

放牧牛の排泄尿が放牧草地の化学性に及ぼす影響

関口 久雄[†] 奥村 純一[†] 豊田 広三^{††}

EFFECTS OF COW URINE ON CHEMICAL PROPERTIES OF PASTURE

Hisao SEKIGUCHI, Jun-ichi OKUMURA & Hirozō TOYOTA

放牧草地における牛排泄尿は局部的に多量の窒素、加里を還元し、土壌および牧草に影響を与える。この場合、窒素は収量に寄与するが、持続期間は量の割合には比較的短かった。一方、加里は土壌中で水溶性～置換性として存在し、牧草にきわめて吸収されやすいが、長期間にわたって残存した。したがって、排泄尿によって還元された加里は積極的に生産性に寄与することがないまでも、放牧草地の地力維持という面で、その意義を認めてよいものと考えられる。

I 緒 論

放牧草地は採草地と異なり、喫食、糞尿還元、蹄踏の3要因を包含し、これらを土壌肥科学的観点に立脚して検討を試みようとするならば、きわめて興味のある問題が山積している。このうち糞尿還元の草地維持管理上に寄与する意義は、放牧草地における1つの大きな命題と思われる。

さて、これら糞尿還元の養分的な意義を論ずる場合には、排糞と排尿を区別してその特徴を検討することになる。しかしながら前者の草地に及ぼす影響は不食過繁地を形成し、草地利用率の低下を顕著に促進させるので、これに関する研究成績が多い。一方、後者は排泄後短期間に臭気を揮散するので、家畜は選択採食の必要性がない。換言すれば排尿は草地の利用率に変化を与えないから、維持管理上とかく軽視されがちである。したがって、これに関する研究は尿散布技術(肥料として)以外には見当たらず不明の点が多い。

筆者らは放牧における排泄尿が草地の化学性に及ぼす影響を調査し、草地土壌肥沃度的にいかな

る意義を有しているかについて、2, 3の検討を試みたものである。

なお本稿のご校閲をくださった中央農業試験場、森哲郎化学部長に謝意を表する。

II 試験方法

牛尿は窒素および加里に富んでいるが、その成分については、牛の種類と老若、飼育状況、季節などによって異なり、また1回当たりの排尿によって養分の回収を受ける面積は、土壌の種類、傾斜度、草生および排泄量などによっても変動が大きい。筆者が晩秋、天北農業試験場で飼育中の成牛(乳牛)について調査、分析したところ、その変異係数は窒素49.3%、加里44.9%であった。また排泄面積を放牧草地で調査した結果は0.166～0.246 m²であった。広田⁹⁾によれば、成牛1回当たりの排尿の面積は0.186 m²で、この部分だけに限ってみると窒素106.5 kg/10 a、加里98.7 kgに相当すると述べている。

以上のように放牧草地において排尿を受けた個所の養分還元量は変動が大きいが一応、排泄量2 l、面積0.2 m²、窒素および加里の濃度を1%と仮定し、10 a当たりの還元量は約100 kgとみる

[†] 天北農業試験場

^{††} 元天北農業試験場(現農林省農事試験場)

ことができよう。

このような排泄尿の質的、量的関係を考慮して、下記の処理区を造成後4年経過したオーチャードグラス、ラジノクローバ混播草地に設定した。

$$\left. \begin{array}{l} \text{春 施 用} \\ \text{秋 施 用} \end{array} \right\} \times \left\{ \begin{array}{l} \text{無肥料区} \\ \text{尿 区} \\ \text{化学肥料区} \end{array} \right.$$

また供試尿は成牛(搾乳牛)の排泄直後のものを使用し、量は 1 m^2 に 12 l 、原尿中の窒素および加里濃度はそれぞれ春施用 0.92 、 1.18% 、秋施用 0.97 、 1.90% であった(10a換算、春施用窒素 110.2 、加里 142.1 kg 、秋施用、窒素 116.9 、加里 227.7 kg)。化学肥料区は尿区と同量の窒素、加里(尿素、硫酸)を同量の水に溶かして施用した。

春施用は昭和42年5月23日、秋施用は41年11月4日にそれぞれ施用し、その効果について42年6月14日以降、経時的に収量調査を実施した。また土壌分析は施用直後より行なったが、 $0\sim 3\text{ cm}$ 、 $3\sim 6\text{ cm}$ 、 $6\sim 12\text{ cm}$ の3層に分けて採取し、

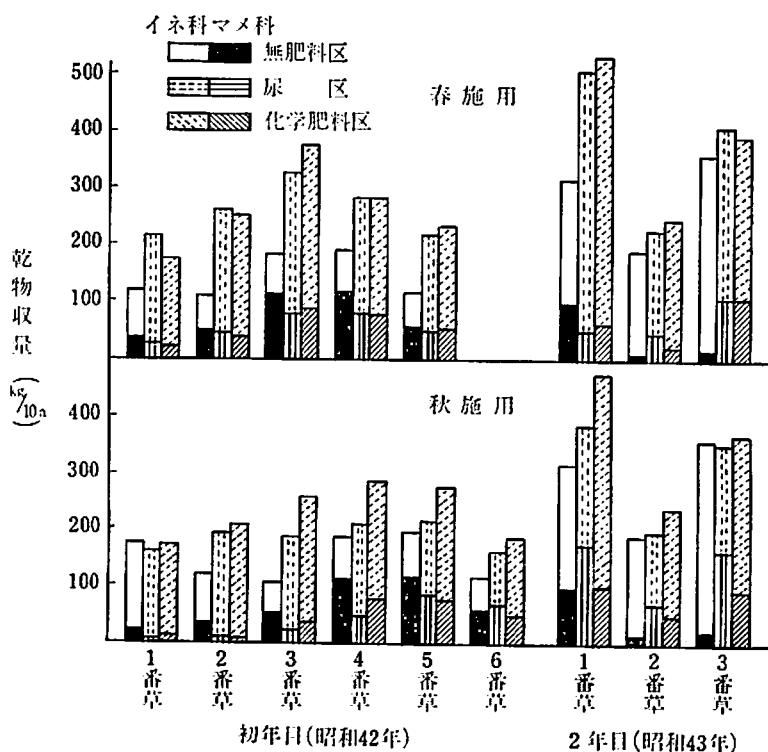
常法によって調査した。

III 試験結果

まず排泄尿の牧草収量に及ぼす影響について検討した。第1図に掲げたように、収量は尿区が無肥料区に比べてかなり高収を示し、とくにイネ科牧草によく感応した。また尿区は施用後2年目2番草まで増収の傾向を示し、尿の影響がかなり長期間にわたって持続した。

さて、このように排泄尿が長期間にわたって収量に寄与したが、還元される窒素、加里のうち、どちらが主原因になっているかについては、イネ科牧草によく感応していることから、前者によるものと考えられる。このことは、第1表の牧草体分析結果からみても、施用後1~3番草までは窒素含有率が無肥料区に比してかなり高く、著しく収量に寄与していることがうかがわれる。しかしながら、4番草以後については明瞭な差が認められず、窒素のみの肥効とはいえない難くなっている。

第1図 排泄尿が牧草収量に及ぼす影響



第 1 表 排泄尿が牧草の成分に及ぼす影響

(春施用, 乾物当たり%)

年	番草	区 項 目 名	イ ネ 科			マ メ 科		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
昭和 42 年	1	無 肥 料	2.76	1.09	3.66	3.10	0.80	1.40
		尿	4.83	0.59	5.36	5.46	0.62	2.98
		化 学 肥 料	5.46	0.87	4.68	5.65	0.70	2.12
	2	無 肥 料	3.10	1.00	3.60	4.69	0.75	1.48
		尿	4.08	0.72	4.68	4.61	0.72	3.18
		化 学 肥 料	4.40	0.71	5.28	5.12	0.73	3.00
	3	無 肥 料	3.18	1.29	3.96	4.27	0.75	1.32
		尿	4.11	0.76	4.98	4.40	0.69	3.36
		化 学 肥 料	4.32	0.70	5.70	4.69	0.75	3.48
	4	無 肥 料	3.16	1.26	3.30	4.53	0.85	1.34
		尿	3.79	0.65	5.22	4.24	0.65	3.48
		化 学 肥 料	3.92	0.77	4.98	4.48	0.72	3.54
	5	無 肥 料	3.29	1.10	2.72	4.48	0.80	1.42
		尿	3.84	0.65	3.90	4.27	0.65	2.82
		化 学 肥 料	4.06	0.70	4.44	4.45	0.73	2.60
昭和 43 年	1	無 肥 料	1.78	0.60	4.56	3.93	0.67	3.16
		尿	1.73	0.40	3.66	4.25	0.52	4.42
		化 学 肥 料	1.97	0.40	3.54	3.57	0.43	3.50
	2	無 肥 料	1.83	0.69	2.52	3.19	0.63	1.86
		尿	2.08	0.59	4.68	3.45	0.59	3.96
		化 学 肥 料	2.23	0.56	4.56	3.81	0.70	3.54
	3	無 肥 料	2.98	0.92	2.10	4.32	0.64	0.90
		尿	2.64	0.66	3.68	4.37	0.78	2.38
		化 学 肥 料	2.68	0.58	3.82	4.52	0.86	2.26

後述するが、土壌中の無機態窒素は春施用の場合、施用後 31 日目までは多量に存し、46 日目では急激に減じ、86 日目ではほぼ原土壌に復元している。このことから推定して、3 番草の収穫が尿施用後 69 日目なので、4 番草以後は土壌中に存在する無機態窒素は少なく、前述の牧草体分析結果とも相まって、窒素が収量に寄与する主要因とは考えられない。すなわち、窒素とともに多量に還元される加里の肥効を肯定せざるをえない。加里は施用直後はもちろん、4 番草以後も牧草体中の含有率が高く持続しており、尿施用によって投下された加里が吸収されていることを証明している。また

後述するが、尿施用に随伴される加里は、土壌中に約 500 日にわたって残存している。以上のことから考えると、排泄尿における増収の主要因は、前半は窒素、後半になるにしたがい加里の肥効が主体となっているものと推察される。しかし本試験は区の設定後、全く追肥が行なわれていないので、一方的な収奪に終始している。実際の放牧草地は施肥管理条件下にあるので、まずこのようなことはありえず、とくに供試ほ場は加里供給能力が大きいので通常の施肥管理を行なっている限りは加里の肥効は現われ難いと考えられる。したがって、かかる地帯では排泄尿が収量に寄与するの

は、窒素の肥効を主体とした比較的短期間であろうと推測される。

つぎに春施用と秋施用を対比すると、後者は一般に感応度が小さく、とくに1番草は尿区、化学肥料区とも無肥料区と大差がなかった。この原因は、秋施用の牧草体の周囲が長期間高濃度条件下のために生理的障害を被ったこと、また後述するが、無機態窒素が土壌中に存在する期間は、越冬期間中も含めると春施用に比べて長い、実際に牧草が生育する融雪後の期間は短い。さらに冬季間中の土壌流亡などのロスもあって、秋の排泄尿に対する牧草の増収率は低いものと推察される。

尿と化学肥料を対比すると、1, 2番草は前者がまさっていたが、以後この傾向は逆転した。Doakらによると、牛尿中の窒素の形態とその割合は、尿素(50.3~74.2%)、馬尿酸(1.9~6.0%)アラントイン(4.0~6.4%)などが主体であり、この場合の尿素分解は尿素単独より早く、この原因は尿中の尿素以外の成分、とくに馬尿酸に起因すると述べている。また尿中の窒素には揮散による損失があることを明らかにしている。化学肥料(尿素)と尿の感応の相違は、これら尿素分解の遅速と、揮散にもとづく損失によるものと推定される。

さらに、晩秋における尿区が濃度障害を惹起したことを述べたが、春施用は尿、化学肥料各区ともマメ科率の減少を認めるものの、マメ科牧草は消滅することがなく、また伸長に対する障害を示さなかった。一般に窒素、加里を10a当たり100

kgもの過剰施肥は濃度障害を惹起するのが当然である。しかし本試験で上述の傾向を示さなかった理由は、①化学肥料を尿と同量の水に溶かして施用したため、土壌に滲透し、一部が土壌に保持されて塩類濃度が薄くなったこと、②春の施用は牧草の生育が最もおう盛な時期で、活発な吸収があったことによるものと推定される。

以上のことから、排泄尿は季節によって多少の感応の相違はあるにせよ、牧草収量の増加に貢献していることは明白である。

つぎに排泄尿が土壌に及ぼす影響について検討した。牛の排泄尿は窒素および加里に富んでおり、このうち前者は有機態で還元され、土壌中で無機化するが、その消長を第2, 3表に掲げた。春施用の尿区は施用後2日目において最高の無機態窒素存在量を示し、一方、化学肥料(尿素)は若干遅れ、7日目にピークを示した。そして尿区、化学肥料区ともに31日目までは多量に土壌中に存し、以後急激に減じているが、尿区はなお80~90日間にわたって残存し、化学肥料区はこれよりやや遅くまで無機態窒素が認められた。これらは前述したDoakらの尿素分解および揮散に関する相違によるものと推察される。一方、秋施用は積雪直前の低温条件下にもかかわらず、施用後10日目調査でNH₃-Nが認められ無機化が行なわれていることがうかがわれた。しかし、越冬後の翌春、融雪直後における調査(融雪期後3日)では、一部硝酸態窒素に移行を認めたものの、積雪前の調査

第2表 無機態窒素の消長

(春施用 mg/100g)

区 別	土壌採 集部位 (cm)	2 日 目		7 日 目		11 日 目		22 日 目		31 日 目		46 日 目		86 日 目		127 日 目	
		NH ₃ -N	NO ₃ -N	NH ₃ -N	NO ₃ -N	NH ₃ -N	NO ₃ -N	NH ₃ -N	NO ₃ -N	NH ₃ -N	NO ₃ -N	NH ₃ -N	NO ₃ -N	NH ₃ -N	NO ₃ -N	NH ₃ -N	NO ₃ -N
無肥料区	0~3	0.3	0.4	—	—	—	—	0.5	—	—	—	0.1	—	—	—	—	—
	~6	0.3	0.7	—	—	—	—	—	0.1	—	—	0.1	0.1	—	—	—	—
	~12	0.4	0.3	—	—	—	—	0.1	0.2	—	—	—	0.2	—	—	—	—
尿区	0~3	93.5	1.4	82.4	2.5	78.4	1.8	35.6	4.0	24.2	25.6	0.6	4.1	0.5	0.9	0.6	0.1
	~6	55.5	1.9	71.6	1.9	59.4	0.7	43.5	5.1	29.9	23.6	2.6	8.8	0.2	—	0.1	0.1
	~12	35.6	1.0	33.1	—	31.5	0.2	32.6	5.5	17.7	16.7	4.8	15.1	0.3	0.6	0.1	0.1
化学肥料学区	0~3	64.3	—	90.0	1.4	83.4	1.0	44.9	3.7	24.1	15.3	1.1	2.0	0.4	2.9	0.2	0.4
	~6	42.8	—	36.3	0.5	56.9	0.2	29.5	4.8	34.0	15.2	4.5	6.1	0.3	6.2	0.2	0.4
	~12	41.8	—	28.7	0.2	46.6	0.5	27.2	5.4	29.3	11.6	7.9	14.6	0.8	12.4	0.2	3.8

第3表 無機態窒素の消長

(秋施用 mg/100g)

区 別	土壌採 集部位 (cm)	10 日 目		162 日 目 (2)		179 日 目 (20)		203 日 目 (44)		246 日 目 (87)	
		NH ₃ -N	NO ₃ -N	NH ₃ -N	NO ₃ -N	NH ₃ -N	NO ₃ -N	NH ₃ -N	NO ₃ -N	NH ₃ -N	NO ₃ -N
無 肥 料 区	0~3	0.4	0.2	0.5	—	0.3	0.4	0.3	0.4	0.5	—
	~6	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	1.2	0.3	0.7	—	0.1
	~12	0.2	—	0.2	0.2	0.2	0.5	0.4	0.3	0.1	0.2
尿 区	0~3	51.6	—	5.4	3.2	0.5	3.2	0.5	0.7	0.1	0.3
	~6	61.1	—	13.6	4.4	1.8	5.3	0.2	1.7	0.1	—
	~12	34.0	—	11.6	4.4	2.7	5.2	0.3	1.0	0.1	0.1
化 肥 料 学 区	0~3	53.6	—	3.1	4.5	0.6	1.9	0.4	1.2	0.1	0.1
	~6	50.5	—	7.3	3.0	0.9	3.5	0.3	1.5	—	—
	~12	33.3	—	5.7	3.0	0.2	5.1	0.3	0.8	—	0.5

注) () は融雪後口数

第4表 pH の 推 移

(春施用)

区 名	土壌採 集部位 (cm)	2 日 目	7 日 目	11 日 目	22 日 目	31 日 目	46 日 目	69 日 目	86 日 目	127 日 目	188 日 目
無 肥 料 区	0~3	6.7	—	6.4	—	—	6.7	—	6.1	6.4	—
	~6	6.7	—	6.4	—	—	6.7	—	6.3	6.5	—
	~12	6.7	—	6.3	—	—	6.5	—	6.2	6.5	—
尿 区	0~3	8.1	8.1	8.2	7.3	6.6	6.4	6.6	6.3	6.3	6.7
	~6	7.5	7.5	7.6	7.1	6.2	5.6	6.5	6.1	6.2	6.2
	~12	7.2	7.3	7.2	6.7	5.7	5.4	6.3	5.9	6.1	6.5
化 肥 料 学 区	0~3	7.7	7.5	7.6	7.0	6.2	6.2	6.2	6.3	6.6	6.9
	~6	7.0	7.0	7.0	6.1	5.7	5.2	5.5	5.3	5.9	6.5
	~12	6.9	6.9	6.7	5.9	5.6	5.0	5.0	5.0	5.3	5.7

に比べるとかなり減じていた。このことは一部が有機態窒素になったとも考えられるが、冬季間の流亡が大きいものと推察される。そして施用後203日目(融雪後44日)の調査時点ではほぼ原土壌に還元した。

またこれら無機態窒素の消長は土壌のpHに影響を与えた。すなわち、尿施用後のpH(H₂O)を第4表に春施用のみ掲げたが、施用直後の土壌は一時アルカリ性を示した。これは尿そのものがアルカリ性であることと、窒素の無機化にともなうアンモニア態窒素が生成されることによるものであろう。しかし、日時の経過とともに硝酸化が進むにつれ、pHが低下して、逆に施用前より低くなり、さらに硝酸態窒素の消失で無施用区の

状態に還元した。この傾向は硝酸態窒素が多く残存する下層で顕著であった。

つぎに、窒素とともに多量に還元される加里についてみることにする。まず置換性加里について、ほかの塩基とともに経時的に調査した結果を第5、6表に掲げた(秋施用は置換性加里のみ示した)。牛尿中には加里以外の塩基をほとんど含んでいないため、土壌中の加里は著しく増加したが、その他の塩基には影響が認められなかった。一般人尿中にはナトリウムを多量に含むため塩基の流亡を促し、土壌は酸性化するといわれている。しかし牛尿中にはナトリウムをほとんど含まない。また多量に含まれるカリウムが流亡を促すことも考えられるが、本試験においてほとんどほかの塩基

第5表 置換性塩基の推移

(春施用 mg/100 g)

区名	土壌採集部位 (cm)	2 日 目				46 日 目			125 日 目			391 日 目			491 日 目		
		CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	K ₂ O	CaO	MgO	K ₂ O	CaO	MgO	K ₂ O	CaO	MgO	K ₂ O
無肥料区	0~3	363.0	48.7	31.3	5.0	333.6	53.9	37.6	339.0	50.5	30.5	306.2	31.6	22.0	229.4	34.3	13.1
	~6	281.0	46.1	15.0	9.1	283.3	48.5	20.3	237.9	30.9	41.5	216.1	30.1	9.8	205.5	29.7	7.9
	~12	236.1	53.2	10.8	8.3	235.1	55.8	11.1	261.7	54.0	10.8	231.9	49.3	9.0	179.8	30.5	6.6
尿区	0~3	361.3	40.3	328.4	5.7	325.6	41.1	176.7	283.1	40.7	111.7	254.8	38.6	100.0	185.3	17.6	50.0
	~6	297.5	34.0	153.4	8.4	272.5	31.7	119.6	237.4	28.4	78.8	219.6	26.4	91.0	231.2	24.6	43.6
	~12	267.4	45.7	94.5	9.7	272.7	36.9	62.0	305.5	37.7	16.8	231.6	30.6	55.0	196.3	18.2	20.8
化学肥料区	0~3	285.7	51.8	230.5	8.0	296.7	37.1	133.1	353.1	36.8	124.6	306.3	34.8	65.0	258.7	26.1	27.9
	~6	216.6	41.2	96.5	9.5	213.7	27.2	76.8	233.1	23.7	74.0	231.6	20.1	42.0	214.7	21.2	22.3
	~12	212.5	41.6	113.7	9.1	212.5	35.3	58.9	213.9	27.2	44.1	205.1	23.4	18.8	170.7	20.4	22.3

第6表 置換性加里の推移

(秋施用 mg/100 g)

区名	土壌採集部位 (cm)	10 日 目	179 日 目	246 日 目	328 日 目	596 日 目	694 日 目
無肥料区	0~3	31.1	44.8	37.6	30.5	22.0	13.1
	~6	12.2	22.5	20.3	41.5	9.8	7.9
	~12	7.4	15.2	11.1	10.8	9.0	6.6
尿区	0~3	319.8	145.7	114.0	106.2	86.0	34.8
	~6	200.9	123.4	123.3	102.4	91.0	23.3
	~12	89.9	73.6	83.2	69.2	65.0	20.1
化学肥料区	0~3	232.2	116.0	91.8	112.3	75.0	52.7
	~6	139.2	111.2	89.9	98.7	73.0	38.0
	~12	83.5	81.3	56.8	81.0	62.0	35.3

に影響が認められなかったことから、その危険性は少ないものと思われる。

排尿を受けた面積だけに限ってみると、きわめて多量に加里が還元されたことになり、その結果、施用直後の極く表層の置換性加里(水溶性を含む)は約 300 mg/100 g に達した。これは日時の経過とともに減少したが、春施用は約 500 日(越冬期間も含む)、秋施用は約 700 日経過してようやく原土の置換性加里量に戻り、長期間にわたる影響が認められた。このことは第1表に示した牧草体分析結果からでも明らかである。すなわち、春施用の尿区の場合、2年目2番草(処理後より収穫日までの日数は457日)までは加里含有率が高い。そして3番草ではほぼ無肥料区の初期の含有率に近くなっていることからでも推察される。

尿と化学肥料の対比では、窒素におけるような明瞭な差が認められなかった。

一般に土壌中の加里は

水溶性 置換性 非置換性

の形態で存在し、これら3者は平衡関係にあると考えられている。したがって排尿によって多量の加里が土壌に還元されると、すべての形態のものが増加が考えられるが、実際に尿施用区における土壌中の加里の形態を水、1規定醋酸アンモニウム、1規定熱硝酸可溶に分別し、第7表に示した結果では(春施用のみ)水溶性ないし置換性のものの増加が著しい。水溶性加里は施用後7日目の表層に多いが、46日目では下層で増加し、その後原土の状態に戻った。置換性加里は前者よりもきわめて多量であって、土壌中における持続期間も

第7表 土壌中の形態別加里含量の推移

(mg/100 g)

	土壌採取部位 (cm)	原 土	尿				化 学 肥 料			
			7 日 目	46 日 目	127 日 目	491 日 目	7 日 目	46 日 目	127 日 目	491 日 目
水 溶 性	0~3	5.5	69.9	22.1	7.4	3.7	47.9	16.3	8.9	1.6
	~6	1.3	22.0	16.5	4.1	2.2	7.1	12.9	4.6	1.4
	~12	tr	6.9	11.0	tr	1.4	4.1	10.7	3.2	tr
置 換 性	0~3	45.7	213.8	154.6	104.3	46.3	156.5	116.8	115.7	26.3
	~6	18.9	97.4	103.1	74.7	41.4	52.7	63.9	69.4	19.9
	~12	15.2	42.3	51.0	16.8	19.4	36.7	48.2	40.9	22.3
1 規 定 熱硝酸可溶	0~3	34.3	41.9	29.4	35.6	35.0	34.1	29.0	30.7	35.1
	~6	30.3	30.1	24.2	30.4	33.4	17.9	26.4	26.7	27.7
	~12	26.4	26.4	24.2	25.2	32.2	15.0	22.2	26.5	32.7

注) 第5, 6表に掲げた置換性加里は当然水溶性加里をも含むので置換性一水溶性を純置換性として第7表に示した。また1規定熱硝酸可溶も同様にして計算した。

長い。したがって、水溶性加里は早期に牧草に吸収されたり、溶脱される部分を除くと大部分置換性加里に移行蓄積されており、その time reaction も早いものと推察される。そして熱硝酸可溶加里(難溶性加里や非置換性加里の一部と考えられる)は原土とあまり相違がなく、むしろ500日後に若干増加した。筆者の1人⁹⁾は天北農試ほ場の粘土鉱物について検討した結果、加里の固定に参与するバーミキュライトが若干存在することを報告した。このことから、非置換性加里に移行した加里は、バーミキュライトの層間に固定蓄積されたと思われるが、本試験からはその量は多くないものと推測される。

結局、排泄尿によって添加された加里は、大半が置換性の形態で蓄積され、牧草に吸収されやすい形態で存在していると考えられる。

IV 考 察

放牧草地における排泄尿は、局部的に多量の養分が還元され、排尿を受けた地点だけに限ってみるとその還元量は窒素、加里とも約100kg/10aであってきわめて多い。この場合窒素は収量に寄与するが、その期間は量の割合には比較的短い。本試験では牧草の吸収状況や土壌の無機態窒素の消長からみて排尿後3番草までであった。

一方、加里について土壌への影響が認められる

期間は、本試験の結果では春施用で約500日、秋施用で約700日にわたったが、後者は施用量が227.7kg/10aと広田の報告⁹⁾に比べてもかなり多いので、一般にはその期間は500日とみるのが妥当であろう。本試験でこのように長期間にわたって影響が認められたのは、①塩基の保持力の強い鉱質土壌で実施したこと。すなわち置換容量の大きい鉱質土壌では、排尿によって還元された加里の大部分を保持できること(供試土壌のCECは26.6me/100gである)。②排泄尿のようにきわめて多量の加里が放牧草地に還元された場合は、牧草のぜいたく吸収にも限度があり、その吸収にはかなり長期間を要することなどをあげることができる。

このように長期間にわたって影響が認められたことは、放牧草地の地力維持および施肥管理を論ずるうえに興味ある事実である。窒素についても無機化を経て再び有機態として温存され、徐々に収量に寄与する可能性がある。すなわち無機化された窒素が牧草に吸収利用され、収穫後の残根中に有機態窒素として温存される場合や、土壌中で微生物に利用されて温存される経路などである。またウレアーゼ活性⁹⁾の影響も見逃がすわけにはいかないであろう。しかし糞尿還元が行なわれる放牧地は混播が主体であり、したがってマメ科牧草の窒素固定があるので、排泄尿は肥料的な意義

は認められても長期の地力増強には加里ほどに強調できないものと思われる。さきに筆者⁷⁾が報告した放牧と刈取りを対比した試験で3年目より放牧区の収量がまさるようになったが、その差は概して小さく、糞尿還元の収量に対する貢献度はさほど大きいものでなかった。DURINGら²⁾もこの点について追究し、尿中の窒素が牧草の成分と収量に影響を及ぼしたのは約2か月であったが、加里は2か年にわたって残効が認められたと述べている。しかし、一方排糞尿の還元は土壤中における拡散渗透範囲が小さく、局部的に偏在することが、すでに早川ら⁹⁾によって報告されている。また広田⁶⁾は5年経過しても一度も排尿を受けたことのない面積が40%も残っていると述べている。ともあれ本試験の結果から、加里について約500日にわたって残効が持続し、さらに排糞についてもほぼ同様の事実が考えられるから、たとえ偏倚が大きくても、放牧草地に及ぼす影響はかなり大きいことは明らかである。前述の放牧と刈取りを対比した試験でも特徴的なことは放牧区の土壌中の加里が刈取り区に比べて多いことであり、この点を裏付けるものであった。

他方、早川ら⁹⁾の草地に対する尿散布試験などからも知られるように、肥料として用いられる尿は、収量に直接貢献する窒素の速効性に期待するものである。この場合、加里は同時に随伴併用される利点があるが、その量は5~6 kg/10 aであって、たちまち牧草に吸収されてしまう。これに対し排泄によって還元される尿は成分が高濃度であるが、スポット的なために草地全体としての収量面よりも、むしろ土壌に長期間残存する加里の潜在的肥沃度を重要視すべきと思う。したがって、土壌中の加里含量の増加が必ずしも放牧草地における当該肥料の大幅な節減を図る根拠となるものでなく、肥培法、牧草収量、放牧方法や利用頻度などの要因によって左右されることは論をまたない。

以上のことから、放牧牛の排泄する尿が草地土壌の化学性に与える影響の最も大きい成分は、随伴する加里とみなすべきで、当該成分は直接牧草の生産性に寄与することがないまでも、放牧草地

の地力維持という面で、その意義を認めてよいものと考えられる。

V 摘 要

放牧草地における排泄尿は局部的にきわめて多量の養分が還元され、その部分だけに限ってみると窒素、加里それぞれ約100 kg/10 aにも達する。このような排泄尿が、放牧草地に及ぼす影響について試験を実施した結果は次のとおりである。

1 排尿を受けた牧草は増収したが、その持続期間は短かった。また効果はイネ科牧草に著しく、マメ科牧草に対しては影響が少なかった。

2 排尿直後の土壌のpHはアルカリ性を示した。しかし日時の経過とともに硝酸態窒素が生成されるために低下した。そして一時的に排尿前のpHよりやや低くなり、硝酸態窒素の消失とともに還元した。

3 還元された加里は土壌中で大部分水溶性または置換性加里として存在した。

4 排尿直後における土壌中の極く表層の置換性加里は約300 mg/100 gまで増加した。そして日時の経過とともに減少し、約500日経過して原土の置換性加里に還元した。このように加里の残効が長いことは、放牧草地の地力維持にその意義が認められる。

引用文献

- 1) DOAK, B. W., 1952; Some chemical changes in the nitrogenous constituents of urine when voided on pasture. J. Agr. Sci. 42, 162.
- 2) DURING, C. & K. J. Mc NAUGHT, 1961; Effects of cow urine on growth of pasture and uptake of nutrients. N. Z. Agr. Res. 4, 591.
- 3) 奥村純一、大崎亥佐雄、関口久雄、坂本宜崇、1968; カテナに出現する土壌型の特徴、土肥道支部要旨集、2, 2.
- 4) 早川康夫、奥村純一、1964; 根釧地方の牧野改良、Ⅳ. 放牧による土壌成分の偏倚、道農試集、14, 47.
- 5) ———、橋本久夫、奥村純一、1967; 根釧地方火山灰地における牧草地土壌の理化学的特性とその施肥法に関する試験、第9報、厩肥と灌漑の肥効について、道農試集、15, 84.
- 6) 広田秀憲、1966; ニュージーランドの草地農業、畑地

農業研究会.

- 7) 関口久雄, 1967; 放牧が草地に及ぼす二, 三の問題について, 北海道士肥研究通信, 59, 8.
- 8) 豊田広三, 関口久雄, 藤井国博, 1967; 草地の地力解明に関する研究, 第4報, 尿跡地の窒素の無機化について, 土肥誌要旨集, 第13集, 36.

Summary

Cow urine in pasture feeds back locally in extremely large quantities of nutrients and if one examines them, nitrogen and potassium increases to approximately, 100 kg/10 a respectively. Conducting tests on the effects of urine on pastures, the following results were obtained:

1. Pastures where urine was applied showed an increase in yield, but the duration was short. Such influence was shown on grasses remarkably, but on legumes little.

2. The pH of soil directly after urination showed alkalinity. With the lapse of time, however, it decreased due to the formation of $\text{NO}_3\text{-N}$. It temporarily fell slightly below pH prior to urination and returned to the original value with extinction of $\text{NO}_3\text{-N}$.

3. Potassium returned to the soil existed there for the most part as water soluble or exchangeable potassium.

4. Exchangeable potassium near the surface layer of soil immediately after urination increased to about 300 mg/100 g. With the lapse of time, it decreased and after about 500 days, it returned to the level of exchangeable potassium in the original soil. The significance of such an extended remaining effect of potassium can be recognized in the maintenance of soil fertility in pastures.