

# 食料生産・消費拡大がもたらす 東・東南アジアの水質変動の予測

物質循環研究領域 新藤 純子

## はじめに

東・東南アジアでは、最近の40年間に人口が2倍に増加し、また近年の経済発展により食料需要が増大しています。この間、窒素肥料の使用量が20倍に増加し、これによって人口増加率を上回る作物生産量の増加が実現しました。しかし、窒素肥料の多用は、一部の地域において深刻な地下水の硝酸汚染、河川・湖沼の富栄養化の原因となっており、食料の需給は、東・東南アジアにおける現在及び今後の環境を考える上で重要な要素であると考えられます。本研究では、国際連合食糧農業機関（FAO）などの農業に関する統計データに基づいて、各国の窒素負荷量とそれによる水質汚染を窒素フローモデルに基づいて推定し、また、将来の食物需要に関する簡易な予測モデルを作成して、この地域の将来の窒素負荷の変化を試算しました。

## 食料生産・消費に関わる窒素負荷量の変化と水質影響

図1に窒素フローモデルの概略を示しました。ある国・地域の陸域への食料需給に関わる外界からのインプットは、窒素肥料の投入、窒素固定（農地、牧草地）、海産物の供給、および作物と畜産品の正味の輸入であり、これらは最終的には環境中へ排出されます。ここでは、農地からの流出、家畜からの排出、人からの排出に分けて見積もりま

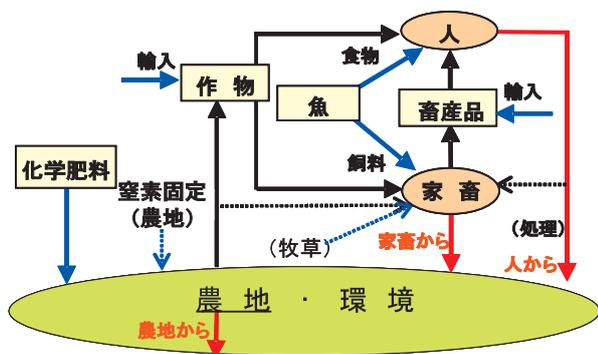


図1 食料生産・消費に関わる窒素フロー

した。東・東南アジアにおいて環境への窒素負荷（＝外界からのインプット）はこの40年間に著しい増加を示しています（図2）。1970年代半ばから化学肥料の使用量が急激に増加し、農地からの流出が増加しました。また家畜からの排出増加も顕著です。

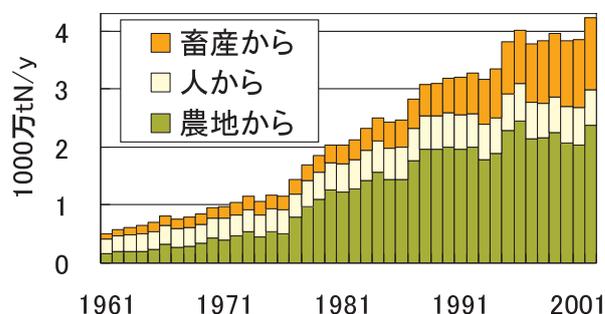


図2 東・東南アジアの環境への窒素負荷の変化

国ごと及び中国の省ごとの窒素負荷から、土地利用分布や人口分布に基づいて窒素負荷の空間分布を求め、更に土壌、地下水中の脱窒などを考慮して地下水、河川水中の濃度分布を求めました。この結果、1980年頃から中国東部（華北平原）や東北部を中心に地下水中の窒素濃度が世界保健機関（WHO）の硝酸態・亜硝酸態窒素に関する飲料水基準（11.3 mgN/L）を超える地域が表れ、2000年には基準を大きく超える地域が広範囲に広がっていると推定されました（図3(a)）。なお、日本や韓国の一部では1960年代から既に高濃度で、その後2000年までほとんど変化がありません。東・東南アジア各地において行った水質調査により得られた地域平均濃度は、図3(a)と比較的良好に対応していました。

## 将来の食料生産・消費による窒素負荷の予測

食料生産・消費は人口の変化に加えて経済的な変化に大きく支配されています。東・東南アジアの多くの国において、一人当たりの肉消費量は一

人当たりの国内総生産（GPP）の増加に伴って増加し、一方米の消費はGDPの増加と共に減少の傾向を示しました。これらの傾向に基づいて、国ごと、食料の種類ごとに一人当たりの消費量をGDPから推定する式を作成し、更に2020年までの人口の増加（国連による推計：東・東南アジア全体では2020年に2002年の1.08～1.12倍（低位～中位推計））、及びGDP成長（経済協力開発機構（OECD）

による地域別の平均成長率予測値に基づいて推計：同1.90～2.47倍）に基づいて、2020年までの窒素フローを見積もりました。2020年には、畜産品の消費量が窒素換算で2002年の1.36～1.45倍、飼料用作物も含んだ作物生産量が1.35～1.46倍、必要な窒素肥料は1.41～1.61倍に増加すると推定され、深刻な汚染の地域が更に広範囲に拡大すると予測されました（図3(b)）。

### おわりに

東・東南アジアにおける急激な経済発展は、食生活の変化、特に肉の消費の急増を招いています。肉の生産にはその数倍から十数倍の飼料作物が必要とされ、その生産のために多量の化学肥料が使用され、中国東部などで既に水質汚染が深刻であろうことが示されました。現在の傾向が続くと2020年には水質汚染が更に深刻化、広域化すると予測されましたが、将来の窒素負荷は、各国の作物生産や畜産における窒素利用効率の改善や、食料貿易の動向によって変化すると考えられます。

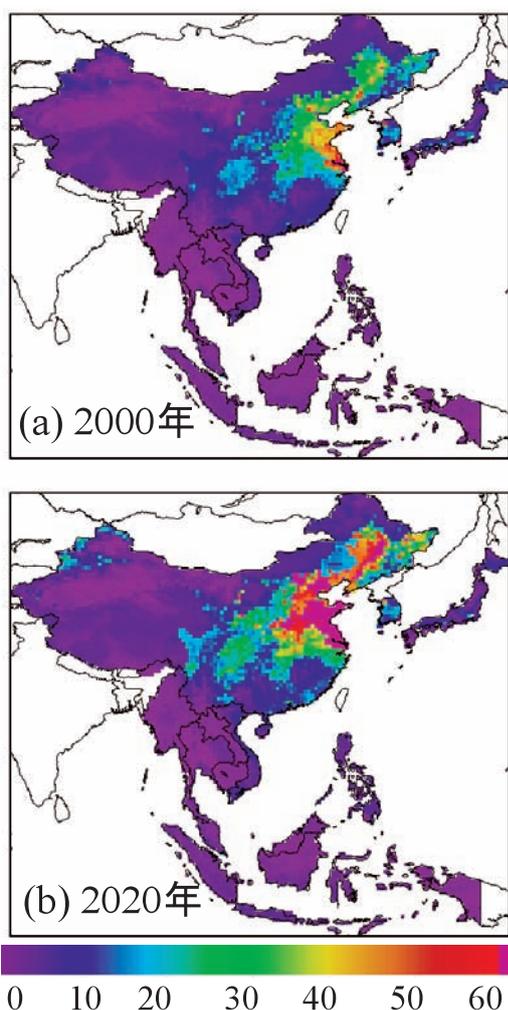


図3 地下水中窒素濃度分布の(a)2000年の推定および(b)2020年の予測結果(mgN/L)

(自然の窒素固定と窒素酸化物の寄与も考慮している)