

農林水産省気候変動適応計画 (案)

平成 27 年 8 月 6 日 決定
平成 29 年 3 月 14 日 改定
平成 30 年 11 月 27 日 改定
令和 3 年 月 日 改定

農林水産省

目次

まえがき	1
第一章 総論	2
第1 基本的な考え方	2
第2 日本における気候変動予測の概要	3
第二章 分野・品目別対策	5
第1 農業	5
1. 農業生産総論	5
2. 農業生産の分野・品目別影響及び取組	6
3. 病虫害・雑草等	15
4. 農業生産基盤	17
第2 森林・林業	19
1. 山地災害、治山・林道施設	19
2. 人工林（木材生産等）	21
3. 天然林	22
4. 特用林産物（きのこ類等）	23
第3 水産資源・漁業・漁港等	24
1. 海面漁業	24
2. 海面養殖業	26
3. 内水面漁業・養殖業	27
4. 造成漁場	28
5. 漁港・漁村	30
第4 分野共通項目	32
1. 地球温暖化予測研究、技術開発	32
2. 将来予測に基づいた適応策の地域への展開	32
3. 農林水産業従事者の熱中症	33
4. 鳥獣害	33
5. 食料需給	35
6. 食品製造業	36
7. 適応に関する国際協力	37
8. 本計画の継続的な見直しと取組の進捗管理	37
工程表	39

農林水産省気候変動適応計画

まえがき

近年、農産物や水産物などの高温による生育障害や品質低下、観測記録を塗り替える高温、豪雨、大雪による大きな災害が、我が国の農林水産業・農山漁村の生産や生活の基盤を揺るがしかねない状況となっている。

「気候変動に関する政府間パネル（以下「IPCC」という。）」は、平成26(2014)年、今世紀末までの約100年で世界平均地上気温が0.3～4.8℃¹、世界平均海面水位が26～82 cm²上昇するとの予測を行うとともに、気候変動への適応策を行わなければ、今後の気候変動が主要作物の生産に負の影響を及ぼす等の第5次評価報告書を公表した。

諸外国に目を向けると、2007年にオランダ、2013年に英国が適応計画を公表したほか、米国が連邦政府関係省庁による気候変動適応計画を公表しており、欧米各国では適応計画の作成が進んでいる状況にある。

我が国では、平成27(2015)年3月、中央環境審議会気候変動影響評価等小委員会が今世紀末までの我が国における気候変動による影響に関して、農林水産業を含む7つの分野、56項目について、重大性、緊急性、確信度の3つの観点から総合的に評価し、「日本における気候変動による影響に関する評価報告書」を公表するとともに、影響予測等の研究の一層の推進や地方公共団体の取組支援等の重要性を指摘した。

農林水産省においては、農林水産業・地域の活力創造プラン³等を通じて、生産現場の強化、多面的機能の維持・発揮等に取り組んでいる。他方、農林水産業は気候変動の影響を最も受けやすい産業である。農林水産業が営まれる場において、気候変動の負の影響を軽減・防止する取組が適切に実施されない場合は、食料の安定供給の確保、国土の保全等の多面的機能の発揮、農林水産業の発展及び農山漁村の振興が脅かされることから、農林水産分野での気候変動への適応の取組は極めて重要である。そのため、将来の影響予測等を踏まえた計画的な適応策を講じることが必要である。

さらに、我が国の国土は南北に長く、北は亜寒帯から南は亜熱帯までさまざまな気候区分があり、地域毎に多様な農林水産業が営まれていることから、適応策の実施にあたっては、地域ごとの特徴を踏まえることが不可欠であり、国の取組と連携して地方の取組を促進することが重要である。

このため、農林水産省は、平成27(2015)年8月に「農林水産省気候変動適応計画」

¹ 気温は、温室効果ガスの排出量が多いほど上昇するとされており、気温上昇をかなり低くするために必要となる温暖化対策をとった場合（以下「RCP（代表的濃度経路）2.6シナリオ」という。）で0.3～1.7℃（モデル予測の5～95%の信頼幅から計算。以下同じ。）上昇、温室効果ガスの排出量が非常に多い場合（以下「RCP8.5シナリオ」という。）で2.6～4.8℃上昇の範囲に入る可能性が高いと予測している。

² 21世紀の間、世界平均海面水位は上昇を続けると予測されており、RCP2.6シナリオで26～55 cm上昇、RCP8.5シナリオで45～82 cm上昇の範囲に入る可能性が高いと予測している。

³ 平成25(2013)年12月農林水産業・地域の活力創造本部決定（本部長：内閣総理大臣）（令和2(2020)年12月15日最終改訂）

(以下「本計画」という。)を定め、この内容は同年11月に閣議決定された政府全体の「気候変動の影響への適応計画」に積極的に位置付けるとともに、影響予測、技術開発、各種施策等を国と地方の連携を通じて強力に推進してきた。

平成29(2017)年3月には、パリ協定(平成27(2015)年12月採択。我が国は平成28(2016)年11月8日に締結。)における世界共通目標等を見据え、我が国における中長期的な温室効果ガス排出量の削減目標の着実な達成に向け、農林水産分野における地球温暖化対策を総合的かつ計画的に推進するための「農林水産省地球温暖化対策計画」が策定され、この計画と一体的に推進するため、適応に関する国際協力の推進など必要な見直しを行い、本計画を改定した。

気候変動適応の法的位置付けを明確化し、適応策をより一層強力に推進するため、気候変動適応法(平成30年法律第50号。平成30年12月1日施行。)第7条第1項に定める「気候変動適応計画」が平成30(2018)年11月27日に閣議決定されたことを踏まえ必要な見直しを行い、本計画を改定した。

令和2(2020)年12月に気候変動適応法第10条に定める気候変動影響の総合的な評価についての報告書⁴(以下「第2次気候変動影響評価報告書」という。)が公表されたところである。また、農林水産省は、令和3年5月に「みどりの食料システム戦略」を策定し、災害や気候変動に強い持続的な食料システムを構築するために、気候変動に適応する生産安定技術・品種の開発・普及等を推進することとしている。これらの気候変動影響の予測、評価等に関する最新の科学的知見及び食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現する戦略を踏まえ、農林水産分野についてより具体的な適応に関する計画を定めるため、本計画を改定するものである。

第一章 総論

第1 基本的な考え方

1. 現状と将来の影響評価を踏まえた計画策定

政府全体の第2次気候変動影響評価報告書と整合し、気候変動による影響への対応を的確かつ効果的に実施するための計画を策定する。現時点で影響評価のないものについても、影響評価を実施することに加え、生産現場での課題への対応の観点から、今世紀末までの影響評価を踏まえつつ、当面10年程度に必要な取組を中心に分野・品目ごとに計画として整理し推進していく。

なお、今後、開発・普及する適応策については、それ自身が環境に負荷を与えるものとならないよう配慮が必要である。

2. 温暖化等の気候変動による影響への対応

気温の上昇等による農作物等の生産量や品質の低下を軽減するため、適応技術や対応品種の研究開発、品種や品目の転換、適応技術の普及等を推進する

3. 極端な気象現象による災害への対応・防災

⁴ 「気候変動影響評価報告書(詳細)」(令和2年12月環境省公表)において、農業・林業・水産業分野については339件の文献(現状影響188件、将来影響149件、両方2件)が引用され、引用文献一覧が掲載されている。
<https://www.env.go.jp/press/files/jp/115262.pdf>

集中豪雨等による農地の湛水被害や山地災害の激甚化、海面水位上昇による高潮のリスク増大等に対して、防災に資する施設整備等を計画的に推進する等、不断に備える。

4. 気候変動がもたらす機会の活用

低温被害の減少による産地の拡大、温暖化が進んだ場合に今まで生産できなかった亜熱帯・熱帯作物の新規導入や転換、産地の育成、積雪期間の短縮による栽培可能な期間の延長及び地域の拡大による生産量の増大等、気候変動がもたらす機会を活用する。

5. 関係者間での連携・役割分担、情報共有

国は、気候変動適応法に基づき、関係府省庁との連携の下、国際社会における適応の取組や位置付けを踏まえつつ、我が国における気候変動の現状及び将来の影響の科学的な評価、適応技術等の基礎的な研究開発、ソフト・ハード両面による地域の取組の支援策の提示、国内外の情報の収集及び発信を主に担う。

地方は、気候変動が社会・経済に与える影響の地域性の違いを踏まえ、気候変動適応法に基づく「地域気候変動適応計画」の策定等により、地域主体による適応策の自立的選択及び推進等を主に担う。

また、国と地方相互の連携により地域における気候変動適応の効果的実施を図る。

6. 計画の継続的な見直し、最適化による取組の推進

不確実性を伴う気候変動の影響に適切に対応するためには、IPCC 等による新しい報告等、適切な評価の機会を契機として、最新の知見により、現状及び将来の影響評価を見直すとともに、本計画に盛り込まれた適応策等の取組の進捗状況や研究成果の確認と、その他、最新の背景事情を踏まえた計画となるよう、政府全体の「気候変動適応計画」に掲げる基本的方向と整合性を図りつつ、継続的に見直しを行う。

また、平成 27(2015)年 9 月には、持続可能な世界を実現するための 17 のゴール・169 のターゲットから構成される持続可能な開発目標 (SDGs) が国連総会において採択され、我が国においても、SDGs の実現に向けた取組を進めている。SDGs には、気候変動、さらには、食料、生物多様性、森林、海洋等の環境保全など、適応に関連する目標が多く含まれており、パリ協定の下での適応と SDGs は、気候変動に対応できる強靱で持続可能な社会を構築するという共通の目標を有しており、国際的にこれらの目標等の中で連携を図ることが重要である。

第 2 日本における気候変動予測の概要

近年発表された気候変動の将来予測⁵では、我が国において、21 世紀末 (2076～2095 年の平均) には 20 世紀末 (1980～1999 年の平均) と比較して、農林水産業に影響が大きい主要な気候変化は次のように予測されている。

⁵ 日本の気候変動 2020 (令和 2 (2020)年 12 月文部科学省・気象庁)

1. 気温

- 21 世紀末の日本の年平均気温は、20 世紀末に対して全国的に有意に上昇すると予測される（確信度が高い）。全国平均気温の上昇量は、4℃上昇シナリオ（RCP8.5）では4.5℃、2℃上昇シナリオ（RCP2.6）では1.4℃である。
- 気温の上昇に伴い、日本では多くの地域で猛暑日のような極端に暑い日の年間日数が有意に増加すると予測される（確信度が高い）。2℃上昇シナリオ（RCP2.6）では、4℃上昇シナリオ（RCP8.5）と比べて予測される変化は小さくなるものの、20 世紀末における年々変動の幅を上回る。

2. 降水

- 21 世紀末の日本の年降水量には、20 世紀末と比較して有意な変化傾向は予測されていない（確信度が中程度）。地域別の降水量の変化については、予測結果のばらつきが大きく、十分な研究事例も積み重ねられていないことから、不確実性が高い。
- 21 世紀末には、20 世紀末と比較して、大雨及び短時間強雨の発生頻度が全国平均では有意に増加すると予測される（確信度が高い）。地域別に見ても増加傾向は共通して予測されているものの、増加量については不確実性が高い。
- 4℃上昇シナリオ（RCP8.5）では、21 世紀末には、20 世紀末と比較して、降水の観測される日数が全国的に有意に減少すると予測される（確信度が高い）。2℃上昇シナリオ（RCP2.6）では、降水の観測される日数には有意な変化傾向は認められない（確信度が低い）。
- 初夏（6月）の梅雨降水帯は強まり、現在よりも南に位置すると予測される（確信度が中程度）。

3. 降雪・積雪

- 4℃上昇シナリオ（RCP8.5）の場合、21 世紀末の日本の年最深積雪及び年降雪量は 20 世紀末と比べて全国的に有意に減少すると予測される（確信度が高い）。2℃上昇シナリオ（RCP2.6）の場合、本州以南ではほとんどの地域で有意に減少する（確信度が高い）一方で、北海道では変化傾向が不明瞭である。
- 温暖化が進んだとしても、厳冬期に十分に気温が低く降水が降雪となる地域では、気温上昇による水蒸気の増加に伴い厳冬期の降雪量が増加し、最深積雪も増加する地域があると予測されている（確信度が低い）。
- 大規模アンサンブルを用いた将来予測研究の結果から、気温上昇に伴い平均的な降雪量が減少した場合であっても、低頻度で発生する大雪のリスクが低下するとは限らないことが示唆されている（確信度が低い）。

4. 熱帯低気圧

- 世界では全熱帯低気圧に占める非常に強い熱帯低気圧の割合が増加する（確信度は高から中程度）。
- 日本付近の台風の強度は強まる（確信度が中程度）。
- 日本付近の台風に伴う雨の年間総量に変化はないが、個々の台風の降水量は増加する（確信度が中程度）。

5. 海水温

- 日本近海の21世紀末の年平均海面水温は20世紀末に比べ有意に上昇し(確信度が高い)、4℃上昇シナリオ(RCP8.5)で $3.6 \pm 1.3^\circ\text{C}$ 、2℃上昇シナリオ(RCP2.6)で $1.1 \pm 0.6^\circ\text{C}$ 上昇すると予測されている。

6. 海面水位

- 日本沿岸の年平均海面水位は21世紀中に上昇すると見られる(確信度が高い)。21世紀末には、4℃上昇シナリオ(RCP8.5)の下では0.71 m (0.46~0.97 m)、2℃上昇シナリオ(RCP2.6)の下では0.39 m (0.22~0.55 m)上昇すると推定される。

第二章 分野・品目別対策

第1 農業

1. 農業生産総論

(1) 影響

- 農業生産は、一般に気候変動の影響を受けやすく、各品目で生育障害や品質低下など気候変動によると考えられる影響が見られる。

(2) 取組

【適応策の基本的考え方】

- 影響の将来予測については、主要作物等を中心に実施しているが、より一層、将来影響の研究を進める必要がある。

【基本的な施策】

農業生産全般において、高温等の影響を回避・軽減する適応技術や高温耐性品種等の導入など適応策の生産現場への普及指導や新たな適応技術の導入実証等の取組が行われている。また、地方公共団体(もしくは関係機関等)と連携し、温暖化による影響等のモニタリングを行い、「地球温暖化影響調査レポート」、農林水産省ホームページ等により適応策に関する情報を発信している。今後は、これまでの取組に加え、以下の対策に取り組む。

- 気候変動による被害を回避・軽減するため、生産安定技術や対応品種・品目転換を含めた対応技術の開発・普及、農業者等自らが気候変動に対するリスクマネジメントを行うなど農業生産へのリスク軽減に取り組む。
- 第2次気候変動影響評価報告書において、重大性が特に大きく、緊急性及び確信度が高いとされた水稻、果樹及び病害虫・雑草等については、より重点的に対策に取り組む。
- その他の品目については、これまで取り組んできた対策を引き続き推進するとともに、今後の影響予測も踏まえ、新たな適応品種や栽培管理技術等の開発、又はそのための基礎研究に取り組む。
- 引き続き地方公共団体(もしくは関係機関等)と連携し、温暖化による影響等のモニタリングに取り組むとともに、「地球温暖化影響調査レポート」、農林水産省ホームページ等により適応策に関する情報を発信する。

2. 農業生産の分野・品目別影響及び取組

(1) 水稲

① 影響

ア 現状

- 既に全国で、気温の上昇による品質の低下（白未熟粒⁶の発生、一等米比率の低下等）等の影響が確認されている。また、一部の地域や極端な高温年には収量の減少も見られている。
- 一部の地域では、気温上昇により生育期間が早まることで、登熟期間前後の気象条件が変化することによる影響が生じている。

イ 将来予測

- コメの収量は全国的に 2061～2080 年頃までは増加傾向にあるものの、21 世紀末には減少に転じるほか、品質に関して高温リスクを受けやすいコメの割合が RCP8.5 シナリオで著しく増加すると予測されている。
- 高温リスクを受けにくい（相対的に品質が高い）コメの収量の変化を地域別に見た場合、収量の増加する地域（北日本や中部以西の中山間地域等）と、収量が減少する地域（関東・北陸以西の平野部等）の偏りが大きくなる可能性がある。
- RCP2.6 及び RCP8.5 の両シナリオにおいて、2010 年代と比較した乳白米の発生割合が 2040 年代には増加すると予測され、一等米面積の減少により経済損失が大きく増加すると推計されている。
- 二酸化炭素濃度の上昇は、施肥効果によりコメの収量を増加させることが FACE（開放系大気二酸化炭素増加）実験により実証されているが、二酸化炭素濃度の上昇による施肥効果は気温上昇により低下する可能性がある。
- 将来の降雨パターンの変化はコメの年間の生産性を変動させ、気温による影響を上回ることも想定される。様々な生育段階で冠水処理を施した試験では、出穂期の冠水でコメの減収率が最も高く、整粒率が最も低くなることが示されている。

② 取組

【適応策の基本的考え方】

- 出穂期以降の高温により白未熟粒が多発する高温障害が頻発していることから、高温耐性品種⁷の導入や多様な熟期の品種の作付けにより登熟期高温の回避に努める必要がある。
- 温暖化の影響によって病害虫の発生時期の早期化、発生量の増加、発生地域の拡大がみられることから、適切な防除対策を行う必要がある。

【基本的な施策】

⁶ デンプンの蓄積が不十分なため、白く濁って見える米粒

⁷ 高温にあっても玄米品質や収量が低下しにくい品種

高温対策として、肥培管理、水管理等の基本技術の徹底を図るとともに、高温耐性品種の開発・普及を推進しており、高温耐性品種の作付けは漸増している（令和2（2020）年地球温暖化影響調査レポートによる高温耐性品種の作付割合は約11.2%⁸）。

また、病害虫対策として、発生予察情報等を活用した適期防除等の徹底を図っている。

今後は、これまでの取組に加え、以下の対策に取り組む。

- 品種開発に当たっては、高温による品質低下が起こりにくい高温耐性を付与した品種の開発を基本とする。
- 現在でも極端な高温年には収量の減少が見られており、将来的には更なる高温が見込まれることから、収量減少に対応できるよう不稔^{ふねん}に対する耐性を併せ持つ品種・育種素材の開発を推進する。
- 引き続き、高温に対応した肥培管理、水管理等の基本技術の徹底を図るとともに、高温耐性品種の作付拡大を図るため、生産者、実需者等が一体となった、高温耐性品種の導入実証の取組を支援する。

（2）果樹

① 影響

ア 現状

- 果樹は気候への適応性が非常に低い作物であり、2003年に実施された全国的な温暖化影響の現状調査で、他の作物に先駆けて、すでに温暖化の影響が現れていることが明らかになった。
- 果樹は、一度植栽すると同じ樹で30～40年栽培することになることから、気温の低かった1980年代から同じ樹で栽培されていることも多いなど、品種や栽培法の変遷も少なく、1990年代以降の気温上昇に適応できていない場合が多い。
- かんきつでの浮皮^{うきかわ}¹⁰、生理落果、りんごでの着色不良、日焼け、日本なしの発芽不良、もものみつ症、ぶどうの着色不良、柿の果実軟化など、近年の温暖化に起因する障害は、ほとんどの樹種、地域に及んでいる。
- りんごでは、食味が改善される方向にあるものの、果実が軟化傾向にあり、これが貯蔵性の低下につながっている。
- 一部の地域で、気温上昇により栽培適地が拡大している樹種がみられる。

イ 将来予測

- うんしゅうみかんについて、栽培適地は北上し、内陸部に広がることが予測されている。RCP8.5シナリオを用いた予測では、21世紀末

⁸ 令和2（2020）年産主食用作付面積（全国）：1,366,000 ha、令和2（2020）年産高温耐性品種作付面積：152,804 ha

⁹ 開花期の高温により受精が阻害され、子実にデンプンが蓄積しないこと

¹⁰ 果皮と果肉が分離する現象で品質低下をもたらす

に関東以西の太平洋側で栽培適地が内陸部に移動する可能性が示唆されている。

- りんごについて、21世紀末になると東北地方や長野県の主産地の平野部（RCP8.5シナリオ）、東北地方の中部・南部など主産県の一部の平野部（RCP2.6シナリオ）で適地よりも高温になることや、北海道で適地が広がることが予測されている。
- ぶどう、もも、おうとうについては、主産県において、高温による生育障害が発生することが想定される。露地栽培の‘巨峰’について、RCP4.5シナリオを用いた予測では、2040年以降に着色度が大きく低下する。
- 日本なしについて、一部の地域では、自発休眠打破に必要となる低温積算量が減少し、21世紀末には沿岸域を中心として低温要求量が高い品種の栽培が困難となる地域が広がる可能性がある。
- 果樹の栽培が難しかった寒地では、果樹の栽培適地が拡大することが予測されている。全球の地上気温の平均が1990年代と比べて2℃上昇した場合、北海道では標高の低い地域でワイン用ぶどうの栽培適地が広がる可能性がある。また、亜熱帯果樹のたんかんは、現在の適地は少ないが、気温上昇に伴い栽培適地が増加する可能性がある。

② 取組

【適応策の基本的考え方】

- 果樹は永年性作物であり、結果するまでに一定期間を要すること、また、需給バランスの崩れから価格の変動を招きやすいことから、他の作物にも増して、長期的視野に立って対策を講じていくことが不可欠である。したがって、産地において、温暖化の影響やその適応策等の情報の共有化や行動計画の検討等が的確に行われるよう、主要産地や主要県との間のネットワーク体制の整備を行う必要がある。
- うんしゅうみかんの浮皮果を軽減させるジベレリン¹¹・プロヒドロジヤスモン¹²混用散布、りんごの着色不良や日焼け果を減少させるためのかん水や反射シートの導入、ぶどうの着色を改善させる環状剥皮¹³の生産安定技術、日本なしの発芽不良被害を軽減するための発芽促進剤の利用等の普及に努める。
- また、うんしゅうみかんから中晩柑への品目転換、りんご・ぶどうの優良着色系品種への転換等の他、高付加価値な亜熱帯・熱帯果樹の導入等の実証等を推進する。

【基本的な施策】

うんしゅうみかんでは、高温・強日射による日焼け果等の発生を軽減す

¹¹ 果樹の生育促進、開花促進、果実肥大等の目的で使用される植物成長調整剤

¹² 果実の着色促進、うんしゅうみかんの浮皮軽減等の目的で使用される植物成長調整剤

¹³ 幹の表皮を剥皮することによって、葉で作られた栄養分を剥皮部分より下部へ移行させることなく果房へ集中させることで、着色の改善につながる技術

るため、直射日光が当たる樹冠上部の摘果を推進している。また、浮皮果の発生を軽減するため、カルシウム剤等の植物成長調整剤の活用等を推進している。さらに、着色不良対策として、摘果目的に使用するフィガロン¹⁴散布の普及を進めている。

また、うんしゅうみかんよりも温暖な気候を好む中晩柑（しらぬひ、ブラッドオレンジ等）への転換を図るための改植等を推進している。

りんごでは、着色不良対策として、「秋映」等の優良着色系品種や黄色系品種の導入のほか、日焼け果・着色不良対策として、かん水や反射シートの導入等を進めている。

もも、おうとう等を含めた品目共通の干ばつ対策として、マルチシート等による水分蒸発抑制等の普及や、土壌水分を維持するための休眠期の深耕・有機物投入を推進している。また、開花期における晩霜等による凍霜害への対策として、技術指導通知による事前の警戒体制の整備や、防霜ファン等の被害防止設備の設置支援等を推進する。

気候変動による着色不良果実の発生に対する品目共通の対応策の一つとして、このような果実も果汁用原料として積極的に活用できるよう、加工用果実の生産流通体制を整備している。

今後は、これまでの取組に加え、以下の対策に取り組む。

- うんしゅうみかんでは、浮皮果の発生を軽減させるジベレリン・プロヒドロジャスモン混用散布、果実の日焼けを防止する遮光資材の積極的活用等による栽培管理技術や、着花を安定させるための、施肥方法、水分管理等の改善による生産安定技術の普及を推進する。
- りんごでは、高温下での着色不良及び日焼け発生を減少させるための栽培管理技術の普及を推進する。また、栽培適地が移動すると将来予測を踏まえ、より標高の高い地帯で栽培を行えるよう、栽培実証や、品種を転換するための改植に対する支援を行う。
- ぶどうでは、着色不良対策として、「グロースクローネ」等の優良着色系品種や「シャインマスカット」等の黄緑系品種の導入を推進するとともに、成熟期の高温による着色障害の発生を軽減するため、環状剥皮等の生産安定技術の普及を推進する。
- 日本なしでは、発芽不良の被害を軽減するため、発芽促進剤の利用、肥料の施用時期の変更等の技術対策の導入・普及を推進する。
- 育種の側面からは、高温条件に適応する育種素材を開発するとともに当該品種を育成し、産地に実証導入を図る。
- このほか、気候変動により温暖化が進んだ場合、亜熱帯・熱帯果樹の施設栽培が可能な地域が拡大するものと予想されることから、高付加価値な亜熱帯・熱帯果樹（アテモヤ、アボカド、マンゴー、ライチ等）の導入実証に取り組み、産地の選択により、既存果樹からの転換等を推進

¹⁴ かんきつ類の熟期促進、摘果、浮皮軽減等の目的で使用される植物成長調整剤

する。

- 温暖化の進展により、りんご等において、栽培に有利な温度帯が北上した場合、新たな地域において、産地形成することが可能になると考えられる。このような新たな産地形成に際しては、低コスト省力化園地整備等を推進する。

(3) 土地利用型作物（麦、大豆、茶等）

① 影響

ア 現状

- 小麦では、冬季及び春季の気温上昇により、全国的に播種期の遅れと出穂期の前進がみられ、生育期間が短縮する傾向が確認されている。
- 大豆では、一部の地域で夏季の高温による百粒重の減少や高温乾燥条件が継続することによるさや数の減少、品質低下が報告されている。
- 茶では、夏季の高温・少雨による二番茶・三番茶の生育抑制、暖冬による冬芽の再萌芽・一番茶萌芽の遅延などの生育障害が報告されている。
- 北海道では、土壌凍結深が浅くなったことにより、収穫後圃場に残存するばれいしょの雑草化（野良イモ化）が問題となっている。

イ 将来予測

- 小麦では、北海道の秋播き小麦に関する統計解析の結果、生育期間の気温は茎や穂の長さや千粒重と負の相関関係にあるため、出穂から成熟期までの平均気温の上昇による減収が危惧される。
- また、播種後の高温に伴う生育促進による凍霜害^{とうそうがい}リスクの増加、高二酸化炭素濃度によるタンパク質含量の低下等が指摘されている。
- 寒冷地の大豆栽培では、気温上昇は収量に大きな影響を及ぼさないが、二酸化炭素濃度上昇は光合成を促進させ子実重を増加させることが示唆されている。一方、温暖地の大豆栽培では、気温上昇による減収が示唆されている。
- 北海道では、2030年代には、てん菜、大豆、小豆では増収の可能性もあるが、病害発生、品質低下も懸念され、小麦、ばれいしょでは減収、品質低下が予測されている。
- 一方、北海道でのばれいしょ生産について、2℃の気温上昇のみを考慮すると潜在収穫量は減少するが、気温上昇による栽培期間の長期化や二酸化炭素濃度上昇を考慮すると、潜在収穫量は増加するという研究がある。
- 関東地域では、平均気温が2℃上昇すると、平野部全域でエンバクの冬枯れのリスクが高まると予測されている。
- 茶（品種「やぶきた」）では、静岡県を含む関東地域で一番茶摘採^{とうそうがい}期の早期化に伴い凍霜害発生リスクの高い時期が早まる可能性、南西

諸島全域で秋冬季における低温遭遇時間の不足により一番茶の減収が顕在化することが推定されている。

② 取組

【適応策の基本的考え方】

- 麦、大豆・小豆、てん菜等については、雨量や気温等の気象条件により収量の変動を受けやすく、湿害や病害虫等により収量の低下が生じることから、気候変動に適応した営農技術の導入や、病害虫に強い品種の育成等により、安定した生産・供給体制を確保することが重要となっている。
- ばれいしょについては、北海道で初冬の積雪増加による土壌凍結深の減少に伴い、収穫後畑に残ったばれいしょが越冬して雑草化し、後作の生育阻害、連作障害、病害虫発生等の原因となる野良イモの問題が深刻化しており、掘り残しのばれいしょの越冬防止対策が重要となっている。
- 茶では、省電力防霜ファンシステム等による防霜技術の導入等の凍霜害対策を推進する。また、干ばつ対策として、敷草等による土壌水分蒸発抑制やかん水の実施、病害虫対策として、病害虫に抵抗性を有する品種への改植等を推進する。

【基本的な施策】

- 麦類では、多雨・湿害対策として、排水対策、赤かび病等の適期防除、適期収穫など基本技術の徹底を図るとともに、赤かび病、穂発芽¹⁵等の抵抗性品種への転換を推進しており、一定の効果が見られる。また、凍霜害対策として、気候変動に適応した品種・育種素材、生産安定技術の開発・普及を推進する。
- 大豆・小豆等では、多雨・高温・干ばつ等の対策として、排水対策の徹底を図るとともに、地下水位制御システムの普及を推進する。また、病害虫・雑草対策として、病害虫抵抗性品種・育種素材や雑草防除技術等の開発・普及に取り組む。さらに、有機物の施用や病害虫発生リスクを軽減する輪作体系など気候変動の影響を受けにくい栽培体系の開発に取り組む。
- てん菜では、病害虫対策として、高温で多発が懸念される病害に対する複合病害抵抗性品種の普及に取り組む。また、高温対策として、現場における生産状況の定期的な把握・調査や最適品種を選択するための知見の集積に取り組むほか、多雨を想定した排水対策に取り組む。
- ばれいしょでは、北海道における「野良イモ」対策として、ばれいしょの収穫跡地での雪割り・雪踏みを推進し、土壌凍結及び塊茎凍死の促進により、掘り残しのばれいしょの越冬防止に取り組む。

¹⁵ 収穫期の降雨等により、収穫前の穂に実った種子から芽が出てしまう現象

(4) 園芸作物（野菜、花き）

① 影響

ア 現状

- 過去の調査で、40以上の都道府県において、既に気候変動の影響が現れていると報告されており、全国的に気候変動の影響が現れていることは明らかである。
- 特にキャベツなどの葉菜類、ダイコンなどの根菜類、スイカなどの果菜類等の露地野菜では、多種の品目でその収穫期が早まる傾向にあるほか、生育障害の発生頻度の増加等もみられる。
- ホウレンソウ、ネギ、キャベツ、レタスといった葉菜類では、高温や多雨あるいは少雨による生育不良や生理障害等が報告されている。高温・乾燥や強日照のストレスが原因と考えられるブロッコリーの生理障害、品質低下も報告されている。
- トマト、ナス、キュウリ、ピーマンといった果菜類では、高温・多雨等による着果不良、生育不良等が報告されている。
- ダイコン、ニンジン、サトイモといった根菜類では、高温、多雨等による生育不良や発芽不良等が報告されている。
- イチゴでは、冬から春に収穫する栽培で気温上昇による花芽分化の遅れが、夏から秋に収穫する栽培で花芽形成の不安定化が報告されている。
- 花きでは、キク、バラ、カーネーション、トルコギキョウ、リンドウ、ユリなどで高温による開花の前進・遅延や生育不良が報告されている。
- 近年、気候変動により、気象災害は激甚化・頻発化し、台風や大雪等の自然災害により、施設の倒壊等の影響が見られる。

イ 将来予測

- 葉根菜類は、生育期間が比較的短いため、栽培時期をずらすことで栽培そのものは継続可能な場合が多いと想定される。
- キャベツ、レタスなどの葉菜類では、気温上昇による生育の早期化や栽培成立地域の北上、二酸化炭素濃度の上昇による重さの増加が予測されている。
- 果菜類（トマト、パプリカ）では気温上昇による果実の大きさや収量への影響が懸念される。

② 取組

【適応策の基本的考え方】

- 露地野菜では、高温条件に適応する品種や栽培技術の導入等の取組の推進を図る。
- 露地花きでは、適切なかん水の実施等の推進、高温条件に適応する品種や栽培技術等の普及に取り組む。
- 施設野菜・施設花きでは、頻発化する気象災害に対応するために、施設の耐候性の向上や非常時の対応能力の向上が求められる。

【基本的な施策】

- 露地野菜では、高温条件に適応する品種の開発・普及を進めるとともに、適正な品種選択、栽培時期の調整、適期防除等を推進する。また、干ばつ対策として、土壌の保水力向上を目的とした深耕や有機物の投入、畑地かんがい施設の整備及び用水の確保、マルチシートの活用等による土壌水分蒸発抑制の取組を推進する。また、干ばつ時に発生しやすいハダニ類、アブラムシ類、うどんこ病等の病害虫の適期防除を推進する。
- 露地花きでは、高温対策として生育状況等を考慮した早朝・夕方の適切なかん水の実施、干ばつ対策としてかんがい施設の整備等による用水の確保、表土の中耕、マルチング等による土壌面蒸発の防止、干ばつ時に発生しやすい病害虫の適期防除を推進する。また、高温条件に適応する品種の選抜や栽培技術の開発・普及に取り組む。
- 施設野菜・施設花きでは、施設の耐候性向上として、災害に強い低コスト耐候性ハウスの導入、パイプハウスの補強、補助電源の導入を推進する。また、高温対策として、換気・遮光を適切に行うほか、地温抑制マルチ、細霧冷房、パッド&ファン¹⁶、循環扇、ヒートポンプ¹⁷等の導入の推進に取り組む。さらに、自然災害時に備え、事業継続計画（BCP）の策定を推進する。

(5) 畜産

① 影響

ア 現状

(家畜)

- 夏季に、乳用牛の乳量・乳成分の低下や肉用牛、豚及び肉用鶏の成育や肉質の低下、採卵鶏の産卵率や卵重の低下等が報告されている。
- 記録的猛暑であった 2010 年の暑熱による家畜の死亡・廃用頭羽数被害は、畜種の種類・地域を問わず前年より多かったことが報告されている。
- 乳用牛では温湿度指数の上昇に伴う泌乳量の低下、気温上昇による繁殖成績や子牛の成長量の低下の研究事例がある。また、豚では気温上昇による消化吸収能の低下や分娩率の低下、採卵鶏では気温上昇による飼料摂取量の減少等に伴う産卵数の減少や卵質の低下などを示す研究事例がある。

(動物感染症)

- 国内では見られなかった熱帯・亜熱帯地域に分布する牛のアルボウイルス類（節足動物媒介性ウイルス）の流行や、南西諸島のみ定着すると考えられていたアルボウイルス媒介種であるオーストラリアヌ

¹⁶ 水滴で湿らせた冷却パッドと冷却ファンを組み合わせ、農業用ハウス内を気化冷却により冷房効果を得る装置

¹⁷ 電気等の少ない投入エネルギーで効率的に熱エネルギーを利用する技術

カカの分布が九州地方で確認されている。

- アルボウイルス類の一種であるアカバネウイルスが東北地方に直接侵入し、北海道までウイルス感染による牛の異常産の発生が広まった事例も報告されている。

(飼料作物)

- 飼料作物では、関東地方の一部で 2001～2012 年の期間に飼料用トウモロコシにおいて、乾物収量が年々増加傾向になった報告例がある。

イ 将来予測

(家畜)

- 影響の程度は、畜種や飼養形態により異なると考えられるが、温暖化とともに、乳用牛及び肥育豚の増体日量、肉用鶏の産肉量等家畜・家禽の成長が低下する地域が拡大し、低下の程度も大きくなると予測されている。
- 乳用牛では、高温になるとへい死リスク、乳量減少リスク及び受胎低下リスクの増加等、負の影響が更に大きくなることが示唆されている。

(飼料作物)

- 気温の上昇は、一部の作物では夏枯れや冬枯れリスクが高まる可能性がある。
- 飼料作物（飼料用トウモロコシ）では、2080 年代には、関東地域から九州地域にかけて、飼料用トウモロコシの二期作の栽培適地が拡大すると予測されている。

② 取組

【適応策の基本的考え方】

- 飼育密度の緩和や畜体等への散霧等により、家畜・家禽の体感温度を低下させるとともに、換気扇等による換気、寒冷紗やよしずによる日除け、屋根裏への断熱材の設置、屋根への散水や消石灰の塗布等により、畜舎環境を改善する。また、嗜好性や養分含量の高い飼料及び低温で清浄な水を給与する。
- 国内の飼料生産基盤に立脚した足腰の強い生産に、地球温暖化にも対応しつつ、地域の飼料生産基盤の状況も踏まえながら転換していく。

【基本的な施策】

- 家畜・家禽では、畜舎内の散水・散霧や換気、屋根への石灰塗布や散水等の暑熱対策の普及による適切な畜舎環境の確保を推進するとともに、密飼いの回避や毛刈りの励行、冷水や良質飼料の給与等の適切な飼養管理技術の指導・徹底に努めている。また、栄養管理の適正化等により、夏季の増体率や繁殖性の低下を防止する生産性向上技術等の開発・普及に取り組む。
- 動物感染症については、節足動物が媒介する家畜の伝染性疾病に対する効果的な防疫対策等のリスク管理の検討、野鳥が発生の原因となる鳥インフルエンザ対策に取り組む。

- 飼料作物では、複数の草種を作付けすることにより、収穫時期を分散し、天候不順による収量減少の影響を緩和する等の気候変動に応じた栽培体系の構築、栽培管理技術や耐暑性や幅広い熟期等の品種・育種素材の開発・普及等の暑熱対策に取り組む。また、抵抗性品種・育種素材の開発・普及等の病害虫対策に取り組む。

3. 病害虫・雑草等

(1) 影響

① 現状

(害虫)

- 西南暖地（九州南部などの比較的温暖な地域）を中心に発生していたイネなどの害虫であるミナミアオカメムシやスクミリンゴガイが、近年、西日本の広い地域から関東の一部でも発生し、気温上昇の影響が指摘されている。
- 海外から九州地方に飛来するイネの害虫であるウンカ類の数は、ベトナム北部での越冬や強い上層風の頻度が関係する。
- イネの害虫以外でも、気温上昇による分布の北上・拡大、発生量の増加、越冬の可能性が報告・指摘されている。

(病害)

- 圃場試験の結果、出穂期前後の気温が高かった年にイネ紋枯病の発病株率、病斑高率が高かったことが報告されている。
- 一部の地域では、高温によるレタス根腐病やトウモロコシ根腐病の発生が報告されている。
- ライグラスいもち病の発生地域が北上しており、温暖化との関連が指摘されている。

(雑草)

- 奄美諸島以南に分布していたイネ科雑草が、越冬が可能になり、近年、九州各地に侵入した事例がある。
- 東北地方では、気温上昇はチガヤ（イネ科の雑草）の生態型の分布特性に影響を及ぼしている。
- 特定外来生物のナルトサワギクの分布の拡大には、気温が高い四半期の平均気温が大きく関与していると推定されている。

(かび毒¹⁸)

- 土壌中に生息するアフラトキシン産生菌の分布を全国で調査した結果、産生菌の分布には気温が関与していることが推察されている。

② 将来予測

(害虫)

- 気温上昇により寄生性天敵、一部の捕食者や害虫の年間世代数（1年

¹⁸ かびによって作られる天然の化学物質のうち人や家畜に有害な作用を示すもの

間に卵から親までを繰り返す回数)が増加することから水田の害虫・天敵の構成が変化することが予測されている。

- 水稲の害虫であるミナミアオカメムシ、ニカメイガ、ツマグロヨコバイについて、気温上昇による発生量の増加が予測されている。ヒメトビウンカとそれが媒介するイネ縞葉枯病の発生に関し、東北、北陸地方で潜在的な危険性が増加すると予測されている。
- 水稲の害虫であるアカスジカスミカメの成虫発生盛日がイネの出穂期に近づくことで斑点米被害リスクが増加すると予測する研究がある。
- 水稲害虫以外でも、越冬可能地域や生息適地の北上・拡大や、発生世代数の増加による被害の増大の可能性が指摘されている。
- 夏季の気温上昇は、ミナミアオカメムシ及び一部のアブラムシに高温障害を引き起こす可能性が指摘されている。

(病害)

- 高二酸化炭素条件実験下(現時点の濃度から200 ppm上昇)では、発病の増加が予測された事例がある。
- 気温上昇によりイネ紋枯病による被害の増大が予測された事例がある。
- 降水頻度の減少により葉面の濡れが低下し、降水強度の増加により病菌が流出するため、感染リスクが低下するとする研究もある。

(雑草)

- コヒメビエ、帰化アサガオ類など一部の種類において、気温の上昇により定着可能域の拡大や北上の可能性が指摘されている。
- 北海道では、気温上昇により帰化雑草イガホビユの発芽条件を満たす日数が増加・早期化するため、畑作物の播種後の発生が増加する可能性が示唆されている。

(かび毒)

- 気温上昇による土壌中でのアフラトキシン産生菌の生息密度の上昇が懸念されている。

(2) 取組

【適応策の基本的考え方】

- 国内における植物病害虫の発生予防及びまん延防止のため、病害虫の発生予察情報に基づく適期防除、侵入病害虫の早期発見・早期防除、植物の移動規制等の対策の強化を推進するとともに、防除技術の高度化等に取り組む。
- 雑草については、被害を軽減する技術の開発を推進する。
- かび毒については、汚染実態の調査を実施するとともに、生産者と連携した安全性向上対策の策定・普及と一定期間後の効果検証に引き続き取り組む。

【基本的な施策】

- 国内で発生している病害虫については、発生状況や被害状況を的確に捉えることが重要である。そこで、指定有害動植物¹⁹を対象とした発生予察事業を引き続き実施し、発生状況や被害状況等の変化を調査するとともに、適時適切な病害虫防除のために情報発信を行う。さらに、気候変動に応じて、発生予察の指定有害動植物の見直しや、気候変動に対応した病害虫防除体系の確立に取り組む。
- 国内で未発生、もしくは一部のみで発生している重要病害虫²⁰については、海外からの侵入を防止するための輸入検疫、国内でのまん延を防ぐための国内検疫、侵入警戒調査及び侵入病害虫の防除を引き続き実施するとともに、国内外の情報に基づいた病害虫のリスク分析も進める。さらに、本分析結果に基づいた輸入検疫措置の検討・見直しに取り組む。
- 長距離移動性害虫²¹については、海外からの飛来状況（飛来時期や飛来量）の変動把握技術や、国内における分布域変動（越冬可能域の北上や発生・移動の早期化）の将来予測技術の確立に取り組む。
- 水田等で発生増加が予測されるイネ紋枯病やイネ縞葉枯病等の病害虫について、水稲の収量等への影響の解明と対策技術の開発を推進する。
- 国産農産物や飼料作物のかび毒汚染の調査を継続し、気候変動による影響への対応に努める。農産物や飼料作物のかび毒汚染の増加によって、人や家畜に健康被害を生じる可能性がある場合には、汚染を低減する技術を開発し、農産物や飼料作物の生産者に普及する。かび毒汚染の低減対策は定期的に検証するとともに、新たな知見を考慮して、見直しをする。

4. 農業生産基盤

(1) 影響

① 現状

- 農業生産基盤に影響を及ぼしうる降水の時空間分布の変化について、1901～2000年の最大3日連続降雨量の解析では、短期間にまとめて強く降る傾向が増加し、特に、四国や九州南部でその傾向が強くなっている。
- また、年降水量の10年移動変動係数をとると、移動平均は年々大きくなり、南に向かうほど増加傾向は大きくなっている。
- 全国のため池管理では、少雨（少雪）の頻度が増加したことにより、貯水量が十分に回復しなかった、受益地で用水不足が生じたといった問題が発生している。さらに、全国の排水機場管理に関しては、大雨・洪水により年間のポンプ運転時間が増大・拡大しているといった変化が生

¹⁹ 植物防疫法(昭和25年法律第151号)第22条において、国内における分布が局地的でなく、かつ、急激にまん延して農作物に重大な損害を与える傾向がある病害虫で、農林水産大臣が指定する。

²⁰ 国内にまん延すると有用な植物に重大な損害を与えるおそれがある病害虫

²¹ 自分の飛翔能力だけでなく、大規模な気象現象を利用して、数百kmから数千kmを移動する害虫を指す。ウンカ類、アブラムシ類、ヤガ類など農業上の重要な害虫も多く含まれる。日本では梅雨時期に発達する下層ジェット気流によって、中国大陸から海を越えてトビロウカ・セジロウカなどが主に西日本に移動してくることが知られている。

じている。

- コメの品質低下などの高温障害が見られており、その対応として、田植え時期や用水時期の変更、掛け流し灌漑の実施等、水資源の利用方法に影響が生じている。

② 将来予測

- 水資源の不足、融雪の早期化等による農業生産基盤への影響については、気温上昇により融雪流出量が減少し、農業水利施設における取水に影響を与えることが予測されている。具体的には、今世紀末の代かき期において北日本（東北、北陸地域）では RCP2.6 シナリオでも利用可能な水量が減少し、RCP8.5 シナリオではこれらに加えて西日本（近畿、中国地域）や北海道でも利用可能な水量が減少すると予測されている。
- 梅雨期や台風期にあたる6～10月では、全国的に洪水リスクが増加すると予測されている。また、降雨強度の増加による洪水の農業生産基盤への影響については、低標高の水田で湛水時間が長くなることで農地被害のリスクが増加することが、将来の大雨特性の不確実性も踏まえた上で予測されている。
- 全国を対象として、気候変動による中長期的な降水変化がため池に及ぼす影響を分析した結果、RCP2.6、RCP8.5の両シナリオにおいて、大雨注意報の発表回数が21世紀末に増加するため、ため池管理にかかる労力が増加すると予測されている。また、RCP2.6、RCP8.5の両シナリオにおいて、21世紀末では大雨時のため池水位が設定された洪水位を超過する可能性が増加すると予測されている。一方、雨の降らない日も増加すると予測されており、貯水量の回復に影響が出る可能性がある。

(2) 取組

【適応策の基本的考え方】

- 頻発化、激甚化する豪雨等の災害に適切に対応し、安定した農業経営や農村の安全・安心な暮らしを実現するため、「国土強靱化基本計画」（平成26年6月閣議決定。平成30年12月改定。）や食料・農業・農村基本計画（令和2年3月31日閣議決定）等を踏まえ、農業水利施設等の長寿命化、耐水対策、非常用電源の設置等のハード対策と、ハザードマップの作成や地域住民への啓発活動等のソフト対策を適切に組み合わせて推進する。

【基本的な施策】

- 「農業農村整備における地球温暖化対応策のあり方」に基づき、農業生産基盤に関する適応策検討のための調査を実施するとともに、農業農村整備に関する技術開発計画に基づき、地球温暖化の対応に資する技術の開発を推進する。
- 将来予測される気温の上昇、融雪流出量の減少等の影響を踏まえ、用水管理の自動化や用水路のパイプライン化等による用水量の節減、ため池・農業用ダムの運用変更による既存水源の有効活用を図るなど、ハード・ソフト対策を適切に組み合わせ、効率的な農業用水の確保・利活用等を推進

する。

- 集中豪雨の増加等に対応するため、排水機場や排水路等の整備により農地の湛水被害等の防止を推進するとともに、湛水に対する脆弱性が高い施設や地域の把握、ハザードマップ策定などのリスク評価の実施、施設管理者による業務継続計画の策定の推進など、ハード・ソフト対策を適切に組み合わせ、農村地域の防災・減災機能の維持・向上を図る。その際、既存施設の有効活用や地域コミュニティ機能の発揮、田んぼダムの活用等により効率的に対策を行う。
- 今後、気候変動研究の進展に伴う新たな科学的知見等を踏まえ、中長期的な影響の予測・評価を行う。
- また、新たな科学的知見や気候モデルを活用した農業生産基盤への影響評価手法を確立し、将来予測に基づく施設整備を行う根拠を明確にした上で、今後の施設整備のあり方を検討する。

第2 森林・林業

1. 山地災害、治山・林道施設

(1) 影響

① 現状

- 過去30年程度の間で50 mm/hr以上の大雨の発生頻度は約1.4倍に増加しており、人家・集落等に影響する土砂災害もそれに応じて増加している。また、長時間にわたって停滞する線状降水帯による集中豪雨の事例も頻繁に発生しており、それが比較的広範囲に高強度の大雨をもたらすことにより、流域に同時多発的な表層崩壊や土石流を誘発した例も多くみられる。
- 異常な豪雨による多量の雨水が、地形・地質の影響により土壌の深い部分まで浸透することで、立木の根系が及ぶ範囲より深い部分で崩壊が発生する等、森林の有する山地災害防止機能の限界を超えた山腹崩壊等が発生しており、成熟した森林が失われるリスクも高まっている。山腹崩壊地に生育していた立木と崩壊土砂が、溪流周辺の立木や土砂を巻き込みながら流下し、大量の流木が発生するといった流木災害が頻発化している。
- 人工林における風害が増加しているかどうかについては、研究事例が限定的であるため、現時点では必ずしも明らかでない。一方で、林木が過密な状態で成長した場合や、強雨によって土壌へ大量の水が供給された場合に、強風に対する力学的抵抗性が減少することが示されている。

② 将来予測

- 森林には、下層植生や落枝や落葉が地表の侵食を抑制するとともに、樹木が根を張りめぐらすことによって土砂の崩壊を防ぐ機能がある。気候変動にともなう大雨の頻度増加、局地的な大雨の増加は確実視され、崩壊や土石流等の山地災害の頻発が予測されるとともに、これらの機能を大きく上回るような極端な大雨に起因する外力が働いた際には、特に

脆弱な地質地帯を中心として、山腹斜面の同時多発的な崩壊や土石流の増加が予想されている。

- 台風による大雨や強風によって発生する風倒木等は山地災害の規模を大きくする可能性が指摘されている。

(2) 取組

【適応策の基本的考え方】

- 大雨や短時間強雨の発生頻度の増加、豪雪等により、山地災害などが激甚化・頻発化する傾向にあることを踏まえ、「防災・減災、国土強靱化のための5か年加速化対策」等に基づき治山対策及び森林整備を推進する。
- 気候変動による水災害リスクの増大に備えるために、流域全体のあらゆる関係者が協働して流域全体で行う「流域治水」の取組と連携し、河川上流域等での森林の整備・保全の取組を各流域で推進する。
- 尾根部からの崩壊等による土砂流出量の増大、流木災害の激甚化、広域にわたる河川氾濫など災害の発生形態の変化等に対応した治山対策を推進する。
- 気候変動に伴う豪雨の増加傾向を踏まえ、ハード・ソフト一体的な対策による山地災害への対応、森林・林業分野に与える影響についての調査・研究について推進する。
- 災害の激甚化、走行車両の大型化、未利用材の収集運搬の効率化に対応できるよう、河川沿いを避けた尾根寄りの線形選択、余裕のある幅員や曲線部の拡幅、土場等の設置、排水機能の強化等により、路網の強靱化・長寿命化を図る。
- 海岸防災林の整備等を推進する。

【基本的な施策】

- 国民の安全・安心を確保する観点から、森林の有する水源の涵養、災害の防備等の公益的機能を高度に発揮させるため、保安林の配備を計画的に推進する。
- 事前防災・減災の考え方に立ち、治山施設の整備や森林の整備等を推進し、山地災害を防止するとともに、これによる被害を最小限にとどめ、地域の安全性の向上を図っている。さらに、山地災害が発生する危険性の高い地区（山地災害危険地区）に係る情報の提供等を通じ、地域における避難体制の整備等と連携し、減災に向けた効果的な事業の実施を図る。
- 水源涵養機能の維持増進を通じて流域全体の治水対策等に資するため、河川上流域の保安林において、森林整備や山腹斜面への筋工等の組み合わせによる森林土壌の保全強化を図る。
- 山腹崩壊等に伴う流木災害が顕在化していることを踏まえ、流木捕捉式治山ダムの設置や根系等の発達を促す間伐等の森林整備、渓流域での危険木の伐採、溪流生態系にも配慮した林相転換等による流木災害リスクの軽減に取り組む。
- 土砂の崩壊や土石流等が発生するおそれのある山地災害危険地区等においては、土砂流出防備保安林等の配備を計画的に進め、伐採・開発等に

対する一定の規制措置を講じるとともに、きめ細かな治山ダムの配置などによる土砂流出の抑制を図る。

- また、近年の集中豪雨の発生頻度の増加を考慮した林道施設の整備を推進することにより、施設の防災機能の向上を図る。
- 新たな科学的知見や気候モデルの精度向上等も踏まえながら、レーザ測量などを活用した山地災害危険地区の把握精度の向上、災害リスクに対応するための施設整備や森林の防災・減災機能を活用した森林管理について検討を行う。
- 海岸防災林等の整備を強化し、津波・風害の災害防止機能の発揮を図る。

2. 人工林（木材生産等）

（1）影響

① 現状

- 一部の地域で、スギの衰退現象が報告されており、その要因に大気乾燥化による水ストレスの増大を挙げる研究報告例もある。ただし、大気乾燥化あるいはそれによるスギの水ストレスの増大が、気候変動による気温の上昇あるいは無降雨の発生頻度の増加に伴う土壌の乾燥によって生じているか明確な証拠はない。スギの衰退と土壌の乾燥しやすさとの関連も明らかではない。
- 気温が高いとマツ材線虫病被害の危険度が高くなることや、マツ材線虫病の分布北限地で被害の分布北限が拡大していることが報告されている。ただし、気温以外の要因もマツ材線虫病被害に影響を与えうるので慎重な検証が必要である。

② 将来予測

- 気温が現在より 3℃上昇すると、蒸散量が増加し、特に年降水量の少ない地域でスギ人工林の脆弱性が増加する可能性を指摘する研究事例がある。
- その他、ヒノキの苗木について、気温の上昇によるバイオマス成長量の増加は明らかではないとの研究事例や、3℃の気温上昇はアカマツ苗の成長を抑制させるとの研究事例がある。
- 森林の光合成や蒸発散、有機物分解過程を数式化したプロセスモデルを用いてスギ人工林の純一次生産量を推定する研究が進められている。2050年までに年平均0.9℃上昇する場合には、九州地方のスギ人工林で純一次生産量が低下するという研究事例がある。一方、2100年までに世界平均で4.5℃気温が上昇する場合には、九州地方の広範囲でスギ人工林の純一次生産量が増加するという試算結果もある。
- カラマツ人工林で実施された林床部炭素フラックス（土壌呼吸、微生物呼吸、林床植生による光合成等）の観測調査では、年平均地温の上昇に伴い年積算炭素排出量が増加した。気温上昇により林床部の地温が上昇した場合、カラマツ人工林から排出される二酸化炭素排出量が増加する可能性がある。

- マツ材線虫病発生危険域、トドマツオオアブラムシによる被害、南根腐れ病菌の分布が拡大すると予測する研究事例がある。また、ヤツバキクイムシの世代数増加によりトウヒ類の枯損被害が増加するとの研究事例、スギカミキリの世代数増加を予測する研究事例がある。

(2) 取組

【適応策の基本的考え方】

- 気候変動が森林・林業分野に与える影響についての調査・研究について推進する。
- 森林病害虫のまん延を防止するため、森林病害虫等防除法（昭和 25 年法律第 53 号）に基づき都道府県等と連携しながら防除を継続して行う。
- 気温の上昇に伴う昆虫の活動の活発化により、分布域の拡大等の恐れがあるため、気候変動による影響及び被害対策等について引き続き研究を推進するとともに、森林被害のモニタリングを継続する。
- 気温上昇や乾燥などの生育環境の変化を含めた気候変動に対する影響評価を実施するため、スギやヒノキといった主要造林樹種について産地が異なる種苗の広域での植栽試験の推進による造林木の適応性の評価、これら造林樹種の成長や下層植生などの樹木の周辺環境が受ける影響についての継続的なモニタリング、長伐期林にもたらされるリスクの評価を行う。

【基本的な施策】

- 森林病害虫のまん延を防止するため、森林病害虫等防除法に基づき都道府県等と連携しながら防除を継続して行う。
- 森林被害のモニタリングを継続する。

3. 天然林

(1) 影響

① 現状

- 気候変動に伴う自然林・二次林の分布適域の移動や拡大の現状について、各植生帯の南限・北限付近における樹木の生活型別の現存量の変化が確認されている他、北海道の天然生針広混交林における針葉樹の成長量の経年的な減少傾向、及び広葉樹の成長量の増加傾向が確認されている。
- 気温上昇の影響によって、過去から現在にかけて落葉広葉樹が常緑広葉樹に置き換わった可能性が高いと考えられている箇所が国内複数地域において確認されている。
- 樹木の肥大成長について、早材成長の急速化が報告されている樹種がある。
- 北海道の春植物においては、春の雪解けが早い年には花粉媒介昆虫の発生日よりも開花期が早まることで、送粉者とのミスマッチ（フェノロジカルミスマッチ）が発生し、結実率が低下する傾向が確認されている。

② 将来予測

- 冷温帯林の構成種の多くは、分布適域がより高緯度、高標高域へ移動し、分布適域が減少することが予測されている。特に、ブナ林は 21 世紀末に分布適域の面積が現在に比べて減少することが示されている。
- 暖温帯林の構成種の多くは、分布適域が高緯度、高標高域へ移動し、分布適域が拡大することが予測されている。
- ただし、実際の分布については、地形要因や土地利用、分布拡大の制限などにより縮小するという予測もあり、不確定要素が大きい。
- 大気中の二酸化炭素濃度の上昇は光合成速度や気孔反応など、樹木の生理過程に影響を与えることが予測されている。

(2) 取組

【適応策の基本的考え方】

- 気候変動が森林に与える影響についての調査・研究を推進する。
- 原生的な天然林、希少な野生生物が生息・生育する森林の保全管理を推進する。

【基本的な施策】

- 天然生林の保全管理に向けては、継続的なモニタリングに取り組むとともに、国有林と民有林が連携して、森林生態系の保存及び復元、点在する希少な森林生態系の保護管理並びにそれらの森林の連続性確保等に取り組む。
- 国有林野では、原生的な天然林や希少な野生生物の生育・生息地を保護する「保護林」や野生生物の移動経路となる「緑の回廊」を設定しており、継続的なモニタリング調査等を通じて状況を的確に把握し、溪畔林等と一体となった森林生態系ネットワークの形成にも努めることで、適切に保全・管理を推進する。

4. 特用林産物（きのこ類等）

(1) 影響

① 現状

- シイタケほだ場での分離頻度が高いシイタケ病原体のトリコデルマ・ハルチアナムによる被害は、高い温度環境で大きくなることが確認されつつある。
- ヒポクレア属菌が九州地域のシイタケ原木栽培の生産地で被害を与えるようになってきたことが報告されている。これまで被害報告のなかった千葉県、茨城県、静岡県、愛知県などからも被害が報告されていることから、被害地域は拡大していると考えられる。
- 夏場の高温がヒポクレア菌による被害を助長する要因となっている可能性があるとの報告がある。

② 将来予測

- シイタケの原木栽培において、夏場の気温上昇と病害菌の発生あるいはシイタケの子実体（きのこ）の発生量の減少との関係を指摘する報告

がある。

- 冬場の気温の上昇がシイタケ原木栽培へ及ぼす影響については、現時点で明らかになっていない。
- 原木栽培のシイタケの害虫であるナカモンナミキコバエの出現時期の早まりや、ムラサキアツバの発生回数の増加を予測する研究事例がある。

(2) 取組

【適応策の基本的考え方】

- 気候変動を踏まえた持続的な利用や生産の効率化を図る技術の開発・改良等を推進する。

【基本的な施策】

- 病原菌による被害状況や感染経路の推定、害虫であるキノコバエの被害の発生状況、夏場の高温環境での収穫量への影響等のしいたけの原木栽培における気候変動による影響把握、日光を遮断する寒冷紗かんれいしやの使用によるほだ場内の温度上昇を抑える栽培手法の検討等の取組を実施する。
- 温暖化の進行による病原菌等の発生や収穫量等に関するデータの蓄積とともに、温暖化に適応したしいたけの栽培技術や品種等の開発・実証・普及を促進する。

第3 水産資源・漁業・漁港等

1. 海面漁業

(1) 影響

① 現状

- 20世紀以降の海洋の昇温は、世界全体の漁獲可能量を減少させた要因の一つとなっていることが指摘されている。
- 現在、温暖化に伴う海洋生物の分布域の変化が世界中でみられている。日本周辺海域における主要水産資源（回遊性魚介類）の分布域の変化、それに伴う漁期・漁場の変化は下記のとおりである。
 - ・ マサバの産卵場が表面水温の上昇とともに北上し、産卵が終了する時期が延びた。
 - ・ ブリは、日本全体で漁獲量が増加しており、その要因の一つとして、温暖レジームにおいて高い水温が継続していることにより、加入量が増大したこと、または分布回遊範囲の変化が生じ漁場が形成されたことが挙げられている。
 - ・ サワラは、日本海や東北地方太平洋沿岸域で漁獲量が増加している。
 - ・ シロザケは、海洋生活初期の稚魚に適した水温帯の時期の変化によって回帰率が低下したと推察される。
 - ・ スルメイカは、産卵場の水温上昇に伴い、発生・生残が悪化。
 - ・ サンマは、親潮や黒潮の流路変動の影響と考えられる漁場・産卵場の沖合化。
 - ・ スケトウダラは、北海道周辺海域や日本海において加入量が減少した可能性がある。

- 高水温によるこのような変化によって加工業や流通業に影響が出ている地域もある。

② 将来予測

- 世界全体の漁獲可能量が減少することが予測されている。RCP8.5シナリオの場合、21世紀末の漁獲可能量は、21世紀初めと比較して約2割減少すると予測された結果もある。
- 日本周辺海域の回遊性魚介類については、分布回遊範囲及び体のサイズの変化に関する影響予測が数多く報告されている。魚種別の影響は下記のとおりである。
 - ・ さけ・ます類では水温の上昇により分布域の減少を予測する結果もある。
 - ・ サンマは、漁場が公海域に形成されやすくなることから、我が国漁業者の操業への影響が懸念されている。
 - ・ スルメイカは、2050年には本州北部沿岸域で、2100年には北海道沿岸域で分布密度の低い海域が拡大することが予測されている。日本海におけるサイズの低下、産卵期も変化すると予測された結果もある。
 - ・ マイワシは、海面温度の上昇への応答として、成魚の分布範囲や稚仔魚の生残に適した海域が北方へ移動することが予測された結果もある。
 - ・ ブリは、分布域の北方への拡大、越冬域の変化が予測されている他、既存産地における品質低下が危惧されている。

(2) 取組

【適応策の基本的考え方】

- 科学的評価に基づく資源管理の推進にあたって環境変動の影響を適切に評価することが必要である。
- このため、海洋環境調査を活用し、漁場予測や資源評価の高精度化を図る。さらに、これらの結果を踏まえ、環境の変化に対応した順応的な漁業生産活動を可能とする施策を推進する。

【基本的な施策】

- 調査船や人工衛星等から得られる様々な観測データを同化する手法を高度化し、運用中の海況予測モデルの精度を高める。これら情報を元に、環境変動下における資源量の把握や予測、漁場予測の高精度化と効率化を図る。
- マグロ類やカツオ等の国際的な取組による資源管理が必要とされる高度回遊性魚類については、気候変動の影響を受けて変動すると考えられる環境収容力等の推定を目的とし、資源情報、ゲノム情報、海洋情報等、多様なデータの収集と、それらデータの統合・解析システムの開発を目指す。
- 有害プランクトン大発生の要因となる気象条件、海洋環境条件を特定し、各種沿岸観測情報の利用による、リアルタイムモニタリング情報を関係機関に速やかに提供するシステムを構築する。
- 海洋環境の変化が放流後のサケ稚魚等の生残に影響することが指摘さ

れているため、海洋環境の変化に対応しうるサケ稚魚等の放流手法等を開発する。

2. 海面養殖業

(1) 影響

① 現状

- 高水温によるホタテ貝の大量へい死、高水温かつ少雨傾向の年におけるカキのへい死が報告されている。
- 養殖ノリでは、秋季の高水温により種付け開始時期が遅れ、年間収穫量が各地で減少している。また、魚類による食害が報告されている。
- 養殖ワカメでは、一部の地域で秋季及び収穫時期（2～3月）の水温上昇により、種苗を海に出す時期が遅くなるとともに、収穫盛期の生長や品質に影響が及んでいることが減収の一因となっている。また、養殖ノリと同様に、魚類による食害が報告されている。
- 有害有毒プランクトンについて、発生北限の北上、寒冷地における暖水種の発生、発生の早期化が報告されている。そのほか、食中毒のシガテラ中毒の原因となる毒化した魚や南方性有毒種の分布域が広がっている可能性がある。

② 将来予測

- 養殖魚類の産地については、夏季の水温上昇により不適になる海域が出ると予想されている。
- ノリ養殖では、RCP2.6 シナリオの場合、2050年代には水温上昇により育苗の開始時期が現在と比べて20日程度遅れると予測されている。RCP8.5 シナリオの場合、2050年代、2090年代になるにつれて育苗開始時期が後退し、摘採回数の減少や収量低下が懸念される。
- ワカメ養殖では、RCP8.5 シナリオの場合、21世紀末には芽出し時期が現在と比べて約1ヶ月遅くなることや漁期が短くなることが予測されている。
- IPCC（気候変動に関する政府間パネル）の報告では、海洋酸性化による貝類養殖への影響が懸念されている。
- 海水温の上昇に関係する赤潮発生による二枚貝等のへい死リスクの上昇等が予想されている。

(2) 取組

【適応策の基本的考え方】

- ノリ養殖において海水温上昇による収穫時期の変化に適応していくために、高水温耐性を有する養殖品種の開発を推進する。また、ノリ養殖における有効な食害防止手法について検討する。
- 赤潮・貧酸素水塊による漁業被害防止・軽減対策のためには、迅速な赤潮等の情報の提供が肝要である。リアルタイムに赤潮・貧酸素水塊の発生を把握するため、自動観測機器等を活用し、関係研究機関等による広域的なモニタリング技術の開発と動向予測を推進する。また、赤潮を直接消滅

させる技術及び回避漁具等の手法を確立する。

- また、赤潮等への対策と並行して、栄養塩と漁場生産力の関係を科学的に調査し、海域の漁業・養殖業の状況を踏まえた適切な栄養塩（水質）の管理に関する検討等を含め、漁場の生産力（特に二枚貝・小型魚類・ノリ等）を回復・維持していくことについて必要な調査を推進する。

【基本的な施策】

- 養殖業に大きな影響を及ぼす赤潮プランクトンの発生について、気候変動との関連性に関する調査研究を継続するとともに、赤潮プランクトンの生理・生態的特性を把握し、発生予察や防除等の技術開発を行う。
- 海面養殖漁場における成長の鈍化等が懸念されるため、引き続き、高水温耐性等を有する養殖品種の開発等に取り組む。特に海藻類については、これまでに開発した細胞融合技術等によるノリの新規育種技術を用いた、高水温耐性を持った育種素材の開発や、ワカメ等の大型藻類の高水温耐性株の分離等による育種技術の開発を進める。
- 今後、高水温時に多発することが予測される魚病や水温上昇に伴って熱帯及び亜熱帯水域から日本へ侵入が危惧される魚病への対策指針を作成し、各種対策技術を開発する。
- 水温上昇によって、未知の魚病が発生する可能性が高くなると考えられるため、病原体が不明の感染症について、病原体の特定、診断、対策等、一連の技術開発を体系化・強化し、未知の魚病が発生した際に迅速に対応できるようにする。これまでも各種魚病に対する多数のワクチンを開発してきたが、更に多くの魚病へ対応できるワクチンを開発し、普及を図る。
- 今後、これらの魚病対策と並行して、最新の育種技術を用いて、温暖化にともなって発生する各種魚病への抵抗性を示す家系を作出し、養殖現場への導入を図る。
- 以上の技術開発に加え、病原体の特性、ワクチンの作用機序、耐病性・抵抗性の分子機構等について明らかにしていくこととする。
- アサリなどの二枚貝を食するナルトビエイなど水温上昇に伴い出現する種のモニタリングや生態調査をすすめ、生態系や養殖への悪影響を防ぐための管理技術を開発するとともに、地域振興に資する効率的な捕獲方法や利用技術ならびに高付加価値化技術の開発を進める。
- 沿岸域では海水の pH に影響する二酸化炭素分圧の日周変動の幅が大きいことが知られているが、生物への影響機構について未解明であることから、これを明らかにして二枚貝養殖等への酸性化の影響予測を行うとともに、予測に基づいた対策技術を開発する。

3. 内水面漁業・養殖業

(1) 影響

① 現状

- 内水面 漁業・養殖業が気候変動により受けた影響はまだ顕在化していない。ただし、一部の湖沼では暖冬により湖水の循環が弱まり、湖底

の溶存酸素が低下し貧酸素化する傾向が確認されている。

- 滋賀県琵琶湖におけるホンモロコ・ニゴロブナの個体数の激減について、暖冬による循環の遅れ、及び人為的な水位操作や湖岸環境の改変等との複合作用によるものとする報告がある。
- 高温によるワカサギのへい死が報告されている。

② 将来予測

- 湖沼におけるワカサギの高水温による漁獲量減少が予想されている。
- 21世紀末頃において、海洋と河川の水温上昇によるアユの遡上時期の早まりや遡上数の減少が予測されている。

(2) 取組

【適応策の基本的考え方】

- 内水面水産資源の増殖技術の研究開発を推進するとともに、生息環境改善の手法や放流効果の高い種苗生産技術等得られた成果が広く活用されるように普及を図る。

【基本的な施策】

- 気候変動に伴う河川湖沼の環境変化がサケ科魚類、アユ等の内水面における重要資源の生息域や資源量に及ぼす影響評価に取り組む。
- 海洋と河川の水温上昇による遡上時期の早まりや遡上数の減少が予測されているアユについては、資源の増大・回復を図るため、沿岸や河川の水温が、遡上・流下の状況や放流個体の成長等に及ぼす影響について分析し、適切な放流時期や水温を検討することで、効果的な放流手法の開発を進める。
- 高水温による漁獲量減少が予測されているワカサギについて、給餌放流技術を高度化するため、種苗生産の安定化、量産化および簡易化を目指し、餌料プランクトンの効率的生産技術の開発、種苗生産時の最適な飼育密度・餌料密度の解明、粗放的かつ大量生産可能な種苗生産技術の開発に取り組む。
- 高水温に由来する疾病の発生等に関する情報を収集する。水温上昇により被害の拡大が予測される内水面魚類の疾病については、病原体特性及び発症要因の研究とそれを利用した防除対策技術の開発を行う。

4. 造成漁場

(1) 影響

① 現状

(回遊性魚介類以外の海面漁業)

- 各地で南方系魚種数の増加や北方系魚種数の減少などが報告されている。
- アワビでは、主要漁獲物が在来種から暖海性小型アワビに遷移する事例がある。
- アサリでは、水温や地温の上昇が資源量や夏季の生残に影響しているとする研究事例がある。

- 藻場の減少に伴い、生息場としての藻場への依存性の強い、イセエビやアワビ類の漁獲量も減少していることが報告されている。
- 瀬戸内海においては、水温上昇により、イカナゴなど瀬戸内海に生息する生態系に影響が出ているほか、南方系の生物の増加による二枚貝や藻場などの食害が発生している。

(海藻・藻場)

- 水温の上昇による藻類の生産力への直接的な影響と、藻食性魚類等の摂食活動の活発化による間接的な影響によるものと考えられる藻場の減少や構成種の変化が、各地で生じており、地理的な分布も変化している。
- 高水温による天然ワカメの不漁、水温上昇によるマコンブのバイオマス量の減少が報告されている。

(有害有毒プランクトン・魚類)

- 有害有毒プランクトンについて、発生北限の北上、寒冷地における暖水種の発生、発生の早期化が報告されている。そのほか、食中毒のシガテラ中毒の原因となる毒化した魚や南方性有毒種の分布域が広がっている可能性がある。

② 将来予測

(回遊性魚介類以外の海面漁業)

- 生態系モデルと気候予測シナリオを用いた影響評価は行われていないものの、多くの漁獲対象種の分布域が北上すると予測されている。
- 海水温の上昇による藻場を構成する藻類種や現存量の変化によって、アワビなどの磯根資源の漁獲量が減少すると予想されている。

(海藻・藻場)

- 北日本沿岸域の主要コンブ 11 種では、海水温の上昇によりすべての種で分布域が大幅に北上する、もしくは生育適地が消失する可能性があるとして予測されている。RCP8.5 シナリオでは全種を合わせた分布域が 2090 年代では 1980 年代の 0~25% に縮小し、RCP4.5 シナリオでも 11 種中 4 種のコンブが日本海域から消失する可能性があるとして予測されている。
- 北西太平洋では、水温上昇によりホンダワラ属アカモクの分布が北上し、2100 年には本州の広い範囲で消失すると予測されている。
- RCP2.6 シナリオの場合、日本沿岸のカジメの分布には、藻食性魚類による食害の影響のみ顕在化する。RCP8.5 シナリオの場合、高水温による生理的影響と食害の双方の影響により、2090 年代にはこれまで分布適域であった海域で生育が困難になると予測されている。
- RCP2.6 シナリオの場合、瀬戸内海から黒潮流域のカジメ類の分布について、2050 年代では現状の藻場を維持できる可能性があるが、RCP8.5 シナリオの場合、瀬戸内海の全域で大幅に減少する可能性があるとして予測されている。

(有害有毒プランクトン・魚類)

- 海水温の上昇に関係する赤潮発生による二枚貝等のへい死リスクの上昇等が予想されている。

(2) 取組

【適応策の基本的考え方】

- 豊かな生態系を育む機能を有し、水産資源の増殖に大きな役割を果たしている藻場・干潟の実効性のある効率的な保全・創造を推進するため、各海域における藻場・干潟の衰退要因を的確に把握し、地方公共団体が実施する藻場・干潟の造成等のハード対策と、漁業者・地域住民等が実施する保全活動等のソフト施策を一体とした広域的対策を推進する。
- 環境変化に対応した漁業生産の安定化を図るため、モニタリング体制を強化し、魚種や海藻類の分布域の変化等に対応した基盤整備や資源管理の取組と連携しつつ水産生物の生活史を踏まえた水産生物のすみかや産卵場等となる漁場整備を推進する。

【基本的な施策】

- 藻場造成に当たっては、現地の状況に応じ、高水温耐性種の播種・移植を行うほか、整備実施後は、藻の繁茂状況、植食性動物の動向等についてモニタリングを行い、状況に応じて植食性魚類の除去などの食害生物対策等を実施するなど、順応的管理手法を導入したより効果的な対策を推進する。
- 今後、海水温上昇による海洋生物の分布域・生息場所の変化を的確に把握し、それに対応した水産生物のすみかや産卵場等となる漁場整備、海域環境をよりの確に把握するためのモニタリング体制の強化、地域の研究機関との連携体制の構築、調査・実証の強化、豪雨等の災害時を想定したBCP策定などの漁場の災害対応力強化等に取り組む。
- 気候変動に適応した漁場造成の基盤として、気候変動が魚類や海藻類の生育に与える影響及び分布状況の把握手法を開発する。
- 各海域の藻場・干潟分布状況や磯焼け要因を踏まえて、高水温等の環境変化に対応した海藻種を用いた藻場造成手法を開発する。

5. 漁港・漁村

(1) 影響

① 現状

(海面水位の上昇)

- 日本周辺の海面水位は上昇傾向 (+2.8 [1.7~4.0] mm/年：1993~2015年、+4.19 [-1.10~+8.20] mm/年：2004年以降から2019年) にあったことが、潮位観測記録の解析結果より報告されている。

(高潮・高波)

- 現時点では、気候変動による海面水位の上昇や台風の強度の増加が高潮や高波に既に及ぼしている影響又はそれに伴う被害に関しては、具体的な事象や研究は確認できていない。
- 高潮については、極端な高潮位の発生が、1970年以降全世界的に増加している可能性が高いことが指摘されている。
- 高波については、観測結果より、有義波高の最大値が冬季は日本海沿

岸で、秋季は東北太平洋沿岸で増加傾向であること等が確認されているが、これが気候変動によるものであるとの科学的根拠は未だ得られていない。

② 将来予測

(海面水位の上昇)

- 1986～2005 年平均を基準とした、2081～2100 年平均の世界平均海面水位の上昇は、RCP2.6 シナリオの場合 0.26～0.53 m、RCP8.5 シナリオの場合 0.51～0.92 m の範囲となる可能性が高いとされており、温室効果ガスの排出を抑えた場合でも一定の海面水位の上昇は免れない。
- 80 cm 海面が上昇した場合、三大湾（東京湾・伊勢湾・大阪湾）のゼロメートル地帯の面積が現在の 1.6 倍に増加するなど、影響の範囲は全国の海岸に及ぶ。
- 海面水位の上昇が生じると、台風、低気圧の強化が無い場合にも、現在と比較して高潮、高波、津波による被災リスクや海岸の侵食傾向が高まる。
- 沿岸の防災施設、漁港施設等の機能の低下や損傷が生じ、沿岸部の水没・浸水、海岸侵食の加速、漁港運用への支障、干潟の感潮区間の生態系への影響が想定される。

(高潮・高波)

- 気候変動により海面水位が上昇する可能性が非常に高く、それにより高潮の浸水リスクは高まる。
- 高潮をもたらす主要因は台風であり、気候変動による台風の挙動（経路、規模等）を予測し、それを高潮の将来変化に反映させるための技術開発が近年精力的に進められている。それに基づく検討結果の多くは気候変動による高潮偏差の増大を支持するものとなっている。
- 高波をもたらす主要因は台風と冬季の発達した低気圧であり、気候変動による台風の挙動（経路、規模等）を予測し、それを予測に反映させるための技術開発が近年精力的に進められている。台風の強度や経路の変化等による高波のリスク増大の可能性が予測されている。
- 沿岸の防災施設、漁港施設等の構造物などでは、海面水位の上昇や台風や冬季の発達した低気圧の強度が増加して高潮偏差や波高が増大すると、安全性が十分確保できなくなる箇所が多くなると予測されている。

(2) 取組

【適応策の基本的考え方】

- 漁港は沿岸域に位置しており、気候変動に伴う海面水位の上昇や潮位偏差、波高の増大によって施設の安全性・利便性に大きな影響を与えることが予測されていることから、戦略的かつ順応的な適応策による施設整備を講ずる必要がある。
- 今後、激甚化が懸念される台風・低気圧災害等に対する防災・減災対策に取り組み、災害に強い漁業地域づくりを推進する。
- ハード・ソフト施策の総動員による「多重防御」への転換を図り、最適

な組み合わせで戦略的かつ順応的に進めることで、高潮等の災害リスク増大の抑制及び海岸における国土の保全を図る。

- 海岸保全の目標とする外力を過去の潮位などの実績に基づくものから将来予測に基づく潮位などを考慮したものに見直す必要がある。

【基本的な施策】

- 海面水位の上昇や異常気象による潮位偏差、波高の増大などに対応するため、気候変動による影響の兆候を的確に捉えるための潮位や波浪のモニタリングを行うとともに、その結果を踏まえて、気候変動の影響による外力の長期変化も考慮した漁港施設や海岸保全施設の整備を計画的に推進する。
- 各漁業地域がおかれた状況や気候変動による影響等を踏まえ、ハード・ソフト両面から防災・減災対策を促進し、海岸保全施設の整備等のハード対策に加え、ハザードマップの作成等のソフト対策を推進する。
- 気候変動による影響を明示的に考慮した海岸保全対策に転換するため、将来的に予測される平均海面水位の上昇などの外力の長期変化にも対応した海岸保全基本計画の変更を推進する。

第4 分野共通項目

1. 地球温暖化予測研究、技術開発

- 地球温暖化予測研究については、これまで農林水産分野における影響評価を実施してきており、将来影響予測を提示し、IPCC 報告や各種のレポート等の作成に貢献してきた。今後は、気候変動が農林水産業に与える影響等について、より精度の高い予測研究をさらに強化するとともに、地域が気候変動に取り組む契機となる情報提供の充実を図る。
- 技術開発については、これまで水稻や果樹の品質低下等現在影響が生じている課題に適応するための技術開発を中心に行ってきた。今後は、「みどりの食料システム戦略」に基づき、現場で培われた優れた技術の横展開・持続的な改良と将来に向けた革新的な技術・生産体系の開発を地域の実情に応じて推進する必要がある。このため、予測研究等に基づく中長期的視点に立った適応品種や生産安定技術の開発、気候変動がもたらす機会を活用するための技術開発を実施する。
- 新たな食料システムの構築を目指す生産性・持続性・頑強性向上技術の開発等、欧米とは気象条件や生産構造が異なるアジアモンスーン地域等に対する国際貢献に資する技術開発及びその支援を行う。

2. 将来予測に基づいた適応策の地域への展開

- より精緻な影響予測と本計画に示された様々な適応策を気象条件や生産品目等に共通性がある地域毎に分かりやすく分析、整理した情報を提供することにより、産地等が自らの判断と選択により適応策を実践・推進し、将来の影響に備える取組を支援する。

- 気候変動は農林水産分野において、その生産物の供給のみならず、生産基盤としての農地や森林、関連施設等の周辺環境に影響を与えるため、適応策の必要性等について農林水産物の利用者や消費者等の国民各層への普及啓発活動を推進する。

3. 農林水産業従事者の熱中症

(1) 影響

① 現状

- ハウスでの作業や夏季の下草刈り、畑作業など農林水産業における作業中の熱中症による死亡者数は、近年増加傾向²²にある。

② 将来予測

- 熱中症発生率については、今後各地域で増加することが見込まれているほか、年齢別においても、65歳以上の高齢者で増加率が最も大きくなると予測されるなど、高齢者の割合が高い農林水産業において、その影響はより深刻になるものと考えられる。

(2) 取組

- 政府は、熱中症対策を一層推し進めるため、環境大臣を議長、関係府省庁の担当部局長を構成員とした「熱中症対策推進会議」の第1回会合を令和3(2021)年3月25日に開催し、特に死亡者数の多い高齢者向けの熱中症対策や、地域や産業界との連携強化などの重点対策を体系的にまとめた「熱中症対策行動計画」を策定した。この計画を踏まえ、関係府省庁が連携した広報活動として、令和3(2021)年度から毎年4～6月に「熱中症予防強化キャンペーン」を実施している。
- 農林水産省としては、都道府県や関係団体等に対し、水分・塩分のこまめな摂取や吸汗・速乾素材の衣服の利用などの注意事項について農林水産業従事者への周知を依頼するとともに、官民が連携して行う「熱中症予防声かけプロジェクト」を通じ、ポスター・チラシを作成し啓発を行う。
- また、「熱中症警戒アラート」の通知機能を追加したMAFFアプリの利用促進等、農林水産業従事者に対する熱中症予防対策について、関係省庁と連携して都道府県や関係団体等と協力し、周知や指導を推進する。
- 農林水産業における作業では、炎天下や斜面等の厳しい労働条件の下で行われている場合もあることから、暑熱期に屋外で行われる農作業等の自動化技術の開発を推進し、また、ロボット技術やICTの積極的な導入により、作業の軽労化を図る。

4. 鳥獣害

(1) 影響

① 現状

²² 直近5年間では、20人前後で推移している。

- 日本全国でニホンジカやイノシシの分布を経年比較した調査において、分布が拡大していることが確認されている。
- 積雪深の低下に伴い、越冬地が高標高に拡大したことが観測により確認されている。また、ニホンジカの生息適地が1978年から2003年の25年間で約1.7倍に増加し、既に国土の47.9%に及ぶという推定結果が得られており、この増加要因としては土地利用変化よりも積雪量の減少が大きく影響している可能性が指摘されている。
- ニホンジカの増加は狩猟による捕獲圧低下、土地利用の変化、積雪深の影響など、複合的な要因が指摘されている。

② 将来予測

- ニホンジカについては、気候変動による積雪量の減少と耕作放棄地の増加により、2103年におけるニホンジカの生息適地は、国土の9割以上に増加するとの予測がある。
- 一方、イノシシ等ニホンジカ以外の種については、気候変動による分布域の変化等の将来影響については知見が確認されていない。

(2) 取組

【適応策の基本的考え方】

- 野生鳥獣の生息域の拡大等による森林・農作物への鳥獣被害の深刻化・広域化に対応するため、関係府省が連携し、戦略的に各種対策を組み合わせることにより鳥獣被害対策を強化する。令和3(2021)年に改正された「鳥獣による農林水産業等に係る被害の防止のための特別措置に関する法律」(平成19年法律第134号)を踏まえて、鳥獣の広域での捕獲の強化や人材育成の充実強化等を推進する。
- 鳥獣保護管理施策等との連携を図りつつ、効果的かつ効率的な捕獲及び防護技術の開発・実証、林業関係者など地域と連携した捕獲、防護柵等の設置を引き続き推進する。
- 被害発生のおそれのある森林については、市町村森林整備計画において、鳥獣害防止森林区域に積極的に設定して、必要な対策を講じる。

【基本的な施策】

これまでの取組として、農作物についてはニホンジカ、イノシシ等による鳥獣被害防止のための侵入防止柵の整備、捕獲活動、環境整備等への支援を行っている。森林・林業については、造林木や植生を保護するための防護柵等の設置や、林業関係者が主体となった広域かつ計画的な捕獲のモデル的な実施等に取り組んでいる。水産業ではカワウの駆除等の取組や、トドによる漁業被害を防止・軽減するための猟銃による採捕、強化繊維による保護網を用いた改良漁具等の導入促進等の様々な取組を実施している。

- 今後、侵入防止柵の設置、捕獲活動の強化、ICTやドローン技術等を活用した捕獲・被害対策技術の高度化等に引き続き取り組むとともに、地方公共団体が連携した広域的対策、多様な人材の活用、専門的な知識経験を有する人材の育成、技術開発の成果の普及等を推進する。また、野生鳥獣の生息状況等に関する情報の把握や農林水産業への被害のモニタリング

を継続する。

5. 食料需給

(1) 影響

① 現状

- 主要穀物（小麦、大豆、トウモロコシ、コメ）を中心に、世界各地で気候変動による収量等への影響が報告されている。暑熱と気温上昇に伴う潜在蒸発散量の増加により、特に低緯度地域で収量が減少していることや、二酸化炭素濃度の上昇による施肥効果と播種日の移動など簡易な対応策を考慮しても、気候変動により世界全体での平均収量が減少していること等が報告されている。
- 既に世界的にさまざまな段階の適応が進んでいる。播種日の移動や品種の変更といった栽培管理を変更する比較的簡易な対応だけでなく、栽培する作物の変更や栽培地域の移動などより大掛かりな対応も見られる。
- 穀物収量の減少が社会・経済に影響を及ぼした近年の事例として、オーストラリアでの干ばつなど異常気象による世界的な減産が 2006～2008 年の穀物価格高騰の一因になったこと、2010 年のロシアの熱波と干ばつによる小麦の供給不足が中東や北アフリカで暴動を引き起こしたこと、2012 年の米国の高温・乾燥による減産でトウモロコシや大豆の国際価格が史上最高値を更新したことなどが報告されている。また、1983～2009 年の 27 年間では主要穀物の栽培面積の 4 分の 3 が干ばつによる被害を受けたことがあり、収量減少による被害額を推計した研究もある。
- 気候の年々変動（気候システムの自然変動）が穀物の収量変動の主要因だが、人為的な気候変動により、気候システムの年々変動が変調してきており、一部の地域では干ばつの深刻化を通じて作物生産に影響を与えているとする研究がある。

② 将来予測

- 世界全体では、予測される将来の気温上昇はコメ、小麦、大豆、トウモロコシの収量を減少させることが多数の文献を調査した研究で確認されている。一方で、予測される気候変動の収量影響は地域や作物、想定する二酸化炭素濃度、適応策の有無で異なる。
- コメ、小麦、大豆、トウモロコシの主要生産国・輸出国の収量予測結果は下記のとおりである。
 - ・ コメについて、RCP4.5 シナリオでは 13 の主要生産国で 2080～2089 年に平均収量の減少が予測されている。主要輸出国であるタイでは、RCP8.5 シナリオにおいて高い脆弱性が指摘されている。
 - ・ 小麦について、主要輸出国である米国では、RCP8.5 シナリオの場合、2067～2099 年の収量が 1981～2004 年と比較して 70%減少すると予測されている。豪州では、RCP4.5 シナリオ及び RCP8.5 シナリオでは、2050 年代では播種日の変更、品種選択の適応策の実施により収量増加

が期待できる一方、RCP8.5 シナリオでは、2090 年代に栽培適地の減少による収量減少のほうが二酸化炭素濃度の上昇や適応策の効果を上回ることが危惧されている。

- ・ 大豆について、主要輸出国である米国では、RCP8.5 シナリオの場合、2067～2099年の収量が 1981～2004年と比較して70%減少すると予測されている。カナダでは、気温上昇による栽培期間の短縮、2041～2070年における収量の微増、RCP8.5 シナリオでは 2071～2100年における減少が予測されている。ブラジルでは、RCP8.5 シナリオの場合、雨季の短縮により、2031～2050年には 2013～2030年と比較して二毛作に適した農地が10%減少すると予測されている。
- ・ トウモロコシについて、主要輸出国である米国では、2021～2050年の収量が 1970～1999年と比較して 20～50%、RCP8.5 シナリオの場合 2067～2099年の収量が 1981～2004年と比較して71%減少すると予測されている。また、RCP4.5 シナリオ、RCP8.5 シナリオでは 2085～2094年において乾燥により米国中西部での減収量が大きくなることも予測されている。

(2) 取組

【適応策の基本的考え方】

- 不測の事態に備え、平素から気候変動による影響等の分析・評価や、我が国における将来の食料需給に関する調査分析を行い、対応策の検討、見直しを実施することにより、総合的な食料安全保障の確立を図る。

【基本的な施策】

- 国内外の食料需給の動向に関する情報の一元的な収集・分析を行うとともに、我が国の食料安定供給に与える影響について分析する。これらの情報は、継続的に幅広く提供する。
- 海外における食料供給動向に関する情報の補完・強化を図るため、JAXAと連携し、土壌水分量等の衛星による地球観測データ（解析画像を含む）を一般公開したところであり、今後更なる活用方法を検討する。
- IPCC 第5次評価結果を踏まえた気候変動、経済成長及び人口増加等に基づく予測モデルによる、世界の超長期的な食料需給予測を踏まえ、我が国における将来の食料需給を見据えた的確なリスクへの対応を検討する。
- 中長期的な食料安定供給の確保に向けた戦略を構築していくため、気候変動の影響を考慮しつつ、各国の経済成長や政策の動向等を踏まえた、世界の食料需給に関する中長期的な予測について、農林水産政策研究所と連携を図り、継続的に実施する。

6. 食品製造業

(1) 影響

① 現状

- 農畜水産物は気候変動の影響を受けやすく、それらを原材料とする食料品製造業は、例えば農作物の品質悪化や収量減、災害によるサプライ

チェーンを通じて、特に原材料調達や品質に対して影響を受けやすいと考えられ、既に影響が生じ始めている事例が報告されている。

② 将来予測

- 気候変動による製造業への将来影響が大きいと評価している研究事例は乏しいものの、企業が気候変動をリスクやビジネス機会として認識していることを示唆する報告がみられる。

(2) 取組

- TCFD 提言（気候変動リスク・機会に関する情報開示のフレームワークを取りまとめた最終報告書）のガイダンス、取組事例等を踏まえた食品関連事業者による気候関連の情報開示の取組を推進する。
- 食料品製造業については、例えば農作物の品質悪化や収量減、災害によるサプライチェーンへの影響を通じて、特に原材料調達や品質に対して影響を受けやすいと考えられ、既に影響が生じ始めている事例が報告されていることを念頭に、事業活動の特性を踏まえた適応策の検討が重要である。
- 気候変動や世界的な原材料の需要拡大等により、輸入原材料の逼迫が予想されることから、持続的かつ安定的な原材料の調達に向け、サプライチェーンにおけるロス削減や、調達先の多様化やバックアップについて検討する必要がある。

7. 適応に関する国際協力

気候変動の影響によりリスクが増大すると予測される開発途上国に対して、我が国の気候変動への適応に関する技術や経験を活用し、開発途上国の適応の取組を支援するとともに、IPCC等の地球規模の研究ネットワークへの積極的な参画・協力を通じ、我が国が有する科学的知見の提供及び相互の協力を積極的に取り組む。

具体的には、国際的な動向を踏まえつつ、当面、以下の取組を推進する。

(1) 科学的知見の提供等を通じた協力

- IPCCが作成する第6次評価報告書及び特別報告書等において、我が国が有する科学的知見の提供等に積極的に貢献する。

(2) 国際機関への拠出を通じた国際協力

- 新たな食料システムの構築を目指す生産性・持続性・頑強性向上技術の開発等を推進する。
- 森林の防災・減災機能を活用した山地流域の強靱化方策の普及等を推進する。

(3) 技術協力

- 途上国における持続可能な森林経営や森林保全等の取組を支援するとともに、森林の防災・減災機能の強化に資する技術開発等を推進する。

8. 本計画の継続的な見直しと取組の進捗管理

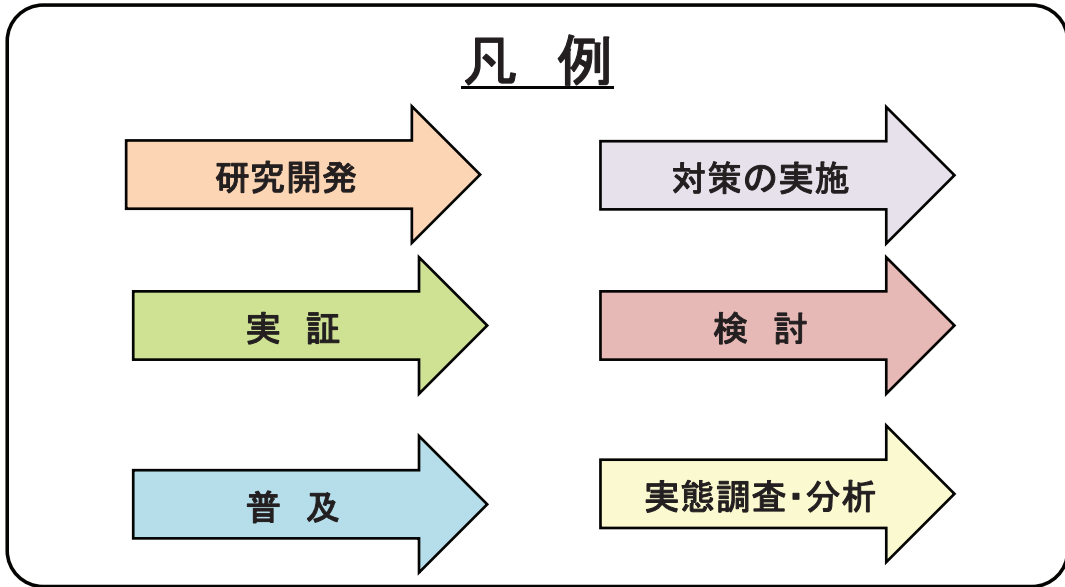
- 本計画は、IPCC等の最新の科学的な知見が得られる機会等を契機として、

研究成果を踏まえた最新の評価や技術的な知見と適応策の実施により得られた情報を基に農林水産分野における専門的な視点から、継続的な見直しにより最適化を図りつつ推進する。

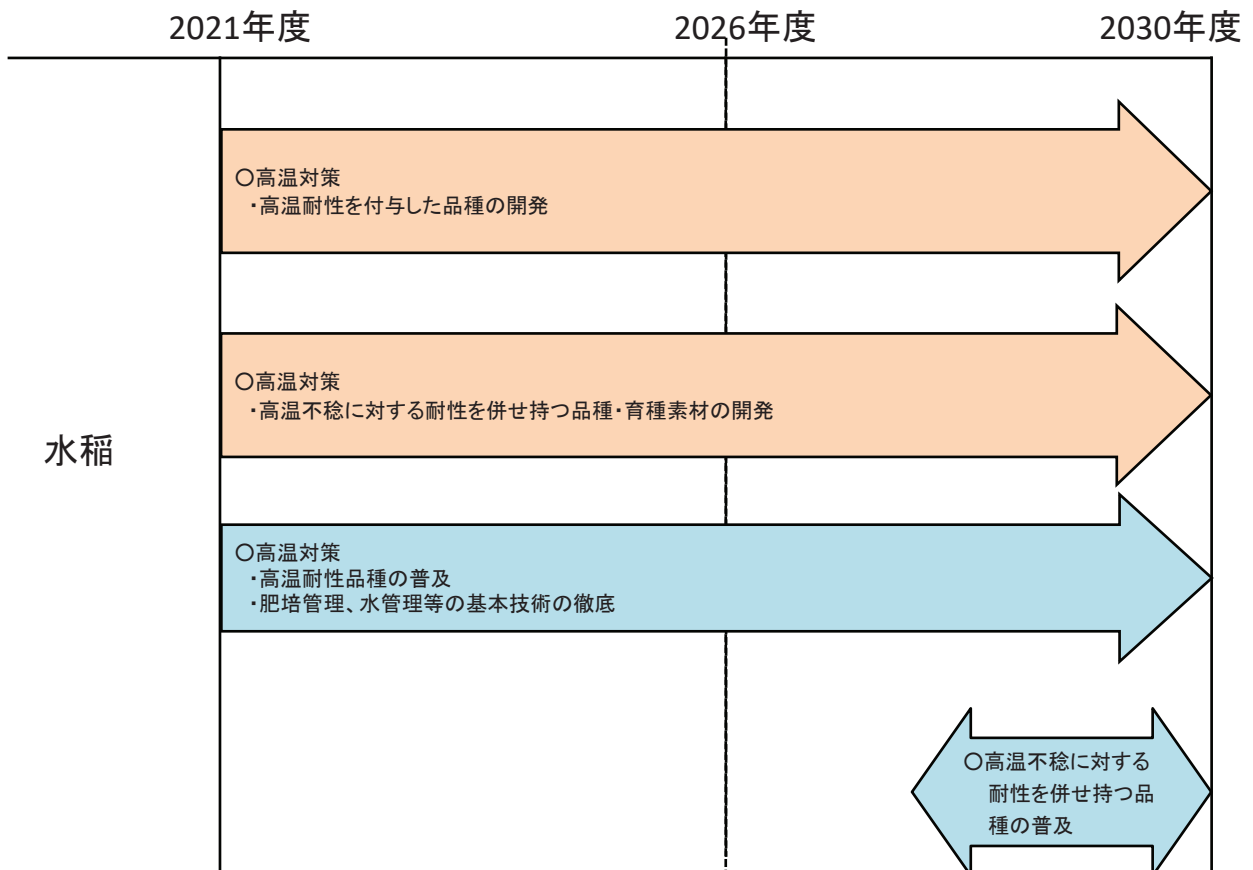
- また、適応の取組は、それぞれの事業や研究ごとの評価等の仕組みに従って、点検や進捗管理を行う中で、最新の知見を適切に反映しながら推進することが必要となる。
- IPCC 第5次評価報告書においては、「気候に関連するリスクへの対応には、気候変動の影響の深刻度や時期が引き続き不確実であり適応の有効性に限界があるなか、変化する世界において意思決定を行うことを伴う」ことから、適応については反復的なリスクマネジメントの枠組みが有効であるとされている。気候変動の影響は、不確実性を伴う中長期的な課題であることから、順応的なアプローチ（環境の変化に応じて、対策を変化させていくアプローチ）により柔軟に対処していく必要がある。
- 気候変動適応法に基づく「気候変動適応計画」の見直しは、令和7(2025)年度を目途とする気候変動影響評価や施策の進捗、気候変動の進展を踏まえ、令和8(2026)年度に行うことを目指すこととしている。農林水産分野におけるより具体的な適応の取組を定める本計画についても、最新の気候変動影響評価等を踏まえ、必要な見直しを行うこととする。

農林水産省気候変動適応計画工程表

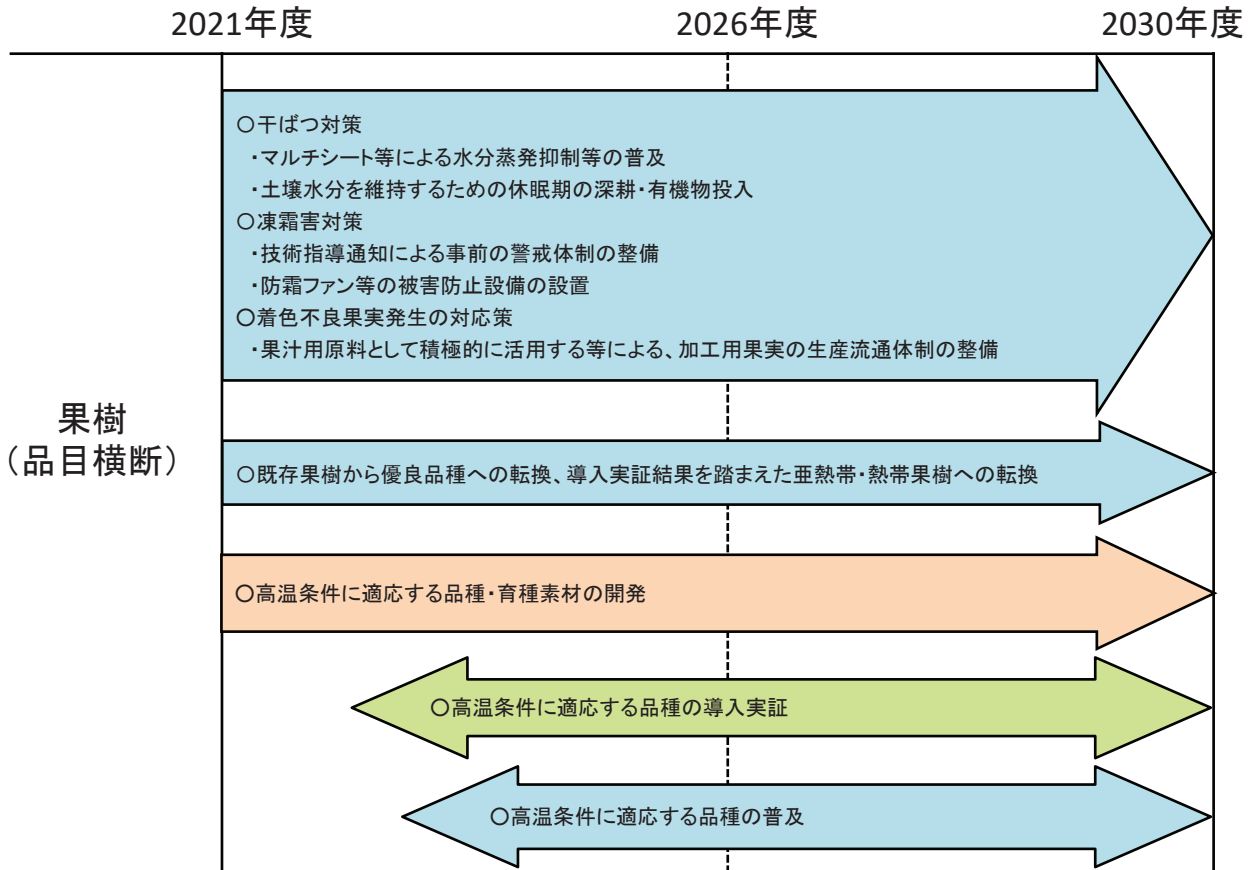
- 本工程表は、今世紀末までの影響評価を踏まえつつ、当面10年程度に必要な取組を中心に分野・品目ごとに整理した。
- 気候変動適応法に基づく「気候変動適応計画」の見直しは、2025年度を目途とする気候変動影響評価や施策の進捗、気候変動の進展を踏まえ、2026年度に行うことを目指すこととしており、工程表中にその時期(2026年度)を点線で示した。



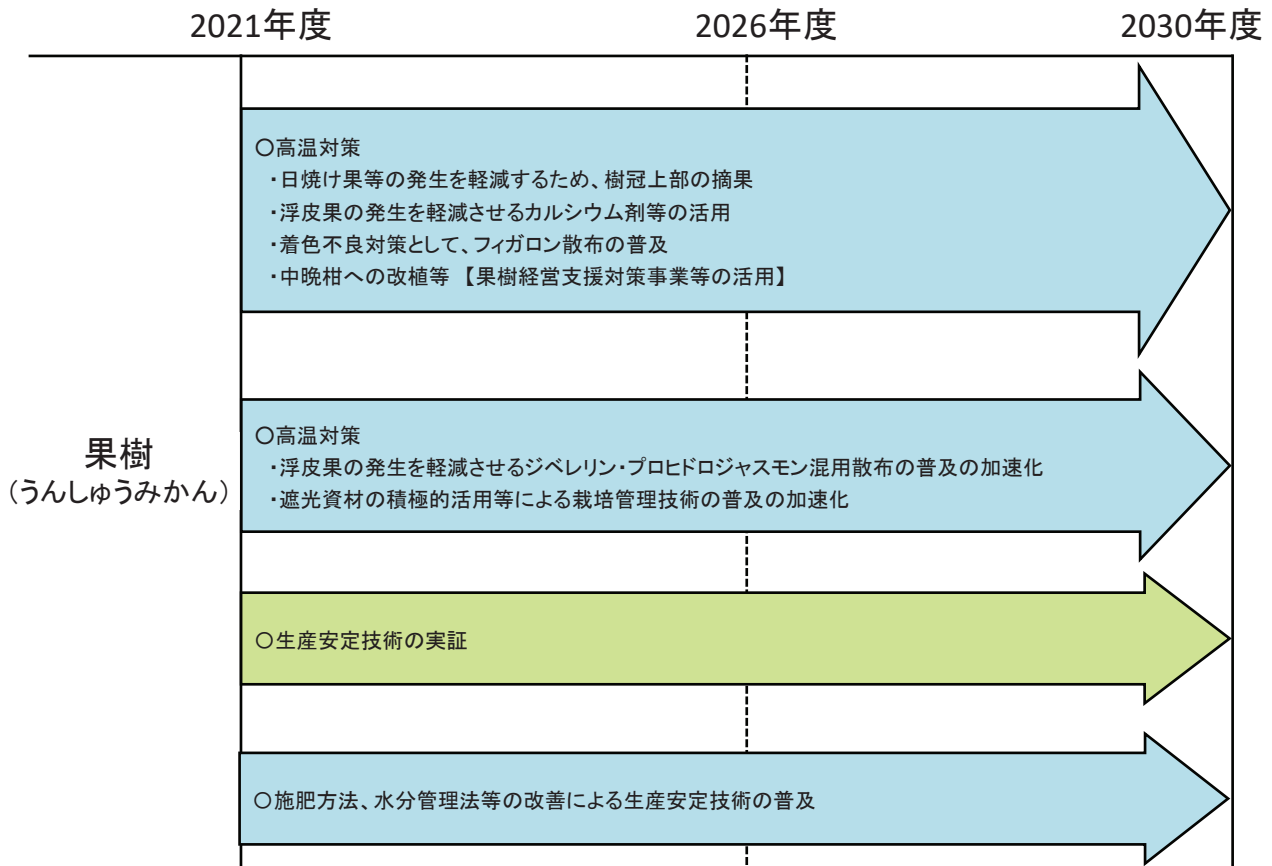
農業生産(1)



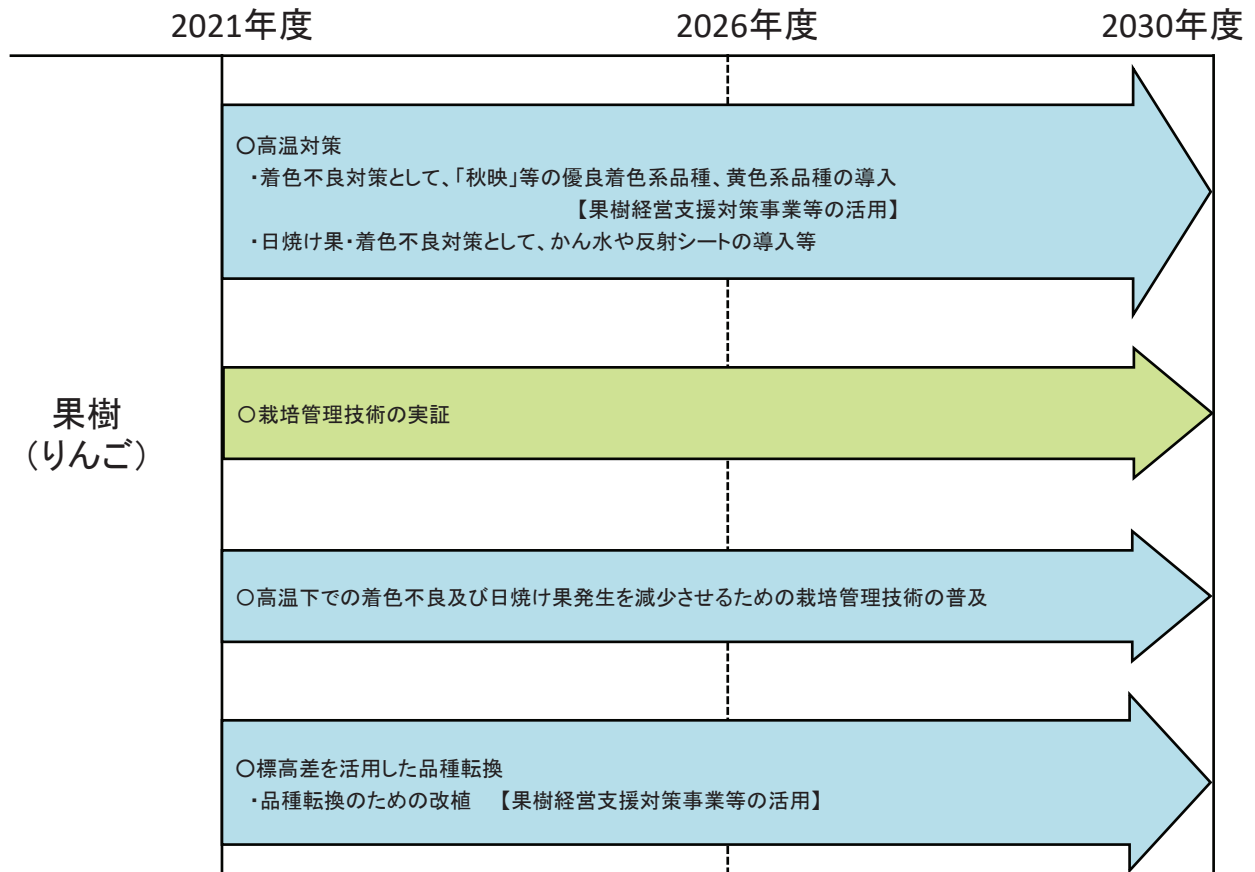
農業生産(2)



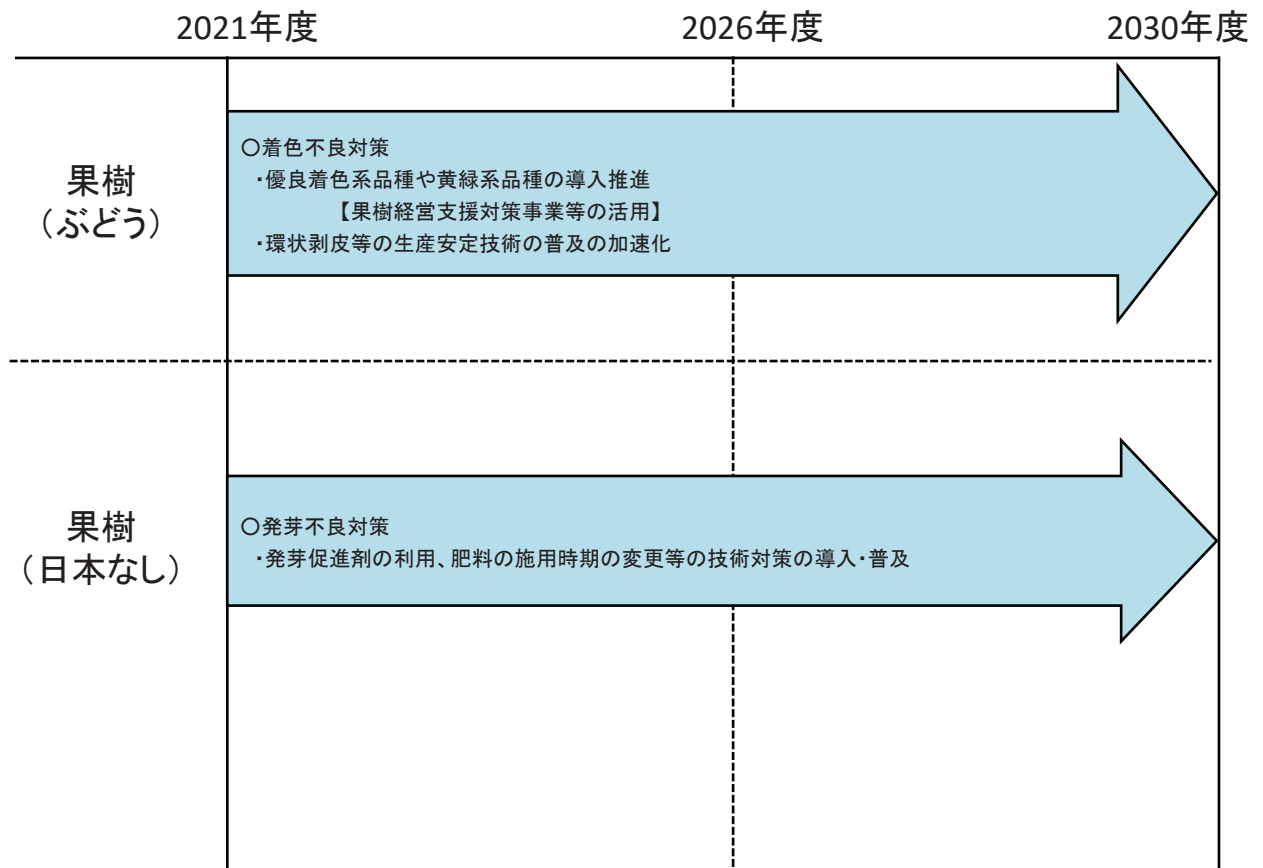
農業生産(3)



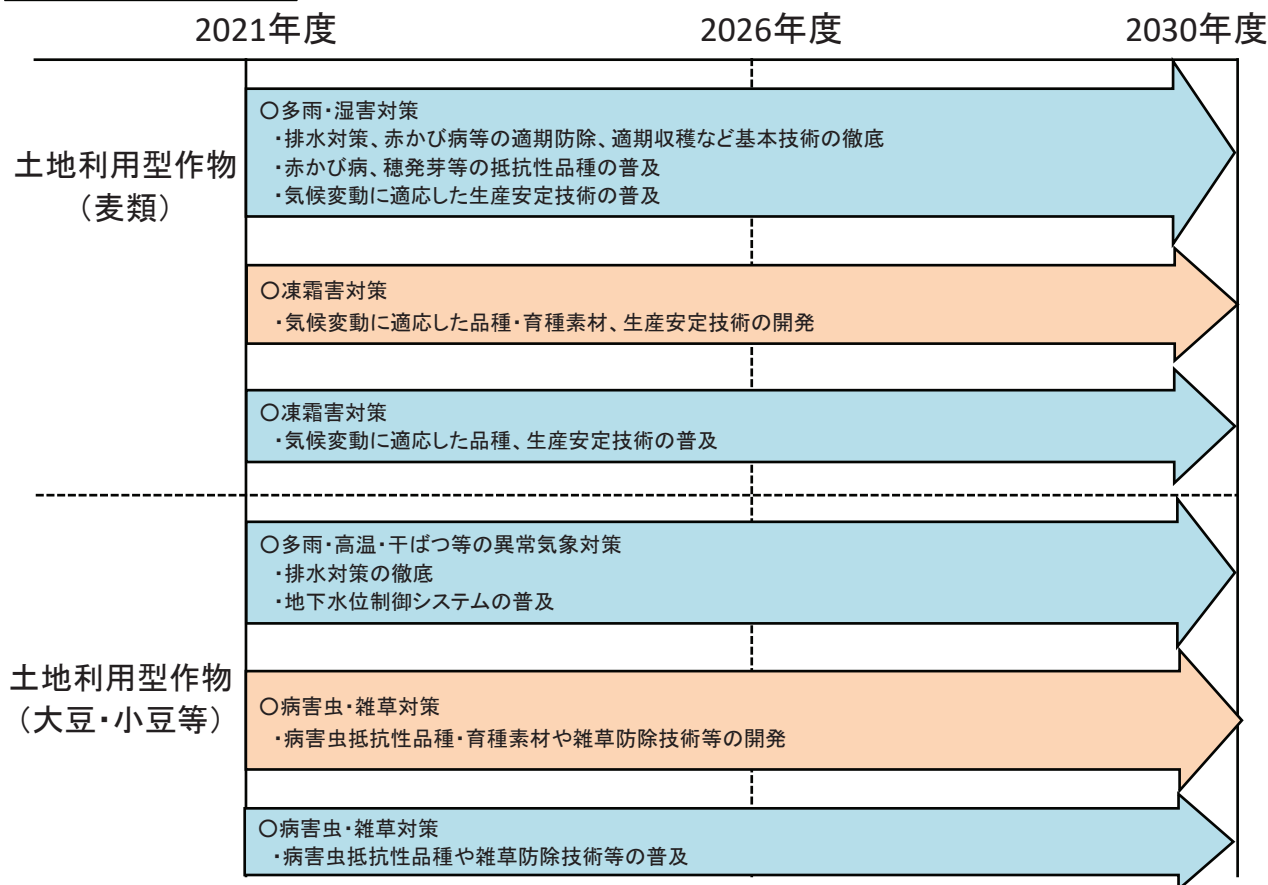
農業生産(4)



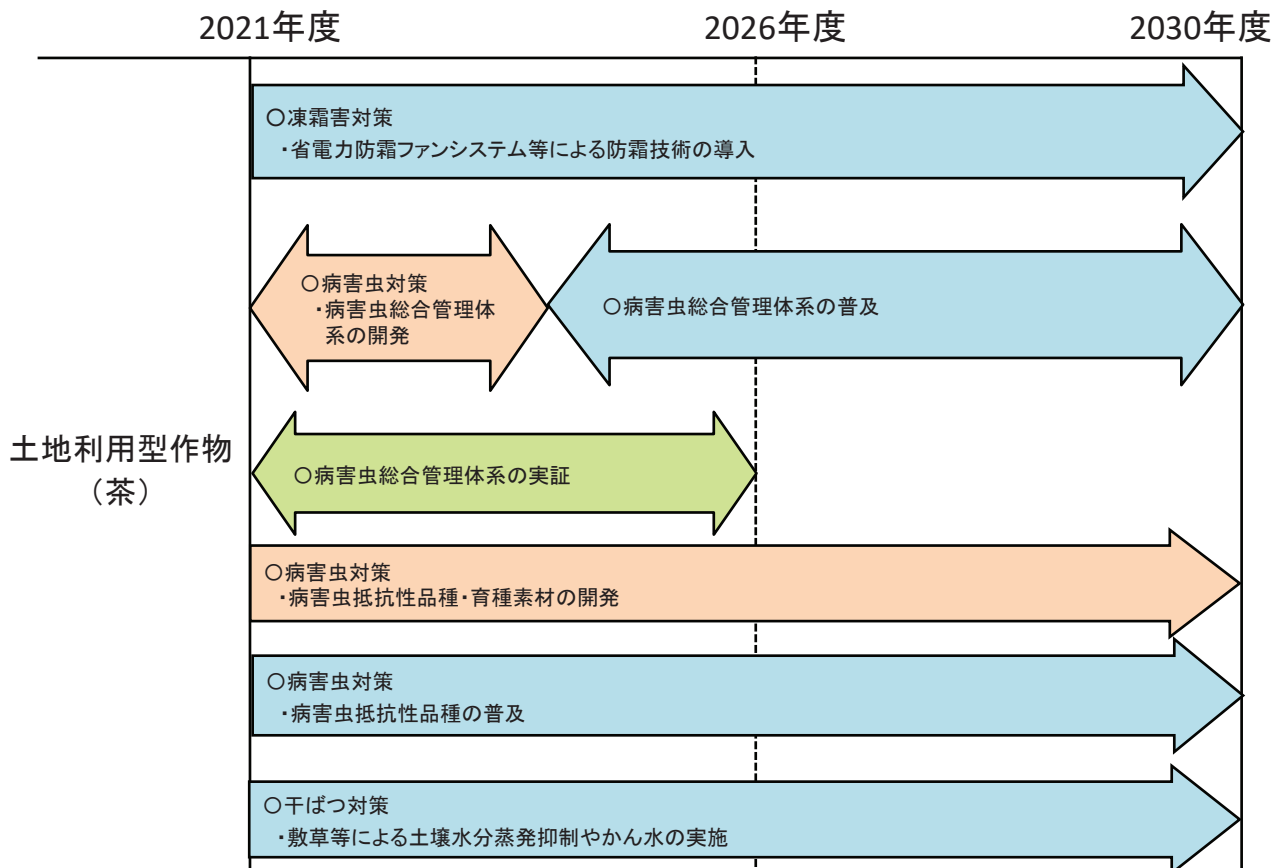
農業生産(5)



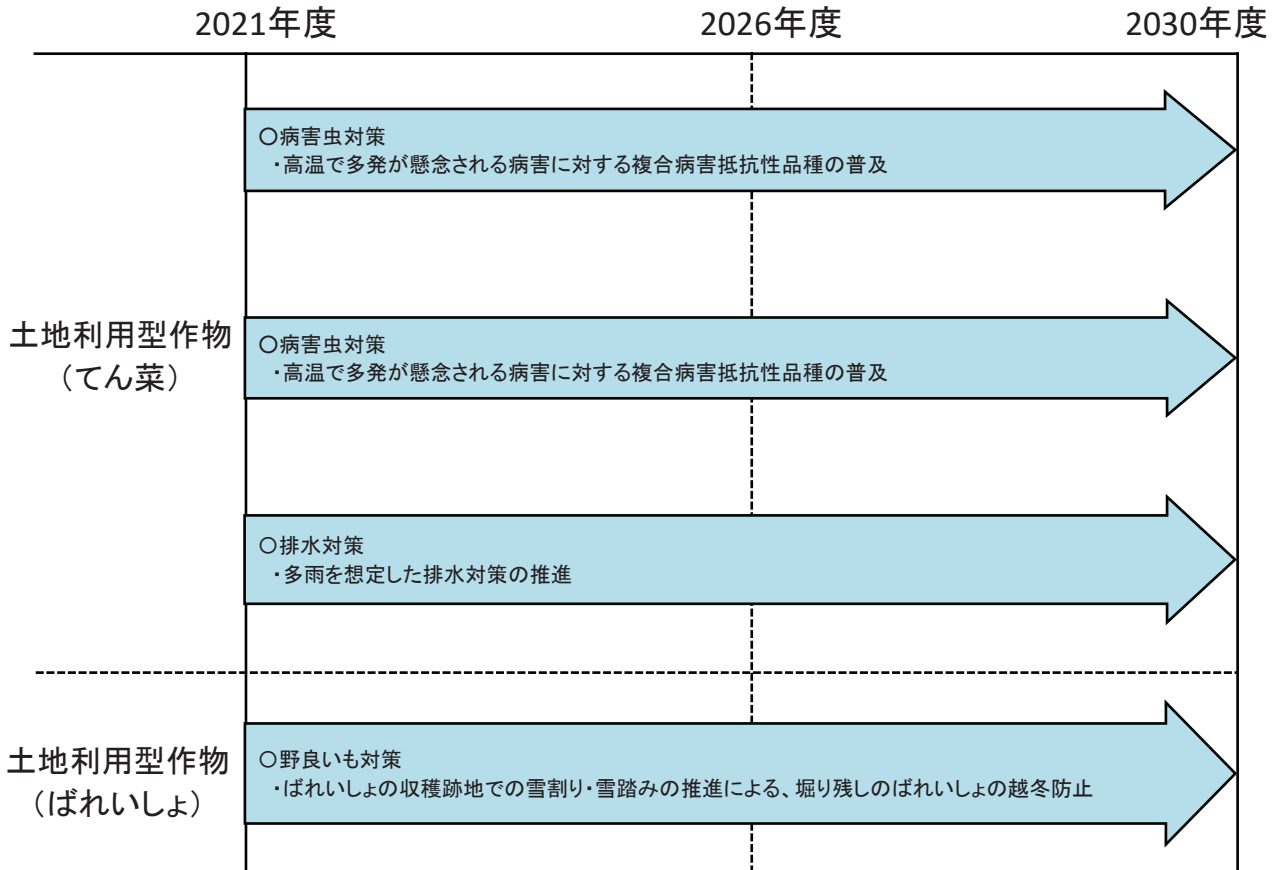
農業生産(6)



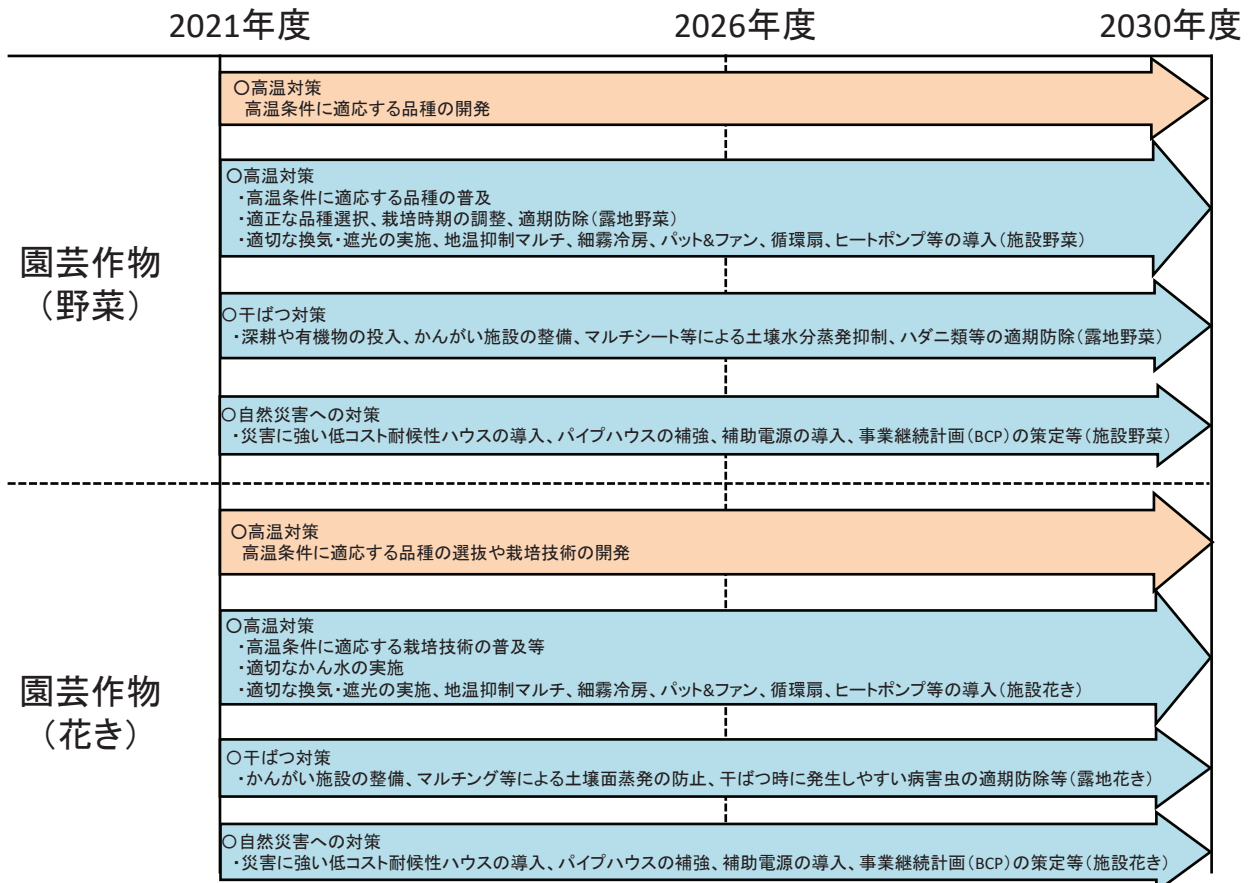
農業生産(7)



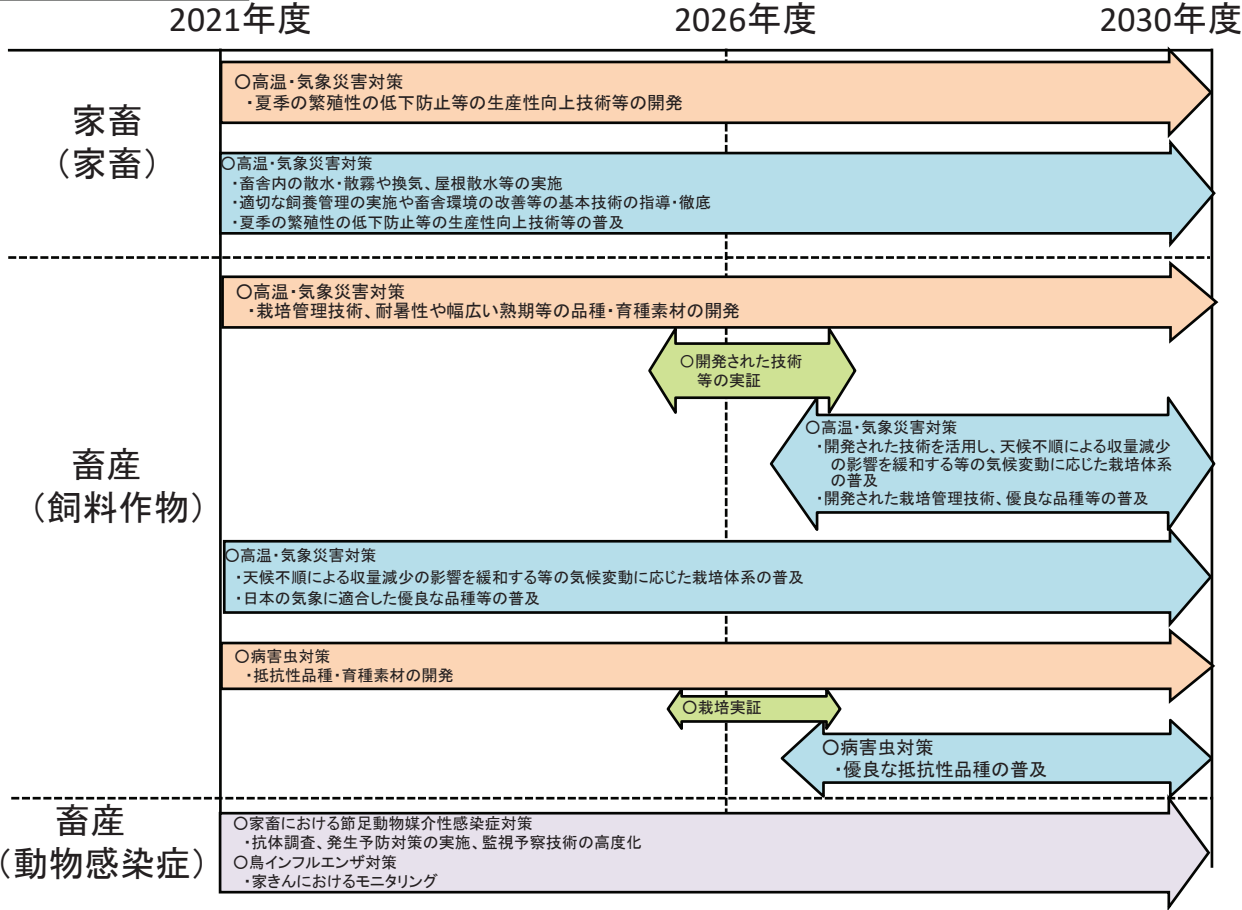
農業生産(8)



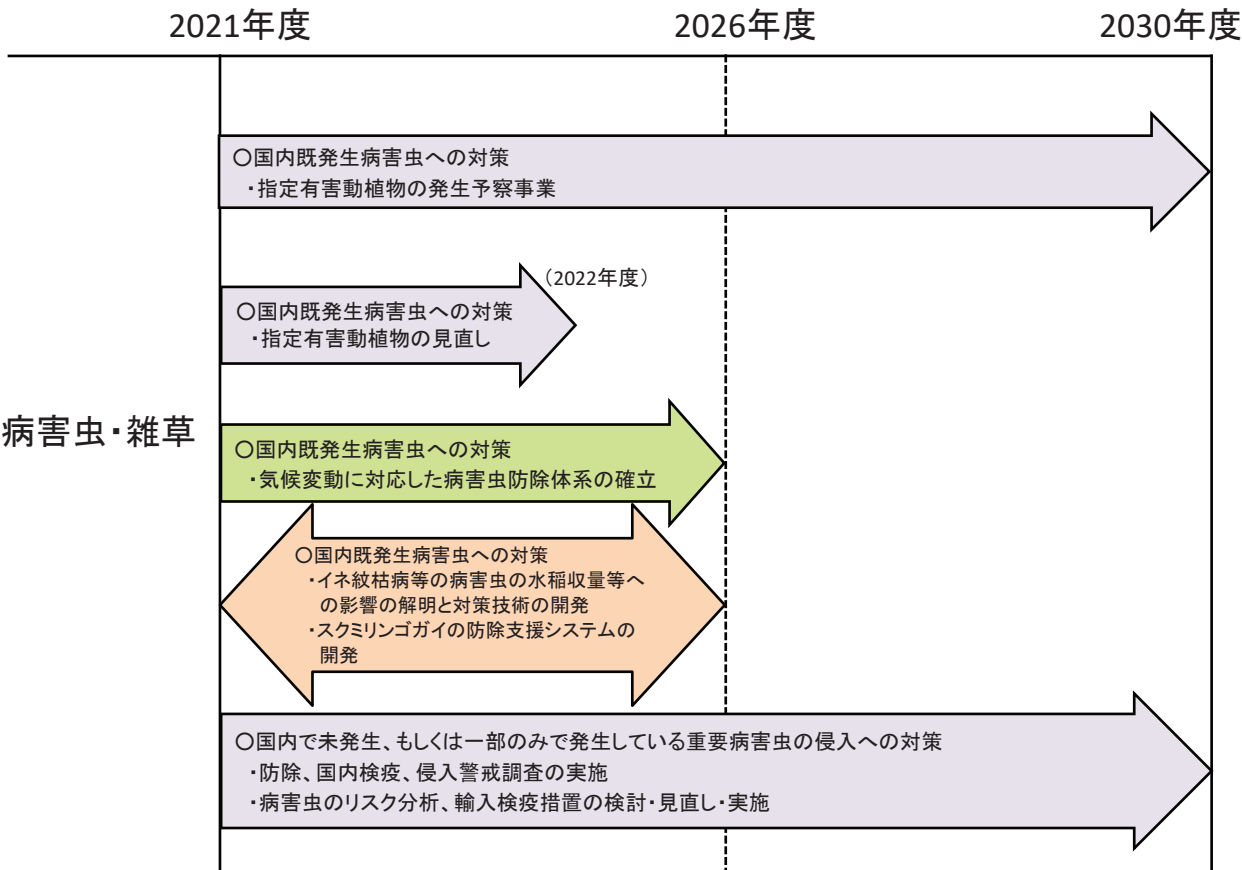
農業生産(9)



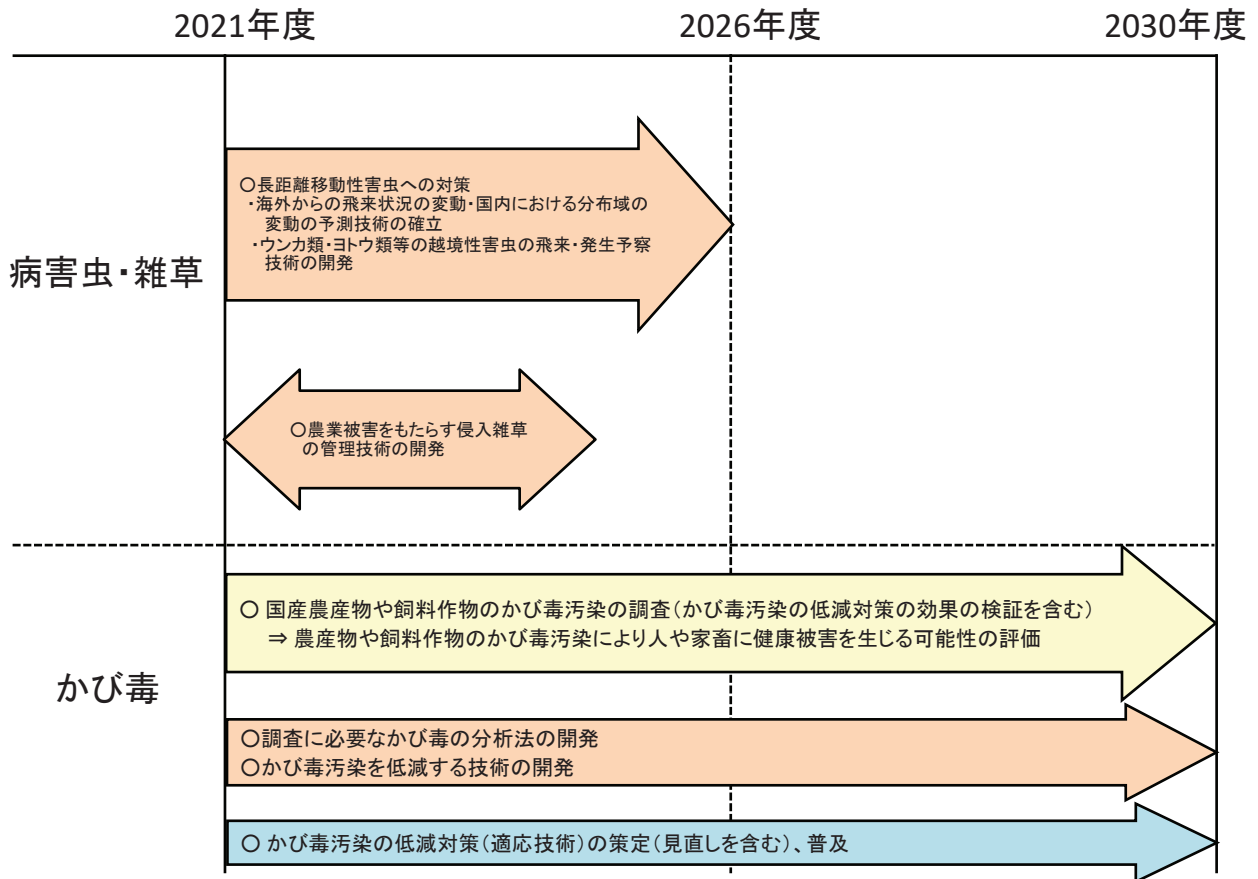
農業生産(10)



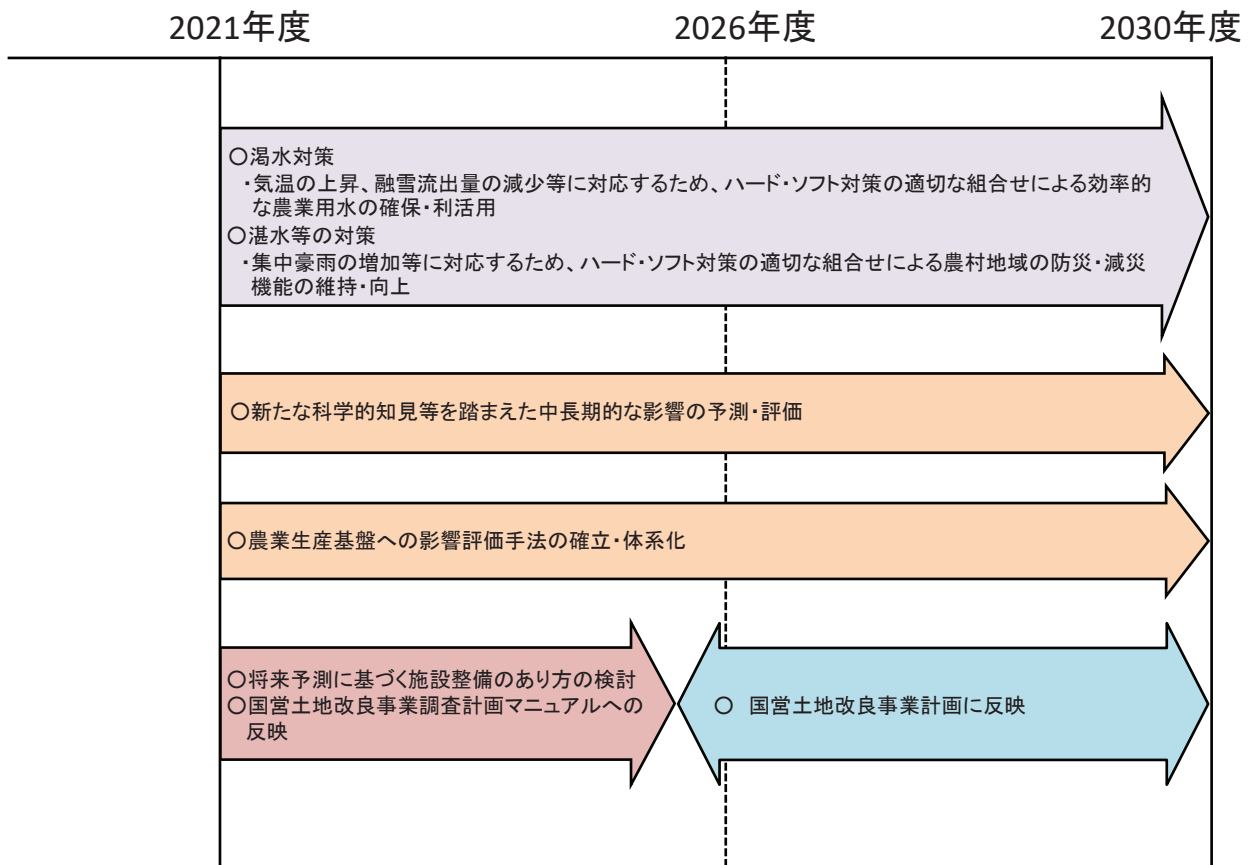
病害虫・雑草等(1)



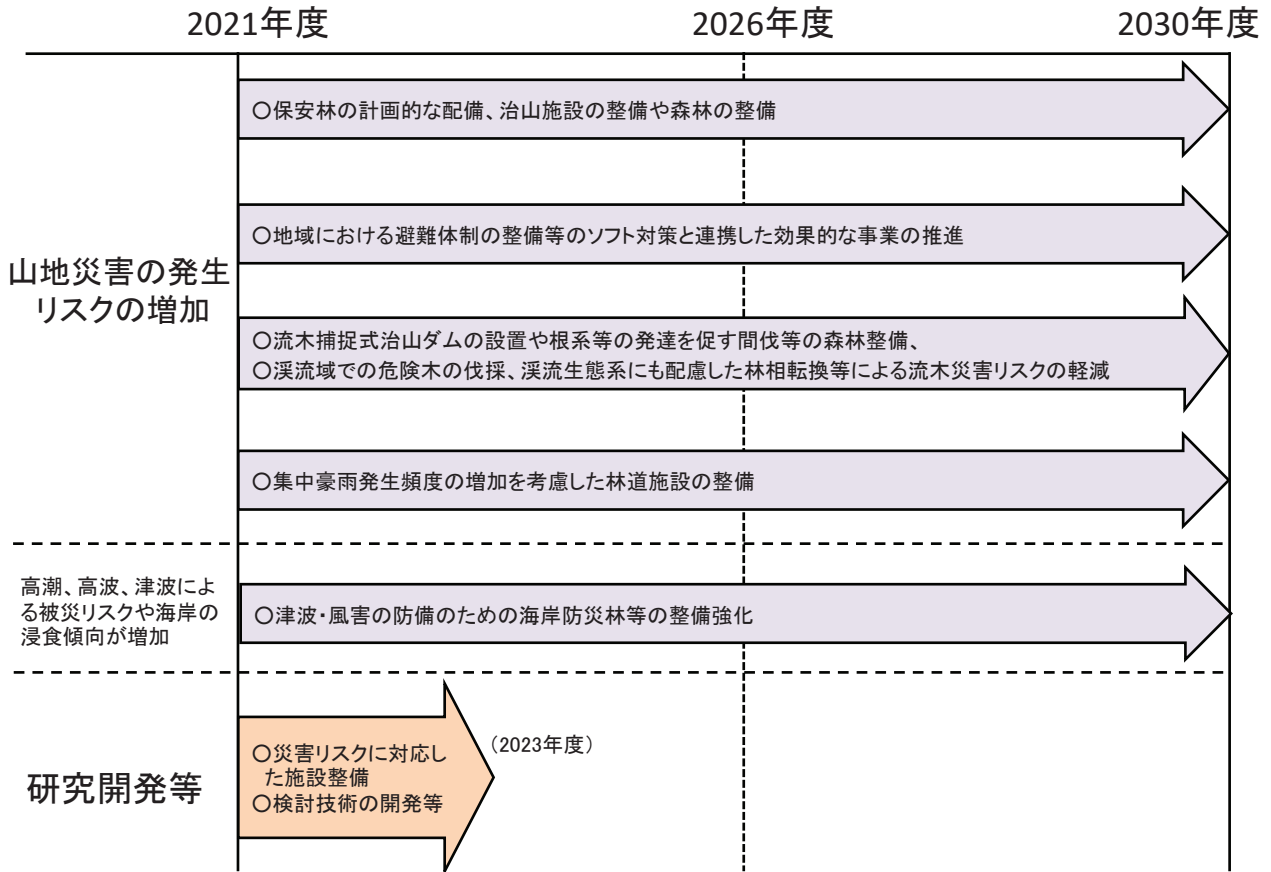
病害虫・雑草等(2)



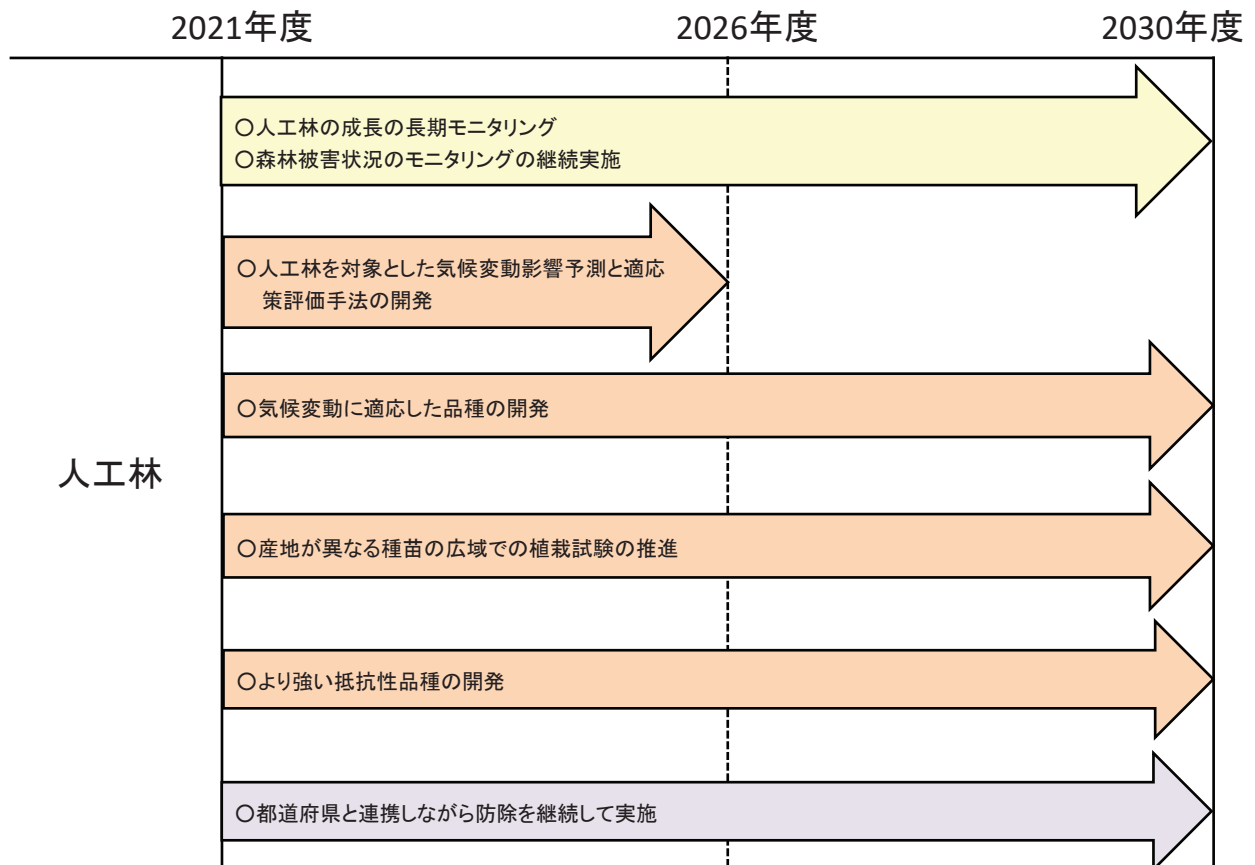
農業生産基盤



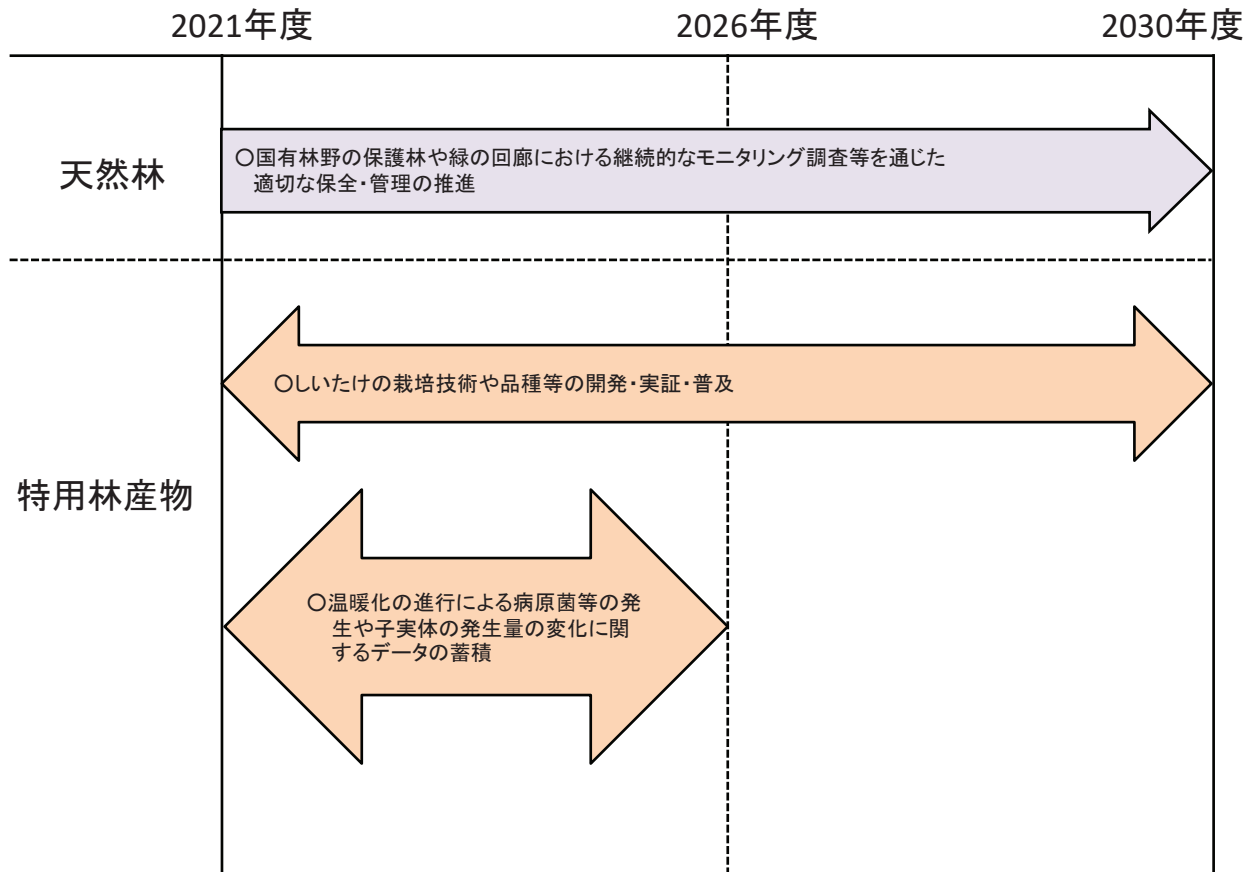
森林・林業(1)



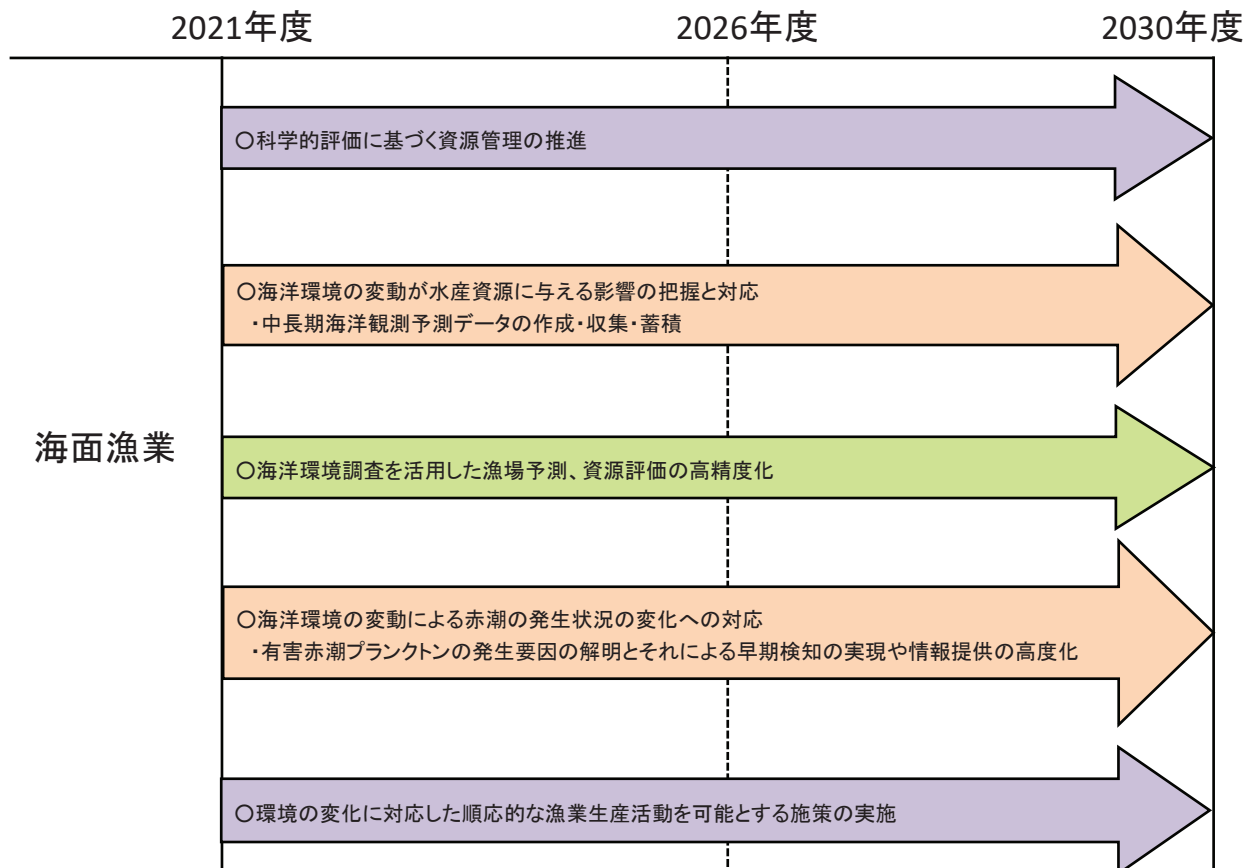
森林・林業(2)



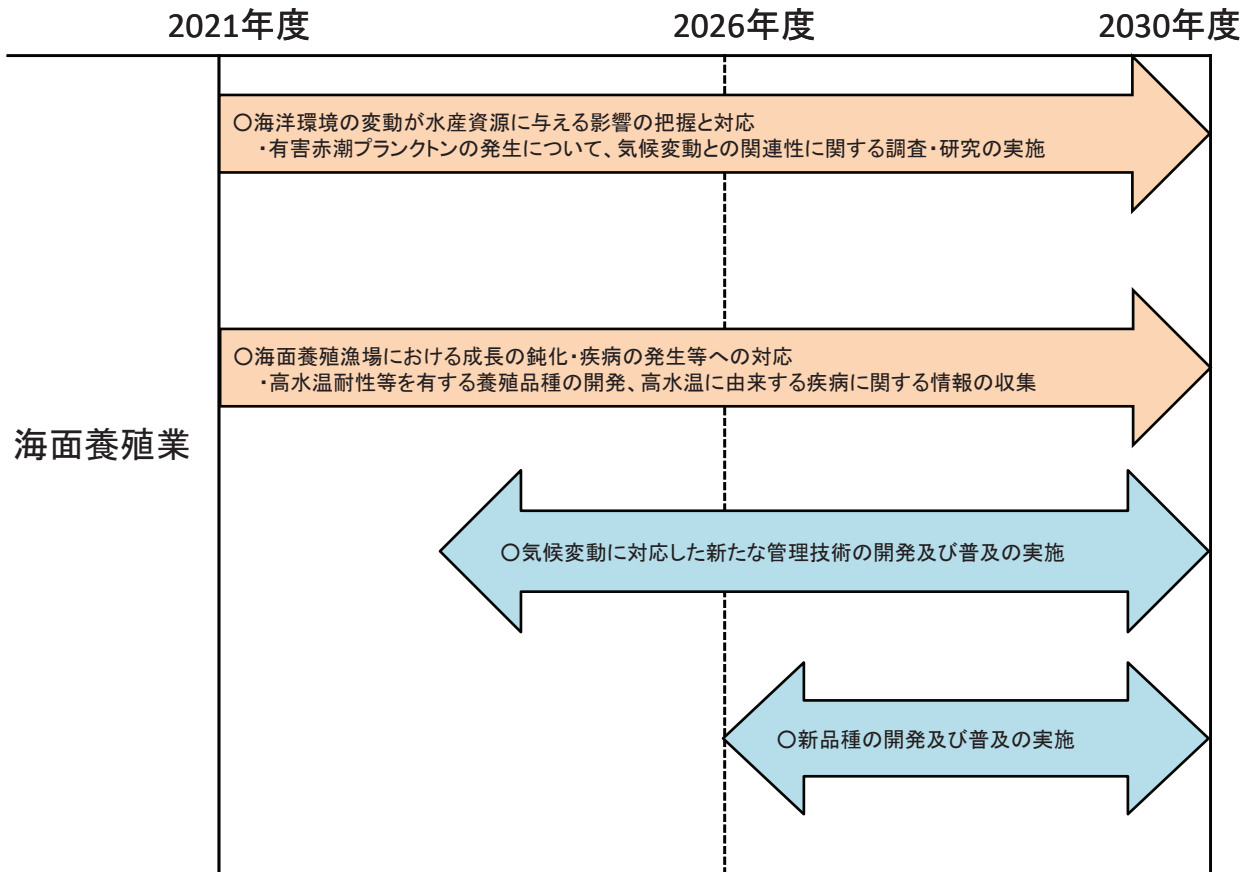
森林・林業(3)



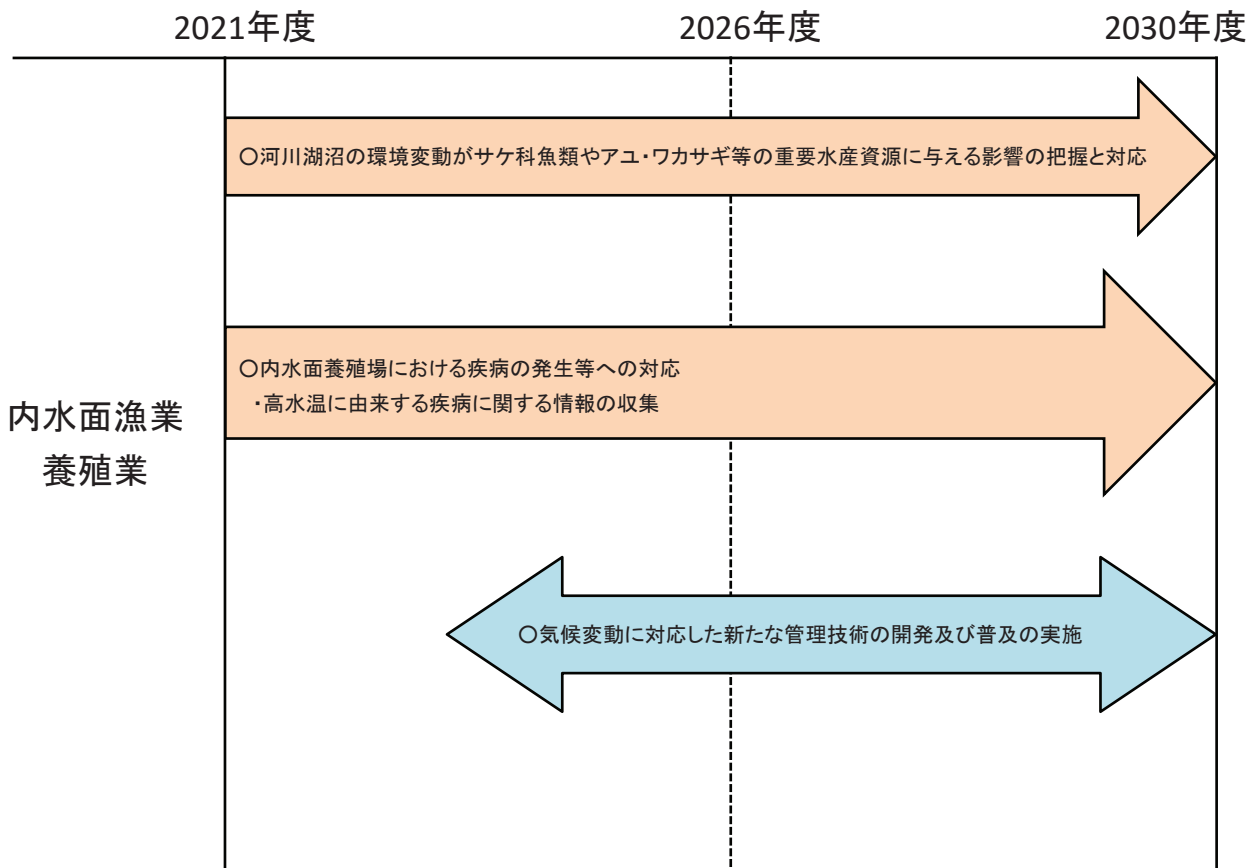
水産資源・漁業・漁港等(1)



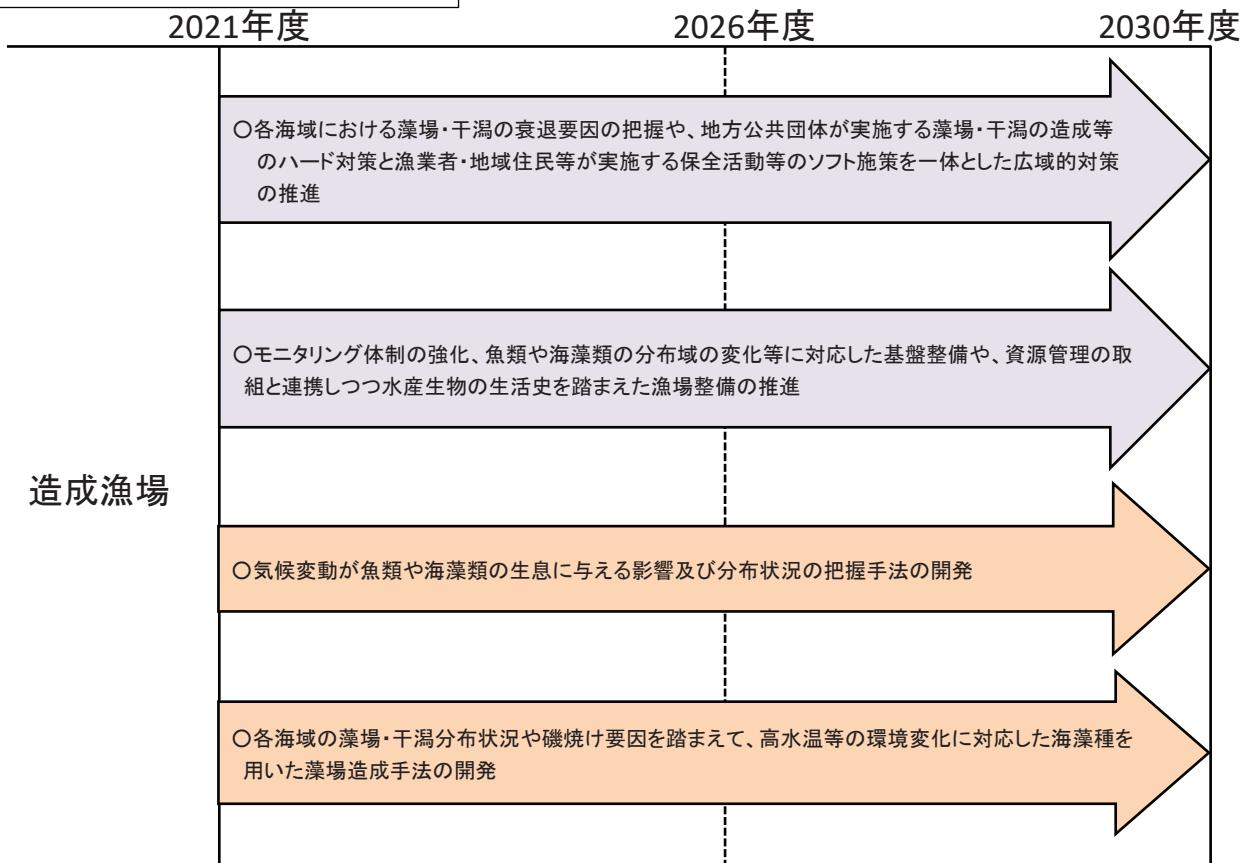
水産資源・漁業・漁港等(2)



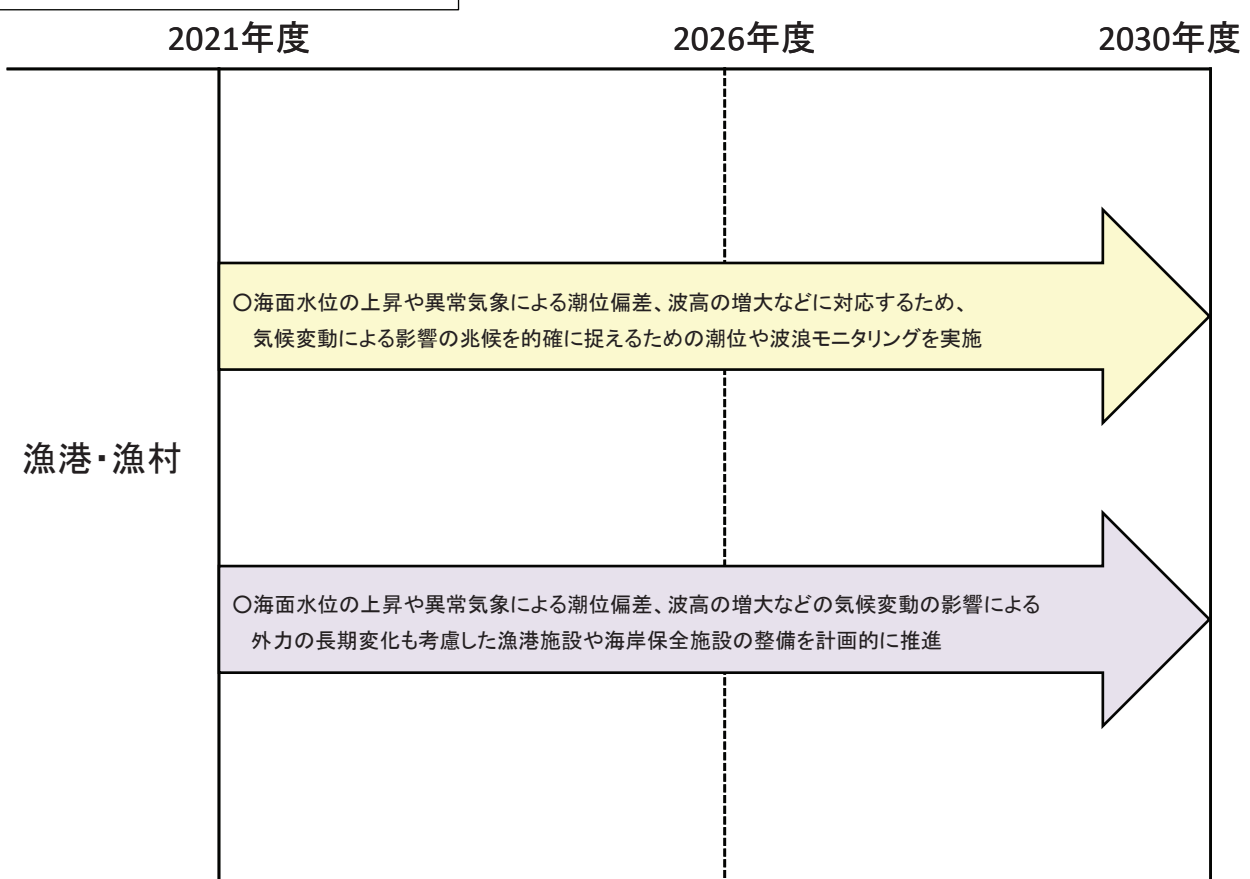
水産資源・漁業・漁港等(3)



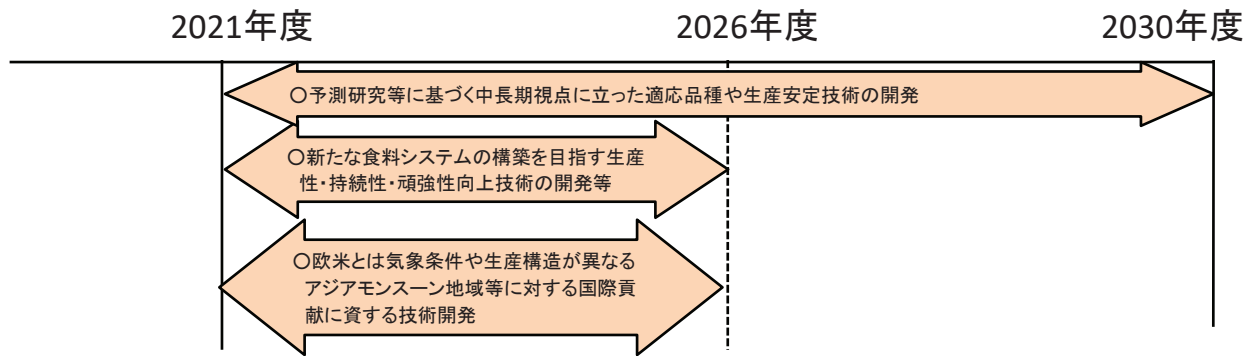
水産資源・漁業・漁港等(4)



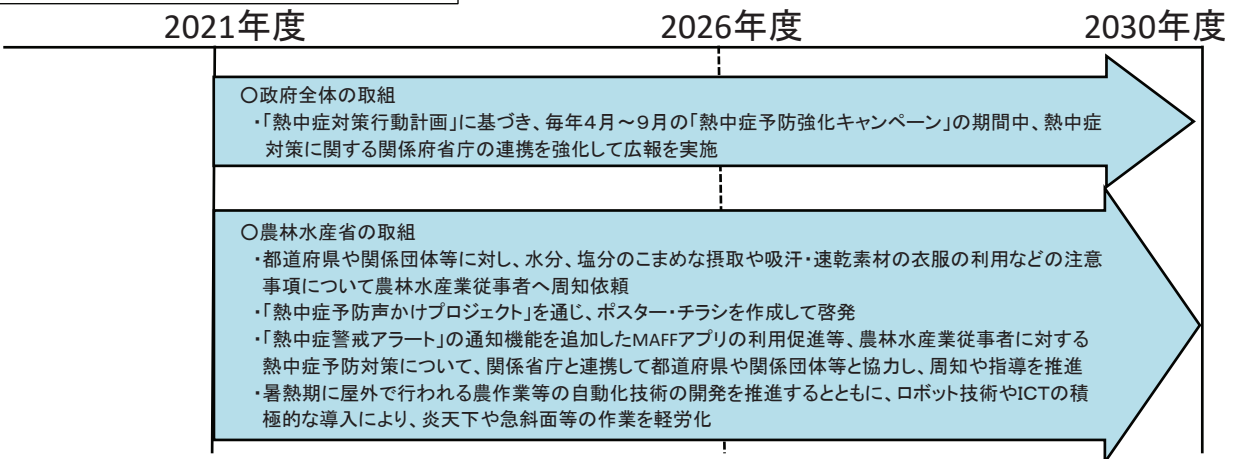
水産資源・漁業・漁港等(5)



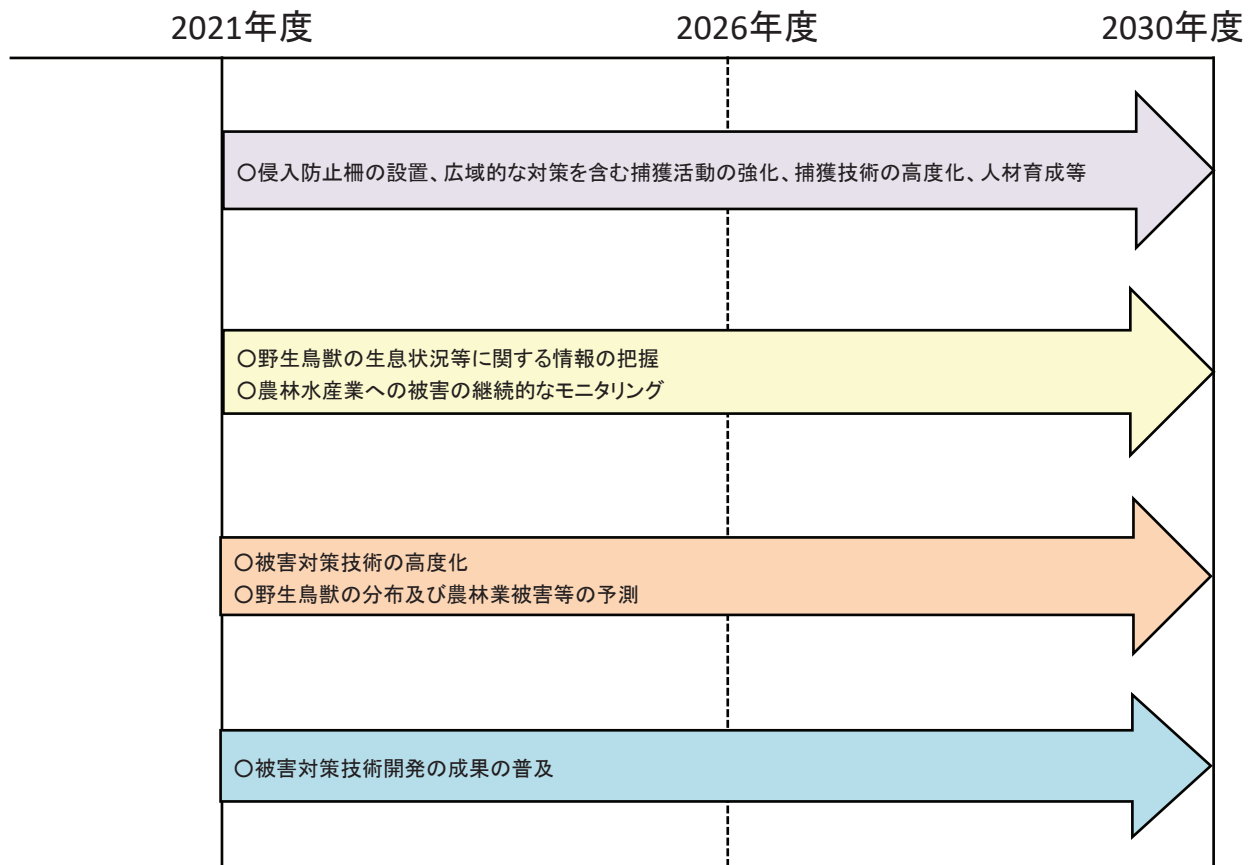
地球温暖化予測研究・技術開発



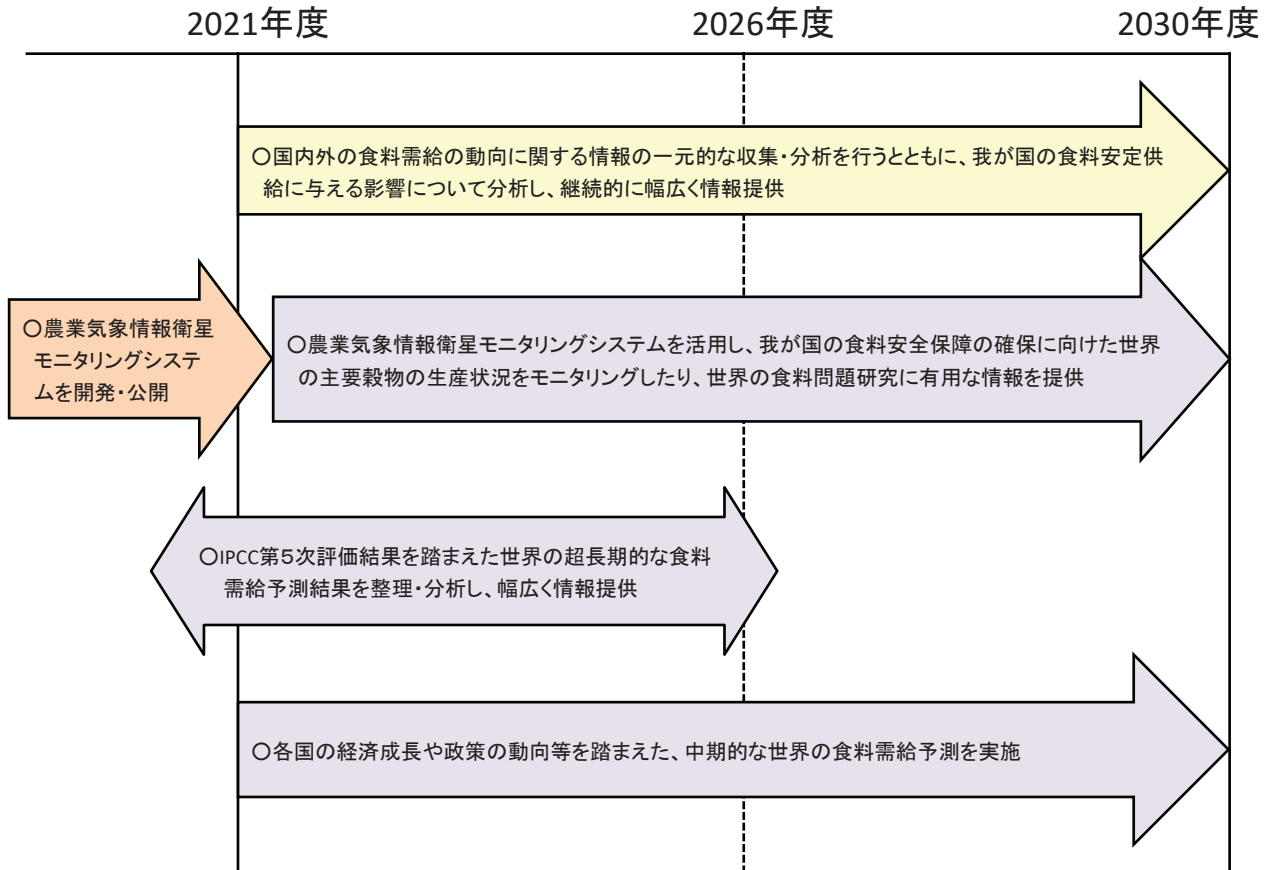
農林水産業従事者の熱中症



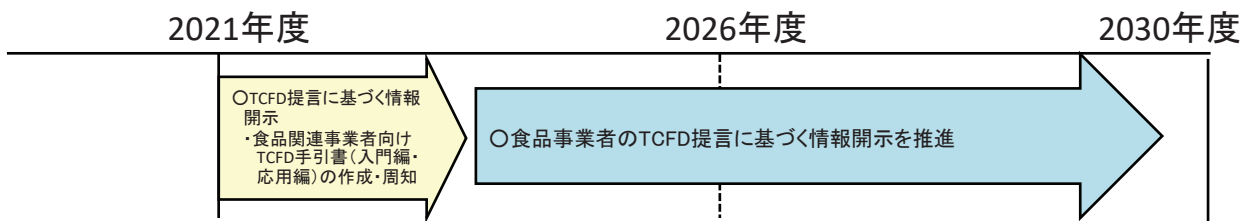
鳥獣害



食料需給



食品製造業



適応に関する国際協力

