

食料消費に関わる淡水資源必要量の将来シナリオ評価

Assessment of water resource requirement related to food consumption considering future scenario

○山口陽平*¹⁾、田村賢人¹⁾、吉川直樹¹⁾、天野耕二¹⁾、橋本征二¹⁾

Yohei Yamaguchi, Kento Tamura, Naoki Yoshikawa, Koji, Amano, Seiji Hashimoto

1) 立命館大学

* rv0023hs@ed.ritsumei.ac.jp

1. はじめに

近年、途上国を中心に、急速な人口増加と経済発展が進行している。これらの社会変化は、食料需要の増加を引き起こし、地域ごとの気候・地理的特性と相まって、土地資源や淡水資源の過不足、すなわち土地資源・淡水資源の需給不均衡を発生させる。これら2種類の資源問題は、安定した社会活動の維持を阻害するため、持続可能な社会の達成が危ぶまれている。

既往の研究では、田村ら¹⁾によって各国の農地必要量の現状把握、および農地必要量の将来シナリオ評価が行われているが、国際貿易や淡水資源必要量に関しては考慮されていない。実際には、土地資源・淡水資源は偏在しており、資源の不足地域では国際貿易が必要である。そこで、本研究では、国際貿易を考慮した食料消費量の現状を把握し、その将来的な変動も含めて各国の食料消費に関わる淡水資源必要量を推計する。

2. 研究方法

2.1 研究の概要

本研究では、国際貿易を考慮した上で、各国の食料消費に関わる淡水資源必要量の現状を推計する。さらに、その推計結果に将来的な作物需要変動量に伴う淡水資源必要量の変動を考慮することにより、将来的に予測される淡水資源必要量を推計する。本研究における食料消費に関わる淡水資源必要量の推計フローを図1に示す。



図1 食料消費に関わる淡水資源必要量の推計フロー

2.2 使用データ

本研究では、2010年度を基準年とし、各国の食料消費量に関しては、基準年におけるFAO食料需給表^{2),3)}

とFAO貿易収支表⁴⁾の統計データから推計する。また、一次生産レベル作物需要量結果を用いて、将来的な作物需要変動に伴う淡水資源必要量の変動を推計する。各国の淡水資源必要量は、Water Footprint Network (WFN) 淡水資源消費原単位⁵⁾を用いて推計する。

本研究の対象国は、FAO食料需給表に掲載された170カ国・地域に統合させる。また、品目分類は田村ら¹⁾と同じ96品目とし、FAO食料需給表、FAO貿易収支表、WFN淡水資源消費原単位に記載の品目を対象品目の分類と対応させて分析を行った。

2.3 食料消費内訳の推計

次式(1)の輸入内訳係数を非食用国産・輸入作物の総国内作物消費量に乗じて、非食用作物国内消費量の国産分と輸入分の内訳を推計する。

$$r_{i,j,Trade} = \frac{Import\ Quantity_{i,j,Commodity\ Balances}}{Domestic\ Supply\ Quantity_{i,j,Commodity\ Balances}} \quad (1)$$

ここで、添え字*i*は対象国、*j*は対象品目を表す。また、(1)式中の分子は国内輸入作物消費量[ton]、同式中の分母は国産・輸入作物の総国内消費量[ton]を表す。

一方、輸入相手国別の食用輸入作物国内消費量の内訳は、次式(2)の輸入相手国別配分係数を食用輸入作物国内消費量に乗じて推計する。

$$r_{i,j,k,l,Trade} = \frac{Import\ Quantity_{i,j,k,l,Trade\ Matrix}}{Import\ Quantity_{i,j,Trade\ Matrix}} \quad (2)$$

ここで、添え字*k*は対象国の輸入相手国、*l*は*k*国からの食用輸入作物を表す。また、式(2)中の分子は*k*国からの食用輸入作物*l*の国内消費量[ton]、同式中の分母は輸入相手国別の食用輸入作物国内消費量の合計値[ton]を表す。

2.4 淡水資源必要量の推計

各国の淡水資源必要量は、食用国産作物消費に伴う淡水資源消費量と食用輸入作物消費に伴う淡水資源消費量に分けて、ウォーター・フットプリントにより評価する。本研究では、原料となる作物の栽培時における淡水資源消費をウォーター・フットプリントの対象範囲とし、上流および下流の間接消費は考慮しないも

のとする。

ここで、各国の輸入相手国別の食用輸入作物国内消費に伴う淡水資源消費量に関しては、対象国と輸入相手国との 2 カ国間での国際貿易を行う場合を考える。すなわち、輸入相手国からの輸入作物は、すべて輸入相手国で生産されたものであると仮定する。この場合、対象国は輸入相手国から輸入した作物の生産に使用された淡水資源を間接的に消費したものと考える。

各国の食用国産作物国内消費に伴う淡水資源消費量 [m³] は、食用国産作物国内消費量 [ton] に淡水資源消費原単位 [m³/ton] を乗じて推計する。同様に、輸入相手国別の食用輸入作物国内消費に伴う淡水資源必要量 [m³] は、輸入相手国別の食用輸入作物国内消費量 [ton] に淡水資源消費原単位 [m³/ton] を乗じて推計する。なお、食用輸入作物国内消費に伴う淡水資源消費量の推計には、輸入相手国の淡水資源消費原単位を使用する。

3. 結果と考察

アメリカ合衆国における基準年 (2010 年) の食料消費に伴う淡水資源必要量の推計結果を下記に示す。図 2、図 3 に対象品目分類別 (飲料類、穀物類、調味料類、肉類、野菜・果実類) の国産分 (図 2)・輸入分 (図 3) の食料消費に伴う淡水資源必要量の推計結果、図 4 に国産分・輸入分それぞれに関する食料消費に伴う淡水資源必要量の推計結果の比較を示す。各図は、縦軸に推計結果または対象品目の分類、横軸に淡水資源必要量 [Gm³/yr] をとったグラフである。

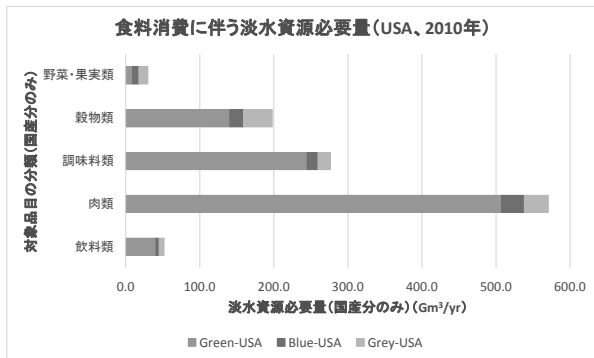


図 2 食料消費に関わる淡水資源必要量 (国産分)

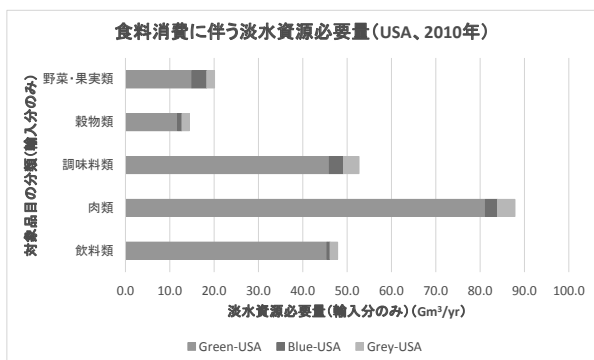


図 3 食料消費に関わる淡水資源必要量 (輸入分)

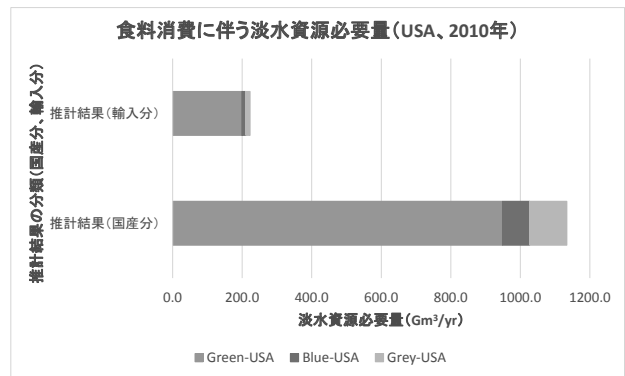


図 4 食料消費に関わる淡水資源必要量の比較

図 2 より、食用国産作物分の食料消費に伴う淡水資源必要量に占めるグリーン・ウォーター・フットプリントの割合、すなわち雨水由来の農耕地からの蒸発散量が突出して大きくなっていることが分かる。図 3 に関しても、図 2 と同様のことがいえる。この結果から、アメリカ合衆国で消費される国産分・輸入分の食料生産量には、降水量が大きく寄与すると考えられる。

また、図 4 より、食用国産作物分の食料消費に伴う淡水資源必要量が相対的に大きいことが分かる。この結果は、アメリカ合衆国内での食料生産に必要な淡水資源量が相対的に大きいことを表すので、同国の食料自給率の高さを反映しているといえる。

4. 今後の予定

他の対象国に関しても、食料消費に伴う淡水資源必要量の現状を推計する。また、各国の将来的な淡水資源必要量の変動に関しても推計を試みる。

5. 謝辞

本研究は、環境省環境研究総合推進費(S-11)の支援により実施された。ここに記して謝意を表する。

6. 参考文献

- 1) 田村賢人：将来の食料・バイオ燃料の需要に関わる土地制約、2013 年度立命館大学卒業研究
- 2) FAOSTAT: Commodity Balances - Crops Primary Equivalent, <<http://faostat3.fao.org/download/FB/BC/E>>
- 3) FAOSTAT: Commodity Balances - Livestock and Fish Prima, <<http://faostat3.fao.org/download/FB/BL/E>>
- 4) FAOSTAT: Trade - Detailed Trade Matrix, <<http://faostat3.fao.org/download/T/TM/E>>
- 5) M. M. Mekonnen, A.Y. Hoekstra: “National Water Footprint Accounts: The Green, Blue and Grey Water Footprint of Production and Consumption - Volume 2: Appendices”, 2011, pp.23-49