

学位論文題名

農村地域における窒素フローに関する研究

－理想的な窒素循環を維持する有機物管理を中心にして－

学位論文内容の要旨

作物の安定多収を維持するために、多量の化学肥料が施用されている。しかしそれは地下水や河川に負荷を起す場合もあることが指摘されている。また高品質な畜産物の高位安定生産のために大量の飼料が家畜に与えられてきたが、排出される家畜糞尿を農地に還元できずに、廃棄せざるを得ない地域も生じ、環境汚染を起している場合も指摘されている。都市部に集中する住民の尿尿・生ゴミなど多量の生活廃棄有機物は処理場に輸送され、処理水は河川に排出されている。農地、家畜、人間系のいずれも、多量な物質が流入しては余剰物質を排出し、環境負荷を生む方向に向かっている。その是正のために、物質循環の観点から、栄養塩を多く含む家畜糞尿や生活廃棄有機物を農地に還元し、化学肥料を減じる方向性が探られている。すなわち低投入・環境保全型農業を構築しようとしている。そのためには、農地、家畜、人間系において、実際にどれだけの有機物資源が生産され利用されているのか、それに伴ってどのように栄養元素が農地、家畜、人間系を巡っているかを、知らねばならない。

本研究は、その物質循環を地域レベルでモデル化し、さまざまな統計資料やアンケート調査資料に基づいて、現在の有機物資源と栄養元素、特に窒素の動態を明らかにすることを目的にしたものである。農地、家畜、人間系間のフローを定量し、系内の収支を求め、農村、山村、都市地域の窒素循環の特徴を明らかにし、当該地域、地域間における適正な有機物管理を考察した。

窒素フローモデルは「農地」－「食料・飼料」－「人・家畜」－「糞尿」－「農地」の循環系を基本としている。この循環系に窒素が入り出す経路を加えてモデルは構築されている。農地系には「施肥」、「堆肥施用」、「降雨」、「窒素固定」による窒素の流入と、「脱窒」、「作物吸収」による窒素の流出がある。この流入が流出を上回ると、窒素は農地に「蓄積」し、ひいては農地から「溶脱」する。作物に吸収された窒素のうち主産物に含まれるものは「出荷」されたり家畜の「飼料」となる。残りの副産物中の窒素は、家畜糞尿とともに「堆肥」に利用されたり「廃棄」される。家畜系には牧草・飼料作物とともに「購入飼料」による窒素が流入する一方で、家畜生産物として「出荷」される。糞尿中の窒素は「堆肥」化されるが一部は「廃棄」される。人間系には「購入食料」による窒素が流入する一方で、生

ゴミや尿尿により窒素は流出する。

これら窒素フローは地域の農林水産統計資料や農業センサス、農家生計費統計、畜産物生産費統計などの統計資料、地力保全基本調査総合成績書や農林水産省による堆肥肥施用のアンケート調査データ、その他50編の文献に基づいて計算された。

本モデルを茨城県内の土地利用形態の異なる平地農村地域である牛久沼流域、山地畜産地域である里美村、都市地域である取手市の3地域に適用し、窒素フローの現状を評価した。その概要は以下のように要約される。

平地農村地域の牛久沼流域は、農地が地域の40%を占め、豚が2頭/ha飼育されている農家人口が総人口の30%を占める地域である。そこでは年間142kg/haの窒素に相当する堆肥化可能な有機物資源が生産されると見積もられたが、その40%は尿尿と生ゴミであり、実際に堆肥として農地に流入する窒素は77kg/haであった。作物吸収により129kg/haの窒素が農地から流出するが、化学肥料は109kg/ha与えられており、結局農地には年間72kg/haの窒素が蓄積し、溶脱する可能性を示していた。廃棄窒素の70%は処分場で除去できずに流出するため、地域からは5.3ppmの窒素濃度をもつ水が河川に流出する可能性を示していた。なお農業用水基準は1ppmとされている。

山地畜産地域の里美村は、林野が地域の90%を占め、農地は5%を占めるに過ぎない。農地の大半が放牧地で牛が2.3頭/ha飼育される農家人口が総人口の74%を占める地域である。生産される有機物資源窒素量は、年間266kg/haと見積もられた。その85%が堆肥化され、187kg/haが農地に還元され、他地域にも堆肥は販売されていた。作物吸収により197kg/haの窒素が農地から流出するが、化学肥料により93kg/haが与えられるため、結局農地には109kg/haの窒素が蓄積される。農地蓄積量は多いものの廃棄量が少ないため、地域からは平均1.5ppmの窒素濃度をもつ水の排出が予測される。

都市地域の取手市は、人口密度が2000人/km、農家人口は総人口の6%を占める地域である。農地面積は地域面積の23%を占め、その73%は水田である。そこでは、年間398kg/haの有機物資源が生産されていた。しかしその84%は尿尿・生ゴミであり堆肥による農地還元窒素量は65kg/haにすぎなかった。植物吸収により108kg/haが農地から流出するが、化学肥料は92kg/ha与えられており、農地には65kg/haの蓄積がある。農地への蓄積量はもっとも少ないが廃棄量が多いため、地域からは7.4ppmの窒素濃度をもつ水の排出が考えられる。

以上の結果から、地域における有機物資源由来の窒素量はいずれも作物吸収量を上回っている。しかしその利用率は山地畜産地域で85%、平地農村地域では50%、都市地域では10%と異なり、その違いが人間系を通る窒素の廃棄によるものであり、その利用率の低さが河川への排出水の窒素濃度を高める原因となることが明らかになった。したがってまず廃棄窒素量を減らし、堆肥化する必要のあることが強く指摘された。次に有機物資源の利用効率が高まると、農地への窒素蓄積量が多くなる。この蓄積を適正なレベルにするために化学肥料の施与量を減じ、裏作の導入により余剰窒素を吸収固定することが指摘された。都市や畜産地域など食料と飼料の購入により外部から多量の窒素が持ち込まれている地域では、その農地は明らかに全量

の窒素を受け入れることができない。この窒素は、農産物輸出国を含む他地域へ販売する必要があることが指摘された。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 波多野 隆 介
副 査 教 授 但 野 利 秋
副 査 教 授 大久保 正 彦

学 位 論 文 題 名

農村地域における窒素フローに関する研究

－理想的な窒素循環を維持する有機物管理を中心にして－

本論文は11章で構成され、図35、表44、引用文献86および付表17と引用資料50を含む総頁数240の和文論文である。別に参考論文11編が添えられている。

現在、先進各国では作物生産、家畜生産、人間生活のいずれもが、多量な物質が流入しては余剰物質を排出し、環境負荷を起こす方向に向かっていることが指摘されている。その是正のために、物質循環の観点から、栄養塩を多く含む家畜糞尿や生活廃棄有機物を農地に還元し、化学肥料を減じる低投入・環境保全型農業の方向性が探られている。そのためには、農地、家畜、人間系において、実際にどれだけの有機物資源が生産され利用されているのか、それに伴ってどのように栄養元素が農地、家畜、人間系を巡っているかを、知らねばならない。

本研究は、その物質循環を地域レベルでモデル化し、さまざまな統計資料や調査資料に基づいて、有機物資源と栄養元素、特に窒素の動態を明らかにすることを目的にしたものである。農地、家畜、人間系間のフローを定量し、系内の収支を求め、農村、山村、都市地域の窒素循環の特徴を明らかにし、当該地域、地域間における適正な有機物管理を考察した。

窒素フローモデルは「農地」－「食料・飼料」－「人・家畜」－「糞尿」－「農地」の循環系を基本としている。この循環系に窒素が出入りする経路を加えてモデルは構築されている。農地系には「施肥」、「堆肥施用」、「降雨」、「窒素固定」による窒素の流入と、「脱窒」、「作物吸収」による窒素の流出がある。この流入が流出を上回ると、窒素は農地に「蓄積」し、農地から「溶脱」する。作物に吸収された窒素のうち主産物に含まれるものは「出荷」されたり家畜の「飼料」となる。残りの副産物中の窒素は、家畜糞尿とともに「堆肥」に利用されたり「廃棄」される。家畜系には牧草・飼料作物とともに「購入飼料」による窒素が流入する一方で、家畜生産物として「出荷」される。糞尿中の窒素は「堆肥」化されるが一部は「廃棄」される。人間系には「購入食料」による窒素が流入する一方で、生ゴミや屎尿として窒素は「廃棄」される。

これらの窒素フローは、地域の農林水産統計資料や農業センサス、農家生計費統計、畜産物生産費統計などの統計資料、地力保全基本調査総合成績書や農林水産省による堆肥肥施用のアンケート調査データ、その他50編の資料に基づいて計算された。

本モデルを茨城県内の土地利用形態の異なる平地農村、山地畜産、都市の3地域に適用し、窒素フローの現状を評価した。その特徴を以下に要約する。

平地農村地域では、年間142kg/haの窒素に相当する堆肥化可能な有機物資源が生産されるが、その40%は尿尿と生ゴミであり、実際に堆肥として農地に流入する窒素は77kg/haであった。作物吸収により129kg/haの窒素が農地から流出するが、化学肥料は109kg/ha与えられており、結局農地には年間72kg/haの窒素が蓄積し、溶脱する可能性を示していた。廃棄窒素の70%は処分場で除去できずに排出されるため、地域からは平均5.3ppmの窒素濃度をもつ水が河川に流出する可能性を示している。なお農業用水基準は1ppmとされている。

山地畜産地域での有機物資源窒素量は、年間266kg/haと見積もられた。その85%が堆肥化され、187kg/haが農地に還元され、他地域にも堆肥は販売されていた。作物吸収により197kg/haの窒素が農地から流出するが、化学肥料により93kg/haが与えられるため、結局農地には109kg/haの窒素が蓄積される。蓄積量が多いが、廃棄量は少なく、地域からは平均1.5ppmの窒素濃度をもつ水の排出が予測される。

都市地域では、年間398kg/haの有機物資源窒素が生産されていた。しかしその84%は尿尿・生ゴミであり、堆肥による農地還元窒素量は65kg/haにすぎなかった。植物吸収により108kg/haが農地から流出するが、化学肥料で92kg/ha与えられており、農地には65kg/haの蓄積がある。3地域のなかでは農地への蓄積量はもっとも少ないが廃棄量が多いため、地域からは平均7.4ppmの窒素濃度をもつ水の排出が予測される。

対象地域における有機物資源由来の窒素量はいずれも作物吸収量を上回っていた。しかしその利用率は山地畜産地域で85%、平地農村地域では50%、都市地域では10%と異なり、その違いは地域の間接系を通る窒素の廃棄により生じていた。そしてその利用率が低下すると、河川への排出水の窒素濃度を高める可能性のあることが明らかになった。したがってまず廃棄窒素量を減らし、堆肥化する必要のあることが強く指摘された。次に有機物資源の利用効率が高まると農地への窒素蓄積量が多くなるが、この蓄積を抑えるには化学肥料の施与量を減らし、裏作の導入により余剰窒素を吸収固定することが指摘された。都市や畜産地域など食料と飼料の購入により外部から多量の窒素が持ち込まれている地域では、その農地は明らかに全量の窒素を受け入れることができない。この窒素は、農産物輸出国を含む他地域へ販売する必要のあることが指摘された。

以上のように本論文は、農村地域における窒素循環を膨大な統計資料と調査資料に基づいてモデル化し、環境保全のための有機物管理に資する定量的基礎データの構築方法を明らかにしたものであり、学術上のみならず、社会的にも大きく貢献するものである。

よって審査員一同は、松本成夫が博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認めた。