

食料生産～消費過程における窒素利用効率と環境への窒素負荷—消費者影響の重要性と活用方向—

VI-1

日本における窒素フットプリントの特徴

消費者一人当たりの窒素負荷指標

○柴田英昭（北海道大学）・種田あずさ（横浜国立大学，（現）理化学研究所）

1. はじめに

窒素は生物の必須養分である一方、環境中に過剰な窒素が放出されると土壌、水、大気、生態系の汚染につながる事が知られている。人間による食料やエネルギーの消費に伴って環境中に放出される反応性窒素（ N_2 ガスを除くすべての窒素化合物）の量を推定するために窒素フットプリント（Nitrogen footprint）という指標が開発され、国内外でさまざまなレベル（国、流域、大学・研究所など）での評価や解析が進んできた。ここでは、日本における窒素フットプリントの研究状況に基づき、その特徴や消費者一人あたりの環境への窒素負荷、消費者の果たす役割について述べる。

2. 窒素フットプリントとは？

例えば消費者が牛肉を食べることを考えると、肉牛の餌となる飼料作物を育てるために畑に窒素肥料が施与される。その一部は作物に吸収されるが、一部は利用されずに環境中に放出される。同様に、作物が収穫され、肉牛に施与され、最終的に牛肉として人の口に入るまでも多くの窒素が利用されず、環境中へ放出されることになる。牛肉を食べた後の人からの排せつ物に含まれる窒素も一部は下水処理場で N_2 ガスとして除去されるが、一部は残存して環境中へと放出される。

このように生産から加工、流通、消費に至るまでのすべての環境中への反応性窒素の放出量を「窒素フットプリント」としている。食料消費以外にも、家庭における電気やガスの消費、交通利用に伴うエネルギー消費、さまざまな生活物資やサービスの消費に伴うエネルギー利用も同様に環境中へ反応性窒素を放出するので窒素フットプリントとしてカウントされる。

3. 日本の窒素フットプリント

Oita et al. (2016a) は世界の貿易取引や各種統計データと産業連関分析法を用いた国内外の窒素フローに基づき、日本の消費者一人あたりの窒素フットプリントを 39.8 kg N/人/年 と推計している。また、その窒素フットプリントの約 48% が水圏へと溶脱する反応性窒素であり、次いで窒素酸化物 (NO_x)、アンモニア (NH_3)、亜酸化窒素 (N_2O) として大気へ放出されている。

Shibata et al. (2014) は N-Calculator と呼ばれる方

法を用いて日本における食料需給表やエネルギー消費等の統計データに基づき、食料や飼料の輸入の影響も考慮に入れた窒素フットプリントを求め (28.1 kg N/人/年)、そのうち 78% が食料生産の過程で生じていることを示した。また、日本は食料自給率が低いため、窒素フットプリントは輸入の影響を強く受けている。つまり、日本での食料消費に伴って生じる多くの反応性窒素が、その食料が生産された輸入国の環境中へ放出されていることになり、日本の果たす責任は大きい。

4. 海外との比較・消費者の役割

食料生産過程が窒素フットプリントの大半を占める傾向は、日本以外の諸外国でも広く認められている (Shibata et al. 2017)。米国やオーストラリアはエネルギー消費が多いため日本よりも窒素フットプリントはやや高く、ヨーロッパ諸国では下水処理効率が高いため日本よりも窒素フットプリントが低い傾向にあった (Shibata et al. 2017)。

窒素フットプリントは消費する食料の種類によっても大きく異なる (Shibata et al. 2014; Oita et al. 2016b)。大まかにいうと、肉 ≧ 魚 (養殖) > 野菜 ≧ 穀物の順に食品タンパク質量あたりの窒素フットプリントが異なる傾向がある。そのため、消費者による消費行動・食品選択の変化により、窒素フットプリントを低減することを通じて、環境中への窒素汚染を大きく減らすことにつながる事が期待されている。

参考文献：

- Oita et al. (2016a) Substantial nitrogen pollution embedded in international trade. *Nature Geosci* 9:111–115
- Oita et al. (2016b) An improved methodology for calculating the nitrogen footprint of seafood. *Ecol Indicators* 60:1091–1103
- Shibata et al. (2014) First approach to the Japanese nitrogen footprint model to predict the loss of nitrogen to the environment. *Environ Res Lett* 9: 115013
- Shibata et al. (2017) Nitrogen footprints: Regional realities and options to reduce nitrogen loss to the environment. *Ambio* 46:129–142