

# 地球温暖化が農業生産へ及ぼす影響

## -温暖化で農業はようになる？-

温暖化対策担当 増富祐司

### 1 はじめに

地球温暖化に関する世界中の専門家で構成される「気候変動に関する政府間パネル」(IPCC)は、最新の科学的知見をまとめた第4次報告書を2007年に発表しました<sup>1)</sup>。この報告書では、2100年には地球の平均気温が1.1~6.4℃上昇すると予測しています。では、このような将来の地球温暖化は我々の生活にどのような影響を及ぼすのでしょうか？。IPCCの報告書では、農業、健康、生態系、水資源など多くの分野で様々な影響が生じると予測しています。本発表では、これらのうち農業分野に焦点をあて、アジアと日本の水稲生産および埼玉における果樹生産への影響に関して最新の研究成果をもとに解説します。

### 2 アジアの水稲生産に与える影響と緩和策

まずはじめに地球温暖化がアジアの水稲生産に与える影響を見ていきましょう。図1は1990年代(1991~2000年)に対して、2080年代(2081~2090年)の水稲収量が、温暖化によりどのくらい変化するかを示しています<sup>2)</sup>。この結果は、アジア域に対し水稲収量を精度よく計算できる作物モデルを用いて計算しました。また、この計算では世界中の大学や機関で開発された気候モデルの気候予測を多数用いています。これによると、東日本や中国東北部など現在気温が低い地域では収量が増加することがわかります。

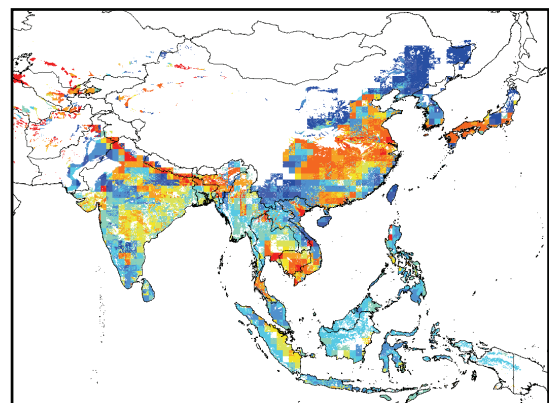


図1 水稲の収量変化率(1991~2000年の平均収量に対する2081~2090年の平均収量の変化率。世界中の大学、機関で開発された多数の気候モデルの気候予測を使用。排出シナリオはA1Bを使用。)

これは将来、気温が上昇することによって、現在より水稲生産に適した地域になるためだと考えられます。一方、西日本や中国中東部など亜熱帯に近い温帯では、収量が大きく減少することがわかります。これは高温障害や雑草、害虫などの被害が気温上昇により増加するためだと考えられます。このように温暖化が水稲生産に与える影響は地域により大きく異なるのです。

ではアジア全体でみたとき、水稲の収量は増加するのでしょうか、減少するのでしょうか？。これは今後我々がどれくらい温室効果ガスを排出するかというシナリオに大きく依存します。IPCCは、「SRES」と呼ばれる温室効果ガスに関する複数の排出シナリオを作成しました。図2はこれらの排出シナリオに基づき、アジア全体の水稲収量がどのように変化するかを示しています。これに

よると、温室効果ガスの排出量が最も多い A2 と呼ばれる排出シナリオでは、水稻収量が 9.9%減少、中間的な排出量である A1B と呼ばれる排出シナリオでは 5%減少、最も排出量が少ない B1 と呼ばれる排出シナリオでは 0.5%減少という結果になりました。どの排出シナリオでも収量は減少しますが、最も排出量が少ない B1 では、現在の収量とほとんど変わらないことがわかります。つまり、温室効果ガスの排出量を抑える緩和策により、アジア全体の水稻生産への悪影響を大きく軽減することができるのです。

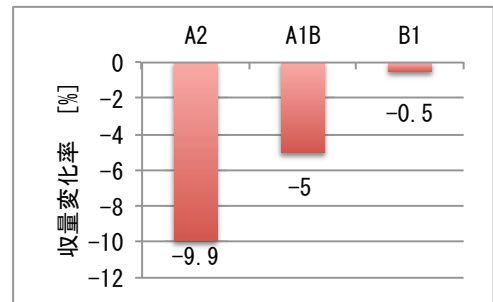


図 2 アジア全体の収量変化率（詳細は図 1 に同じ）

### 3 日本の水稻生産に与える影響と対策

では、次に日本に焦点を当てて、その影響と対策の効果について見ていきます。なお、ここで紹介するのは、環境省で実施された地球温暖化の影響に関する研究プログラムにおいて、農業環境技術研究所が中心となって行った研究の成果です<sup>3)</sup>。図 3 は、近年（1979～2003 年）の平均収量に対して、将来（2081～2100 年）の平均収量がどのくらい変化するかを都道府県別に示しています。この結果は、日本域において稲の成長を精度よく計算できる作物モデルを用いて計算されました。また、この計算では東京大学・国立環境研究所・海洋研究開発機構らによって開発された気候モデル MIROC3.2-Hires の気候予測を用いています。なお、排出シナリオには A1B を用いています。これによると、一般に日本の西日本で収量が減少し、北日本で収量が増加することがわかります。因みに埼玉県は、ちょうど減収と増収の境目の減収側にあり、15%から 20%の減収になると予想されています。

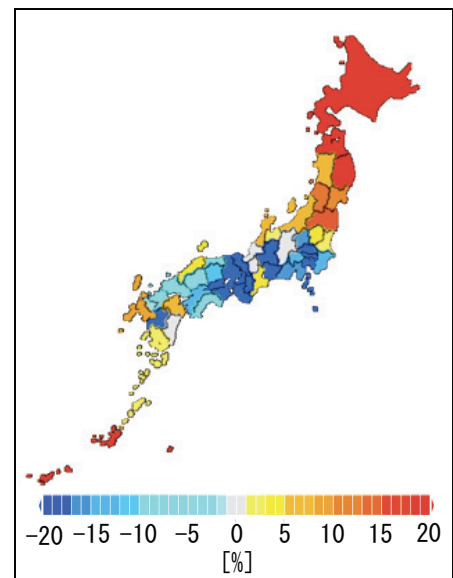


図 3 水稻の収量変化率（1979～2003 年の平均収量に対する 2081～2100 年の平均収量の変化率。MIROC3.2-Hires の気候予測を利用。排出シナリオは A1B を使用）

では、西日本の人々や我々埼玉県民は、温暖化による減収を我慢するしかないのでしょうか？。いいえ、そんなことはありません。緩和策あるいは適応策を実施することにより、悪影響を軽減できるばかりか、好影響に変えることができます。

図 4 は、西日本に関して、温度が 1～2℃、2～3℃、3～4℃、4～5℃上昇したときの収量変化率を、適応策を実施した場合と実施しなかった場合のそれぞれについて示しています。まずは適応策を実施しなかったケース（適応なし）を見ていきます。これによると温度上昇が 4～5℃の場合、収量が 5%程度減少することがわかります。一方、温度上昇が 4℃以下であれば、西日本の収量は増加することがわかります。つまり、緩和策の実施により排出量を削減し、将来の温度上昇を抑えることができれば、西日本の収量は増加するのです。では次に、仮に緩和策がうまく実施されず、気温が 4～5℃上昇した場合をみていきます。図 4 には「移植日変化」、「高温耐性品種導入」、「移植日変化+高温耐性品種導入」といった適応策を実施した場合の収量変化率も示されています。ここで「移植日変化」とは、田んぼに苗を植える日を変化させ、稲が高温に弱い時期を夏の高温の時期からずらす適応策です。また「高温耐性品種導入」とは、高温に耐性のある品種を

開発・導入する適応策です。さらに「移植日変化+高温耐性品種導入」とは、これら二つの適応策を同時に実施する適応策です。まず移植日変化を実施すると、気温が4~5℃上昇したとしても収量は若干のマイナスですが、適応なしケースの減収をほぼ帳消しにできることがわかります。さらに高温耐性品種導入を行うと、収量は5%程度の増えることがわかります。また高温耐性品種導入に加え、移植日変化も同時に行うと、さらに増収が見込めるのです。このように温暖化にきちんと適応することにより、悪影響を好影響に変えることもできるのです。

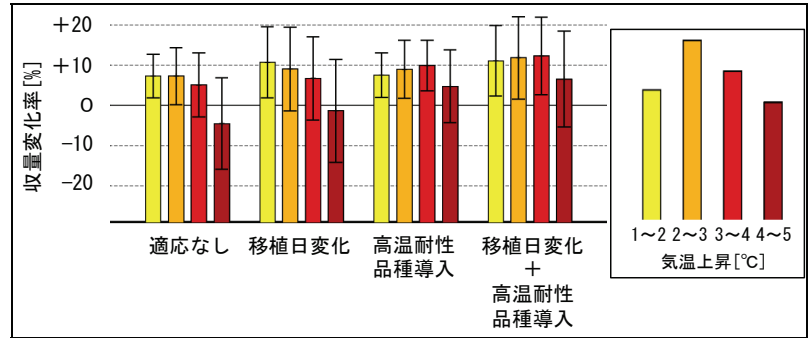


図4 西日本における適応策の効果（収量変化率は1979~2003年の平均収量に対する変化率。気温上昇は1981~2000年の平均値に対する上昇量）

#### 4 埼玉県の果樹生産に与える影響と適応策

次に埼玉県の果樹生産に焦点を当て、温暖化が与える影響と適応策についてみていきましょう。ここで考える果樹は、日本なし、りんご、温州みかんの3種です。図5は日本なし、りんご、温州みかんのそれぞれについて、栽培に適した地域を、現状（1981~2000年）と将来（2081~2100年）について示しています。この結果は、農林水産省が作成したそれぞれの果樹についての栽培適域に関する情報をもとに計算しました。なお気候予測には前述の気候モデル MIROC3.2-Hires の結果を用い、排出シナリオには中間的な排出シナリオである A1B を用いました。これによると、まず日本なしは現状において埼玉県のほぼ全域が栽培適域であり、将来においてはさらに適域を増加させ、埼玉県全域が完全に適域になることがわかりました。つまり埼玉県は現在日本なしの産地の一つですが、温暖化によって気温が上昇したとしても、2081~2100年に関しては、温暖化の影響は心配しなくてもよいということがわかります。一方、りんごは、現状では埼玉県の西部に栽培適域が広がっていることがわかります。これは現在、県内において秩父地方が主たる産地である

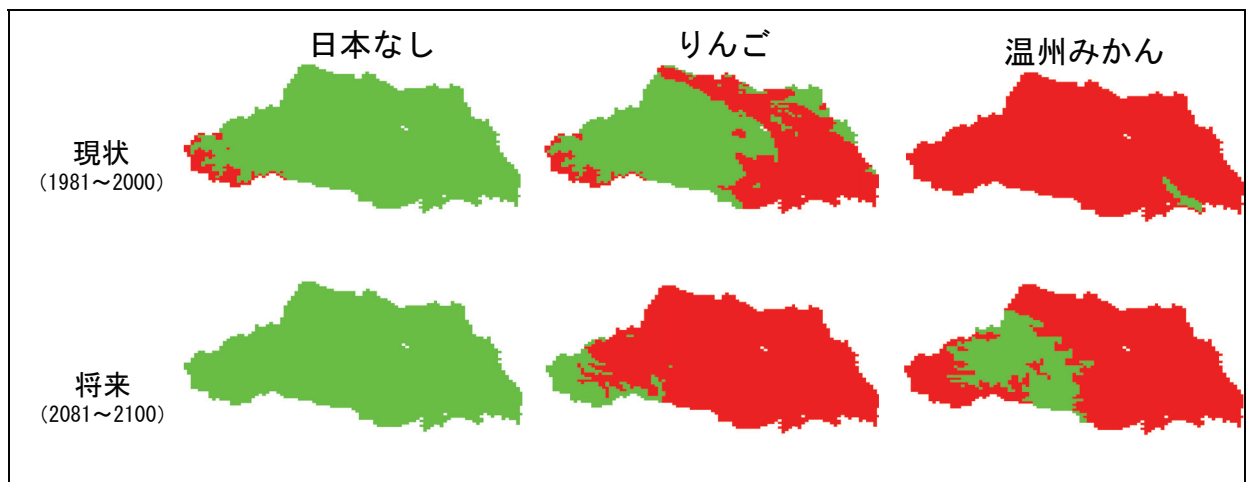


図5 日本なし、りんご、温州みかんの栽培適域の変化（緑色が適域、赤色が不適域。MIROC3.2-Hiresの気候予測を利用。排出シナリオはA1Bを使用。）

ことと整合的です。では将来はどうなるのでしょうか？。計算によると 2081～2100 年には栽培適域が減少し、県西部のごく限られた地域のみが栽培適域になることがわかりました。しかしながら、県西部のこのあたりは 2000m 級の高山帯です。これを考慮すると、実際には 2081～2100 年において埼玉県でりんごを栽培するのはむずかしいかもしれません。最後に、温暖な気候を好む温州みかんはどうでしょうか？。温州みかんは現状では埼玉県 of 東南部に少しだけ適域がありますが、ほぼ全域が温州みかんの栽培に適していないと言ってもよいでしょう。では、温暖化するとどうなるのでしょうか？。計算によると 2081～2100 年では、県西部の秩父地方に温州みかんの適域が広がることわかりました。つまり現状では埼玉県でほとんど栽培できない温州みかんが、2081～2100 年には秩父地方を中心に栽培適域となるのです。

さて、上記の計算結果をまとめると以下ようになります。①：日本なしは 2100 年まで安定的に栽培が可能である、②：2081～2100 年には秩父地方でのリンゴ栽培が困難になる、③：2081～2100 年には秩父地方で温州みかんが栽培可能になる、です。この計算結果を考慮すると、埼玉県では日本なしの栽培を今後も続けるのがよい一方で、2081～2100 年には秩父地方ではリンゴの栽培から温州みかんの栽培に変更することが、温暖化に対する一つのよい適応策だといえます。ただし果樹は植えてから実がなるまで数年かかり、さらに着果量が増え安定的に生産できるようになるまで 10 年以上かかるものがほとんどです。例えば、温州みかんはこれに 15 年程度かかります。したがって栽培品目を変更するといった果樹に対する適応策は、将来予測を十分に活用して早めの対策をとることが重要であると考えられます。また、注意としてここでは気候予測として MIROC3.2-Hires の結果を用い、排出シナリオには A1B を用いました。しかしながら、用いる気候モデルや排出シナリオによって、結果が大きく異なる可能性があります。したがって今後、複数の気候モデルの気候予測や排出シナリオを用いて同様の計算を行う必要があり、こういった予測の不確実性を十分に考慮して適切な適応策を検討・実施することも重要であると考えられます。

## 5 終わりに

本発表では、温暖化がアジア及び日本の水稻生産に及ぼす影響、さらに埼玉県の果樹生産に及ぼす影響について最新の研究成果をもとに解説しました。そして、影響が地域によって異なること、また適切な対策をることにより、悪影響を軽減でき、場合によっては好影響に変えることができることを見てきました。温暖化に関しては悪影響に注目が集まりがちですが、実際には得する人もいますし、損をする人もいます。また損をする人も、きちんとした対策をることにより、ピンチをチャンスに変えることだってできるのです。重要なことは影響をしっかりと把握し、きちんとした対策をることです。環境科学国際センターでは温暖化影響・適応に関する研究課題あるいは環境省の研究プログラムへの参加を通じて、温暖化の影響や適応策の効果を定量的に把握する研究を現在進めています。今後もこのような研究を通じて、県民の皆様のお役に立てればと考えています。

## 文献

- 1) IPCC, 2007. Climate Change 2007-The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC.
- 2) Masutomi, Y., Takahashi, K., Harasawa, H., Matsuoka, Y., 2009. Impact Assessment of Climate Change on Rice Production in Asia in Comprehensive Consideration of Process/parameter Uncertainty in General Circulation Models. Agri. Ecosys. Environ. 131, 281-290.
- 3) 環境省, 2008. 地球温暖化「日本への影響」.