

第4章 日本における作物及び家畜生産にともなう窒素負荷の現状と課題

西尾道德（筑波大学農林工学系）

1. はじめに

我が国では、高度経済成長による生活水準の向上にともなって畜産物に対する需要が拡大し、これに応えるために、輸入飼料に依存した家畜生産が専作的に拡大された。その結果、土地利用型の牛生産を除き、家畜ふん尿が飼料生産に再利用されないため、家畜ふん尿の過剰問題が顕在化した。本稿では我が国における家畜ふん尿の利用実態を各種統計を用いて解析するとともに、家畜ふん堆肥の利用上の問題を技術的視点から考察する。

2. 耕地の家畜ふん堆肥受入可能性

暫く前まで作物養分は化学肥料で供給し、堆肥は団粒形成促進など土壌物理性の改善のために施用し、養分濃度の低い堆肥からの養分供給を無視する考え方が支配的であった。だが、堆肥からの養分供給を実際には無視できず、養分の過剰供給が加速された。その反省から堆肥からの養分供給量を配慮するようになってきた。他方、家畜ふん尿の過剰問題を解消するために、化学肥料を全て家畜ふん堆肥で代替すれば良いといった安易な考えが一部にある。しかし、家畜ふん堆肥の養分組成は作物要求と合致していないため、家畜ふん堆肥だけの施用では、養分の過不足が起きてしまう。その上、同一堆肥を毎年同量ずつ施用していても、堆肥からの無機態窒素(N)の放出量が年々増加するため、短期的には適正と思われた量であっても、長期的には過剰投入となってしまう。その上、重たい堆肥で養分全量を供給するのは労力的に非現実的である上に、堆肥は基本的には基肥にしか施用できず、生育の進行に合わせた施肥調節を行いにくいという欠点を有している。

では、土壌生産力の長期的維持の観点からみて、家畜ふん堆肥の適正施用量をどう考えるのか。この点について志賀(1994)は次の提案を行っている。

- ・ 家畜ふん堆肥の3要素の肥効率を考慮すると、作物生産にとって、牛ふんでカリ、豚ふんと鶏ふんでリン酸が真っ先に飽和となる。
- ・ 真っ先に飽和になる要素は過剰にならない範囲で施用し、不足する要素は化学肥料で補う。
- ・ 同一種類の堆肥を同量ずつ連用すると、無機態N放出量が年々増えて、やがて過剰になる。このため、家畜ふん堆肥の施用量は長期連用の可能な量（長期的な肥沃度維持に必要な量）とし、研究機関の試験結果を参考にして設定する。
- ・ 施用堆肥中の全N量と同量のNが無機化されたところで平衡に達するので、家畜ふん堆肥以外の堆肥を用いた試験結果を参考にする際には、当該堆肥の全N量に等しい家畜ふん堆肥量を長期的な肥沃度維持に必要な施用量とする。
- ・ 水稻では、標準的化学肥料＋中熟稲わら堆肥 15t/ha の毎年連用による望ましい肥沃度を、水田面積の半分では自家製造稲わら堆肥をベースに若干量の購入家畜ふん堆肥を

補完し、残りの面積では購入家畜ふん堆肥で維持するとする。

- ・ 長期的な肥沃度維持に必要な堆肥を家畜ふん堆肥で施用した場合（受入可能下限値）と、補完する化学肥料の一部を速効的ふん尿（鶏ふんや尿）で代替した場合（受入可能上限値）とを設定する。

3. 家畜のN排泄量と耕地の受入可能量の推移

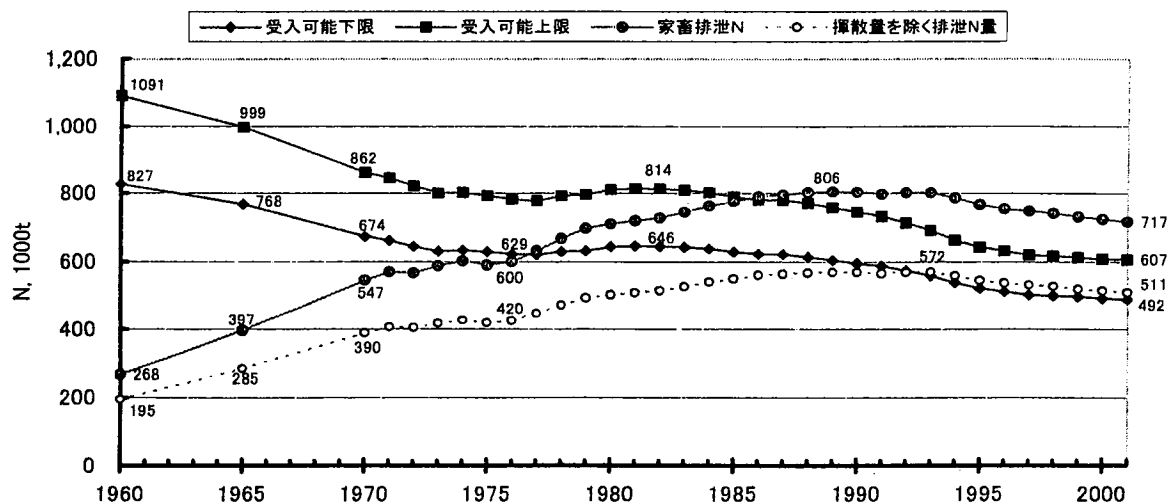
こうした考えによって設定されたのが、第1表に示す作目別の家畜ふん堆肥の受入可能量である。築城・原田(1997)の家畜1頭当たりのN排泄量の原単位を用いて家畜飼養頭数の統計から計算した家畜ふん尿N量と、第1表を用いて作付面積の統計から計算した耕地の家畜ふん堆肥Nの受入容量との推移をみると（第1図）、1976年以前は家畜排泄N量が受入可能下限値以下で、家畜ふん堆肥が貴重な養分源であったといえる。しかし、1986年以降は、家畜排泄N量が受入可能上限値を超えるに至り、2001年には60.7万tの受入可能上限値に対して家畜排泄N量が71.7万tに達していると計算される。今日は家畜ふん堆肥を貴重な養分源とする時代ではない。耕地の受入可能量が漸減しているのは、作付面積が減少しているからだが、なかでも麦類等冬作物の激減による土地利用率の低下や、受入可能量の多い桑が壊滅したことが注目される。

第1表 作物生産圃場の家畜ふん堆肥の受入可能量（志賀 1994）

作目	有機物受入可能量/作 kg N/ha
飼料作物	190~228
水稻	25 75
普通畑作物	100~150
野菜	150~200
果樹	100~150
工芸作物（茶）	125
桑	600~900
その他	100

ただし、この計算では排泄後にアンモニアで揮散するNを考慮していない。日本ではアンモニア揮散係数が十分整理されていないので、スラリー還元方式が主体となっているヨーロッパでの値を参考にして設定した係数（西尾 2003）を用いて計算すると、家畜排泄Nのうちアンモニア揮散分を除いたN量は51.1万tとなる。この揮散量は堆肥化方式が主体の日本ではいささか過大評価であろうが、50万t台であれば、全国平均では受入可能上限値内に収まる。

それゆえ、家畜ふん堆肥の耕種利用の促進が意義をもってくる。



第1図 日本における家畜排泄N量と耕地の受入容量の推移（西尾 2002 にデータを追加）

4. 耕種作物に施用されている家畜ふん堆肥の量

農林水産省統計情報部(2000a)は 1998 年 7 月時点で作物品目別の肥料や堆肥の施用実態を全国調査した。この農業生産環境調査の基データ(統計情報部の許可を得て借用)には、飼料作物を除く作物の品目別に 6 種類に区分した家畜ふん堆肥の施用量が記載されている。これを用いて作物品目別の家畜ふん堆肥施用量を計算した。品目別の堆肥施用量と作付面積の積を合計すれば、作物品目別の堆肥施用量が計算できるはずだが、全品目の施用量が記載されているわけではなく、作付面積の不明な品目もある。このため、施用量と作付面積のデータのそろっている品目について、両者を乗じた積の総和を合計作付面積で除して、作物品目の平均堆肥施用量を計算した。そして、作物品ごとの平均施用量に作付延べ面積を乗じて、家畜ふん堆肥施用量の総量を求めた(第 2 表)。

第 2 表 農業生産環境調査から推定した 1998 年における飼料作物を除く作物生産に使用された作物品目別家畜ふん堆肥の総施用量の推定値(西尾 2003)

	作付延 べ面積 1000 ha	総施用量（現物万 t）									
		牛ふん 堆肥	木質入 り牛ふ ん堆肥	豚ふん 堆肥	木質入 り豚ふ ん堆肥	加工 家畜 ふん	鶏ふん 堆肥	木質入 り鶏ふ ん堆肥	小計		
									牛系 堆肥	豚系 堆肥	鶏系 堆肥
水稲	1,801	149.9	1.6	8.7	0.1	0	5.7	0	151.5	8.8	5.7
普通作物＋その他	711	121.9	15.9	5.9	1.4	1.6	10.4	2.8	137.8	7.4	14.8
果樹	295	47.4	5.2	9.2	1.1	0.6	18.7	1.6	52.6	10.3	20.9
野菜	540	357.9	41.7	37.4	11.0	1.3	62.4	4.7	399.6	48.4	68.4
工芸作物	197	33.8	4.4	1.6	0.4	0.4	2.9	0.8	38.2	2.0	4.1
花き	24	14.6	4.3	0.8	0.3	0.1	3.2	0.3	18.9	1.1	3.6
桑	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	3,578	725.4	73.2	63.7	14.2	4.0	103.3	10.2	798.6	77.9	117.4
バレイショは普通作物＋その他に入れた。											

1998 年時点で飼料作物を除く作物(耕種作物)の生産に、現物で総計 994 万 t の家畜ふん堆肥が施用されたと推定された。その内訳は、牛系 80%、豚系 8%、鶏系 12%で、圧倒的に牛系堆肥が多かった。これは肥効の遅い牛系堆肥に耕種農家のニーズが高いことを反映していよう。牛系堆肥のうち木質入り堆肥はわずか 9%に過ぎなかったが、「家畜飼養者によるたい肥化利用への取組状況調査」(統計情報部 2002)によると、自家処理施設で使われた副原料のうち、オガクズとバークを合わせた割合は乳用牛で 42.5%、肉用牛で 68%にも達する。このことから、牛ふん堆肥の 90%もが、木質入りでない堆肥であるとするには疑問を感ずる。木質のあまり目立たない場合、耕種農家が木質入りでない堆肥と回答したことも考えられる。

5. 家畜ふん堆肥の作物品目別平均施用量

第 2 表の家畜ふん堆肥の施用量を作物品目別面積で除して、作物品別に家畜ふん堆肥の面積当たりの平均施用量(現物)を計算すると、総計で、野菜と花きで 10 t/ha 弱と比較的多く、

普通畑作物，果樹，工芸作物で 2 t/ha 台，水稻で 1 t/ha 弱と推定された（第 3 表）。

では施用堆肥中の N はどれほどか。N 含有率は，1995 年に収集した各種副資材の混和の有無を合わせた堆肥の畜種別総平均値（山口 1997），すなわち，現物当たり，牛ふん堆肥 0.86，豚ふん堆肥 1.79，鶏ふん堆肥 2.40 %を採用した。その結果，施用した家畜ふん堆肥中の全 N 量は，野菜と花きで約 110 kg/ha に達する一方，果樹で 40 kg/ha 弱，普通畑作物と工芸作物で約 25 kg/ha 弱，水稻で約 9 kg/ha に過ぎないと推定された（第 3 表）。

そして，作目別の家畜ふん堆肥の施用量（第 3 表）と家畜ふん堆肥の受入可能量（第 1 表）を比較すると，野菜では受入可能下限値が 150 kg N/ha だが，施用量が 110 kg N/ha であり，花きの受入可能量は野菜と同じと考えることができるので，野菜と花きでは施用量が受入可能下限値に近づいていると推定される。

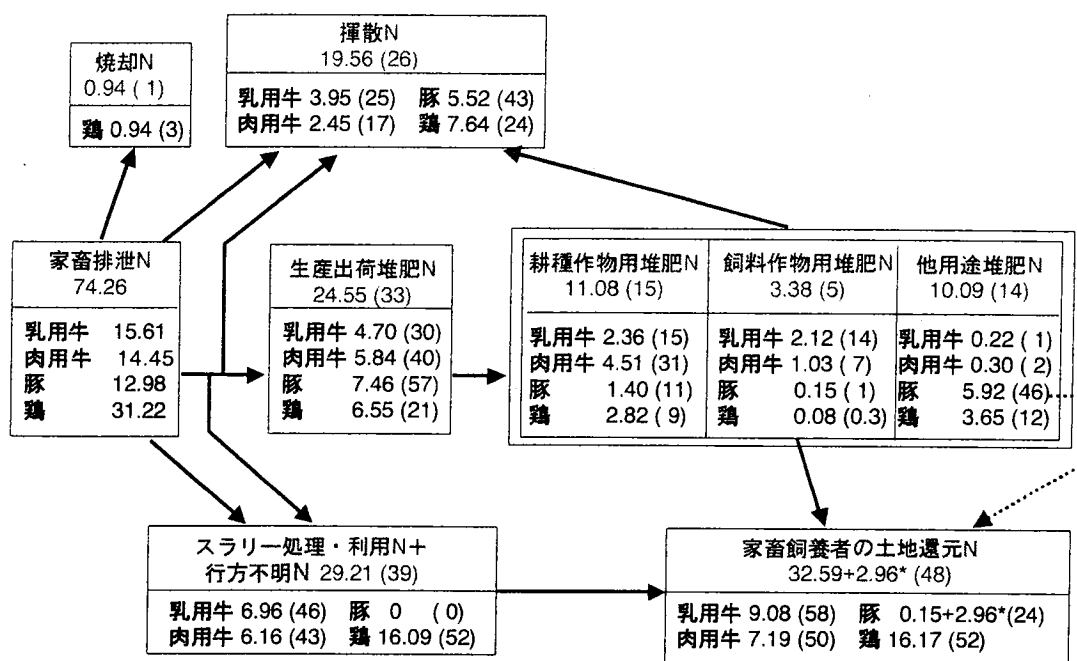
第 3 表 農業生産環境調査から推定した 1998 年における飼料作物を除く作物生産に使用された作目別家畜ふん堆肥の面積当たりの平均施用量と施用された堆肥中の全 N 量の推定値（第 2 表から計算）

作目	堆肥施用量								N万t /作目
	現物 t/ha				Kg N/ha				
	牛系	豚系	鶏系	小計	牛系	豚系	鶏系	小計	
水稻	0.84	0.05	0.03	0.92	7.24	0.87	0.76	8.86	1.60
普通作物＋他	1.94	0.10	0.21	2.25	16.67	1.86	5.00	23.54	1.67
果樹	1.78	0.35	0.71	2.84	15.33	6.27	17.01	38.61	1.14
野菜	7.40	0.90	1.27	9.56	63.63	16.03	30.39	110.05	5.94
工芸作物	1.94	0.10	0.21	2.25	16.67	1.86	5.00	23.54	4.64
花き	7.84	0.44	1.48	9.75	67.44	7.84	35.41	110.69	2.66
桑	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計									11.08

6. 家畜排泄 N のフローシート

家畜排泄物の全国レベルにおける処理・利用実態は量的に把握されていない。そこで，統計情報部が最近行った家畜ふん堆肥の生産・出荷や利用に関する統計結果に基づいて，1998 年時点での家畜排泄 N のフローシートの計算を試みた（第 2 図）。

まず家畜の排泄したふん尿 N は，上出の原単位を用いて家畜飼養頭羽数から総計 74.3 万 t と推定された。このうち，土壤に直接負荷をかけない N として次が想定できる。すなわち，①アンモニアで揮散した N は，前出の係数を用いて，総計 19.6 万 t と計算された。ただし，ヨーロッパでの係数を用いたため，特に豚での揮散 N は過大評価である。②焼却処分された N は，家畜経営体の家畜ふん尿の処理・利用方法別戸数割合を 1997 年に調査した環境保全型農業調査（統計情報部 1997）から，鶏ふんの 3%，0.9 万 t と仮定した（他の畜種では焼却処分した戸数割合が 1%未満なので，焼却処分量をゼロとした）。これは，実際に焼却処分されたふん量は戸数割合に比例しないであろうが，比例すると仮定して計



第2図 1998年における家畜の排泄した窒素のフローの推定図（単位：N万t）

*豚の他用途利用堆肥の1/2が家畜飼養経営体の土壤に還元されたと仮定した補正值
（括弧内数値は家畜排泄Nに対する%）（西尾 2003 を改変・修正）

算したものである。③同調査によると、豚で約25%の農家が尿の浄化処理を行っているが（他の畜種では1%未満）、浄化処理の過程でガス化したNを除き、経営体の土地に還元されるNも多いと考えられるので、浄化処理されたNは土壤に負荷を与えるNとみなして、計算から除外しなかった。

この結果、74.3万tの総排泄Nのうち、揮散Nが19.6万t、焼却処分されたNが0.9万tで、残りの53.8万tが土壤に負荷を与えるNと推定された。なお、アンモニアで揮散したNも、やがて降雨などによって地上に落下するが、その量は国土面積当たり約5.3kg/haと計算された。この値は、日本の耕地における降雨によるN供給量10~20kg/ha以下であり、大気からの天然N供給量のなかで扱えば良く、ここでの計算から除外した。

1999年12月~2000年11月時点で調査された「家畜飼養者によるたい肥化利用への取組状況調査」（統計情報部 2002）に基づいて、家畜飼養者が自家処理施設で生産した家畜ふん堆肥中のN量は22.2万tと推定された。また、1998年1月~12月時点で調査された「家畜排せつ物等のたい肥化施設の設置・運営状況」の調査結果（統計情報部 2000b）に基づいて、共同運営堆肥化施設で生産された家畜ふん堆肥N量は2.4万tと推定された。従って、家畜飼養者と共同運営堆肥化施設の両者によって生産・出荷された堆肥中のNの合計量は24.6万tと推定された。この24.6万tの堆肥Nの内訳は、①農業生産環境調査結果から、飼料作物以外の作目に施用された家畜ふん堆肥として11.1万t（第3表）、②「家畜飼養者によるたい肥化利用への取組状況調査」から、家畜飼養者が自らの飼料作物生産に投入した堆肥として3.4万t、③残りが農作物生産以外の他用途利用（家庭園芸、緑化、ゴルフ

フ場等)された堆肥として 10.1 万 t と推定された(他用途利用の堆肥は耕地外に投入されるので、計算から除外した)。

ただし、畜産経営体も自らの耕種作物生産に堆肥を施用しているが、その分は耕種作物用堆肥に含まれることになる。従って、揮散・焼却された N を除く 53.8 万 t の N のうち、飼料作物以外の作物生産に利用された N と他用途利用された N を合わせた 21.2 万 t が畜産経営体の外に搬出され、残りの 32.6 万 t のふん尿 N が畜産経営体の土地に還元されたとみなした。このなかには、飼料作物生産に利用された 3.4 万 t の堆肥 N に加え、スラリー利用、素堀投棄、野積み放置、堆肥化過程で硝酸となって土壤に溶脱した N など、総計で 29.2 万 t の N が存在する。ここで、豚では揮散 N 量が過大評価であったことを考慮し、補正項として、明確な根拠はないが、豚の他用途利用堆肥 N の 1/2 の 2.96t が畜産経営体の土地に還元されたと仮定した。

この結果、第 2 図の「家畜飼養者の土地還元 N」のコンパートメントに記したように、排泄 N 量に対して、乳用牛で 58, 肉用牛で 50, 豚で 24, 鶏で 52% の N が畜産経営体の土地に還元されると計算された。この割合を家畜生産 N 負荷原単位とよぶことにする。ただし、これは全国平均の値であって、これと大きく異なっている地域が当然存在しうる。特に北海道ではスラリー利用率が高く、従って堆肥化率が低くて、畜産経営体の土地に還元される N の割合が第 2 図よりも高いはずである。

7. 作物の種類別施肥窒素負荷原単位

一方、飼料作物を除く耕種作物生産では、堆肥施用量は受入可能量の範囲内だが、化学肥料が多量に施用されている。農業生産環境調査結果に基づいて、作物種類別に投入された各種資材から栽培期間中に放出される無機態 N の総量を計算した。すなわち、化学肥料についてはその N の 100%, 有機質肥料については作物の生育期間に応じて全窒素の 40~90%, 堆肥等の有機物資材については農林水産省の特別研究で作られた有機物の分解予測式(農林水産技術会議事務局 1985)に基づいて、連用 10 年目に放出される無機態 N 量を計算し、これらを加算した(無機態 N 供給量)。そして、標準的な養分吸収量に基づいて収量データから地上部の吸収する N 量(吸収 N 量)を計算し、これと無機態 N 供給量の差を非吸収 N 量とした(西尾 2001)。このように計算した作物種類別の非吸収 N 量(第 4 表)は、その一部が脱窒や土壤有機物への取り込みを受けるが、環境負荷を与える潜在的 N 量の指標となる(西尾 2001b)ので、これを施肥 N 負荷原単位とよぶ。

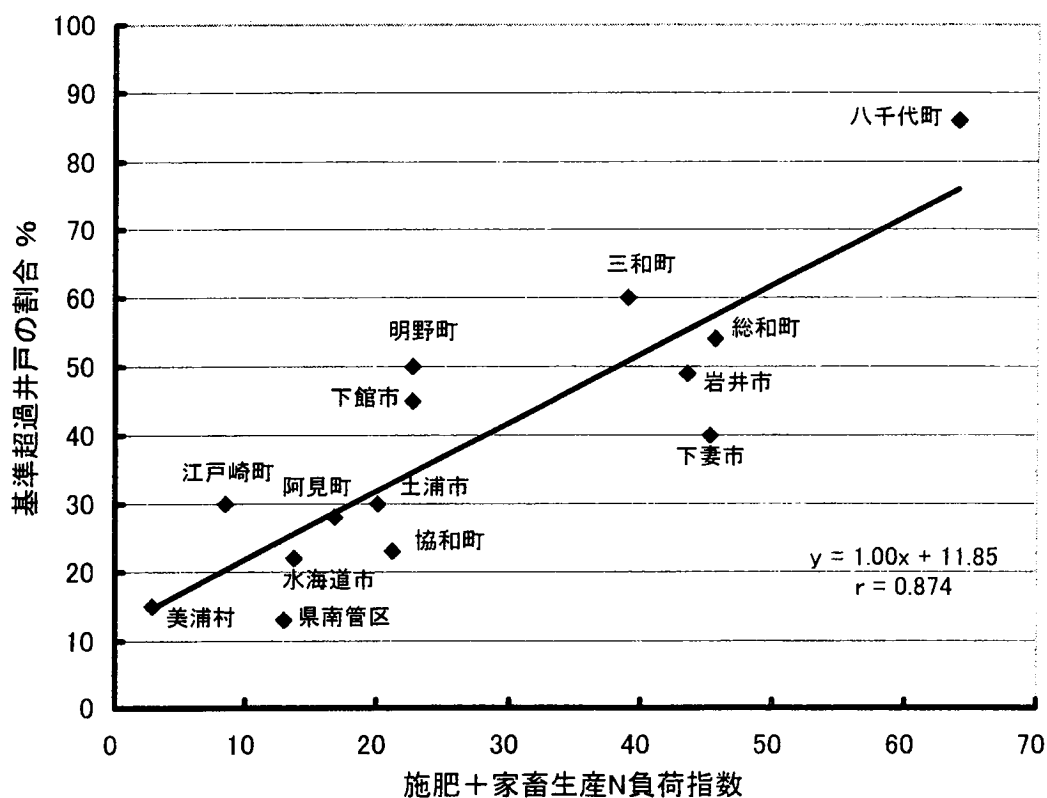
8. 家畜生産と作物生産にともなう余剰 N による地下水汚染のリスク評価

作物種類別の施肥 N 負荷原単位と上出の家畜生産 N 負荷原単位を用いると、農林業センサスにある都道府県や市町村別の作物の種類別栽培面積と家畜飼養頭数のデータから、当該地域における地下水の硝酸汚染のリスク評価が可能になる。すなわち、当該地域における作物生産にともなう非吸収 N の総量を計算する(第 4 表にない花き、花木などは計算から除外せざるをえない)。そして、畜産経営体の土地に還元された排泄 N から無機化され

第4表 作物の種類別施肥N負荷原単位 (kg N/ha)

作物	原単位	作物	原単位	作物	原単位
穀物, カンショ	0	ネギ	179	温州ミカン	50
実取り用マメ類	0	タマネギ	155	モモ	152
バレイショ	84	ダイコン	39	クリ	124
未成熟マメ類*	66	ニンジン	146	施設トマト	231
タバコ	104	サトイモ	174	施設キュウリ	311
チャ	350	レタス	173	施設ナス	314
その他工芸作物*	25	露地ピーマン	182	施設ピーマン	9
露地トマト	220	露地スイカ	89	施設スイカ	153
露地キュウリ	482	露地イチゴ	234	施設イチゴ	224
露地ナス	483	その他露地野菜*	100	施設メロン	37
ハクサイ	182	リンゴ	85	その他施設野菜*	100
キャベツ	121	ブドウ	106	クワ	25
ホウレンソウ	157	ナシ	317	サトウキビ	217
* 仮定した値					

(西尾 2001 にデータを追加)



第3図 茨城県南・県西地域における硝酸性窒素基準を超過した井戸の割合(1988年)と施肥および家畜生産を合わせたN負荷指数(1985年)との関係(西尾 2003 を修正)

る N 量を有機物分解予測式で求め、そのうち、飼料作物生産を行って吸収された無機態 N を飼料作物栽培面積や平均単収の統計値から計算し、残りの吸収されなかった無機態 N の総量を計算する。そして、作物生産にともなう非吸収 N と家畜生産にともなう余剰 N の和を当該地域の総面積で除した値を施肥＋家畜生産 N 負荷指数（単位は kg N/ha）とする。

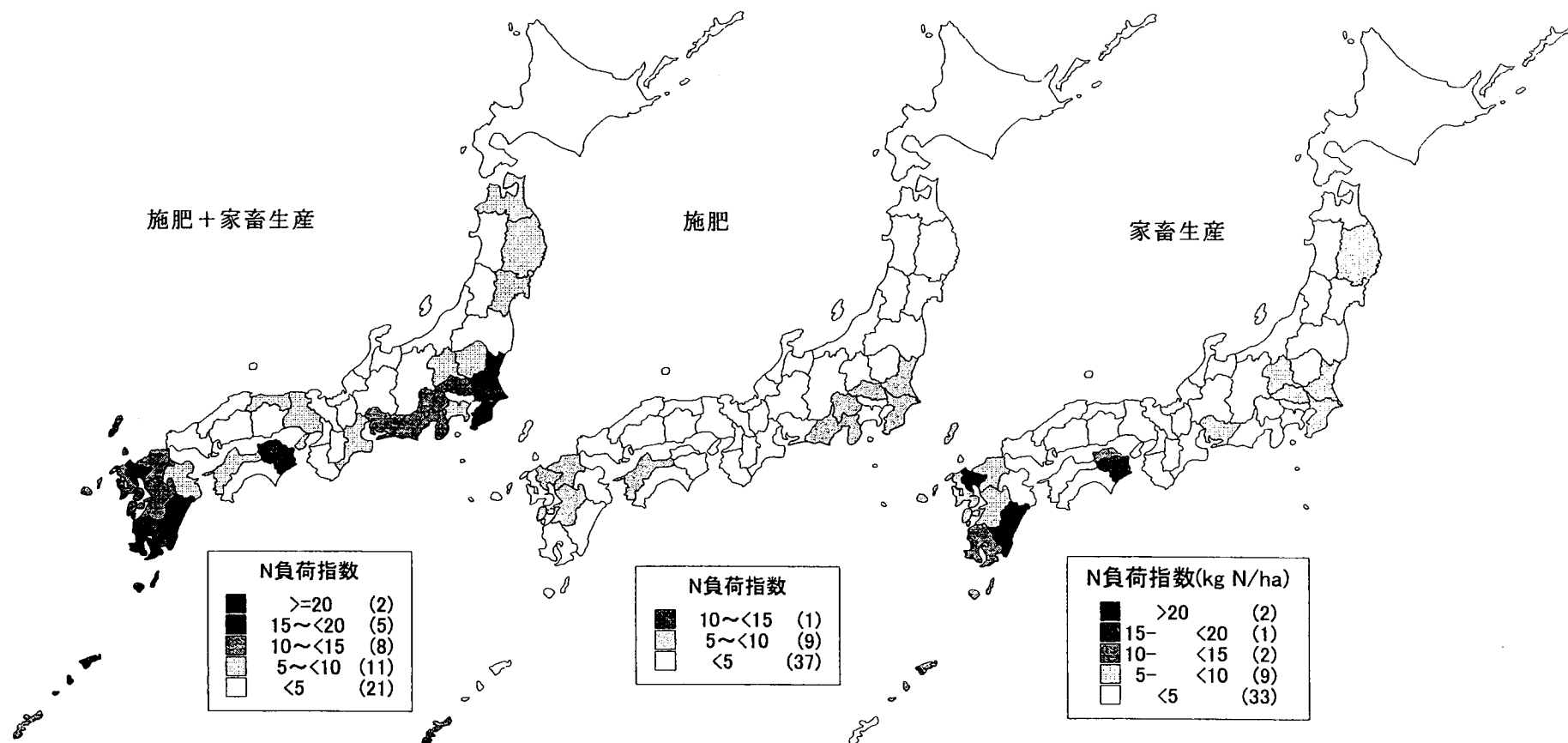
こうして計算した市町村の施肥＋家畜生産 N 負荷指数と、地下水の硝酸＋亜硝酸性窒素濃度または水道法で定められた硝酸＋亜硝酸性窒素濃度 10 mg N/L を超えた当該市町村における井戸の割合との間に有意の相関が認められた（西尾 2003）（1 例を第 3 図に示す）。ここで注意すべきは、農業関係研究機関のデータには農業地帯だけのデータが多いが、地下水に溶脱した硝酸は農業地帯だけにとどまるのではないので、地下水の硝酸濃度としては当該地域全域の平均値を使用することが必要である。第 3 図の水質データは茨城県衛生研究所が莫大な調査結果から求めた当該市町村の平均値である。

同様な手法で、2000 年の農林業センサスデータを用いて、都道府県別の施肥と家畜生産 N 負荷指数を計算したのが第 4 図である。すなわち、施肥＋家畜生産 N 負荷指数が 10 kg N/ha を超えたのは 15 県であった。このうち、施肥 N 負荷指数が 10 kg N/ha を超えたのは沖縄県だけだが（サトウキビによる余剰 N が大きく寄与）、家畜生産 N 負荷指数が 10 kg N/ha を超えたのは 5 県に達し、家畜生産による余剰 N の方が作物生産よりも大きいことがうかがえた。施肥＋家畜生産 N 負荷指数が 15 を超えたのは、千葉県 15.2、香川県 16.1、鹿児島県 16.4、徳島県 17.9、茨城県 18.0、佐賀県 26.0、宮崎県 33.9 kg N/ha であった。無論、降水量と蒸発散量の差が大きく異なる都道府県間で指数だけによって、地下水の硝酸濃度を評価するのは危険である。降水量と蒸発散量の差が大きな県では、小さな県に比べて、溶脱 N 量が同じであっても、地下水の硝酸濃度は希釈されて低くなる。ただし、溶脱 N の総量は前者で多く、地下水をへて、河川などに流入する N 総量も多くなる。このため、N 負荷指数が大きいほど、少なくとも環境に排出される N 量は多いといえよう。

9. 「環境 3 法」の農業と環境に及ぼす影響の可能性

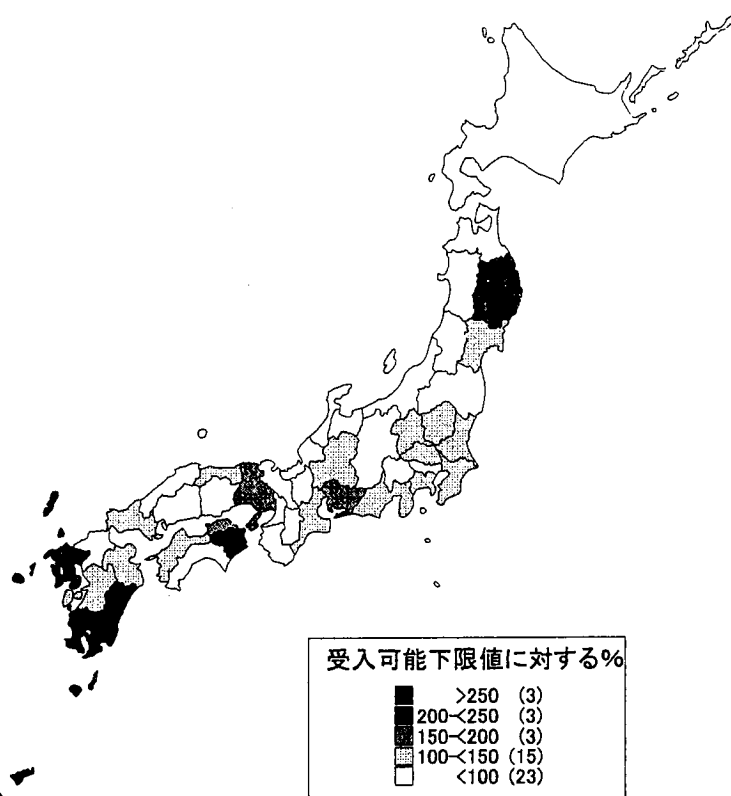
「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」（家畜排泄物法）によって、2004 年 11 月から小規模経営体を除く畜産経営体は、床が固形排泄物を不浸透性で、覆いと側壁を有する施設で堆肥化するか、スラリー貯留することが義務づけられる。これによって素堀投棄や野積みなどが禁止されるので、家畜生産にともなう環境負荷が軽減されると期待されている。しかし、事態は単純ではなからう。

第一に、現在、家畜排泄 N のうち、製造された堆肥中の N はその 1/3 だが、約 40% を占める「スラリー処理・利用＋行方不明 N」（第 2 図）のかなりの部分が今後堆肥化されて、堆肥の製造量が大幅に増加すると予想される。第 5 は 2000 年の農林業センサスデータを用いて、都道府県におけるアンモニア揮散 N を除く家畜排泄 N 量が耕地の家畜ふん堆肥受入可能下限値に占める割合を図示したものである。特に九州では受入可能下限値の 150% を超える県が多く、製造した堆肥を九州以外に流通させることが今でも必要だが、今後は他県でも堆肥製造量が増えるので、販売が非常に難しくなると予想される。



第4図 2000年における都道府県別の施肥および家畜生産N負荷指数の分布（西尾 2003を修正）

N負荷指数の単位は kg N/ha, 凡例中の括弧内数字は該当都道府県数.



第5図 2000年における都道府県別の耕地の受入可能下限値に対する揮散Nを除く家畜排泄N量の割合の分布（農林業センサスデータに基づいて計算）
（凡例中の括弧内数字は該当都道府県数）

第二に、「環境3法」は畜産経営体の製造した堆肥を耕種農家が積極的に利用することを前提にしているが、耕種作物の作付延べ面積が全体として漸減してきている上に、野菜と花きでは既に受入可能量の下限近くまで家畜ふん堆肥を施用しており、残された受入容量にあまり多くを期待できない。また、水稻への堆肥施用量の増加はあまり期待できない。というのは、北陸のような排水不良の水田に堆肥を多量施用すれば、土壌が異常還元を起こして、水稻に障害が生じてしまう。その上、今日の良食味米志向の時代には、蛋白質含量の低いコメが求められ、そのために生育後期にNを切ることが必要だが、堆肥の多量施用をすれば、いつまでもNの無機化が続いて、良食味米の生産が難しくなる。

第三に家畜ふん堆肥を敬遠する野菜生産者が少なくない。特に最近では糖度の高い高品質の野菜を生産するために、節水栽培が行われている。少ない土壌水に多量の塩類が溶解すれば、土壌の浸透圧が高まって、根から水が絞りだされて作物が枯れてしまう。事実、砕いた乾燥牛ふんを葉菜類の苗床に利用する際、無洗浄では塩類濃度が高く、種子が発芽できないが、乾燥牛ふんを6か月以上雨ざらしにすれば、塩類が溶脱して優れた苗床になることが確認されている（池田ら 1977）。今後、雨ざらしでの堆肥製造が禁止になり、家畜ふん堆肥の塩類濃度が高まり、野菜農家からますます敬遠される危険がある。

こうした理由から、家畜排泄物法によって、堆肥製造量が増えるものの、耕種農家に飲

迎されずに、滞留する堆肥が増えることが懸念される。

第四に、「持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律」（持続農業法）では、耕種農家が家畜ふん堆肥を積極的に利用して、化学肥料の施用量を削減することを助長しているが、家畜ふん堆肥の施用上限について何らの規定も設けていない。家畜ふん堆肥も多量連用すれば、直ぐに無機態 N を過剰供給するようになり、作物の持続生産と環境保全を損なうことになりかねない。従って、施用上限を規定しない限り、畜産地帯でのふん尿による環境汚染を耕種地帯にまで拡大し、かつ、作物の持続生産を損なうことになりかねない。現状のまま、無理に流通促進を図って、耕種農家が適正施用量以上の過剰施用をすれば、耕地から多量の硝酸が溶脱し、水質汚染を加速することが懸念される。

10. 家畜ふん尿問題に対するこれからの対処方向

家畜の飼養頭数の漸減にもかかわらず、家畜ふん尿の過剰問題が改善されない大きな原因の一つが、作物の作付延べ面積の減少によって耕地の家畜ふん堆肥の受入容量が減少していることである。「環境3法」は畜産サイドで生産した堆肥を耕種サイドが積極的に利用することを前提にしているが、耕地の家畜ふん堆肥受入容量が減少し続ける限り、問題の解決は期待できないであろう。問題の解決を前進させるには、耕地の受入容量の拡大が不可欠である。

耕地の受入容量の拡大を耕種サイドに期待する前に、畜産サイドが飼料作物の作付面積の拡大と単収の向上によって、受入容量を拡大する努力を行うことが必要のはずである。飼料作物の作付面積は、1991年に牧草 85.2 万、青刈トウモロコシ 12.5 万とソルガム 4.7 万 ha だったのが、自給飼料を増産する計画にもかかわらず、2001年にはそれぞれ 82.1 万、9.4 万と 4.6 万 ha に減少している。その上、これらの単収も現在の技術水準からみれば、かなり低いままである。積極的な支援策を講じて、これら伝統的な自給飼料の大幅な作付面積の拡大と単収の向上を推進することがまず基本となるはずである。その上で発酵粗飼料用水稻の生産を上乗せする必要がある。

耕種サイドでも家畜ふん堆肥受入容量の拡大の努力が必要である。その際、特に都府県の野菜畑は冬期裸地になっており、収穫後に残った硝酸が冬期は土壌にとどまっているものの、梅雨期の降水によって地下水に溶脱している（小川 2000）。このため、水質汚染防止と受入容量拡大のために、畑での冬作物の奨励が必要である。現在、小麦の生産振興は水田で行われ、畑は対象外になっている。野菜畑では過剰施肥によって養分が多量に残っていて、良質小麦を生産できる土壌状態にないことも事実である。こうしたことから、化学肥料を含め、施肥改善を徹底しつつ、環境保全目的で畑での麦生産を奨励する仕組みを作ることが必要と考える。家畜ふん尿の過剰問題を解決しなければならない理由は、生産の持続性と環境保全を図るためのはずである。その基礎として適正施用量や施用上限量をきちんと定めて、それを順守することを条件に農業者を支援する仕組みを作る必要がある。

家畜ふん堆肥の流通では完熟堆肥製造の重要性が指摘される。だが、完熟堆肥とは、作物生育に障害を起こさずに安全に使用できる堆肥という程度の意味にすぎない。こうした

堆肥を製造することは当然である。しかし、これからの堆肥供給過剰時代にはそれだけでは販売を伸ばせないであろう。安全に使用できるだけでなく、塩類濃度を下げて耕種農家の不安を解消し、さらに作物の生育にともなう N 要求に合うパターンで無機態 N を供給する特性をもった堆肥を調製して、セールスポイントを作ることが必要である。また、家畜ふんを堆肥でなく肥料として利用する技術も必要である。すなわち、家畜ふんの 3 要素のアンバランスを化学肥料添加によって補正し、乾燥して小さな顆粒状に成形して、化学肥料と同様に施用できる技術も必要である。これらについては研究機関が努力しており、成果が出始めている。

今日の情勢下において求められている新しい技術の開発と新しい発想の政策との両輪によって問題解決が前進することを期待したい。

引用文献

- [1] 池田 弘・窪田哲夫・加藤明治・塩谷哲夫 (1977) 乾燥牛糞の生産と利用に関する研究。
第 1 報. 乾燥牛糞の生産とその利用による露地野菜の大量育苗技術. 農事試験場研究報告. 25: 63-134
- [2] 小川吉雄 (2000) 地下水の硝酸汚染と農法転換. 全 202 頁. 農文協
- [3] 志賀一一 (1994) 農耕地の有機物受入容量と畜産廃棄物. 酪農総合研究所. 札幌
- [4] 築城幹典・原田靖生 (1997) 家畜の排泄物推定プログラム. システム農学. 13: 17-23
- [5] 西尾道徳 (2001) 農業生産環境調査にみる我が国の窒素施用実態の解析. 日本土壤肥料学雑誌. 72: 513-521
- [6] 西尾道徳 (2001b) 作物種類別の施肥窒素負荷量に基づく地下水の硝酸性窒素汚染リスクの評価手法. 日本土壤肥料学雑誌. 72: 522-528
- [7] 西尾道徳 (2003) 統計データに基づく家畜ふん尿窒素のフローシートと土壌負荷原単位の推定. 日本土壤肥料学雑誌. 74: 721-730
- [8] 農林水産技術会議事務局 (1985) 研究成果 166. 農耕地における土壌有機物変動の予測と有機物施用基準の策定. 138pp.
- [9] 農林水産省統計情報部: 環境保全型農業調査, 畜産部門調査結果の概要 (農林水産統計速報 9-225). 34pp. (1997)
- [10] 農林水産省統計情報部 (2000a) 農業生産環境調査報告書. <<http://www.maff.go.jp/toukei/sokuhou/data/12-15tiiki/index.html>>
- [11] 農林水産省統計情報部 (2000b) 家畜排せつ物等のたい肥化施設の設置・運営状況. <<http://www.maff.go.jp/toukei/sokuhou/data/12-063/kaisetu.html>>
- [12] 農林水産省統計情報部 (2002) 家畜飼養者によるたい肥化利用への取組状況調査報告書の概要.
. <<http://www.maff.go.jp/toukei/sokuhou/data/taihitorikumi2000/taihitorikumi2000.pdf>>
- [13] 山口武則: 家畜ふん堆肥の品質・成分的特徴, 畜産技術, 1997 年 2 月号, 10-17 (1997)