

# 産業用途に着目した反応性窒素フロー解析

松八重一代

東北大学大学院環境科学研究科

## 1. 緒言

2050年には90億人を超えると予想される世界人口を支える食糧生産とバイオエタノール等生産に向けたエネルギー作物栽培量の急増を背景として、中長期的に農作物需要の増大が予想されている。これらを支える農業栄養塩類の需要も同時に急増することが見込まれ、その資源供給に目を向けると地政学的リスクや鉱石の品質低下等の問題があることが指摘されている<sup>1-2)</sup>。農業用栄養塩類のうち、窒素については主にアンモニア由来の製品が社会経済で用いられているが、ハーバーボッシュ法によるアンモニア生産は高温高压化で行われ、エネルギー負荷の大きいプロセスであると同時に事故リスクが大きいことが知られている。肥料用途のみならず多様な窒素を含む製品利用によって生み出される環境負荷排出が水・土・大気圏のいずれにおいても富栄養化、大気汚染、生物多様性影響を引き起こす可能性を持つことから、その適正な利用と管理が強く求められている<sup>3)</sup>。

本研究では日本の窒素フローについて、産業用途に着目して解析を行い、産業連関モデルに基づく解析により、サプライチェーンを通じた経済活動単位あたりのアンモニア起因の窒素酸化物需要の推計を行った。

## 2. 方法

### 2.1 マテリアルフロー分析

本研究において、日本国内の生産・消費活動を、食料分野・化学産業分野・家計・環境の4つに分類し、日本国内経済圏を対象としてアンモニア起因の反応性窒素のマテリアルフロー解析を行った。化学産業の窒素フローについて、インプットとして国内生産アンモニア、輸入アンモニア、輸入窒素化合物、製鉄所からの副生産物（硫酸アンモニウム）を、アウトプットとして工業用NH<sub>3</sub>-Nと肥料を考慮した。

### 2.2 栄養塩類拡張産業連関分析

栄養塩拡張産業連関分析(Nutrient extended Input output analysis: NutriIO)<sup>5)</sup>は、産業連関分析をベースに、サプライチェーンに基づく栄養塩（窒素、リンなど）のフローを定量化するものであり、日本における工業産業や食品産業の最終需要がけん引する反応性窒素に着目した分析を行った。

## 3. 結果・考察

マテリアルフロー分析の結果、工業用途や環境保全用途のNH<sub>3</sub>-N量は623kt-N（2015年）であり

(Fig.1)、化学産業全体におけるシェアは50%以上であった。世界全体のアンモニア生産量のうち工業用途の占める比率として報告されている約20%という値に比べてかなり大きいことが分かった<sup>6)</sup>。

サービス産業に対する最終需要が牽引する反応性窒素需要量に着目すると、医療サービス(132 Gg-N)が最も大きいことが示された。

高齢化が進む社会において、医療サービス部門における最終需要は増加が見込まれており、本結果は今後の日本における反応性窒素需要やその先の反応性窒素の環境排出量増加を示唆するものであった。

## 参考文献

- [1]United Nations, World Population Prospects, 2014 [2]F.O.Licht: World Ethanol Markets The Outlook to 2015, 2006 [3] Rockström et al. Nature, 461(2009)472-475 [4]片桐ら,日本 LCA 学会誌,Vol.14, No.4, pp.319-331 [5] A. Oita et al 2021 Environmental Research Letters, in press <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac2c35> [6] K.Katagiri et al 2021, Under review

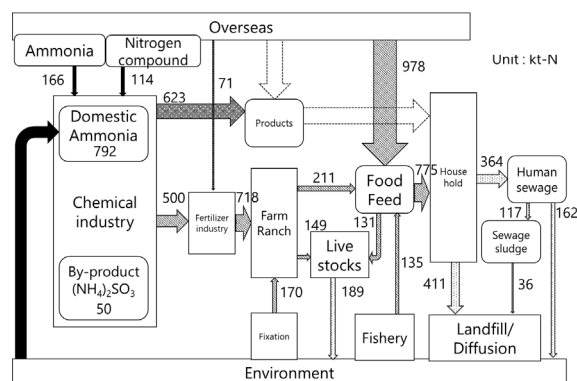


Fig.1. 日本の窒素のマテリアルフロー<sup>4)</sup>

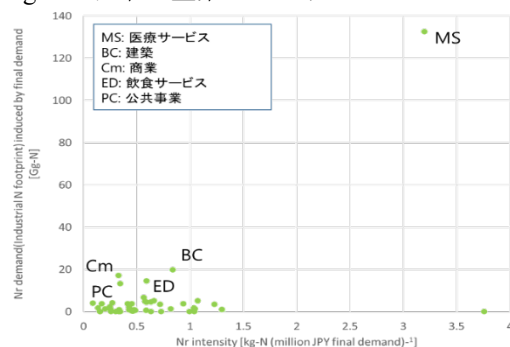


Fig.2 各サービス産業部門におけるNr intensityと反応性窒素需要の関係性<sup>6)</sup>