

特 集

ヨーロッパ諸国の家畜ふん尿処理

松田 従三

北海道大学大学院農学研究科, 札幌市 060-8589

1. はじめに

西ヨーロッパでは1960~1970年代にかけて家畜の多頭飼育が始まり、多量施肥による環境問題が発生しはじめ規制法が作られてきた。本報ではヨーロッパの畜産由来の環境問題と規制法、さらに実施されている処理法特に近年盛んになっているバイオガスプラントについて述べてみる。

西ヨーロッパの家畜ふん尿問題を考えるとき養豚のある地域への集中化を考えなければならない。牛は何かかなるが、豚、鶏は問題だと言われるように、養豚家、養鶏家はヨーロッパにおいてもふん尿を施用できる十分な農地は所有していない。特に養豚ではフランス北西部、スペイン北東部、イタリア北東部、ドイツ北西部、そしてイギリス東部に集中している。当然のことながらその地域では大気汚染、水質汚染問題が増加している。ヨーロッパでも我が国と同じように多くの畜産業者は家畜ふん尿を資源と言うより廃棄物として捉えている。これも養豚家や養鶏家は例え貯留施設を持っていても散布する圃場がないからである。

西ヨーロッパは3,800万平方キロの土地に37,500万人が住んでおり、その3/5の土地が農業利用されている。これら農地は広い面積に渡っているために、ヨーロッパと言っても地域のよって気候、地勢も異なっており、農業の方法も非常に異なっているし、したがって家畜ふん尿による汚染問題も多岐に渡る。

ヨーロッパにおける家畜ふん尿問題は、満足できる方法でふん尿を管理することは益々困難になっている。それは①地域環境の必要以上の栄養分を持った量のふん尿が生産される、②化成肥料が安く利用できるためにふん尿の栄養価値が認められない、③飲料水の汚染までに進んでいるふん尿による水質汚染が拡大している、④ふん尿によるアンモニアやメタンなどの大気汚染が進んでいる、⑤ふん尿による悪臭発生が拡大していることなどである。

表1にヨーロッパのいくつかの国の家畜頭数を示しているが、これは世界の約1割にあたっている。

2. ヨーロッパの家畜ふん尿による環境問題

家畜ふん尿が環境に及ぼす汚染問題としては、まず水の汚染がある。これはふん尿を農地に施用した後流

亡して起こる表面水の汚染であり、過剰に施用した場合の地下浸透による地下水の汚染である。次には大気汚染であり、悪臭発生やアンモニア、メタンなどの環境負荷ガスの揮散により発生し、これは畜舎から、貯留中、圃場施用後に生じる。さらには土壌の汚染があり、過剰なふん尿施用によるミネラルバランスのくずれや重金属の蓄積である。

2-1 水の汚染

ふん尿由来の水の汚染は主として窒素とリンである。両方とも農業の栄養物としてなくてはならないものであるが、環境汚染物質でもある。ヨーロッパでは飲料水を地下水に依存している割合が高いため、水の汚染には非常に敏感であり、特に硝酸塩による地下水汚染が問題になっている。ふん尿は有機態窒素とアンモニア性窒素の両方を持っており、施用後最初の1年で有機態窒素の約50%がアンモニア性窒素に酸化される。これがさらに酸化されて硝酸性窒素に変化する。硝酸イオンは陰イオンであるから、水が流れれば土壌に止められることなく地下水に流れていく。この硝酸が、地下水の汚染原因となる。ヨーロッパの降雨量、降雨時期は非常に多様であるが、ヨーロッパ北西部での余剰降水量(降水量-蒸発量)は9月から3月までで300ミリ以内、1haに3,000トンである。この余剰降水量が均一に土壌に浸透し、土壌中に40kg/ha以上の無機態窒素が存在すると、硝酸塩濃度50ppmというEUの飲料水基準を越す浸出水を発生させることになる。ヨーロッパ南部では雨量が少なく余剰降水量がめったにおこらないので地下水の硝酸塩の問題がほ

表1 EU諸国の家畜頭数(1988) ×10⁶

国名	面積×1,000km ²	豚	牛	羊	鶏
ベルギー	30	5.6	3.1	0.1	10.7
デンマーク	40	9.2	2.5	0.1	4.2
フランス	540	11.8	22.3	10.6	69.6
ドイツ	360	24.6	15.4	1.3	49.7
ギリシャ	30	1.1	0.8	11.0	16.8
アイルランド	70	1.0	6.6	2.9	3.2
イタリア	300	8.5	9.0	11.6	47.8
オランダ	40	14.4	5.1	1.0	40.4
スペイン	500	16.1	5.0	17.2	-
イギリス	240	8.3	12.2	26.0	53.0
世界	136,000	1,210	224	779	1,599

とんど発生しない。しかしこの南部では、有機物による汚染（高 BOD）や悪臭発生が主要な水の汚染物質となる。

ふん尿散布後の流亡による汚染は、散布量、散布時期、散布方法を考慮すれば防げるものである。これは既に EU の数カ国では規制され実施されていることである。病原性微生物による汚染も大きな問題になっている。O157 など大腸菌やクリプトスポリジウムはふん尿由来と言われているのが、これに対しても生物的処理を確実にやることによってリスクを大幅に低減できるとしている。

2-2 大気の汚染

畜産関連での環境負荷ガスとしては、炭酸ガス、硫化水素、メタン、アンモニア、亜酸化窒素、その他有機酸、アミンなど微量物質がある。

北部・中部ヨーロッパではアンモニアの揮散の多くは家畜ふん尿由来のものとされている。アンモニアは畜舎、ふん尿貯留時、圃場への施用時施用後に発生する。揮散したアンモニアは酸性雨の原因物質の一つであり、また水環境の富栄養化物質となる。アンモニア揮散のデータはいろいろあるが、ISERMANN (1990) は各種家畜の平均でスラリー除去型の畜舎でのアンモニア揮散として次のように示している。

畜舎	9.7 kg NH ₃ /LU.year
堆肥盤	12 kg NH ₃ /LU.year
放牧	7.5 kg NH ₃ /LU.year
散布	22 kg NH ₃ /LU.year

LU: 500 kg of live weight

また畜舎・貯留中、散布、放牧からの揮散割合はそれぞれ (37, 51, 12%) あるいは (41, 42, 16%) としている。アンモニアの揮散に関してはオランダがもっとも問題を抱えており、オランダ国内の酸性降下物は 56% が外国から、44% が国内から排出されており、この国内からの 50% がアンモニア由来であって、その 7 割が農業由来であるとしている。オランダ国内に降下するアンモニアは平均で 60 kgN/ha/年あるといわれている。

悪臭問題はヨーロッパでも苦情がもっとも多いものの一つである。

温室効果ガス発生もヨーロッパの畜産業では大きな問題の一つである。畜産由来の温室効果ガスは、炭酸ガス、メタン、亜酸化窒素である。メタン 1 kg は IPCC によれば、20 年間に炭酸ガス 1 kg の 60 倍の温室効果をもたらすといわれている。地球規模で算出すると、家畜ふん尿から年間 2,000~3,500 万トンのメタンを放出するというデータもある (SAFLEY, 1992)。

2-3 土壌汚染

土壌汚染には、リン、カリ、重金属によるものが考

えられる。これらの汚染は、過剰な圃場への施用によって発生するが、特にリン、カリは土性によってその吸着力が異なる。このため数千ヘクタールの砂土があるオランダでは、リンの流出が大きいため、ふん尿施用量の基準もリン酸基準になっており、窒素基準になっている国と違いを見せている。

3. EU の農業と環境に関する政策

EU の農業政策は過去数十年の農産物余剰政策に対するだけのものから、一つは余剰政策、他の一つは農業の集中による環境問題に対処するものによって変わった。いくつかの EU 指令が環境汚染防止の観点から出されているが、最初の指令は水と農業に関する硝酸塩指令であり、これは農業資材からの硝酸塩による環境汚染を保護するためのものであった。

3-1 硝酸塩指令

(Nitrate Derective, 91/676/CEC)

これは 1991 年 12 月に農業資材からの硝酸塩による水の汚染を守るために発せられたものである。EU 諸国では地下水の硝酸塩による汚染が深刻で WHO の飲料水の安全基準 50 ppm を越えている地域が、特に畜産が盛んな地域で多い。この指令はこの基準以下にして飲料水を確保すると共に、河川湖沼、沿岸、海の富栄養化を防ぐためのものである。

この指令は EU のメンバーになっている国に、表面水、地下水の硝酸塩濃度の毎年の調査と 1993 年末以前の富栄養化状態の再調査を命じている。そして調査結果に応じて汚染を減少させるための効果的な行動計画を取ることを求めている。汚染地域が確認されたら、汚染水が集水される地域は 1993 年末までに脆弱地 (vulnerable zone) すなわち硝酸塩濃度が 50 mg/L 以上またはそのおそれがある地域として設定しなければならない。そして河口、湖沼など集水地の硝酸塩の検査は 4 年毎に実施するように義務づけている。

3-2 優良農法の確立

(Codes of good agricultural practice)

この条例は硝酸塩汚染を最小にするための農業実施方法を示すもので、これは肥料や家畜ふん尿の施用によって汚染物質が地下水や表面水にたとえ流れても認容基準以内になるような方法を規定しなければならない。この条例は EU では、ガイドラインであって強制力はないが、先に述べた脆弱地では法的に規制されている。具体的には、肥料施用禁止時期、土壌タイプ、気象条件などを考慮した施用方法の確立や傾斜地、凍結農地などへの散布禁止、家畜ふん尿貯蔵施設必要容量、地下水への浸透防止対策、冬期間の散布禁止などの水質汚染防止措置の義務づけをうたっている。

3-3 行動計画 (Action program)

最初の行動計画は1994~1995年の間に、各脆弱地に実施するのに必要な計画の設定が求められた。最初の4年間の行動計画は1996~1999年実施のものであり、硝酸塩指令に基づいて、メンバー国が脆弱地に対して行う行動計画の設定である。これは各国の状況に応じて脆弱地に対応するものであるが、指令としては各国一率の基準は示していない。しかしその地域には170 kg/ha以上の窒素が投入されないような方法をとるようしなければならない。これはほぼ家畜単位で2 LU/haである。

4. メンバー各国の規制

表2に示すように各国はほぼ共通した規制を作っている。しかし各国の状況に応じて、規制値が異なるし、同一国内においても地域によって異なっている。一般

的には硝酸塩汚染を防ぐための方法であるが、その他の汚染例えばオランダにおけるアンモニア揮散防止やイギリスにおける悪臭防止なども含まれている。やや詳しい規制を表3に示す。

5. ヨーロッパのふん尿処理方法

家畜ふん尿の環境への負荷を少なくする方法として、もっとも効果的で安い方法は家畜への余剰飼料を減らすことである。毎日の必要量に応じた飼料の組成や品質を変えて、排泄量を減らすわけである。この方法は養鶏、養豚で実施され、オランダ、ドイツ、フランス、デンマーク、イタリアでは成果を上げている。

このような飼養技術と共に、糞尿処理技術の進歩も見られた。

表2 EU諸国の家畜糞尿スラリーの問題とその対策 (1996)

国名	主たる汚染問題	貯留上の規制	その他指針	主たる処理方法
デンマーク	硝酸塩汚染	9ヶ月貯留, スラリストアカバー	カバー作物栽培	集中型バイオガスプラント
フランス	硝酸塩汚染	6ヶ月貯留	穀類へのスラリー施用	窒素除去のための好気性処理
ドイツ	硝酸塩汚染 アンモニア揮散, 病原菌汚染	6ヶ月貯留	栄養分低投入による低収量の補償	好気性処理, 集中処理方式
ギリシャ	悪臭, 有機物汚染	6ヶ月貯留	施用前に有機物負荷を軽減	嫌気性ラグーン
アイルランド	リン酸, 表面水の汚染	6ヶ月貯留	草栄栄養分施用の最適化	アンモニア揮散防止のためのスラリー酸性化
イタリア	硝酸塩汚染	4~6ヶ月貯留, バイオガス	土壌の種類による最大窒素施用量	好気性処理, 嫌気性処理
オランダ	アンモニア揮散, リン酸	6ヶ月貯留, スラリストアカカバー	施用ミネラルバランス	ふん尿の再配分, 集中処理方式
ノルウェー	硝酸塩汚染		肥料作物の栽培	有機系・無機系肥料の併用処理
ポルトガル	硝酸塩汚染			好気性処理, 嫌気性処理
イギリス	硝酸塩汚染, 悪臭	4ヶ月貯留 (イングランド, ウェールズ), 6ヶ月貯留 (スコットランド)	良好な農作業のための基準の遵守	悪臭低減, アンモニア揮散

表3 EU5ヶ国の畜産に由来する環境汚染防止対策の比較

	オランダ	デンマーク	ドイツ	フランス	イギリス
家畜頭数上限 (/ha)	2.5家畜単位 (1998) 2.0家畜単位 (2002)	牛: 2.3頭 肥育豚: 17.6頭	-	-	-
糞尿施用上限 (kg/ha)	リン酸換算: 草地150, 耕地110 (集約畜産農家) 草地85 (その他農家)	窒素換算 ふん尿・化学肥料合計で牧草地 400以下, 冬小麦180以下	窒素換算: 170 2000年からリン酸, カリも制限	窒素換算 草地 350, 耕地 200 170 (2003年目標値)	窒素換算: 210 冬前収穫後耕地への散布 禁止
スラリー貯蔵施設容量 (月分)	7~8	9	6	全国 4 アルターニュ 6	4
スラリー散布時期	2/1~8/31 凍結・積雪地の散布禁止	2/1~収穫期 週末, 祭日散布禁止 住宅から200m以内禁止	1/16~11/14 凍結・積雪地の散布禁止	1/16~10/30 (春作物) 1/16~6/30 (牧草地) 1/16~10/30 (秋作物)	11/2~8/31 (牧草地) 11/2~7/30 (農耕地) 凍結・積雪地の散布禁止
スラリー散布方法	地表面散布の禁止 アンモニア揮散を最小化する散布	散布後12時間以内にすき込む	アンモニア揮散防止方法	-	1回に50m ² /ha以内
施肥計画	ふん尿生産記録の作成義務 ミネラル報告制度 ミネラル損失量の削減	全肥料の成分の管理計画の作成 散布農地の確保義務	肥料バランスシートの記録保持	糞尿施用計画書作成	窒素肥料散布記録 保管義務

5-1 糞尿貯留

ふん尿を環境汚染が生じないようにして圃場に還元するためには、作物が必要とするときに必要なだけ散布することであり、このためには貯留施設が必要となる。すなわち散布ができない期間、貯留するための適切な大きさが必要になる。表4は貯留槽の大きさの算定基礎である。この表で示されるスラリーふん尿貯留施設の必要容量は $2\text{m}^3/\text{頭}\cdot\text{月}$ と納得できる量であるが、固形ふんの量は少なすぎるように思われるがいかかであろうか。スラリー貯留槽でラグーンは、悪臭、アンモニア揮散防止などの点から勧められていない。

環境負荷ガス揮散防止のために、オランダ、デンマークなどでは貯留槽にカバーを付けることが求められている。表5にカバーの種類によつての揮散防止効果を示している。

5-2 スラリー散布方法

ふん尿散布は以前はいかに早く大量に散布するかだけが重要視されたが、1980年代前半からはいかに栄養分を効果的に使うかに焦点が当てられ、現在はさらにいかにアンモニアなどガスを揮散させないで散布するかが重要になってきている。

汚染発生のリスクをいかに減少させて散布するか、そのためには①スラリーを散布後速やかに土中に浸透させる、②精度高く散布することが必要である。これらにより、悪臭、アンモニア揮散が減少し、栄養分が十分利用され、作物がきれいに葉を痛めることなく生育し、散布後の放牧での病原菌による障害も減少でき、さらに圃場への栄養分の均一供給が可能となる。

スラリー散布後のアンモニア揮散は早く、草地への散布では散布12時間で90%が揮散するとしている。これを防ぐためには、①スラリーと空気がふれている時間を少なくする、②スラリーを希釈する、③スラリーを酸性化することが大切である。揮散を減少させる散布機として、インジェクション型散布機 (Injection)、ドラッグ・シュー式散布機 (Drag shoe)、トレーリング・ホース散布機 (Trailing hose) が使われている。

5-3 微生物学的ふん尿処理方法 — EU諸国のバイオガスプラント —

ヨーロッパは嫌気性処理が一般的なようにみられているが、スラリーの曝気や堆肥の切り返しなど好気性処理も行われている。しかしそれはアンモニア揮散にまだ余り制限のない南ヨーロッパが多いといえる。北ヨーロッパではスラリーの曝気が行われているのはドイツの一部やノルウェーである。しかもアンモニア揮散を防止するために脱臭装置を備えるところが多い。堆肥においても通風は実施せず、消極的な切り返しだけが行われている。

本報では近年ヨーロッパで盛んになってきたメタン

表4 家畜ふん尿貯蔵槽必要容量 $\text{m}^3/\text{頭}\cdot\text{月}$

家畜の種類	固形ふん	尿汚水	ふん尿混合
成牛	0.60	0.60	2.00
1~2才牛	0.50	0.50	1.50
1才未満牛	0.25	0.25	0.50
母豚	0.35	0.20	—
肥育豚 (ペン)	0.42	0.15	—
肥育豚 (敷料なし)	—	—	0.42

表5 豚ふん尿スラリー貯蔵槽のカバーの揮散防止効果

カバーの種類	揮散防止効果 %
裁断したわら類	70-75
浮き蓋	85-95
テント式カバー	90-95
コンクリート製カバー	95-98

発酵について述べる。

メタン発酵の研究は我が国でも海外においても1950年代、1970年代前半、1990年代後半に盛んになりプラントが建設されてきた。特に73年からのオイル危機当時はアメリカ・ヨーロッパはじめ世界各国で研究され多くのプラントが建設された。しかしオイル危機が去った後では研究も中断され、建設されたプラントも採算が合わず閉鎖されてしまった。これは当時のメタン発酵技術が未熟であったこと、売電などのメリットが少なく農家がメタン発酵には興味を示さなかったことなどによる。しかし近年この技術は急速に進歩して、EU諸国ではバイオガスプラントが、戸別農家型と共同プラント型で普及してきている。ドイツではバイエルン地方を中心に既に600戸程度の個人農家が、デンマークでは共同20カ所、個人プラント25カ所、イタリアでも約50ヶ所の個人農家のバイオガスプラントが稼動し、スウェーデンでは大型の共同バイオガスプラント8基が稼動している。このようにEU諸国では家畜ふん尿による環境汚染問題の一解決法と同時に、再生可能エネルギー取得の一方法としてメタン発酵法が脚光を浴びている。これはそれらの国のエネルギー政策として行われていることであり、バイオガスプラントに対してはエネルギー省などからプラント建設に対して15~40%の補助がなされ、さらにドイツ、デンマーク、イタリア、オーストリア、ルクセンブルク、スイスなどではバイオガスで発電した電気は、買い上げが義務づけられていることからわかる。スウェーデンでは、コージェネレーションによる熱電供給より、自動車燃料として使用することを目指している。

一方アメリカ、カナダなどでは、70年代には盛んに研究されたが、現在はヨーロッパほどのバイオガスプラントに対する関心はない。これは燃料・電気などのエネルギー源が安価なことが原因と考えられるが、現

在はランニングコストを安くして悪臭を軽減できると
いう点から再び関心を集めている。

共同プラントか戸別プラントかは議論の分かれると
ころであるが、デンマークでは共同プラント、ドイツ
では戸別プラントが主流である。デンマークで共同プ
ラントが盛んな原因は、同国は厳しいふん尿管理規制
をクリアするために9ヶ月容量ものスラリーストアが
必要になるが、この資金をバイオガスプラント会社が
提供してくれ、しかもそれが散布に便利な農場付近に
建設されるため、農家側にとって輸送コスト散布コス
トの低減などメリットが大きいとされている。この
ように共同型か戸別型かは一概に決められないが、
北海道のような個々の農家が離れている地域では戸別
型の方が有利になりそうである。

バイオガスプラントが一般に普及するか否かは、国
のエネルギー政策と環境政策にかかっている。デン
マーク、ドイツではこの二つの政策が相まって現在の
普及が加速されたと言える。ここでデンマーク国立農
業科学研究所の高井久光氏の原稿からデンマークにお
けるバイオガスプラント普及の背景を紹介する（デン
マークにおけるバイオガス施設の現状とその発展の背
景、北海道バイオガス研究会設立総会記念講演会講演
要旨より）。

5-4 デンマークのエネルギー政策とバイオガス

1980年代に始まった近代的なバイオガス施設の普
及にともない、家畜ふん尿はエネルギー資源として考
えられるようになった。しかし、デンマークにおいても
家畜ふん尿のエネルギー資源としての利用は始まっ
たばかりであり、その利用率はわずか2.5~3%にす
ぎない。畜産から年間約4千万トンのふん尿が排出さ
れるが、1998年にバイオガス施設で処理された家畜ふ
ん尿の量はわずか百万トン強であった。つまり、多量
の未利用エネルギーが家畜ふん尿には含まれている
のである。デンマーク政府は、この家畜ふん尿に潜在
する可能性を利用しようと考えているわけである。しか
し、これはふん尿から得られるエネルギーが安いから
ではない。安定したエネルギー供給への手段の一つと
して、また温室ガス発生を抑制する手段の一つとして
(2030年までにCO₂放出を1990年比で50%削減)、そ
して農業の環境負荷を軽減する手段のひとつとしてバ
イオガス技術は有効であると判断したからである。

デンマーク政府は、エネルギーの需要と供給が持続
可能な発展をするためには何をなすべきかを考え、そ
の政策のなかに家畜ふん尿から得られるバイオガスも
組み込んでいるのである。1973/74年のエネルギー危
機が直接的な動機となり、政府は、それまで輸入化石
エネルギーにほぼ100%依存していたエネルギー政策

の見直しを迫られた。以来、北海の油田開発、天然ガ
ス・パイプラインネットの建設、省エネ政策など次々
に施行された措置はほぼ期待通りの成果をあげ、エネ
ルギー自給率は現在ほぼ100%である。政府は、この有
利な地位をプラットフォームとして長期的なエネル
ギー政策を推進しようと提案しているわけである。そ
の主な内容は、①化石エネルギーに替わり得る持続可
能エネルギーの開発を推進する、②エネルギー利用効
率を向上する、③現在の恵まれたエネルギー供給状況
を可能な限り保持する、ことである。その理由として：
1) 環境への配慮とエネルギー供給状況の将来の見通
しは、化石エネルギーの量を減らす必要性を示してい
る、2) 国際市場でのエネルギー価格と供給の変化に
対し強固な社会を築く必要がある、3) 環境・エネル
ギー先進国としての地位を確保することにより施設や
ノウハウの輸出などが期待でき経済的にもプラスにな
る、としている。

食品工業などの廃棄物や家庭生ゴミ及び家畜ふん尿
がバイオガス生産の原料になるが、食品工業廃棄物で
利用できるものはほとんど既存のバイオガス施設で処
理されている。家庭から排出する生ゴミのうちバイオ
ガス原料として利用できるのは年間約65万トンと推
定されている。生ゴミ1トン当たり140m³のバイオガ
スが回収されるとすると、生ゴミのバイオガス生産ポ
テンシャルは年間9千万m³になる。しかし、効率よく
ビニール袋等を選別するシステムが構築されていない
ため、生ゴミからのバイオガス回収は期待通りの進展
を見せていない。デンマークにおけるバイオガス生産
の原料として最も重要なのは家畜ふん尿である。家畜
ふん尿1トン当たり20m³のバイオガスが回収され
るとすると、年間4千万トン排出される家畜ふん尿のバ
イオガス生産ポテンシャルは8億m³になる。これは
生ゴミの約9倍の量である（高井、2000）。

5-5 デンマークの環境政策とバイオガス

1980年以前のデンマークでは、農業を環境汚染産業
とは考えていなかった。農業の環境汚染が問題にされ
るようになったのは1980年に入ってからである。この
頃、フィヨルドや近海での藻類の異常発生や魚類の大
量死をマスコミが取り上げ社会の注目が集まるよう
になった。これらの水域で富栄養化が進んでいることが
明らかになり、その主な汚染源は都市・工業廃水（主
に燐と有機物汚染）及び農業（主に窒素汚染）である
と推定された。一方、井戸水の硝酸塩濃度の急激な増
加と化学肥料使用量の増加が関係しているとの調査報
告も出された。環境庁が1984年議会に提出した「NPO
レポート」は、窒素(N)・燐(P)・有機物(O)汚
染源を確認し、汚染を抑えるための措置を提案した。
これを受け、農業も対象とした環境規制「NPO行動計

画」が1985年に制定された。その後1991年に「デンマーク水環境の栄養塩類汚染に対する行動計画（水環境計画I）」、1997年に「持続可能な農業の為の行動計画」、そして1998年に「水環境計画II」と次々に厳しい環境規制が制定された。農業に関連する方策の基本は、まず家畜・畑のバランスの確保（ハーモニー・ルール）とふん尿貯蔵能力の飛躍的な増加であった。続いて、ふん尿の利用率を向上させるために、施肥技術の向上と輪作・作付け・施肥計画の徹底がなされ、ふん尿含有窒素の利用率最低基準が設定された。それでも、これまでの対策では窒素放出の50%削減（1985年比）という目標値の三分の二より達成出来そうにないとの判断から、窒素施肥量の全般的な削減、環境脆弱地の保護、造林、湿地・沼の再生など地域自然の保護、エコロジカル農業など環境に優しい農業の推進を策定した。農業の環境汚染問題が表面化してから約15年経過したが、いま社会の意識は農業生産より環境を優先するようになりつつある。この様な状況を背景に、バイオガス利用の環境面でのメリット（温室ガス放出の抑制効果、地下水・大気汚染の抑制効果、食品工場廃棄物等の有効利用、悪臭の低減など）に対する評価が高まりつつある。また、農業にとってもバイオガス施設の導入は環境規制の対応手段として有用であると同時に、化学肥料及び農薬の使用量を低減できるというメリットがある。

バイオガスを化石燃料の代わりに燃料として使うことは二酸化炭素放出量の減少につながる。通常のスラリータンクから発生するメタンはそのまま大気に放出されるわけであるが、バイオガス施設で発生したメタンは燃料として燃焼するのでメタン放出量を低減する。亜酸化窒素放出量の低減効果も二酸化炭素のその5~10%に相当すると言う調査報告がある。ふん尿などに含まれている窒素の多くがバイオガス施設で処理されることにより作物が直接利用できるかたちになるので、肥料効率が向上し、窒素流出のリスクが低減される。ただし、消化液からはアンモニアが発散しやすいので、タンクにカバーをするなど何らかの対策が必要である。バイオガス施設での高温処理或いはパストライズは消化液に含まれる雑草の種子や病原菌の量を減らすので、農薬の使用量を低減できる。ハーモニー・ルールにより土地と家畜頭数の比が決められたため、飼養頭数を増やす場合は経営畑面積も増やさなくてはならない。しかし、バイオガス施設を介してふん尿を他の農家に流通できれば経営畑面積を増やさなくても飼養頭数がある程度増やすことが可能になる。またバイオガス施設が組み込まれた体系では、スラリーの流通と利用を考慮した場所に共同貯蔵タンクを配置することなど、貯蔵と輸送作業の合理化が可能である（高井、2000）。

6. 結 び

西ヨーロッパ諸国は、EUの硝酸塩指令にみられるように家畜ふん尿由来の環境汚染を防止するためにかなり厳しい規制を強いている。これは鞭の部分といえる。しかし一方ではエネルギー政策とはいえ、ふん尿管理の一部分である処理をメタン発酵法を用いることによって農家の所得を増やす政策もとっている。これは給の部分と言えよう。農業系廃棄物と工業系廃棄物のもっとも大きな違いは、工業系廃棄物はその管理費を製品に上乗せできるのに対し、農業系廃棄物は全くそれができないことである。ふん尿管理をきれいにやって豚肉が高く売れたという話は聞かない。このような状況にある廃棄物では、その管理によって何らかのメリットを農家にもたらさようにしなければならない。しかもそのメリットが持続するものであることが必要である。我が国の補助金のように高額高率のものであっても農家の意見が反映されず、箱ものを作るだけの補助であっては、その補助の効果は少ないものになってしまう。初期の補助は減額しても、その施設を使い続けると補助されるような政策が必要である。デンマーク、ドイツなどのバイオガスプラントへの補助政策をみているとその感を強くする。

我が国でもふん尿処理のハードの面ではヨーロッパに劣るものではないと考えられる。ただそれを生かすソフトがないのだとヨーロッパと日本のふん尿管理をみて思う次第である。

参 考 文 献

- BURTON, C. H. and MARTINEZ, J: (1996) Animal Management and Environment in Europe, Special Issue -1996- (Ref. AIR3 CT94 1897).
- BURTON, C. H. (1997) Manure management. Treatment strategies for sustainable agriculture, Silsoe Research Institute.
- Institute of biomass utilization and biorefinery (1997) The future of biogas in Europe.
- ISERMANN, K. (1990) Ammoniakemissionen der Landwirtschaft als Bestandteil ihrer Stickstoffbilanz und Lösungsansätze zur hinreichenden Minderung. (Ammonia emissions from agriculture as part of the nitrogen balance and methods of reduction). In: Hartung, J.; Paduch, M.; Schirz, S.; Döhler, H.; van den Weghe, H. (eds): Ammoniak in der Umwelt. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster, Germany, 1-76.
- SAFLEY, L. M. Jr., CASADA, M. E., WOODBURY, J. W., ROOS, K. F. (1992) Global methane emissions from livestock and poultry manure. United States Environmental Protection Agency. Report N400/

1-91/048.

高井久光(2000)デンマークにおけるバイオガス施設の
現状とその発展の背景, 北海道バイオガス研究会設

立総会記念講演会講演要旨.

(財)畜産環境整備機構ホームページ, <http://group.lin.go.jp/leio/>

