

## 将来の不確実性を考慮に入れた飢餓リスクとその対応策の算定

京都大学大学院工学研究科の藤森准教授、立命館大学の長谷川准教授、農研機構の櫻井上級研究員、国立環境研究所の高橋副領域長、肱岡副センター長、増井室長の共同研究チームは気候変動によって極端な気象現象が増加し、世界全体の将来飢餓リスクがどの程度増えるのか、またそれに備えるには食料備蓄がどの程度追加で必要になるかを明らかにし、この度 Nature Food の Article として掲載されることになりました。

気候変動は、極端な気象現象の頻度、強度、および空間的広がりを増大させると予想され、将来の食料生産にとって重要な懸念事項となっています。しかし、これまでの研究では食料安全保障は確率的に表現した極端現象を対象とはせずに、平均的な気候変動下の想定で分析されてきました。今回研究グループは作物モデルと将来の気候の不確実性を考慮に入れて、極端な気象現象が将来の食料安全保障に与える影響を推定しました。その結果 100 年に 1 回程度しか起こらない稀な不作について解析すると、世界全体の飢餓リスクは、2050 年において平均的な気候状態と比べて温暖化対策なしケース、温暖化対策を最大限行い全球平均気温を 2°C 以下に抑えたケースそれぞれで 20–36%、11–33% 程度増加する可能性があることがわかりました。南アジアなどの所得が低く、気候変化に脆弱な地域では、上記のような影響に備えるために必要な食料備蓄量は、現在の食料備蓄の 3 倍にも上ります。本研究は今後の温室効果ガス削減の重要性を再確認するとともに、温暖化してしまった時に備える適応策の重要性も示しています。本研究成果は、2021 年 8 月 9 日（現地時間、日本時間：8 月 10 日）に、国際学術誌「Nature Food」のオンライン版に掲載されます。

### 1. 背景

現在気候変動の影響は洪水、熱波、森林火災など各方面で顕著に表れており、人為起源の温室効果ガスの排出がこれらの事象に大きく寄与しているとされています。また、日本をはじめ、各国が政策目標としてカーボンニュートラルを掲げており、温暖化対策は喫緊の社会的課題となっています。

農業の温暖化影響について見ると、これまでの研究では緩やかな気候の変化の平均的な姿についての解析が主としてされてきました<sup>1,2</sup>。すなわち、例えば 2050 年では温暖化により 00% の作物生産量減少が見込まれるといった形でした。しかし、年々変化する気象条件とそれによる作物生産への影響は大きな振れ幅を持っており、本来の農業の影響は極端な気象現象の発生頻度がどのように変わっていくのかということ考虑しなくては、将来の気候変化にどのように対応していくかがわからず、当該分野の重要な研究課題として長く残されていました。

そこで本研究では、将来の極端な気象現象がどのように変わっていくのか、またそれにより食料安全保障、具体的には飢餓に直面する飢餓リスク人口がどのように変わるのかということを複数のモデルを組み合わせる予測し、それに対応するための気候変動適応策についても検討しました。

### 2. 結果とその解釈

社会経済的な変化のみを考慮し、気候が現状のままだと仮定したベースラインシナリオでは飢餓リスク人口は 2050 年に 3 億 6000 万人と推計されました。そこから「温暖化対策を行わなかったケース」、温室効果ガス削減を実施し「温暖化対策を最大限行ったケース」（いわゆるパリ協定の 2°C 目標相当）

について飢餓リスク人口を推計しました。この時、作物モデルや気候の不確実性を考慮に入れると以下のことがわかりました。

- 1) 温暖化対策なしケースと最大限対策を行ったケースでの飢餓リスク人口の中位値は、それぞれ 4 億 4000 万人、4 億人と推計されました。
- 2) 2050 年時点で 100 年に 1 度程度の頻度の稀ではあるが非常に強い不作が発生すると、飢餓リスク人口は温暖化対策なしケースと温暖化対策を最大限行ったケースでそれぞれ 6 億人、5 億 3000 万人となりました。
- 3) 気候や気候への作物の応答に由来する飢餓リスク人口の不確実性は、温暖化対策なしケースでは温暖化対策を最大限実施したケースに比較して、大きくなりました。

さらに、これらの 100 年に 1 度の頻度で発生する不作によって発生する追加的な飢餓リスク人口の増加を回避するために、追加的に食料備蓄がどの程度必要になるかを推計しました。その結果、温暖化対策なしケースでは 1 億 8000 万トンの穀類、金額にすると 340 億\$ (日本円で約 3 兆 8000 億円相当) に達し、これは現在の世界全体の穀類の備蓄の約 1/4 に相当します。また、南アジアでは現在の備蓄の 3 倍に相当することがわかりました。

これらの結果は、温暖化の抑制に成功しない場合、貧困層に大きな被害が発生しうること、また飢餓リスクを抑えるために相応の追加的な適応策が必要であることを意味しています。すなわち、温室効果ガス排出量を削減する緩和の努力はもちろんですが、今後顕在化してくる温暖化に備えて、国際協調等で温暖化に適応していくことの重要性を示唆しています。

### 3. 手法

本研究では、京都大学・立命館大学・国立環境研究所・農研機構の 4 つの研究機関が開発するシミュレーションモデルを用いて将来予測を行いました。具体的には AIM (Asia-Pacific Integrated Model: アジア太平洋統合評価モデル) と呼ばれる統合評価モデルと PRYSBI2 と呼ばれる作物モデルを用いました。AIM は将来の人口と GDP を入力して、気候、エネルギー、経済システム、食料需給、土地利用、温室効果ガス排出量、温室効果ガス排出削減量などを出力 (将来推計) するモデルです。PRYSBI2 は気候条件や経済条件などを入力し潜在的作物収量を計算するモデルです。飢餓リスク人口は、作物収量の変化を通じて起こる価格変化、さらにその価格変化に対する消費者の応答から計算される食料消費量から計算しました。

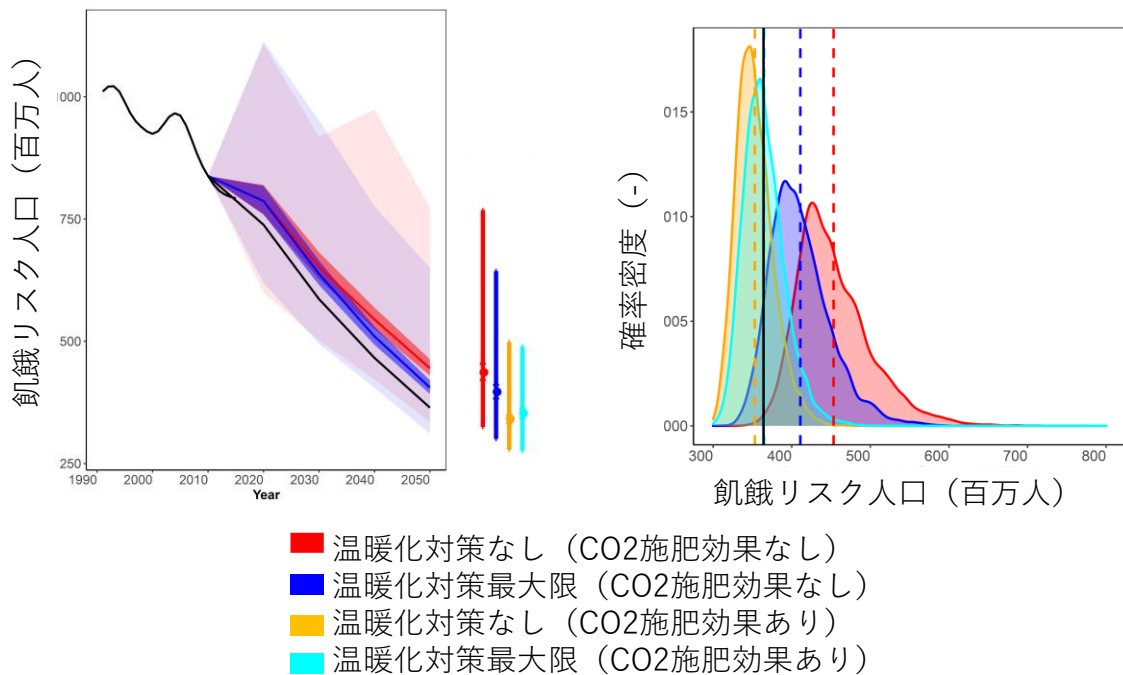


図1 左は世界の飢餓リスク人口の推計。黒はベースラインシナリオ(現状気候を想定しており、不確実性幅はない)、赤、青はそれぞれ温暖化対策なしケースと温暖化対策を最大限実施したケースでCO<sub>2</sub>施肥効果を考慮しない場合。黄、水色はそれぞれのケースに対してCO<sub>2</sub>施肥効果を考慮した場合を表す(面グラフが重複するため2050年値のみグラフの右側に記載している)。また、濃い部分の幅は65%タイルを表している。右図は2050年の頻度分布を表していて、黒はベースライン、破線は中位値を表す。色は左図と同様のシナリオを表す。

#### 参考文献

1. Hasegawa T, Fujimori S, Havlík P, Valin H, Bodirsky BL, Doelman JC, *et al.* Risk of increased food insecurity under stringent global climate change mitigation policy. *Nature Climate Change* 2018, **8**(8): 699-703.
2. Hasegawa T, Fujimori S, Shin Y, Takahashi K, Masui T, Tanaka A. Climate change impact and adaptation assessment on food consumption utilizing a new scenario framework. *Environmental science & technology* 2014, **48**(1): 438-445.

#### 4. 書誌情報

タイトル: Extreme climate events increase risk of global food insecurity and adaptation needs (気象の極端現象は地球規模の飢餓リスクと適応策の必要性を上昇させる)

著者: Tomoko Hasegawa, Gen Sakurai, Shinichiro Fujimori, Kiyoshi Takahashi, Yasuaki Hijioka, Toshihiko Masui

掲載誌: Nature Food DOI: <https://www.nature.com/articles/s43016-021-00335-4>

## 謝辞

本研究は:(独)環境再生保全機構環境研究総合推進費課題2-2002(世界を対象としたネットゼロ排出達成のための気候緩和策及び持続可能な開発)の支援を受けて実施されました。