

気候変動が世界の食料需給に与える影響

国際農林水産業研究センター 古家 淳

概要

新たに作成した気候変動の影響評価が可能な世界食料モデルを用い、気候変動が世界の食料需給に与える影響を示す。モデルは、FAOのGAEZで用いられた作物モデルのパラメータから気温と日射量の変化が、コメ、小麦、トウモロコシ、大豆の収量に与える影響を示すパラメータを算出し、RCPシナリオ別の各作物の収量の予測値を計算した。その収量予測値を世界食料モデルに挿入し、気温上昇などの気候変動が、モデルの対象とする財の価格や供給量に与える影響を分析した。モデルの対象とする財は、4つの作物に加え、他穀類、他油糧作物、2つの植物油、2つの粕、5つの肉類、卵、5つの酪農製品の計21品目である。気候変動が作物以外の財の需給に及ぼす影響に焦点を当てた。

Effects of climate change on supply and demand of food in the world

Japan International Research Center for Agricultural Sciences, Jun Furuya

Abstract

This paper shows the effect of climate change on world food supply and demand by using the world food model that can evaluate the impact of newly created climate change. In the analysis, the influence of changes in temperature and solar radiation on yield and price of rice, wheat, corn, soybean etc. was calculated, and the influence of climate change on the supply and demand of goods other than crops was also clarified.

気候変動が世界の食料需給に与える影響

国際農林水産業研究センター 古家 淳

1. はじめに

IPCC の 4 次報告書[4]では、20 世紀において気温が 0.5°C から 1.0°C 上昇したと記されている。また、5 次報告書[5]では、最悪のシナリオの場合、今世紀末には、気温は、20 世紀後半に比べて 4°C 上昇すると予測されている。また、2018 年の夏にはインド洋西部の海水温上昇などにより、気温が非常に上昇し、農産物への影響が懸念された。

気温上昇は、二酸化炭素(CO₂)濃度などの温室効果ガスの(GHG)上昇に起因するとされているが、CO₂ 濃度上昇は、植物の生育に正の効果をもたらす。しかしながら、その結果としての気温の上昇は、植物体の成長を促進し、子実の形成を妨げ、また、極端な気温上昇は、不稔をもたらす。気候変動によって作物が不作となった場合、その影響は当該作物の供給のみならず、それを飼料として用いる畜産物へ影響を及ぼす。他の農産物への気候変動の波及効果を検討する必要があるが、一般均衡モデル分析を除いて、そのような分析は少なかった。

気候変動が農産物への影響を分析する際に、気温がある点を超えると、収量すなわち面積あたりの生産量が減少するようにモデルを構築しなければ、長期の予測は難しい。この課題を解決するためには、気温などの気候変数に関する二次式の収量関数を計測しなければならないが、データの制約により、そのパラメータを得ることは難しい。

これらの課題に対して、本研究で用いる世界食料モデルでは、作物モデルのパラメータを用い、気温と収量について逆 U 字型の関係を持つ収量関数を用いた[2][3]。ここで用いられる世界食料モデルの特徴は、作物モデルの一部を収量モデルに取り込んでいることに加えて、途上国での食料需給の問題を捉えるために、対象国数を 140 と多くしていることである。これにより、将来の気候変動がアフリカなど途上国の多い地域の食料需給に与える影響を分析することができる。

まず、モデルの構造を簡単に説明し、次に用いたデータの概略を説明する。さらに実施した気候変動に関わるシミュレーションの仮定を説明した後、その結果を示す。最後に結果のまとめを示す。

2. モデル

モデルは、輸出量の大きなリーダー国の当該農産物の価格が、需要と供給が一致し、また、その農産物の全世界の輸出量の合計と輸入量の合計が同一となる点で決まるものである。対象とする作物は、コメ、小麦、トウモロコシ、他穀類、大豆、他油糧作物である。また、これらの一部は飼料として用いられ、畜産物生産に用いられる。対象とする畜産物は、牛肉、羊肉、豚肉、鳥肉、他肉、鳥卵、生乳、脱脂粉乳、バター、チーズ、ホエーである。

この均衡過程の前に決まるものは、各農産物の収量あるいは 1 頭あたり畜産物生産量であり、コメ、小麦、トウモロコシ、大豆の収量は、気温と日射量に対して、FAO の G-AEZ の作物モデル[1]のパラメータに反応する。また、降水量に対しては、収量関数の回帰係数に従って反応する。作付面積あるいは家畜頭数の関数は、適応期待を仮定した供給関数に相当し、意思決定時点を考慮して作物の場合は 1 年前の面積と生産物価格、家畜の場合は 1 年から 2 年前の家畜頭数と生産物価格が変数となっている。この場合、変数である面積、頭数、価格は先決内生変数であり、今期の面積や頭数も均衡過程の前に決まる。各農産物の収量あるいは 1 頭あたり畜産物生産量に面積と頭数を乗じて得られる生産量も、均衡過程の前に決まる。

生産量から純輸出力、在庫変化量を引いて供給量とする。一方、人口と GDP が需要量に影響を与え、供給量

と需要量が一致するように価格が決まる。図1に作物セクターと畜産物セクターのフローチャートを示す。両セクターは、飼料の生産と需要で結びついている。

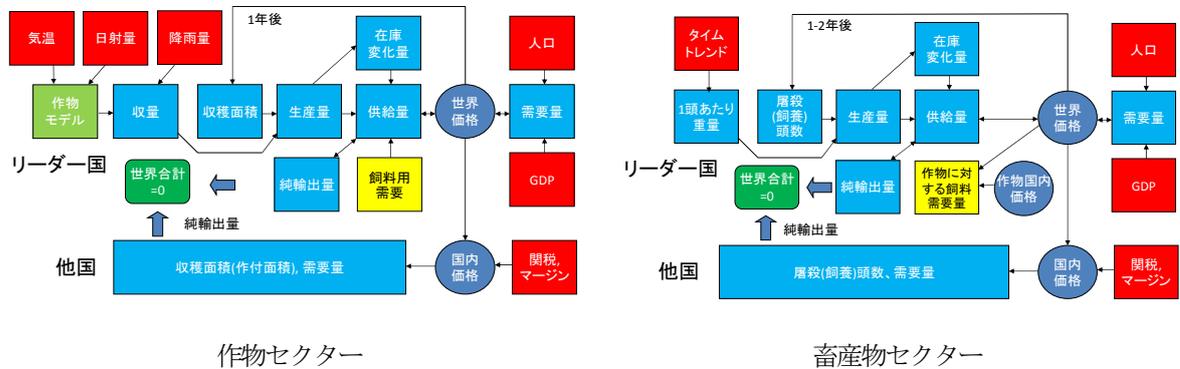


図1 世界食料モデルのフローチャート

3. データ

生産量、面積、頭羽数、輸出量、輸入量、在庫変化量など数量に関わる変数と農家販売価格は、各年の FAO-STAT の値であり、各国別データを 140 カ国・地域に集計している。気候データは、各月の平均気温、日射量、降水量であり、実測データは、イーストアングリア大学の CRU-TS31 の 1961 年から 2009 年までの値であり、予測データは、我が国の全球気候モデルである MIROC5 の各 RCP シナリオ値である。基となるデータは 0.5° グリッド別であるが、農研機構の西森氏に国別・地域別に平均値を作成していただいた[7]。GDP と人口の予測値は、OECD の SSP シナリオ値であり、5 年おきのデータを線形近似で年次データに変換している。

4. シミュレーションの仮定

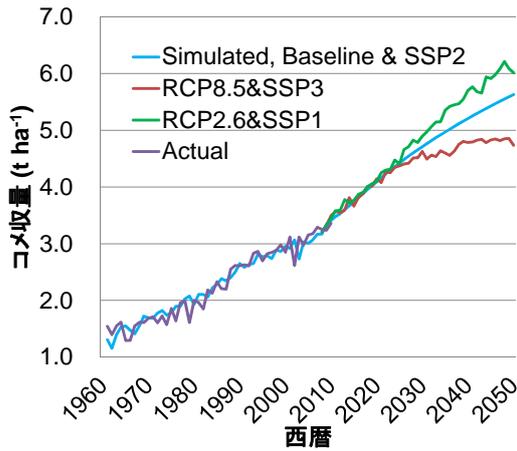
作物の収量と畜産物の 1 頭あたり生産量は、線形関数の場合はトレンド係数、ロジスティック関数の場合は 4 つの係数に従って増加する。気候変数は、4 つの RCP シナリオに従って変化し、人口と GDP は、5 つの SSP シナリオに従って変化する。

ここで消費の所得弾力性について、IFPSIM[6]で用いられた弾力性を各国・地域の GDP の 1990 年代平均値に対数を取った値に回帰させて関数のパラメータを求めた。そのパラメータに従って GDP の上昇に対して各農産物の所得弾力性が低下する。

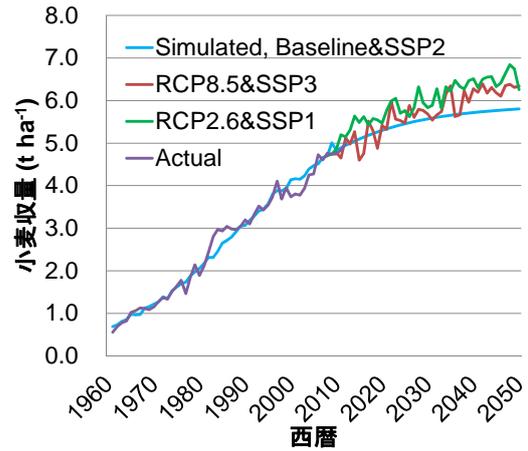
気候変数のベースライン値は、シミュレーション開始年の前後 3 年の平均値で以降変化しないとするものである。シミュレーション開始年は、2011 年である。なお、リーダー国の価格と各国の価格の差は、シミュレーション開始年の値で固定している。

5. 結果

まず、作物収量のシミュレーションの例を示す。図 2 は、インドのコメと中国の小麦について、RCP8.5 と SSP3、RCP2.6 と SSP1、ベースラインと SSP2 のシナリオの組み合わせのシミュレーション結果を示している。気候変動は、インドにおいてコメの収量を減少させ、中国において小麦の収量を増加させる。しかしながら、小麦の生育は、気温変化に敏感であり、その収量変動は大きい。

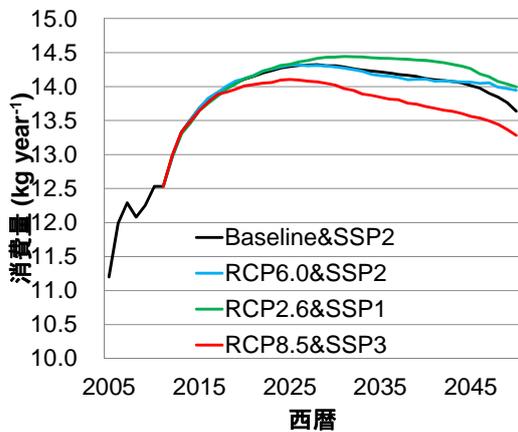


インドのコメ収量

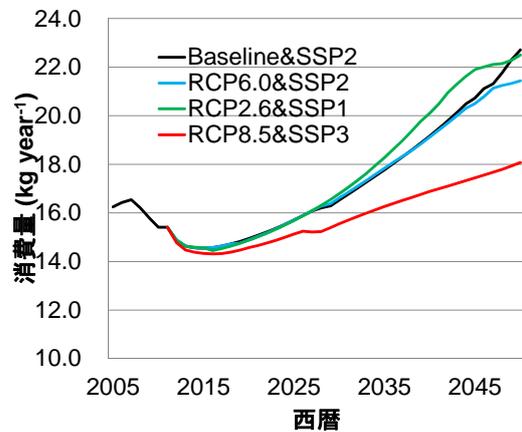


中国の小麦収量

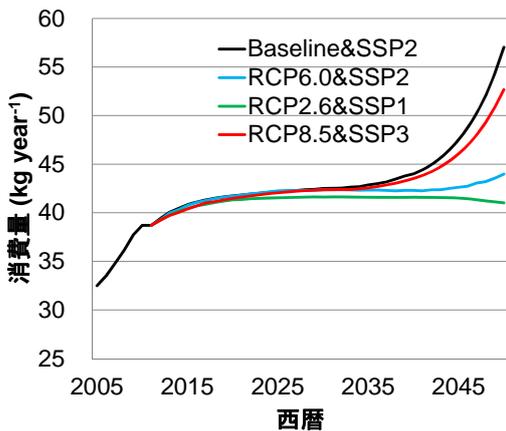
図2 作物収量の変化



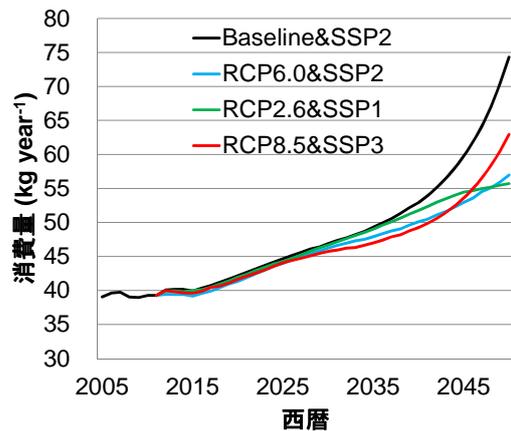
南アフリカの牛肉消費量



ニュージーランドの羊肉消費量



中国の豚肉消費量



アメリカの鳥肉消費量

図3 肉類消費量の変化

次に、肉類の消費量について検討したい。図3は、主要国の各肉類の消費量を(1) ベースラインと SSP2、(2) RCP6.0と SSP2、(3) RCP2.6と SSP1、(4) RCP8.5と SSP3の各組み合わせについて図3に示している。社会経済シナリオが同一な(1)と(2)のシミュレーション結果を比べると、南アフリカの牛肉とニュージーランドの羊肉

の消費量に大きな差は見られない。しかしながら、中国の豚肉消費量とアメリカの鳥肉消費量は、2040年以降、気候変動の下で消費量の伸びが大きく抑えられる。これは飼料生産量のシミュレーション値に大きな差が見られるためである。

続いて、鳥卵と酪農製品の消費量について検討したい。図4は、我が国およびアフリカの主要国での鳥卵と各酪農製品の図3と同様のシミュレーション値を示している。気候変動の影響はほとんど見られない。シミュレーション値の違いは、社会経済シナリオの違いに起因し、所得弾力性の値の変化の差が消費の動向に大きな影響を及ぼしている。

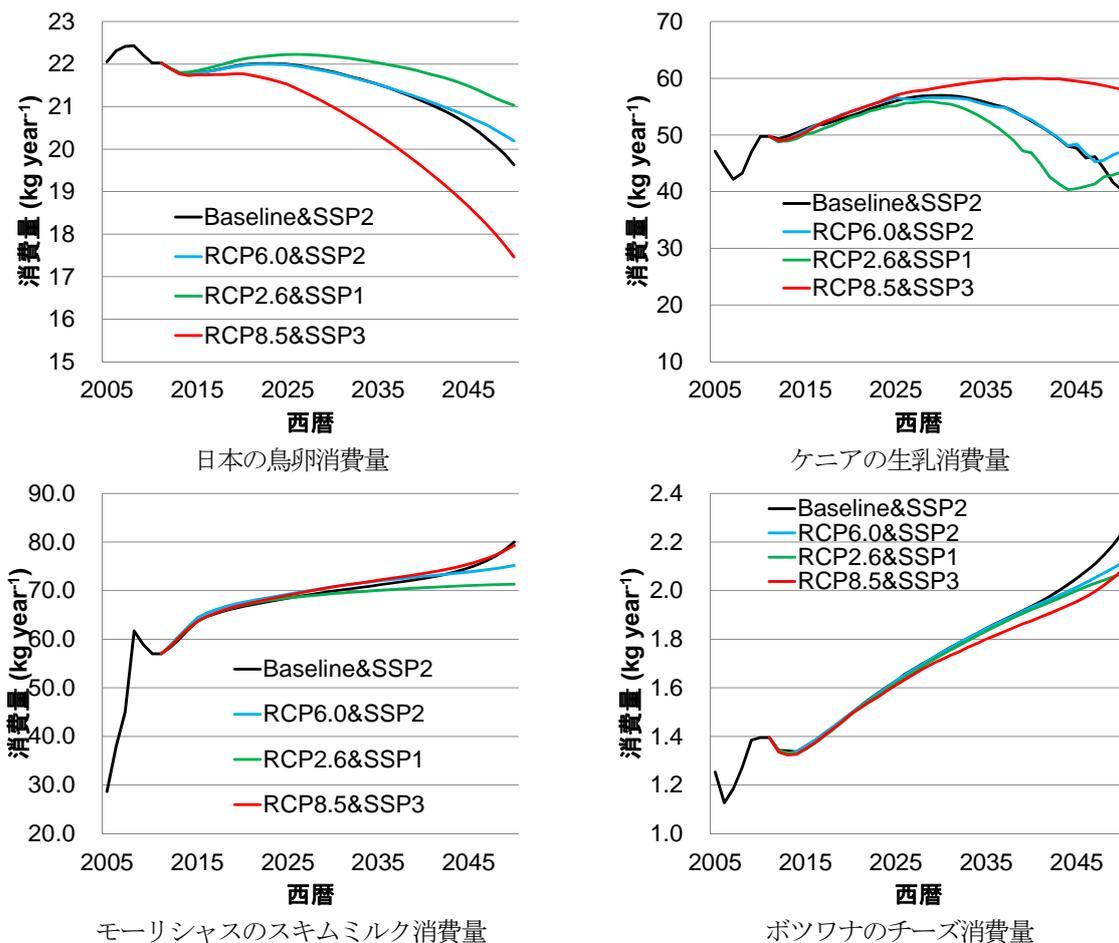


図4 鳥卵・酪農製品の消費量の変化

最後に気候変動が一人あたり農産物消費量に与える影響を世界全体で見てみたい。図5は、一人あたり作物消費量のSSP2の人口とGDPの下で、RCP6.0とベースラインの差を2030年代に関して表したものである。この図は、気候変動の下で、コメ、小麦、トウモロコシの消費量が、サブサハラアフリカおよびオセアニア地域で減少することを示している。なお、大豆に関する図は、直接消費に仕向けられる量が少ないため、参考であるが、北米・南米、オセアニア地域で大きく影響を受ける傾向を示している。

図6は、気候変動が一人あたり肉類消費に与える影響を示している。この図は、作物と同様に、肉類においても、サブサハラアフリカおよびオセアニア地域の消費量が、気候変動の影響を受けやすいことを示している。羊肉消費は、相対的に影響が小さいが、これは飼料への依存度が小さいためと考えられる。

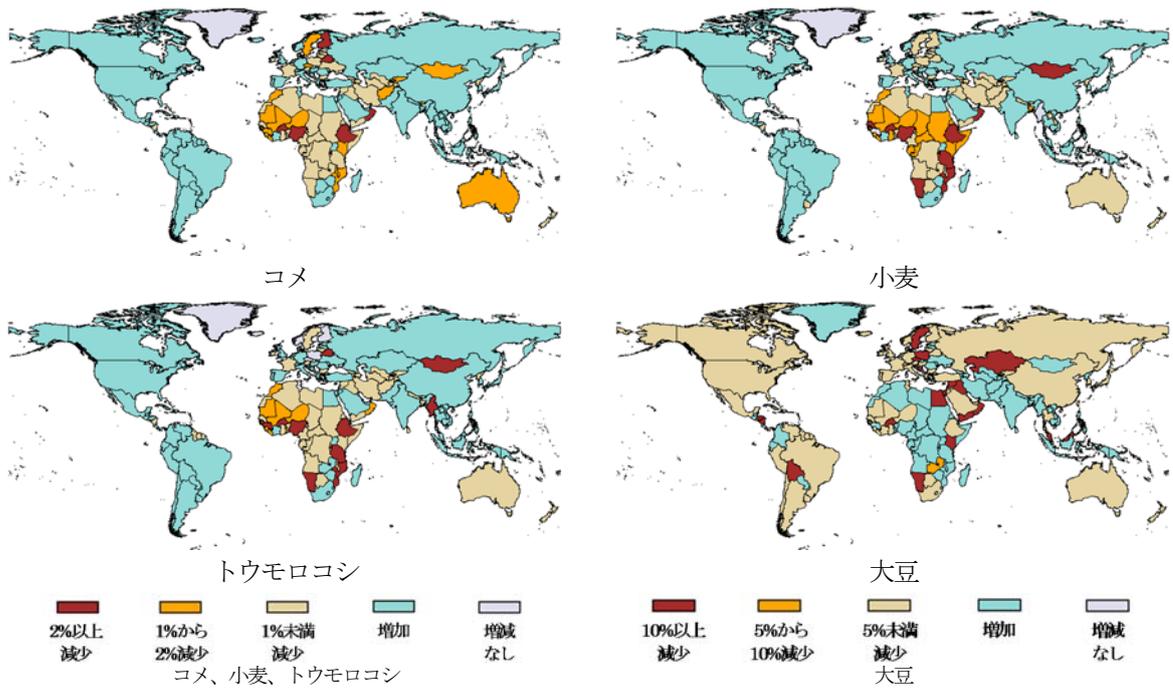


図5 気候変動による一人あたり作物の消費量の減少

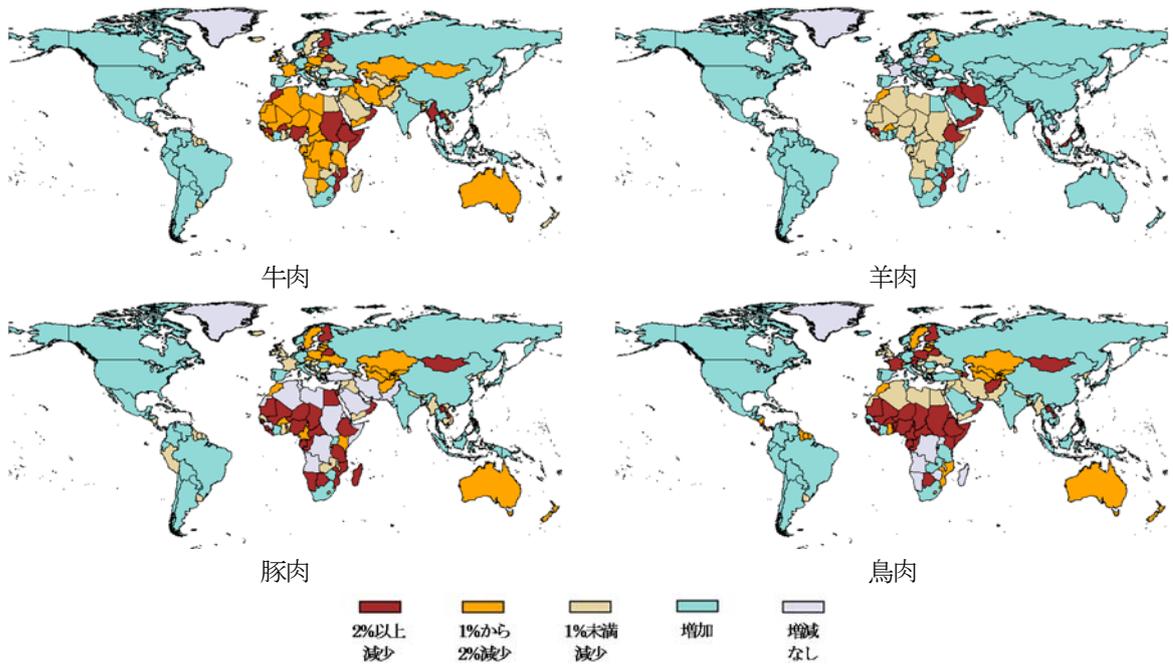


図6 気候変動による一人あたり肉類の消費量の減少

図7は、気候変動が一人あたり鳥卵と生乳消費に与える影響を示している。この図は、気候変動が、サブサハラアフリカ、オセアニア、中央アジア、東欧地域の鳥卵消費に大きな影響を与えることを示している。また、西アフリカ地域の生乳消費が、気候変動の影響を受けやすいことも示している。

