

飼料作物生産における家畜ふん堆肥を中心とした 施肥での適正施用分量の推定

青木ひかる

Fertilizing Level in Forage Crops Production by Chiefly Using Domestic Animal Feces Compost

Hikaru AOKI

要 約

2001年秋から2005年秋まで実施した冬作イタリアンライグラス・夏作トウモロコシとした年2作の体系での栽培試験の成績を用い、肥料成分施用量および出納を計算し、堆肥施用を主体とした施肥における肥料成分総量としての適正施用量の推定を試みた。

イタリアンライグラスにおける、窒素の施用量は平均2.4kg/aで、これに対して利用量は平均1.6kg/aであり、土壌への蓄積量は平均0.5kg/a、損失量は平均0.2kg/aであった。リン酸の施用量は平均2.6kg/aであり、利用量は平均0.6kg/aで、土壌蓄積量は平均0.1kg/a、損失量は平均1.9kg/aであった。カリの施用量は平均1.4kg/a、利用量は平均2.5kg/aで、土壌蓄積量は平均0.1kg/a、損失量は平均-1.1kg/aであった。

トウモロコシにおける、窒素の施用量は平均3.8kg/aであり、利用量は平均1.7kg/a、土壌蓄積量は平均0.9kg/a、損失量は平均1.2kg/aであった。リン酸の施用量は平均5.2kg/aで、利用量は平均0.9kg/a、土壌蓄積量は平均0.2kg/a、損失量は平均4.1kg/aであった。カリの施用量は平均3.9kg/aで、利用量は平均1.9kg/a、土壌蓄積量は平均1.4kg/a、損失量は平均0.5kg/aであった。

以上の結果より、窒素、リン酸、カリの適正施肥量は、イタリアンライグラスでは2.6、2.6、2.5kg/a、トウモロコシでは2.8、3.0、2.5kg/aと推定した。

緒 言

飼料作物の施肥管理は、堆肥化した家畜ふん尿の利用を中心とするのが経営的にも、資源循環という観点からも当然と考えられるが、施肥設計では、現在でも多くが、堆肥と化学肥料とを分け、“堆肥何トン+化学肥料三要素何キロ”といった化学肥料を中心としたものになっている¹⁾。こうした設計では堆肥の肥料成分の把握が十分とはいえず、養分の不均衡や土壌集積を招く危険性をはらんでいる。特に「家畜排せつ物法」の施行以降、家畜ふん堆肥は、野積みが出来なくなったことによって、肥料成分によってはその含量がそれまでに比べ格段に多く

なっている²⁾こともあり、以前にも増して、その危険性は大きく、堆肥の成分を計算に入れて施肥設計することが重要となっている。

一方、堆肥の肥料的效果を考慮して施肥設計する場合、成分含量に肥効率をかけてその作に有効な分量を算出し、その分を代替として化学肥料施用量を減量するのが一般的な方法であり、肥効率が低いとされる窒素においては、代替率を30%程度に抑えないと、その作では有効とならない多量の窒素が施用され、その後の地下水汚染等が懸念されることになると言われている³⁾。

しかし、それらは化学肥料を主体とした単一作付けに対しての計算方法であって、連用した場合には蓄積された窒素の効果発現が認められる⁴⁾ことから、堆肥施用を主体とし、その連用が当たり前である飼料作物栽培においては、残効を考慮した施用量があると考える。

そこで、堆肥施用を主体とした年2作体系におけるトウ

モロコシ・イタリアンライグラスについて、堆肥および化学肥料を合わせた肥料成分総量としての適正施用量の推定を試みた。

材料および方法

1. 試験期間、作付体系および施肥区分の構成

2001年秋から2005年秋まで実施した冬作イタリアンライグラスおよび夏作トウモロコシとした年2作の体系での栽培試験の成績を用いた。

使用したほ場は当センター試験ほ場で、土壌は表層腐植質黒ボク土、施肥区分は、表1に示すように、堆肥に3要素の化学肥料を併用した慣行区(区)、堆肥とNP成分の化学肥料を併用した区(区)、堆肥とN成分の化学肥料を併用した区(区)および堆肥のみ施用した区(区)および3年目冬作(5作目)以降に区の施肥設計を若干変更した区(区)の5区を設けた。1区あたりの面積は9㎡(3×3m)で、2反復とした。施用した堆肥の成分は表2に示した。

2. 栽培概要

奇数作となったイタリアンライグラスでは、供試品種として1、3、5作にニオウダチ、7作にはハナミワセを用い、200g/aの散播とした。偶数作トウモロコシでは2、4、6作で32K61、8作はZX7605を供試し、畦間65cm、株間20cmの点播とした。刈取りは、冬作イタリアンライグラスでは出穂期の1回刈、夏作トウモロコシは黄熟期刈を目安として

行なった。栽培概要を表3に示した。

3. サンプル採取および分析方法

サンプル採取および分析方法は、県の「土壌、水質及び作物分析診断」⁵⁾に準じて行なった。

刈取った作物は約70℃で通風乾燥後、粉碎して分析に供した。窒素はケルダール法、リンおよびカリは乾式灰化後、それぞれ分光光度法および原子吸光度法により測定した。

堆肥については採取後直ちにケルダール法により全窒素の測定を行なった。その他の分析は乾燥粉碎後、作物サンプル同様とした。

土壌は、作土として0~20cm深を、検土杖により春と秋の年2回採取し、採取した土壌はバットに広げ室温で風乾後、粉碎して分析に供し、全窒素(ケルダール法)、可給態リン酸(トルオーグ法)および交換性カリ(振とう-ろ過法)を測定した。

4. 施用量および成分出納の計算

施用した堆肥と化成肥料それぞれの成分量を合わせたものを施用量とし、乾物収量に成分含有率を乗じた成分量を利用量とした。土壌蓄積量は、土壌の仮比重0.7、作土深20cmとして土壌中成分量を算出し、作付け前後の土壌中成分量の差とした。また、施用量から利用量と土壌蓄積量を差し引いた成分量を損失量とした。また、利用量を施用量で除した百分率を利用率とした。

表1 施肥区分

	冬作基肥					夏作基肥				
	堆肥	N	P	K	苦土石灰	堆肥	N	P	K	苦土石灰
区 (1~8作)	300	1	1	1	5	400	1	1	1	5
区 (1~8作)	300	1	1	0	5	400	1	1	0	5
区 (1~8作)	300	1	0	0	5	400	1	0	0	5
区 (1~4作)	300	0	0	0	5	400	0	0	0	5
区 (5~8作)	500	0.7	0	0		600	0.8	0	0	

NP Kは化学肥料、5~8作は全区とも苦土石灰無施用

表2 年2作体系の施肥法に関する試験処理区分

	冬作基肥					夏作基肥				
	堆肥	N	P	K	苦土石灰	堆肥	N	P	K	苦土石灰
区 (1~8作)	300	1	1	1	(5)	400	1	1	1	(5)
区 (1~8作)	300	1	1	0	(5)	400	1	1	0	(5)
区 (1~8作)	300	1	0	0	(5)	400	1	0	0	(5)
区 (1~4作)	300	0	0	0	5	400	0	0	0	5
区 (5~8作)	500	0.7	0	0		600	0.8	0	0	

堆肥はおがくず混合牛ふん堆肥NP Kは化学肥料。5~8作は全区とも苦土石灰無施用

表3 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
トウモロコシ (夏作)	堆肥施肥		平成14年5月20日	平成15年5月9日	平成16年5月12日	平成17年5月6日
	播種		5月24日	5月12日	5月14日	5月11日
	刈取調査		9月9日	9月16日	8月30日	9月8日
	土壌採取	平成13年11月7日	9月10日	10月2日	9月24日	9月30日
イタリアン ライグラス (冬作)	堆肥施肥	11月15日	10月22日	10月17日	10月28日	
	播種	11月15日	10月25日	10月21日	10月29日	
	刈取調査	平成14年5月15日	平成15年4月28日	平成16年4月21日	平成17年4月19日	
	土壌採取	5月16日	4月28日	4月23日	4月22日	

青木：飼料作物生産における家畜ふん堆肥を中心とした施肥での適正施用分量の推定

結 果

1. イタリアンライグラス

イタリアンライグラスの乾物収量および肥料成分の出納を表4に示した。乾物収量は63.9kg/aから125.4kg/a、平均90.9kg/aであった。

窒素の施用量は1.2kg/aから3.4kg/a、平均2.4kg/aで、これに対して利用量は1.0kg/aから2.6kg/a、平均1.6kg/aであり、利用率としては34.7%から115.1%、平均74.1%となった。土壌への蓄積量は-4.6kg/aから8.3kg/a、平均0.5kg/a、損失量は-6.8kg/aから4.3kg/a、平均0.2kg/aであった。

リン酸の施用量は1.5kg/aから4.0kg/a、平均2.6kg/aであり、利用量は0.4kg/aから0.9kg/a、平均0.6kg/aで、利用率は15.4%から53.7%、平均26.2%と低かった。リン酸の土壌蓄積量は-0.4kg/aから0.7kg/a、平均0.1kg/a、損失量は0.9kg/aから3.3kg/a、平均1.9kg/aであった。

カリの施用量は0.9kg/aから2.4kg/a、平均1.4kg/aであった。利用量は1.9kg/aから5.4kg/a、平均3.0

kg/aで、利用率は100.8%から567.6%、平均243.8%と高く、土壌蓄積量は-2.1kg/aから1.3kg/a、平均-0.5kg/a、損失量は-3.2kg/aから0.3kg/a、平均-1.1kg/aであった。

2. トウモロコシ

トウモロコシの乾物収量および肥料成分の出納を表5に示した。乾物収量は71.7kg/aから224.9kg/a、平均170.6kg/aであった。

窒素の施用量は1.7kg/aから8.5kg/a、平均3.8kg/aであり、利用量は0.8kg/aから2.3kg/a、平均1.7kg/aと、利用率では20.4%から97.9%、平均50.3%であった。窒素の土壌蓄積量は-2.4kg/aから4.8kg/a、平均0.9kg/a、損失量は-0.7から3.8kg/a、平均1.2kg/aであった。

リン酸の施用量は2.1kg/aから14.9kg/a、平均5.2kg/aであった。利用量は0.4kg/aから1.5kg/a、平均0.9kg/aで、利用率は7.9%から56.9%、平均24.2%といずれにおいても低かった。リン酸の土壌蓄積量は-0.5kg/aから0.9kg/a、平均0.2kg/a、損失量は0.6kg/aから13.2kg/a、平均4.1kg/aであった。

カリの施用量は1.4kg/aから11.4kg/a、平均

表4 イタリアンライグラスにおける乾物収量および肥料成分の出納

	乾物収量	kg/a												
		窒素				リン酸				カリ				
		施肥量	利用量	蓄積量	損失量	施肥量	利用量	蓄積量	損失量	施肥量	利用量	蓄積量	損失量	
1作	1区	103.7	2.2	2.1	-2.5	2.6	2.5	0.6	-0.2	2.1	2.1	2.7	0.5	-1.1
	2区	105.9	2.2	2.1	-3.4	3.5	2.5	0.6	-0.4	2.4	1.1	2.9	-0.3	-1.4
	3区	83.3	2.2	1.6	-1.1	1.7	1.5	0.4	-0.3	1.4	1.1	2.2	-0.5	-0.6
	4区	75.9	1.2	1.4	-0.9	0.7	1.5	0.4	-0.2	1.3	1.1	1.9	0.2	-1.0
3作	1区	117.3	2.3	2.5	-4.6	4.3	2.7	0.9	-0.1	1.9	2.0	4.6	-2.1	-0.5
	2区	107.6	2.3	2.3	-3.0	3.0	2.7	0.9	-0.1	2.0	1.0	4.1	-1.3	-1.8
	3区	125.4	2.3	2.6	-4.1	3.7	1.7	0.9	-0.1	0.9	1.0	5.4	-1.3	-3.2
	4区	86.1	1.3	1.3	-2.4	2.3	1.7	0.6	-0.1	1.2	1.0	2.9	0.0	-2.0
5作	1区	89.3	2.5	1.3	5.3	-4.1	2.9	0.6	0.3	2.0	1.9	3.2	-0.4	-1.0
	2区	107.7	2.5	1.8	4.8	-4.2	2.9	0.7	0.7	1.5	0.9	3.3	-0.3	-2.1
	3区	73.2	2.5	1.0	8.3	-6.8	1.9	0.5	0.4	1.0	0.9	2.6	1.3	-3.1
	4区	97.7	3.2	1.2	2.8	-0.8	3.2	0.6	0.2	2.4	1.4	2.9	-1.8	0.3
7作	1区	63.9	2.6	1.1	-0.7	2.3	3.4	0.6	0.0	2.8	2.4	2.5	0.3	-0.3
	2区	77.4	2.6	1.4	3.9	-2.6	3.4	0.7	0.5	2.2	1.4	2.5	-1.1	0.0
	3区	69.9	2.6	1.2	2.8	-1.3	2.4	0.6	0.1	1.7	1.4	2.6	-1.1	0.0
	4区	70.2	3.4	1.2	2.9	-0.6	4.0	0.6	0.1	3.3	2.4	2.4	0.2	-0.2

表5 トウモロコシにおける乾物収量および肥料成分の出納

	乾物収量	kg/a												
		窒素				リン酸				カリ				
		施肥量	利用量	蓄積量	損失量	施肥量	利用量	蓄積量	損失量	施肥量	利用量	蓄積量	損失量	
2作	1区	162.0	2.7	1.9	-0.5	1.4	3.1	0.9	0.1	2.2	3.6	1.8	3.9	-2.0
	2区	174.9	2.7	2.1	-0.6	1.2	3.1	0.9	0.0	2.3	2.6	2.1	1.7	-1.2
	3区	165.4	2.7	2.0	-1.8	2.5	2.1	0.9	-0.1	1.4	2.6	2.1	1.6	-1.1
	4区	156.6	1.7	1.7	-2.4	2.4	2.1	0.8	0.0	1.3	2.6	1.6	2.4	-1.4
4作	1区	220.1	3.0	2.0	-0.7	1.7	3.6	1.4	0.1	2.1	2.4	2.3	0.6	-0.5
	2区	192.9	3.0	2.0	1.0	0.1	3.6	1.2	0.7	1.7	1.4	1.6	-0.5	0.3
	3区	224.9	3.0	2.1	-1.0	1.9	2.6	1.5	0.5	0.6	1.4	2.2	-1.2	0.4
	4区	71.7	2.0	0.8	1.1	0.0	2.6	0.7	0.7	1.2	1.4	0.8	0.6	0.0
6作	1区	130.7	2.9	0.8	2.8	-0.7	3.7	0.5	0.9	2.3	2.6	1.3	0.1	1.2
	2区	171.6	2.9	1.2	1.5	0.2	3.7	0.7	0.5	2.6	1.6	1.4	0.7	-0.4
	3区	141.1	2.9	0.9	0.8	1.2	2.7	0.5	0.2	2.0	1.6	1.1	-0.4	1.0
	4区	108.6	3.7	0.8	3.6	-0.6	4.0	0.4	0.4	3.2	2.5	1.2	1.7	-0.4
8作	1区	201.5	6.1	1.9	4.8	-0.5	10.9	1.1	-0.3	10.2	8.6	2.7	1.8	4.1
	2区	187.5	6.1	2.0	0.3	3.8	10.9	1.0	-0.5	10.5	7.6	2.6	2.5	2.5
	3区	206.6	6.1	2.2	1.1	2.8	9.9	1.2	-0.1	8.9	7.6	2.8	3.4	1.5
	4区	213.3	8.5	2.3	3.8	2.4	14.9	1.2	0.5	13.2	11.4	3.2	4.1	4.1

3.9kg/aであった。利用量は0.8 kg/aから3.2 kg/a、平均1.9kg/aで、利用率は27.7%から156.3%、平均67.1%であった。カリの土壌蓄積量は-1.2 kg/aから4.1 kg/a、平均1.4kg/a、損失量は-2.0 kg/aから4.1 kg/a、平均0.5kg/aであった。

考 察

窒素施用量と蓄積量の関係を図1に示したが、窒素施用量がイタリアンライグラスでは2.2kg/a、トウモロコシで2.4kg/a程度までは土壌からの持ち出し傾向にあることが見て取れ、窒素の適正施用量がこれよりは多いと考えられる。一方、窒素施用量と損失量との間には明確な関係が認められなかったが、作土層からの窒素損失の要因としては、ガス態での揮散と硝酸態窒素での流亡が考えられ、丸尾ら⁶⁾によれば有機物の豊富な条件では脱窒が促進されるといわれており、飼料畑においても損失量のかなりの部分はガス態で揮散しているものと推察さ

適正施用量はイタリアンライグラス2.6kg/a、トウモロコシ2.8kg/a程度と推察される。

家畜ふん堆肥中のリン酸のほとんどが植物可給態である⁸⁾とされるが、リン酸の利用率はかなり低く、土壌への蓄積もほとんど見られず、大部分が損失していたことは、火山灰土壌に特徴の吸着による無効化が考えられる。このことから、適正な施肥量として、イタリアンライグラスでは少なくとも今回の平均施肥量の2.6kg/a程度は必要と考えられる。一方、トウモロコシでは平均利用量が0.9kgとイタリアンライグラスの0.6kgより1.5倍と多いことから適正量は3.0kg/a程度と推察される。

イタリアンライグラスのカリ利用率が平均243.8%と施肥量の2倍以上となり、損失量がマイナスとなったことから、イタリアンライグラスのカリ要求量の多さが窺え、今回の施肥量では少なく、作土層と設定した20cm深より深い土層から吸い上げていることが示唆された。カリ施用量と損失量との関係を図2に示したが、イタリアンライグラスでは損失量0となる施用量は2.4kg/a程度であったことから、適正な施肥量としては少なくとも平均利用量の2.5kg/a程度は必要と考えられる。トウモロコシでは、損失量0となる施用量は2.7kg/a程度であったが、秋場⁹⁾は土壌の集積量が±0kgになるカリ施用量を2.4kg/aと試算しており、適正施用量は利用量などからも2.5kg/a程度で十分と考えられる。

以上をまとめると、堆肥施用を主体とした施肥における肥料成分総量としての適正施用量は、イタリアンライグラスでは窒素、リン酸、カリそれぞれ2.6、2.6、2.5kg/a、トウモロコシでは窒素、リン酸、カリそれぞれ2.8、3.0、2.5kg/aと推定した。

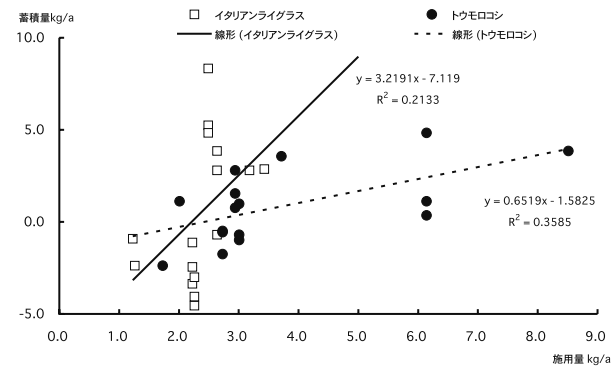


図1 窒素の施用量と土壌蓄積量

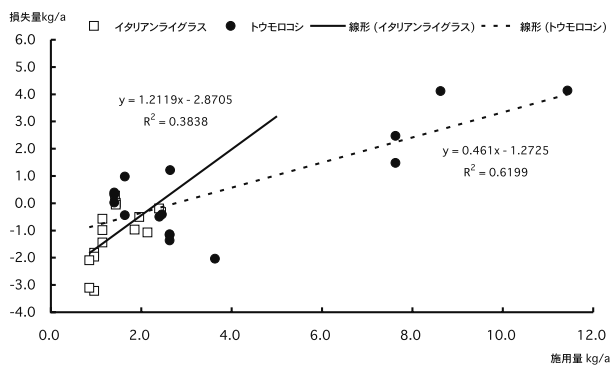


図2 カリの施用量と損失量

れる。しかしながら、過剰な施用が地下水汚染の原因となることは間違いのないところであり、地下水の硝酸態窒素を環境基準の10ml/L以下とするためには、一作あたりの流亡量は0.5kg/a以下に抑えたい³⁾とされるが、土壌下層部への窒素溶脱は一作当たり3kg/a以下の施用であれば抑えられるとの報告⁷⁾もある。

これらのことと利用量、利用率を勘案すると、窒素の

引用文献

- 1) 千葉県(1998) 飼料作物栽培利用技術必携: 16 - 35
- 2) 脇阪浩・阿部正夫・杉本俊昭・斎藤忠史(2003) 栃木畜試研報 19: 30 - 34
- 3) 千葉県(2004) 主要農作物等施肥基準: 48 - 55
- 4) 古江広治・森田重則・田中正一(2005) 九州農業研究 67: 49
- 5) 千葉県(2005) 土壌、水質及び作物分析診断: 1 - 157
- 6) 丸尾奈都・古川康徳・平浩一郎・浅野亨(2002) 奈良農技セ研報 33: 35 - 37
- 7) 石橋誠・網田昌信・中島吉直・古閑護博(2004) 九州農業研究 66: 153
- 8) 小柳渉・和田富広・安藤義昭(2005) 新潟畜研セ研報 15: 6 - 9
- 9) 秋場宏之(2003) 山形県畜産研報 1: 15 - 21