

食料廃棄物の削減策の環境負荷物質排出量及び食料安全保障への影響に関する研究

所属： 京都大学 工学研究科 都市環境工学専攻

助成対象者：藤森 真一郎

共同研究者：長谷川 知子（立命館大学 理工学部）

概要

食料廃棄物削減は持続可能な開発目標 (SDGs) のの一つに位置付けられており、社会的に重要な課題である。食料廃棄削減は廃棄物のみの問題だけでなく、その多寡によって様々な社会・経済・環境に影響を与えると予想されるが、これまでその影響は明らかでなかった。本研究は、将来的に食料廃棄量が削減された場合の社会、経済、環境影響評価を、統合評価モデルを用いて行った。具体的には温室効果ガス排出量、自然資源消費量、土地利用変化、飢餓リスク人口に着目した。その結果、消費段階からの食料廃棄物を半減するという 2030 年の目標下では、廃棄物量の削減以外に様々な便益があり、温室効果ガスは 5.9%、飢餓リスク人口は 4.7% 低下した。

abstract

英文の abstract

Food waste and loss reduction is set as one of the Sustainable Development Goals (SDGs) which we need to tackle globally. Food waste reduction itself is meaningful for waste reduction, and furthermore it can change the social, economic and environmental situation. However, there are no studies that are assessed within the context of SDGs. In this study, here we show that global multi-cobenefit of food waste reduction to the societal, economic and

environmental aspects by using an integrated assessment model (AIM/CGE; Asia-Pacific Integrated Model / Computable General Equilibrium). We assessed greenhouse gas (GHG) emissions, land-use change, and the number of population at risk of hunger. We find that the food reduction goal in SDG halving the food waste generated by consumption would bring multi-facet benefit to the society and environment and lead 5.9% and 4.7% reduction in GHG emissions and number of population at risk of hunger. Meanwhile, we also found that these side effects are limited to achieve individual goals (e.g. zero hunger) which would imply that food waste reduction should be interpreted as one of the countermeasures that society should tackle with.

研究内容

1. 背景・目的

現在世界で年間約13億トンの食料が廃棄されており、これは消費量のおよそ1/3に相当する(FAO 2011c)。対象のものが生産されてから消費されるまでに排出した温室効果ガスが環境へ与える負荷を二酸化炭素換算した指標、いわゆるカーボンフットプリントを用いると、世界の食料廃棄は二酸化炭素44億トン相当となる(FAO 2014)。

Sustainable Development Goals (SDGs)は世界全体で経済、社会そして環境の調和のとれた持続可能な開発を達成するための目標群であり、そのうちのSDG12は2030年までに小売・消費段階における一人当たりの食料廃棄量を半減させ、食料サプライチェーン全体の食料廃棄を削減することを目標の1つとして掲げている。食料廃棄は国際的に大きな問題であり、世界的に削減しようという取り組みがなされている。食料廃棄が削減されれば食料サプライチェーン全体での温室効果ガス排出や資源損失が減少すると考えられる。

そこで本研究では食料廃棄量の将来推計を行い、SDG12を達成することで削減される世界全体の食料廃棄量、その際に温室効果ガス排出量や水資源消費量、農地面積、森林面積、飢餓人口、食料価格がどれだけ変化するか明らかにする。

2. 手法

(1) 全体の概要

本研究では社会経済状況の異なる想定について、食料廃棄物削減が行われないなりゆき

シナリオ（以下、ベースラインシナリオ）とSDG12達成により食料廃棄量が削減される想定シナリオ（以下、食料廃棄削減シナリオ）を作成し、それぞれについて食料廃棄量および温室効果ガス排出量を経済モデルのAIM/CGE（Asian-Pacific Integrated Model/Computable General Equilibrium,）モデルで推計した。対象期間は2005年を基準として2030年まで、対象地域は世界全体とした。使用した経済モデルは応用一般均衡モデルのAIM/CGEモデルで、それに食料廃棄量を計算するモジュールを加えた。計算に必要な地域別の食料廃棄率のデータはFAO(2011b)のものを、SDG12達成のための食料廃棄率の削減率はFAO(2015)のものをを用いた。

(2) シナリオの作成

社会経済のあり方によって温室効果ガス排出状況や食料消費の様子は大きく左右されると考えられる。そのため、異なる社会経済状況を想定するために本研究では社会経済シナリオ(Shared Socioeconomic Pathways, SSPs)を用い、そのうち代表的なSSP1,2,3を用いた。SSP1は緩和策、適応策ともに容易な持続可能なシナリオであり、SSP3はそれと対照的に緩和策も適応策も導入が困難であり、SSP2はこの2つの中庸のシナリオである。

これらの3つのシナリオに対してそれぞれ食料廃棄物削減を行うケースと現状の廃棄率が継続するケースをそれぞれ定量化する。

(3) 食料廃棄率のデータ

本研究で食料廃棄量を計算するために導入したFAO(2011b)⁷⁾のデータは、食料の種類別、地域別かつ食品サプライチェーンの段階別のものである。食料の種類は穀類、根菜類、油種子・豆類、果物・野菜類、肉類、海産物及び生乳の7種類で、AIM/CGEモデル内の品目に対応させた。地域はAIM/CGEモデル内の地域区分に対応させた。食品サプライチェーンの段階は、生産段階、収穫・貯蔵段階、加工段階、流通段階及び消費段階の5段階である。

将来の食料廃棄量の削減率に関しては、FAO(2015)の、SDG12が掲げる2030年までに小売・消費段階における一人当たりの食料廃棄量を半減させ、食料サプライチェーン全体の食料廃棄量を削減する目標を達成するための食料廃棄削減率の仮定を用いた。

3. 結果

(1) 世界全体の食料廃棄量の推移

ベースラインシナリオ及び食料廃棄削減シナリオのSSP別の2030年までの食料廃棄量の推計結果を図1に示す。ベースラインシナリオと食料廃棄削減シナリオで食料廃棄量は大きく異なる推移を示した。現状はおよそ1500Mtの食料廃棄物が発生しているが、2030年

頃までベースラインシナリオでは継続的に増加傾向にあり、2030年においては2000Mtを超える程度となった。この増加は主として人口増加（約80億人）と堅調な経済成長に起因する。一方、食料廃棄削減シナリオでは大きく異なる傾向を示し、およそ1400Mtとなり、継続的に減少傾向となった。社会経済シナリオはSSP1-3はいずれにおいても類似の傾向を示した。

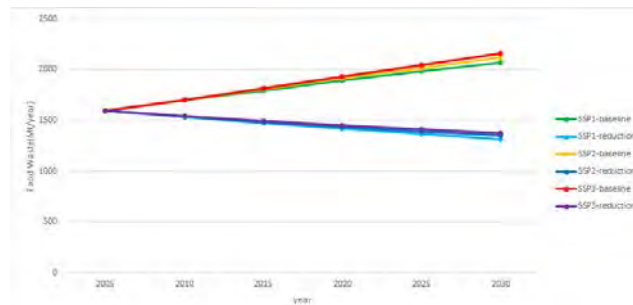


図1 シナリオ別食料廃棄量推計結果

次に、図2に2030年のSSP2でのシナリオ別の途上国と先進国の食料廃棄量の食料サプライチェーンの各段階の内訳を示す。途上国では生産段階と収穫・貯蔵段階で廃棄量が多く、先進国では消費段階での廃棄量が比較的多い。これはFAOの現状に関する分析を行った報告書(FAO 2011b)でも言及されているが、途上国では生産や流通管理が行き届いておらず、先進国では食料を無駄に消費段階で廃棄している傾向が将来にわたっても継続すると考えられる。

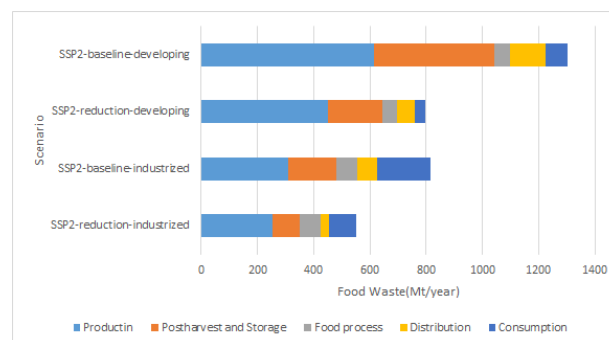


図2 SSP2のシナリオ別地域別食料廃棄量推計結果の段階別内訳(2030年)

(2) 食料廃棄物削減による副次的効果

次に、温室効果ガス排出量（農業由来の CH_4 、 N_2O 、 CO_2 ）、灌漑用水消費量、農地面積、森林面積、食料価格および飢餓人口の2030年におけるベースラインシナリオと食料廃棄削減シナリオの差異を図3に示す。ベースラインシナリオを基準とし、食料廃棄削減シナリオによって変化した割合を示している。食料廃棄削減シナリオでは全ての要素についてベースラインシナリオ比べて見られた。食品廃棄物を削減した結果、農業生産量が減少

し、GHG排出量、水消費量、農地面積が減少し、森林面積が増加した。食料の需給ひっ迫が緩和され、食料価格が低下し、その結果、飢餓人口が減少していることがわかる。

食料廃棄削減シナリオにおいて、1人当たりの食料需要は1日2827kcalから2818kcalとほぼ変わらなかったが、食料廃棄量は年間760Mt、農業生産量は年間320Mt減少したため、余剰な食料廃棄が抑制され、生産量を減らしても賄えるようになったと考えられる。また、農地面積が70Mha減少するのは、農業生産量の減少、林面積が90Mha増加するのは、農地の一部が森林になったこと、および農地に転換されるはずだった森林がそのまま森林であるためだと考えられる。また、水資源消費量は年間140km³減少し、そのほとんどが灌漑部門によるものなので、農業生産量減少によるものだと考えられる。食料価格が減少し、飢餓人口が9000万人減少したことから、途上国でも食料が流通するようになったのだと考えられる。ここでは示さないが、以上の傾向はSSP1、SSP3においても確認された。

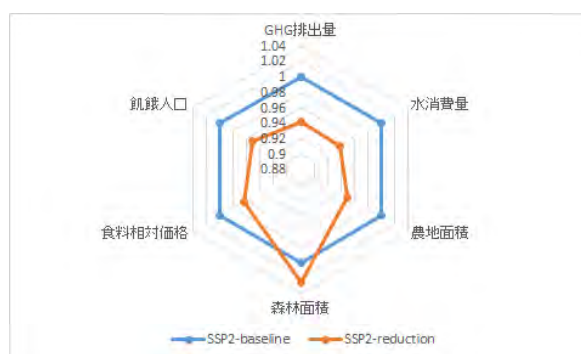


図3 SSP2の食料廃棄削減シナリオによる各要素の変化率(2030年)

4. 考察

AIM/CGEモデルによる日本の2015年の食料廃棄量の推計値は2182万トンであり、環境省が公表している食料廃棄量の推計値2842万トンとは誤差があるが、これはAIM/CGEモデルが世界全体を対象としたモデルであることによる精度の違いによるものであり、今回の推計においては問題ない範囲の精度差であると考えられる。

どのSSPsにおいても食料廃棄削減シナリオによって約36%の廃棄量の削減が推計されたことから、食料廃棄物の発生量は人口やGDP、食料の指向といった社会経済の想定よりも食料廃棄物の削減施策自体に強く依存することがわかる。これは長期的にはその限りではない可能性があるが、少なくともSDGsの目標年とされている比較的短期の2030年については言えることである。

食料廃棄物削減による副次的効果についてみると、環境や社会的な指標であるGHG、水資源や飢餓人口などの削減率は極めて限定的であり、多くて10%程度である。これはそも

そも食料廃棄物が食料生産の1/3程度であり、この1/3を半減したとしても食料生産全体に与える影響は20%以下となり、効果が限られている。しかし、一つ一つの細かな対策の積み重ねで社会や環境は改善していくと捉えれば、仮に食料廃棄物削減の貢献分が小さかったとしても、有力な対策の一つとして位置付けてもよいのではないかと考えられる。

5. 結論

本研究では、SDGsで掲げられている食料廃棄物削減目標が達成された際の社会・経済・環境影響評価を行った。その結果、SDGsで掲げられている他の目標にとっても副次的便益があることが明らかとなった。具体的には、飢餓リスク人口の低下、GHG排出量の低減、水利用の低下などである。一方、それらの副次的便益の量は飢餓撲滅等のSDGが掲げている個別と比べると効果は限定的であることから、食料廃棄物削減策は様々な対策パッケージの中の一つとして捉えられるべきであると考えられる。

引用文献

- 1) FAO. 2011a. “Energy-Smart Food for People and Climate.” Food and Agriculture Organization of the United Nations 66.
- 2) FAO. 2011c. “The Role of Producer Organizations in Reducing Food Loss and Waste.” 1–6.
- 3) FAO. 2014. Food Wastage Footprint: Full-Cost Accounting, Final Report.
- 4) FAO. 2011b. GLOBAL FOOD LOSSES AND FOOD WASTE.
- 5) FAO. 2015. “Food Wastage Footprint & Climate Change.” (1):1–4. Retrieved (<http://www.fao.org/3/a-bb144e.pdf>).

本助成に関わる成果物

[論文発表]

櫛部航、藤森真一郎、長谷川知子、世界の食料廃棄物削減による副次的影響分析，環境衛生工学研究 Vol.33, No.3, 121–123

櫛部航、藤森真一郎、長谷川知子，食料廃棄物削減目標を達成することによる社会・経済・環境への副次的影響，土木学会論文集 G（環境）Vol.75, No.5, I_233–I_238

[口頭発表]

櫛部航、藤森真一郎、長谷川知子，世界の食料廃棄物削減による副次的影響分析，京都大学環境衛生工学研究会第41回シンポジウム，2019年7月26日–27日，京都

櫛部航、藤森真一郎、長谷川知子，食料廃棄物削減目標を達成することによる社会・経済・環境への副次的影響，第27回地球環境シンポジウム，2019年8月27日–29日，富山