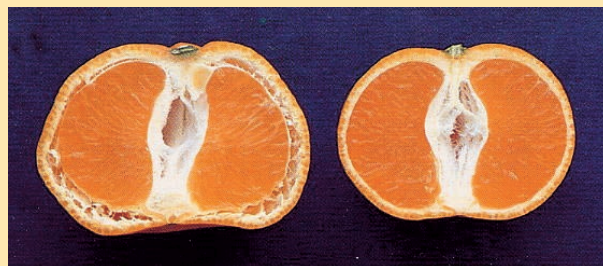


地球温暖化が農林水産業に与える影響と対策



「地球温暖化が農林水産業に与える影響と対策」ポイント

1 地球温暖化が農林水産業に及ぼす影響の将来予測

- ① 2060 年代に現在よりも全国平均で約 3℃気温が上昇するシナリオでは、
 - ・ 水稲収量は、北海道では増加し、東北以南では減少する。
 - ・ リンゴの栽培適地は、徐々に北上し、北海道はほぼ全域が適地になる一方、関東以南はほぼ範囲外となる。
 - ・ ウンシュウミカンの栽培適地は、現在の西南暖地沿岸域から南東北の沿岸部まで拡大する。
 - ・ 肉用鶏の産肉量は、西日本で大きく低下し、15%以上低下する地域もでる。
- ② ブナの生育適地は、2081～2100年に現在よりも平均気温が約 3℃高まるシナリオでは約 40%に減少し、約 5℃高まるシナリオでは約 10%に減少する。
- ③ サンマの漁場は、現在、北海道東部の根室沖であるが、100年後では水温上昇により日本近海ではほとんど無くなる。

2 地球温暖化への適応策

- ① 水稲：
 - ・ 登熟期間の高温による白未熟粒の発生は、遅植えや直播栽培により減少する。
 - ・ 高温でも白未熟粒が少なく、外観品質の良い水稲品種「にこまる」などを育成。
- ② 果樹：
 - ・ 高温によるブドウの着色不良は、環状はく皮により改善する。
 - ・ 成熟期の高温によるカンキツの浮き皮が発生しにくい品種「石地」「たまみ」などを育成。

3 地球温暖化の緩和策

- ① 水田で発生する温室効果ガスであるメタンは、中干し、それに引き続く間断灌漑により、米収量が変わらずに、大幅に減少する。
- ② 複層林を含めた森林管理などにより、炭素の蓄積が維持・増大する。

目 次

はじめに	1
1. 地球温暖化の現状と将来予測	1
(1) IPCC の第 4 次評価報告書	1
(2) 現在までに観測された世界と日本の気候変動	1
(3) 世界の気候変動についての将来予測	2
2. 地球温暖化が我が国の農林水産業に及ぼす影響	3
(1) 現在すでに農林水産業に現れている高温の影響	3
(2) 農林水産業に与える温暖化の影響予測	4
1) 農業への影響予測	5
①水稲：各地域の収量変動を予測	5
②果樹：栽培適地の変化を予測	6
③畜産：家畜と牧草の生産変化を予測	6
コラム① CO ₂ 濃度上昇は、農作物の収量を高める	7
2) 林業：ブナ林の分布適地の変化を予測	7
3) 水産業：日本近海のサンマ漁場の変化を予測	8
3. 地球温暖化に対する我が国の適応策	8
(1) 水稲：白未熟粒や胴割れ米などへの対策	9
(2) 果樹：果実の着色不良などへの対策	9
(3) 麦の凍霜害、大豆の干ばつ害への対策	10
(4) 野菜：ナスの結実不良対策とイチゴの効果的冷却技術	10
4. 地球温暖化に対する我が国の緩和策	11
コラム② 土壌中には、大量の炭素が固定されている	11
(1) 農業：水田や牛からの温室効果ガス発生抑制	12
(2) 林業：森林・木材としての炭素蓄積を高める	12
コラム③ 海洋の CO ₂ 吸収能力は高い	13
5. 今後の研究課題	13

はじめに

農林水産技術会議事務局では、農林水産分野の研究開発について広くご理解をいただくため、農林水産研究開発レポートを発行、配布しています。

今回は、近年、地球温暖化問題に大きな関心が集まっていることから、「地球温暖化が農林水産業に与える影響と対策」を発行します。

IPCC*の第4次評価報告書の公表やアメリカのゴア元副大統領の映画「不都合な真実」の上映、さらには今年の夏は猛暑であったことなどから、地球温暖化に関する社会的関心が高まっています。農林水産省における温暖化関連の研究は、これまで農林水産業分野からできるだけ温室効果ガスを排出させない（あるいは、できるだけ吸収させる）ための温暖化防止（緩和）策に重点をおいて取り組んできました。一方、今年公表されたIPCCの第4次評価報告書の中で、温暖化が加速的に進んでいる実態や、人間活動が原因であることがかなり断定的に述べられました。今後は、温暖化の進行がある程度避けられないとの認識のもとに、温暖化に対する「適応策」にも本格的に取り組む必要があります。このため、農林水産省でも、温暖化適応策、緩和策の両方を、戦略を立てて取り組んでいくことにしています。

そこで、本レポートでは、これまで行われた地球温暖化の影響評価（将来予測）、温暖化への適応策、および温暖化防止（緩和）策に関する主な研究成果をご紹介します。

※気候変動に関する政府間パネル。Inter-governmental Panel on Climate Changeの略語。
<http://www.ipcc.ch/>

1. 地球温暖化の現状と将来予測

(1) IPCCの第4次評価報告書

2007年、IPCCの第4次評価報告書が公表され、地球温暖化の現状と将来予測に関する最新の知見が明らかにされました。IPCCは、人為起源による気候変化、影響、適応及び緩和方策に関し、科学的、技術的、社会経済学的な見地から包括的な評価を行うことを目的とし、1988年に世界気象機関（WMO）と国連環境計画（UNEP）により設立された政府間パネル（委員会）です。これまでに第1次（1990年）、第2次（1995年）、

第3次（2001年）と評価報告書を公表してきており、2007年2、4、5月に、それぞれ第4次評価報告書の第1作業部会（自然科学的根拠）、第2作業部会（影響・適応・脆弱性）、第3作業部会（緩和策）の報告書が公表されました。そして11月には3つの作業部会の報告書をまとめた統合報告書が公表されました。

(2) 現在までに観測された世界と日本の気候変動

自然科学的根拠についてとりまとめた第1作業部会報告書では、まず地球温暖化の現状について、過去100年の間に、二酸化炭素濃度が工業化前（約280ppm）の約1.4倍（2005年に379ppm）に増え、地球の平均気温は0.74℃上昇した（図1、上）と述べています。さらに報告書は、20世紀後半の北半球の平均気温は、過去1300年間の内で最も高温であった可能性が高いこと、最近50年間の気温上昇傾向は、過去100年間のほぼ2倍であることを示しています。そして、「気候システムに温暖化が起きていることには疑いの余地がない」と述べ、人為起源の温室効果ガスの増加がその原因であるとほぼ断定しました。2001年の第3次評価報告書では、100年間で0.6℃の気温上昇を報告し、「人為起源の温室効果ガスの増加が温暖

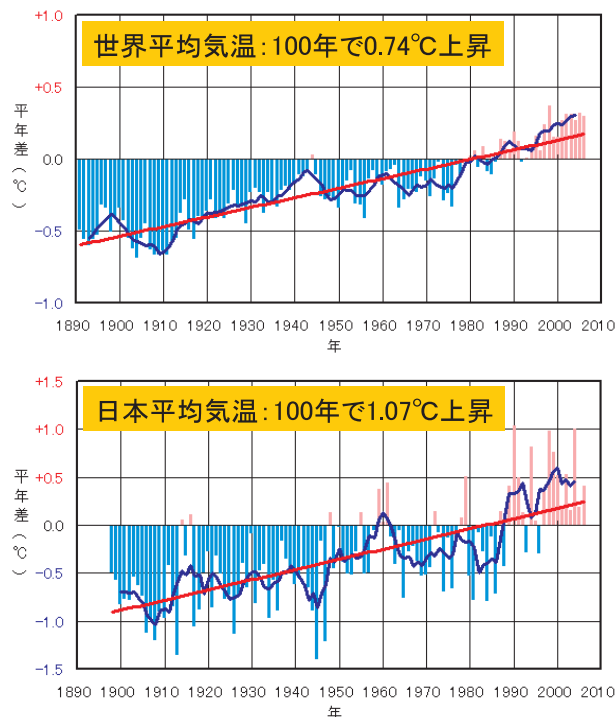


図1 世界と日本の過去から現在までの気温上昇

棒グラフ：各年の平均気温の平年値との差（平年値は1971～2000年の30年平均値）青線：平年差の5年移動平均、赤線：長期的な変化傾向

化の原因である「可能性がある」と表現したことと比べると、今回のほうがより断定的な表現になっていることが特徴です。

世界の温度上昇の程度は一様ではなく地域差があり、世界平均よりも温度の上がり方が大きい地域と小さい地域があります。気象庁が発表した日本の平均気温の上昇幅は過去 100 年間で 1.07℃であり、世界平均の 0.74℃よりも大きいことが示されています（図 1、下）。また、特に 1990 年代以降、高温となる年が頻出していることが明らかにされています。

排出シナリオ	平均	範囲
A1FI	4.0	2.4~6.4
A1T	2.4	1.4~3.8
A1B	2.8	1.7~4.4
A2	3.4	2.0~5.4
B1	1.8	1.1~2.9
B2	2.4	1.4~3.8

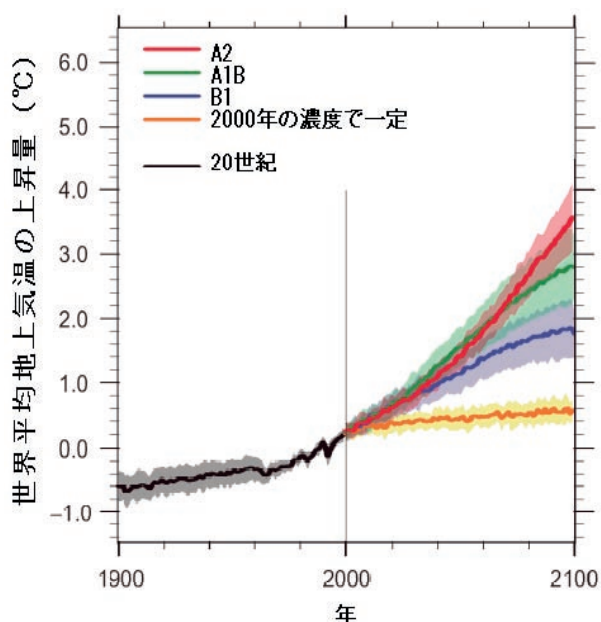


図 2 将来の気温上昇の予測

A1T、A1B、A1FI、A2、B1、B2 は、温室効果ガスの各種排出シナリオ（詳しくは図 3 を参照）。実線は、それぞれのシナリオにおける、複数のモデルによる予測値の平均で、陰影部は標準偏差の範囲。オレンジ色は、2000 年の温室効果ガス濃度を一定に保った場合。2030 年まではどのシナリオを用いても 10 年あたり 0.2℃の割合で気温は上昇すると予測されるが、その後はシナリオにより異なる。

(3) 世界の気候変動についての将来予測

将来の温度上昇の程度については、世界平均で、1980 年から 1990 年までに比べ、21 世紀末（2090 年から 2099 年）の平均気温上昇は 1.1℃～6.4℃と予測されています（図 2）。前回 2001 年の報告書では 1.4～5.8℃の幅でしたので、若干上方修正されたことになります。いずれにせよ私たちは、今後、過去 100 年間に経験した上昇幅よりもかなり大きな気温上昇を経験することになりそうです。

将来の予測値に大きな幅があるのは、予測に使う気候モデルの違いや、今後人類がどのような社会を築くかをあらわす社会シナリオ（温室効果ガス排出シナリオ：図 3）の違いによります。例えば、環境の保全と経済の発展を地球規模で両立する「持続的発展型社会シナリオ（B1）」では約 1.8℃（1.1℃～2.9℃）、化石エネルギーを重視する「高成長型社会シナリオ（A1）」では約 4.0℃（2.4℃～6.4℃）となっています。なお、2030 年までは社会シナリオによらず 10 年当たり 0.2℃の気温上昇が予測されています。

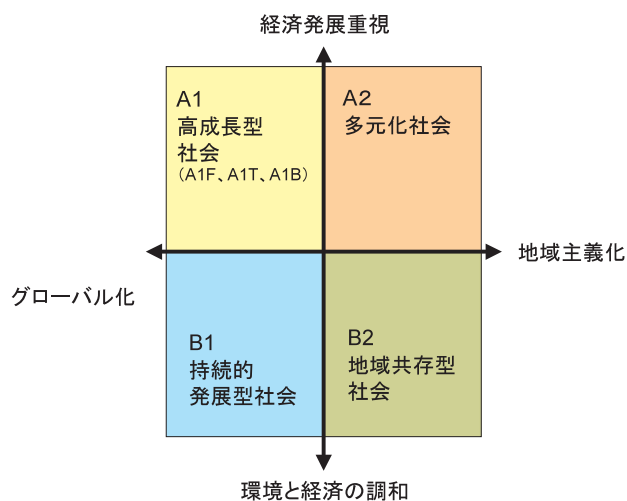


図 3 温室効果ガス排出シナリオの概念図

大きく 4 つの筋書きを想定しており、このうち A1 シナリオは、化石エネルギーへの依存度によってさらに、化石エネルギー重視（A1FI）、非化石エネルギー重視（A1T）、各エネルギー源のバランスを重視（A1B）の 3 つのグループに分かれる。

2. 地球温暖化が我が国の農林水産業に及ぼす影響

IPCC 第4次評価報告書の第2作業部会報告書(影響・適応・脆弱性)では、氷河や永久凍土の融解、動植物の春季現象の早期化や生息域の移動など、既に世界中の地域の自然と社会に影響が生じていることが明らかにされ、さらに今後、水資源、生態系、食料生産等に深刻な影響が生じると予想されています。

農業生産については、熱帯などの低緯度地域のほうが、高緯度地域よりも悪影響が出やすいと考えられています。今回の第4次報告書では、気温上昇が2~3℃までであれば、低緯度地域では穀物生産性が低下するが、中高緯度地域では生産性が向上すると予測されています。つまり、温暖化の被害は、日本のような国よりも先に、アジアやアフリカの低緯度地域に多く分布する途上国から始まるという見方が示されています。しかし、気温上昇が2~3℃を超えると、低緯度地域でも高緯度地域でも、穀物の生産性は低下傾向になると予測されており、ある程度以上の温暖化が進めば、全ての地域で、温暖化による好影響よりも悪影響のほうが大きくなると考えられています。

IPCCの報告書では、アジア、アフリカなど大まかな

地域ごとの予測が書かれていますが、例えば日本など、特定の国についての予測は述べられていません。

次は、日本国内の農業への影響についてみてみましょう。

(1) 現在すでに農林水産業に現れている高温の影響

農林水産省では、2007年2月に、高温障害等による農業生産への影響を把握するため、全国調査を実施しました。

その結果、水稲の高温障害、果実の着色不良、病害虫の多発等が確認されています。

例えば、水稲の白未熟粒は、玄米の全部又は一部が乳白化する現象で、登熟期(出穂・開花から収穫までの期間)の日平均気温が27℃を上回ると多く発生し、登熟期の平均気温が上昇傾向にある九州地方等で深刻化しています。同じ水稲の高温障害である胴割れ米(図4)は、完熟した米粒内の急激な水分変化により内部膨縮差が大きくなるため米粒に亀裂を生じる現象で、登熟初期の気温が高いほど発生しやすくなることがわかっています。

高温によるみかんの浮皮症(図5)は、成熟が進んでからの高温・多雨により、果皮と果肉が分離するもので、品質・貯蔵性の低下につながります。みかんでは、夏期の高温による水不足と強い日射による日焼け果の



図4 米の胴割れ

胴割れ米は精米時に碎けやすく、食味低下に関係。一見整粒にみえても(左)、光を当てると玄米内部に軽微な割れを生じている(右、矢印)。

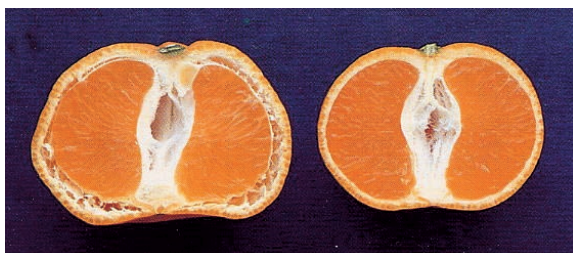


図5 高温、多雨によるみかんの「浮皮症」(左)果皮と果肉が分離するもので、品質、貯蔵性の低下につながる。



図6 高温、水不足によるみかんの「日焼け果」商品価値の低下

発生（図6）も増加しています。

また、ぶどうの着色障害（図7）は、高温によるアントシアニンの合成抑制により起こり、商品価値の低下につながります。

また、（独）農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）は、2003年に果樹、2005年に水稲、麦、大豆、野菜、花き、畜産について、47都道府県の農業関係公立試験研究機関を対象として、農業に対する地球温暖化の影響の現状に関するアンケート調査を実施しました。その結果、「果樹」では全県、「野菜・花き」で9割、「水稲」で7割以上、「麦・大豆」、「畜産（家畜、飼料作物）」については4割程度の都道府県で、何らかの形で地球温暖化が原因と考えられる影響が生じているとの回答が得られました。

このように、近年、高温の影響と考えられる現象が見られる頻度が高くなっているようです。ただし、このような現象が温暖化によるものなのか、あるいは短期間の単発的な高温の影響なのかを断定することは難しいといえます。例えば、過去100年間で約1℃の温度上昇といいますが、日本全国平均気温でも、去年と今年の差が1℃程度あることは珍しくありません。このような年々変動を自然の「ゆらぎ」といいます。つまり、自然のゆらぎが大きいため、自然のゆらぎと長期的に進行する温暖化の影響を分けることが難しいわけです。

現時点では、上記の調査により確認されている現象の多くは、直接的には短期的な気象変動（自然のゆらぎ）

による高温影響が原因であると考えられても、背景には長期的な気候変動（地球温暖化）が影響している可能性が高いと考えられています。

（2）農林水産業に与える温暖化の影響予測

将来の地球温暖化の進行が我が国の農林水産業に与える影響については、これまでの研究結果から、一部地域における水稲の潜在的収量の減少、果樹の栽培適地の移動、ブナの分布適域面積の縮小、水産資源の分布・生産量の変動などの知見が得られています。このまま地球温暖化が進行する場合には、我が国の農林水産業にも深刻な影響を及ぼすことが懸念されています。

これらの将来予測の結果を見るときに、注意すべき点があります。将来のことを予測する際には、必ず前提条件があるということです。それが理解されないと、いたずらに不安をあおる結果になったり、逆に安心して対策の手を緩めることになったりする恐れがあります。そこで、将来予測の研究が、どのような方法で行なわれているのか、簡単に紹介します。

地球温暖化の影響に関する将来予測の研究では、モデルを用いたシミュレーションが行なわれます。人工気象室などを使って高温や高CO₂濃度など将来の温暖化時を想定して環境条件を調節し、その条件下で作物の栽培や動物の飼育を行います。次に、例えば温度上昇に対する作物や家畜の反応に関するデータを取り、それらを数式化した「作物（あるいは家畜）生育モデル」を作ります。その作物生育モデルに、将来の気候条件を入力すると、将来の気候条件に応じて作物がど



図7 高温によるぶどうの着色障害
商品価値の低下

のように育つか、モデルが再現してくれます。将来の気候条件は、「気候モデル」と「温室効果ガス排出シナリオ」を用いて大型コンピュータにより計算されます。作物生育モデルにしても、気候モデルにしても、複雑な自然現象を単純化してモデルをつくりますので、モデルはあくまでモデルで、現実そのものではありません。当然ですが、予測結果には不確実性があることには気をつけるべきです。そのことを理解した上で、「今わかっていることから判断すると、将来はこんなことが起こりそうだ」、という情報を発信することが重要なのです。

では、以下に、代表的な研究事例をいくつか紹介します。

1) 農業への影響予測

① 水稲：各地域の収量変動を予測

地球温暖化がわが国の農作物へ与える影響を予測した研究では、やはり水稲に関するものが多くなっています。ひと言でまとめると、北海道など北の地域では増収、九州など南の地域では減収という予測がされています。これは、現在、その作物の生育にとって最適な気候条件よりも寒い地域では、温暖化は有利に働き、適温より暑い地域では、温暖化は不利に働くため、世界全体の温暖化影響予測でも、高緯度地帯では低緯度地帯よりも良い影響が予測されていることとも一致します。

気象条件と収量の関係から統計的に解析した潜在的な収量の変動予測では、2060年代に全国平均で約3℃

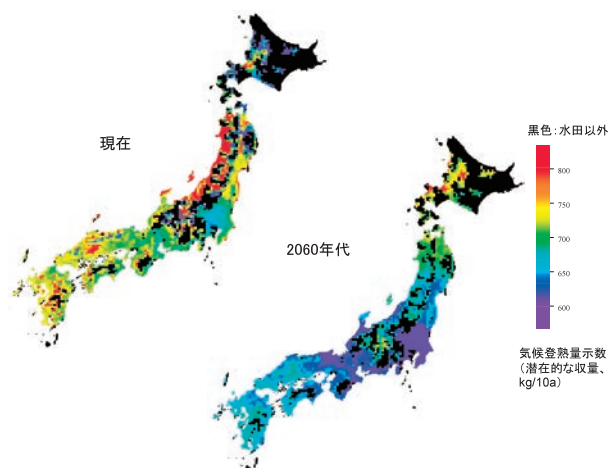


図8 地球温暖化が水稲の収量に及ぼす影響

気象条件と収量の関係から統計的に求めた潜在的な収量の変動予測では、2060年代に全国平均で約3℃気温が上昇した場合、北海道で13%増加、東北以南では8～15%減少となることが予測された。

気温が上昇した場合、潜在的な収量が北海道で13%増加、東北以南では8～15%減少する(図8)との予測結果になっています。この報告では、潜在的な収量を示す指標として、気温と日射量のみで求めることのできる「気候登熟量示数」を用いて、将来の潜在的な収量を推定しています。将来の気温の予測値については、現在の大気CO₂濃度(約350ppm)が、毎年1%ずつ上昇することを前提として、代表的な4種類の全球気候モデルを用いて算出された将来の気候データの平均から算出しました。最大の収量を得られるように移植日を最適化していますが、高温不稔による減収や、土壌条件や病虫害の発生の影響は考慮していません。

また、統計的な手法ではなく、水稲の生育のプロセスを表す水稲生育モデルによるコシヒカリ収量の予測では、現在の移植日では東南北部以南の地域で50年後に最大10%程度の減収が予測されています。ただし、この研究では、移植日を最適な日にずらすだけで減収は回避され、むしろ50年後には5～20%の増収になると予測されています。

別の研究では、水稲の開花期に非常な高温にさらされると受精がうまくいかずイネが実らなくなる高温不稔という現象に関して、コシヒカリでは2030年代にはすべての地域で5%以下と予測されるものが、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%を超えると予測されています。

ここまでは、高温の影響に関することですが、温暖化時には、大気中のCO₂濃度が上昇していますので、



図9 将来のCO₂増加の影響を研究する岩手県雫石町のイネFACE実験

正八角形状(差し渡し12m)に設置されたチューブから、風向きに応じてCO₂を放出し、正八角形内のCO₂濃度を外気よりも約200ppm高める装置。

その影響についても考慮する必要があります。例えば、実際の水田で、CO₂ ガスを常に人工的に噴出させ、植物周辺の CO₂ 濃度を高く保つことで、将来の CO₂ 増加の影響を確認できる開放系大気 CO₂ 増加 (Free Air CO₂ Enrichment: FACE) 実験 (図 9) の結果から、CO₂ 濃度が現在から 200ppm 上昇した場合の増収効果は 15% 程度と見積もられています。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も示されており、これらの影響を精度良く予測するためには、さらに詳細な研究が必要となります。

②果樹：栽培適地の変化を予測

水稻に次いで研究例が多いのは、果樹についてです。果樹は、一度植えると簡単には動かせず、同じ樹で数十年間は生産を続けなければ経営的に不利になりますし、他の作物のように播種期をずらすというような適応もできないので、温暖化への準備が特に必要です。

年平均気温の予想データから栽培適地を判定すると、リンゴ及びウンシュウミカンの栽培適地は徐々に北上していきます。リンゴ栽培の適地温度域は 7～13℃であり、現在の栽培地は道北、道東および西南暖地の平野部を除く広い地域に分布しています。2060 年代に現在よりも約 3℃気温が上昇した場合、北海道はほぼ全域が適地になる一方、関東以南はほぼ範囲外となることが予測されています (図 10)。

同様に、ウンシュウミカン栽培の適地温度域は 15～18℃であり、現在の栽培地は西南暖地の沿岸域ですが、2060 年代には、南東北の沿岸部まで適地になることが予測されています。

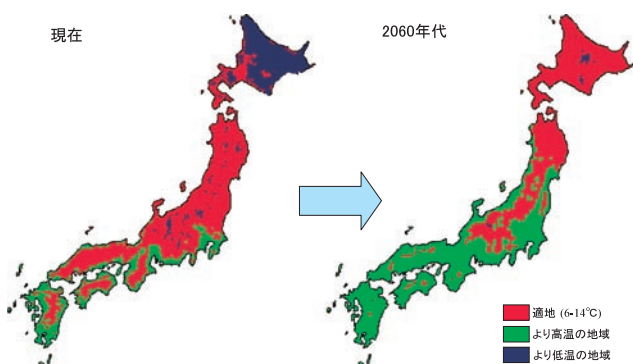


図 10 地球温暖化がリンゴの栽培適地に及ぼす影響

リンゴの現在の栽培地は道北、道東および西南暖地の平野部を除く広い地域に広がっているが、栽培適地は徐々に北上し、2060 年代には北海道はほぼ全域が適地になる一方、関東以南はほぼ範囲外となることが予測された。

以上の研究で、将来の気候の予測値については、前述した水稻の予測研究と同じ方法で算出したものを用いました。これらの予測は、年平均気温だけを考慮して栽培適地の移動を予測した、かなり大胆な前提条件によるものですので、必ずしもこのとおりになるわけではありません。しかし、その前提条件による不確実性を理解したうえで、このような可能性があることを示した研究例といえるでしょう。

③畜産：家畜と牧草の生産変化を予測

高温の影響は植物だけでなく、家畜や家禽にも現れる可能性があり、牛、豚、肉用鶏の生産性への影響を予測した研究があります。例えば、鶏肉では、夏期的高温による産肉量の低下が西日本で特に大きくなり、2060 年代には、8月に産肉量が 15%以上低下する地域が約 1 割出現するとの研究結果があります。図 11 は、気温と産肉量の関係を、温度環境を制御した実験室で肉用鶏を飼育し、夏期 (8月) における現在及び将来の気温から計算される産肉量の低下率を日本地図上に図示したものです。将来の気候の予測値については、前述した水稻の予測研究と同じ方法で算出したものを用いました。

一方、牧草の生産量については、100 年後に年平均気温が約 4℃上昇する場合、寒地型牧草の適地が縮小、暖地型牧草の適地が拡大し、日本全体の牧草の生産量は約 1.5 倍に増加するとの報告があります。しかし、暖地型牧草の栄養価は低く、その他の飼料作物においても品質が低下することから、品質や栄養価を加味した研究が必要となります。

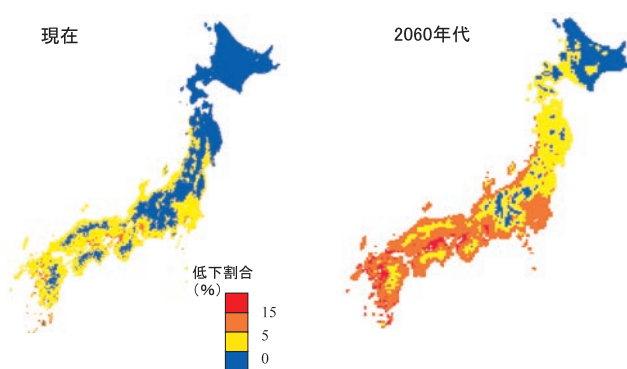


図 11 地球温暖化が鶏肉の生産量に及ぼす影響

23℃を基準として 27.2℃で 5%、30.0℃で 15%低下すると仮定したときの、現在及び 2060 年代の 8月の産肉量の低下割合。

夏期的高温による産肉量の低下が西日本で特に大きくなり、2060 年代には、8月に産肉量が 15%以上低下する地域が約 1 割出現すると予測された。

コラム①

CO₂ 濃度上昇は、農作物の収量を高める

温暖化により、将来、悪いことばかりが起こるわけではありません。プラスの影響を及ぼすと考えられる事象もあります。代表的な例が植物の光合成で、二酸化炭素濃度が高くなると光合成にとって有利になることがわかっています。肥料のように、生育や収量を増大させる効果があることから、この効果を、「CO₂ 施肥効果」と呼びます。CO₂ 施肥効果を測るには、人工気象室などで CO₂ の濃度を増加させた状態で作物を育てて、通常の CO₂ 濃度の場合と比較します。また、すでにご紹介したように野外で CO₂ 濃度を増加させる FACE 実験（図 9）もあります。圃場条件で現在より 200ppm 程度の CO₂ 濃度上昇の場合のデータをまとめると、コムギ、ダイズなどでほぼ 15%程度の増収効果があるという結果が得られています（図 12）。

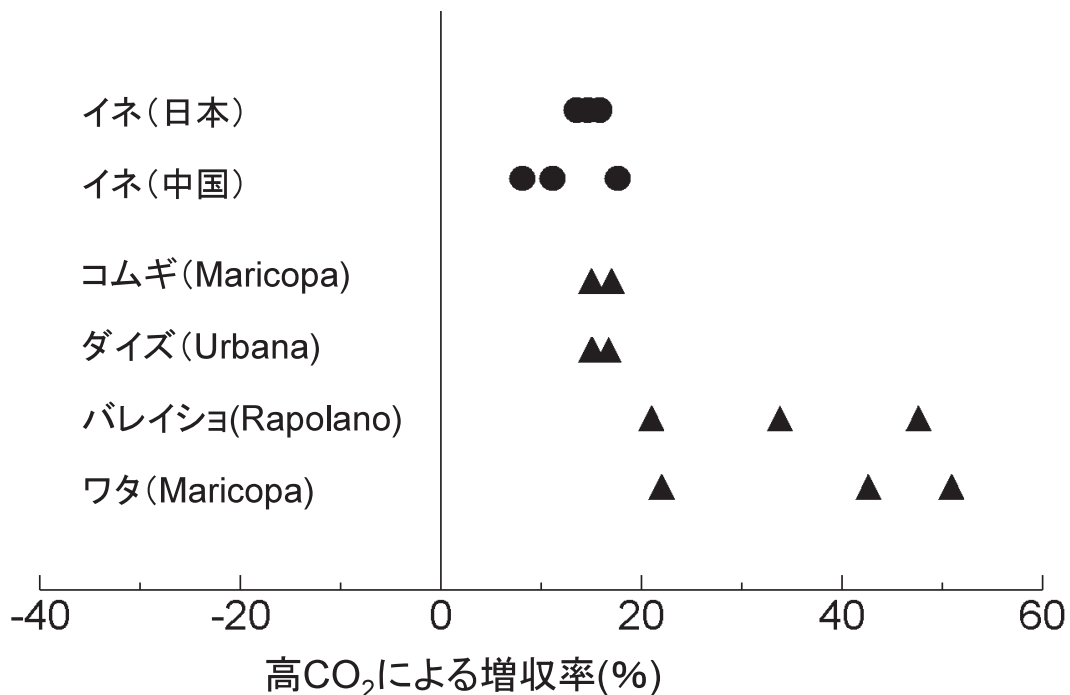


図 12 外気 CO₂ 濃度を約 200ppm 高めた時の作物の増収率比較
Hasegawa et al. (2005) の総説に Morgan et al. (2005) によるダイズのデータを加えた。

2) 林業：ブナ林の分布適地の変化を予測

森林についても将来予測の研究例があります。図 13 は、現在のブナ林の分布状況と気候や地形、土壌などの条件の関係から、ブナ林の分布に適した条件を求め、将来の気候条件化ではそれがどう変化するかを予測したものです。2081～2100 年において、現在よりも平均気温が 4.9℃上昇する気候変化シナリオでは、全国におけるブナ林の分布適地の面積は 9%に減少し（図 13C）、現在よりも平均気温が 2.9℃上昇する気候変化

シナリオでは 37%に減少するとの予測がされています（図 13D）。また、高温と乾燥により衰退が心配されているスギについて、現在と将来の気候要因とスギ林の分布地域を解析し、将来はスギの生育不適地が増加するとの予測例もあります。

森林分野では上記のような特定樹種の将来予測に加え、国全体としての森林吸収源の見積もりに役立つようなモニタリングやモデル化などの研究が多く行なわれてきました。

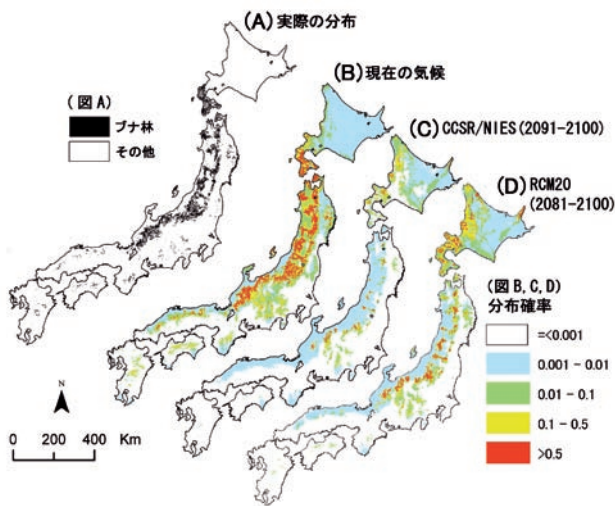


図13 地球温暖化がブナ林の分布適域に及ぼす影響

(C) 東大気候システム研究センターと国立環境研究所の共同による気候モデルを使用したシナリオ (D) 気象庁気象研究所による地域気候モデルを使用したシナリオ

全国におけるブナ林の分布適域の面積は、21世紀末までに約5℃の気温上昇では現在の9%に減少すると予測された。

3) 水産業：日本近海のサンマ漁場の変化を予測

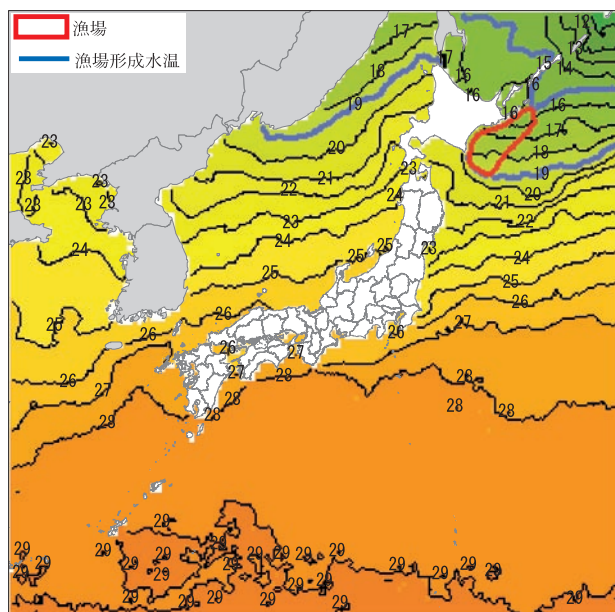
海水温が上昇すると、水産生物の生息域に大きな影響があると予想されています。サンマについて、生息適温から予想される9月の漁場の変化が予測されています(図14)。現状では北海道東部の根室半島沖に漁場(赤で囲まれた領域)が形成されますが、100年後

を示す長期では、日本近海ではサンマ漁場がほとんど形成されないとの予測結果が出ています。類似の手法で将来の漁場の変化を予測した研究例は多くの品目についてありますが、実際には水温が変化すると海流・餌環境等の変化に伴い海洋生態系も大きく変化すると考えられるため、漁場および漁期の変化を正確に予測することは困難です。これらの研究は、ある仮定において予測した結果であることに注意した上で予測結果を活用することが大切です。

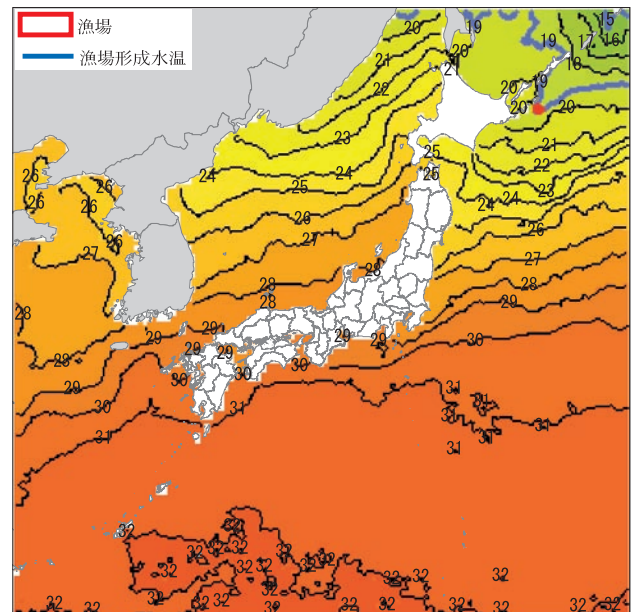
ここまで、地球温暖化が農林水産業に及ぼす将来予測結果をみてきました。なぜ、50年後、100年後の予測をするのでしょうか？ ひとつは、温暖化が進行した状態を調べることで、気候の自然変動、つまり「ゆらぎ」と温暖化による長期的な変化を区別できるからです。100年後の予測を見ても、遠すぎてイメージがわからないかもしれませんが、例えば現在と50年後の予測結果を見て、その間に位置するもう少し近い将来のことを知る手がかりにはなります。

3. 地球温暖化に対する我が国の適応策

これまで、温暖化による影響について、現在すでにみられる現象から、将来予測されることまで紹介してきましたが、このような農作物への影響に対する「適



現状



100年

図14 地球温暖化がサンマの漁場の変化に及ぼす影響

水温の上昇により、100年後にはサンマの漁場が大きく減少すると予測された。

応策」は、大きく分けて、品種の開発と栽培技術の開発に分けられます。林業や水産業に関しては、温暖化の影響予測やメカニズムの解明に重点が置かれているので、ここでは、林業、水産業を除いた農業における適応策について品目別に述べます。

(1) 水稻：白未熟粒や胴割れ米などへの対策

登熟期間の高温（平均気温が27℃以上）による白未熟粒の発生は、玄米品質を低下させることから大きな問題となっています。登熟期間の高温を回避する方法としては、遅植えや直播栽培によって、登熟期間を遅らせることが有効です。籾数の過剰や登熟期間の栄養状態の悪化なども白未熟粒の発生を助長していると考えられるので、元肥や移植密度の調節、十分な追肥、早期落水の防止も適応策として重要です。また、高温でも白未熟粒が少なく外観品質の優れた水稻品種「にこまる」（2005年命名登録）（図15）なども育成されています。にこまるは、近畿～九州地域における4カ年の試験で、ほとんどの試験地で対照品種ヒノヒカリ以上の高い玄米品質を示し、気象、栽培条件の変動に対し品質が安定していることがわかっています。

胴割れ米は、従来、収穫時期が遅れ、籾が乾燥しすぎることによって発生すると考えられていましたが、近年、登熟初期が高温となると発生が多くなることが明らかとなりました。適応策としては、遅植え、早期落水の防止、適期収穫が挙げられます。

また、温暖化との因果関係は明らかではありませんが、水稻ではカメムシ類による被害が原因の斑点米が増えており、新薬剤を含めた防除法の見直し、出穂前の畦草刈り、フェロモントラップによる発生予察など

の適応策が研究されています。

(2) 果樹：果実の着色不良などへの対策

果樹の高温障害のうち最も大きな問題の一つに、夏季の高温により発生する果実の着色不良があげられます。適応策としては、リンゴでは、着色に優れた品種・系統の利用、反射マルチ等による受光状況の改善技術などがあります。ブドウでは、環状はく皮による着色向上技術が開発されました（図16）。環状はく皮処理をすると、葉で光合成された糖類が枝葉に留まり、はく皮部分より先端で収穫時の糖度が高くなり、アントシアニン合成が促進され、着色が向上し赤味が強くなることがわかりました。また、環状はく皮と無袋処理の組み合わせで着色がさらに向上することがわかっています。着色向上技術としては、このほか、植物生長調整剤のABA（アブシジン酸）処理や、適正着果（果樹1本当たりの果実個数の最適化）の徹底などがあげられます。

成熟期の高温により発生するカンキツの浮き皮に対する適応策としては、摘果法改善（房状着果等による大玉抑制）、植物生長調整剤による被害の軽減技術の開発、「石地」「たまみ」等の浮き皮が発生しにくい品種の育成などが行われています。

温暖化の影響は夏の高温だけでなく、冬の高温もあります。例えば、ハウスナシの眠り症は、低温不足による発芽障害で、冬の間に一定以上の低温にさらされないと、春になってからは花が咲かず実がつかなくなる現象です。適応策として、現時点では、低温要求を十分に満たした上で加温するように勤めることと、シアナミド剤の散布があげられます。



図15 同一出穂期の「にこまる」と「ヒノヒカリ」の品質比較

100粒中の整粒、白未熟粒、その他の数。「にこまる」は整粒が多い。
（2005年（高温年）長崎県総合農林試験場）



図 16 ブドウ（安芸クイーン）の着色不良を改善する環状はく皮
葉で光合成された糖類が枝葉に留まり、アントシアニン合成が促進され、赤みが強くなる。

(3) 麦の凍霜害、大豆の干ばつ害への対策

麦は、夏の高温期に生育するわけではないので、高温障害の心配はありません。しかし、冬期温暖化に伴い幼穂形成・茎立ちが早まり凍霜害のリスクが高まります。早植えしても茎立ち期の変動が少ない麦品種「イワイノダイチ」※（図 17）は、温暖化により生育が早まったとしても茎立ちが他の品種ほど早まらず、凍霜害に遭う危険性がほとんどないという点で、温暖化適応品種といえます（図 18）。

大豆では、干ばつによる収量低下が特に心配されますが、水田転換畑用に、地下水位を調節するシステム（FOEAS）が開発されています。これが普及すれば、排水と灌漑の両方を行なえるため、干ばつだけでなく、豪雨時の排水対策にもなります。

※ 2002 年命名登録、適地は関東以西から九州南部

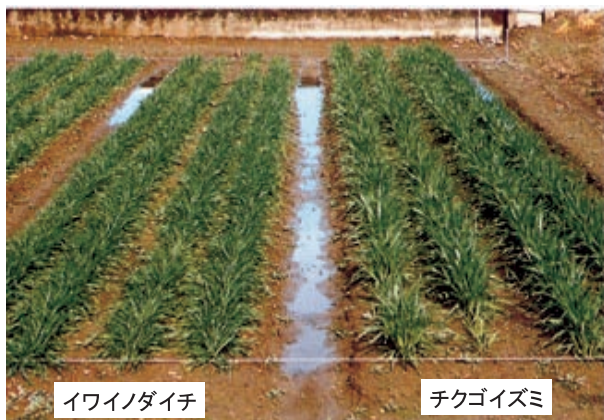


図 17 麦品種「イワイノダイチ」（写真：左）

「イワイノダイチ」は、冬期温暖化時による茎立ちが少なく、凍霜害を受けにくい。

(4) 野菜：ナスの結実不良対策とイチゴの効果的冷却技術

野菜のうち、果菜類では夏期の高温による結実不良が心配されます。例えば、ナスは、高温で花粉不稔などによる結実不良（図 19）がおこりますが、高温条件下でも高い結実性を示す単為結果性*のナスの系統が育成されており、今後、温暖化に適応する品種育成の素材として期待されます。

施設野菜では、効果的な冷却技術が求められます。細かい霧状の水分で施設内を冷却する細霧冷房技術なども開発されましたが、濡れた状態が続くことで病害発生の問題などがあります。例えばイチゴでは、施設全体の冷房を行なうのではなく、子株のごく一部（クラウン部）を冷却する周年高品質栽培技術が開発されており、効果的な技術といえます。

※受粉しなくても果実が自然に肥大する性質

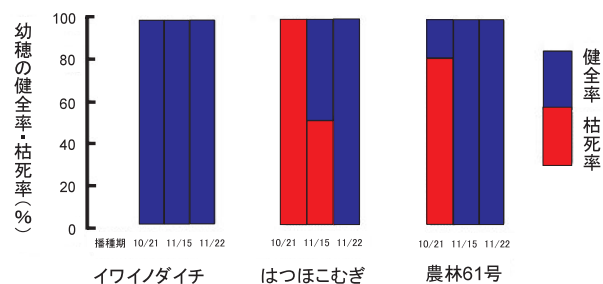


図 18 播種時期による凍霜害の品種差



図 19 高温での花粉不稔によるナスの結実不良

4. 地球温暖化に対する我が国の緩和策

温室効果ガスには、CO₂以外にも、メタン (CH₄)、一酸化二窒素 (N₂O) などがあり、京都議定書で削減対象となっているのは全部で6種類があります。最も排出量が多いのはCO₂なので、温室効果ガスの排出といえば、化石燃料の燃焼ということで自動車や工場などを連想する人が多いと思います。一方、農林水産業は、自然の循環機能を活用して行なわれる産業ですが、例えば、水田や牛などの反芻動物から発生するメタンなど、農林水産業からも温室効果ガスは排出されていることがわかっています。その量は、例えばメタンでは水田と家畜を合わせると人為発生源の約40%を占めると推定されているほど大きいため、適切な管理によって排出量を制御するような技術開発が望まれています。

工業や商業などの他産業部門では、いわゆる「省エネ」が温暖化の緩和策になるわけですが、農林水産業の場合は、さらに自然の機能をうまく利用することにより

コラム②

土壌中には、大量の炭素が固定されている

植物遺体が土壌中で分解する過程でその一部が「腐植」といわれる安定な有機物に変化し、それは数百年から数千年という長期間にわたって土壌中に存在します。長期間にわたって炭素の循環から切り離され、土壌中に存在し続けることから、このような形で固定され土壌中に炭素が蓄積されることは、大気中のCO₂を削減することを意味します。二酸化炭素の吸収源としては、ふつう、森林を思い浮かべますが、ここでは、土壌が実は巨大な炭素の貯留源であることをご紹介します。

土壌中に存在する有機炭素の量は、地球全体で1兆5000億トン程度と見積もられています。これは、陸上植物バイオマス中の炭素の約3倍、大気中の炭素量の約2倍に相当する非常に大きな量です。このように、量的に大きいため、その量のわずかな増減でも、地球温暖化の主要因である大気中の二酸化炭素濃度の上昇に大きな影響を与えることになります。

例えば、先史時代には土壌有機炭素の総量が2兆トン程度であったと考えられており、現在と比べると、実に5000億トンもの炭素が、森林から農地への土地利用変化などに伴う土壌有機物の分解促進のために土壌から大気へ放出されたこととなります。近年の大気中の二酸化炭素濃度の上昇は、石油など化石燃料の消費が大きな原因と考えられていますが、その量は、1850～1990年の140年間で2300億トンと推定されていることと比べると、先史時代から現在までに土壌有機物の減少で放出された炭素量は、人類が産業革命以降に化石燃料の消費により放出した炭素量の合計の2倍以上になり、非常に多量の二酸化炭素が土壌から大気へ放出されてきたことが理解できます。

土壌の有機物量を一定以上に維持することは、「土作り」と呼ばれるように、農業生産にとって大事なことですが、それは、地球温暖化を防ぐためにも重要なことであるわけです。

温室効果ガスの発生を抑制したり、生態系に吸収させたりすることが可能になります。「森林吸収源」という言葉があるように、植物自身がCO₂を吸収しますし、農林水産業の生産の場である土壌も管理の仕方によっては吸収源になるのです。これからは、農業の生産性を維持しながら、温暖化の緩和にも役立つような技術の開発が求められています。水産業の緩和策は、漁船の省エネ技術などが主になりますので、ここでは、農業と林業について、生態系の管理による緩和策について述べます。

(1) 農業：水田や牛からの温室効果ガス発生の抑制

農業分野では、農耕地土壌と畜産は温室効果ガスの排出源となる性格を持っています。水田からは湛水状態ではメタンが乾田状態では一酸化二窒素が排出されますが、対策も研究されています。

IPCC ガイドライン（2006）では、①メタンは、水田では発生しますが畑では発生しないこと、②同じ水田でも、中干しを行うと、常に水を張った（常時湛水）状態よりも排出が少なくなること、③一酸化二窒素は、水田からも畑からも発生し、窒素肥料の投入量に応じて排出が増え、水田では畑よりも排出が少ないこと、を示しています（表1）。

具体的には、水田の中干し（10日間）及びそれに引き続く約1ヵ月半の間断灌漑（3日間水を張り、2日間水を落とすサイクルを繰り返す）と9kg／10a程度の窒素施肥を行うと、常時湛水に比べて、土壌中のメ

タン産生菌の活動が低下してメタン発生が大幅に抑制されます。しかし、この条件では、一酸化二窒素の発生はほとんど影響されないことが明らかになっています。また、米収量はほとんど影響されません。

これらのことから、水田の水管理として、日本で広く行われている中干しを適切に行えば、常時湛水と比べて温室効果ガスの発生を減らせることが分かります。

また、牛などの反芻動物の胃から出るメタンについて、エサの工夫により排出を抑制する技術も開発されました。例えば、脂肪を多く含むビール粕や生米ヌカを配合飼料の12%となるように添加すると、肉用牛の場合、メタン発生量を約10%抑制することができるという研究があります。

(2) 林業：森林・木材としての炭素蓄積を高める

森林・木材による温暖化の緩和策として、IPCC 第4次評価報告書第3作業部会報告では、①森林面積の維持・増加、②森林蓄積の維持・増加、③木材製品の活用（炭素蓄積の増加、高エネルギー材料や化石燃料の代替）を掲げています。

このうち、①に該当する森林面積の拡大が見込めないわが国では、②と③、すなわち、森林や木材製品としての住宅への炭素蓄積の維持・増加が有効な緩和策といえます。ここで住宅が出てくるとは意外と思う人もいるでしょうが、日本の全ての住宅が蓄えている炭素の量は、日本の全ての森林が蓄えている炭素の約18%に相当するとの試算もあるように、多量の炭素が

表1 IPCC ガイドライン（2006）における水田と畑からのメタン、一酸化二窒素の排出係数等

	水田		畑
	常時湛水田	中干しあり	
メタン排出の水管理による補正係数(常時湛水田を1としたときの割合)	1	0.52~0.60	0
一酸化二窒素の排出係数(施用した肥料の窒素量に対する%)	0.3	0.3	1.0

- ・メタンは、水田では発生するが畑では発生しない。同じ水田でも、中干しを行うと、常に水を張った（常時湛水）状態よりも排出が少なくなる。
- ・一酸化二窒素は、水田からも畑からも発生し、窒素肥料の投入量に応じて排出が増える。水田では畑よりも排出が少ない。
- ・二つのガスを総合的に評価した場合、常時湛水よりも日本で広く行われている中干しを行う水管理のほうが、温室効果ガスの発生を減らせる。

海洋の CO₂ 吸収能力は高い

海洋は広いので、二酸化炭素の吸収能力も大きなものとなっています。IPCC 第3次評価報告書（2001）によると、化石燃料の燃焼など人為により、毎年、約63億トンの炭素が大気中に排出されており、地球はその約半分の、約31億トンの炭素を毎年、吸収しているとされていますが、31億トンのうち、17億トンが海洋による吸収で、残りの14億トンが陸域生態系による吸収と見積もられています。しかし、この見積もりは、いまだに不確実性が大きく、その原因は、炭素の吸収・放出プロセス、特に藻類、貝類、サンゴ類など浅い海でのプロセスに未解明な部分が多いためといわれています。そのため、現在、農林水産省では、浅い海の代表である「藻場」の炭素循環を明らかにする研究を進めているところです。

住宅によって蓄えられているのです。（独）森林総合研究所では、日本の国家森林資源データベースとともに、森林部門と住宅部門を合わせた施策シナリオに基づいて、国レベルの炭素吸収量を試算するモデルを開発しました。それに基づき、吸収量を維持増加するためには、複層林を含めた森林管理と住宅の耐久年数の増加が効果的であることを明らかにしました。一方、国外に目を向けると、地球の陸地の1/3は無立木の荒漠地です。そこでは、従来の草本や低木を用いた緑化技術に替わる植林技術の開発が緩和策として有効で、地表面近くに発達したハードパン（硬い土層）を破碎する植林法、塩集積地における耐塩・高成長樹種の選抜（ユーカリ属の天然交雑種）、チューブによる表層の高塩濃度土壌回避植栽法などの技術開発を行っています。また、木材製品の活用では、工場廃材や林地残材など未利用木質資源を利用したバイオエタノール化等の技術開発が推進されています。

5. 今後の研究課題

今後の地球温暖化対策については、これまでどおり、「緩和策」、つまり、農林水産分野からの温室効果ガス排出をできるだけ少なくするための研究開発を行いながら、このレポートで取り上げたように、温暖化の進行はある程度避けられないとの観点から、「適応策」の研究開発も進めていく必要があります。農林水産省では、それを踏まえ、2007年6月21日に、「農林水産省地球温暖化対策総合戦略」を公表しました。その中で、「地球温暖化対策研究」の推進について、緩和策、適応

策、影響評価の3つを柱として、それぞれの柱の中で、次のようなことに重点を置いて進めていくことを述べています。

緩和策の研究としては、CO₂などの温室効果ガスの発生・吸収メカニズムの解明、モデル化などの基礎的な研究を進め、それらを基に、温室効果ガスの発生をできるだけ抑え、森林や土壌への炭素の吸収をできるだけ確保する農林水産生態系の管理技術を開発していくことが重要です。その際、ライフサイクルアセスメント（LCA）の手法を活用して炭素収支を評価することにより、農法や生態系の管理手法全体として温室効果ガスの排出削減につながるような技術を開発することが必要となります。また、その際、農林水産業の生産性にも考慮する必要があることは言うまでもありません。

適応策の研究としては、まず、現在発生している高温障害等の農作物被害に対して、生産現場における当面の適応策を評価した上で、農業生産現場のニーズを踏まえた高温耐性品種の育成や生産安定技術の改善等の技術開発を推進していくことが必要です。

さらに、将来の地球温暖化の進行が農林水産業に与える影響の内容・程度やその時期等について、このレポートで紹介したようなこれまでの研究成果も踏まえ、より精度の高い影響評価（将来予測）を実施し、この影響評価に基づき、地球温暖化適応策の研究を計画的に推進していくことが必要となります。また、将来の作物転換も含めた抜本的な適応策の見直しを見据えた基礎的な研究として、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を開

始し、将来の新たな品種や生産安定技術の開発に資する知見の蓄積を進めていくことも必要と考えられます。現在から遠い将来まで、それぞれの段階で必要な適応策を計画的に開発する必要がありますが、いずれの適応策を開発する際にも、その技術を、温室効果ガスの排出削減という観点からも評価する必要があります。

つまり、適応策と緩和策は別々のものではありません、両立するような技術を開発することが求められているのです。

(執筆担当：白戸康人、福嶋陽、大潟直樹、小原隆由、川嶋健司、原田久富美、山田竜彦、古板博文、大谷敏郎)

<参考>

- IPCC 第 4 次評価報告書
 - 第 1 作業部会（自然科学的根拠）
<http://ipcc-wg1.ucar.edu/index.html>
（日本語）http://www.jma.go.jp/jma/press/0702/02b/ipcc_wg1.html
 - 第 2 作業部会（影響・適応・脆弱性）
<http://www.ipcc-wg2.org/>
（日本語）http://www.jma.go.jp/jma/press/0704/06a/ipcc_ar4_wg2.html
 - 第 3 作業部会（緩和策）
<http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/>
（日本語）[http://www.gispri.or.jp/kankyo/ipcc/pdf/070515IPCCWG3-SPM \(GISPRI\) .pdf](http://www.gispri.or.jp/kankyo/ipcc/pdf/070515IPCCWG3-SPM%20(GISPRI).pdf)
- 農林水産省地球温暖化対策総合戦略
<http://www.maff.go.jp/kankyo/ondanka/index.html>
- 品目別地球温暖化適応策レポート
http://www.maff.go.jp/kankyo/honbu/04/ref_data03-2.pdf
- (独) 農業・生物系特定産業技術研究機構による「農業に対する温暖化の影響の現状に関する調査」
<http://www.naro.affrc.go.jp/news/0000000003/2006/0000001917/0000001917.html>

図表の出典

- 図 1：気象庁ホームページ (<http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/temp/index.html>)
- 図 2：IPCC 第 4 次評価報告書第 1 作業部会報告書
- 図 3：IPCC 第 3 次評価報告書第 1 作業部会報告書を参考に作成
- 図 4：(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター 長田健二氏提供
- 図 5～7：農林水産省、第 3 回地球温暖化・森林吸収源対策推進本部参考資料（農水省ホームページ <http://www.maff.go.jp/kankyo/honbu/03/data05.pdf>）
- 図 8：林・石郷岡・横沢・鳥谷・後藤（2001）：温暖化が日本の水稲栽培の潜在的特性に及ぼすインパクト、地球環境 Vol.6 No.2、141～148
- 図 9：長谷川（2006）大気 CO₂ 増加、温暖化で水稲の生育、収量はどうか、農業環境技術研究所 研究成果発表会 2006、p31-37
- 図 10：平成 14 年度 果樹研究所 研究成果情報「地球温暖化によるリンゴ及びウンシュウミカン栽培適地の移動予測」
- 図 11：山崎ら（2006）平均気温の変動から推定したわが国の鶏肉生産に対する地球温暖化の影響、日本畜産学会報 77（2）、231-235
- 図 12：長谷川（2006）大気 CO₂ 増加、温暖化で水稲の生育、収量はどうか、農業環境技術研究所 研究成果発表会 2006、p31-37
- 図 13：天然林の分布を規定する気候要因と温暖化の影響予測：とくにブナ林について（地球環境 2006 Vol.11）
- 図 14：桑原ほか 2006 温暖化による我が国水産生物の分布域の変化予測．地球環境 Vol.11、No.1、49-57）
- 図 15：長崎県総合農林試験場の写真、データをもとに作成
- 図 16：平成 17 年度 九州沖縄農業研究センター成果情報「ブドウ赤色系品種「安芸クイーン」のハウス栽培における着色向上に効果的な環状はく皮と無袋処理」
- 図 17：秋播型の早生小麦新品種「イワイノダイチ」（(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 九州沖縄農業研究センターホームページ <http://www.knaes.affrc.go.jp/seikadb/05/5-10.html>）
- 図 18：平成 13 年度 関東東海北陸農業 研究成果情報「愛知県における「イワイノダイチ」を用いた小麦作期の前進」を参考に作成
- 図 19：(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 野菜茶業研究所 菊地 郁氏提供
- 表 1：IPCC ガイドライン（2006）における水田と畑からのメタン、一酸化二窒素の排出係数等

『農林水産研究開発レポート』既刊リスト

- No.1 (2001.10) 麦の高品質化を目指して
- No.2 (2002. 1) イネゲノム情報を読む
- No.3 (2002. 5) 循環する資源としての家畜排せつ物
- No.4 (2002. 9) 機能性食品の開発
- No.5 (2002.12) バイオマスエネルギー利用技術の開発
- No.6 (2003. 3) 新たな用途をめざした稲の研究開発
- No.7 (2003. 5) 昆虫テクノロジー研究
- No.8 (2003. 9) 地球温暖化の防止に関わる森林の機能
- No.9 (2004. 2) 海洋生態系と水産資源－持続的水産資源管理の高度化を目指して－
- No.10 (2004.11) 食品の品質保証のための研究開発
- No.11 (2004.12) 食料・環境問題の解決を目指した国際農林水産業研究
- No.12 (2005. 3) 病害虫の総合的管理技術－化学農薬だけに依存しない病害虫防除－
- No.13 (2005. 7) 大豆の安定・多収を目指して
- No.14 (2005.11) 進化する施設栽培－大規模施設から植物工場まで－
- No.15 (2006. 3) イネで牛を育てる－飼料イネによる国産牛生産－
- No.16 (2006. 3) 魚と貝のバイオテクノロジー－安全で信頼できる魚と貝を目指して－
- No.17 (2006. 7) 野生動物による農林業被害を防ぐ技術
- No.18 (2006.10) 新たな用途をめざした稲の研究開発 平成18年度版
- No.19 (2007. 1) 水田・畑輪作体系を進める効率的な新技術
- No.20 (2007. 3) スギ人工林資源活用のための木材加工・利用技術の開発
- No.21 (2007. 7) ゲノム情報の品種改良への利用－DNAマーカー育種－
- No.22 (2007. 8) 売れる麦に向けた新技術

農林水産研究開発レポートについてお気づきの点等ございましたら、
下記担当までお願いいたします。

担当：〒100-8950 東京都千代田区霞が関1-2-1
農林水産省 農林水産技術会議事務局 技術政策課 広報班
T E L 03-3502-7407
F A X 03-3507-8794
E-Mail : www@s.affrc.go.jp

インターネットでのご利用について

1 農林水産研究開発レポート

<http://www.s.affrc.go.jp/docs/report/report.htm>

2 農林水産研究開発レポート ビデオ版

<http://www.s.affrc.go.jp/docs/movie.htm>

3 その他、農林水産研究成果等の紹介

- ・ 農林水産省農林水産技術会議

<http://www.s.affrc.go.jp/>

- ・ 研究成果情報

<http://www.affrc.go.jp/ja/db/seika/index.html>

- ・ 農学情報資源システム AGROPEDIA

http://rms1.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/menu_ja.html

- ・ 農林水産研究成果ライブラリー

<http://rms2.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/contents/JASI/index.html>

- ・ プロジェクト研究成果シリーズ

<http://rms2.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/contents/JASI/seika.html>

4 食と農の研究メールマガジン

「食と農の研究メールマガジン」は農業担い手や食品産業、農林水産研究者はもちろん、消費者のみなさまなどに役立つ食と農に関する情報をお届けするメルマガです。配信は月2回で無料です。登録は下記URLからお願いします。

http://www.s.affrc.go.jp/docs/mg/mg_top.htm

農林水産研究開発レポートNo.23

「地球温暖化が農林水産業に与える影響と対策」

2007年12月26日

監 修 農林水産省 農林水産技術会議

編集・発行 農林水産省 農林水産技術会議事務局

〒100-8950 東京都千代田区霞が関1-2-1

TEL : 03-3502-7407

FAX : 03-3507-8794

