

『地球温暖化による影響の評価』と
『地球温暖化適応策の研究開発』について

I これまでの対応

地球温暖化の影響評価

『地球温暖化の影響評価』の実施

◎地球温暖化が農林水産業に与える影響評価

- ・地球温暖化対策推進大綱(2002年)等を踏まえ、地球温暖化が農業、森林、漁業へ与える影響評価の研究を実施。
- ・水稲では2060年代に北海道以外で潜在的な収量の減少(8~15%)が予測される、果樹では栽培適地が徐々に北上し、2060年代には現在の主要な生産地の一部が適地から外れると予測される等の成果。

◎ブナの分布適域面積の縮小

- ・ブナの分布適域面積が縮小し、1°C上昇で76%、2°C上昇で31%、3°C上昇で6%、4°C上昇で0%となる等の成果。

◎地球温暖化による水産生物の分布域の変化予測

- ・水産資源について、2050年代にはサンマの成長が低下する一方で、産卵量が増加すると予測される等の成果。

今後の『地球温暖化の影響評価』研究の課題

○将来の適応策研究を的確に推進していくためには、IPCC第4次評価報告書を踏まえ、また、これまで得られた新たな知見を活用し、温暖化影響の内容・程度や進行状況等についてより精度の高い将来予測が必要。

地球温暖化の影響評価

(参考1)

* 2030年代に平均気温が1℃上昇、2060年代に3℃上昇(CO2濃度が250ppm上昇)、2090年代に4℃上昇すると仮定

水 稲

○**収量**：高温により生育期間が短縮し、北海道以外は潜在的な収量が減少する。一方、CO2濃度の上昇で光合成が促進され、2050年頃には15%の増収が予測されるが、高CO2濃度は高温不稔のリスクを高める可能性があり、予測の不確実性は大きい。

	2010	2030 1℃	2050	+250ppm 3℃ 2070	2090 4℃
潜在的な収量の変化			東北以南で減収(0-10%) 移植日の最適化で5-20%増収	東北以南で減収(8-15%) 北海道で13%増収	
CO2施肥効果			現在+200ppmで、15%程度増収		
高温不稔のリスク			現在+200ppmで、穂の温度が上昇し不稔発生リスクが高まる可能性		

畜 産

○**鶏肉生産量の低下**：夏季の産肉量低下が西日本から大きくなり、2060年には15%以上低下する地域が西日本を中心に1割出現し、東北でも影響が出始める。

	2010	2030 1℃	2050	+250ppm 3℃ 2070	2090 4℃
鶏肉生産		西日本で産肉量低下が増大	15%以上低下する地域が1割	東北で産肉量の低下	

リンゴ・ミカン

○**栽培適地の北上**：栽培適地が徐々に北上し、2060年代には現在の主産地の一部が適地から外れる。

	2010	2030 1℃	2050	+250ppm 3℃ 2070	2090 4℃
リンゴ (年平均気温7-13℃)				主産地の一部が適地から外れる 北海道が適地化する	
ミカン (年平均気温15-18℃)		日本海沿岸が適地化する	関東平野が適地化する	南東北が適地化する	主産地の一部が適地から外れる

森 林

○**ブナの分布適域面積の縮小**：気温が1℃上昇すると76%、2℃上昇で31%、3℃上昇で6%、4℃上昇で0%となる。

	2010	2030 1℃	2050	+250ppm 3℃ 2070	2090 4℃
ブナの分布適域面積		分布適域が76%の面積	分布適域が31%の面積	分布適域が6%の面積	分布適域が0%の面積

水 産

○**水産資源**：2050年代にはサンマの成長が低下する一方で、産卵量が増加すると予測。

地球温暖化の影響評価

(参考2)

○**今後の農業生産**：気候温暖化シナリオをもとに温暖化影響をシュミレーション(100年で4～5℃上昇)

- ・ **リンゴ**：栽培適地(年平均気温が7～13℃)は徐々に北上。2060年頃には北海道の平野部が栽培適地となり、現在の主産地（青森、長野等）の一部が適地から外れる。
- ・ **温州ミカン**：栽培適地(年平均気温が15～18℃)は徐々に北上し、2030年代に新潟平野、2040年代に関東平野、2060年代に南東北まで拡大。2060年代には現在の主産地（静岡、和歌山、南九州の沿岸部）のほとんどが18℃以上となりミカン栽培に適さなくなる。
- ・ **鶏肉**：夏季の産肉量低下が西日本から大きくなり、2060年には15%以上低下する地域が1割程度出現し、東北でも影響が現れる。

○**水稲**：

- ・ **気候登熱量示数を用いた潜在収量変動の予測**で、北海道では変動が大きいがほぼ現状以上の潜在収量（2060年代には13%増）。それ以外の地域では徐々に減少し2060年代には8～15%減少。
- ・ **水稲の生育・収量予測モデルによるコシヒカリ収量の予測**で、現在の移植日では東西南部以南の地域で50年後に10%以下の減収。移植日の最適化で50年後に5～20%の増収。（※今後適応策を講じない場合には2090年代に日本全体で10%の減収～7%の増収(北部で10%～23%の増収、中・南部で27.5%～63%の減収)との推計もあり。）
- ・ **コシヒカリの高温不稔**が、2030年代にすべての地域で5%以下であるが、2090年代には筑紫平野、佐賀平野、和歌山平野、濃尾平野の一部で5%を超える。
- ・ **開放系大気CO2増加 (FACE) 実験**の結果から、現在+200ppmのCO2濃度上昇による増収効果は15%程度と見積もられた。一方で、気孔が閉じ気味になるため穂の温度が上昇し、不稔のリスクが高まる可能性が示された。

○**森林**：

- ・ **ブナ**の分布適域面積が縮小し、1℃上昇で76%、2℃上昇で31%、3℃上昇で6%、4℃上昇で0%となる。
- ・ 生育不適な**スギ人工林**の面積(現在24,000ha(0.53%))が、2.2℃～3.2℃の気温上昇と150mmの降水量増加により43,000ha(0.96%)に増加。

○**水産**：

- ・ **サンマ**について、2050年代に餌料環境の悪化に伴い成長が低下することが予想される一方で、産卵量については南下回遊時期が遅れることにより混合域において増加すると予測。

○**世界の食料需給**：

- ・ 地球温暖化の進行や水資源の枯渇化、土壌劣化・砂漠化などの問題が顕在化しつつあり、中長期的に世界の食料需給が逼迫する可能性がある。
- ・ 全世界での穀物需給は、貿易のために温暖化の影響を大きく受けない。貿易量の少ないコメは、米国と南アジアでの生産量の減少により温暖化の影響を受ける。

地球温暖化の影響評価

(参考3)

	2010	1°C 2030	2050	+250ppm 3°C 2070	2090	4°C		
水 稻		<p>留意事項 ※複数のシナリオによる影響評価結果を、『2030年代に平均気温が1°C上昇、2060年代に3°C上昇(CO2濃度が250ppm上昇)、2090年代に4°C上昇する』と仮定したタイムテーブルに当てはめ取りまとめたもの。 ※このタイムテーブルはIPCC報告書の「化石エネルギー源を重視する高成長社会シナリオ(気温が最も上昇)」における気温上昇を踏まえたもの。</p>	CO2増加により 15%増収	東北以南で 0-10%減収 移植日の最適化で 5-20%増収 CO2増加で 不稔率増加	東北以南で 8-15%減収 北海道で13%増収			
大 豆	部の 地域で 高温障 害等が 発生		CO2増加により 28%増収	高温で 6-10%減収 CO2増加と高温で 収量は98-116%				
リンゴ				北海道が 適地化する	主産地の一部が 適地から外れる			
ミカン			日本海沿岸が 適地化する	関東の平野部が適 地化する	南東北沿岸部が 適地化する 主産地の一部が 適地から外れる			
畜 産				鶏肉生産量低下が 西日本で徐々に増大	1割以上で鶏肉生産 15%以上低下 鶏肉生産量が 東北でも低下	牧草の生産量が 1.5倍に増加 牧草夏枯れ地域が 1.5倍に増加		
森 林 (ブ ナ)			ブナの分布適域面 積: 100%	ブナの分布適域が 76%の面積	ブナの分布適域が 31%の面積	ブナの分布適域が 6%の面積	ブナの分布適域が 0%に	
水 産 (サンマ)					南下回遊時期の遅れ により産卵量増加 餌料環境の悪化に伴 い成長低下			

地球温暖化適応策の研究開発

『地球温暖化の影響』と認識されている事象の調査

◎農業に対する地球温暖化影響の現状に関する調査(2003年:果樹、2005年:果樹以外)

- ・IPCC第3次評価報告書(2001年)等を踏まえ、全国の農業関係公立試験研究機関を対象に、地球温暖化が農業生産へ及ぼしている影響の現状を調査。
- ・温暖化が原因と考えられる現象がひとつでもあるとした都道府県の割合は、「果樹」で全県、「野菜・花卉」で9割、「水稲」で7割以上、「麦類」、「大豆」、「畜産」で4割程度。

『地球温暖化の影響』に対する適応策の研究

◎温暖化の影響解明と制御技術の開発

- ・稲、麦、大豆、野菜、果樹などの作物別に、高温障害等による品質や生産性の低下、病虫害被害などに適応する品種の開発や栽培管理技術を開発。

今後の『地球温暖化適応策』研究の課題

- 短期的には、生産現場のニーズを踏まえ、高温障害や病虫害被害に『より適応した品種や栽培技術』の研究開発。
- 長期的には、地球温暖化影響評価を踏まえた計画的な研究開発の推進、さらには抜本的な適応策の検討。

『地球温暖化の影響』と認識されている事象と適応策の研究

(参考1)

地球温暖化の影響の現状調査

○ 温暖化が原因と考えられる現象がひとつでもあるとした都道府県の割合は、「果樹」で全県、「野菜・花卉」で9割、「水稲」で7割以上、「麦類、大豆、畜産」で4割程度(2003/2005年、全国の農業関係公立試験研究機関への調査結果)

- ・**水稲**(46道府県中): 移植から出穂までの期間短縮(30)、白未熟粒増加(関東以西22)、胴割粒発生増加(6)、高温不稔(1)、カメムシ類による斑点米多発(西日本中心14)
- ・**果樹**(47都道府県中): 発芽・開花期の早期化(20)、果実着色不良(リンゴ、ブドウ、カンキツ等31)、果実障害(日焼け果、カンキツの浮き皮等29)、寒害の減少(15)、施設栽培での低温不足による発芽・開花不良(6)、カメムシ類被害増加(9)、カンキツグリーンング病の北上(南西諸島)、燃料費減少(5)
- ・**野菜・花卉**(47都道府県中): 収穫期の変動(路地野菜16)、結玉不足等発育障害の増加(露地野菜8)、高温対策・栽培休止期間延長(施設23)、ハスモンヨトウ発生増加(11)、燃料費減少(施設16)
- ・**麦**(44道府県中): 登熟期間の短縮で減収・品質低下(3)、凍霜害(2)、赤カビ病(9)
- ・**大豆**(44道府県中): 高温不稔(1)、落花・落莢等干ばつ害(7)、青立ち/莢先熟(4)、害虫であるハスモンヨトウの発生増加(7)
- ・**畜産**(47都道府県中): 夏枯れ等飼料作物減収(本州中心6)、飼料用トウモロコシのワラビ萎縮症被害拡大(九州)、冬作牧草増収、飼料摂取量低下(牛3)、暑熱対策費増大(豚鶏2)、冬季の産肉・産卵率の増加(4)

『地球温暖化の影響と認識』されている事象に対する適応策

水稲

白未熟粒: 登熟期の高温(平均気温が27℃以上)によるでん粉の蓄積異常

【適応策】・高温でも外観品質が優れた水稲品種「にこまる」を育成
・移植時期の晩期化、籾数抑制、水管理技術

胴割米: 完熟した米粒内の急激な水分変化に起因し、登熟初期が高温であるほど発生が増加

【適応策】・適期の収穫、早期落水の防止

斑点米: カメムシ類による被害

【適応策】・新薬剤を含めた防除法の見直し、出穂前の畦草刈り

野菜

トマトの着果不良: 夏秋季の高温により発生

【適応策】・施設生産での暑熱対策技術

果樹

果実の着色不良: 夏季の高温により発生

【適応策】・リンゴ: 着色に優れた品種・系統の利用
・ブドウ: 環状はく皮による着色向上技術を開発

カンキツの浮き皮: 成熟期の高温による果樹障害

【適応策】・摘果法改善、植物生長調整剤による軽減技術を開発

ハウスナシの眠り症: 低温不足による発芽障害

【適応策】・過酸化水素水等による自発休眠打破法を開発

カンキツグリーンング病

【適応策】・迅速診断法を開発

『地球温暖化の影響』と認識されている事象に対する適応策 (参考2)

事象		適応策	
水稲	高温障害	白未熟粒	●高温耐性品種「にこまる(九沖農研)」を育成 ・「こしいぶき(新潟県)」、「てんたかく(富山県)」、「ゆめみずほ(石川県)」等の高温耐性早生品種を育成
		胴割粒	●移植時期の繰り下げ、適正な籾数の制御・誘導、栽培密度の調整、施肥管理の改善
		高温不稔	●フェロモントラップによる発生予察 ・新薬剤を含めた防除法の見直し
	病害虫	カメムシ類	●フェロモントラップによる発生予察 ・新薬剤を含めた防除法の見直し
リンゴ	着色期の高温	着色不良(果肉軟化、貯蔵性低下)	●「つがる」、「ふじ」などで着色優良系統の選抜と作出 ・反射マルチ等による受光状況の改善技術
ナシ	低温不足	施設ナシの眠り病	●過酸化水素水による自発休眠打破技術 ・施肥技術等による樹勢強化
	秋季の高温	凍害	・白塗剤の塗布 ・施肥管理
モモ	成熟期の高温	ミツ症・果肉褐変症	・早生品種への転換 ・適正着果や適正収穫の厳守 ・土壌、枝梢の管理
ブドウ	着色期の高温	着色不良	●ABA処理と環状はく皮処理技術 ・適正着果の徹底
カンキツ類	着色期の高温	着色不良および浮き果皮	・反射マルチ資材による受光状況の改善技術 ・房状着果等による大玉抑制 ・「石地」等の浮き皮が発生しにくい品種を育成 ●植物調節剤による浮き皮軽減技術
	夏季の高温	生理的落果	●GA処理による生理落果制御技術
	収穫の早晚	隔年結果	●着果法および枝梢管理による安定生産技術
	病害虫	カンキツグリーニング病	●LAMP法を用いた迅速診断法 ・ミカンキジラミの防除

事象		適応策	
野菜 花卉	気候変動	—	●適地・適品種選定のための意思決定支援システム
	施設野菜等の暑熱対策	—	●細霧冷房による昇温抑制技術 ●カボチャの耐暑性台木の選定 ●ナスの単為結果性品種「あのみりのり」の育成 ●トマトの生育調節物質を用いた高温着果不良軽減技術 ●紙マルチシートを用いた地温上昇抑制効果による高温下の品質向上技術
	病害虫	ハスモンヨトウ	●予察情報の提供 ●防虫ネット、性フェロモントラップ
茶	秋冬季の高温	新芽不揃い	・秋整枝技術の改善による再萌芽の抑制
麦類	冬季の高温	凍霜害	●「イワイノダイチ」や「西海185号」を育種
	病害	赤カビ病	●病害抵抗性品種「トワイズミ」等を育種 ・適期防除
大豆	夏秋季の高温	干ばつ害	●地下水水位調節システムを開発
畜産	夏季の高温	牧草の夏枯れ	●越夏性の高いオーチャード種などの寒地型牧草を育成
	病害虫	飼料用とうもろこしワラビー萎縮症	●抵抗性品種「30D44」の作付け ・2回目の播種時期の早期化技術
	家畜疾病	牛のアルボウイルス感染症	●迅速診断法 ・ワクチン開発

注) ●は農林水産省の研究独立行政法人の研究成果(一部に他の研究機関での同様の取組み事例あり)。

Ⅱ 今後の対応

総合的な影響評価の実施

◎将来の適応策研究を的確に実施していくための影響予測研究を実施

- 主要な農林水産物の収量、品質、病虫害被害等について、気温、CO2濃度、水資源量等の温暖化因子を総合的に考慮した温暖化影響予測モデルを構築し、想定される影響の内容・程度やタイムスケジュールなどについて総合的な評価を実施。
- 地域研究機関と連携した地球温暖化影響の定量的なモニタリングを実施。
- 過去の高温年の農業生産等への影響調査を実施。

適応策研究の実施

◎生産現場のニーズを踏まえた適応策研究を実施

- 生産現場のニーズを踏まえ、地球温暖化に適応した品種育成や、栽培管理技術の改善などの生産安定技術の開発を推進。
 - ・新たな影響評価の結果に基づいた品種育成や生産安定技術の研究計画を策定。

◎長期的な視点に立った基礎的な研究の開始

- 品質や収量の低下等の地球温暖化影響に係る生理的メカニズムと遺伝要因を解明を開始。
 - ・将来的には、その成果を踏まえた生産安定技術の開発やゲノム情報等を利用した品種を開発。
 - ・地球温暖化の影響、作物別需給見通し、適応技術導入コスト等を要素とする作物転換評価システムを開発。

注) ●については早急に取り組みを検討

地球温暖化適応策の今後の研究課題

(参考1)

○現在起きている地球温暖化影響への適応策研究

現在問題となっている品質や生産性の低下、病虫害被害など生産現場で生じている地球温暖化の影響を正確に把握し、高温条件下等での生産安定技術の開発や適応品種の育成に取り組む。

○中期的視点(2030年頃まで)に立った研究開発(計画的な適応策研究の推進)

2030年代まで10年当たり0.2℃程度の気温上昇が予想されているが、気温には年変動があり、10年以上先取りする高温年もあることを十分に考慮して、

- ①将来の適応策研究を的確に実施していくため、主要農林水産物の収量、品質、病虫害被害等について、温暖化因子(気温、CO₂濃度、水資源等)を総合的に考慮した地球温暖化影響予測モデルによる総合的な影響評価を行う。
- ②新たな影響評価の結果に基づき、計画的な品種の育成や生産安定技術の開発を推進する。
- ③品質や収量の低下等の地球温暖化影響に係る生理的メカニズムと遺伝要因の解明などの将来の品種改良や抜本的な適応策の見直しを見据えた基礎的な研究を進める。

○長期的視点(平均気温が3℃以上上昇する可能性等を想定)からの研究

IPCC等の地球温暖化影響の新たな知見を考慮した高度な影響評価やモニタリング結果、生理的メカニズム研究の結果等に基づき、

- ①ゲノム情報等を利用した高度に温暖化に適応する品種の開発や生産安定技術の抜本的な見直しを行う。
- ②地球温暖化の影響、作物別需給見通し、経営状況、地球温暖化適応技術の導入コスト等を要素とする作物転換評価システムを開発する。

地球温暖化適応策研究の工程表(大枠の考え方)

(参考2)

