

伊勢湾流域における施肥に伴う窒素・リンの流出に関する一考察

国土交通省 国土技術政策総合研究所 正会員 ○菊池 佐智子, 藤田 光一, 望月 貴文

1. はじめに

水田地帯以外の農村地域では、水質の硝酸汚染問題が深刻化している¹⁾。欧米では農地から流亡したリン酸が水系を富栄養化させており、リン酸施用が世界1位の日本においても、次の段階の問題として考慮しておく必要がある。本稿では、閉鎖性水域の伊勢湾流域を対象に、1950年から2000年までの排出汚濁負荷量と農地系面源負荷の傾向を把握し、環境共生型環境管理技術の研究開発を進めている辻本ら(2006)²⁾の議論に有用な資料となるよう考察を行った。

2. GIS データベースの整備と負荷量の算出

(1) GIS データベースの概要

対象とした伊勢湾流域(長野県の一部, 愛知県, 岐阜県, 三重県)に共通したデータ整備と国勢調査等の全国的データとの整合性を有する国土数値情報と、各種関係部局が作成した年鑑や統計書, 報告書を収集してGISデータベースを整備した³⁾。

(2) 排出汚濁負荷量の算出方法

生活系, 工業系, 畜産系, 森林系, 農地系, 市街地系の汚濁負荷量は「原単位法」を用いて推定した³⁾。

(3) 施肥量と投入量の算出方法

「農林省統計表(農林省作成)」の「化学肥料月別出荷実績」を施肥量とした。投入量は、施肥量に農産物の施肥基準⁴⁾に記された窒素肥料5種, リン酸肥料2種, 複合肥料3種の含有成分(%)に乗じて、算出した(表-1 参照)。

表-1 肥料の種類と含有成分(%)⁴⁾

肥料の種類	窒素(N)	リン酸(P ₂ O ₅)	その他
硫酸アンモニウム	20.5		
塩化アンモニウム	25		
硝酸アンモニウム	33		
尿素	46		
石灰窒素	21		アルカリ分 50
過リン酸石灰	31.5		石こう 60
焼成リン肥	20		アルカリ分 50
高濃化成	13	10	カリ(K ₂ O) 12
普通化成	9	7	カリ(K ₂ O) 8
NPK化成	15	1	カリ(K ₂ O) 15

3. 窒素, リンの流入・流出量からみた環境変質の分析結果

(1) 伊勢湾流域の排出汚濁負荷量の傾向

図-1 において、生活系負荷とは、上から6項目の単独浄化槽・合併浄化槽・自家処理・計画処理(汲み取り)・

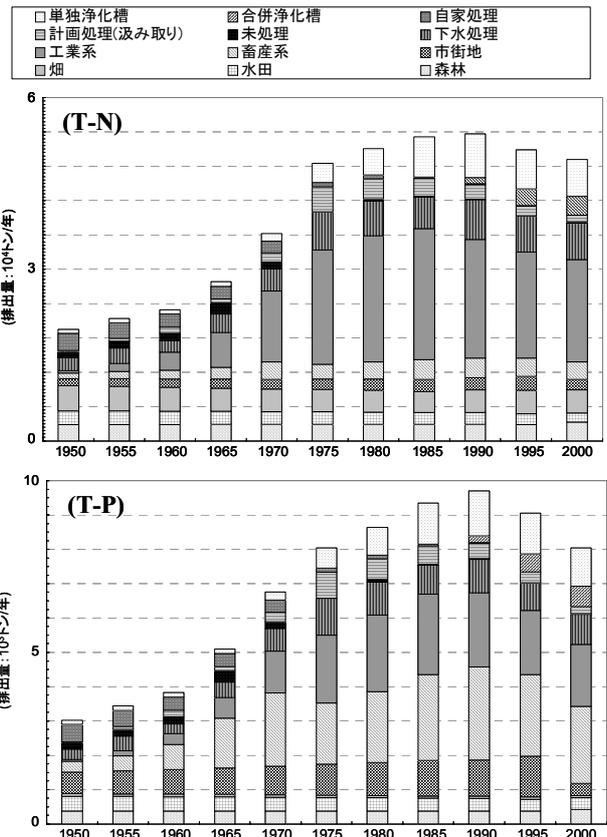


図-1 処理形態別にみた排出汚濁負荷量の変遷³⁾

未処理・下水処理を合計したものである。分析に使用した各種統計データは、整備規模や時代背景, 分類基準等に違いを有することから、図-1の結果は、伊勢湾流域の全体的な傾向把握に役立てるのが適当と判断した。その結果、データを収集した1950年から2000年の50年間において、T-Nでは工業系負荷と生活系負荷(図-1上), T-Pでは市街地系面源負荷, 畜産系負荷, 工業系負荷, 生活系負荷(図-1下)の増加が顕著であった。この傾向は、高度経済成長期から現在を対象とした既往研究^{5,6,7)}と比べても、大きな違いはなく、伊勢湾流域における排出汚濁負荷量の有意な増加とみなした³⁾。水田・畑の農地系負荷量の増加は、T-N, T-Pとも小さいことから、土壌に投入された窒素およびリン酸は(1)作物吸収, (2)土壌保持の2つの原因が考えられた。そこで、水田・畑への窒素およびリン酸の投入量(施肥量に表-1に示した含有成分を乗じた値)と排出量(図-1に示した水田および畑からの面源負荷)を比較し、当流域における肥料の投入と流亡の関係を検討した(図-2 参照)。

キーワード 伊勢湾流域, 化学肥料, 窒素(N), リン(P), 生態系サービス

連絡先 〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地 環境研究部河川環境研究室 TEL 029-864-2587

(2) 水田・畑への投入量と排出量の比較

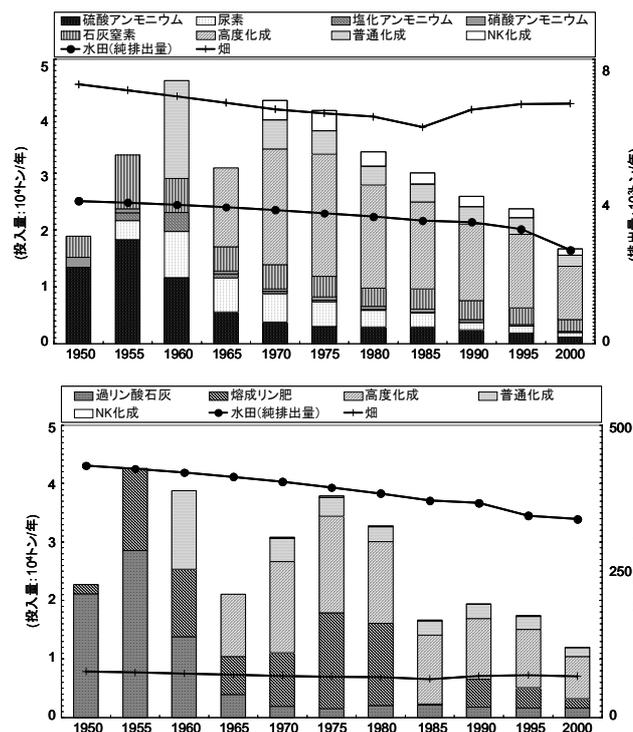


図-2 投入量と流出量の関係 (上: T-N, 下: T-P)

図-2の棒グラフは、当流域の水田・畑への窒素およびリン酸の投入量を示す。この結果から、投入量は、高度経済成長に伴う国民所得の向上により、1950年から1960年にかけて急激に増加し、窒素は1973年の第一次石油ショックによる化学肥料の高騰で減少する¹⁾傾向が確認できた。窒素、リン酸ともに、投入量と排出量のオーダーが異なることから、土壌のリン酸の難溶化を考慮しても、過剰施肥の状態であり、窒素同様、リン酸においても、水系の汚染問題が懸念される。そこで、1950年から2000年の50年間に施肥された窒素及びリン酸が、土壌中にどの程度保持されているかの傾向を把握するため、既往研究^{1,4)}を参考に、土壌の窒素及びリンの保持量(平均)と作物の吸収量(平均)を用いて、土壌の窒素およびリンの保持量と作物の吸収量、投入量と面源負荷による流出量の関係を把握した(図-3参照)。

(3) 窒素・リンの土壌保持と作物吸収、面源負荷の関係

図-3の折れ線グラフは、窒素・リン酸の入量、棒グラフは下から土壌保持、作物吸収、面源負荷の量を示す。1950年から2000年の50年間において、水田・畑面積に大きな変動がなかった³⁾にもかかわらず、窒素・リン酸の投入量は著しい減少を示した。面積に変動がなかったことから、土壌保持と作物吸収にも変化は見られなかった。一般に、窒素は150~900kg/10a、リン酸は400~1,000kg/10aが土壌に保持されている⁴⁾と言わ

れており、図-3の原単位法により算出した面源負荷が過小評価されていることが示唆された。

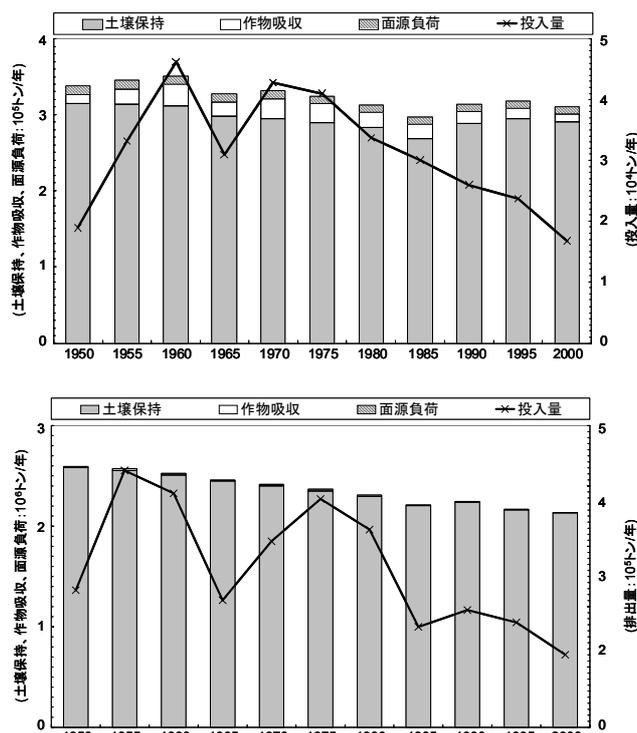


図-3 土壌保持と作物吸収、面源負荷の関係

(上: T-N, 下: T-P)

4. 農業からの物質負荷に関する今後の課題

本稿では、土壌保持、作物吸収、面源負荷と投入量の関係から、水田・畑への過剰施肥の現状を確認した。その結果、窒素・リン酸の土壌保持量が過大評価されていたこと、原単位法による汚濁負荷の予測手法に議論が必要であることが明らかになった。以上から、辻本ら(2006)³⁾に対しては、水田・畑への過剰施肥による土壌に保持された窒素およびリン酸の水系への流出の検討の必要性を示すことができたと考えられる。

参考文献

- 1) 西尾道徳：日本における化学肥料消費の動向と問題点，日本土壌肥料学会雑誌，第73巻，第2号，pp.219-225，2002。
- 2) 辻本哲郎・戸田祐嗣・尾花まき子：「伊勢湾流域圏の自然共生型環境管理技術開発」研究プロジェクトのねらい，河川技術論文集，第13巻，土木学会水工学委員会河川部会，pp.291-296，2007。
- 3) 菊池佐智子・藤田光一・望月貴文：伊勢湾流域1950年-2000年における人間活動と物質負荷に着目した環境変遷の分析，河川技術論文集，第14巻，2008（投稿中）。
- 4) 愛知県：農作物の施肥基準 IV施肥に関する知識，<http://www.maff.go.jp/sehikijun/05toukai/0523aichi/052301sehikijun/05230110sehichisiki.pdf>，(2006年2月更新，2008年1月9日閲覧)。
- 5) 国土交通省中部地方整備局：伊勢湾下水道整備総合計画に関する報告書，1997。
- 6) 伊勢湾再生推進会議：伊勢湾再生行動計画，2007。
- 7) 環境省：平成13年度循環型白書，2001。