

Ⅲ 気候変動に対する適応の進め方

気候変動による影響は、生産している品種や産地によって様々です。そのため、気候変動への適応も各産地が主体的に考える必要があります。ここでは、各産地で適応に取り組んでいくための基本的な進め方について説明します。

■ 気候変動に対する適応策検討の流れ

図 11 は、気候変動への適応の考え方（イメージ）を表しています。気候変動（気温上昇など）の進行に伴い、気候変動による影響は、年変動を繰り返しつつ拡大していくと考えられます（赤波線）。そのため、気候変動の進行に合わせて適応策を導入し、気候変動による影響を低減させていく必要があります（青・紺波線）。しかし、適応策の導入には、準備期間が必要であり（青・紺点線）、中長期的な観点で対策を検討する必要があります。

科学的知見を活用した上で計画的に適応策を導入し、気候変動によるリスクをマネジメントしていくことが重要です。

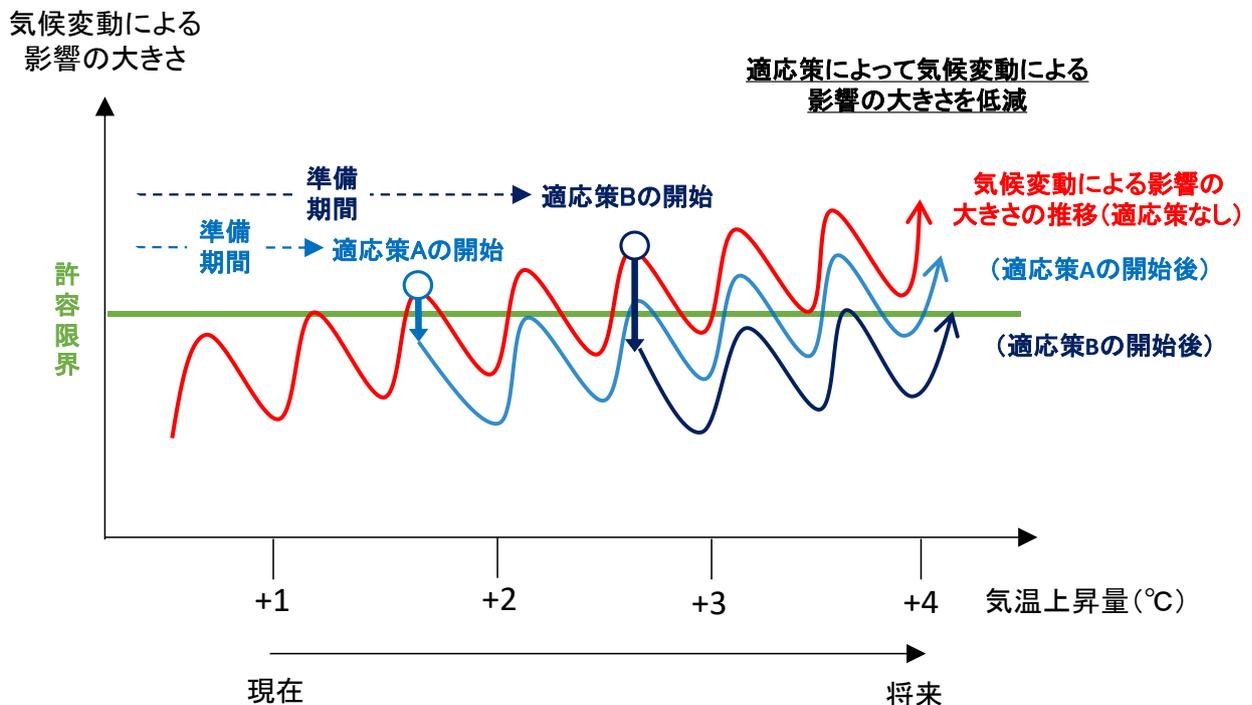


図 11 気候変動（気温上昇）への適応の考え方（イメージ）

本ガイドでは、気候変動に対する適応の進め方として、適応策実行計画を策定し、適応策の評価と見直しを通して計画を改定していくサイクルを想定しています（図 12）。

適応策実行計画では、産地の目標を踏まえ、どのような適応策を、どのタイミングで導入していくかを取りまとめることが重要です。また、農業分野における長期的なビジョンを示す振興計画を策定する場合には、本実行計画を併せて策定することで、より効果的な計画づくりとなります。

本ガイドでは、図 11（p.8）の気候変動への考え方をもとに、適応策実行計画策定の流れを5つのSTEPとして想定しました。各STEPを進めていくことで、図 13に示すような適応策実行計画を作成することが可能です。以降では、適応策実行計画を策定するための各STEPおよび適応策の評価と見直しについて、その実施内容や主な情報源、参考情報などを説明します。

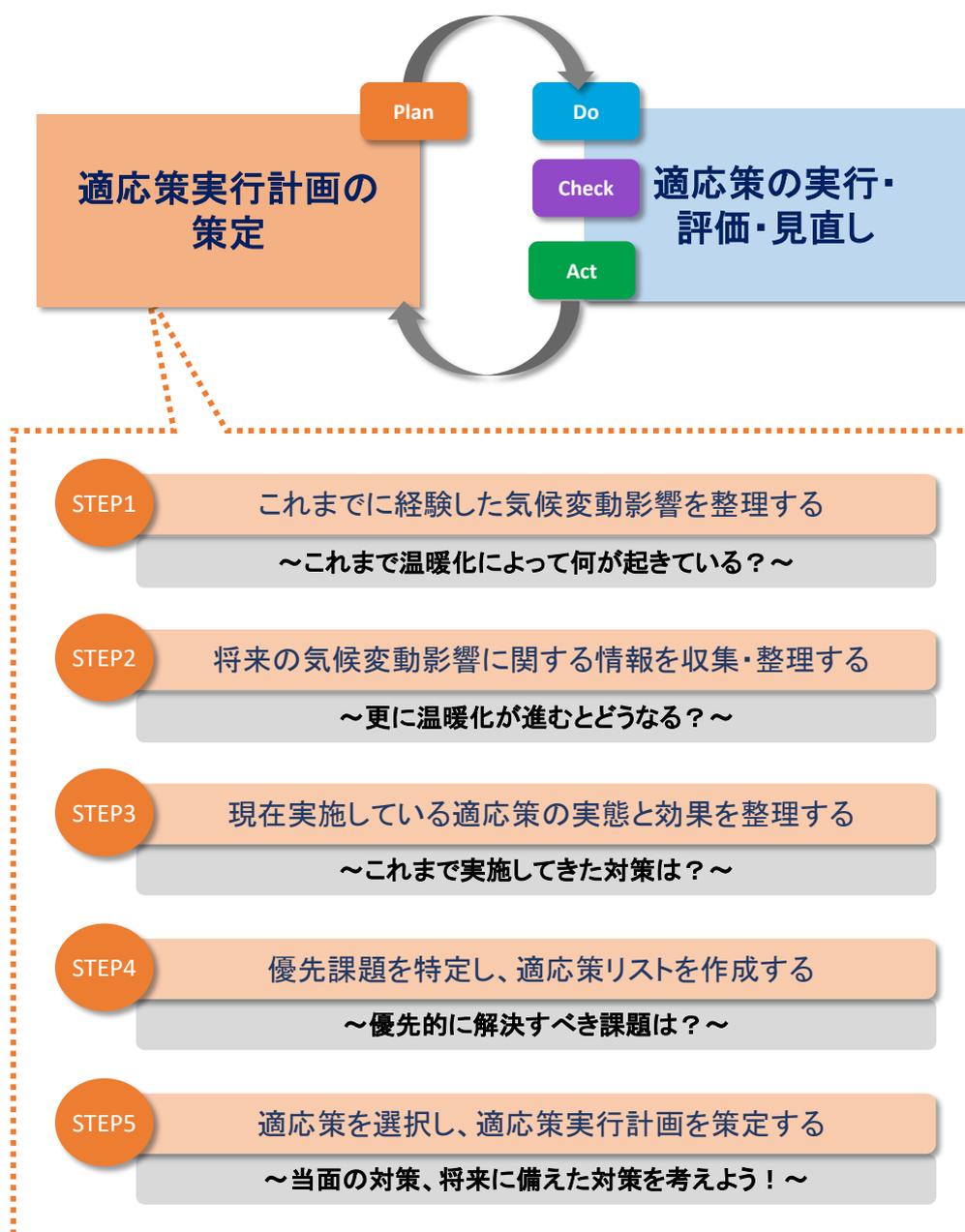


図 12 気候変動に対する適応策検討のフロー

STEP1を基に整理

適応策実行計画

(1) 産地における気候変動による影響

(2) 産地の将来の目標

	数値目標

(3) 現時点の適応策

適応策のレベル	適応策の目的	具体的な取組内容	効果	関係するプレイヤー

(4) 将来の適応策

適応策のレベル	導入予定年次	具体的な取組内容	想定される効果	関係するプレイヤー

都道府県名	
市町村名	
産地名	
計画主体	

STEP5で設定

可能な限り数値目標を設定します。
例えば、何年度までに日焼け果を20%軽減させる等

STEP3で情報を収集・整理

STEP4、5で情報を収集・整理 (STEP4でSTEP1、2の情報を活用)

導入する適応策に関係するプレイヤー(ステークホルダー)を記載します。

図 13 適応策実行計画のひな型

STEP 1 これまでに経験した気候変動影響を整理する

概要

産地内でこれまでに生じている気候変動影響、影響を引き起こす気象要因、影響による被害の大きさ、その発生頻度についての情報を収集し、整理します。

これまでに経験した気候変動影響（気候の変化や気象現象（高温や大雨等）によって生じた影響）は、将来においても生じる可能性が高いと考えられるため、情報を整理しておくことが重要です。また、整理した情報を地域の関係者間で共有することも重要になります。

実施内容

STEP1 では、図 14 に示す 3 つの情報を整理します。はじめに、これまでに気候の変化や気象現象（高温や大雨等）によって産地で生じた影響を、可能な限り品目ごとに収集・整理します。このとき、産地の気候・気象データなどを活用して、影響の原因となる気象現象（出穂期以降の高温など）を合わせて整理することが重要です。農林水産省「地球温暖化影響調査レポート」¹¹では、水稲における気候変動影響、発生の主な原因を表 2 のように取りまとめしており、産地の情報を整理する際、参考にすることができます。

上記に加えて、水稲の収量・品質データなどを活用し、各影響事例が水稲生産に与える被害の大きさ、また、その影響の発生頻度を整理することも重要です。STEP1 の整理イメージを表 3 に示します。適宜活用して下さい。

①気候の変化や気象（高温や大雨等）によって、産地で生じた影響事例（可能であれば品目ごと）

②影響を引き起こす気候・気象要因

③①で整理した影響が水稲生産に与える被害の大きさ、その発生頻度

図 14 STEP 1 で収集する情報

表 2 水稲における気候変動影響の事例

気候変動影響	発生の主な原因	収量・品質等への影響
白未熟粒の発生	出穂期以降（7月～）の高温	品質の低下
虫害の多発	【カメムシ類】冬季の気温上昇による越冬個体の増加、夏季の高温 【スクミリンゴガイ】冬季の気温上昇による生育地域の拡大	品質・収量の低下
粒の充実不足	出穂期以降（7月～）の高温	品質・収量の低下
生育不良	7月以降の高温、少雨	品質・収量の低下
胴割れ粒の発生	出穂期以降（7月～）の高温	品質・収量の低下
作期の前進	登熟期以降（8月～）の高温、多雨	品質・収量の低下
登熟不良	登熟期以降（8月～）の高温、多雨	品質・収量の低下
病害の多発	【もみ枯細菌病等】種子予措～育苗期（3～4月）の高温	種子生産量の低下等

出典：農林水産省「地球温暖化影響調査レポート」¹¹より作成

表 3 これまでに経験した気候変動影響 整理イメージ (※1)

品種	これまでに生じている気候変動影響	影響の気候・気象要因	収量・品質等への影響	影響による被害の大きさ(※2)	影響の発生頻度(※2)	影響が生じやすい気候・気象条件
コシヒカリ	白未熟粒の発生	出穂・登熟期の高温	品質の低下	大	高	出穂期の平均気温が0℃以上の年は、白未熟粒の発生が多発。
	粒の充実不足	出穂・登熟期の高温	品質・収量の低下	中	中	—
	胴割れ米の発生	出穂・登熟期の高温	品質・収量の低下	中	高	0℃以上が続いた場合には胴割れ米も発生し、一等米比率が低下。
	作期の前進	出穂期以降の高温、多雨	品質・収量の低下	小	中	—
	高温不稔	開花期の高温	収量の低下	小	中	—
	登熟不良	登熟期以降の高温、多雨	品質・収量の低下	小	低	—
	病害の発生	種子予措～育苗期の高温	種子の生産量低下等	小	低	—

(※1) 本表の事例はあくまで整理イメージであり、各産地の実情と異なる場合もあることにご留意ください。

(※2) 「影響による被害の大きさ」、「影響の発生頻度」における「現時点」とは平均気温上昇+2℃未満、「将来」とは+2℃以上を想定しています。

本事例では、「影響による被害の大きさ」、「影響の発生頻度」を、それぞれ「大・中・小」、「高・中・低」で表していますが、可能な場合は定量的に示すことも考えられます(「影響による被害の大きさ」: 生産量の●%、「影響の発生頻度」: 〇年に一度程度で発生等)。

なお、これまでに生じている影響を整理する際には、産地における既存の組織体(自治体や農業協同組合、農業共済組合、地域の関係者等)を活用し、情報を収集することが考えられます。また、産地における農業関係者間や専門家との間でのリスクコミュニケーションも有効だと考えられます。

整理した情報は、自治体や農業協同組合、農業共済組合、地域の関係者間で共有することが重要です。気候変動適応に向けた第一歩として、多くの関係者が気候変動による影響を認識している環境を構築する必要があります。

主な情報源

✓ 気候・気象データ

気象庁ホームページ¹⁹では、産地に近いアメダスポイントで観測されているデータを入手することが可能です。また、農研機構「メッシュ農業気象データシステム」²⁰や都道府県の試験場から入手できる場合もあります。

✓ 水稻の収量データ・被害データ

農林水産省「作物統計」²¹や「農作物共済統計表」²²から都道府県単位の収量データ・被害データを入手することができます。また、都道府県の試験場が所有している場合もあります。

✓ 水稻の品質データ

農林水産省「米穀の農産物検査結果」¹⁰から品質データが入手できます。また、都道府県の試験場が所有している場合もあります。

適応策実行計画の策定

STEP 2 将来の気候変動影響に関する情報を収集・整理する

概要

将来想定される気候変動影響に関する情報を収集し、整理します。

気候変動への適応では、将来変化していく気候変動影響を見据えて取組を進めていきます。そのため、STEP1で整理した気候変動影響がどのように変化するか、また、これまで経験していない影響が新たに生じる可能性があるかなどを把握することは大変重要です。

実施内容

STEP1で整理した影響は、気候変動の進行に伴って拡大していくと考えられますが、その拡大の程度は、将来の気候・気象がどれくらい変化するか大きく依存します。そこで、はじめに産地における将来の気候・気象の予測情報を収集します。

主な情報源

✓ 気候・気象の将来予測データ

国立環境研究所の気候変動適応情報プラットフォーム²³では、将来（21世紀中頃、21世紀末）の気温情報等が、都道府県単位で提供されています。

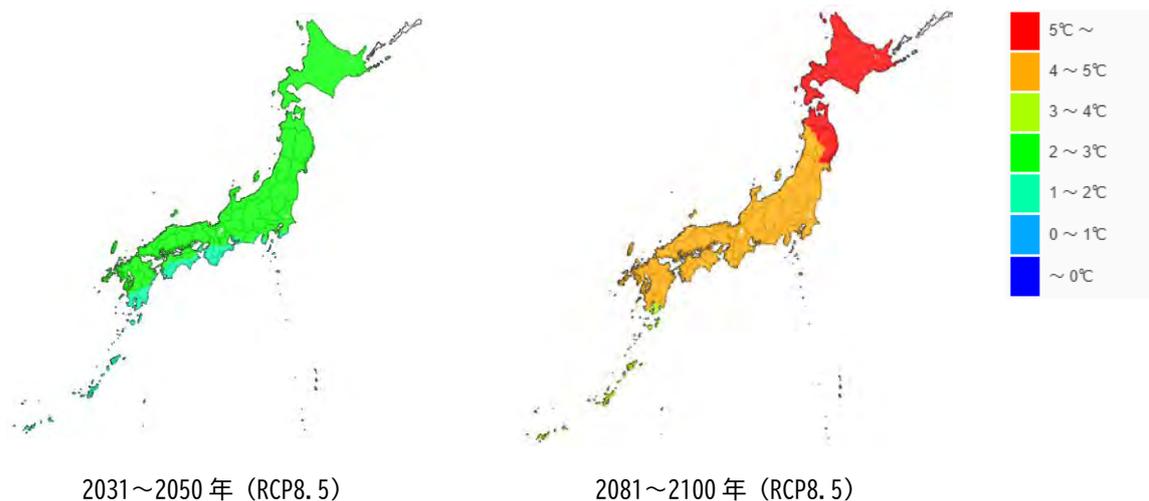


図 15 気温の予測結果 (MIROC5)

出典：気候変動適応情報プラットフォーム²³より作成

また、農林水産省「気候変動の影響への適応に向けた将来展望」²⁴では、現在および将来（21世紀中頃）の気温情報等が、都道府県単位で提供されています。

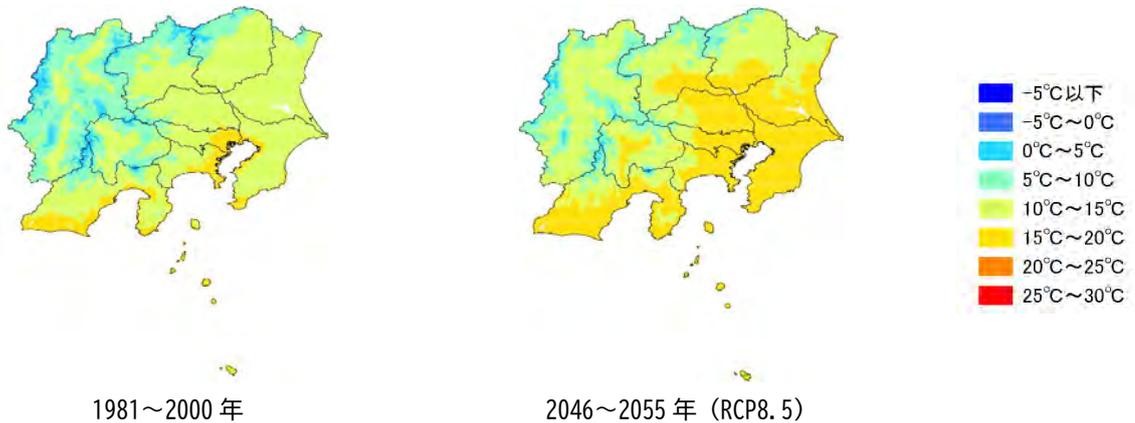


図 16 気温の予測結果 (MIROC5)

出典：農林水産省「気候変動の影響への適応に向けた将来展望」(2019)²⁴より作成

加えて、気象庁ホームページ²⁵では、現在および将来（21世紀末）の気温情報等が都道府県単位で提供されています。

上記で収集した将来の気候・気象の予測情報や第 I 章の「気候変動による水稻への影響（将来予測）」で示した情報をもとに、STEP 1 で整理した影響が、将来どのように変化するか検討します。影響による被害の大きさや、その発生頻度は、現状と変わらないのか、あるいは高くなると考えられるのかを検討することが重要です。

気候変動への適応の観点からは、これまでに経験していない影響が、将来新たに生じる可能性についても、広く情報収集することが重要です。現状において、より高温な地域で生じている影響は、将来的に自身の産地で生じる可能性があります。そのような情報を広く収集することも有効だと考えられます。将来の気候変動影響の整理イメージは表 4 の通りです。適宜参考にしてください。

表 4 将来の気候変動影響 整理イメージ (※1)

品種	気候変動影響を引き起こす気候	気候変動影響	品質・収量等への影響	影響による被害の大きさ (※2)		影響の発生頻度 (※2)	
				現時点	将来	現時点	将来
コシヒカリ	出穂・登熟期の高温	白未熟粒の発生	品質低下	大	大	高	高
		粒の充実不足	品質・収量低下	中	中	中	高
		胴割れ米の発生	品質・収量低下	中	大	中	高
	出穂期以降の高温・多雨	作期の前進	品質・収量低下	小	中	低	中
	開花期の高温	高温不稔	収量の低下	小	中	低	中
	登熟期以降の高温	登熟不良	品質・収量低下	中	中	中	中
	種子予措～育苗期の高温	病害の発生	種子の生産量低下等	小	中	低	中

(※1) 本表の事例はあくまで整理イメージであり、各産地の実情と異なる場合もあることにご留意ください。

(※2) 「影響による被害の大きさ」、「影響の発生頻度」における「現時点」とは平均気温上昇+2°C未満、「将来」とは+2°C以上を想定しています。

本事例では、「影響による被害の大きさ」、「影響の発生頻度」を、それぞれ「大・中・小」、「高・中・低」で表していますが、可能な場合は定量的に示すことも考えられます（「影響による被害の大きさ」：生産量の●%、「影響の発生頻度」：〇年に一度程度で発生等）。

STEP 3 現在実施している適応策の実態と効果を整理する

概要

現時点で実施している適応策に関する情報を整理します。

現在、産地において実施されている適応策の実態と効果を整理することで、気候変動の影響に対する現状の対策レベルを把握することができます。

実施内容

STEP2 で整理した気候変動影響ごとに、現在実施している適応策を整理します。このとき、適応策の効果および導入する（普及させていく）上での留意事項も合わせて整理することが重要です。整理イメージを表 5 に示します。適宜参考にしてください。

表 5 現在実施している適応策 整理イメージ（※1）

気候変動影響	現在実施している適応策	適応策の効果（※2）	留意事項
白未熟粒の発生	水管理の徹底	A	用水の総量が決まっているため、急に湛水を指導してもタイミングによっては実施が困難な地域がある。同様の理由から、かけ流しの指導も困難。
粒の充実不足	適期移植	B	・労働力確保や経営規模の都合により、技術導入が困難な場合がある。 ・極端に遅い移植では成熟期が遅れ、収量・品質が低下。
胴割れ米の発生	早期落水防止	A	中生の晩、晩生品種の作付割合が増加しており、9月以降の用水の必要量が増加しているが、総量が決まっているため、通水時期を延ばすなどの対応が求められている。
	刈遅れ防止	A	担い手の規模拡大に伴い、天候によっては適期内に刈り終わらない事例がみられる。

（※1）本表の事例はあくまで整理イメージであり、各産地の実情と異なる場合もあることにご留意ください。

（※2）A: 優れた効果がある、B: 効果がある、C: やや効果がある、D: 効果なし

主な情報源

✓ 各産地で実施されている適応策

地方公共団体の振興計画や試験研究機関の研究レポートなどでは、各産地で現在実施している適応策が整理されており、これらの資料から、気候変動影響への適応に資する対策を抽出することが可能です。また、農業温暖化ネット²⁶「対策情報」や、農林水産省「地球温暖化影響調査レポート」等^{1,27}では、各産地で実施されている適応策に関する情報が提供されています。

STEP 4 優先課題を特定し、適応策リストを作成する

概要

産地における優先課題（優先的に対応していくべき気候変動影響）を特定します。また、優先課題を対象に、現在実施していない適応策に関する情報を収集・整理し、適応策リストを作成します。

水稻生産における気候変動影響は多岐にわたります。そのため、産地に重大な影響を及ぼすと考えられるものから優先的に着手することが、効率的かつ効果的な適応の推進につながります。

STEP4 では、産地における優先課題を特定し、優先課題に係る適応策の情報を収集・整理します。

実施内容

(1) 優先課題を特定する

STEP1、2 で整理した情報や、産地の特徴を踏まえて、産地における優先課題（優先的に対応していくべき気候変動影響）を特定します。

優先課題を特定する方法の一つに、リスクベースの考え方（顕在化の可能性が高く、その被害程度が大きな課題を選定する）の活用が考えられます（図 17）。

(2) 適応策リストを作成する

(1)で優先課題として特定された気候変動影響について、現在実施していない適応策を可能な限り洗い出し、適応策リストを作成します。STEP3 で整理した適応策については、改めて整理する必要はありません。

ひとえに適応策といっても、効果の大きさやコスト、導入に要する期間、適応策に関係するプレイヤー（ステークホルダー）は、対策によって様々です。そのため、これらの情報も合わせて整理することが重要です。適応策リストのイメージを表 6 に示します。適宜参考にしてください。

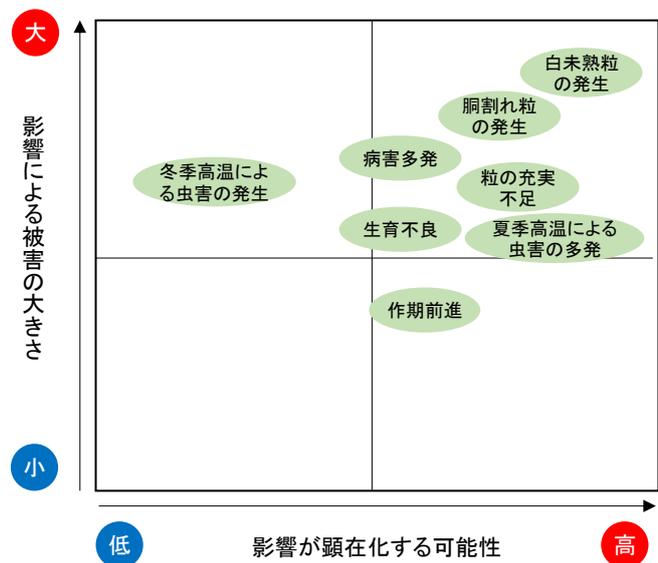


図 17 リスクベースの考え方のイメージ

※ 本図で示されている影響事例の「影響による被害の大きさ」、「影響が顕在化する可能性」は、あくまで整理イメージであり、各産地の実情と異なる場合もあることにご留意ください。

表 6 適応策リスト 整理イメージ (※1)

適応策	適応策の具体的な実施内容	導入によって見込まれる効果	導入に要するコスト	適応策に要する時間(※2)	関係するプレイヤー				課題
					JA	県普及指導員	県農業試験場	農業者(産地)	
栽培技術による対応	病害虫対策のための〇〇	〇〇病が概ね〇%軽減	薬剤は〇〇円/10aであるが、品質の向上が図られ、収量が〇%増加すると収益はプラスになる。→低	短	○	-	-	○	-
作期分散	移植時期を〇月上旬から〇月下旬に変更	昨年の平均気温であれば登熟期の高温回避が図られる可能性が大	作業の集中により労働力の不足し、人件費が〇円増加する可能性がある。または、作期分散のため品種転換を検討する必要がある。→中	短	○	○	-	○	-
高温耐性品種の利用	〇〇地区(〇ha)の作付けをコシヒカリからこしいぶきに転換	昨年の作柄であれば一等米比率が〇%→〇%に向上	こしいぶきはコシヒカリよりも刈り取りが早い。ため、農業者は作業時期を調整する必要がある。→中	中	○	○	○	○	-
栽培品目の変更、栽培地の移動	〇〇地区(〇ha)からより標高が高く冷涼な気候の△△地区(〇ha)に栽培地を移動	栽培中の高温を回避し、〇年頃と同等の収量・品質が確保できる可能性がある	活用できる事業を組み合わせている必要がある。→高	長	○	○	○	○	上記適応策が効果が上がらない場合には、検討が必要。

(※1) 本表の事例はあくまで整理イメージであり、各産地の実情と異なる場合もあることにご留意ください。

(※2) 短: すぐにも実行可能、中: 概ね2~4年、長: 概ね5年以上要する

主な情報源

✓ 水稲の適応策事例

九州沖縄農業研究センター「温暖化によるコメの品質低下の実態と対応について」²⁸では、高温障害に関する水稲の適応策を体系的に整理しています(図 18)。

また、農業温暖化ネット²⁶の「対策情報」や、農林水産省の「地球温暖化影響調査レポート」¹¹では、各産地で実施されている適応策が紹介されています。自身の産地より高温な地域で実施されている適応策は、将来的に活用できる可能性が考えられるため、適宜確認しましょう。

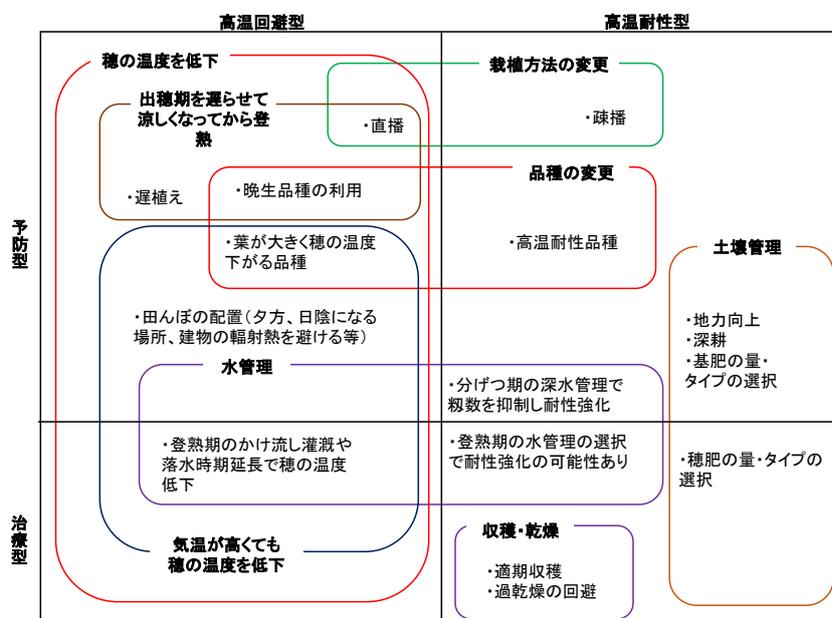


図 18 水稲の高温登熟障害の適応策例

出典: 九州沖縄農業研究センター²⁸より作成

STEP 5 適応策を選択し、適応策実行計画を策定する

概要

産地の目標とする姿を踏まえ、今後実施していく適応策を検討・選択し、適応策実行計画を策定します。

実施内容

(1) 産地の目標とする姿の設定

気候変動リスクを踏まえて、今後も適応策なしで産地が継続していけるのか、現在の栽培品種で生産を継続するため、収量重視でいくのか、また、品質重視でいくのか、他の作物の導入を進めた方がよいのか等、産地の目標とする姿を設定します。

(2) 今後実施する適応策の選択

STEP3 や STEP4 で整理した適応策に関する情報や (1) で設定した産地の目標とする姿をもとに、今後導入していく適応策を選択します。

気候変動への適応の考え方 (図 11 (p.8)) で示したように、気候変動への適応では、将来の気候変動影響の拡大を勘案し、計画的に適応策を導入していく必要があります。そのため、短期・中期・長期で時間軸を区分し、各期間において、どのような適応策を進めていくか検討することが重要です。

STEP3 で整理した現在実施している適応策は、短期・中期的に継続していくことが一般的だと考えられます。それらに加えて、短期・中期・長期の観点からどのような適応策を追加していくべきか、STEP4 で整理した適応策の効果やコスト、そして実装までの時間等も考慮し、選択していくことが重要です。

(3) 適応策実行計画の策定

STEP4 で整理した「導入によって見込まれる効果」や「導入に要するコスト」、「時間」等を考慮し、また、(2)で選択した適応策に関する情報をとりまとめ、適応策実行計画を策定します。必ずしも現時点では具体的な取組内容が明確になっていなくとも、将来のどのタイミングで、どのような適応策を導入する計画であるのか、明記することが重要です。(図 20)

茨城大学および茨城県地域気候変動適応センター²⁹では、水稻生産における適応策を実施の時間、コスト、効果、実施・関連主体の4つの観点から情報を整理し（表7）、水稻生産における適応戦略例として、短期・中期・長期的に実施していくべき適応策を整理しています（図19）。

表7 適応策の整理例

No	適応策頭	時間	コスト	効果	実施・関連主体				
					生産者	国・行政	研究者	JA等	企業
1	栽培管理の高度化・変更 (水・施肥管理の徹底・最適化など)	短	低	低～中	✓				
2	品種の変更(現存品種)	短～中	低	低～中	✓	(✓)		(✓)	
3	移植日の変更	短～中	低	低～中	✓	(✓)		(✓)	
4	スマート農業化 (衛星データや気象予報の利活用)	中	中	中	✓		✓		✓
5	気候および農業保険	中	中	中	✓	✓		✓	✓
6	新品種の開発および導入	長	高	高	✓	✓	✓	(✓)	✓

出典：茨城大学および茨城県地域気候変動適応センター（2020）²⁹

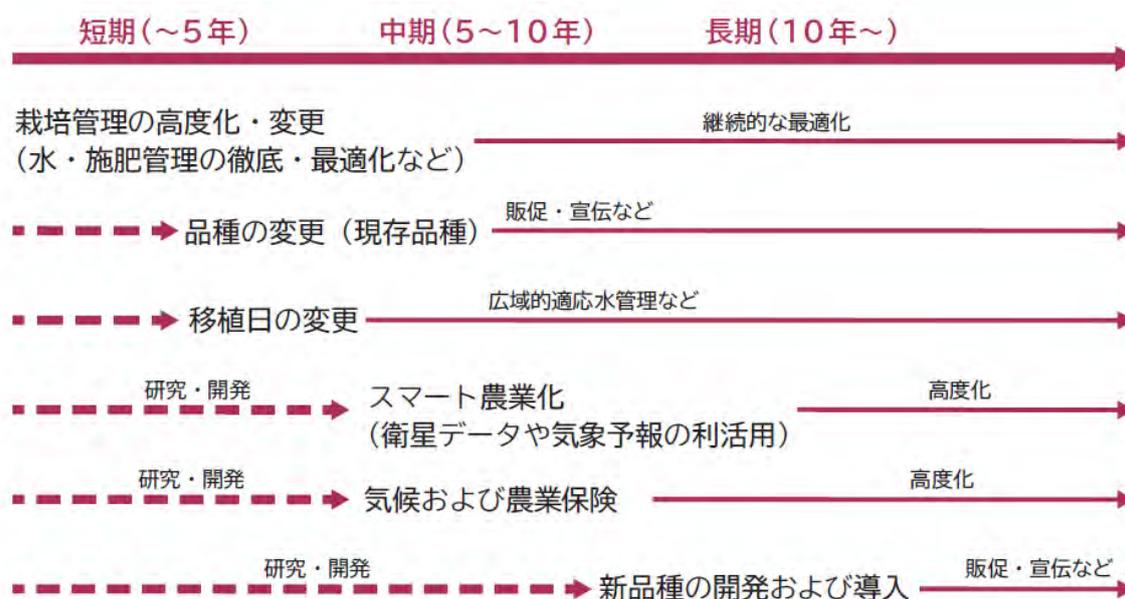


図19 茨城大学および茨城県地域気候変動適応センターによる適応戦略の作成例

出典：茨城大学および茨城県地域気候変動適応センター（2020）²⁹