

平成 22 年 6 月 15 日現在

研究種目：基盤研究（A）
 研究期間：2007～2009
 課題番号：19201008
 研究課題名（和文）農業活動に由来するアンモニアの発生実態と生態系影響のインパクト解析
 研究課題名（英文） Ammonia emission from agriculture and its environmental impact
 研究代表者
 寶示戸 雅之（HOJITO MASAYUKI）
 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構・畜産草地研究所草地多面的機能研究チーム・
 チーム長
 研究者番号：50355088

研究成果の概要（和文）：<発生> 農業に由来するアンモニア発生量を発生源別にできるだけ正確に見積もり、これを 1km メッシュ地図として示すとともに畑地、水田、草地からの発生量実態を観測した。<実態> 国内 27 地点の大気中アンモニア、アンモニウム塩濃度を観測するとともに、栃木県の集約酪農地帯において湿性沈着、乾性沈着を観測し、地域内発生量からみた「大気を介した窒素循環」の実態を推定した。<影響> 北海道標津川流域を対象として河川水の濃度と投入窒素量の解析から、流域に投入された窒素の一部は河川へ流出するものの残りは硝酸態窒素となり、脱窒を介して河川への炭酸イオンを増加させることを推定した。

研究成果の概要（英文）：<Emission> The amount of ammonia emission from agriculture was estimated by each sector and shown in km-mesh map. Ammonia flux on arable, paddy and grassland was observed. <Actual situation> Atmospheric ammonia and ammonium concentration was monitored at 27 sites in Japan. Dry and wet deposition was measured in an intensive dairy region in Tochigi prefecture, and showed N flow through ammonia in the region. <Influence> By analyzing river water N concentration and N input in the Shibetsu basin in Hokkaido, it was suggested that a part of N imported into the basin exported through river N but remained N oxidized to NO_3 , which accelerate the increasing HCO_3 concentration in the river through denitrification process.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	18,100,000	5,430,000	23,530,000
2008 年度	7,700,000	2,310,000	10,010,000
2009 年度	7,100,000	2,130,000	9,230,000
総計	32,900,000	9,870,000	42,770,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学

キーワード：陸圏、水圏、大気圏影響評価、家畜ふん尿

1. 研究開始当初の背景

近年、関東北部の畜産地帯における窒素沈着量が周辺地域より明らかに高まり、大気中アンモニア（ NH_3 ）濃度にも明瞭な地域間差が認められ、し

かも濃度絶対値は欧米の値に匹敵するとの報告がなされた。これは、わが国のアンモニア問題がすでに局所的に深刻な影響を与えるレベルになっているとともに、生態系に対する広範かつ深刻な影響

を与える危険性を示唆する。農業活動は人為起源の8割、全体の6割を占める主要なNH₃発生源である。しかも、わが国の面積あたり家畜ふん尿窒素量はきわめて大きい。

大気を介したNH_x負荷の影響予測および対策評価のために、現在および将来のNH₃発生量およびNH_x沈着量は極めて重要な基礎情報である。しかし、既往のNH₃発生量インベントリは、欧米の事例や限られた実験により得られた発生係数に基づくもので、地域の農業の特徴を反映した発生係数は得られていない。また、NH_x沈着量についても、ガス状のNH₃や粒子状のNH₄⁺の乾性沈着量の定量的な情報はきわめて乏しい。さらにアンモニア負荷が生態系に及ぼす影響に関する情報はわが国ではきわめて少ない。

2. 研究の目的

本課題では東アジア域におけるアンモニア発生量・沈着量を明らかにする手がかりとして、日本における実態を把握し、さらに生態系影響を評価するために以下のことを実施する。

(1)アンモニア発生実態を、主たる発生源である畜産系を中心に独自の発生係数に基づき集落レベルで求め、わが国全体の発生量を見積もるとともにメッシュ地図に展開する。さらに主要な発生経路である耕地からのアンモニア発生量を水田、畑地および草地におけるフラックス観測により求める。

(2)わが国全体のアンモニア、アンモニウム塩の大気濃度および沈着量の広域分布を把握する。一方で集約的畜産地帯における家畜ふん尿窒素の大気を介した循環量を明らかにする。

(3)モデル畜産地域において農地隣接河畔林の窒素沈着量を測定し、生態系内の窒素循環を解析して人為的なアンモニア負荷の影響を評価する。さらに窒素の硝酸化に伴う酸性化と脱窒に伴うアルカリ化を土壌と河川水にあてはめ、生態系影響を評価する。

3. 研究の方法

(1) 農業系発生量の実態解析

①アンモニア発生量推定

家畜ふん尿の発生量の推定：ふん尿の発生量ができるだけ高い空間解像度で推定するために、市町村単位の牛乳生産量、自給飼料生産量等の統計資料を収集した。ふん尿処理方法：農水省が実施した「環境保全型農業調査」の結果を、畜種・ふん尿処理法別発生係数の区分に対応した12区分に再編集し、各区分の割合を都道府県ごとに算出し

た。

家畜飼養頭数と耕地面積：畜種別の飼養頭数および作目別の耕地面積を神山らの方法を用いて1995年農業センサスデータから推定し、1kmメッシュ単位のデータを作成した。1kmメッシュ単位のアンモニア発生量の推定：NH₃発生量は畜産系と耕地系に分けて推定を行った。畜産系の発生量は各メッシュにおいてふん尿発生量を推定し、これに都道府県別ふん尿処理法別割合とそれに対応する発生係数を乗じることで推定した。一方、耕地系は水田、畑（草地を除く、樹園地を含む）、草地について各耕地面積に窒素施肥量と発生係数を乗じることで推定した。既存情報の収集と実測：国内外の既往研究に関する文献等から、畜舎およびふん尿処理における畜種、飼養形態、ふん尿処理方式（堆肥化、スラリー貯留、汚水浄化等）および地域等の条件別のアンモニア発生量の情報を整理した。典型的な畜舎におけるアンモニア発生量を実測した。アンモニア濃度の測定はマルチガスモニタおよびマルチガスサンプラを用いて畜舎内数点において行った。得られたエミッションデータを上記文献データに組み込み、わが国における家畜生産からのアンモニア発生係数を求めた。

②耕地におけるアンモニア発生実態

水田および畑を対象として施肥に伴うNH₃発生フラックスを測定した。水田においては2回、畑においては5回の測定を実施した。また、営農水田を対象に週単位で連続的にNH₃交換フラックスを測定した。さらに、農耕地からのNH₃発生に関する既往文献を可能な限り収集して、農耕地のタイプ、土壌の種類、肥料、施肥方法、および施肥量などの附帯情報とともにNH₃揮散率のデータを整理した。

(2) 窒素沈着の実態解析

①窒素沈着広域モニタリング

5自治体1大学において、種々の地点を選択して、フィルターパック法による1週間単位のNH₃、NH₄⁺の測定、パッシブサンプラー法による2週間単位の測定を実施した。NH₃濃度測定は小川商会製のパッシブサンプラー法（PS法）、NH₄⁺濃度はNILU製4段ホルダーによるフィルターパック法（FP法）を併用して実施し、NH₃、NH₄⁺濃度を評価した。

②畜産起源アンモニアの大気を介した地域内循環量の推定

栃木県北部の集約酪農地帯において湿性沈着と大気濃度のモニタリング地点を設置し、通年観測を行った。さらに地帯中央部に位置する草地において

濃度勾配法によるアンモニアフラックスを観測し、乾性沈着量を算出した。沈着量データと別課題から得られる発生量データから循環量を算出した。

(3) 窒素沈着の環境インパクト解析

正味の窒素収支 (NNI) : 標津川流域(679 km²)を対象に、流域に含まれる人間活動量による窒素フローを、農林水産統計年報と降雨実測データ、地域のモニタリングデータ、文献値から見積もった。流域への合計投入窒素フローと流域からの合計持出窒素フローの差をNNIとした。揮散アンモニアの農地への再沈着と、流域外への輸送の配分の測定はこれまで得られていないことから、その解析のために、揮散アンモニアの農地への沈着割合を変えて検討した。

河川窒素流出量とNNI : 標津川流域内に含まれる、流域面積と農地率が異なる 5 流域で流量測定を行うとともに、適宜採水し、河川水中の全窒素(TN)、溶存成分(全溶存態窒素(TDN)、溶存有機態窒素(DON)、硝酸態窒素(NO₃-N)、アンモニウム態窒素(NH₄-N)濃度を測定し流出量を求め、NNIとの関係を解析した。同様に溶存有機炭素(DOC)、溶存無機炭素(DIC)、溶存ケイ素(Si)流出量も求めた。

揮散アンモニアのNNIへの影響 : TNは河岸侵食などによる自然由来の土砂流出を含むため、粒子状窒素を含まないTDNが、人為起源の窒素の持ち込みからの流出を反映していると考え、NNIと全溶存窒素(TDN)の差は、土壌から河川へ流出していく間に消失する窒素量であり、土壌窒素の増加がないことを仮定すると、脱窒とすることができる。これを流域の脱窒ポテンシャル(DeP)と呼ぶことにする。ここで、NNIは揮散アンモニアの流域外輸送により影響を受ける。この影響評価のために、脱窒過程ではDIC生成量と脱窒量との理想的な比が1.25 となることを考慮した。河川におけるDePとDIC流出量の関係が理想的な傾きを持つように、NNIを最適化する揮散アンモニアの流域外輸送量を見積もった。

4. 研究成果

(1) 農業系発生量の実態解析

農業に由来するNH₃発生は 277.6 Gg N y⁻¹と推定された。発生源別割合(図1)は耕地は2.6%を占めるに過ぎず、ほとんどが畜産系に由来する。中でも、鶏に由来する割合が最全体の3分の2を占める。発生量の分布は集約的畜産地帯においてその発生量が多いことが明らかになった。

肉用牛舎からのアンモニア発生量の測定を夏季

および冬季に行った結果、アンモニアの発生は気温と強い相関があり、冬季と比較して夏季の、夜間と比較して日中の発生量が大きかった。夏季および



図1 NH₃発生源別割合 (%)

冬季測定値の平均を求め、年間の発生量とした。

家畜生産からのアンモニア発生係数を畜種ごとに、畜舎、ふん尿処理、施用の3段階に分け策定した。畜舎における発生は排泄窒素量の7.2%~14.7%の範囲にあり、ふん尿処理における発生はふん尿処理への投入窒素量に対し0.0%~42.0%の範囲にあった。スラリー処理では貯留時の発生は小さいが散布時の発生が大きいため、合計の発生量は大きかった。鶏ふん通気型堆肥化からの発生係数は、策定において密閉縮型堆肥化も考慮した結果、堆積型の堆肥化からの発生係数よりも小さくなった。

水田および畑における施肥に伴うNH₃揮散率を表1に示す。水田では特に幼穂形成期の追肥がNH₃揮散を促す傾向があった。その場合のNH₃揮散は田面のみならずイネからも生じ、揮散率は施肥窒素量の21%に達した。一方、火山灰土壌の畑(日本の畑の約50%が火山灰土壌)では施肥に伴うNH₃揮散がほぼ無視できることがわかった。

表1 農耕地におけるNH₃揮散調査のまとめ

耕地	肥料	施肥法	施肥量 kg N ha ⁻¹	揮散率 %	備考
水田	尿素	全層	50	0.2	田面のみ
		表面1	30	3.8	
		表面2	10	0.7	
		合計	90	1.4	
水田	尿素	全層	50	2.1	田面と稲
		表面1	30	21	
		表面2	10	0.5	
		合計	90	8.2	
畑	鶏堆	全層	120	0.0	土壌のみ
	鶏堆P	全層	120	0.2	
	牛堆	全層	120	0.0	
	牛堆P	全層	120	0.0	
	硫安	全層	120	0.0	

畑	牛堆 複合	全層 筋蒔き	117 100	0.8 0.0	畑+ 燕麦
畑	硫安	表面	64	0.2	畑+ 小麦

(2) 窒素沈着の実態解析

① 窒素沈着広域モニタリング

NH₃捕集・測定法の検討

札幌において、アーティファクトの少ない拡散デューダ (AD) 法をベースに、FP法およびPS法によるNH₃濃度の比較を行った。その結果、FP法では特に気温の高い夏にろ紙表面で粒子として捕集されたNH₄⁺の揮散により、NH₃濃度が高くなる傾向が見られた。一方、PS法では冬に濃度が高く、Cl⁻、NO₃⁻およびSO₄²⁻が確認され、微小粒子であるNH₄Cl、NH₄NO₃および(NH₄)₂SO₄の影響があったと考えられた。微小粒子は物理的に捕集されていると考えられ、試薬を含まないブランクのろ紙による並行測定により、その影響を除外できる可能性が示唆された。

北海道：PS法による年平均値は観光地、牧畜地域でやや濃度が高かった。弟子屈で濃度が高かった理由は摩周湖展望台における観光バスの排ガスの影響などが考えられた。**宮城県**：PS法によるNH₃濃度の全期間平均値は大崎古川（道路沿道）がもっとも高く、篁岳（バックグラウンド地域）がもっとも低い濃度であった。大崎岩出山では畜産活動に伴うと思われる季節変動が見られた。一方、最も高い濃度を示した大崎古川では発生源と思われる自動車排ガス等の影響が顕著であった。**新潟県**：県内の5地点におけるPS法による測定では夏季に高く冬季に低い季節変動を示した。また、新潟曾和（農地）で実施したPS法とFP法の並行測定結果について、FP法におけるアーティファクトを考慮し、FP法の粒子・ガス濃度とを大気中のNH_x濃度、PS法濃度をNH₃濃度、両者の差をNH₄⁺濃度として評価した。その結果、NH₃濃度が夏高冬低の季節変動を示すのに対し、NH₄⁺濃度には明確な季節変動がみられなかった。**千葉県**：PS法によるNH₃測定による測定期間平均値は畜産地域では他に比べて1ヶタ濃度レベルが高かった。FP法によるNH₄⁺濃度平均値は畜産地域でやや高い濃度レベルであった。**兵庫県**：都市域と山間部でNH₃濃度の多少に影響を与えている要因について考察した。その結果、NH₃発生量見積り結果のうち、全発生量に対する人間とペットからの発生量の比がNH₃濃度と最も高い相関を示した。但し、その際には農業が全発生量に占める割合を考慮することが必要であった。**東京都**：小金井公園と大学キャンパス内の観測期間の7地点平均NH₃濃度は3.65 ppbとなった。どの地点でも梅雨期の6月に落ち込み、8

月～10月にかけて年間を通して最もNH₃濃度が高くなっていた。

② 畜産起源アンモニアの大気を介した地域内循環量の推定

大気中アンモニア濃度：栃木県北部の集約酪農地帯において、パッシブサンプラー法を用いて大気中アンモニア濃度を測定した結果、酪農地帯中央部の観測地点において常時10 μgNm⁻³以上を示すのに対し、対照山間部では0.7 μgNm⁻³以下であった。また地点別平均濃度は直近のふん尿処理施設からの距離が1000m以下の場合、距離が小さいほど高まった。**湿性沈着量**：上記の地点において1ヶ月毎のバルクサンプルによる降雨量と窒素濃度を分析した。雨水の全窒素濃度は春に高く秋に低い傾向を示し、アンモニア態窒素、硝酸態窒素もほぼ同様であった。雨水の窒素濃度の地点間差は大気中アンモニア濃度と対応した。年間の全窒素湿性沈着量は酪農地帯中心部で18.5 kgNha⁻¹に対し対照山間部では5.5 kgNha⁻¹であった。酪農地帯中心部と対照山間部の沈着量の差約13 kgNha⁻¹が家畜ふん尿窒素起源と考えられた。**乾性沈着量**：集約酪農地帯の草地におけるアンモニアフラックスを濃度勾配法によって測定した。その結果、草地はアンモニアの吸収源としてはたらき、年間沈着量は14～18 gNha⁻¹であった。これが乾性沈着量である。**大気を介した地域内窒素循環の推定**：この地域のアンモニア発生量495tに対し、湿性沈着量108tが22%、乾性沈着量133t00gが27%、合計49%という推定が成立した。つまり地域で発生したアンモニアの半分がその地域内に舞い戻り、地域内循環をしていた。

(3) 窒素沈着の環境インパクト解析

正味の窒素収支 (NNI)：全流域 (679 km²) への主要な投入窒素フローは、輸入飼料であり、全投入量 (86.9 kg N ha⁻¹ yr⁻¹) の44%を占めた。次いで化学肥料 (37%)、農地の窒素固定 (15%) であった。一方、窒素の持ち出しは、輸出食料と飼料であり、全持ち出し窒素 (32.3 kg N ha⁻¹ yr⁻¹) の76%だった。人間の収支は0と仮定したが、家畜の収支は、7.6 kg N ha⁻¹ yr⁻¹と見積もられた。NNIは54.5 kg N ha⁻¹ yr⁻¹となり、投入窒素の63%に相当した。NNIのうち農地余剰窒素は90%を占め、家畜廃棄ふん尿が6.3%、市街地余剰窒素は2.1%、森林余剰窒素は1.7%だった。5流域のNNIは、1.9から92.5 kg N ha⁻¹ yr⁻¹の範囲にあり、農地率0の森林流域で最も少なく、農地率が90.3%の流域で最も多かった。流域農業からのアンモニア揮散は20.3 kg N ha⁻¹ yr⁻¹であり、これが農地を循環するのか、流域外へ流出するのかにより流域が受けるイン

パクトは大きく異なることになる。河川窒素流出量とNNI：NO₃-N流出量およびTN流出量とNNIとの間には、有意な正の相関が認められた。また、DON流出量にもNNIとの間に有意な正の相関関係が認められた。回帰式の傾きをNNIに対する窒素の流出割合の近似値と考えると、NO₃-N、TDN、TN流出量はそれぞれNNIの14%、19%、27%に相当した。西欧、北米、南米、中国などでの既往の報告値に本研究結果を加えたNNIとTN流出量の関係の回帰式の傾きは0.30であり、標津川流域で得られた値と類似していた。このように河川を通じた窒素流出はNNIより小さく、NNIの不明分は土壌の脱窒である可能性が高い。揮散アンモニアのNNIへの影響：揮散アンモニアの流域外輸送を0として見積もったNNIを用いて求めた5流域の脱窒ポテンシャル(DeP)は、DIC流出量と有意な正の相関関係を示した。DePが0でも化学的風化に伴うDICの相当な流出が見られた。DePに対するDICの関係の傾きは0.98で、理想的な傾きである1.25となるためには、NNIが16%低くなくてはならず、その量は標津川全体では、9.8 kg N ha⁻¹ y⁻¹であった。これを揮散したアンモニアが流域外に輸送されている量とすると、揮散したアンモニア(20.3 kg N ha⁻¹ y⁻¹)の49%が流域外に輸送されていたと見積もられた。この割合は、寶示戸の見積もり(23-44%)の上限値に近く、Howarthら(1996)、Boyerら(2002)の仮定(それぞれ0%、25%)と比べて大きかった。流域への窒素沈着のインパクト：脱窒が生じるためには、NO₃が生じる必要がある。硝化で生成する酸は、NH₄⁺1モルに対して2モル、有機態窒素1モルに対して1モルである。標津川流域の農地へは化学肥料と家畜ふん尿堆肥がそれぞれ32.4、51.4 kg N ha⁻¹ y⁻¹施与され、この割合で、NH₄⁺と有機態窒素からの硝化が起こったとすると、その中和に必要な炭酸カルシウムは農地あたり357 kg ha⁻¹ y⁻¹である。この量は北海道における草地の年間炭酸カルシウム施与量の推奨値に近く、十分な量の炭酸カルシウムが流域には施与されている。すなわち、流域の余剰窒素は、その一部は河川へ直接流出するが、多くは硝化、脱窒をうけ無機炭素を流出させることを示している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計15件)

Hojito M, Hayashi K, Matsuura S, Kohyama K (2010) 大気環境学会誌, 45(4), 166-170. 査読有り

Hojito M, Hayashi K, Matsuura S (2010): SSPN (*in press*). 査読有り

林健太郎、神山和則、寶示戸雅之、波多野隆介他、土肥誌、81(2).2010, 180-186. 査読なし

Hayashi K, Yan X (2010) *Soil Sci. Plant Nutr.*, 56, 2-18. 査読有り

Woli, K.P. Hatano R et al.: *Environmental Monitoring and Assessment*, 137, 251-260 (2007) 査読有り

Hayakawa A, Hatano R et al.: *Soil Sci. Plant Nutr.*, 55, 800-819(2009) 査読有り

Jiang R, Hatano R et al.: *Soil Sci. Plant Nutr.*, 56(1), 72-85(2010) 査読有り

Y. Nishikawa, K. Murano, H. Mukai, *Water Air and Soil Pollution*, 197, 241-247(2009) 査読有り

友寄喜貴、村野健太郎、他、大気環境学会誌、44, 117-127(2009) 査読有り

Hayashi K, et al. (2008) *Sci. Tot. Environ.*, 390, 485-494, 査読有り

Hayashi K, et al. (2008) *Soil Sci. Plant Nutr.*, 54, 807-818. 査読有り

Hayashi K, et al. (2009) *Water Air Soil Pollut.*, 200, 33-46. 査読有り

Hayashi K, et al. (2009) *Soil Sci. Plant Nutr.*, 55, 571-581. 査読有り

Hayashi K, et al. (2009) *Atmos. Environ.*, 43, 5702-5707. 査読有り

林健太郎他 (2009) 大気環境学会誌, 44, 248-254. 査読有り

〔学会発表〕(計31件)

寶示戸雅之、第32回酸性雨問題研究会シンポジウム、p11-13(2010.3.20)慶応大学、東京

寶示戸雅之、土肥誌講演要旨集、55、209、2009.9.15 京都大学

M.Hojito et al., Conference on the Environmental Impacts of Carbon and Nitrogen Cycles in Terrestrial Ecosystems in East Asia, 54 (2009) 2009年9月9日, Nanjing, China.

M.Hojito et al., Proceedings of the International Workshop in NSFC-JST 59-62 (2008) 2008年8月30日、北大

神山和則、土肥誌講演要旨集、55、208、2009.9.15 京都大学

神山和則、酸性雨問題研究会 第32回シンポジウム、(2010.3.20)慶応大学、東京

荻野 暁史、他 農業環境工学関連学会 2007 年合同大会。(2007.9.12). 東京農工大学

荻野 暁史、他、日本畜産学会第108回大会。

(2007.9.27). 岡山大学
林健太郎 (2007)第 48 回大気環境学会年会講演要旨集, 240-243. 2007 年 9 月 5 日, 岡山理科大学
林健太郎 (2007) 第 48 回大気環境学会年会講演要旨集, 573. 2007 年 9 月 5 日, 岡山理科大学
Hayashi K, et al.,(2007) 4th International Nitrogen Conference, 100. 2007 年 10 月 1 日, Costa do Saúpe, Brazil.
林健太郎 (2008)日本化学会第 28 回酸性問題研究会シンポジウム講演要旨集, 11-16. 3月22日, 東京農工大学.
林健太郎・他 (2008)土肥誌講演要旨集, 54, 19. 2008 年 9 月 9 日, 名古屋市立大学.
林健太郎 (2008) 第 49 回大気環境学会年会講演要旨集, 369. 2008 年 9 月 17 日, 金沢大学.
林健太郎・他 (2008)関東の農業気象, 5, 16. 2008 年 11 月 7 日, 茨城県つくば市.
Hayashi K (2009) Conference on the Environmental Impacts of Carbon and Nitrogen Cycles in Terrestrial Ecosystems in East Asia, 48. 2009年9月9日, Nanjing, China.
林健太郎・古賀伸久・柳井洋介 (2009)土肥誌講演要旨集, 55, 2. 2009 年 9 月 15 日, 京都大学.
林健太郎 (2009)土肥誌講演要旨集, 55, 207. 2009 年 9 月 15 日, 京都大学.
Hayashi K, et al. (2009) AsiaFlux Workshop 2009 Proceedings, 24. 2009 年 10 月 28 日, 北海道大学.
林健太郎・他 (2010)日本農業気象学会 2010 年全国大会講演要旨, 166. 2010 年 3 月 17 日, 名城大学, 名古屋市.
波多野隆介 他: 日本土壌肥科学会北海道支部会, 2007 年 12 月 5 日, 北海道農業研究センター
Hatano R: International Conference on NPS Monitoring and Control Measures for Reservoir Water Quality Improvement, 2008 年 5 月 16-17 日, Seoul, Korea
波多野隆介他: 日本土壌肥科学会名古屋大会, 2008 年 9 月 9 日, 愛知県立大学
波多野隆介他: 日本土壌肥科学会北海道支部会, 2008 年 12 月 3 日, 北海道農業研究センター
Jiang R, Hatano R et al.: 「日本と中国の農業生態系流域における窒素循環およびその水質に及ぼす影響に関する比較研究」シンポジウム, 2009 年 9 月 7 日-11 日, 南京, 中国
Jiang R, Hatano R et al.: 日本土壌肥科学会京都大会, 2009 年 9 月 14 日-16 日, 京都

村野健太郎、寶示戸雅之他、2009 年大気環境学会 (2009 年 9 月 16 日)横浜市
北村洋子、村野健太郎、寶示戸雅之他、2009 年大気環境学会(2009 年 9 月 16 日)横浜市
横山新紀、村野健太郎、寶示戸雅之他、2009 年大気環境学会(2009 年 9 月 16 日)横浜市
藍川昌秀、村野健太郎、寶示戸雅之他、2009 年大気環境学会(2009 年 9 月 16 日)横浜市
野口泉、村野健太郎、寶示戸雅之他、2009 年大気環境学会(2009 年 9 月 16 日)横浜市
〔図書〕(計 3 件)
寶示戸雅之、林健太郎、村野健太郎、神山和則、波多野隆介他、日本土壌肥科学会シンポジウムシリーズ、博友社 1-220(2010)、編集集中
西岡秀三、宮崎忠國、村野健太郎、“地球環境がわかる”、技術評論社、1-231(2009)
松中照夫、寶示戸雅之編著、循環型酪農へのアプローチ、1-248、酪農学園大学エクステンションセンター (江別) 2010

6. 研究組織

(1)研究代表者

寶示戸 雅之 (HOJITO MASAYUKI)

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構・畜産草地研究所草地多面的機能研究チーム・チーム長

研究者番号：50355088

(2)研究分担者

波多野 隆介 (HATANO RYUSUKE)

北海道大学・大学院農学研究科・教授

研究者番号：40156344

村野 健太郎 (MURANO KENTARO)

法政大学・生命科学部環境応用化学科・教授

研究者番号：40109905

林 健太郎 (HAYASHI KENTARO)

独立行政法人農業環境技術研究所・物質循環研究領域・主任研究員

研究者番号：70370294

神山 和則 (KOHYAMA KAZUNORI)

独立行政法人農業環境技術研究所・農業環境インベントリーセンター・首席研究員

研究者番号：50414503

荻野 暁史 (OGINO AKIFUMI)

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構・畜産草地研究所浄化システム研究チーム・主任研究員

研究者番号：70355098