

牛ふん尿の成分特性と汚濁負荷の発生^{*1}

大村 邦男^{*2} 黒川 春一^{*3}

酪農経営に伴って発生する牛ふん尿の化学的性状について、環境保全的な見地から調査すると共に、農業系外へ排出される負荷量に関する検討を行った。搾乳牛のふん尿の成分値は、EC, N, K, Naを除いてふん>尿であった。また、成分値の変動は尿>ふんの傾向がみられた。ふん尿の化学的性状からみて、水質汚濁上問題になるのは、ふんではSS, COD, Pが尿ではNが主体と考えられた。なお、牧草中心の飼養形態ではふん中の水分含量が高く、各成分値は低い傾向が示された。酪農経営に伴う発生負荷量は、成牛1頭当たり年間にCODが329kg, N88kg, P16kgで、全道における発生負荷量は(1985年、成牛換算654,200頭として)、CODが21.5万t, N5.8万t, P1万tとみられた。これら発生負荷の中で農業系外へ排出される量は1割未満と推測された。排出負荷は畜舎管理の改善と農業系内におけるふん尿の有効利用により、その低減を図ることが可能である。

I 緒 言

わが国の家畜飼養は、農業系内におけるリサイクルを前提に導入されたものである。すなわち、土地を利用して生産された作物の一部を飼料として家畜に給与し、それを採食した家畜のふん尿を肥料分として再び土地へ還元する形態をとってきた。しかし、最近急速に進行しつつある畜産経営の専門化と規模拡大は、土地から遊離した営農体系への移行を促している。

道内の酪農経営の最近10年間の推移をみても¹⁾、1975年には飼養戸数27,400戸飼養頭数615,000頭であったものが、1985年にはそれぞれ17,400戸、808,000頭となり、頭数の増加に反して戸数の減少が著しい。それに伴って、酪農家1戸当たりの飼養頭数は1975年の23頭から1985年には46頭と、2倍に増えている。このような中で、規模拡大に

対応するために化学肥料偏重による肥培管理、購入飼料多給による産乳促進が図られるようになり、多くの生産資材を系外からの導入に頼るようになってきた。その結果、畜産施設から発生する大量のふん尿の一部は、資源として再利用されることがないままに放置されている例が認められる。これら未利用のふん尿は施設周辺に悪臭や水質汚濁をもたらす原因ともなっており、いわゆる畜産公害の発生源として問題視されている^{2,3,4)}。

畜産経営に伴う環境汚染に係る苦情件数は全体の8%程度にすぎないが、悪臭及び水質関連でみると全体の約4割を占めている^{3,4)}。これは、家畜ふん尿が各種栄養塩を大量に含むことによるものであり、畜産経営が周辺の水質環境に及ぼす影響を考えるうえで、先ずふん尿の特性を把握する必要がある。

そこで、本試験では道内の畜産経営の中で大きな位置を占めている酪農家を中心に調査を行い、負荷発生源としてのふん尿中の成分特性を環境保全的な見地から検討した。さらに、発生原単位を基にして農業系外に排出される負荷量を推定し、周辺の環境に及ぼす影響について予測しようとしたものである。

1988年5月21日受理

^{*1} 酪農地帯における肥料成分の流出と水質保全(第1報)。本報の一部は、1983年度日本土壤肥料学会北海道支部会で発表した。

^{*2} 北海道立中央農業試験場, 069-13。夕張郡長沼町

^{*3} 同上(現、電気化学工業株式会社、石灰窒素普及会、060 札幌市中央区)

II 調査方法

1. ふん尿採取

1983年から1985年にわたり、道央(石狩, 空知), 道東(十勝, 根室)の標準的な酪農家74戸を対象に、搾乳牛の新鮮ふん尿(ふん54点, 尿31点)を採取した。試料は採取後密封してから冷蔵庫に保管し、随時取り出して分析に供した。

なお、試料採取と同時にふん尿の処理方法に関する聴き取り調査も行った。

2. 分析方法

水分, pH, 電気伝導度(EC)は常法¹⁵⁾によ

り, N, $\text{NH}_4\text{-N}$, P, 塩基類及び微量成分は肥料分析法¹⁶⁾によった。また、懸濁物質(SS), 化学的酸素要求量(COD), 硫酸イオン, 塩素イオンは工業排水試験方法¹⁷⁾に準じた。

III 試験結果

1. 牛ふん尿の成分組成

搾乳牛の新鮮ふん尿の化学的性状は、表-1, 2に示すとおりである。分析値の中でSSが他の事例^{5, 6)}に比べると低かったが、これはSSを測定する際の希釈率が高かったことによる誤差のためと考えられた。そこで、ふんのSSについては参

表1 牛ふんの化学的性状

(現物当り表示)

区分	成分項目	水分(%)	pH	EC(mS/cm)	SS(ppm)	COD(ppm)	N(ppm)	$\text{NH}_4\text{-N}$ (ppm)	P(ppm)	K(ppm)	Na(ppm)	Ca(ppm)	Mg(ppm)	S(ppm)	Fe(ppm)	Mn(ppm)	Zn(ppm)	Cu(ppm)
全体	平均値	87.3	8.0	1.39	66,100 (127,000) [※]	22,100	3,330	474	1,140	1,100	330	1,720	550	1,490	177	31	18.3	3.4
	最小値	83.0	7.3	1.00	31,600	17,500	2,600	268	650	430	70	510	280	1,060	59	12	7.0	1.5
	最大値	91.1	8.4	1.94	103,200	27,500	4,210	694	1,980	2,000	1,330	4,230	900	2,510	372	51	37.9	7.0
	CV(%)	2	3	16	25	9	11	23	26	32	68	46	25	20	42	30	35	38
I	平均値	86.8	7.9	1.43	63,300	22,300	3,340	493	1,180	1,160	410	1,560	540	1,450	192	31	19.1	3.6
	最小値	85.4	7.5	1.02	31,600	18,800	2,630	330	810	580	150	830	280	1,080	87	17	12.4	2.2
	最大値	89.1	8.4	1.94	87,200	27,500	4,210	674	1,980	1,690	1,330	3,130	840	1,940	301	50	37.9	7.0
II	平均値	86.3	7.9	1.35	70,600	22,200	3,430	472	1,240	1,040	280	2,150	590	1,480	183	24	20.5	3.6
	最小値	83.0	7.3	1.00	44,800	17,500	2,600	268	750	430	80	510	280	1,060	66	12	9.6	1.5
	最大値	91.0	8.2	1.68	103,200	26,600	3,930	694	1,600	2,000	650	4,230	900	2,510	372	34	31.7	6.5
III	平均値	89.8	8.2	1.35	68,500	21,300	3,110	403	780	1,020	100	1,570	520	1,630	106	43	10.6	2.1
	最小値	88.6	8.1	1.15	42,000	19,400	2,680	292	650	670	70	1,040	470	1,220	59	37	7.1	1.6
	最大値	91.1	8.4	1.70	98,000	22,800	3,450	575	940	1,300	140	1,890	610	1,950	242	51	15.3	2.3

I. 混同集約型(コーンサイレージ主体に乾草及び各種粕類を混合) II. 畑作混同型(コーンサイレージ主体に乾草及び作物残さ) III. 牧草中心 ※乾物重から換算した値。

表2 牛尿の化学的性状

(現物当り表示)

区分	成分項目	水分(%)	pH	EC(mS/cm)	SS(ppm)	COD(ppm)	N(ppm)	$\text{NH}_4\text{-N}$ (ppm)	P(ppm)	K(ppm)	Na(ppm)	Ca(ppm)	Mg(ppm)	S(ppm)	Cl(ppm)	Fe(ppm)	Mn(ppm)	Zn(ppm)	Cu(ppm)
全体	平均値	94.6	8.9	34.5	470	6,930	9,860	2,900	26	9,970	1,150	93	197	710	4,020	0.6	ND	0.9	0.08
	最小値	92.2	7.7	14.3	70	3,750	3,830	260	13	4,230	10	2	20	260	1,440	0.2		0.4	0.03
	最大値	97.8	9.4	48.4	1,250	8,330	17,400	8,720	59	13,750	4,000	433	513	2,060	6,920	1.2		1.6	0.15
	CV(%)	2	5	21	62	17	37	81	52	24	106	127	66	61	39	37		26	32
I	平均値	94.9	9.1	37.6	470	6,910	9,680	4,110	19	9,840	1,480	78	192	880	3,610	0.7	ND	1.0	0.07
	最小値	92.2	8.3	30.7	70	3,750	4,250	1,230	13	4,810	30	2	35	350	1,440	0.5		0.7	0.03
	最大値	97.8	9.4	48.4	1,250	8,330	16,800	8,720	23	11,880	4,000	433	513	2,060	6,560	1.2		1.6	0.15
II	平均値	94.6	8.9	32.2	490	7,100	9,500	2,490	37	9,920	1,230	53	223	650	3,620	0.5	ND	0.9	0.09
	最小値	92.2	7.7	14.3	210	5,120	3,830	361	18	4,230	10	2	20	260	1,740	0.2		0.4	0.08
	最大値	97.5	9.4	45.7	1,250	8,260	17,400	7,140	59	13,750	3,670	200	388	1,150	6,900	0.7		1.2	0.13
III	平均値	93.8	8.4	31.7	430	6,590	11,220	480	22	10,440	40	235	147	400	6,120	0.5	ND	0.9	0.07
	最小値	92.2	8.3	26.6	230	5,930	9,050	260	19	8,750	10	125	53	350	4,920	0.3		0.7	0.05
	最大値	95.2	8.6	35.9	650	7,820	16,200	980	26	12,190	70	367	288	500	6,920	0.7		1.2	0.08

考値として表中に乾物重から換算した結果についても付記した。また、CODも同様に低い傾向がみられたが、これは分析対象にれき汁のみを用いたためと思われる。

全般的な傾向としては、EC、N、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、K、Naを除く各成分でふん中の成分が尿よりも高く、各々の成分変動はふんで小さかったのに対して、尿で大きい傾向がみられた。

これらの中で、水質汚濁との関連が大きいSS、COD、N、Pを中心にみると、全体の平均値はSSがふんで66,100ppm（参考値、127,000ppm）、尿470ppm、CODはふん22,100ppm、尿6,930ppm、Nはふん3,330ppm、尿9,860ppm、Pはふん1,140ppm、尿26ppmであった。すなわち、Nを除く各成分はふん＞尿を示し、ふん中成分の尿に対する倍率は、SSで140倍、CODは3倍、Pは44倍であった。このことから、ふんによる水質汚濁はSS、COD、Pが、一方、尿汚水による影響はNが主体になるものと考えられた。

また、飼料の内容がふん尿の特性に及ぼす影響をみるために、各酪農家を経営形態別に区分して比較した。すなわち、コーンサイレージを中心に乾草及び各種粕類を利用している混同集約型（道央）、コーンサイレージと共に乾草及び作物残渣を利用している畑作混同型（十勝）、牧草を中心にした草地型（根室）の3つに区分した。その結果、混同集約型と畑作混同型では、主体とする飼料が共通していることからふん尿成分の内容に大きな差は認められなかった。これに対して、草地型ではふん中の水分含量が高く、N、Pをはじめとする各成分で低い値を示す傾向がみられた。

なお、尿の成分値は変動が大きく、経営形態の違いによる差は判然としなかった。

2. 発生負荷量と排出負荷発生の経過

次に、上述の結果を基にしてふん尿の発生負荷量（原単位）を算出し、さらに、排出負荷発生の経過について検討した。

まず、発生負荷量の計算に当たっては、搾乳牛のふん尿の排泄量を鈴木ら⁷⁾の行った試験例を参考に、ふん37kg/頭・日、尿12kg/頭・日とした。また、全道の発生負荷量は1985年の飼養頭数を成牛換算（654,200頭）した値を用いた。

成牛1頭当たりの排泄量は、ふん、尿合わせて年間に約18tとなり、各成分の発生負荷量は

COD 329kg、N 88kg、P 16kg、K 59kgであった。

同様に、全道における年間の排泄量は、1,170万tで、各負荷量はCOD 215,000t、N 58,000t、P 10,000t、K 38,000tとなり、これは道内における化成肥料の年間の入荷量（昭和60年度肥料年度、N 91,085t、P 37,159t、K 67,773t⁸⁾）に対して、Nは63%、P 27%、K 56%に相当した（表-3）。

これらの発生負荷のうち実際に農業系外へ排出される量は、畜舎におけるふんの除去率と系内での利用率によって左右される。すなわち、排出負荷量はふん尿の農地への還元が進むほど減少する

表3 酪農経営に伴う発生負荷量

項目 成分	成牛1頭当り(kg/年)			全 道 (t/年)		
	ふん	尿	計	ふん	尿	計
排泄量	13,505	4,380	17,885	8,834,971	2,865,396	11,700,367
COD	298.5	30.4	328.9	195,253	19,857	215,110
N	45.0	43.2	88.2	29,420	28,253	57,673
P	15.4	0.1	15.5	10,072	75	10,147
K	14.9	43.7	58.6	9,718	28,568	38,286

表4 ふん尿分離による排出負荷量の変化

項目	ふんの除去率 (%)	0				
		0	50	70	90	90(86)*
排出量 (kg/頭・日)	ふん	37.0	18.5	11.1	3.7	3.7
	尿	12.0	12.0	12.0	12.0	1.7
	計	49.0 (100)	30.5 (62)	23.1 (47)	15.7 (32)	5.4 (11)
SS (g/頭・日)	ふん	2445.7	1222.9	733.7	244.6	266.4
	尿	5.6	5.6	5.6	5.6	0.8
	計	2451.3 (100)	1228.5 (50)	739.3 (30)	250.2 (10)	245.4 (10)
COD (g/頭・日)	ふん	817.7	408.9	245.3	81.8	81.8
	尿	83.2	83.2	83.2	83.2	11.6
	計	900.9 (100)	492.1 (55)	328.5 (36)	165.0 (18)	93.4 (10)
N (g/頭・日)	ふん	123.2	61.6	37.0	12.3	12.3
	尿	118.3	118.3	118.3	118.3	16.6
	計	241.5 (100)	179.9 (74)	155.3 (64)	130.6 (54)	28.9 (12)
P (g/頭・日)	ふん	42.2	21.1	12.7	4.2	4.2
	尿	0.3	0.3	0.3	0.3	—
	計	42.5 (100)	21.4 (50)	13.0 (31)	4.5 (11)	4.2 (10)

* 聞き取り調査による利用率（ふん90%、尿86%）をもとにした排出負荷量の推定値。

表中（ ）内の数値は、ふんの発生量を100とした場合の指数で表わした。

ことになる。これをふん尿分離の程度によって試算すると、表-4のとおりである。排出量は1頭当たり1日に49kg発生するが、除去率50%で31kg、90%では16kgに減少する。同様に各成分について発生負荷量を100とした指数でみると、除去率50%ではSSが50、COD 55、N74、P50、同90%ではSSが10、COD 18、N54、P11となる。このことは、ふん尿分離の徹底によってふん中に占める割合の高いSS、Pを中心とした成分の排出量を発生量の1~2割まで削減可能なことを示唆しており、固液分離が環境保全上重要な位置を占めていることを表わした。

なお、ふん尿を採取する際に同時に行ったふん尿処理及び当該施設に関する調査結果から、道内の酪農家における堆肥盤の保有割合は全体の80%、また、尿溜めの保有割合は86%であった⁹⁾。このうち、堆肥盤を持たない農家でも随時畑地等へ運搬して利用しており、未利用分は1割未満と思われた。これらの結果を基に、ふんの利用率を90%、尿の利用率を86%として、現実には排出される負荷量の最大値を予測すると、1頭当たりの排出量は1日5.4kg、全道で年間に129万tとなる。同様に、各成分について排出負荷量に対する割合をみると、SSで10%、COD 10%、N12%、P10%を示した。すなわち、現実には酪農経営に伴って排出される負荷量は、最大値を見積もっても発生負荷量の約1割と考えられた。

Ⅳ 考 察

畜産経営の規模拡大に伴い大量の家畜ふん尿が生産され、そこから発生する環境汚染が問題になっている^{4,10)}。畜産関連施設に起因する環境問題は悪臭と水質汚濁によって代表されるが、これを畜種別にみると、養豚経営に次いで酪農経営が高い割合を占めている⁴⁾。特に、乳牛の飼養頭数が多い本道では、地域によっては他産業と競合する場面もみられることから、ふん尿の処理問題は周辺水系の水質を保全するうえで重要な課題と思われる。

道内の酪農経営におけるふん尿処理は、大部分がふんと尿を分けて処理する固液分離方式をとっており、固液混合槽による処理(スラリー方式)の普及は大規模経営を中心に進められているが、全体の1割未満にすぎない。固液分離方式では、

ふんは敷料と共に堆きゅう肥とし、また、尿はふんと分離した後尿溜めに貯溜される。このうち、ふんは有機物を始めとする各種養分に富んでいるうえに、特別な施設がなくともある程度貯蔵できることから、農業系内において積極的に利用されている。このように、固形物としてのふんは、野積みで放置されている例を除けば、環境保全上大きな問題にはならないものとみられる。

なお、堆肥場から発生するれき汁を貯溜する施設はほとんどなく、雨水と共に表面流去した汚水が側溝を経て地下浸透している例が散見されることから、当該施設の整備が望まれる。

一方、水質汚濁との関連で大きな比重を占める尿及び畜舎洗浄等の汚水は、畜舎の管理法の違いによる変動の大きいのが特徴といえる。尿汚水の保管には貯溜槽を必要とするが、冬期間の長い本道では大容量の施設が不可欠である。しかし、現実には最近の急速な規模拡大に施設が伴わず、容量不足から春先には横溢している例も認められる。さらに、畜舎洗浄水等で薄められた尿汚水は、運搬経費がかさむ割には肥料成分値が低いこと、また、成分変動が大きいうえにその組成に偏りがみられることなど、農業系内における利用は消極的な傾向にある。

これらの問題を根本的に解決するためには、ふん尿処理施設の充実以外にはなく、堆肥場の整備と尿溜めの拡充が必要と考える。

以上、施設上の問題について述べたが、環境汚染防止のためには、これらふん尿による発生負荷をできるだけ農業系外へ出さないための工夫も必要である。水質汚濁に関連した主な栄養塩類は、窒素を除くとその大部分がふん中に含まれており、固液分離の程度によって排出負荷量に差が生ずる⁵⁾。特に、懸濁物質、化学的酸素要求量、リンは固液分離に伴う低下が大きく、当該処理の徹底が排出負荷量軽減の要点になるものと思われる。

現状のふん尿処理を基に試算した結果、排出負荷量は最大でも発生負荷量の1割程度とみられたが、系内におけるふん尿の利用を進めることによって、当該値はさらに削減可能と考えられる。なお、ふん尿中の肥料成分は、道内における年間の肥料入荷量全体に対して、窒素、カリウムで約6割、リンで約3割を占めており、肥料成分とし

での価値が高いので、有効利用^{11,14)}を積極的に進める必要がある。

次に、牛ふん尿を有効利用するに当たっての問題点について述べる。

ふんは堆きゅう肥として農地へ還元される場合は塊として施用されるうえにその成分は緩効的なものが多い。そのため、植生のない時期に大量に施用しない限り、周辺の水系に大きな影響は及ぼさないものと思われる。畑作混同型経営の酪農家では、秋及び春の耕起時に畑地に対する有機質資源として活用しており、その利用率はほぼ100%に近い。これに対して、道東及び道北の草地酪農地帯では畑地面積が少ないため、利用範囲が牧草地に限定されることが多い。草地に施用される堆きゅう肥は、更新時を除いて表面施用となるため、ある程度腐熟の進んだものが要求される¹¹⁾。しかし、当該地方では敷料が入手しづらいうえにふんそのものの水分含量が高く、さらに低温期間が長いために堆きゅう肥の腐熟が進まず、ふんの利用をより一層消極的なものとしている感が強い。

余剰分の堆きゅう肥は長期間限られた場所に堆積されることが多く、早春の融雪、融凍水や大雨の時にはその中の栄養塩の流出は避けられない。特に、土壤凍結のみられる地方では、融雪水が地表を流去するため、流下過程における栄養塩類の濃度低下は小さく、水系が付近にある場合には水質汚濁をもたらすことも予想される。

一方、尿汚水の利用は、貯溜槽の容積によって決定づけられる面が大きい。貯溜槽が飼養規模に伴わず、その容積が小さい場合には、余剰分を作物生育に関係なく散布しなければならない。その場合、植物生育が衰えている時期における農地への還元には細心の注意が必要である。特に、早春の雪上散布は、尿汚水がほとんど土壤に浸透することなく、融雪水と共に地表を流下することから、付近を流れる河川等の水質に大きな影響を及ぼすことも考えられる。

尿汚水の利用は全般にふんに比べると立遅れが目立つが、排出負荷の軽減（特に窒素）を図るためには、できるだけ利用を促進することが望ましい。当汚水は窒素、カリウムを主体にした液肥であり、牧草や葉菜類に対する分施用液肥としての活用も考えられる。また、一方では処理の煩雑な液状物の発生を抑えるために大量の吸水剤（オガ

クズ、藁等）を用いて吸水させ、ふんと共に堆肥化する等、処理方法を含めた検討も重要である^{12,13)}。

以上、ふん尿を利用するに当たっては、その堆積場所及び利用の時期や場所について十分な配慮が必要と考えられた。

近年、閉鎖系水域を中心に水系の富栄養化が注目されており、その制限物質としてのリン、窒素に対する規制が強化されつつある。なかでも、大量の栄養塩類を発生する畜産施設をとりまく状況は年々厳しくなっている。農業系外への排出を抑制するためには、ふん尿を系内で循環利用することが最善の方法であり、府県に比べて広い土地基盤をもつ北海道の畜産経営でこそ可能な手段と考えられる。

謝 辞 現地調査にあたっては、道央及び根室管内の各普及所及び多数の酪農家の方々にご協力をいただいた。また、本稿を提出するにあたりご指導、校閲をいただいた農芸化学部長、高尾欽弥氏、畜産部長、和泉康史博士及び取りまとめに際してご指導をいただいた環境資源部長、大崎玄佐雄氏、さらに便宜を図っていただいた環境保全部長、土居晃郎氏はじめ同科研究員一同に感謝の意を表する。

また、本試験を進めるにあたってご教示いただいた元環境保全部長、岩濤清郎博士（現中央農試場長）、同大垣昭一氏（現道南農試場長）に心から謝意を表する。

引用文献

- 1) 農林水産省畜産局．“畜産統計，家畜飼養の概況”．(1985)．
- 2) 渋谷政夫，尾形 保，山添文雄．“環境汚染と農業”．博友社．(1978)．
- 3) 米田茂男．“家畜ふん尿による環境汚染に関する諸問題”．農業及び園芸．51，1088～1092 (1976)．
- 4) 農林水産省畜産局．“家畜ふん尿の処理と利用”．畜産排水基準指標策定委員会報告書 (1984)．
- 5) 農林水産省畜産局監修．“家畜排せつ物の処理・利用の手引き”．中央畜産会 (1978)．
- 6) 農林漁業環境・公害問題研究会．“環境・公害実務必携”．農林統計協会 (1973)．
- 7) 鈴木省三，新出陽三，吉井邦雄，滝本勇治．“乳

- 牛の排泄生態に関する研究”. 帯広畜大研報, 5, 45~54 (1967).
- 8) 農林水産省統計情報部. “第62次農林水産省統計表”. (1987).
- 9) 北海道農務部編. “昭和63年普及奨励ならびに指導参考事項”. 417-420 (1987).
- 10) 桧垣繁光. “畜産公害対策全書”. 鶏卵肉情報センター (1984).
- 11) 大村邦男, 赤城仰哉. “根釧火山灰草地の施肥法改善. 第6報, 草地に対する堆きゅう肥の施用効果について”. 北農. 50, 6, 1-23. (1983).
- 12) 黒島忠司. “地力増強のためのおが屑堆肥”. 農業及び園芸, 53, 761-765 (1978).
- 13) 尾形 保. “家畜ふん尿の土壤還元利用”. 用水と廃水. 19, 1217-1224 (1977).
- 14) 早川康夫, 橋本久夫, 奥村純一. “根釧地方火山灰地における牧草地土壤の理化学的特性とその施肥法に関する試験. 第9報, 厩肥と漚汁の肥効について”. 道立農試集報15号, 84-100 (1967).
- 15) 土壤養分測定法委員会編集. “土壤養分分析法”. 養賢堂. (1970).
- 16) 農林水産省農業技術研究所. “肥料分析法”. (1982).
- 17) 日本規格協会. “工場排水試験方法, JIS K 0102”. (1981).

Characteristics of Components of Excretions from Milking Cows and Generative Process of Pollutant Loads

Kunio OHMURA*, Haruichi KUROKAWA**

Summary

Chemical characteristics of feces and urine excreted from milking cows were investigated with the purpose of elucidating the relationship between the livestock industry and natural water pollution. Dairy farmers in Hokkaido, were employed as the subjects of this study.

Except for the contents of N, EC, K and Na, the contents of the other components of the excretions of the milking cows were higher in feces than urine. The changes in the contents of each component tended to be larger for urine than feces.

Judging from the chemical characteristics of the excretions, SS, COD and P of feces were considered to be major components causing pollution of water, while N of urine is considered to be major component of water pollution.

Analysis of feeds of the cows revealed that feces excreted from cows feeding on mainly grasses tended to have a higher water content and a lower content of other components than cows feeding on mainly other materials.

Assuming that daily amount of excretions per one adult cow is 37 kg of feces and 12 kg of urine, the annual amount of COD, N and P excreted from an adult cow were calculated to be, respectively, 329 kg, 88 kg and 16 kg. On the basis of this calculation, the annual amount of the excretions from all milking cows raised in Hokkaido in 1985 was estimated to be 215,000 tons for COD, 58,000 tons for N and 10,000 tons for P. These values corresponded to about 60% of the total N and about 30% of the total P in chemical fertilizers used in that year in Hokkaido.

Of the above pollutants, the amount of those escaped from the industrial system to the natural environment was surmised to depend on the degree of separation of feces and urine excreted in the animal house and the rate of reuse of the separated excretions in the agricultural system. That is, judging from the actual status of the treatment of the excretions by the dairy farms in Hokkaido, less than 10% of the total excretions was estimated to be released from the industrial system as the pollutants of the natural environment.

Thus, in order to reduce the amount of the pollutants released to the natural environment, it was considered to be important to improve the recovery rate of the excretions from the animal house and promote utilization of the excretions within the agricultural system.

* Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido, 069-13, Japan

** Denki Kagaku Kogyo K.K., Chuo, Sapporo, Hokkaido, 060, Japan

