

シンポジウム『高泌乳時代の土-草-家畜の問題点』

## 酪農経営と周辺水域の環境保全

大村 邦 男 (天北農業試験場)

### 1. はじめに

近年、湖沼や内海等の閉鎖系水域で問題になっている富栄養化は、周辺地域からの窒素、リンを中心とした栄養塩類の流入によって加速されているものといわれている。富栄養化を招く栄養塩類の代表的な発生源の一つとして農業排水が挙げられるが、農業系内から発生する栄養塩類は施肥や家畜糞尿に基づくものと考えられる。なかでも、畜産農家で大量に発生する糞尿は高濃度の肥料成分(栄養塩類)を含むことから、その処理法如何によっては水域に対して重大な影響を及ぼすことが懸念される。

道内の多くの酪農家では糞尿の有効利用に努めており、糞尿から発生する栄養塩類の流出は最小限に抑えられている。しかし、経営規模拡大に伴う購入飼・肥料への依存が高まりつつある中で、排泄物処理が円滑に進められなくなる傾向にあり、将来的には農地に対する大量施用の可能性も秘めている。

こうした背景を踏まえて、酪農家の排泄物処理の実態及び営農活動が周辺水系の水質に及ぼす影響を解析し、水質を保全のための具体的な指針について検討した。

### 2. 調査結果及び考察

#### (1) 排泄物処理上の問題点

道内酪農家の排泄物処理は、一部の大規模経営を除いて大部分が糞と尿を分離して処理する固液分離方式をとっている。

糞尿施設の保有率は堆肥盤80%、尿溜め86%で、堆肥場から発生する滲汁溜めや尿溜めは不十分で、尿溜めでは保有している農家の72%で容量不足等の不備が認められた(図-1)。

これら排泄物の利用は、糞が畑や草地更新時に、尿は草地を中心に行われている。しかし、畑地の少ない草地型酪農地帯では糞の利用が、一方、草地の少ない畑作混同型酪農地帯では尿の利用が不十分になりがちである。その結果、利用されずに放置されている糞尿が高濃度の栄養塩類の発生源となっている例が散見される。

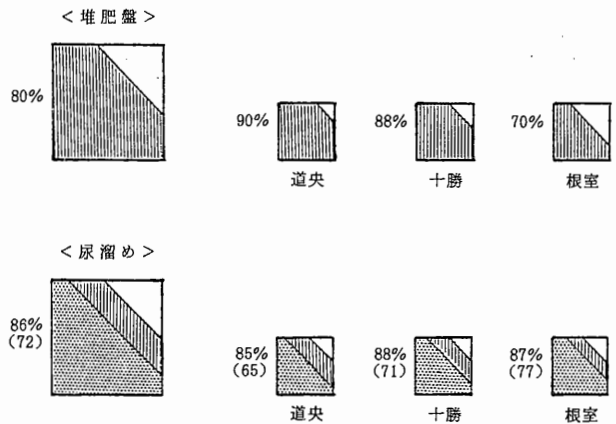


図-1 排泄物処理施設の保有割合 (n=74)  
尿溜め( )内の数値は、保有中不備な施設の割合を示した。

糞尿が水質環境に及ぼす影響は、その化学性からみて、糞では懸濁物質(SS)、化学的酸素要求量

(COD), リンが, また, 尿では窒素が中心になるものと考えられた。

なお, 道内の酪農家から発生する糞尿の量は年間1,170万t見込まれ(1985年統計を基に計算), 道内の化学肥料の入荷量に対する割合は, 窒素, カリが約6割, リンは約3割に相当し, 肥料成分として大きな位置を占めている。

(2) 排泄物処理施設等の不備による水質汚濁

排泄物処理施設等が不備なために河川の水質汚濁が発生した地点を対象に水質調査を行った(図-2)。

その結果, 流域が草地や林地で占められる河川上流では水質変化がほとんどみられないのに対して, 酪農家が点在する中流では河川水の窒素, リンの濃度上昇が認められた。この傾向は, 糞尿施設が不備なうえに河川に隣接している地点や放牧地で強く表われており, 水質汚濁が酪農関連排水に因るものであることを示した。

(3) 標準的な酪農地帯における河川水質の変化

道央の畑作・酪農混同地帯202.2ha(牧草地42%, 畑地30%, 林地・原野24%, 家畜飼養頭数は成牛換算で200頭)をモデルに, 営農活動が周辺を流れる河川の水質に及ぼす影響を検討した(図-3)。

調査地域を流れる河川の流程変化は, 放牧地や酪農施設が河川に近接する場所で大きく, 当該施設等による影響が示唆された。調査

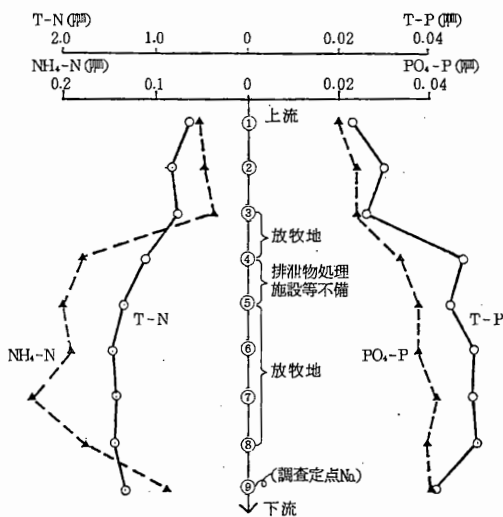


図-2 水質汚濁発生地点における河川の水質変化

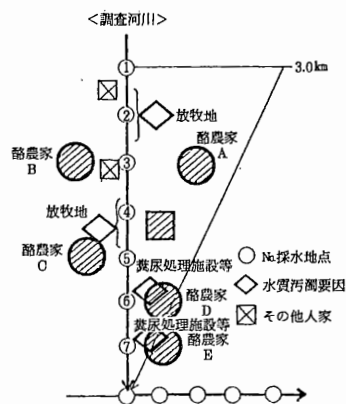


図-3 モデル地域における水質汚濁要因の模式図

表-1 因子負荷量

項目	第 1 因子	第 2 因子	第 3 因子	第 4 因子
水 温	-0.0526	-0.0490	0.9324	0.0097
DO	-0.0893	-0.3205	-0.8471	-0.0483
SS	0.9716	-0.0548	-0.0800	0.0221
COD	0.9327	-0.1756	0.1451	0.1084
EC	-0.0331	0.9411	-0.0268	0.0653
T-N	0.8795	0.1185	-0.1106	0.2766
NH <sub>4</sub> -N	0.2250	-0.0303	-0.2515	0.8375
T-P	0.8836	0.0109	0.0716	0.4081
PO <sub>4</sub> -P	0.3060	0.0766	0.2538	0.8452
Cl	0.2112	0.7764	-0.0745	0.1143
ALK	-0.2367	0.8331	0.2600	-0.1478
K	0.3168	0.6097	0.2913	0.5224
Mg	-0.1262	0.9051	0.1046	0.0381
* 固 有 値	4.577	3.757	1.713	1.144
* 寄 与 率 (%)	35.2%	28.9%	13.2%	8.8%
* 累 積 寄 与 率 (%)	35.2%	64.1%	77.3%	86.1%

\*主成分分析による値。

河川の水質変化を量的に把握するために主成分分析による統計解析を行ったところ(表-1), 水質変化の64%は懸濁態成分, 各種塩類濃度で表され, 次いで季節変化13%, 人為的な汚濁が予想された第4主成分が約9%を占めた。

第4因子は, 降雨時期に放牧地や酪農施設, パドック付近で高い因子負荷量を示し, 因子を構成する成分内容(NH<sub>4</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P, K)からみて酪農関連排水による水質変化を表しているものと考えられた。(図-4, 図-5)。

(4) 栄養塩類の流出過程と濃度変化

河川の水収支は融雪期及び降雨時にピークを示し, それに伴って汚濁成分の流出量が変動する。

融雪期を中心に大量に発生する表面流出水は成分濃度が高く, 当汚濁水が河川に大量に流れ込んだ場合には水質に大きな影響をもたらすことが予想された。また, 流去水の成分濃度は流下に伴って低減するが, その減少割合は, 平坦地>傾斜地(傾斜小>傾斜大), 草地>>裸地の傾向を示し, 特に, 草地における浄化機能が優れていることを表した。(表-2, 図-6)。

一方, 浸透流出による成分の移動は窒素で大きいのに対して, リンでは極く僅かに過ぎなかった。調査地点における流出水中の窒素濃度の平均値は, 畑地4~7 ppm, 草地1~2 ppmで, ほぼ各作物の施肥量に対応していた(図-7)。

また, 糞尿を大量に施用した場合の肥料成分の移動を調べるために場内でライシメータ試験を行った(図-8)。その結果, 裸地条件では糞10t/10a 施用

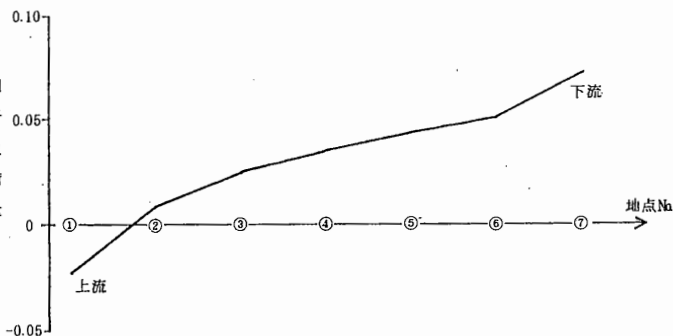


図-4 第4因子の流程変化

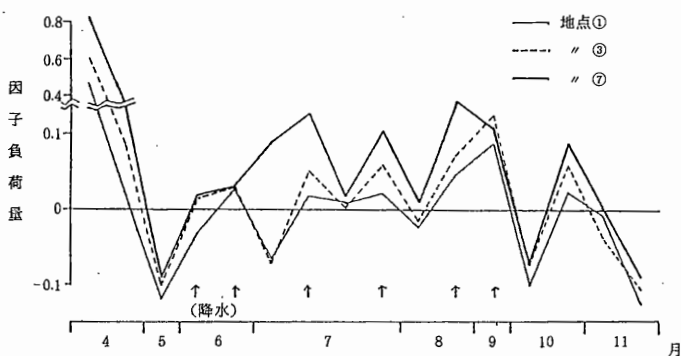


図-5 第4因子の地点別年間推移

表-2 融雪期の表面流去水等の成分濃度 (1984~1985年の融雪期調査) (ppm)

項目	成分	COD	T-N	T-P
堆きゅう肥		(T-C)6.03%	3.730	1.160
れき汁		1,540	597	64
(堆きゅう肥に対する比率)		(2.6%)	(16.0%)	(5.5%)
畑地流去水		39.5	4.72	1.28
草地流去水		11.5	2.61	0.45
河川水		13.5	1.93	0.22
雪			1.09	0.07

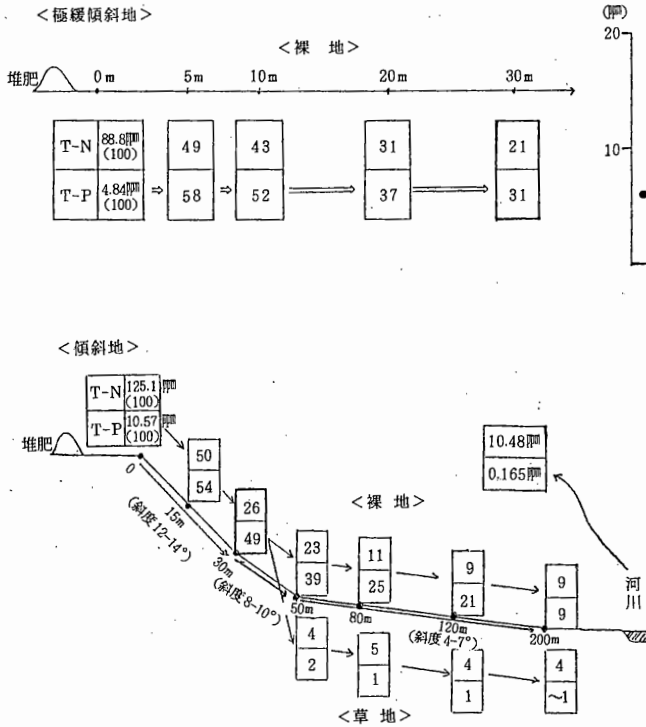


図-6 融雪期の表面流出水の濃度変化  
(堆肥置場のたまり水を100とした指数で表した)

時の流出水中の窒素濃度は低かったが、糞 50 t/10a, 尿 10 t, 50 t/10a では高濃度の窒素が流出し、霞ヶ浦の富栄養化防止条例で畜産農家に対して決められている基準値 25 ppm を越えたものが 20% 以上を占めた。

一方、草地では糞 50 t/10a, 尿 10 t/10a までは糞尿施用による窒素の流出は僅かであったが、尿 20 t/10a 以上では裸地条件で糞尿を多量施用した場合と同様の傾向を示した。すなわち、水質環境からみた許容量は、裸地条件で糞 10 t, 草地では糞 50 t, 尿 10 t と考えられた。

なお、以上の結果は糞施用は土壌との混和を前提にしており、糞尿とも連用を考慮したものではない。また、施用に当たっては、土壌条件及び地下水位についても十分配慮する必要がある。

(5) モデル地域における窒素、リンの循環

モデル地域 202.2ha の自然系、農地系、家畜系、生活系における負荷量の取支と、各系内から流出する負荷量、河川への流達量について検討した (図-9, 図-10)。

モデル地域から流出する窒素量は 3.794 kg で、その内訳は耕地 83% (草地 27%, 畑地 56%), 生活関連排水 1%, その他 5% で、酪農関連施設等からの排出量は全体の 11% を占めた。また、リンの流出は大部

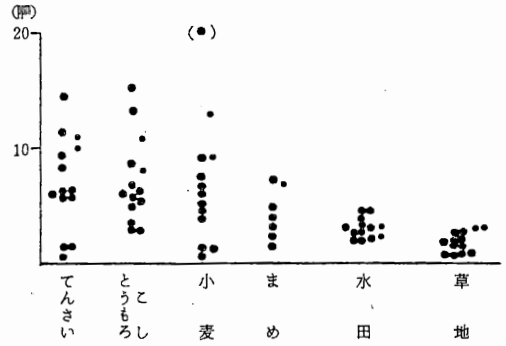


図-7 浸透流出水の窒素濃度  
(1988年4月~11月)

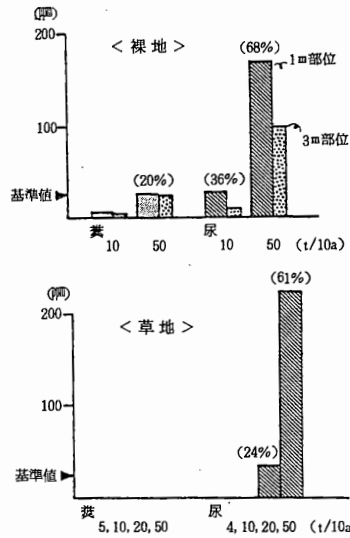


図-8 ライシメータ浸出水中の窒素濃度の平均値 (黒色火山性土)  
(図中の%は霞ヶ浦の富栄養化防止条例で畜産農家に対して決められている基準値 25 ppm を越えるものの割合を示した)

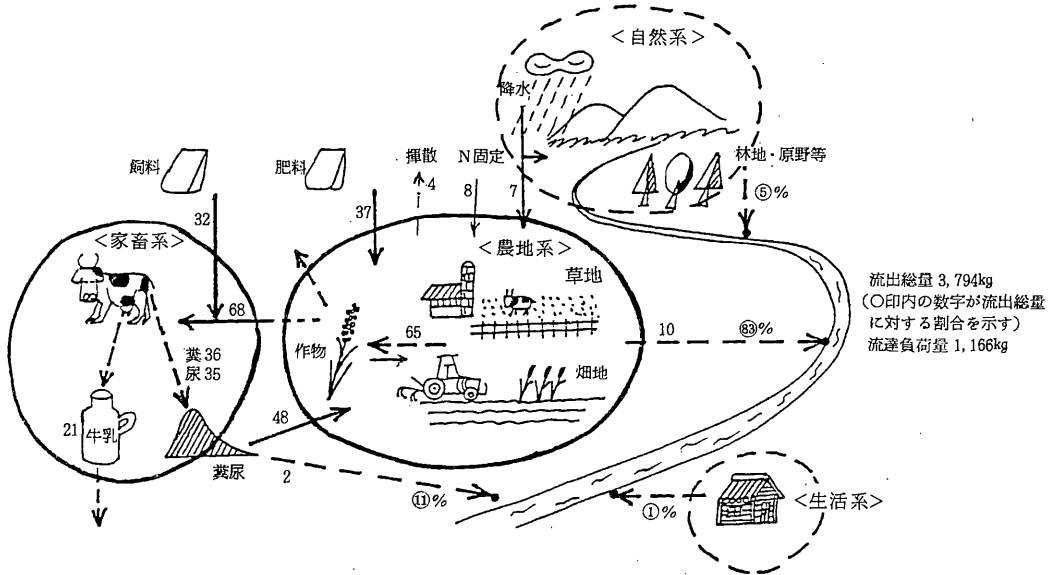


図-9 モデル地域における窒素の循環 (kg/年, 調査地域 202.2 ha)  
 図中の数字は各系の総収入に対する割合 (%)

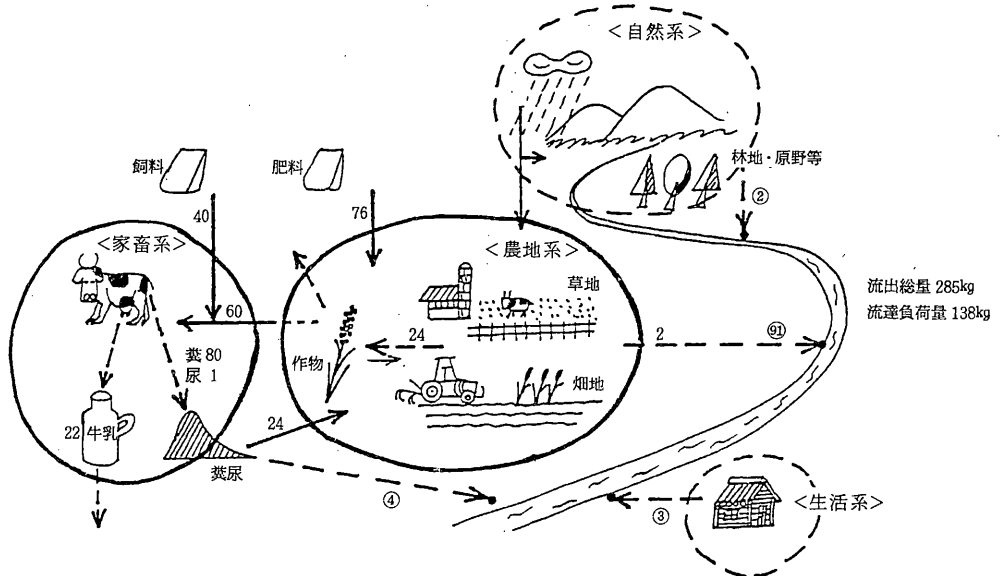


図-10 モデル地域におけるリンの循環 (kg/年, 調査地域 202.2 ha)

分が表面流出によるもので、流出総量は 285 kg であった。その内訳は耕地 91% (草地 30%, 畑地 61%), 生活関連排水 3%, その他 2% で、酪農関連施設等からの流出量は全体の 4% を占めた。

一方、モデル地域内を流れる河川への流達量は、窒素 1,166 kg, リン 138 kg で、両成分とも流出総量の半分以下であった。特に、窒素の流達負荷量は降水に伴う自然負荷量 (2,375 kg) よりも少なく、農地の窒素浄化能が大きいことを示唆した。

これら成分の収支から、酪農地帯の流出負荷量を減らすためには、家畜糞尿の有効利用を図ることによって、系外からの飼・肥料の収入をできるだけ抑えることが要点になるものと考えられた。

### 3. 水質汚濁を抑制するための対策指針

① 酪農地帯周辺の水域における水質を保全するためには、排泄物処理施設の整備と農業系内での糞尿の有効利用に努めることが基本である。

② 表面流去水による水質汚濁を抑制するためには、汚濁発生源である糞尿処理施設等を河川から一定程度離す必要がある。

さらに、当流去水による直接的な水質汚濁を防ぐためには、水域周辺に緩衝帯を設けることが重要と考えられた。

③ 浸透流出水による水質汚濁を防止するためには、高濃度の肥料成分が流出することのないよう過剰な施用は避けるべきである。

水質保全からみた糞尿の許容限界量は、畑地では糞 10t/10a、草地では糞 50t/10a、尿 10t/10a と考えられた。なお、畑地に対する尿の施用は避けることが望ましい。

### おわりに

大型機械の導入と化学肥料および各種農薬の使用は、生産量の増大と労力の軽減をもたらし、作物生産の向上に貢献してきた。その一方で、自然の循環系を軽視した投資消耗型の経営は農業系内だけでなく系外にも様々な波紋を引き起こしている。すなわち、生産効率を偏重した経営規模の拡大や高能力牛中心の酪農経営は、化学肥料や海外からの購入飼料への依存割合を高め、その歪みが排泄物処理に表われているものと考えられる。しかも、その影響は農業系外にまで波及しつつあり、営農活動が周辺の環境（水質）に及ぼす影響が改めて問題にされている。

生産効率中心の典型である米国型農業では、土壌の理化学的悪化に伴う表土の流出や肥料成分の流出による地下水汚染が問題になっており、今、土地利用型農業が見直されつつある。本道の酪農経営も技術水準が一定に達した以上、経営の在り方を海外にばかり求めるのではなく、狭い国でも成り立つような土地利用型農業のモデルを自らの手で造り上げる必要があるものとする。

各種廃棄物の処理が大きな問題として取り上げられている今日、食料生産のためとも言えども家畜排泄物の放置は社会的に容認されないものと思われる。

また、一度水域の環境が悪化した場合には、周辺の生態系が変貌することになり、元の姿に戻すためには多大な時間と経費が必要となる。周辺環境との調和を保ちながら生産性を向上させるための省資源型の経営について見直すことも大切であり、それが達成されることによって真の土地利用型農業の経営が成り立つものとする。

### 参 考 資 料

- ・昭和62年度北海道農業試験会議（成績会議）資料  
酪農排水が周辺水系の水質に及ぼす影響 道立中央農試環境資源部
- ・昭和63年度北海道農業試験会議（成績会議）資料  
環境保全（水質）からみた牛糞尿の施用限界量の設定 道立中央農試環境資源部