浮魚類の漁場（回遊経路）の変化 ○藻場の衰退と種構成の変化 ○魚種ごとの漁期の変化 ○冬期の鉛直混合の弱勢化に伴う植物プランクトン発生量の減少による海域の再生産力の低下 【内水面養殖業】 ○魚病の発生頻度の増加・重症化や新たな魚病の侵入 ○マス類養殖（河川水利用）の収益悪化 【内水面漁業】 ○冷水性魚類の漁場（遊漁域）縮小 ○遊漁不振に伴う収益悪化
高 温 以 外 の 極 端 な 気 象 現 象 の 影 響	【海面】 ○大雨、洪水 ・河川由来の泥の堆積や流木の沈下等による底びき網漁業等の操業阻害と漁業生産量の低下 【内水面養殖業】 ○大雨、洪水 ・養殖魚の散逸と施設の被災 ・河川水の濁りの長期化に伴う養殖魚の成長遅延や大量へい死 【内水面漁業】 ○大雨、洪水 ・魚介類生息環境の荒廃や産卵場の消失 ・河川水の濁りの長期化に伴うアユ等の成長遅延と釣獲不振 ○積雪量 ・積雪の多寡が激しく、豪雪年においては春期の低水温による天然アユの遡上の遅れと小型化	【海面】 ○時化 ・時化の増減に伴う漁船操業可能日数の変化 【内水面漁業】 ○大雨 ・遊漁不振に伴う内水面漁協の収益悪化

<温暖化に対応した研究課題>

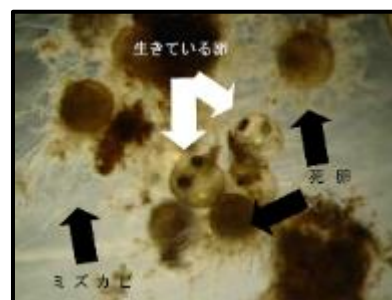
	短期的（～5年）	中長期的（6年～）
適 応 策	○沿岸環境（海水温、塩分等）の定期観測、動物プランクトン等の餌生物のモニタリング	
	【海面】 ○暖水性低利用魚の漁獲に係る技術開発 対象種：ケンサキイカ、ハタ類、タチウオ ○サケふ化放流事業における技術開発 ○栽培漁業センターにおける種苗（ヒラメ、エゾアワビ、トラフグ、アユ等）の生産技術や放流時期の見直し ○暖水性低利用魚（ワニエソ等）の加工技術の開発 【内水面養殖業】 ○温水魚（コイ、フナ等）の養殖業の振興と収益向上に関する試験 【内水面漁業】 ○ワカサギ放流卵の自県生産化の技術開発 ○アユ等の漁場拡大調査（ダム上流域等） ○多自然型川づくりの推進に向けた環境及び水族生態調査	【海面】 ○暖海性低利用魚の漁獲に係る技術開発（出現する低利用魚種に弾力的に対応） ○サケふ化放流事業における技術開発 ○栽培漁業センターにおける種苗（ヒラメ、エゾアワビ、トラフグ、アユ等）の生産技術や放流時期の見直し 【内水面養殖業】 ○温水魚（コイ、フナ等）の養殖業の振興と収益向上に関する試験 ○新たな魚病の侵入に対する疾病対策の調査研究 ○高水温化に対応したマス類養殖技術改善試験 ○マス類の高水温耐性系統の作出または導入支援 【内水面漁業】 ○冷水性魚類の放流場所の見直し ○多自然型川づくりの推進に向けた環境及び水族生態調査
緩和策	【海面】 ○藻場保全・拡大による二酸化炭素の吸収・貯留（ブルーカーボンの促進） ・磯焼け藻場の回復の技術支援 ・砂浜域の藻場造成に係る技術支援	



ワニエソの加工（左：生鮮、右：焼干し）



官能評価によるワニエソ焼干しと市販のだし素材の比較



ワカサギ人工授精卵

※死卵（未受精卵）にミズカビが付着し生卵が巻き込まれている様子

⑧森林

<温暖化の影響>

	短 期	長 期
高 温 の 影 響	○ナラ枯れやカツラマルカイガラムシ、マツクイムシ被害が北上・高標高化し、森林被害の拡大が懸念	○病虫獣被害の変化 ・ニホンジカの生息域の拡大等新たな森林病虫獣被害の発生、既存被害の早期化や長期化 ○スギ雄花着花量の増加による花粉症発症者数拡大の可能性 ○植生の変化 ・ブナ、ナラ、カラマツ林等の衰退 ・ヒノキや外国産早生樹等の生育の可能性 ○ネマガリタケ、ワラビ、ゼンマイ等、山菜の収穫時期の早期化、発生期間の短縮の懸念 ○栽培きのこの高温障害による収量減少や施設の高温抑制コスト増大の懸念
高温以外の極端な気象現象の影響	○晩霜害 ・晩霜害による山菜収量の減少 ○豪雨 ・山腹崩壊や土石流発生等の山地災害の発生による森林の多面的機能の低下	○小雪 ・スギの雪圧害軽減の可能性

<温暖化に対応した研究課題>

	短期的（～5年）	中長期的（6年～）
適 応 策	○温暖化に伴う森林生態系への影響調査（モニタリング） ・森林の植生変化や松くい虫被害などの病虫獣害の調査 ○適応品種開発 ・マツザイセンチュウ抵抗性品種 ・花粉症対策スギ ○森林病虫獣被害発生・拡大予測技術 ○コウヨウザン等の温暖化に適応した新規樹種の適応性を検討 ○自然災害に強い健全な森林管理技術	○新たな森林病虫獣の被害拡大防除技術 ○気象条件の変化に対応した山菜栽培技術 ○きのこの高温適応性品種及び栽培技術の開発
緩 和 策	○二酸化炭素排出量削減に寄与する早生樹種の選抜と育林技術調査（モニタリング） ・ユリノキ等早生樹の成育特性の調査 ○炭素固定能力が高いスギ特定母樹の開発 ○炭素固定・貯蔵技術開発につながる県産材利用拡大技術	○ヤナギ等未利用資源のエネルギー利用技術

(5) 重点研究領域の研究展開方向

<重点研究領域 1 温暖化対応品種開発>

温暖化対応品種開発

背景・目的

温暖化が進行することで高温や極端な気象現象の増加が見込まれる。高温によって水稻の白未熟粒や果樹の着色不良等の品質低下や被害発生年の頻度が高くなると懸念される。また、果樹の発芽期が前進しており、晩霜害の危険性も増加している。そこで、遺伝子解析やDNAマーカーも活用しながら、高温耐性の品種や気候変動に対応した品種を開発する。

さらに、温暖化の影響を緩和するため、化学肥料や化学農薬の使用量が少なくても栽培できる品種や、成長が早く炭素固定能力が高いスギの特定母樹を開発する。

展開方向

① 温暖化適応策に応じた品種開発

本県でこれまで育種に取り組んできた水稻、そば、果樹（さくらんぼ、りんご、西洋なし、ぶどう）、野菜（いちご、山菜）、花き（りんどう）、菌茸類（ナメコ）について、高温耐性品種や気候変動下においても安定生産可能な品種開発を展開する。遺伝資源の収集に加え、評価検定法の開発や開発したDNAマーカーの利用など、育種の基礎となる技術を体系的に構築し、品種開発を推進する。特に、さくらんぼは双子果の発生や高温障害果の発生等、高温に対する評価検定法が未確立であることから、その機構解明や基準となる品種の選定、耐性検定法を検討する。

<①各品目の育種目標>

品目	主な目標
水稻 (主食用米)	高温登熟耐性「強」品種 「はえぬき」よりも早く収穫可能な熟期、及び「つや姫」より遅い熟期の品種
そば	果柄が丈夫で、子実が脱粒しにくい品種（難脱粒性品種） 自殖性品種
さくらんぼ	果肉硬度の低下が少ない硬肉品種 着色の良い全面着色性の品種 早生で高温被害を受けにくい品種 凍霜害に強く高品質で栽培容易な品種 自家和合性で結実が安定する品種
りんご	9月上～中旬に収穫可能で、高温障害が少ない優良品種
西洋なし	高温条件下でも追熟しやすい品種
ぶどう	果皮色が赤または黒で着色良好な大粒品種
いちご	高温期に安定して花芽形成し、正常果率が高く、大果性で小果が少ない品種（商品収量3t/10a以上）
たらのめ	開花までの年数が長い品種 立ち枯れしにくい品種
ふきのとう	高温・乾燥に強い品種
りんどう	7月～8月の仏花需要向け青紫鮮明色品種
ナメコ	高温環境下での原木栽培及び施設栽培に適した系統

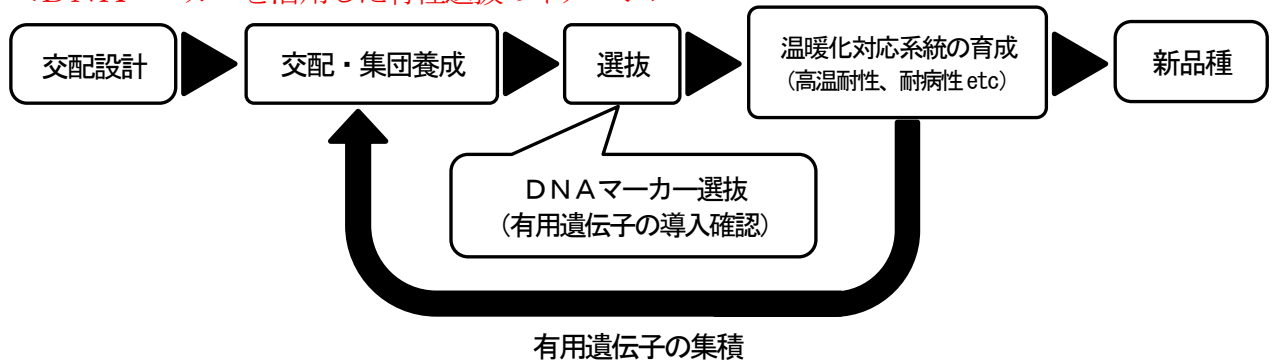
②温暖化緩和策に応じた品種開発

環境負荷低減に向け、化学肥料・化学農薬の使用量が少なくとも従来と同等の収量、品質が得られる水稻品種や、りんご、いちごの耐病性品種を開発する。また、成長や材質に優れ、花粉の発生が少ないスギの特定母樹を開発する。

<②各品目の育種目標>

品目	主な目標
水稻 (主食用米)	環境負荷低減品種 化学農薬や化学肥料の使用量を低減できる品種
りんご	黒星病、斑点落葉病に強い品種
いちご	炭疽病抵抗性品種
スギ	初期成長が格段に優れ、雪害抵抗性および材質に優れた品種

<DNAマーカーを活用した育種選抜のイメージ>



<展開スケジュール>

水 稻	高温耐性品種、晩生品種の開発 酒造好適米の高温耐性評価基準の策定、同割粒検定	DNAマーカー開発、活用による品種開発
そ ば	耐倒伏性品種の開発	高温耐性品種、雌ずい発育不完全花発生率が低い品種 病虫害抵抗性品種の育成
果 樹	着色性品種、高温耐性品種の選定と栽培技術開発	自家結実性品種(おうとう) 着色性品種(りんご、ぶどう、おうとう) 高温耐性品種(りんご、おうとう) 日持ち性の良い品種(りんご、おうとう、西洋なし)
野 菜	高温耐性、湿害耐性を有する遺伝資源探索及び品種開発 (いちご、たらのき、ふき)	
花 き	高温耐性を有する遺伝資源探索及び特性評価(りんどう) 高温耐性品種の選定 (アルストロメリア、ダリア、トルコギキョウ、きく類)	着色不良等が少ない高温耐性品種の育成(りんどう)
森 林	マツザイセンチュウ抵抗性品種の開発 花粉症対策スギの開発 炭素固定能力が高いスギ特定母樹の開発	きのこの高温適応品種開発及び栽培技術
2025年 2026年 2027年 2028年 2029年 2030年 2031年 2032年 2033年 2034年		

＜重点研究領域２ 新規作物等導入＞

① 暖地型作物導入

背景・目的

温暖化の進行で各作物の栽培適地が北上すると予測されている。既に、愛媛県の温州みかん産地では夏季の高温に強いタロッコオレンジの導入及び産地化が進んでいる。また、広島県では極早生の温州みかんの品質低下が見られてきており、瀬戸内の島しょ地域を中心に着色程度が品質上問題にならないレモンへの切り替えが進んでいる。

本県においても、長期的な視点から、温暖化による気象の変化を積極的に活用するため、これまで栽培が困難であった果樹や野菜、飼料作物、樹木の品目についてスクリーニングや栽培技術の検討を行い、暖地型作物の産地化を視野に入れる。

展開方向

県内の各試験研究機関で、果樹、野菜、飼料作物、樹木における暖地型品目について、栽培特性、導入可能性を検討する。また、現地適応性を調査する。収穫物については、生食用だけでなく、加工原料としての利用可能性を食品加工支援チームで検討する等、幅広い観点からの利用技術の開発を行う。

＜検討品目＞

果 樹：かんきつ類、甘がき 等

野 菜：さつまいも等

飼料作物：暖地型牧草

樹 木：コウヨウザン等



＜展開スケジュール＞

果 樹	暖地型樹種の選定と栽培技術 (かんきつ類、甘がき等)									
野 菜	新規品目の導入・探索(さつまいも等)					新規品目の栽培技術の開発				
花 き	新規品目の導入・探索					新規品目の栽培技術の開発				
畜 産	暖地型牧草の栽培体系及び防除体系の開発 暖地型牧草の高品質収穫調製体系の開発									
森 林	コウヨウザン等の温暖化に適応した新規樹種の適応性検討									
	2025年	2026年	2027年	2028年	2029年	2030年	2031年	2032年	2033年	2034年

② 新規魚種漁獲

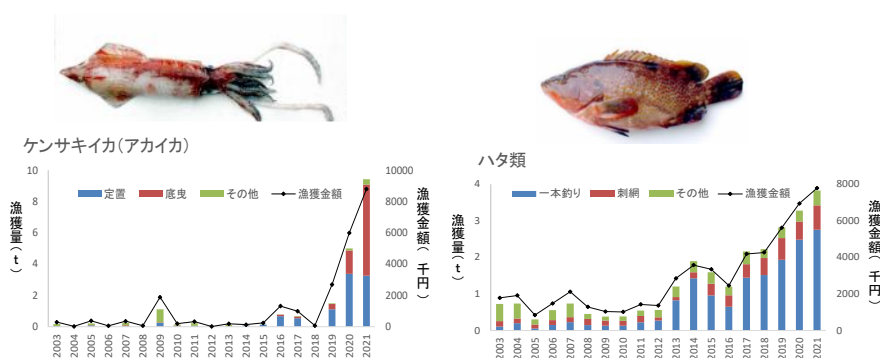
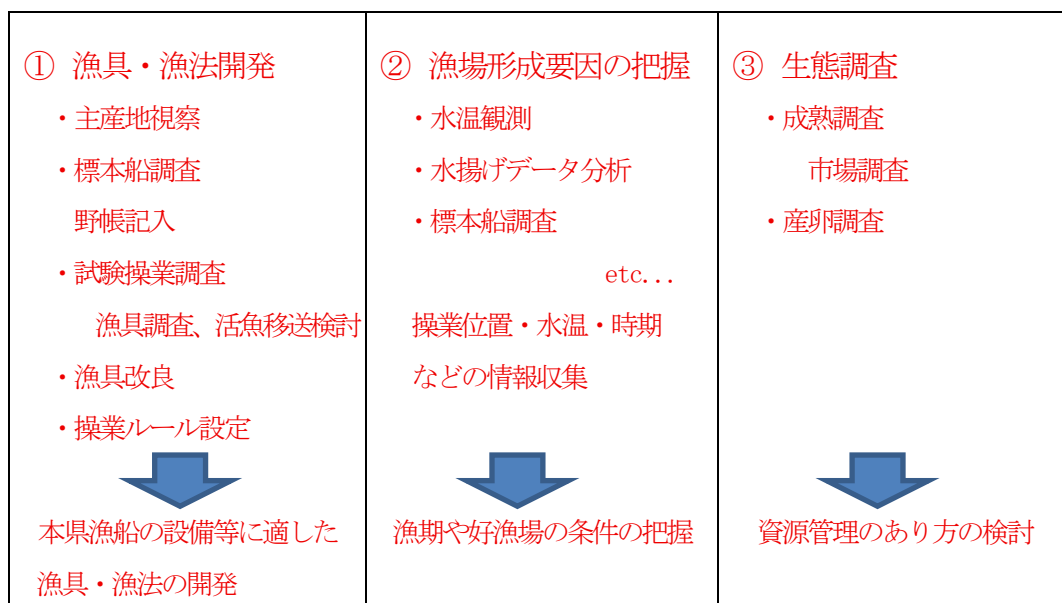
背景・目的

庄内沖を含む日本海中部海域の平均海面水温は、日本近海で最も上昇幅が大きく、海面環境が急速に変化している。そのため、これまで漁獲されなかった暖水性の魚種が確認されているが、漁獲技術や利用技術が未開発で水揚げにいたっていない。

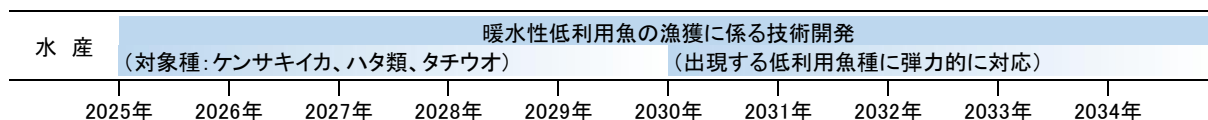
展開方向

ケンサキイカやハタ類、タチウオ等の暖水性魚種の漁獲技術を開発する。また、おいしい魚加工支援ラボを活用した暖水性低利用魚のワニエソ等の加工技術開発の取組など、暖水性低利用魚漁獲量拡大に対応した技術開発も進める。

<新漁業技術開発の流れ>



<展開スケジュール>



＜重点研究領域3 高温対策技術開発＞

① 水稻の高温対策

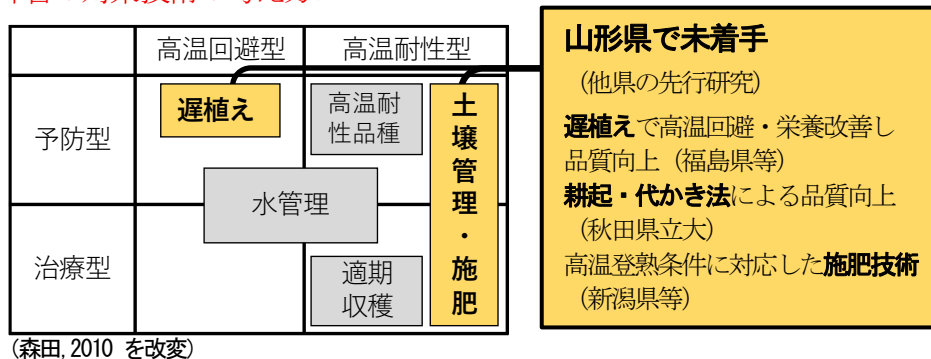
背景・目的

令和5年の夏季の異常高温・少雨により、本県の一等米比率は大きく低下した。これを受け、令和6年3月に「水稻・大豆高温少雨対策マニュアル」を作成して生産者に配布し、基本的な栽培技術を含めた対策の徹底を推進してきた。今後は、登熟期までの稲体の栄養維持や、高温を回避する作期の検討といった新たな視点で、高温年における高品質・良食味米の安定生産に向けた技術開発を進める必要がある。

展開方向

高温に対応した総合的な技術体系の確立に向けて、育苗時の高温対策や遅植え等による高温回避栽培体系を検討する。また、登熟期まで根の養分吸収能が維持する耕起方法を検討する。さらに、堆肥や土づくり資材等を用いた高温対応技術や、品質低下を抑制する稲体栄養指標の検討、夏季の長期天候予報に基づいた追肥や水管理技術の開発、病害虫の発生様相の変化に対応した防除技術の開発に取り組み、高温下でも品質が高く食味の良い米づくりを推進する。

＜高温登熟障害の対策技術の考え方＞



＜展開スケジュール＞

温暖化に伴う各作物の生育・病害虫発生・土壌調査(モニタリング)												
作物	栽培・土壌肥料対策						栽培・土壌肥料対策					
	・高温障害を回避する育苗技術の開発						・品質向上に向けた追加施肥技術					
	・白未熟粒、胴割粒の発生を低減する施肥体系の見直し						・高温適応品種、栽培時期と栽培方法変更による					
	・地温上昇を抑制する水管理技術の構築						温暖化対応技術体系、病害虫・雑草防除体系の確立					
	・品質低下を抑制する稲体栄養指標の策定						・早生品種の2回収穫技術					
	・ケイ酸資材等の効果的な施用技術の開発						・堆肥施用や冬季湛水による地力維持・向上技術					
	・根張りや高温ストレス耐性が向上する資材施用技術の開発						・乾田直播の作期拡大のための栽培技術の確立					
							・気象予測やリモートセンシングを用いた雑草発生予測モデルの開発					
							・後発雑草に対応した除草体系技術の開発					
	病害虫対策						病害虫対策					
	・もみ枯細菌に対する防除技術の構築						・気象予測やリモートセンシングを用いた病害虫の発生予測モデルの開発					
	・主要病害の発生様相の変化に応じた防除体系の確立						・新たな病害虫リスクに対応した防除体系の確立					
	(いもち病・紋枯病)						(飛来性害虫、新規侵入病害虫等)					
	・斑点米カメムシ類の発生の変化に応じた防除対策の確立											
	2025年	2026年	2027年	2028年	2029年	2030年	2031年	2032年	2033年	2034年		

② 園芸作物の高温対策

背景・目的

令和5年の夏季の異常高温により多くの作物で高温障害が発生し、収量・品質の低下がみられた。令和6年産のさくらんぼでは前年夏季の高温の影響で双子果（多雌ずい花）が多く発生した。また、収穫期に連日の高温を受けたことで果実の日焼けや萎凋等の高温障害が多く発生した。園芸品目は、高温障害が発生しやすい時期や条件、対策技術について未解明の点が多い状況にある。特に日本一の生産量を誇るさくらんぼと夏すいかについては、重点的な技術開発に取り組む必要がある。

展開方向

さくらんぼの双子果発生軽減対策、収穫期の高温障害果対策技術の開発に取り組む。また、果実肥大期の環境が果実品質に及ぼす影響や果実の高温障害が発生しやすい気象条件を解析して技術開発を加速する。

すいかについては、日焼け果の発生要因について解明するとともに、異常高温に対応した品種の探索及び高品質安定生産技術の開発を行う。

開発した対策技術はマニュアル化し、生産現場での速やかな実装を図る。

<展開スケジュール>

温暖化に伴う各樹種の生態と病害虫発生様相の変化の把握、土壌調査(モニタリング)	
果 樹	・さくらんぼの安定栽培技術（晩霜害対策、結実安定、着色向上、双子果発生軽減等） ・さくらんぼ新品種の低温要求量の解明 ・高温等に対応できる新たな施設（雨よけ設備等） ・収穫判定指標の改正検討 ・強風に強いY字・V字樹形の開発
	・高温下における着色向上技術（ぶどう、かき） ・乾燥・長雨・寡日照等に伴う樹勢低下、果実品質低下の軽減技術 ・直射光による品質低下を軽減する樹形や新梢管理技術の開発 ・産地及び消費地の高温に対応する保存・流通時の鮮度保持技術開発 ・新発生病害虫（暖地型病害虫等）、既存病害虫の発生様相の変化に対応した効率的な防除技術の開発
温暖化に伴う各作物の生態と病害虫発生様相の変化の把握、土壌調査(モニタリング)	
野 菜	・適正な生育と収量・品質を確保する技術開発（品目共通） ・遮光資材、遮光塗布剤による施設昇温抑制技術開発 ・環境制御技術 ・果実表面遮光塗布剤による障害果軽減技術開発（すいか） ・高温耐性を向上させる資材の検討 ・県内主要品目の適正作期の検討
	・低コストかつ効果の高い高温抑制技術の開発（遮光資材、遮光塗布剤、屋根面散水、ミスト噴霧、外気導入等） ・主力のハウス夏秋作型からの移行に伴う新作型の開発 ・気温上昇に対応した果菜類の新作型の開発 ・高温下でも栽培可能な暖地露地品目の新作型開発 ・AI等を活用した病害虫発生予測に基づく減農薬・高効率防除体系の確立
温暖化に伴う各作物の生態と病害虫発生様相の変化の把握、土壌調査(モニタリング)	
花 き	・品目に応じた高温対策技術の確立（遮光・遮熱資材、局所冷房、気化冷却、飽差管理等） ・高温の影響を小さくする仕立て方等の開発（ダリア立枯れ症状を回避する摘芯方法等）
	・施設内環境と植物体モニタリングを組み合わせた施設内環境制御技術の開発 ・高温で生産が難しい時期に出荷できる貯蔵技術の開発 ・AI等を活用した病害虫発生予測に基づく減農薬・高効率防除体系の確立
2025年 2026年 2027年 2028年 2029年 2030年 2031年 2032年 2033年 2034年	

＜重点研究領域 4 温室効果ガス排出抑制＞

温室効果ガス排出抑制技術開発

背景・目的

農林水産省では持続可能な食料システムの構築に向け、令和5年3月に「みどりの食料システム戦略」を策定し、2050年までに二酸化炭素のゼロエミッション化や化学肥料の使用量削減、有機農業の拡大を目標としている。また、国では二酸化炭素等の排出削減量・吸収量をクレジットとして認証し、排出企業へ売却できるJ-クレジット制度を推進している。二酸化炭素や一酸化二窒素、メタンなど温室効果ガス排出削減のためには、化石燃料の使用量削減や土壌・藻場への炭素貯留・吸収促進による二酸化炭素の排出削減、未利用資源や局所施肥、有機農業の推進による化学肥料の使用量削減、水田からのメタン発生抑制技術、**家畜糞尿の窒素排泄量低減、糞尿堆肥化時の温室効果ガス発生削減技術**の開発に取り組む必要がある。

展開方向

①二酸化炭素発生量削減技術

野菜や花きの施設栽培では、化石燃料の使用削減につながる変温管理や局所加温等の省エネ技術、木質バイオマスを燃料とする暖房技術を開発する。果樹では、効果的な剪定枝の炭化、炭素貯留・利用技術を開発する。

②化学肥料使用量削減

堆肥や炭、籾殻を活用した土壌改良資材等を活用した化学肥料代替技術を開発する。また、局所施肥や灌水同時施肥、緑肥活用など化学肥料の使用量低減技術を開発する。土壌病害虫対策に有効な緑肥の活用方法についても検討する。

③メタン発生量削減

水田からのメタン発生量低減のため、土壌タイプごとの適切な中干し期間を解明する。また、石灰窒素施用や秋耕を用いた稲わらの腐熟促進によるメタン発生抑制技術や乾田直播栽培技術の開発を進める。

＜展開スケジュール＞

二酸化炭素発生量削減技術	(大豆)高速作業体系確立による農業機械の稼働時間の短縮 (果樹)効果的な剪定枝の炭化、炭素貯留技術 (野菜・花き)施設栽培の省エネルギー化技術の開発 (野菜・花き)電力の効率的利用技術や生育制御技術の開発 (森林)炭素固定能力が高いスギ特定母樹の開発 (水産)藻場保全・拡大による二酸化炭素の吸収・貯留(ブルーカーボンの促進)	(水稲)水稲直播における有機栽培体系確立 (水稲)堆肥の長期連用による土壌炭素貯留技術 (野菜・花き)施設内環境と植物体のモニタリングによる高効率温度制御技術の開発 (野菜・花き)暖房等で発生した二酸化炭素の貯留、再利用技術
	(水稲)効率的施肥による化学肥料低減技術 (水稲)スマート農業による省力的な有機栽培技術の開発 (野菜・花き)化学肥料低減技術の開発	(水稲)化学肥料削減栽培の安定生産技術の確立 (果樹)省化学肥料技術の開発 (野菜・花き)AI等を活用した植物体の生育状況と土壌診断による高効率な肥培管理と化学肥料の低減技術の開発
メタン発生量削減	(水稲)稲わら腐熟促進技術の拡充 (水稲)乾田直播栽培技術の開発とメタン発生低減の評価 (畜産)反芻動物のメタン発生抑制 (森林)コウヨウゼン等の温暖化に適応した新規樹種の適応性検討	(畜産)堆肥化の過程で排出される温室効果ガス発生量の削減技術
2025年2026年2027年2028年2029年2030年2031年2032年2033年2034年		