

## 簡易処理した牛尿の施用が飼料作物の生産性、 飼料成分及び土壌成分に及ぼす影響

秋田 勉\*

### 要 約

簡易処理した乳牛の尿を施用し、トウモロコシ及びエンバクの生育、収量と飼料成分及び土壌成分に及ぼす影響を検討した。

- 1 乾物収量は牛尿の増施によりトウモロコシでは僅かに増加した。エンバクでは牛尿施用量4,500kg/10aまで増加したが、これ以上の施用量になると僅かに低下した。
- 2 両草種のCP, NO<sub>3</sub>-N及びK含量は牛尿の増施に伴って増加した。NO<sub>3</sub>-N含量はトウモロコシでは牛尿施用量10,350kg/10aが乾物中0.05%で最も高かったのに対し、エンバクでは牛尿施用量6,750kg/10aが乾物中0.28%で最も高かった。K/(Ca+Mg)当量比は牛尿施用区全てが1.81以上であった。
- 3 土壌中の交換性K<sub>2</sub>O含量は牛尿の増施に伴って高くなった。牛尿を施用した土壌のMgO/K<sub>2</sub>O含量比は1.0以下であり、牛尿の増施に伴って低下する傾向を示した。
- 4 作物の収量、飼料成分及び土壌成分からみた1作10a当たり牛尿施用量は2,300kg以下と考えられる。

## Influence of Application of Simply Clarified Dairy Urine on Yields and Feed Constituents of Forage Crops and on Soil Constituents

Tsutomu AKITA

### Summary

The objective of this study was to determine the effects of application of dairy urine on yields and feed constituents of forage crops and on soil constituents. Dairy urine was applied at levels of 3,450, 6,900, 10,350kg/10a in corn and 2,250, 4,500, 6,750kg/10a in oats.

- (1) Dry yield in corn increased slightly with increasing application of dairy urine. However, there was no significant difference in levels of application.
- (2) Crude protein, nitrate-N and potassium contents of all crops increased with increasing application of dairy urine. K/(Ca+Mg) ratio of all crops applied with dairy urine was more than 1.81.
- (3) The most marked change with increasing application of dairy urine was an increase in the content of K<sub>2</sub>O in the soil. MgO/K<sub>2</sub>O ratio in the soil applied with dairy urine was less than 1.0.
- (4) The safe application quantity per one crop of dairy urine was less than 2,300kg/10a.

キーワード：牛尿, トウモロコシ, エンバク, 収量, 飼料成分, 土壌成分

### 緒 言

乳牛のふん尿処理は土地還元が基本であり、畜産農家はふん尿混合の液状物をほ場還元したり、ふんと尿を分離し、ふんは堆肥化し、尿は直接あるいは簡易処理後ほ場還元する等の方法で飼料作物栽培に利用している。乳

牛のふん尿施用による飼料作物及び土壌への影響については多くの報告<sup>1, 2, 5, 12)</sup>があり、適正施用量は1作10a当たり4t~7.5tと考えられている。しかし、乳牛の尿のみの施用に関する報告<sup>3)</sup>は少なく、加えて牛尿散布時の悪臭を軽減するために曝気処理を行った牛尿の飼料作物に対する適正施用量については明確でない。

そこで、簡易処理した尿の飼料作物に対する施用量を明らかにするため、今回畜舎内で乳牛のふん尿をバーン

1996年8月30日受理

\* 中央農業技術センター

クリーナでふんと尿に分離した後、曝気処理した尿を用い、飼料作物に施用した場合の生育、収量と飼料成分及び土壌に対する影響を検討した。

材料及び方法

1 試験期間

1995年5月～1996年5月

2 試験ほ場

当畜産試験場のほ場を用いた。供試土壌の理化学性を表1に示したが、pHは5.5で、可給態りん酸及び交換性塩基に富む土壌である。

3 試験区及び施肥量

無施用区(りん酸とカリウムを施用、以下PK区と呼ぶ)、3要素区(以下NPK区と呼ぶ)及び牛尿を各々1作10a当たりNPK区(標準栽培)の化学肥料の窒素施用量と等量(以下1N区と呼ぶ)、2倍量(以下2N区と呼ぶ)、3倍量(以下3N区と呼ぶ)施用の区を設けた。

供試した牛尿は簡易処理(曝気量4m<sup>3</sup>/時、4時間曝気、1時間休止で6日間の間欠曝気処理)したものである。なお、元肥として各区にオガクズ入り牛ふん堆肥4,000kg/10aを施用した。堆肥、牛尿と化学肥料の施用量、堆肥と牛尿の成分含量及び試験区の肥料成分施用量は表2、表3、表4に示した。1区10m<sup>2</sup>の3反復で行った。

4 栽培法

夏作はトウモロコシ(P3358)、冬作はエンバク(アーリークイーン)を用いた。播種はトウモロコシは5月25日に点播(条間70cm、株間20cm)、エンバクは10月13日に10a当たり6kgを条播(条間70cm)した。

5 調査項目

植物体の一般成分は常法<sup>1)</sup>、無機成分は湿式灰化後カルシウム(以下Caと呼ぶ)、マグネシウム(以下Mgと呼ぶ)、カリウム(以下Kと呼ぶ)は原子吸光法、りん(以下Pと呼ぶ)はバナドモリブデン酸法、硝酸態窒素(NO<sub>3</sub>-N)は飼料分析基準に基づき水抽出後高速液

表1 供試土壌の理化学性 (乾土中)

区分	pH (H <sub>2</sub> O)	EC (ms)	容積重 (g/100cc)	全窒素 (%)	C/N	可給態りん酸 (mg/100g)*	交換性			MgO**
							CaO	MgO (mg/100g)	K <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
原土	5.5	0.08	132	0.29	13.4	63.3	120.0	49.4	46.6	1.1

注) \*: Truog法, \*\*: mg含量比

表2 堆肥、牛尿及び化学肥料の施用量 (kg/10a)

区分	トウモロコシ							エンバク										
	堆肥		牛尿		基肥			追肥		堆肥		牛尿		基肥			追肥	
					N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	K <sub>2</sub> O					N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	K <sub>2</sub> O
P K	4,000	—	—	15	10	—	7	4,000	—	—	6	6	—	—	—	4		
NPK	4,000	—	10	15	10	7	7	4,000	—	6	6	6	4	4	—	—		
1 N	4,000	3,450	—	15	—	—	—	4,000	2,250	—	6	—	—	—	—	—		
2 N	4,000	6,900	—	15	—	—	—	4,000	4,500	—	6	—	—	—	—	—		
3 N	4,000	10,350	—	15	—	—	—	4,000	6,750	—	6	—	—	—	—	—		

注) 堆肥: オガクズ入り牛ふん。牛尿: トウモロコシは4回、エンバクは7回に分施。

N: 尿素, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 過石, K<sub>2</sub>O: 塩化カリ

表3 堆肥及び牛尿の成分含量 (現物中%)

区分	水分	pH	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
堆肥 トウモロコシ	55.8	—	1.02	1.14	1.99	0.82	0.48
堆肥 エンバク	63.5	—	0.71	0.99	1.14	0.45	0.35
牛尿 トウモロコシ	—	9.0	0.48	0.04	1.15	0.04	0.00
牛尿 エンバク	—	9.3	0.52	0.01	1.30	0.01	0.05

表4 試験区の肥料成分施用量 (kg/10a)

区分	トウモロコシ					エンバク				
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
P K	40.8	60.6	96.6	36.5	19.2	28.4	45.6	55.6	19.5	14.0
NPK	57.8	60.6	96.6	36.5	19.2	38.4	45.6	55.6	19.5	14.0
1 N	57.4	61.8	119.7	38.0	19.2	38.5	45.9	74.6	19.8	15.1
2 N	74.0	63.0	159.8	39.5	19.2	48.6	46.2	103.6	20.1	16.1
3 N	90.6	64.2	199.9	41.0	19.3	58.7	46.5	132.6	20.4	17.2

表5 トウモロコシの生育と収量

区分	収穫期	抽雄期 (月/日)	抽糸期 (月/日)	稈長 (cm)	着雌穂高 (cm)	倒伏	病害	虫害	生草収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)
P K	黄熟後	7/27	7/29	206	94	0	0	0.9	4,112	1,426
NPK	黄熟中	7/25	7/27	194	106	0	0	1.4	5,291	1,802
1 N	黄熟中	7/25	7/27	209	101	0	0	1.4	4,500	1,641
2 N	黄熟中	7/26	7/29	194	91	0	0	1.4	4,618	1,667
3 N	黄熟中	7/25	7/27	209	110	0	0	1.8	4,457	1,668

注) 倒伏, 病害, 虫害 (アワノメイガ): 無0~甚5

表6 エンバクの生育と収量

区分	収穫期	草丈 (cm)	倒伏	病害	虫害	生草収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)
P K	開花	97	0	0	0	3,609	767
NPK	開花	105	0	0	0	4,838	918
1 N	開花	107	0	0	0	4,448	859
2 N	開花	107	0	0	0	4,914	930
3 N	開花	105	0	0	0	4,886	904

注) 倒伏, 病害, 虫害: 無0~甚5

体クロマトグラフで測定した。土壌分析は地力保全対策診断事業の分析測定法に基づいて行った。

## 結 果

### 1 生育及び収量

#### (1) トウモロコシ

トウモロコシの生育と収量を表5に示した。生育はいずれの試験区も倒伏及び病害は認められなかったが、アワノメイガの虫害がみられた。特に3N区の被害が他の試験区に比べて大きかった。乾物収量はNPK区が最も多かった。牛尿施用区の乾物収量は牛尿の増施により増加し、3N区が1,668kg/10aで最も多かったが、牛尿の施用区間に有意差は認められなかった。

#### (2) エンバク

エンバクの生育と収量を表6に示した。生育はいずれの試験区も倒伏、病害及び虫害は認められず順調に推移した。乾物収量はトウモロコシ同様NPK区が最も多く、牛尿施用区では2N区まで牛尿の増施により増加したが、3N区では僅かに減収となった。牛尿の施用区間に有意差は認められなかった。

### 2 飼料成分

#### (1) トウモロコシ

表7 トウモロコシの飼料成分含量

(乾物中%)

区分	水分	CP	EE	粗灰分	ADF	OCW	Oa	Ob	NO <sub>3</sub> -N	P	Ca	Mg	K
P K	65.3	7.1	2.4	5.7	26.0	47.6	7.6	40.0	0.00	0.41	0.05	0.15	1.41
NPK	65.9	7.3	2.4	5.1	24.7	43.8	6.4	37.4	0.04	0.30	0.05	0.12	1.40
1 N	63.4	7.4	2.5	5.2	25.8	49.8	10.7	39.1	0.00	0.39	0.05	0.14	1.39
2 N	66.7	7.4	2.4	5.9	28.3	51.6	10.4	41.2	0.04	0.35	0.06	0.12	1.75
3 N	64.6	8.2	2.4	5.7	27.9	50.0	8.7	41.3	0.05	0.33	0.05	0.13	1.76

表8 エンバクの飼料成分含量

(乾物中%)

区分	水分	CP	EE	粗灰分	ADF	OCW	Oa	Ob	NO <sub>3</sub> -N	P	Ca	Mg	K
P K	78.7	8.3	2.5	7.7	32.4	58.4	13.9	44.5	0.03	0.23	0.12	0.16	2.07
NPK	81.0	11.2	2.9	8.7	33.7	57.2	14.2	43.0	0.16	0.26	0.13	0.19	2.75
1 N	80.7	10.3	2.9	8.5	34.3	62.4	16.3	46.1	0.10	0.26	0.10	0.18	2.58
2 N	81.2	11.7	3.0	8.7	33.1	60.1	16.0	44.1	0.23	0.25	0.13	0.19	2.91
3 N	81.5	12.5	3.2	9.5	33.8	58.5	15.8	42.7	0.28	0.24	0.16	0.20	2.96

表9 トウモロコシ跡地土壌

(乾土中)

区分	pH (H <sub>2</sub> O)	EC (ms/cm)	容積重 (g/100cc)	全窒素 (%)	C/N	可給態りん酸 (mg/100g)	交換性			MgO* K <sub>2</sub> O
							CaO	MgO (mg/100g)	K <sub>2</sub> O	
P K	5.7	0.16	108	0.36	11.9	90.9	146.1	60.8	73.7	0.8
NPK	5.7	0.15	109	0.34	12.1	87.8	153.2	65.2	68.1	1.0
1 N	5.8	0.14	102	0.31	12.0	88.7	157.3	61.8	79.2	0.8
2 N	5.8	0.17	110	0.33	12.4	87.5	142.7	63.0	99.1	0.6
3 N	5.8	0.18	108	0.34	12.1	84.7	152.6	62.7	117.4	0.5

注) \*: mg含量比

表10 エンバク跡地土壌

(乾土中)

区分	pH (H <sub>2</sub> O)	EC (ms/cm)	容積重 (g/100cc)	全窒素 (%)	C/N	可給態りん酸 (mg/100g)	交換性			MgO* K <sub>2</sub> O
							CaO	MgO (mg/100g)	K <sub>2</sub> O	
P K	6.0	0.08	119	0.30	12.2	41.5	127.4	58.7	78.7	0.7
NPK	6.0	0.09	114	0.29	12.4	40.0	118.6	58.4	77.2	0.8
1 N	6.1	0.09	111	0.30	12.6	40.5	125.0	62.5	114.0	0.5
2 N	6.3	0.11	110	0.31	12.5	41.1	118.9	61.4	135.4	0.5
3 N	6.2	0.11	112	0.30	12.7	39.1	112.7	59.3	146.1	0.4

注) \*: mg含量比

トウモロコシの飼料成分含量を表7に示した。粗蛋白質(以下CPと呼ぶ)含量は3N区が8.2%で最も高かった。NPK区の粗灰分、酸性デタージェント繊維(以下ADFと呼ぶ)、細胞壁の有機物部分(以下OCWと呼ぶ)、細胞壁の高消化性繊維分画(以下Oaと呼ぶ)、細胞壁の低消化性繊維分画(以下Obと呼ぶ)及びP含量は他の試験区より低かった。牛尿施用区でのエーテル抽出物(以下EEと呼ぶ)、粗灰分、ADF、OCW含量は一定の傾向が認められなかった。Oa含量は牛尿の増施により低下傾向を示し、Ob及びNO<sub>3</sub>-N含量は増施に伴って逆に増加した。しかし、NO<sub>3</sub>-N含量は0.06%以下であった。ミネラルのうちP、Ca及びMg含量は牛尿の施用区間で大

きな差は認められなかったが、K含量は牛尿の増施により増加傾向を示した。牛尿施用区のK/(Ca+Mg)当量比は全て2.5以上であった。

(2) エンバク

エンバクの飼料成分含量を表8に示した。CP含量は牛尿の増施に伴って大きく増加した。EE及び粗灰分含量は僅かに増加した。OCW、Oa及びOb含量は牛尿の増施に伴って低下した。NO<sub>3</sub>-N含量は増施により大きく増加し、2N及び3N区では各々0.23%、0.28%であり、危険水準の0.2%を越えていた。P、Ca及びMg含量はトウモロコシ同様牛尿の施用区間で大きな差は認められなかったが、K含量は牛尿の増施により増加傾向を示した。牛尿施用区のK/(Ca+Mg)当量比は全て3.1以上であった。

3 土壌成分

(1) トウモロコシ跡地土壌

トウモロコシ栽培後の土壌成分を表9に示した。pH、EC、全窒素、C/N比は牛尿を増施しても大きく変化しなかった。可給態りん酸含量は牛尿の増施により低下傾向を示した。交換性CaO及びMgO含量は牛尿の増施による一定の傾向は認められなかったが、交換性K<sub>2</sub>O含量は牛尿の増施により著しく高くなり、3N区は1N区の1.48倍量であった。pH、EC、全窒素、可給態りん酸

表11 トウモロコシ、エンバクのK/(Ca+Mg)及びN利用率

区分	K/(Ca+Mg)*		N利用率(%)	
	トウモロコシ	エンバク	トウモロコシ	エンバク
P K	2.4	2.8	—	—
NPK	2.9	3.2	28	63
1 N	2.5	3.3	20	39
2 N	3.5	3.4	10	37
3 N	3.4	3.1	11	26

注) \*: 当量比

及び交換性塩基含量は牛尿の施用により原土に比べて高くなった。MgO/K<sub>2</sub>O含量比は牛尿の増施により低下傾向を示した。

## (2) エンバク跡地土壌

エンバク栽培後の土壌成分を表10に示した。pHは2N区及び3N区で僅かに高くなった。EC、全窒素、C/N比は牛尿を増施してもほぼ一定であった。可給態りん酸含量は一定の傾向が認められなかった。交換性CaO及びMgO含量は牛尿の増施により低下傾向を示した。特に交換性CaO含量の低下傾向は大きかった。交換性K<sub>2</sub>O含量はトウモロコシ同様牛尿の増施により著しく高くなり、3N区は1N区の1.28倍量であった。MgO/K<sub>2</sub>O含量比はトウモロコシ同様低下傾向を示した。トウモロコシ跡地土壌と比べると牛尿施用区のpHは僅かに上昇し、ECは低下した。全窒素はほぼ一定であり、交換性K<sub>2</sub>O含量は著しく高くなった。

## 考 察

### 1 牛尿の施用が乾物収量に及ぼす影響

各畜種のふん尿の増施による増収効果は非常に高いといわれている<sup>1, 4, 5, 10, 12)</sup>が、本試験のトウモロコシでは増施による著しい増収効果は認められず、エンバクでは2N区までは増収効果が認められたが、3N区では僅かに減収となった。杉原<sup>13)</sup>は厩肥分解は施用直後の5月から夏季にかけて増大し、9月以降急激に減少することを明らかにしている。また反町<sup>12)</sup>はふん尿施用の増収効果が冬作物より夏作物で大きく現れたと報告しており、窒素の無機化が春季から夏季にかけて盛んにおこなわれることがうかがえる。しかし牛尿は厩肥と異なり、含有窒素はほとんどが無機のアンモニア態窒素であり、厩肥のように長期にわたって有機態窒素からアンモニア等の無機態窒素に分解される過程はなく、土壌表面に施用した場合夏季の施用では高温による大気中への揮散及び土壌微生物による取込みや分解が急速に行われるため窒素のロスが大きくなる。一方、冬季施用は低温のため大気中への揮散は少なく、また土壌微生物による取込みや分解が急速に行われることなく作物に利用されるため夏作に比べて冬作の増収効果が大きかったものと考えられる。牛尿のN利用率について松崎<sup>7)</sup>は牛尿は化学肥料と同程度の効果があり、その代替率(肥効率)は100%であるとしているが、原田<sup>3)</sup>は草地土壌では造成段階で50%、維持管理段階で90%になるとの報告もあり一定していない。本試験の牛尿のN利用率は表11に示したように、トウモロコシではNPK区の28%に対して10~20%であり、同様にエンバクでは63%に対して26~39

%と低かった。これは作物の種類、土質の相違、施用法が影響したものと考えられる。また原田<sup>3)</sup>は肥料の量が多くなるにつれて利用率が低下すると報告しているが、本試験の結果も同様にNの施用量が増えるにつれて低下した。

### 2 牛尿の施用が飼料作物の飼料成分に及ぼす影響

一般に牛に給与する場合の作物中の硝酸中毒限界濃度は乾物中0.2%といわれているが、篠崎<sup>11)</sup>は乳牛が硝酸中毒死をおこす限界量を硝酸カリウムとして0.6~0.7g/kg・BWを明示、また吉野<sup>14)</sup>は反すう家畜のLD<sub>50</sub>はNO<sub>3</sub>-Nとして約100g/100kg・BWと述べている等必ずしも明確ではない。本試験の結果の中でNO<sub>3</sub>-N含量が最も高かったエンバクの3N区の0.28%を使い篠崎の示す中毒限界量で生体重500kgの乳牛に当てはめた場合、1日当たり給与量は80~94kgになり、多量給与をしなければ中毒の危険性はないと考えられる。

家畜ふん尿の多量施用は作物中のNO<sub>3</sub>-N含量を高めることになるが<sup>12)</sup>、本試験でも同様にトウモロコシ及びエンバクのNO<sub>3</sub>-N含量が牛尿の増施に伴って増加した。トウモロコシの牛尿施用区は全て0.05%以下であったが、エンバクでは1N区が0.1%で、2N区、3N区では硝酸中毒限界濃度の0.2%をうまわった。植物体のNO<sub>3</sub>-N集積は施用窒素量の増加、気象条件、土壌条件等様々な原因が考えられており<sup>14)</sup>、土壌から植物体内への過剰なNO<sub>3</sub>-N吸収と同化作用との不均衡によりNO<sub>3</sub>-Nが体内に蓄積するのであり、過剰の養分吸収が行われる生育ステージは作物が熟する前の段階で、生育が進むと体内のNO<sub>3</sub>-Nは低下する<sup>13)</sup>。またトウモロコシのNO<sub>3</sub>-N含量は黄熟期に急激に低下すると報告もあり<sup>5)</sup>、本試験のトウモロコシのNO<sub>3</sub>-N含量が低かったのは熟期が影響したものと考えられる。このことよりエンバクではNO<sub>3</sub>-N含量から見た本試験の牛尿の施用量は1作10a当たり約2,300kg以下と考えられる。

トウモロコシ及びエンバクのP、Ca及びMg含量は牛尿の施用区間で大きな差は認められなかったが、K含量は牛尿の増施により増加傾向を示した。諸遊<sup>9)</sup>はK施用量の増加は作物中K含量の著しい増加とCa及びMg含量の低下をもたらし、K/(Ca+Mg)当量比が高くなるのに影響すると報告しているが、筆者<sup>2)</sup>はオガクズ堆肥及び牛ふんを施用したイタリアンライグラスのCa含量の低下はK含量が3%以上になると起きることを認めており、本試験でトウモロコシ及びエンバクのCaの吸収低下が起きなかったのはトウモロコシ及びエンバクのK含量が3%以下であったためと推察される。一方、ふん尿の多量施用による土壌中のK濃度の高まりと窒素の

大量供給は作物中のK/(Ca+Mg)当量比を高める作用があるとの報告<sup>12)</sup>もあり、トウモロコシ及びエンバクのK/(Ca+Mg)当量比が高くなったのは牛尿施用による土壌中のK濃度の上昇と窒素の増施が影響したものと考えられる。Kempら<sup>6)</sup>はK/(Ca+Mg)当量比が1.81以上になると乳牛でグラスステタニーの発生率が非常に多くなることを報告しているが、トウモロコシ及びエンバクのK/(Ca+Mg)当量比は全ての牛尿施用区が1.81以上であり、牛尿の施用には随時土壌検定を行って土壌中塩基含量、特に交換性K<sub>2</sub>O含量を把握し、高い場合、石こう剤等を施用する等の注意が必要である。

### 3 牛尿の施用が土壌成分に及ぼす影響

飼料作物を栽培する時のpHは5.5~6.5の間が最適といわれており、1作目及び2作目のpHはこの範囲に入っていたが、1作目より2作目の跡地土壌で上昇しており、連年施用を行った場合、プラスイオンのKの増加によりpHは徐々に高くなり、最適pH域を越えることが危惧される。ECは0.18ms/cm以下であり作物の生育に影響はなかったものと考えられる。供試した牛尿中のP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、CaO及びMgO含有量は僅かであり、K<sub>2</sub>O含有量は著しく多い。このように牛尿はカリに富む肥料であり、牛尿施用量の増加は土壌中にカリ集積を生じるので、その利用には施用量と共にりん酸及び苦土石灰の併用が必要である。土壌のミネラルバランスからみた適正なMgO/K<sub>2</sub>O含量比は1.0程度が良いといわれているが<sup>3)</sup>、牛尿施用区は全て1.0以下であり、牛尿の増施による低下傾向が示された。この対策には、苦土石灰や硫酸マグネシウムの施用が良い<sup>8)</sup>。

一方カリ集積土壌の改善策には降雨による下層への溶脱、流亡及びカリウム吸収力の大きいイタリアンライグラス等を用いたカリ洗浄の方法<sup>4)</sup>が考えられている。

今回、窒素施用量を基準に施用試験を実施した結果、牛尿の多量施用は作物及び土壌中のK含量を著しく高めることが明らかとなった。今後はカリの施用量を基準に窒素は他の肥料で補うことを基本に連年施用での検討が必要と考えられた。いずれにしても牛尿は肥料としての価値があり飼料作物の栽培には大いに利用すべきものと思われる。

以上、飼料作物の収量性、NO<sub>3</sub>-N含量、K/(Ca+Mg)当量比及び土壌のミネラルバランスからみた牛尿の施用量は1作10a当たり約2,300kg以下と考えられる。

### 引用文献

- 1 秋田勉・森登(1991):牛ふん及びオガクズ入り牛ふん堆肥連用による飼料作物の生産性:兵庫中央農技研報(畜産) 27, 51-56
- 2 秋田 勉・森 登(1992):牛ふん及びオガクズ入り牛ふん堆肥連用による飼料作物の飼料成分と土壌成分の変化:兵庫中央農技研報(畜産) 28, 39-46
- 3 原田 勇(1970):牧草の栄養と施肥(5)-牧草の養分要求と土壌の養分レベルに基く合理的施肥法の体系化-:畜産の研究 24(6) 893-897
- 4 橋元秀教(1975):家畜ふん尿の大量連続施用における問題点:畜産の研究 30(1), 199-204
- 5 細山田文男・日高操(1989):家畜ふん尿の多量施用に伴う飼料作物の質・量的変化について:自給飼料 11, 25-30
- 6 Kemp, A and M. L.' T Hart (1957): Grass tetany in grazing milking cows: Netherlands J, Agric, Sci 5, 4-17
- 7 松崎敏英(1976):家畜ふん尿の農作物への施用技術:畜産の研究 30(1), 205-210
- 8 諸遊英行(1973):土壌中におけるカリの有効性と飼料作物に対するカリの施用効果に関する研究:日中国農試報 E9 19-102
- 9 農林水産省畜産試験場(1988):畜産試験場研究資料第2号 別刷, 1-64
- 10 尾形 保(1976):家畜排泄物の土壌還元利用(1):畜産の研究 30(1), 195-204
- 11 篠崎謙一(1975):乳牛の硝酸塩・亜硝酸塩による中毒(1):畜産の研究 29(2), 295-298
- 12 反町 裕・三井安麿(1988):牛ふん尿の連年多量施用が飼料作物の生育・収量および土壌に及ぼす影響:千葉畜セ研報 12, 61-68
- 13 杉原 進・石井和夫・近藤 熙(1979):畑地に対する牛ふん厩肥の連年多量施用第1報厩肥の多量施用が畑作物の生育収量及び土壌に及ぼす影響:東北農試研報 60, 17-40
- 14 吉野 実(1973):牧草における硝酸集積の実態と家畜の硝酸中毒:畜産の研究 27(4), 8-12