

低炭素社会の実現に向けた
技術および経済・社会の定量的シナリオに基づく
イノベーション政策立案のための提案書

温暖化による我が国の農業生産の動向と
可塑性について

令和 4 年 4 月

Trends and Plasticity of Agricultural Production in Japan Resulting
from Global Warming

Proposal Paper for Policy Making and Governmental Action
toward Low Carbon Societies

国立研究開発法人科学技術振興機構
低炭素社会戦略センター

LCS-FY2021-PP-08

概要

我が国の農業に対する温暖化の影響は既に顕在化している。その回避・軽減のため、温室効果ガスの削減や、ゲノム編集などによる高温耐性品種の育種のみならず、産地転換を含む大胆な対策による農業の可塑性の発揮が求められている。

Summary

The effects of global warming on agriculture in Japan have already become explicit. In order to avoid or alleviate these effects, it is required not only to reduce greenhouse gases and breed high-temperature tolerant varieties by genome editing, but also to explore the potential plasticity of agriculture through bold measures, including the conversion of production areas.

目次

概要

1. 本報告の位置づけ	1
2. 温暖化による我が国の農業への影響と対応策	4
2.1 生産量の現象と品質の低下	4
2.2 耕作適地の動向	6
2.3 品種改良等の技術による対応の可能性	8
2.4 植物病対策による対応の可能性	10
3. 結論および政策立案のための提案	11
参考文献	12

1. 本報告の位置づけ

最新の IPCC（国連の気候変動に関する政府間パネル）による報告書では、

1. 産業革命前と比べた世界の気温上昇が 2021 ～ 2040 年に 1.5 度に達する
2. 人間活動の地球温暖化（以下、温暖化）への影響は疑う余地がない
と述べられ、自然災害を増やす温暖化を抑えるには、
3. 2050 年頃までに二酸化炭素（CO₂）排出を実質ゼロにする必要がある
4. その前段階として 2030 年時点で 45%の CO₂ 排出削減（2010 年比）も必要である

との指摘がなされた [1, 2]。化石燃料への依存を続けると、2050 年頃には約 2℃の、2100 年頃には約 5℃の気温上昇が見込まれる（図 1）。気温上昇により異常気象が増えることも指摘されており、猛暑や干ばつ、豪雨の頻発など（図 2）、農業への深刻な影響も懸念される。このような背景のもと、本提案／報告書では、2050 年頃までに日本の農業に対して温暖化が及ぼす影響とその対策についてとりまとめた。

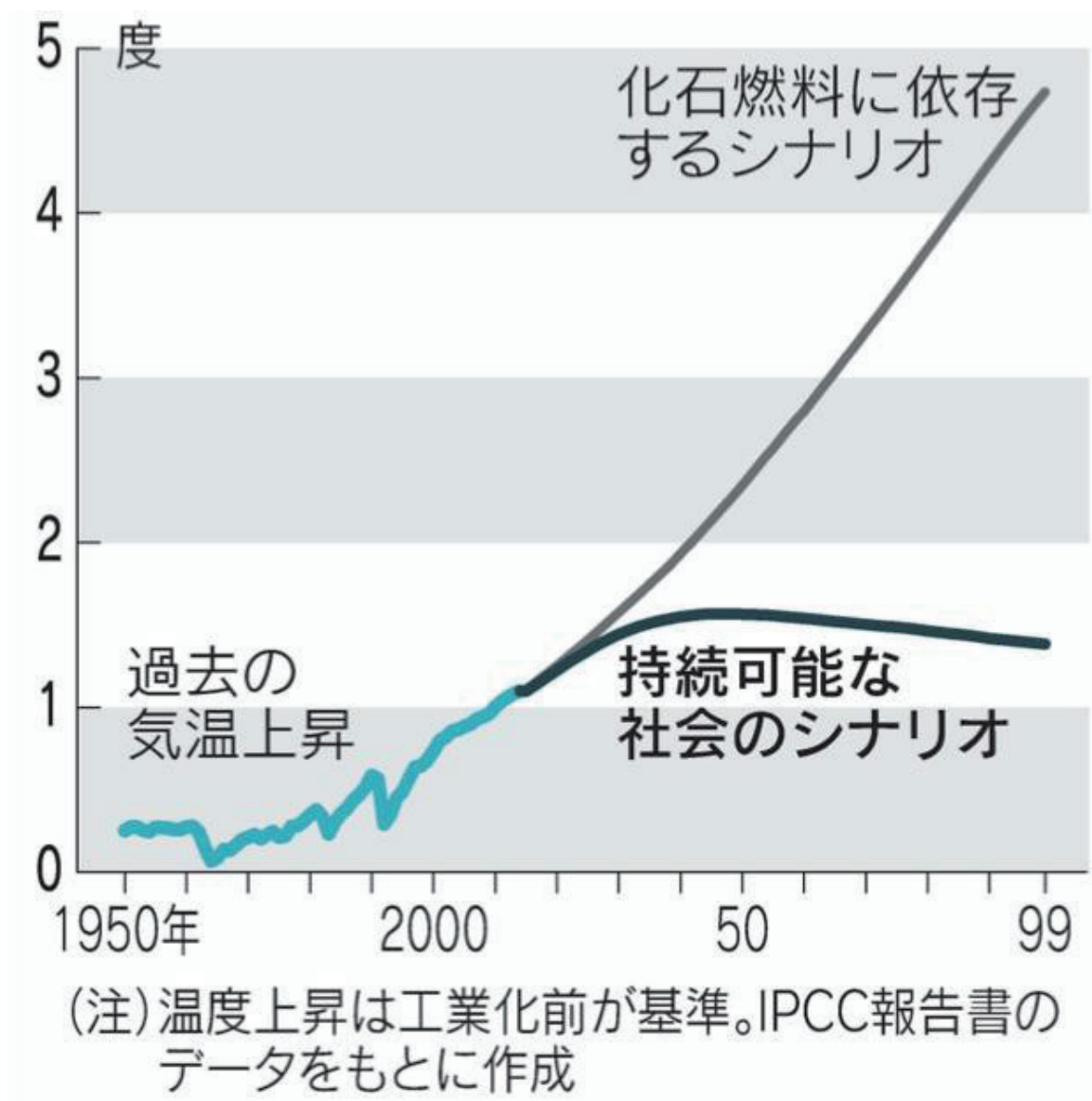


図1 2100年までの気温上昇予測（参考文献[1]より転載）

温度上昇		1度 (現在)	1.5度 の場合	2度の 場合
熱波など 極端な高温	気温	+1.2度	+2度	+2.7度
	発生率	4.8倍	8.6倍	13.9倍
極端な大雨	雨量	+6.7%	+10.5%	+14%
	発生率	1.3倍	1.5倍	1.7倍
農業に被害を 及ぼす干ばつ	発生率	1.7倍	2倍	2.4倍
2100年までの 海面上昇(1995~ 2014年比)	高さ	—	0.28~ 0.55 メートル	0.32~ 0.62 メートル

(注) IPCC第1作業部会第6次評価報告書をもとに作成

図2 気温上昇に伴う異常気象発生率の予測（参考文献[2]より転載）

2. 温暖化による我が国の農業への影響と対応策

2.1 生産量の現象と品質の低下

温暖化により、高温や大雨、病虫害の増加による収量の低下や、品質低下による等級の低下、作期のずれによる市場価格の下落などが生じると予測され、生産者、消費者の双方にとって経済的な損失が懸念される。例えば、農作物への高温障害は既に顕在化しつつあり [3, 4]、稲作では登熟期（出穂・開花から収穫までの期間）の高温に起因する白未熟粒（デンプンが十分に詰まらず白濁する）が報告されているほか、病虫害の多発やその他の生育不良も報告されており（図 3A）、米の品質の指標である一等米の比率が低下傾向にある。このまま温暖化が進行すれば、全国的に一等米比率はさらに低下すると予測される（図 3B）。さらには収量に関しても、温暖化により多くの地域で減少することが見込まれる（図 3C）。

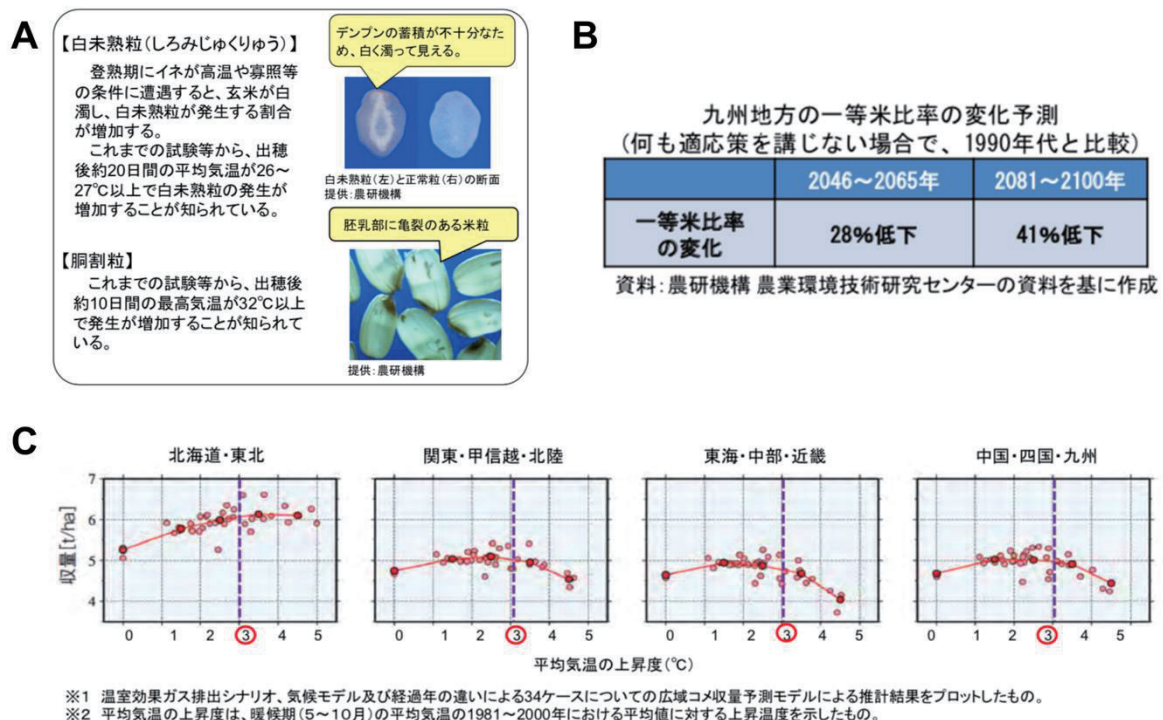


図3 温暖化による稲作への影響（A: 参考文献 [3] より転載、B,C: 参考文献 [4] より転載）

果樹や野菜においても、ブドウ、リンゴ、ミカン、トマトでは高温により色素の生成が抑制される着色不良や日焼け果などの障害が起き（図 4, 5）、ミカンでは高温・多雨により果皮と果実が分離する浮皮が発生するなど（図 5）、高温障害が顕在化しつつある。イチゴや花きでは花芽形成時期への影響が生じており、需要期の安定出荷が妨げられている。また総じて病虫害による影響も大きくなっている。今後、温暖化が進行すると、これらの影響も増大すると考えられる。

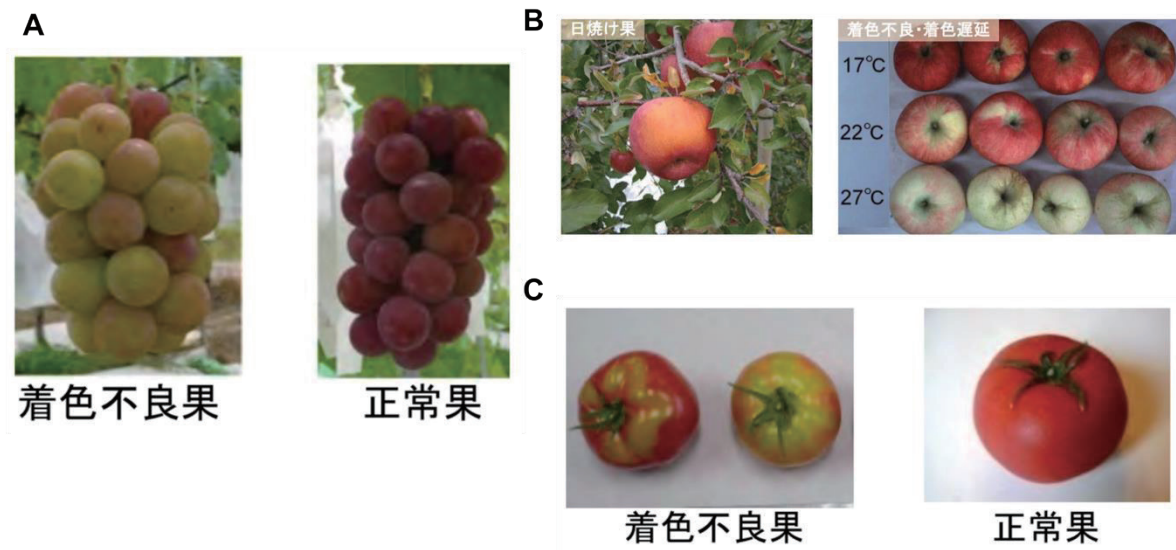


図4 高温障害によるブドウ（A）、リンゴ（B）およびトマト（C）の着色不良（A, C: 参考文献 [4] より転載、B: 参考文献 [6] より転載）

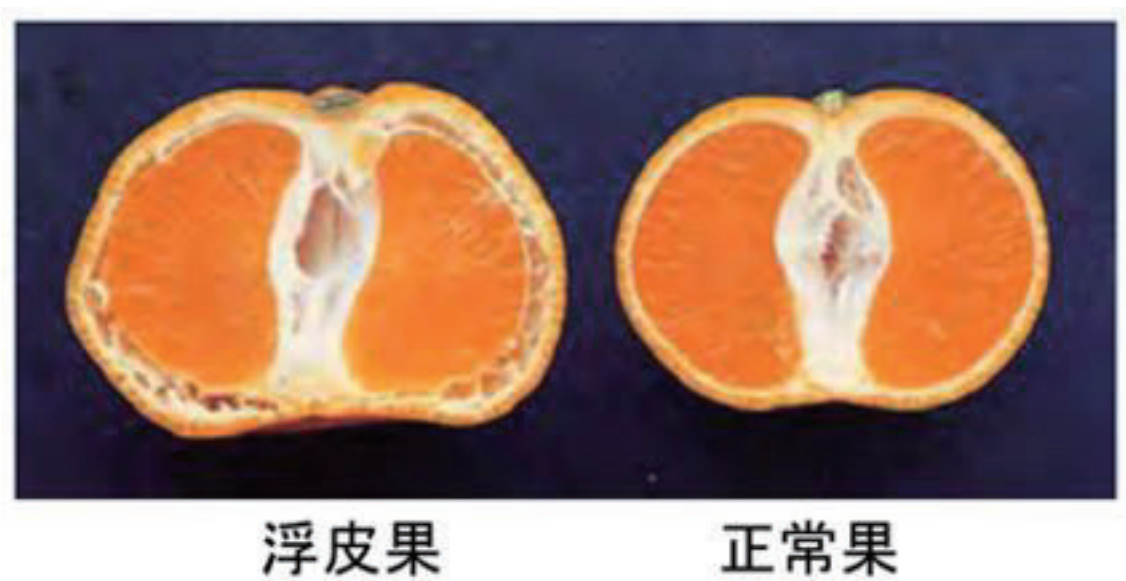


図5 高温障害によるミカンへの影響（参考文献 [4] より転載）

2.2 耕作適地の動向

温暖化により、2050年頃には様々な作物において耕作適地の大幅な変動が見込まれる[5-9]。すなわち、稲作では、東日本平野部から西の地域では減収する一方、北日本や東日本中山間部においては増収する(図6A)。ブドウでは着色不良発生地域が大きく拡大する(図6B)。リンゴでは関東地方内陸部、本州の日本海側等に栽培には適さない地域が広がる一方、北海道の道北や道東に栽培適地が広がる(図6C)。ミカンでは、栽培に適さない高温の地域が広がる一方、より内陸部にかけて栽培適地が拡大するほか日本海側や南東北の沿岸部まで栽培適地が広がる(図6D)。

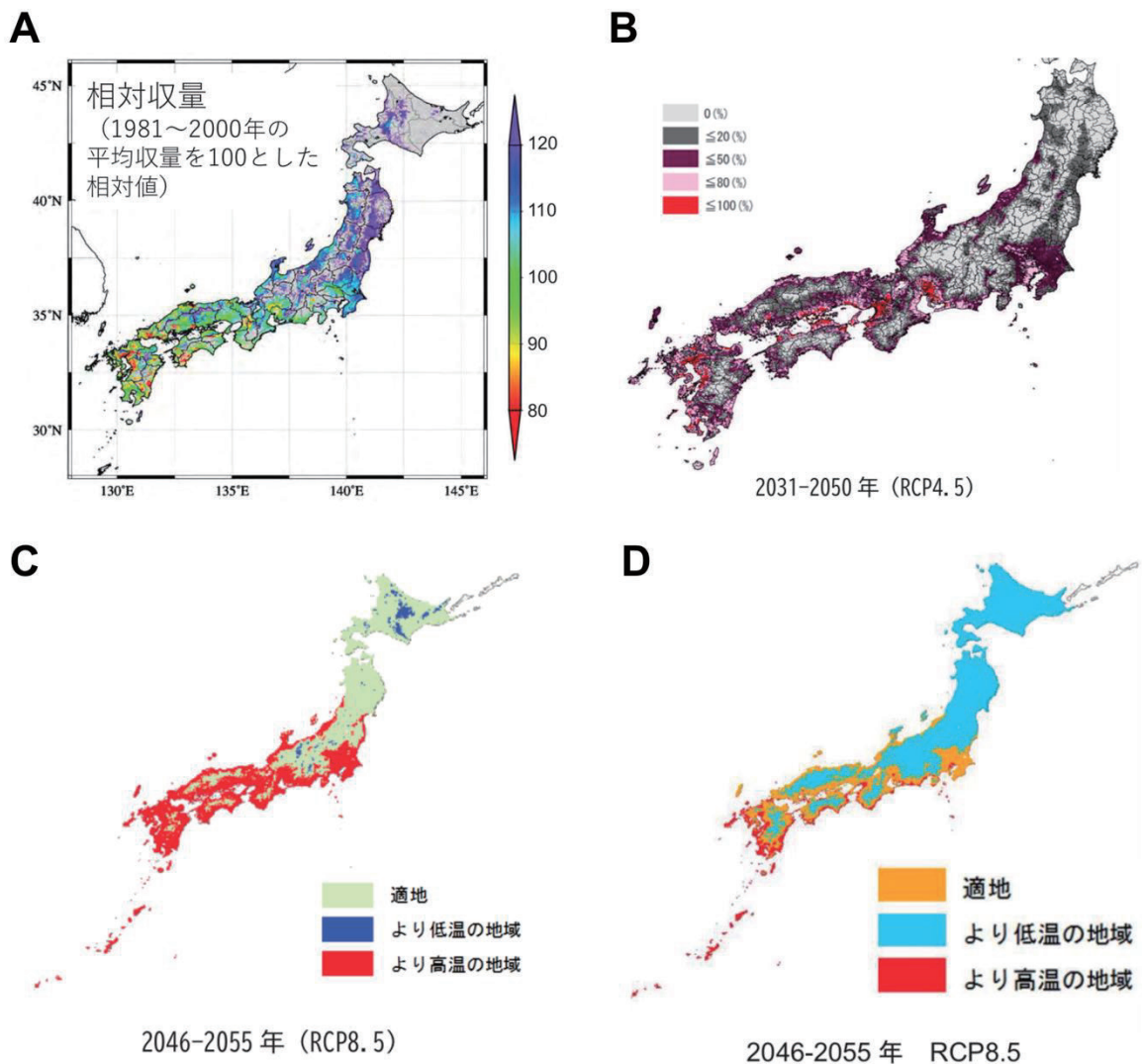


図6 温暖化に伴う稲作 (A)、ブドウ (B)、リンゴ (C)、ミカン (D) 耕作適地変動の予測 (A: 参考文献 [5] より転載、B: 参考文献 [7] より転載、C: 参考文献 [6] より転載、D: 参考文献 [8] より転載)

このような耕作適地の変動を見越した対応はブランド作物を抱える産地にとって死活問題となるとともに、新たな特産品を生み出す機会にもなり得る。特に果樹は一度植栽すると30年程度は栽培が続くため気候変動の影響を非常に受けやすく、2050年を見越して今の時点から中長期的な対応を計画的に進めておく必要がある。適応策としては、品種開発（後述）のほか、栽培管理技術の変更や品目そのものの転換が求められる。

そのような動向として、ブドウでは環状剥皮（光合成産物の地下部への移動抑制）による着色向上（図7A）や、着色の問題が起きにくい黄緑系品種の導入などの栽培管理技術による対応が実施されている。また、北海道では温暖化により醸造用ブドウ品種のピノ・ノワールの栽培が可能になったことを利用して、近年栽培振興が図られている（図7B）。リンゴでは細霧冷房装置により日焼け果の発生が半分以下に抑制されることが示されており、本装置の導入が適応策として普及段階にある（図8A）。一方で、青森県の一部地域では気候変動による価格低下に対応するためリンゴからモモへの品目転換が2000年代から進められ、ブランド化が図られるなど、新たな産地形成が進められている（図8B）。ミカンではIoTを利用した灌水・施肥の遠隔管理システムの開発が行われ（図9A）、品質・収量安定化に加え、浮皮の軽減効果も見られている。また、愛媛県では温暖化によりブラッドオレンジの栽培が可能になったことを利用して、産地化が進められている（図9B）。またトマトでは遮光資材の導入により着色不良の改善が行われている（図10）。

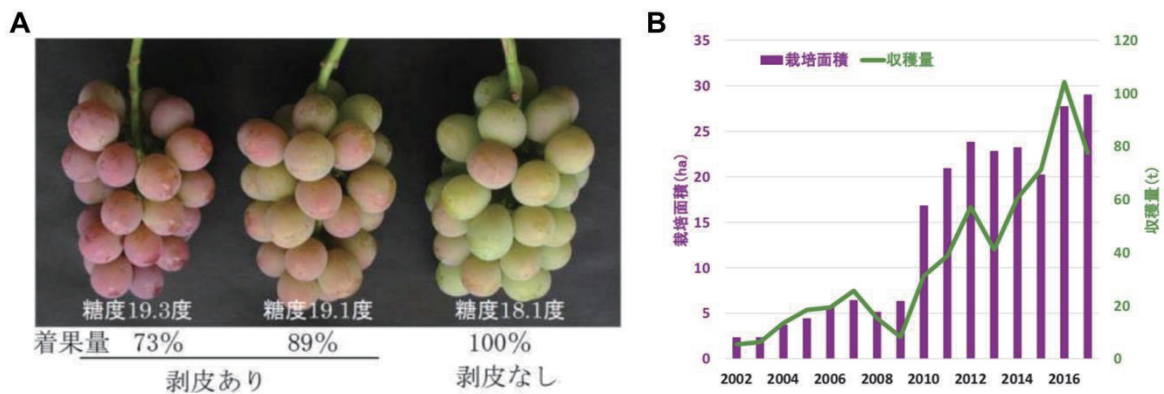


図7 ブドウ栽培における温暖化への対応。A. 環状剥皮による「安芸クイーン」の着色向上。B. 北海道における「ピノ・ノワール」栽培面積および収穫量の推移（参考文献 [7] より転載）

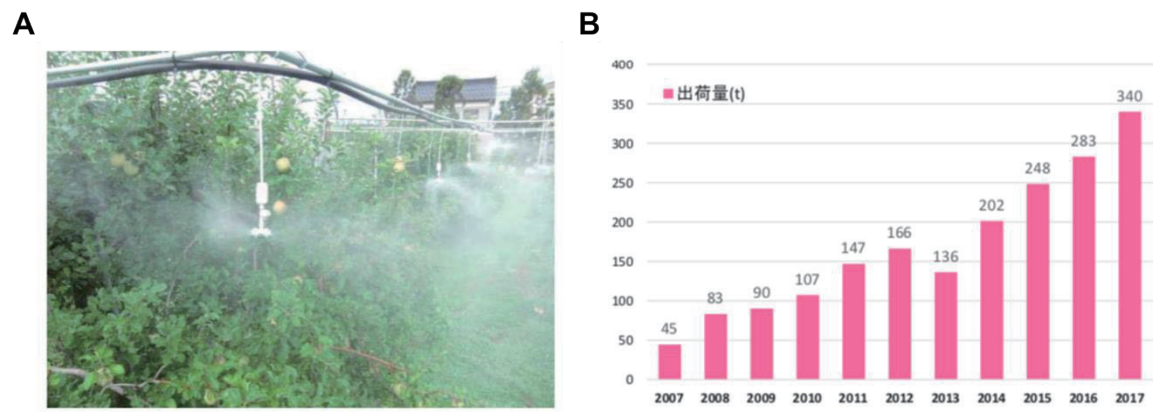


図8 リンゴ栽培における温暖化への対応。A. 細霧冷房装置の導入。B. 青森県中南部地域におけるモモ出荷量の推移（参考文献 [6] より転載）

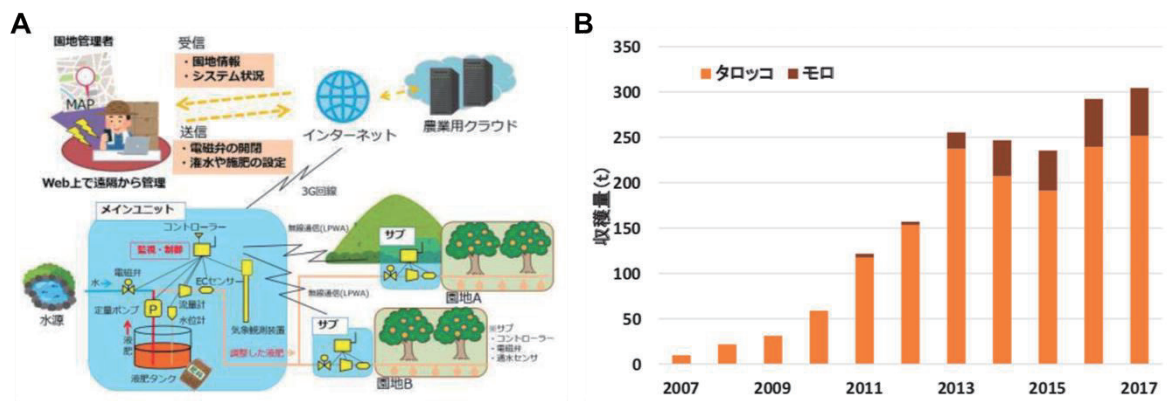


図9 ミカン栽培における温暖化への対応。A. IoTを利用した灌水・施肥の遠隔管理システム。
 B. 愛媛県におけるブラッドオレンジ出荷量の推移（参考文献[8]より転載）



図10 遮光資材によるトマトの着色不良改善（参考文献[3]より転載）

2.3 品種改良等の技術による対応の可能性

温暖化を見越した高温耐性品種の開発も進められている（図11）。特に稲作では従来品種と比べて一等米比率が高いだけでなく、食味においても特Aを取得する高温耐性品種が複数開発されている。産地としての優位性向上につながることが期待されており、2018年には主食用作付面積の1割を占めるまでになっている（図12）。

バイオテク作物についてはゲノム情報や生育などのビッグデータを活用した効率的なスマート育種技術の開発が進められているとともに、ゲノム編集を利用した作物の実用化も進められており（図13）、今後は温暖化に対応する品種開発の迅速化に貢献することが期待されている。



図 11 高温でも白未熟粒が少ない高温耐性品種「にこまる」（参考文献 [3] より転載）

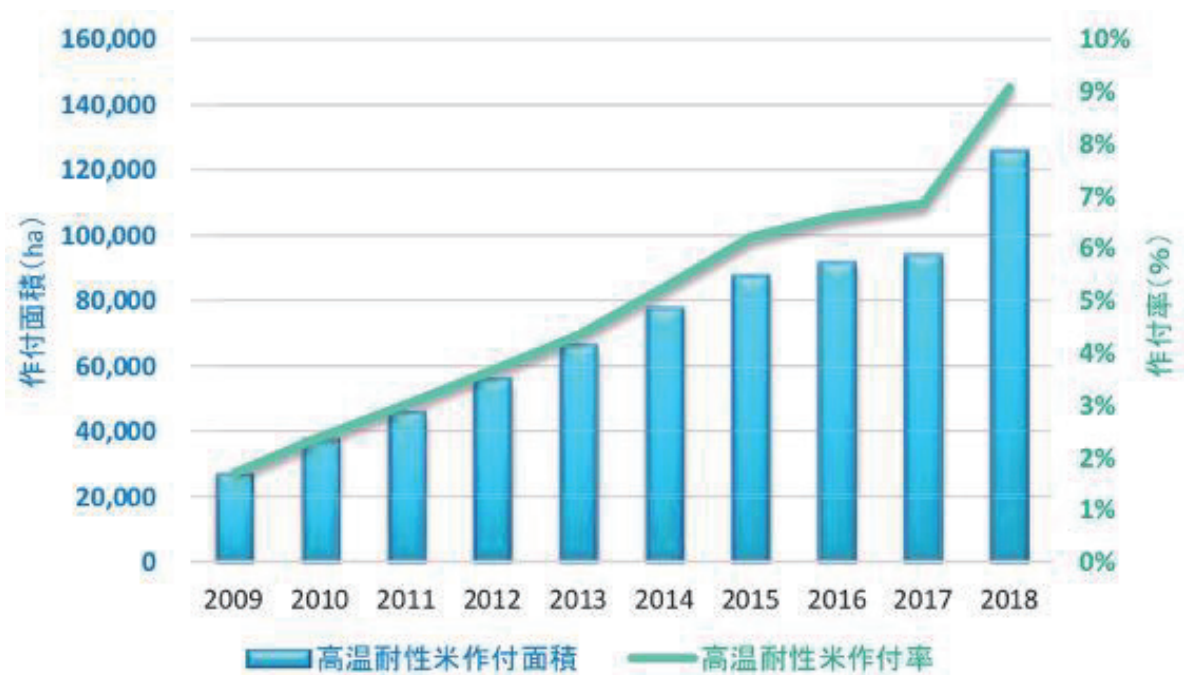


図 12 高温耐性米の作付面積と作付率（参考文献 [5] より転載）



図 13 ゲノム編集を利用した作物の実用化（参考文献 [9] より転載）

2.4 植物病対策による対応の可能性

(1) 新農薬、新昆虫害防止薬

薬剤耐性菌が増えており、今後も気候変動に伴って、外来耐性菌の侵入が危惧される。テトラメチルプロール、ピリダクロメチル等の耐性菌に効果の高い殺菌剤のほか、オキサドスルフィルのような薬剤抵抗性の害虫に効果のある薬剤が国内で開発されている。

(2) 新肥料

低炭素（低エネルギー投入）の観点から、窒素やリンの投与を避け、植物や土壌に処理することにより、植物の生理状態を向上させ、健全・活力・収量・品質・貯蔵性を向上させる働きを持つ、バイオスティミュラントの開発・利用が期待される。

(3) 我が国の得意分野

我が国は微生物農薬が得意であり、この方面を伸ばすことにより、他国に貢献のできる低炭素農薬の開発が期待される。

3. 結論および政策立案のための提案

温暖化による農業生産への影響は既に一部の作物で顕在化しており、我が国の農業はさらなる温暖化による影響の回避・軽減が求められている。気候変動に対応するため、最新の科学技術を活用した高温耐性品種や栽培管理技術の開発により、産地保護が図られている。一方で、耕作適地の大幅な変動も見込まれることから、栽培品目の転換による新たな産地形成というダイナミックな取り組みも見られており、我が国の農業は可塑性と持続性に富む展開を求められている。

なお現在、新たな病害虫抑止技術として、省力化と環境負荷低減に貢献が見込まれる複数の新規農薬が国内企業によって開発され、製品化が予定されている。これらは既存の農薬とは異なる作用機序を有するために、農業生産の大きな障害となっている薬剤抵抗性の病原菌や害虫に対しても少ない使用回数で卓効を示す。また肥料技術においても、生産に多大な石油化学エネルギーを要する従来の窒素肥料やリン肥料にかわって、微生物等により栄養分の吸収を補助する「バイオスティミュラント」と呼ばれる新たな肥料技術の研究が進められている。農薬開発をはじめとする化学技術に加えて、微生物機能の農業利用は日本の得意とする研究分野である。特に、近年では次世代配列解析技術を基盤としたマイクロバイオーーム研究分野が勃興し、新たな微生物機能の発見と持続的農業への活用が期待される状況にある。したがって、本提案書のテーマはここで終了とし、今後はこれらの新たな技術展開を見据え、当面は低炭素に限ることなく、次のパラダイム展開を目指し、基礎研究を積み上げてゆくことを検討している。

参考文献

- [1] 日本経済新聞社, 日本経済新聞電子版, “気温 1.5 度上昇, 10 年早まり 21 ~ 40 年に IPCC 報告書”, <https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUA074ZX0X00C21A8000000/>, (アクセス日 2021 年 10 月 29 日).
- [2] 日本経済新聞社, 日本経済新聞電子版, “気温 1.5 度上昇, リスク切迫 IPCC 「50 年排出ゼロ 必須」”, <https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUA080YL0Y1A800C2000000/>, (アクセス日 2021 年 10 月 29 日).
- [3] 農林水産省, 農林水産省農産局農業環境対策課, “農業分野における気候変動・地球温暖化対策について”, <https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/ondanka/attach/pdf/index-72.pdf>, (アクセス日 2021 年 10 月 29 日).
- [4] 農林水産省, “令和 2 年地球温暖化影響調査レポート”, <https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/ondanka/attach/pdf/index-108.pdf>, (アクセス日 2021 年 10 月 29 日).
- [5] 農林水産省, “農業生産における気候変動適応ガイド (水稻編)”, <https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/ondanka/attach/pdf/index-102.pdf>, (アクセス日 2021 年 10 月 29 日).
- [6] 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)”, <https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/ondanka/attach/pdf/index-100.pdf>, (アクセス日 2021 年 10 月 29 日).
- [7] 農林水産省, “農業生産における気候変動適応ガイド (ぶどう編)”, <https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/ondanka/attach/pdf/index-98.pdf>, (アクセス日 2021 年 10 月 29 日).
- [8] 農林水産省, “農業生産における気候変動適応ガイド (みかん編)”, <https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/ondanka/attach/pdf/index-101.pdf>, (アクセス日 2021 年 10 月 29 日).
- [9] 農林水産省, “みどりの食料システム戦略参考資料”, <https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/midori/attach/pdf/team1-153.pdf>, (アクセス日 2021 年 10 月 29 日).

低炭素社会の実現に向けた
技術および経済・社会の定量的シナリオに基づく
イノベーション政策立案のための提案書

温暖化による我が国の農業生産の動向と
可塑性について

令和4年4月

Trends and Plasticity of Agricultural Production in Japan Resulting
from Global Warming

Proposal Paper for Policy Making and Governmental Action
toward Low Carbon Societies,
Center for Low Carbon Society Strategy,
Japan Science and Technology Agency,
2022.4

国立研究開発法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター

本提案書に関するお問い合わせ先

- 提案内容について・・・低炭素社会戦略センター 特任研究員 難波 成任 (NAMBA Shigetou)
- 低炭素社会戦略センターの取り組みについて・・・低炭素社会戦略センター 企画運営室

〒102-8666 東京都千代田区四番町5-3 サイエンスプラザ 8 階
TEL : 03-6272-9270 FAX : 03-6272-9273
<https://www.jst.go.jp/lcs/>

© 2022 JST/LCS

許可無く複写・複製することを禁じます。
引用を行う際は、必ず出典を記述願います。