

家畜ふん尿施用による飼料畑下層への窒素動態調査

北條 享¹⁾、阿部正夫²⁾、杉本俊昭³⁾、斎藤忠史⁴⁾、神辺佳弘¹⁾、脇阪 浩

¹⁾栃木県農務部畜産振興課、²⁾栃木県下都賀農業振興事務所、³⁾栃木県酪農試験場南那須育成牧場、⁴⁾栃木県酪農試験場

要 約

1. イタリアンライグラスと飼料用トウモロコシの連作体系において、約2年かけて十分に腐熟させた当場産堆肥（肉用牛、豚、鶏、オガクズが主原料）を、作毎に2t/10a（年間4t＝約47 N kg）施用する試験区を慣行区（以下「堆肥慣行区」）とし、その2倍量（年間8t＝約93 N kg）を施用する試験区（以下「堆肥2倍区」）を設け、作期中における土壤溶液中の硝酸態窒素濃度を4年間継続調査した。
2. 堆肥慣行区・堆肥2倍区ともに作物の生育初期は30 cmおよび50 cm深の土層における土壤溶液中の硝酸態窒素濃度が上昇する傾向にあり、特に堆肥2倍区は濃度上昇が顕著であった。堆肥慣行区は作物の生育後期にかけて30 cm深の濃度が低下し、50 cm深への浸透も確認されたが、80 cm深ではほとんどが5 ppm未満で推移した。一方、堆肥2倍区では作物の生育後期でも30 cmおよび50 cm深における濃度は高い傾向にあり、試験開始3年経過して80 cm深でも10 ppm前後で推移する時期があった。
3. 作物の窒素吸収量はいずれの作物も堆肥慣行区より2倍区が多く、約1.4倍であった。作物が吸収した窒素分は、その都度作付け直前に施用した窒素に由来したものとして、作物の窒素利用率を算出した結果、全試験期間を通しての窒素吸収率は、堆肥慣行区が25.6%、堆肥2倍区が27.1%とほぼ同じであった。
4. 完熟堆肥を連続施用した結果、硝酸態窒素は作土層下方まで浸透することが確認されたが、80 cm深における土壤溶液中硝酸態窒素濃度は比較的低濃度で推移した。しかし、年間8t/10aの堆肥施用では80 cm深でも10 ppmを越える時期があったことから、この施用量は過剰であると考えられた。

緒 言

畜産経営が大規模化し、自己耕作地への家畜ふん施用量が増加しており、家畜ふん尿の過剰施用による地下水への硝酸性窒素汚染が危惧されていることから、家畜ふん堆肥の施用による硝酸態窒素等の動態を調査し、飼料畑における適正施用量を検討する。

材料及び方法

1. 栽培概要

平成12年9月～平成16年10月の5年間にわたり、栃木県畜産試験場内の（芳賀郡芳賀町）ほ場において、トウモロコシ、イタリアンライグラスの連作体系を想定し施用試験を実施した。栽培概要は表1のとおり。

表1 栽培概要

飼料作物	作業	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
飼料用トウモロコシ (夏作)	堆肥施肥		平成13年6月4日	平成14年6月7日	平成15年6月10日	平成16年6月7日
	播種		6月5日	6月12日	6月11日	6月12日
	収量調査		6月6日	9月11日	9月24日	9月10日
	土壌採取		9月26日	9月24日	10月3日	
イタリアンライグラス (冬作)	堆肥施肥	平成12年10月10日	10月5日	10月10日	10月5日	
	播種	10月11日	10月15日	10月12日	10月15日	
	収量調査(一番草)	平成13年4月24日	平成14年5月2日	平成15年6月6日	平成16年5月2日	
	収量調査(二番草)	5月29日	6月3日	6月6日	6月3日	
	土壌採取	6月1日	6月5日	6月9日	6月5日	

2. 供試堆肥

堆肥は畜産試験場内において牛ふん、豚ふん、鶏ふん及びオガクズを主な原料として2年間堆肥化したものを供試した。堆肥中の窒素成分は表2のとおり。

表2 供試堆肥中の窒素成分

水分	平均33.3% (28.0～38.1%)
全窒素	平均1.74 乾物% (1.65～1.80 乾物%)
アンモニア態窒素	平均5.6mg/乾物100g (1.1～8.65mg/乾物100g)
硝酸態窒素	均142.35.6mg/乾物100g (124.1～179.25.6mg/乾物100g)

3. 試験区および施肥量

当場内の飼料用畑に、連続する試験区（一区当たり $6\text{m} \times 9\text{m} = 54\text{ m}^2$ ）を5区設け、降雨による表面水の移動を最少限に止めるため、各区画ごとに塩化ビニール製の農業用波板を埋め込み仕切りをした（図1）。

各試験区とも化成肥料（NPK 14-14-14）を初年度のみ施用し、以降、化成肥料は無施用とした。

各作物の作付け前における肥料の施用量を表3に示す。作付け毎における完熟堆肥の施肥量（現物重）が $2\text{ t}/10\text{a}$ （年 $4\text{ t}/10\text{a}$ ）を慣行区（以下「堆肥慣行区」）とし、無堆肥区及び堆肥2倍量施用区（以下「堆肥2倍区」）を設定した。

4. 調査項目

(1) 土壌溶液の採取と分析

各試験区の深さ 30、50、80 cm にポーラスカップ（藤原製作所製）を3か所ずつ埋設し（図2）、降雨後に採水した。採取した土壌溶液はすみやかに -20°C 以下で冷凍保存し、適時分析した。

(2) 飼料作物の収量調査

① イタリアンライグラス

各区毎に代表的な個体について無作為に 15 本を選び、その草丈の平均を区の草丈とした。また各区毎に 3 m^2 （ $1\text{ m}^2 \times 3$ か所）を刈り取り、生草重量から 10a 当たりの現物収量を算出し、また細切後 105°C で 18 時間熱風乾燥することで水分含量を求め、同様に 10a 当たりの乾物収量を求めた。

② 飼料用トウモロコシ

各区毎に代表的な個体について無作為に 10 本を選び、その草丈・雌穂高・稈径を計測したものを平均した。またこの代表個体について生草重量から 10a 当たりの現物収量を算出し、また細切後 105°C で 18 時間熱風乾燥することで水分含量を求め、同様に 10a 当たりの乾物収量を求めた。

(3) 土壌の採取と分析

刈り取り終了後、各区毎に深さ 30、50、80 cm の土壌を採取し、すみやかに -20°C 以下で冷凍保存し、適時分析した。

表3 元肥窒素施用量

	(kg/10a)								
	平成12年		平成13年		平成14年		平成15年		平成16年
	秋(10月)	春(6月)	秋(10月)	春(6月)	秋(10月)	春(6月)	秋(10月)	春(6月)	
無堆肥区	—	—	—	—	—	—	—	—	—
堆肥慣行区	1.8	1.8	—	—	—	—	—	—	—
堆肥2倍区	44.2	43.3	43.9	45.7	51.7	48.7	46.2	48.5	—
	1.8	1.8	—	—	—	—	—	—	—

上段：堆肥由来、下段：化成肥由来



図1 試験区

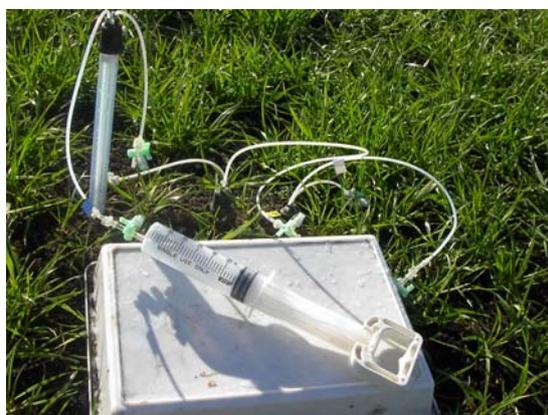


図2 土壌溶液採取装置

結果及び考察

1. 降雨と飼料畑下層の硝酸態窒素濃度の推移

期間中の日別降水量、土壌溶液中硝酸態窒素濃度の推移をそれぞれ図3、4に示した。

堆肥慣行区、堆肥2倍区ともに作物の生育初期は、播種後2か月程度は30cm および50cm 深の土層における土壌溶液中の硝酸態窒素濃度が上昇する傾向にあり、特に堆肥2倍区は濃度上昇が顕著であった。慣行区は作物の生育後期にかけて30cm 深の濃度が低下し、50cm および80cm 深への浸透も確認されたが、80cm 深ではほとんどが5mg/L 未満で推移した。一方、堆肥2倍区では作物の生育後期でも30cm および50cm 深における濃度は高い傾向にあり、80cm でも10mg/L を超える時期があった。

以上より、完熟堆肥を連続施用した結果、硝酸態窒素は作土層下方まで浸透することが確認されたが、80cm 深における土壌溶液中硝酸態窒素濃度は比較的低濃度で推移した。しかし、年間8t/10aの堆肥施用では

3か年経過した後、80cm 深でも10ppm を越える時期があったことから、この施用量は過剰であるといえる。

なお、硝酸態窒素の地下浸透量は、堆肥の性状・施肥肥料の種類・土壌条件・降雨量・作物の窒素吸収量など、様々な要因により変動することが考えられる。

また、土壌中の残存窒素量は地力として年々増加していると考えられるが、作物の生育への影響や地下への溶脱量の把握などについては、さらに長期の試験期間を設けて調査検討する必要がある。

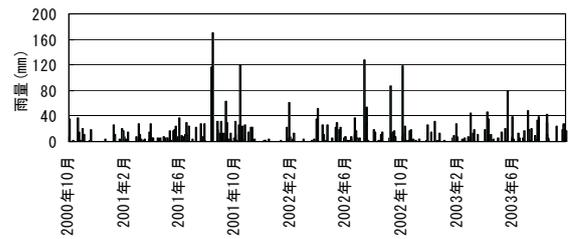


図3 日別降水量 (場内雨量計)

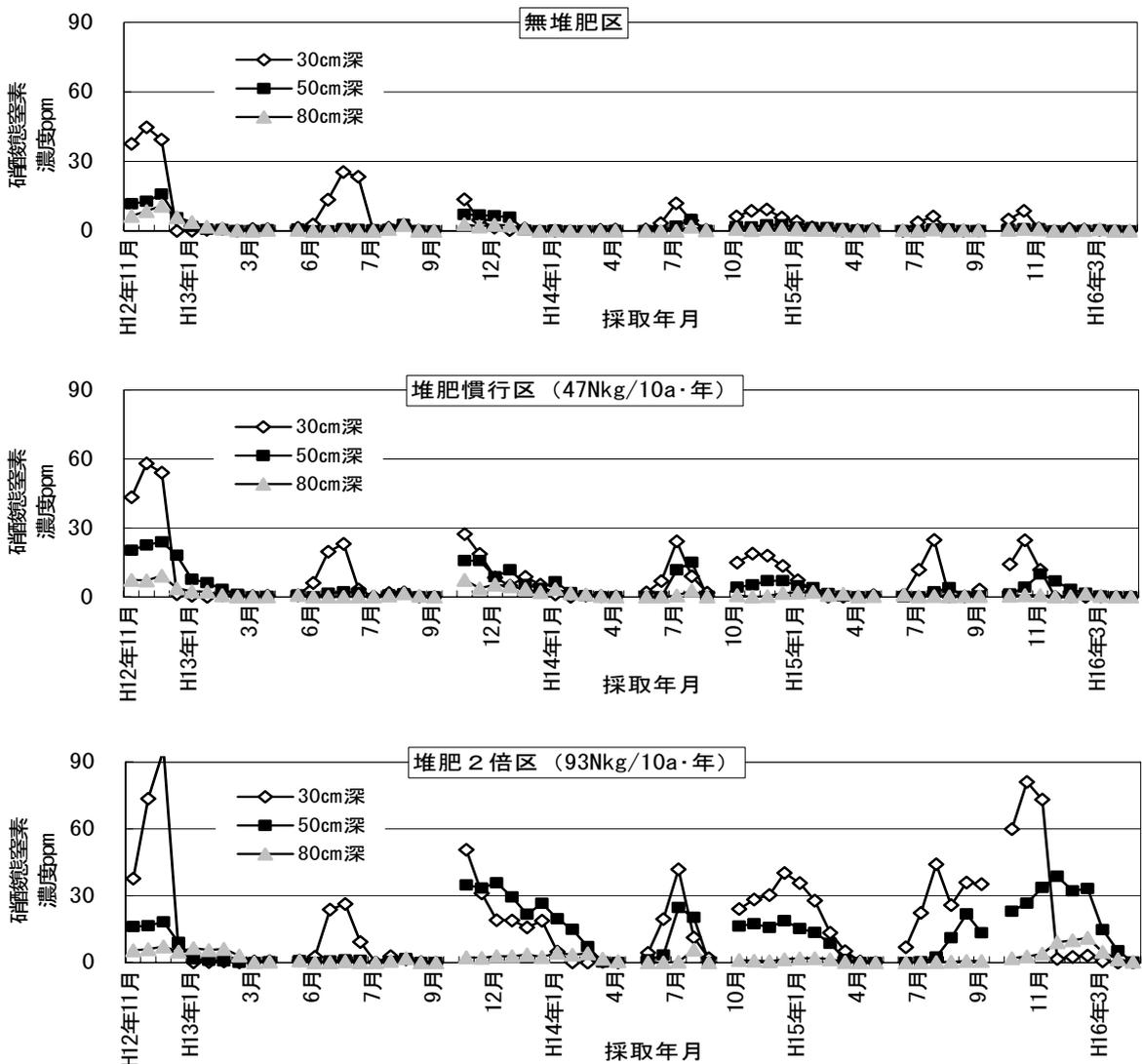


図4 試験区別の土壌溶液中硝酸態窒素濃度の推移

2. 作物収量と窒素吸収量

各作物の乾物収量と窒素吸収量を表 4 に示した。

イタリアンライグラスは草丈および乾物収量ともに堆肥施用区が高かった。

飼料用トウモロコシの草丈および稈径は堆肥 2 倍区が高かった。乾物率は全区とも大きな差は無かったが、乾物収量は堆肥 2 倍区で最も多く、次いで堆肥慣行区が多かった。

作物の窒素吸収量は、いずれの作物も堆肥慣行区より堆肥 2 倍区が多く、約 1.4 倍であった。

作物が吸収した窒素分は、その都度作付け直前に施用した窒素に由来したものと仮定して、作物の窒素利用率を算出した結果、イタリアンライグラスは堆肥慣

行区が 15~23%、堆肥 2 倍区が 15~47% であり、飼料用トウモロコシでは堆肥慣行区が 23~46%、堆肥 2 倍区が 23~36% であった。また、全試験期間を通しての窒素吸収率は、堆肥慣行区が 25.6%、堆肥 2 倍区が 27.1% とほぼ同じであった。

3. 土壌の化学性

各作物の収穫後における各試験区毎の土壌分析結果を表 5 に示す。

硝酸態窒素濃度が徐々に低くなっている他は、pH・EC・アンモニア態窒素濃度等、総じて顕著な傾向や差はみられなかった。

表 4 各作物の乾物収量と窒素吸収量

年	試験区	イタリアンライグラス		飼料用トウモロコシ	
		乾物総収量 kg/10a	窒素吸収量 kg N/10a	乾物総収量 kg/10a	窒素吸収量 kg N/10a
平成 13 年度	無堆肥区	851.0	8.7	1,482.7	10.9
	堆肥慣行区	1,050.1	12.3	1,919.2	16.9
	堆肥 2 倍区	1,066.2	15.6	2,171.8	22.6
平成 14 年度	無堆肥区	510.0	4.0	1,094.8	8.1
	堆肥慣行区	940.1	7.9	1,541.7	13.3
	堆肥 2 倍区	1,208.6	13.8	1,910.5	21.9
平成 15 年度	無堆肥区	399.8	3.8	1,104.9	9.8
	堆肥慣行区	978.2	9.7	1,629.8	17.5
	堆肥 2 倍区	978.6	12.3	1,740.7	21.5
平成 16 年度	無堆肥区	346.7	3.3	1,031.3	7.2
	堆肥慣行区	800.0	8.5	1,878.5	18.2
	堆肥 2 倍区	1,330.0	25.1	2,013.6	24.7

表 5 飼料作物収穫後の土壌分析結果

年	試験区	深さ cm	pH 乾物:水 1:5	EC μ S/cm	無機態窒素		
					NH ₄ -N	NO ₃ -N	計
平成 13 年度 春	堆肥慣行区	30	6.98	161.2	nd	4.62	4.62
		50	6.87	188.5	0.08	6.99	7.07
		80	6.74	173.5	nd	5.99	5.99
	堆肥 2 倍区	30	6.96	172.7	nd	7.34	7.34
		50	6.97	192.0	0.14	6.11	6.25
		80	6.86	171.5	0.17	7.27	7.44
平成 13 年度 秋	堆肥慣行区	30	7.19	168.9	1.05	5.15	6.20
		50	7.21	184.0	1.20	3.43	4.63
		80	6.99	187.4	1.01	4.04	5.05
	堆肥 2 倍区	30	7.13	170.1	0.91	5.06	5.97
		50	7.11	197.1	1.42	4.26	5.68
		80	6.78	168.7	0.97	3.61	4.58
平成 14 年度 春	堆肥慣行区	30	7.18	192.0	1.44	1.00	2.44
		50	7.02	180.0	1.47	0.49	1.96
		80	6.58	194.6	1.22	0.73	1.95
	堆肥 2 倍区	30	7.16	183.9	1.10	1.52	2.62
		50	7.02	191.0	1.49	3.04	4.53
		80	6.65	186.5	1.79	3.10	4.89
平成 14 年度 秋	堆肥慣行区	30	7.06	157.8	1.31	0.93	2.24
		50	6.85	193.3	1.84	0.40	2.24
		80	6.24	168.4	1.27	0.71	1.98
	堆肥 2 倍区	30	7.12	187.3	1.21	0.63	1.84
		50	7.04	285.0	1.36	0.53	1.89
		80	6.78	182.2	1.75	0.36	2.08

