

[別紙 2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 田中 淳子

背景および目的

窒素は、農業生産において最も重要な土壌養分である。従来、化学合成肥料は食料の大幅増産に貢献したが、その一方で過剰の窒素が環境中に放出されて、水汚染などの環境問題を生じた。また、化学肥料窒素に依存した農業が、原油価格高騰に脆弱であることも最近の事象が示している。今後、長期的には化石燃料資源の制約が強まる中で、増え続ける食料需要に応えるためには、環境への窒素負荷を減らしつつ農作物の窒素吸収量を増やすことが重要な課題である。申請者は、水稻栽培における窒素の「農業生態的管理」と「慣行的管理」の二つのアプローチについて、化学合成窒素への依存を減らし、農業生態系内の窒素利用効率を高めることで、上記課題解決に資するために、本研究を行った。

農業生態的管理における土壌窒素供給

2010年と2011年の2年間、栃木県下都賀郡野木町所在の農家水田で現地実験を行った。実験には、化学肥料を用いずに稲わらと米ぬかの施用を主体とする農業生態的管理を1999年以来継続してきたAEM-99区、同じ農業生態的管理を2009年から始めたAEM-09区、そして緩効性窒素肥料と牛ふん堆肥を施用する慣行的管理のCNM区の3区を設け、土壌窒素の供給と水稻による窒素の吸収を調べた。調査の結果、農業生態的管理を10年以上継続したAEM-99区では、CNM区に匹敵する十分量の窒素が土壌から供給されるが、農業生態的管理を始めて間もないAEM-09区では窒素供給が不十分であることが分かった。なお、2011年は2010年よりも土壌窒素供給量が50%ほど多く、前年の作柄や気象の年々変動に伴って土壌窒素発現量が大きく変動することも分かった。

水稻の窒素利用効率に及ぼす農業生態的管理の効果

上記と同じ農業生態的管理および慣行的管理を行った水田における、水稻(品種:コシヒカリ)の生育・収量を、圃場での測定と植物サンプリングによって調べた。水稻の生育は、CNM区と比べてAEM-99区では、初期生育が緩慢だが生育後期は葉面積が大きく葉の枯れ上りが少ない、いわゆる「秋まさり」傾向を示した。いっぽう、農業生態的管理を始めて間もないAEM-09区は、初期生育が劣るばかりか後期の生育もCNMとAEM-99区に及ばなかった。収量調査の結果、記録的な猛暑年であった2010年には、どの区でも稔実と登熟の減退が見られたが、AEM-99区では稔実歩合が他の区よりも有意に高かった。その結果、2010年の精モミ収量はAEM-99区がCNM区を上回り、

従って精モミベースの窒素利用効率は AEM-99 区が CNM 区よりも高かった。いっぽう、AEM-09 区は収量が他の区よりも明らかに低かった。2011 年も、AEM-99 区の窒素利用効率が CNM 区よりも高いことは変わらなかったが、その値自体は 2010 年よりも明らかに低く、2011 年に多発した倒伏の影響がうかがわれた。

日本の水稲栽培にみる慣行施肥管理の窒素利用効率向上

統計資料の分析と文献レビューにより、日本の水稲栽培における慣行施肥管理の窒素利用効率 (=玄米収量 kg /施肥窒素 kg)が、1990 年の 50 kg/kg N から、2007 年の 80 kg/kg N へと向上した理由を調べた。その結果、施肥技術の改良、良食味品種への転換、栽培管理の改善による収量損失減少の 3 つが主な要因と考えられた。

西アフリカ ベナンにおける水稲栽培の窒素利用効率

2010 年から 2011 年にかけての乾季に、ベナン国中南部所在の 6 つの小規模灌漑区の総計 59 水田において、水稲への施肥量、収量、土壌の性質などを調べた。その結果、モミ収量は 1.3t/ha から 7.8 t/ha と大きな変異を示し、窒素利用効率(モミ収量 kg/施肥窒素量 kg)は 17 kg/kg N から 191 kg/kg N とさらに大きな変異を示した。収量と施肥窒素量の間には相関が無く、従って施肥以外の要因によって窒素利用効率が低下している場合のあることが推察された。実際にも、虫害や野鼠害、病害などによる減収が、低収量の原因となっていることが確認された。その他の場合にも、砂質土壌や土壌肥沃度の低下が、低収量ひいては低窒素利用効率をもたらしていると考えられた。

以上の研究結果は、水稲栽培において化学窒素肥料に依存しない農業生態的管理により、慣行的管理と遜色ない窒素供給が可能であること、それをアフリカの水稲栽培に生かす可能性があることを示す一方で、土壌窒素発現が年々変動するといった課題も明らかとした。

このように、本論文が水稲栽培の窒素利用効率を向上させるために、農業生態的管理における土壌窒素供給を中心に、実際の圃場で解明したことは、学術上、応用上貢献するところが大きく、よって審査委員一同は本論文が博士(農学)の学位論文として価値あるものと認めた。