

## 食料・バイオ燃料に関わる将来の農地需要の抑制ポテンシャル

## Potential for restraining future agricultural land requirements associated with food and biofuels

○田村賢人\*<sup>1)</sup>、吉川直樹<sup>1)</sup>、天野耕二<sup>1)</sup>、橋本征二<sup>1)</sup>

Kento Tamura, Naoki Yoshikawa, Koji Amano, Seiji Hashimoto

1) 立命館大学

\*rv0013ir@ed.ritsumei.ac.jp

## 1. はじめに

近年、人口増加や経済成長、再生可能エネルギー利用の促進等の影響により、食料・バイオ燃料の需要が増加している。こうしたバイオマス資源の需要増加は、土地利用の変化、生物多様性の減少、窒素・リンフローの変化、気候変動等のプラネタリー・バウンダリー<sup>1)</sup>に影響を与えることから、バイオマス資源の適正な利用を検討することも、地球の制約に対応する上で重要と考えられる。筆者はこれまでに、IPCC の社会経済シナリオ(SSPs)<sup>2)</sup>にもとづき、将来の食料・バイオ燃料の需要に関わる作物需要量と農地需要量の推計を行ってきた<sup>3)</sup>。その結果、食料用の作物需要量は最大で 16.3Gt (2010 年の 2.4 倍)、バイオ燃料用の作物需要量は最大で 10.0Gt になると推計された。また、これらを生産するための農地需要量は最大で 2.0Gha、2010 年の収穫面積のおよそ 1.3 倍になると推計され、400Mha の農地拡大が必要となる可能性が示された。

しかしながら、上記で検討した農地需要量は、耕作地の需要量であり、牧草地を考慮していなかった。2010 年現在、世界の農地のおよそ 7 割を牧草地が占め<sup>4)</sup>、今後も食生活の変化により畜産物の需要増加が予想されることから、牧草地を含めた要拡大農地面積は、さらに大きくなると考えられる。

このようなことから、本研究では、将来の食料需要を満たすための牧草の需要と、その生産に必要な牧草地の面積を推計した。また、肉食の削減、食品廃棄物の削減、収率の向上などのシナリオによってどれだけの農地需要を抑制できるかについて検討した。

## 2. 方法

## 2.1. 研究の枠組み

本研究では、田村ら<sup>3)</sup>で推計した世界の187の国・地域の畜産物需要量をもとに、牛肉、牛乳を生産するのに必要な牧草の量と牧草地の面積を推計するとともに、農地需要の抑制ポテンシャルを推計した。本研究の推計フローを図1に示す。なお、推計基準年は2010年とし、2010年より2100年まで5年ごとに推計を行う。

## 2.2. 牧草需要量の推計

$k$  国の  $t$  期における畜産物  $i$  の需要量を満たすための牧草の需要量  $DM_{it}(t)(\text{kg DM})$  を下記の式(1)で算出した。

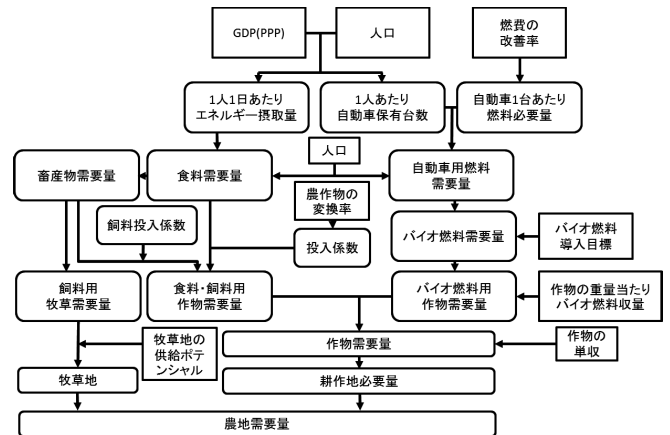


図1 推計フロー

$$DM_{k,i}(t) = W_{k,i}(t) \cdot NE_{k,i} \cdot FM_{k,i} / ED_{k,i} \quad (1)$$

ここで、 $W_{ki}(t)$ は $k$ 国の $t$ 期における畜産物 $i$ の需要量(kg)<sup>3)</sup>、 $NE_{ki}$ は $k$ 国における畜産物 $i$  1kgあたりの家畜 $i$ のエネルギー需要量(MJ/kg)<sup>5)</sup>、 $FM_{ki}$ は $k$ 国における家畜 $i$ の飼料のうちの牧草摂取割合<sup>5)</sup>、 $ED_{ki}$ は $k$ 国における牧草 1kgあたりの家畜 $i$ の摂取エネルギー量(MJ/kg DM)<sup>5)</sup>である。 $NE_{ki}$ 、 $FM_{ki}$ および $ED_{ki}$ については、187の国・地域を7つの地域に整理して推計した。また、 $ED_{ki}$ に関して、Wirsenius<sup>5)</sup>では「Cropland pasture」「Permanent pasture, oversown」「Permanent pasture, native」の3つの牧草地が示されているが、「Permanent pasture, oversown」が最も現状の牧草地に近いため、その値を利用した。

### 2.3. 牧草地需要量と農地の抑制ポテンシャルの推計

2.2.で求めた  $DM_{k,i}(t)$  から、 $k$  国の  $t$  期における家畜  $i$  の牧草地需要量  $GL_k(t)$  を下記の式(2)により推計した。

$$GL_{k_i}(t) = DM_{k_i}(t) / Y_k / 1000 \quad (2)$$

ここで、 $Y_k$ は  $k$  国の牧草地 1ha あたりの牧草供給量の平均値(Mg DM/ha)<sup>5)</sup>である。続いて、式(3)により各国の牧草地需要量を合計することにより世界の牧草地需要量を算出した。

$$GL(t) = \sum_k \sum_i GL_{k,i}(t) \quad (3)$$

最後に、耕作地も含めた将来の農地需要について、肉食の削減、食品廃棄物の削減、収率の向上などのシナリオによってどれだけ抑制できるかについて検討した。

### 3. 結果と考察

#### 3.1. 飼料用牧草需要量

牧草需要量は2010年に1.9Gt DMと推計され、Herreroら<sup>6)</sup>による2000年に2.3Gt DMと比較すると2割程度下回る値となった。これは、羊肉・山羊肉の考慮ができていないためと考えられる。最も牧草需要量が多く推計されたSSP3では、2100年に6.4Gt DMと推計され、2010年から約3.4倍の牧草が必要となる結果となった。その他、SSP1で2010年の2.3倍(2070年)、SSP2で2.6倍(2095年)、SSP4で2.4倍(2100年)、SSP5で2.4倍(2070年)となった。

#### 3.2. 牧草地需要量

図2に牧草地面積需要量の推計結果を示す。2010年の牧草地面積需要量は、およそ1.2Ghaと推計されFAOSTAT<sup>4)</sup>における実際の牧草地面積である3.35Ghaと比較すると、現在の約35%の面積でよいという結果となった。畜産物の需要の増加にしたがって牧草地の需要は増加し、SSP3では現在の牧草地面積からおよそ800Mha(約24%)の拡大が必要であると推計された。しかしながら、その他のシナリオにおいては2100年まで牧草地を拡大する必要はないという結果となった。

次に、SSP3における、耕作地面積を含めた農地需要量の結果を図3に、要農地拡大面積を図4に示す。2010年において、牧草地面積は全体の44%を占め、飼料に関わる農地面積は55%を占めた。また、農地需要量が最大となる2100年では牧草地面積は68%、飼料に関わる農地面積は77%を占める結果となった。要拡大農地面積は2050年までで最大0.4Gha(SSP5)、2100年で1.2Mha(SSP3)と推計された。既往の研究では、2005年から2050年までの要拡大農地面積は123~495Mhaであり<sup>7)</sup>、既往の研究の範囲に収まる結果となった。

#### 4. おわりに

現状では、構築した推計モデルで牧草地も含めた将来の農地面積需要量を推計したところであり、今後、肉食の削減、食品廃棄物の削減、収率の向上などのシナリオによる農地面積需要の抑制可能性について検討していく。その結果については学会当日に報告する。

**謝辞：**本研究は、環境省環境研究総合推進費（S-11-2）による成果である。ここに記して深謝する次第である。

#### 参考文献

- 1) Rockstrom, J. et al.: Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity, Ecology and Society, 14(2), art.32, 2009
- 2) IIASA: SSP Database, <https://secure.iiasa.ac.at/web-apps/ene/SspDb/dds?Action=htmlpage&page=about>, 2014年7月アクセス
- 3) 田村ら：食料・バイオ燃料に関わる将来の農地需要とその抑制案、第42回環境システム研究論文発表会講演集、pp.33-38、2014

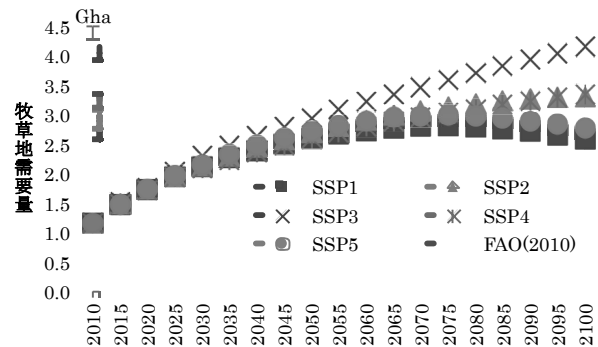


図2 牧草地面積需要量

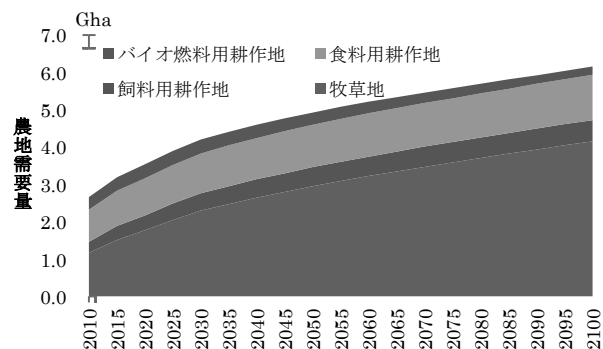


図3 農地需要量(SSP3)

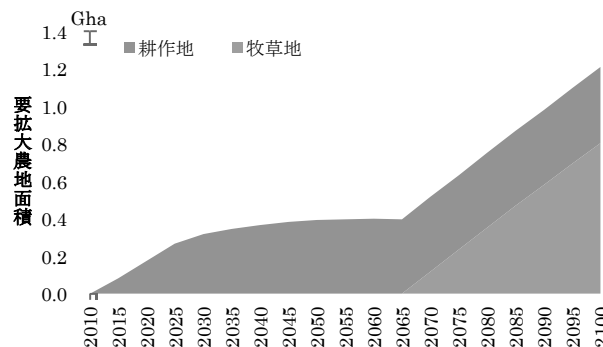


図4 要拡大農地面積(SSP3)

- 4) FAO: FAOSTAT, <http://faostat.fao.org/>, 2014年6月アクセス
- 5) Wiersenius, S: Human Use of Land and Organic Materials: Modeling the Turnover of Biomass in Global Food System, Chalmers University of Technology and Goteborg University, 2000
- 6) Herrero, M. et al.: Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems, PANS, 110(52), pp.20888-20893, 2013
- 7) UNEP: Assessing Global Land Use: Balancing Consumption with Sustainable Supply, A Report of the Working Group on Land and Soils of the International Resource Panel, 2014