

農業生産基盤分野における 気候変動適応にも活用可能な 技術の手引き

(案)

平成 31 年 3 月

農 林 水 産 省 農 村 振 興 局
農村政策部 鳥獣対策・農村環境課

はじめに

近年、気温の上昇、大雨の頻度の増加や、農作物の品質低下、動植物の分布域の変化、熱中症リスクの増加など、気候変動の影響が全国各地で発生していますが、こうした影響は、今後さらに長期にわたり拡大することが懸念されています。

こうした状況を踏まえ、平成 30 年 2 月に閣議決定された気候変動適応法において、我が国における気候変動適応策の法的な位置付けが明確化され、国、地方公共団体、事業者、国民が連携・協力して適応策を推進するための仕組みが整備されました。

気候に左右される要素が多い農業分野は、農作物の品質をはじめとした気候変動による影響が広く懸念され、気候変動に対する適応策の中でも農業分野に関するものが大きな比重を占めています。農業の基礎をなす農業生産基盤についても、水利・防災面を中心に、気候変動による様々な影響が拡大するものと予測されています。

一方で、整備された農業生産基盤の特性を活用することにより、気候変動による農業への影響を低減、回避できる場合も考えられます。

こうした視点から、本手引きでは、農業生産基盤分野において確立し活用されている技術等のうち、高温障害など気候変動の影響による農作物の品質低下への適応にも活用可能な手法を抽出し、既存文献や現地調査の結果に基づき、期待される効果や、活用に当たっての留意事項等について取りまとめたものです。

本手引きが、農業生産基盤整備に係る事業を担う方々、農業生産基盤の運用・維持管理を担う方々、実際に農業を営まれている方々にとって、気候変動の影響を低減、回避するうえで一助となれば幸いです。

平成 31 年 3 月

農林水産省 農村振興局
農村政策部 鳥獣対策・農村環境課

目次

第1章 農業生産基盤分野における気候変動の影響

1-1. 気候変動の概要	1
1-2. 農業生産分野における気候変動の影響	4
1-2-1. すでに現れている農業生産分野への影響	4
1-2-2. 農業生産基盤及び農作物への影響の将来予測	6
1-2-3. 気候変動が農業生産分野に与える影響	10

第2章 農業生産基盤分野において気候変動適応にも活用可能な技術等

2-1. 農業生産基盤分野における気候変動への対応と適応技術	13
2-2. 気候変動適応にも活用可能な技術とその考え方	14

第3章 農業生産基盤分野における適応技術の仕組み

3-1. ICT を用いたほ場配水／用水管理システムの活用	18
3-1-1. 技術等の本来の機能の概要	18
3-1-2. 気候変動に対する適応技術としての活用	20
3-1-3. 具体的な活用と効果	20
3-1-4. 適応条件、留意事項・課題	23
3-2. 地下かんがいシステムの活用	24
3-2-1. 技術等の本来の機能の概要	24
3-2-2. 気候変動に対する適応技術としての活用	25
3-2-3. 具体的な活用と効果	26
3-2-4. 適応条件、留意事項・課題	30
3-3. パイプライン等の活用	31
3-3-1. 技術等の本来の機能の概要	31
3-3-2. 気候変動に対する適応技術としての活用	33
3-3-3. 具体的な活用と効果	34
3-3-4. 適応条件、留意事項・課題	37
3-4. ダム貯水池等の選択取水設備の活用	38
3-4-1. 技術等の本来の機能の概要	38
3-4-2. 気候変動に対する適応技術としての活用	40
3-4-3. 具体的な活用と効果	40
3-4-4. 適応条件、留意事項・課題	42

<<要約>>

1. 農業生産基盤における気候変動の影響

気候変動に伴う気象・水文の変化と、農作物や農業生産基盤への影響としては、以下のものが挙げられます。これらの影響はすでに現れていますが、将来的に、さらに影響が拡大すると予測されています。

気象・水文の変化

- ①年平均気温の上昇
- ②降水形態の変化
(渇水の増加や長期化)
(大雨や短時間強雨の増加)
- ③平均海面水位の上昇



①農作物への影響

- ・高温による品質低下、収量減

②農業生産基盤への影響

- ・高温による水稲の品質低下等を回避するため、田植え時期や用水管理方法の変更等（水資源利用への影響）が必要となる可能性
- ・融雪の早期化や融雪流出量の減少による、農業用水需要期（4～5月）の取水への影響
- ・集中豪雨の発生頻度や降雨強度の増加による、農地の湛水被害等のリスク増加

2. 農業生産基盤において気候変動適応にも活用可能な技術等

農業生産基盤分野で既に利用されているか実用可能段階にある技術の中には、本来の用途とは異なる視点で、気候変動適応にも活用することが可能なものがあります。

本手引きでは、次の4つの技術を対象として、本来の用途とは異なる視点から、高温障害対策等の気候変動適応への活用可能性、留意点等について解説します。

- ①ICT^注を用いたほ場配水/用水管理システムの活用
- ②地下かんがいシステムの活用
- ③パイプライン等の活用
- ④ダム貯水池等の選択取水設備の活用

注) Information and Communication Technology (情報通信技術) の略

3. 農業生産基盤分野における気候変動適応にも活用可能な技術の仕組みと活用

対象とする4つの技術の概要（本来の用途、仕組み）、気候変動に対する適応技術としての活用方法、留意事項（適応条件、課題等）は、次表のとおりです。

適応技術	技術の概要 (本来の用途・仕組み)	気候変動適応技術としての活用		留意事項等
		対象事象	用途・仕組み	
① ICTを用いたほ場配水/用水管理システムの活用	生産者のきめ細かな水管理を支援し、用水のロスを軽減する配水/用水管理システム	・ 気温上昇、渇水の増加に伴う用水不足 ・ 気温上昇に伴う高温障害	- 水位自動監視制御による、水管理の効率化・配水管理の最適化 - 夜間や気温上昇時の自動給水管理	・ 水管理方法の設定 ・ システム管理技術の習得等
② 地下かんがいシステムの活用	暗渠排水管を利用して地中でかんがいすることにより、表土からの蒸発を抑制し、効率的に用水供給	・ 大雨に伴う農地湿潤化 ・ 気温上昇に伴う高温障害 ・ 気温上昇に伴う乾燥化 ・ 気温上昇、渇水の増加に伴う用水不足 ・ 海面水位上昇に伴う塩害	- 導入時の弾丸暗渠による排水性向上 - 弾丸暗渠による排水性向上で根圏生育促進 - ほ場水分維持による過乾燥による生育不良軽減 - ICTとの組み合わせできめ細かな水管理 - 地下かんがいにより、根圏の塩分を効率的に排除	・ ほ場の透水係数が適正な範囲にあることが必要 ・ 高温障害に対しては、パイプライン等で冷涼な用水が供給されると効果的
③ パイプライン等の活用	用水のロスを軽減する配水/用水システム	・ 気温上昇に伴う高温障害	送水過程の水温上昇を抑制し、冷涼水供給	・ 冷涼な用水を供給できる範囲等
④ ダム貯水池等の選択取水設備の活用	水温や濁度の鉛直分布に応じた、任意の水深の水を取水	・ 気温上昇に伴う高温障害 ・ 気温上昇に伴う貯水池の水質悪化	- 中層の冷涼水を取水 - アオコを多く含む表層水の用水取水を回避	・ ダムから直接取水していない場合は、効果減 ・ 下流河川に影響等

第 1 章

農業生産基盤分野における気候変動の影響

1-1. 気候変動の概要

気候変動に伴う気象・水文の変化として、以下の事象が挙げられます。

- ①年平均気温の上昇
- ②降水形態の変化(渇水の増加や長期化、大雨や短時間強雨の増加)
- ③平均海面水位の上昇

【解説】

私たちが日々の暮らしの中で排出している温室効果ガスにより、地球の平均気温が上昇していますが、今後も平均気温が上昇するにつれて、様々な気象・水文の変化が現れ、極端な気象現象が増えるものと考えられています。

具体的には、気候変動に伴い、以下①～⑥のような気象・水文の変化が生じると予測されています。

- ①年平均気温は、20 世紀末と比較して、全国で平均 1.1 ～ 4.4 ℃上昇、日最高気温の年平均値は、全国で平均 1.1 ～ 4.3℃上昇するなどの予測がある。また特に北日本で上昇幅が大きく、沖縄・奄美では比較的小さい。
- ②真夏日(日最高気温 30 ℃以上)の年間日数は、全国で平均 12.4～ 52.8 日増加するとの予測がある。真夏日の年間日数は、特に西日本及び沖縄・奄美での増加幅が大きい。
- ③年降水量については、増加と減少両方の予測があり、明瞭な変化傾向はない。季節や時期的、局地的な降雨の偏りにより極端現象(多雨、渇水)の発生が増加することが懸念されている。
- ④年最深積雪・降雪量は 20 世紀末と比較して減少し、特に東日本 日本海側で減少量が大きくなる。
- ⑤21 世紀末までに、世界の海岸線の約 70%で、世界平均の海面水位変化の±20 %以内の大きさの海面水位変化が起こると予測されている。なお、日本沿岸の海面水位は、明瞭な上昇傾向が見られず、海洋の十年規模の変動等、様々な要因で変動しているため、気候変動の影響については明らかではない。
- ⑥強い台風の発生数、台風の最大強度、最大強度時の降水強度は、現在と比較して増加する傾向があるとの予測がある。

(出典:「農林水産省気候変動適応計画」平成 30 年 11 月改定 農林水産省)

(参考1) 日本国内における気温及び降水量の経年変化

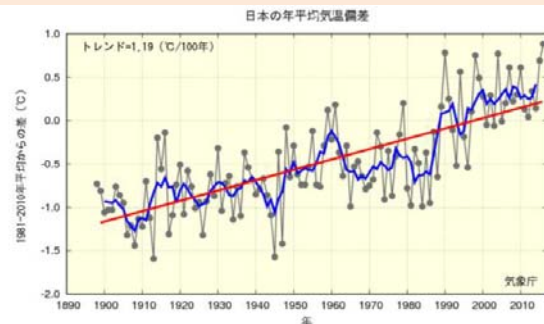


図 2.3.3 日本の年平均気温の経年変化
(1898～2016 年)

黒線は、国内 15 観測地点での年平均気温の基準値からの偏差を平均した値を示す。青線は偏差の 5 年移動平均を示し、赤線は期間にわたる変化傾向を示す。基準値は 1981～2010 年の平均値。出典：気象庁 (2017e) 図 2.1-3

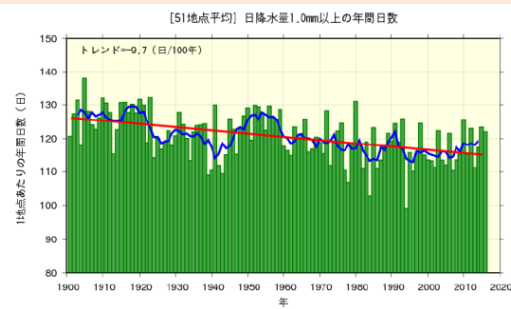


図 2.4.5 日降水量 1.0mm 以上の年間日数の経年変化

国内 51 地点の出現日数から求めた 1 地点あたりの年間日数 (1901～2016 年)。棒グラフは各年の値、青線は 5 年移動平均、赤線は期間にわたる変化傾向を示す。出典：気象庁 (2017e) 図 2.2-6

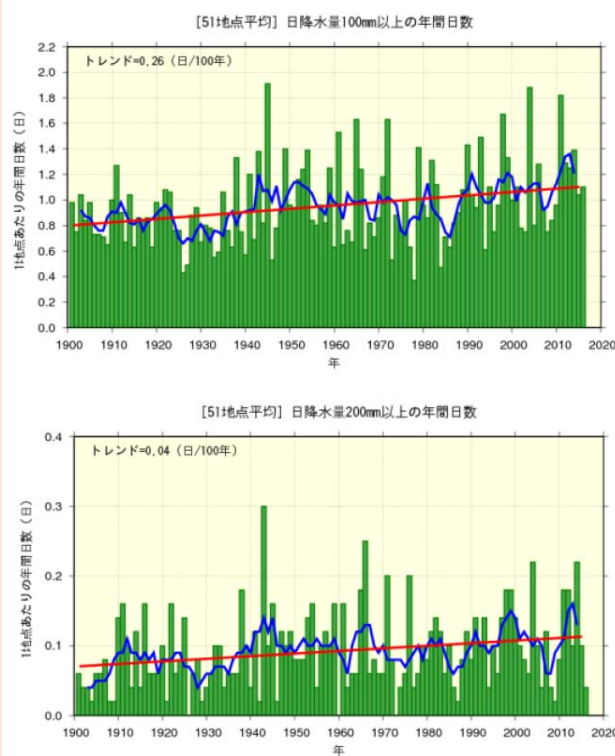


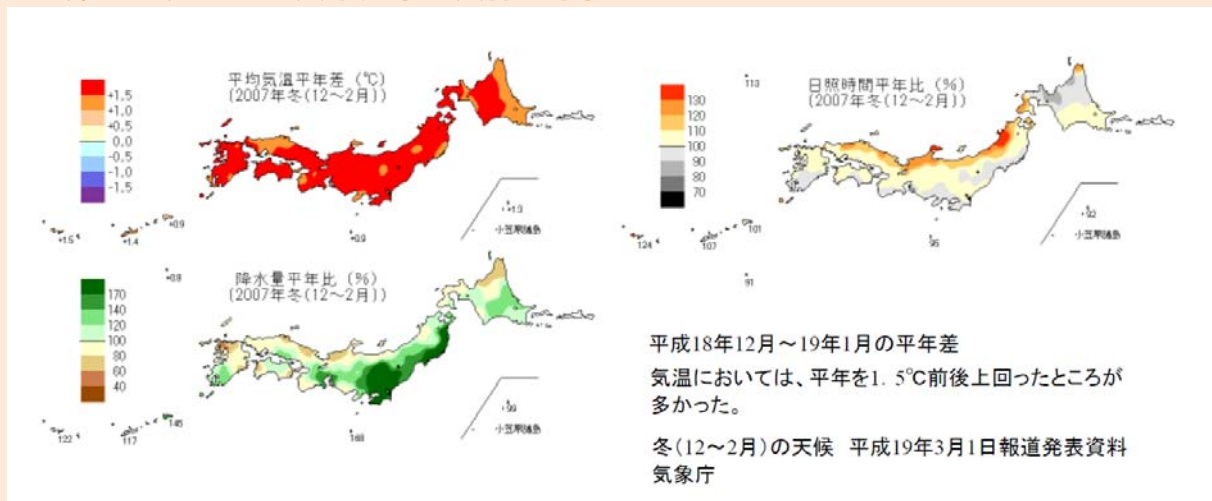
図 2.4.4 日降水量 100mm 以上 (上)、
200mm 以上 (下) の年間日数の経年変化

国内 51 地点の出現日数から求めた 1 地点あたりの年間日数 (1901～2016 年)。棒グラフは各年の値、青線は 5 年移動平均、赤線は期間にわたる変化傾向を示す。出典：気象庁 (2017e) 図 2.2-5

(出典：「気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート 2018
～日本の気候変動とその影響～」

2018 年 2 月 環境省 文部科学省 農林水産省 国土交通省 気象庁)

(参考2) 近年の異常気象の具体的事例



(出典:「農業農村整備における地球温暖化対応策のあり方」

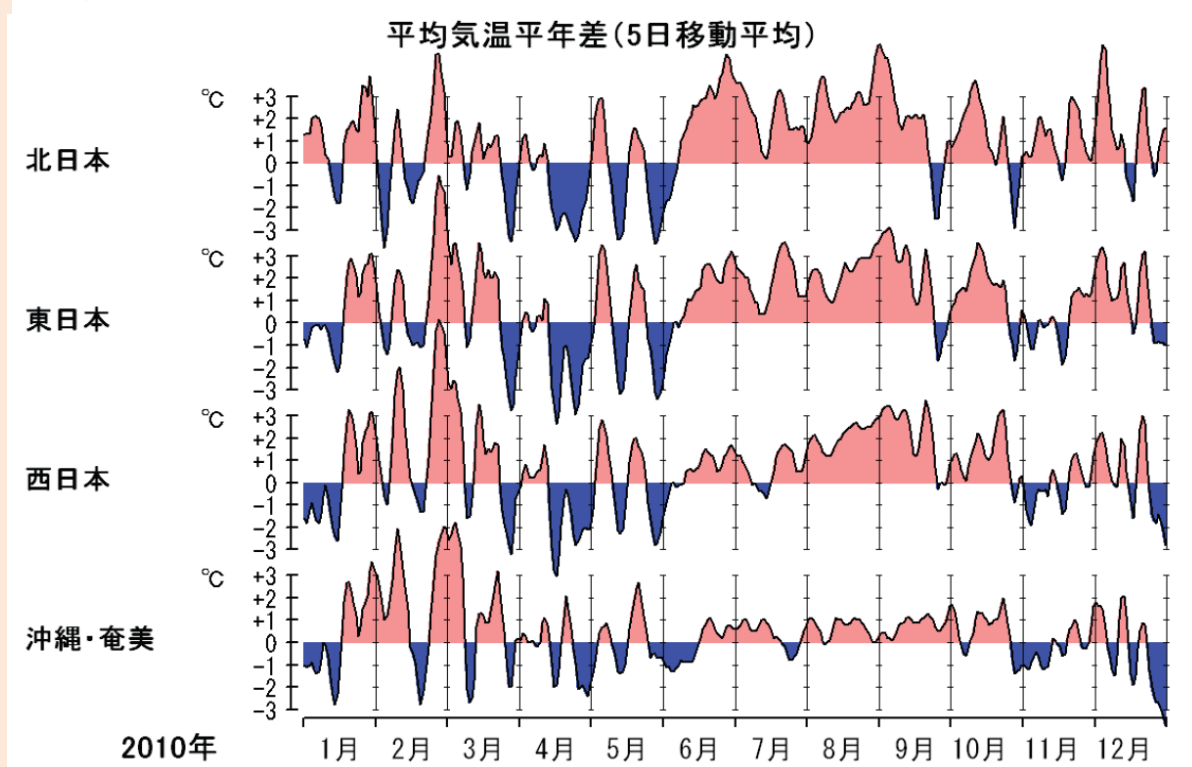
平成 20 年 1 月 30 日 農業農村整備における地球温暖化対応検討会)

夏(6～8月):

○夏の平均気温は、北日本から西日本にかけてかなり高かった

○夏の降水量は、北日本日本海側でかなり多かった

夏は北日本から西日本にかけて顕著に気温が高かった。長期間にわたる気温観測データが存在し、都市化による影響の少ない 17 地点の气象台などで平均した日本の夏の平均気温は、1898 年以降の 113 年間で第 1 位の高い記録となった。また、北日本と東日本では 1946 年以来第 1 位の高温となり、全国 154 地点のうち 55 地点で夏の平均気温の高い記録を更新した。特に、強い太平洋高気圧に覆われることが多かった 8 月の気温が高く、77 地点で月平均気温の高い記録を更新した。



(出典:「2010 年(平成 22 年)の日本の天候」平成 23 年 1 月 4 日 気象庁)

1-2. 農業生産分野における気候変動の影響

農業生産分野における気候変動の影響として、主に以下の事象が発生、または予測されています。

①農作物への影響

- ・ 高温による品質の低下や収量の減少
 （水稲：白未熟粒^{しろみじゅくりゅう}の発生、胴割粒^{どうわれりゅう}の発生、一等米比率の低下等）
 （果樹：果実品質の低下、隔年結果の増大、生理落果の助長等）
 （土地利用型作物：晩霜^{ばんそう}による凍霜害、多雨による湿害の発生等）
 （園芸作物：収穫期の変動、生育障害の発生頻度の増加等）

②農業生産基盤への影響

- ・ 高温による水稲の品質低下等を回避するため、田植え時期や用水管理方法の変更等が必要になる可能性（水資源の利用形態に影響）
- ・ 融雪の早期化や融雪流出量の減少による、農業用水の需要が大きい4月から5月の取水への影響
- ・ 集中豪雨の発生頻度や降雨強度の増加による、農地の湛水被害等リスクの増加

【解説】

1-2-1. すでに現れている農業生産分野への影響

平成19年(2007)年8月の記録的な高温や局地的な豪雨など、近年、わが国の各地において異常気象が頻繁に見られるようになっていきます。これらの異常気象は、農作物や、その生産基盤である農地、農業用水に、以下のような様々な影響を与えています。

- ① 水稲について、登熟期の高温の影響により、白未熟粒や胴割米などが増加し、品質が低下。
- ② 害虫(カメムシなど)の棲息場所となる畦畔・法面の雑草の過繁茂などによって、虫害(斑点米)が多数発生。
- ③ 大豆について、登熟期の高温少雨により、生育不良、着莢不良、青立ち株などが増加し、収量、品質が低下。
- ④ 茶・果樹について、気温上昇に伴う冬季の耐凍性獲得不全や春先の早期萌芽などにより、気温の低下に際し凍霜害が発生。
- ⑤ みかん、りんご、ぶどうなどの果実について、日焼け、浮き皮、着色不良などの障害が発生。

- ⑥ 集中豪雨の頻発により、農地での湛水被害、地すべりなどの農地斜面災害が増加。
- ⑦ 記録的な小雨やダム等の水源の枯渇により、かんがい用水の取水を制限する事態が発生。

(参考3) 高温による水稻、果樹、施設野菜の被害例



図 3.2.1 白未熟粒（上）、胴割粒（下）

出典：農林水産省（2016a）



図 3.2.6 ぶどう（ピオーネ）の着色不良（左上）、りんご（ふじ）の日焼け果（右上）
りんごの着色不良（左下）、
ももの水浸状果肉褐変症（右下）

出典：農林水産省（2016a）、農林水産省（2016b）、
農林水産省（2017）



図 3.2.5 裂果したトマト（左）、着色不良のトマト（中央）、炭そ病のいちご（右）

出典：農林水産省（2015b）、農林水産省（2016a）

- コメは、出穂後約 20 日間（登熟期間）の日平均気温が 26～27℃以上で白未熟粒（高温等の障害によりデンプンが十分に詰まらず白く濁ること）の発生割合が増加し、出穂後 10 日間の最高気温が 32℃以上で胴割粒（高温等により亀裂が生じること）の発生割合が増加する等、登熟期間の気温によって大きな影響を受けることが知られている。
- ぶどう、りんご、かき、うんしゅうみかんでは、夏季の高温・少雨が果樹生産に及ぼす影響として、強い日射と高温による日焼け果の発生、高温が続くことによる着色不良等が報告されている。
- 施設野菜でも、高温により、トマトの着果不良や裂果・着色不良、いちごの炭そ病（病原菌による病害）等の病害が生じている。

（出典：「気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート 2018
～日本の気候変動とその影響～」

2018 年 2 月 環境省 文部科学省 農林水産省 国土交通省 気象庁）

1-2-2. 農業生産基盤及び農作物への影響の将来予測

気候変動が進行した場合、農業生産基盤や農作物には以下のような影響があるものと将来予測されています。

(1) 農業生産基盤

極端現象(多雨・渇水)の増大や気温の上昇により、全国的に農業生産基盤への影響が及ぶことが予測されています。特に、融雪水を水資源として利用している地域では、融雪の早期化や融雪流出量の減少により、農業用水の需要が大きい4～5月の取水に大きな影響が生じることが予測されています。

また、集中豪雨の発生頻度や降雨強度の増加により、農地の湛水被害等のリスクが増加することが予測されています。

さらに、将来、北日本(東北、北陸地域)で代かき期に利用可能な水量が減少するものと予測されています。また、梅雨期や台風期に当たる6～10月では、全国的に洪水リスクが増加することが予測されています。

(2) 水稲

① 収量への影響

将来のコメ収量を予測した研究によると、2050年には平均気温の上昇(2℃)により、北海道、東北、北陸の米どころでは、収量が増加すると予測されていますが、このまま気温の上昇が続く場合、2061～2080年頃をピークに減少に転じることが予測されています。

② 品質への影響

登熟期間の気温が上昇することにより、高温耐性品種への作付転換が進まない場合、一等米の比率が全国的に低下することが予測されています。

特に、九州地方の一等米比率は、高温耐性品種への転換が進まない場合、今世紀半ばに30%、今世紀末に約40%低下することを示す報告があります。

大気二酸化炭素を高めた屋外水田のイネの栽培実験では、高温・高二酸化炭素濃度下では、コメの品質の重要な指標である整粒率(未熟米、割米等を除いた、整った米粒の割合)が低下するとの結果が示されています。

③ 病虫害への影響

害虫については、害虫・天敵相の構成が変化すると予想され、病害については、イネもんかればよう紋枯病やイネいもち病などの発病の増加が予測された事例があります。

(3) 果樹

うんしゅうみかんやりんごは、気候変動により栽培に有利な温度帯が年次を追うごとに北上するものと予測されています。この予測を踏まえれば、既存の主要産地が栽培適地ではなくなり、これらの品目の安定生産が困難となって需給バランスが崩れ、価格の高騰や適

正な価格での消費者への安定供給を確保できなくなることも懸念されます。

ただし、うんしゅうみかんについては、現在は栽培に不向きな地域である西南暖地（九州南部等の比較的温暖な地域）の内陸部、日本海及び南東北の沿岸部等で栽培が可能になることが予測されています。

りんごについては、生鮮果実の輸出額の約6割（平成 29 年）を占めており、気候変動の影響が輸出戦略面にも及ぶことが懸念されます。

ぶどう、もも、おうとう等については、既存の主要産地が栽培適地ではなくなる可能性のほか、高温による生育障害が発生することが想定されます。

(4) 土地利用型作物

小麦では、暖冬による茎立や出穂の早期化とその後の春先の低温や晩霜による凍霜害リスクの増加、高温のため登熟期間が短縮されることによる減収・品質低下等が予測されています。

大豆では、最適気温以上の範囲では、乾物重、子実重、収穫指数の減少が予測されています。

北海道では、2030 年代には、てん菜、大豆、小豆で増収の可能性もありますが、病害虫発生、品質低下も懸念され、小麦等では減収、品質低下が予測されています。

トウモロコシについては、関東地域を対象に予測した研究において、気温上昇により二期作に適した土地が将来広がることが示されています。

(5) 園芸作物

今後、野菜・花きについては、栽培時期の調整や品種選択を適正に行うことで、影響を回避できる可能性があるものの、さらなる気候変動が、野菜の計画的な生産・出荷を困難にする可能性があります。

（出典：「農林水産省気候変動適応計画」平成 30 年 11 月改定 農林水産省）

(参考4) 日本国内における農業水利用に対する気候変動の影響

地域の自然条件、農業水利用の多様性を考慮し、全国を対象に農業水利用に対する気候変動の影響を評価した研究によれば、代かき期の北日本(東北、北陸地域)で利用可能な水量の減少が予測されている。また、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ことが予測されている。



図 3.2.19 農業水利に対する全国影響評価マップ

気候シナリオには 5 つの GCM (地球気候システムの数値モデル) から出力された、11 通りのシナリオを用いている。図は、RCP4.5 シナリオの結果を示す。変化率＝将来の河川流量／現在の河川流量。対象期間は、現在気候が 1981～2000 年、将来気候が 2081～2100 年。10 年確率渇水流量は、稲の各生育期間における半旬 (5 日) 単位の移動平均流量を求め、その年最小値を 20 年間分抽出し、小さいほうから 2 番目の値を 10 年確率値としている。一方、洪水の指標は、梅雨期や台風期等に発生する豪雨に伴う洪水に絞るため、6～10 月の日流量から 10 年確率日流量を算出。出典：農業・食品産業技術総合研究機構ホームページ

(出典:「気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート 2018
～日本の気候変動とその影響～」

2018 年 2 月 環境省 文部科学省 農林水産省 国土交通省 気象庁)

(参考5) 地球温暖化が水稻に及ぼす影響予測事例

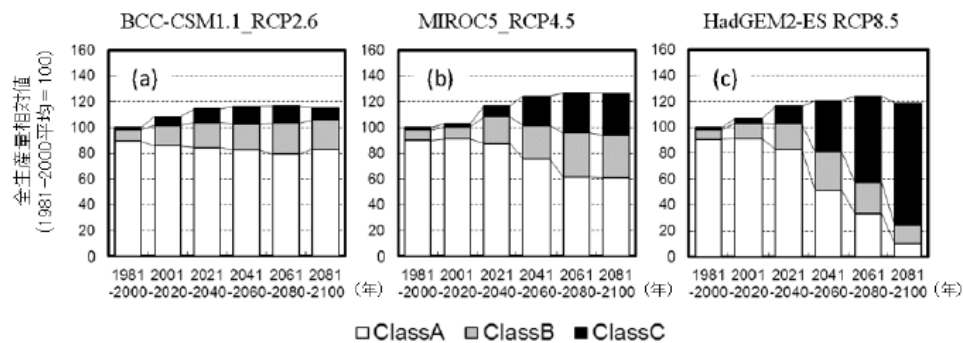


図 3.2.2 3つの気候シナリオによる全国平均コメ収量と登熟期の高温リスクにより区分された収量割合の変化予測

棒グラフは収量、ClassA-Cは品質に関して高温リスクを受けやすいコメの割合を表す。ClassA-Cは、出穂後20日間について、日平均気温が26℃を超過した値を積算した暑熱指数（積算気温、℃・日）により区分されたカテゴリーで、それぞれA（20℃・日以下）、B（同20～40℃・日）及びC（同40℃・日以上）である。ClassCになるほどリスクが高い。出典：Y. Ishigooka et al. (2017)

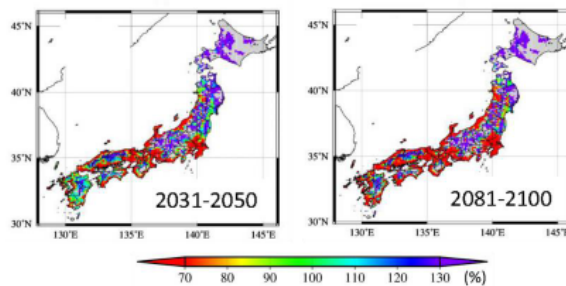


図 3.2.3 登熟期の高温リスクが小さいコメ (Class A) の収量の変化率分布 (適応策をとらない場合の20年平均)

全球気候モデル MIROC5 で比較的中庸な RCP4.5 シナリオを使用し、1981～2000年におけるコメ全収量の平均値を100とした場合の、当該期間におけるClassAのコメ収量の平均値の相対値。出典：Y. Ishigooka et al. (2017)

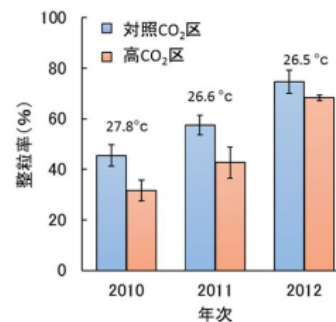


図 3.2.4 3か年のFACE実験におけるコシヒカリの整粒率

赤は高二酸化炭素区、青は対照区、図中の温度は出穂後20日間の平均気温を示す。整粒率は高温であった2010年の方が、比較的低温であった2011、2012年に比べて低いこと、いずれの年次も高二酸化炭素区で低い、対照二酸化炭素区との差は高温年より大きくなることがわかった。出典：Y. Usui et al. (2016) を改変（論文の概要は国立研究開発法人農業環境技術研究所(2016)の平成27年度研究成果情報で紹介）

- 【図 3.2.2】多数の気候モデルと温室効果ガス排出シナリオを用いて、コメ収量を予測した研究によれば、全国的に2061～2080年頃までは全体として増加傾向にあるものの、21世紀末まで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、特に温室効果ガス排出が多いRCP8.5シナリオで著しく増加することが予測されている。
- 【図 3.2.3】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、近未来期間(2031～2050年)及び21世紀末には、北日本や中部以西の中山間地等、その収量の増加する地域と、関東・北陸以西の平野部等、収量が減少する地域の偏りが大きくなる可能性が示されている。
- 【図 3.2.4】大気二酸化炭素濃度を高めた屋外水田でイネを栽培する実験(FACE 実験)では、コメの品質の重要な指標である整粒率(未熟米、割米等を除いた、整った米粒の割合)が、高温・高二酸化炭素濃度によって低下するとの結果が得られている。

(出典：「気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート2018
～日本の気候変動とその影響～」

2018年2月 環境省 文部科学省 農林水産省 国土交通省 気象庁)

1-2-3. 気候変動が農業生産分野に与える影響

平均気温の上昇、渇水頻度の増加や集中豪雨の頻発などの降水形態の変化、大型化する台風や海水温の上昇に伴う平均海面水位の上昇などの気候変動と、それに伴う農業生産分野に与える影響との関係を整理したものが図 1-2-1 です。

また、農業生産分野における個々の影響を表 1-2-1 に示します。

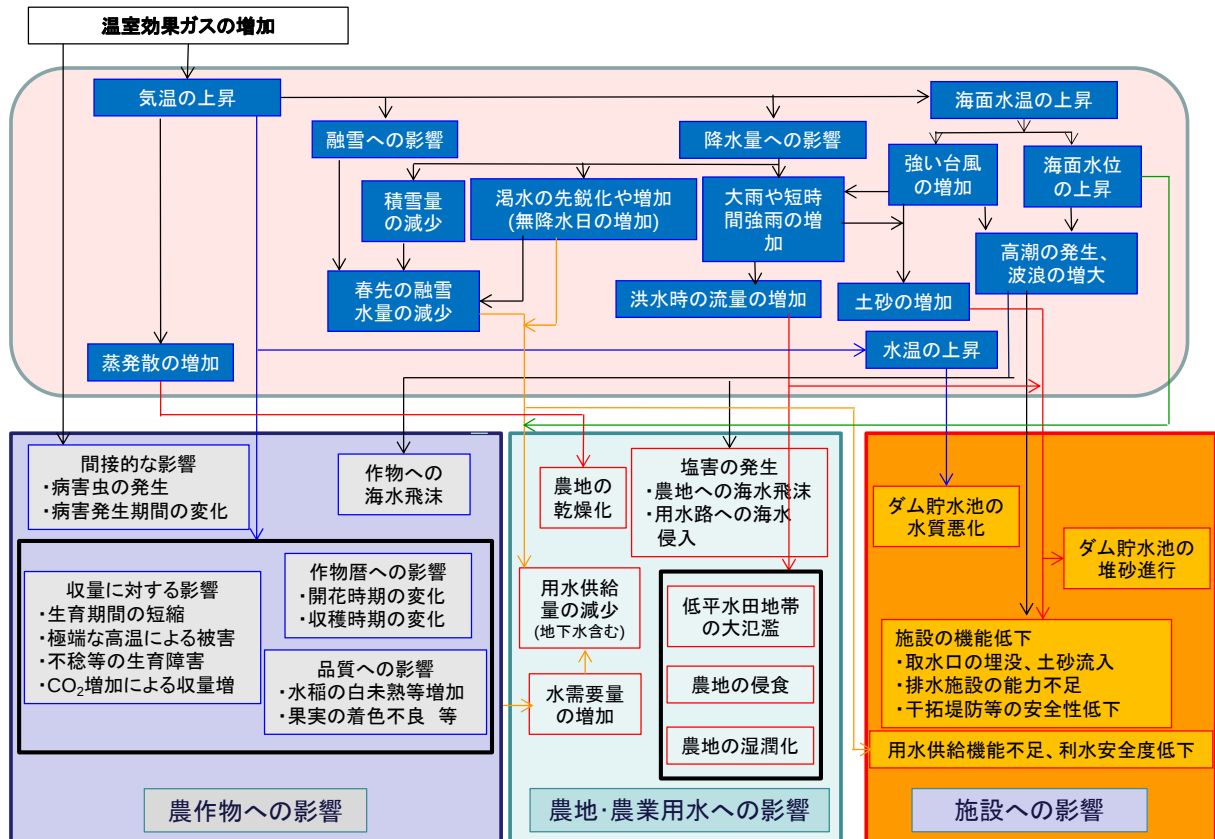


図 1-2-1 気候変動の農業への影響関連図

表 1-2-1 気候変動による農業生産基盤分野への影響

現象	対象	予測される主な影響
平均気温の上昇	作物	※農業生産基盤分野における技術等での適応が考えられるもの ・高温による作物への直接影響 * 水稻の白未熟粒、胴割れ粒等の発生、品質低下 * 大豆の落花、落莢、青立ち；トマトの収量、品質の低下；白ねぎの生育不良 ・過乾燥による大豆の生育不良 ・高温小雨による茶の生育不良
	農地・農業用水	・融雪時期が早期化し、春期における融雪流出の利用可能量が減少 ・水稻への影響（高温障害）を農家が回避する結果、水田かんがい必要水量が増大 * かんがい期の移動（品種変更、遅植えの増加等）、かんがい期間の長期化（直播栽培の増加） * 栽培管理用水量の増加（掛流しかんがいの増加等） ・畑作物・果樹への影響（乾燥等）を農家が回避する結果、畑かん必要水量が増大 * かんがいによる土壌水分補給、細霧冷房、散水氷結法等の導入 ・蒸発散量の増加に伴う農地の乾燥化
	農業水利施設	・貯水池（ダム、ため池等）の水温上昇による水質悪化
降雨形態の変化（極端現象の増加）	農地・農業用水	・冬期から春期の降水量の減少により、春先からのかんがい用水の不足 * 水源水量・河川流量が減少し、利用可能水量が減少 ・かんがい期の降水量の減少、用水の不足 * 有効雨量が減少し、必要水量が増加 ・無降水日数の増加により、地下水涵養量が減少し、地下水かんがい地域における用水の不足
	農業水利施設	・無降雨日数の増加、蒸発量の増加等による利用可能量の減少と、かんがい必要水量の増加に伴い、既存の農業水利施設の用水供給機能の不足 ・同一水系、近隣のダム群において、降雨形態の変化による流出形態・貯水効率への影響による、ダム利水安全度の低下（貯水しにくいダムの発生）
	大雨や短時間強雨の増加	・降水量の増大により、農地土壌が湿潤化 ・降雨強度の増加により、農地土壌の侵食量が増加 ・降水量の増大により、低平水田地帯が大氾濫 ・流域からの流出量の増加による、ダム（ため池含む）の洪水吐の能力不足 ・流域からの流出量の増加による、排水機場、排水路の排水能力の低下 ・河川流出の増加に伴う河床変動による、頭首工の安定性の低下 ・流域からの流出量の増加による、ダム湖（ため池含む）への土砂流出の増大
平均海面水位の上昇	農地・農業用水	・河口からの塩水遡上による、沿岸地域の取水施設における利用可能水量の減少 ・沿岸地域の地下水への塩水侵入や淡水レンズの縮小による地下水の取水可能量の減少 ・沿岸農地への塩類集積
	農業水利施設	・海面の上昇、台風による高潮発生による、干拓堤防等の海岸保全施設の機能と安全性の低下 ・海面の上昇、台風による高潮発生による、沿岸地域の排水機場、排水樋門の能力不足

第2章

農業生産基盤分野において 気候変動適応にも活用可能な技術等

2-1. 農業生産基盤分野における気候変動への対応と適応技術

農業生産基盤分野では、気候変動影響に対する様々な適応策が、既に取り組みられています。

これら適応策は、基盤整備本来の目的に沿った形で既往施設を有効活用しつつ、ハザードマップによるリスク評価等のソフト面の対策を組み合わせたものとなっています。

【解説】

農業生産基盤分野への気候変動影響に対し、農林水産省では将来予測される気温上昇、融雪流出量の減少、集中豪雨の増加等に対し、用水路のパイプライン化による用水量の節減、排水機場等の整備による湛水被害等の防止など、基盤整備本来の目的に沿った強化策に加え、ハザードマップ作成によるリスク評価等、ハード・ソフト対策を適切に組み合わせた取組が行われています（詳細は表 2-1-1 参照）。

なお、これに際し「既存施設の有効活用や地域コミュニティ機能の発揮等により効率的に対策を行う。」こととしています。気候変動の将来予測には不確実性を伴うことから、効率的で柔軟性のある対応が有効であるといえます。

表 2-1-1 気候変動による影響に対してすでに取り組みられている適応策

影響	適応策・取り組み	考え方
将来予測される気温の上昇、融雪流出量の減少等	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	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
	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	
集中豪雨の増加等	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	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
	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	

（出典：「農林水産省気候変動適応計画」平成30年11月改定 農林水産省）

2-2. 気候変動適応にも活用可能な技術とその考え方

本手引きは、農業農村整備事業の既往技術の中で、本来の目的が気候変動適応ではないものの、視点を変えることによって農作物の品質低下抑制等の気候変動適応に対する効果が期待できる4つの技術を対象に、活用方法などを解説しています（技術ごとの具体的な解説は第3章に記載）。

- ①ICT^注を用いたほ場配水／用水管理システムの活用
- ②地下かんがいシステムの活用
- ③パイプライン等の活用
- ④ダム貯水池等の選択取水設備の活用

【解説】

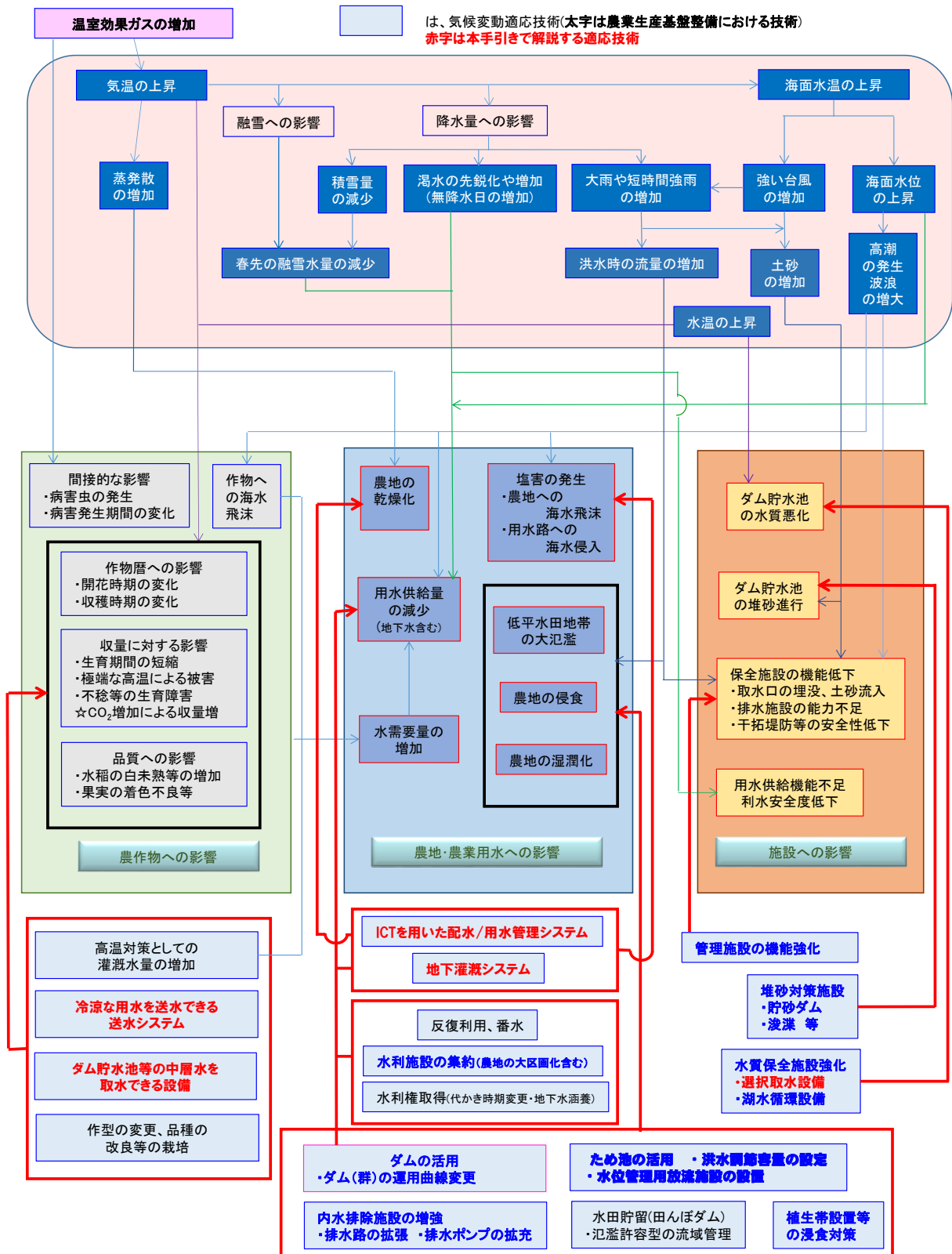
農業農村整備事業で用いられている技術の中には、気候変動適応を本来の目的とはしていないものの、視点を変えることで気候変動影響への対策効果が期待できるものがあります。本手引きでは、農業生産基盤分野ですでに利用されている、又は実用段階にあり、気候変動適応への活用が可能な4つの技術について、既往の論文・研究等の知見に基づき、具体的な活用方法、期待される効果、適用条件等を解説します（表 2-2-1 参照）。

図 2-2-1 には、気候変動が農業生産に与える影響への適応策として、すでに活用されている技術に加え、上記の技術論文等の知見より適応策として活用可能と考えられる技術を抽出・整理して示しました。

表 2-2-1 抽出した適応技術

適応技術	技術の概要（本来の用途）	対象とする気候変動
①ICTを用いたほ場配水／用水管理システムの活用	生産者のきめ細かな水管理を支援し、用水のロスを軽減する配水/用水管理システム	○平均気温の上昇 ○渇水の増加や長期化
②地下かんがいシステムの活用	暗渠排水管を利用して地中であかんがいにすることにより、表土からの蒸発を抑制し、効率的に用水供給	○大雨や短時間強雨の増加 ○平均気温の上昇 ○渇水の増加や長期化 ○海面水位の上昇(限定的)
③パイプライン等の活用	用水のロスを軽減する配水/用水システム	○平均気温の上昇
④ダム貯水池等の選択取水設備の活用	水温や濁度の鉛直分布に応じた、任意の水深の水を取水	○平均気温の上昇

注) Information and Communication Technology（情報通信技術）の略



※本来の目的が気候変動ではないものの、視点を変えることによって農作物の品質低下抑制等の気候変動適応に対する効果が期待できる技術を赤文字で示した。

図 2-2-1 気候変動の農業への影響と各種技術の活用の関係