

シンポジウム「家畜糞尿の処理・利用—北海道における今日的課題」

ECにおける家畜ふん尿の処理・利用と環境保全

志賀 一 一

Management and Recycling of Livestock Waste  
for Environmental Protection in EC  
Hitoichi SHIGA

近年、ヨーロッパの畜産においても、家畜数の増加、畜産農家数の減少と専業化、農場当たり家畜数の増加、家畜の一部地域への偏在などが進んでおり、それに伴い、排出されるふん尿に由来するさまざまな環境汚染が大きな社会問題となっている。

筆者らは1992年5月から6月にかけて、ECの中で農地当たり家畜飼養密度を異にする5ヵ国を選び、各国における畜産に関連する環境汚染の状況、その対策について調査を行ったので、その要点を紹介することにする。

1. 訪問国における家畜の密度

訪問した各国における農地面積、主要な家畜の数と、単位面積当たりの家畜の密度(肥料単位/ha)は表1のようである。肥料単位とは、各種家畜を同一基準で比較するために、ドイツで用いられている方法<sup>1)</sup>、1年間に産出されるふん尿中の素糞80kgに相当する。肥料単位に相当する家畜数は生育段階でも異なるが、この場合は

表1 家畜飼養頭羽数とha当たりの家畜肥料単位密度

|       | 耕地+<br>永年草地<br>(千ha) | 牛<br>(千頭) | 豚<br>(千頭) | 鶏<br>(千羽) | 肥料<br>単位<br>(千) | ha当たり<br>肥料単位 |
|-------|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------|---------------|
| デンマーク | 2,769                | 2,190     | 9,300     | 16,000    | 2,949           | 1.07          |
| フランス  | 29,497               | 21,200    | 12,200    | 200,000   | 17,876          | 0.61          |
| ドイツ   | 11,680               | 14,563    | 22,165    | 72,000    | 13,595          | 1.16          |
| オランダ  | 1,975                | 4,731     | 13,634    | 100,000   | 6,101           | 3.09          |
| イギリス  | 17,882               | 11,933    | 7,383     | 119,000   | 10,200          | 0.57          |
| 日本    | 4,792                | 4,760     | 11,816    | 334,000   | 8,201           | 1.71          |

資料: FAO "Production Yearbook" 1990

注) 1.耕地、永年草地面積は1989年、頭羽数は1990年である。

2.肥料単位は、ドイツ・ニーダーザクセン州の基準にない、1肥料単位を牛1.5頭、豚7.0頭、鶏100羽として比較した。

概算値を得るため、牛は1.5頭、豚7頭、鶏100羽を1肥料単位として計算している。

単位面積当たり肥料単位の最も多いのはオランダで3.09/haであるが、旧西ドイツ、デンマークはその3分の1程度で日本全国の平均値より低く、フランス、イギリスはオランダの約5分の1程度とかなり低い。北海道はこの方式で計算すると約0.8/haになるので、デンマークとイギリスの間になる。

2. ECにおけるふん尿処理・利用の現状

各国における家畜密度に大差があるにもかかわらず、いずれの国でも一戸当たりの家畜頭数は増加傾向にあり、酪農家の場合は牛の数が増えるにつれてフリーストール形式が多くなっている。ふん尿処理は、麦稈を豊富に持っている農家では敷わらに吸収させて堆肥化する方式を続けているが、大勢としては手間の掛からないスラリーとして液状で処理する方向に向かっている。デンマークでは畜産農家の約60%、ノルウェーでは95%、ドイツでは集約的な大農場のほとんど、イギリスでも麦の作付けの少ない西部がスラリー方式になっているとのことである。

われわれが訪問した十数ヵ所の農場では、堆肥化する場合は舗装された堆肥盤とれき汁集めのピットがついた堆積場所で、スラリーの場合は自然流下式かスクレーパーで貯溜槽に落とし、多くの場合は併置してあるスラリータンクにポンプアップし、敷わらの混じった半流動状ふん尿の場合には、浸出壁式貯蔵施設(Weeping wall store)で水分を抜きながら堆肥化するなど、処理法のいかんにかかわらず、牛舎周辺におけるふん尿処理の流れは比較的順調に行なわれていた。

酪農総合研究所 (060 札幌市中央区北3条西7丁目 酪農センタービル)

Research and Development Center for Dairy Farming, Nishi 7-chome, Kita 3-jo, Sapporo, Hokkaido, 060

3. 各国における環境汚染の現状

農業,あるいは畜産に関連する環境汚染は,家畜密度の最も高いオランダで,水域の富栄養化,地下水の硝酸塩濃度の増加,大気へのアンモニアの揮散のすべてで深刻である。

家畜密度がそれ程高くないデンマーク,ドイツでも,水域の富栄養化,地下水の硝酸塩濃度の上昇などが問題となり,とくにデンマークで大きな社会問題となっている。

また,平均すれば家畜密度が低いフランスにおいても,輸入飼料が安価に入手できるブルターニュ地方に家畜が集中して深刻な汚染を生じ,イギリスにおいては主として酪農からの水系の汚染が多いなど,それぞれ問題を抱えている。<sup>2)</sup>

4. 汚染の原因

オランダでは汚染の主因は集約的農業にあるとされる。農耕地における化学肥料窒素の平均使用量は200kg/haを超え,かなり高い水準にあるが,さらに家畜ふん尿からの窒素が加わり,平均でも500kg/ha以上になる。1987年での家畜ふん尿産出量は約9,400万トンであったが,そのうち各農場において過剰とされたふん尿の積算量は約1,400万トンと推定された(表2)<sup>3)</sup>。施用上限量が引き下げられていることもあり,現在では過剰量は1,800万トンに達するだろうとの話も聞いた。

表2 1987年に産出されたオランダの家畜ふん尿の産出量と過剰量 (Voorburg, 1992) (100万t/年)

|    | ふん尿産出量 | 過剰量  |
|----|--------|------|
| 牛  | 72.0   | 0.5  |
| 子牛 | 1.8    | 1.0  |
| 豚  | 17.6   | 10.2 |
| 鶏  | 2.3    | 2.1  |
| 計  | 93.7   | 13.8 |

さらに,家畜の中部から南部への集中に伴うふん尿の偏在,農場における過剰なふん尿の施用,不適切な時期の施用なども汚染を生ずる要因として指摘されている。

デンマークの環境省は,1984年当時,水域に放出され,環境を汚染している窒素29万トン,リン1.5万トンのうち,窒素の約90%,リンの約29%は農業に由来するものであると発表している(表3)<sup>4)</sup>。デンマークでの農地当たり家畜密度はそう高くはないが,耕地に対する化学肥料の施用量が増しており,さらに家畜が特定地域に集中し,産出するふん尿は部分的に過剰になり勝ちで,施用時期も適切でないなどが汚染を生ずる原因のようである。

表3 デンマークの水域に対する窒素およびリンの汚染源 (デンマーク環境保護局,1984年)

|      | 窒 素     |     | リ ン    |     |
|------|---------|-----|--------|-----|
|      | Nトン/年   | %   | Pトン/年  | %   |
| 農 業  | 260,000 | 90  | 4,400  | 29  |
| 都市排水 | 25,000  | 9   | 7,200  | 48  |
| 工業排水 | 5,000   | 1   | 3,400  | 23  |
| 計    | 290,000 | 100 | 15,000 | 100 |

資料: National Agency of Environmental Protection(Denmark) 1984:The NPO REPORT. p1-51

ドイツでは水域に流入する窒素約100万トン,リン十数万トンのうち,窒素の約40~50%,リンの約26%は農業由来であるとされている。窒素の場合,農場から直接流入するものは少なく,地下水を通じて地表水に持ち込まれるものが3分の2を占める(表4)<sup>5)</sup>。

表4 ドイツ国内の農業分野から水域に流入する栄養分の発生源別推定値 (ドイツ連邦政府,1989)

| 発 生 源        | 窒素(N)   |         | リン(P)   |         |
|--------------|---------|---------|---------|---------|
|              | 実量 (千t) | シェア (%) | 実量 (千t) | シェア (%) |
| ・大気          | 11      | 2.5     | 0.2     | 0.6     |
| ・直接流入        | 32      | 7.4     | 5.0     | 14.6    |
| 肥料から         | 0.6     |         | 0.1     |         |
| 牧畜から         | 0.3     |         | 0.7     |         |
| 農業排水から       | 10.8    |         | 2.2     |         |
| 下水から         | 17.2    |         | 2.0     |         |
| ・排水          | 45      | 10.4    | 2.4     | 7.2     |
| ・地下水         | 279.0   | 64.5    | 0.6     | 1.8     |
| ・浸透          | 52.4    | 12.1    | 22.3    | 66.6    |
| ・地表水 (道路・水溜) | 13      | 3       | 3.0     | 8.9     |
| 合 計          | 432.0   | 100.0   | 33.5    | 100.0   |

資料: 中央畜産会(1992): EC諸国における畜産経営と環境対策, 平成3年度「海外先進技術等情報収集提供事業」, p159~193

環境汚染に関係あるものとして,施肥,ふん尿施用量や施用時期があげられている。

イギリスでの農耕地から水域への流入窒素量は約32万トンで,他産業や下水よりの流入量の約2倍に達する<sup>6)</sup>。イギリスの畜産は牛が主体で,その全農地当たりの平均密度は低い,農場当たりの牛飼養頭数は調査したECの他の国の2倍から3倍と非常に多い。牛の増加にふん尿関係施設の増設や更新が追付かないため,事故や容量オーバーなどによる汚染も多いとの説明があった(表5)<sup>2)</sup>。国土の農地としての利用率が約77%と高いこと,ふん尿の適切でない施用なども相まって水質を汚染しているようである。

安い輸入飼料が入手できる港に近いフランスのブルターニュ地方は,農地面積が全国の6%しかないのにもかかわらず,乳牛頭数は全国の19%,豚頭数は51%,卵,

表5 イギリスにおける農場由来の汚染発生件数(1990)

|               |     |       |        |
|---------------|-----|-------|--------|
| (牛)           |     |       |        |
| スラリーストア、汚水タンク | 531 | 2,261 | 3,147件 |
| 堆肥場           | 118 |       |        |
| 牛舎周辺敷地の洗浄水    | 515 |       |        |
| 搾乳処理、洗浄水      | 182 |       |        |
| 農地の表面水        | 335 |       |        |
| 施設の取扱失敗       | 110 |       |        |
| サイレージ         | 470 |       |        |
| (豚)           |     |       |        |
| スラリーストア       | 101 | 247   | 3,147件 |
| 牛舎周辺敷地の洗浄水    | 66  |       |        |
| 農地の表面水        | 60  |       |        |
| 施設の取扱失敗       | 20  |       |        |
| (その他)         |     |       |        |
| 家禽            | 49  | 639   | 3,147件 |
| 羊の洗浄薬液        | 15  |       |        |
| 殺虫剤           | 39  |       |        |
| 無機質肥料         | 13  |       |        |
| 生鮮野菜の洗浄水      | 22  |       |        |
| オイル漏れ         | 79  |       |        |
| 養魚場           | 21  |       |        |
| その他           | 401 |       |        |

資料：ADASの説明

プロイラーの生産はそれぞれ43%、37%を占めるまでになっており、集中的に排出されるふん尿がこの地方に激しい汚染を引き起こしている<sup>7)</sup>。

5. 環境汚染防止対策

以上のように訪問した5ヵ国はいずれも畜産が関与する環境汚染問題を抱えており、その防止のための対策や規制を開始している。

家畜密度が絶対的に高いオランダにおいては、ふん尿産出量の抑制と将来に向けての段階的削減を行っている点が他の国と異なっているが、その他の点では各国共類似の対策がとられている。

オランダにおける主な対策を列挙すると以下になる<sup>2, 8, 9)</sup>。

- ①1986年に各農場へのふん尿産出上限量の割当て
- ②年間125kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha以上のふん尿産出農場へのリン酸量に応じた課税

③環境目標の設定とその達成のための具体的方法の明示、すなわち、目標として、

- a. 1995年までに北海への窒素・リンの流入の50%削減
- b. 2000年までに地下水の硝酸塩濃度50mgNO<sub>3</sub>/ℓ以下、地表水の全窒素2.2mgN/ℓ、リン酸0.15mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ℓ以下の達成、アンモニア揮散の70%削減

上記目標達成のための具体的方法は、

- a. 単位面積当たりふん尿施用上限量の年次別、段階的削減(表6)
- b. 作物による養分吸収の少ない秋より冬にかけてのスラリー散布の禁止
- c. ふん尿貯蔵容量7~8ヵ月の確保、スラリータンクのカバー設置
- d. 砂地草地におけるスラリーインジェクターの使用

④偏在するふん尿分散のため、ふん尿銀行によるふん尿の輸送

⑤ほ場を持たない養豚場スラリーの乾燥肥料への加工プラントの操業開始、1994年までの目標は600万トン/年の処理施設

⑥各種規制を実施しながら経営が成り立つ実用規模の実験農場の開始

デンマークにおいても、環境汚染を防止するため、基本目標として水域に流出する窒素の50%、リンの80%を削減することとしているが、目標達成のための具体方法が示されている<sup>10)</sup>。主なものを列記すると以下のようである。

- ①単位面積当たりに施用できる家畜ふん尿の畜種別上限値の設定(表7, 表8)

表6 オランダにおける異なった年次ごとの家畜ふん尿施用上限量 (J.H.Voorburg, 1992)

(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>kg/ha/年)

| 年      | 1987-1991 | 1991-1996 | 1995-2000 | 2000(見込み) |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 草地     | 250       | 200       | ~175      | 作物吸収分 110 |
| 耕地     | 125       | 125       | 125       | " 70      |
| とうもろこし | 350       | 250       | ~175      | " 75      |

資料：Nutrient losses from livestock farming in the Netherlands.

J.H.Voorburg, IMAG-DLO, WAGENINGEN に加筆

注) ただし、1995年からの制限は化学肥料中のリン酸も含まれる。  
P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1 kgと対応するふん尿中のN量は、牛2.44kg、肥育豚1.55kg、繁殖豚1.00kg、鶏1.09kgなどである。

表7 EC5カ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 注3                                     | フランス                  | イギリス                      |
|-----------------|---|-------------------------------|--|-----------------------|---------------------------|
| 家畜頭数上限 (/ha)    | 牛3頭以下   | 牛 2.3家畜単位<br>豚・鶏1.7家畜単位       | 2.5肥料単位<br>(牛で3.75頭)                       | -                     | -                         |
| ふん尿施用上限 (kg/ha) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 注1<br>草地 200<br>耕地 125<br>休耕地 250 | N<br>牛 248<br>豚 184<br>雌鶏 137 | N<br>200                                   | N<br>草地 350<br>耕地 200 | N<br>250                  |
| ふん尿貯蔵容量 (カ月)    | 7-8   | 9                             | 6  | 全国 4<br>7ヶ所地方 6       | 4                         |
| スラリー散布時期        | 1月1日～9月30日<br>2月1日～8月31日<br>注2                                  | 3月1日～夏                        | 草・林地<br>2月1日～10月15日<br>耕地・園芸用畑<br>2月1日～収穫期 | 2月1日～<br>11月15日       | 凍結土壌への<br>散布の禁止           |
| スラリー散布方法        | 散布直後のすき込み<br>牧草地(砂質土)ではスラリーインジェクタの使用                            | 秋播き小麦には春にバンドスプレッドによる追肥のみ      | -  | -                     | 1回に50m <sup>3</sup> /ha以内 |
| 施肥計画            | 125kgP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha以上の農家はふん尿の記録が必要           | 10ha以上の農家は全肥料の収支の記録を作り提出      | 必要に応じ、ふん尿散布計画書の提出を求められる                    | ふん尿施用計画書作成            | -                         |

注) 1. 1991年現在、2000年は作物の吸収分相当、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1kgと対応するN量は畜種によって異なり、1.00kgから2.44kgまでの幅がある  
 2. 上段は現行、下段は近い将来の予定  
 3. ニーダーザクセン州(1991年)

表8 デンマークの家畜単位(デンマーク農民組合、1989)

| 種 類               | 単 位   | 1家畜単位当たり |      |      |      |
|-------------------|-------|----------|------|------|------|
|                   |       | 家畜数      | N kg | P kg | K kg |
| 乳牛、重量種            | 牛/年   | 1        | 108  | 14   | 101  |
| 乳牛、ジャージー種         | 牛/年   | 1.1      | -    | -    | -    |
| 雌豚(25kgまでの子豚をもった) | 豚/年   | 3        | 102  | 29   | 44   |
| 肉用豚(25kg～95kg)    | 生産数/年 | 30       | 110  | 26   | 50   |
| ブロイラー             | 生産数/年 | 2,500    | -    | -    | -    |
| 雌鶏                | 羽/年   | 150      | 81   | 39   | 37   |
| 羊(子羊をもった)         | 羊/年   | 8        | -    | -    | -    |
| 馬                 | 馬/年   | 2        | -    | -    | -    |
| ミンク、ケナガイタチ        | ピッチ/年 | 40       | -    | -    | -    |

- ②9ヵ月分のふん尿貯蔵施設の設置
  - ③牧草・冬あぶら菜を除く作物、裸地への秋より2月末までのスラリー散布の禁止
  - ④過剰ふん尿受入れ農場との書類契約
  - ⑤農地の65%以上への被覆作物の作付け
- ドイツ、フランス、イギリスにおいても、基本的な考え方は同様で、農地に対するふん尿施用上限量、スラリー散布禁止期間、ふん尿貯蔵施設の容量などについて、そ

れぞれの国の状況に応じた量や期間の設定が行われているが、その要点のみを一括して表7に示した。

また、いずれの国においても畜舎周辺よりの汚染の流出防止に注意が払われており、建物周辺の舗装、汚水を集めるための溝、ピットの設置、集めた汚水のは場への散布処理などが行われていた。また、国によっては、地下水への硝酸塩浸透防止のため、ふん尿、堆肥の野積の禁止、止むを得ない場合の雨よけカバーの使用を定めて

いる所もあった。

## 6. おわりに

訪問した5ヵ国は、家畜密度の高低にかかわらず、いずれの国もふん尿の処理・利用に関する環境汚染問題を抱えており、その解消のため、さまざまな努力をしている様子がうかがえた。ただし、汚染を防ごうとすると施設の改善、増設、機械の導入、余剰ふん尿の移動、処理など、費用を必要とするものが多い。環境汚染を防止しながら経営を持続できる方策を作り上げるのが大きな課題のようであった。

これらの事例は、雨量、地形などが日本とかなり異なるヨーロッパ諸国におけるもので、直ちにわが国に適用できるわけではないが、その視点や対策はわが国の畜産におけるふん尿処理や環境汚染対策に重要な示唆を与えてくれるものであった。

## 参考文献・資料

- 1) Das Niedersächsische Landesministerium: Niedersächsische Gesetz-und Verordnungsblatt, 44. Jahrgang Nummer 2, p23-24 (1990)
- 2) 志賀一一・藤田秀保: 環境汚染に取り組むEC酪農, p 1-109, 酪農総合研究所 (1992)
- 3) Voorburg J.H.: Nutrient losses from livestock farming in the Netherlands, (IMAG-DLO), p 1-13 (1992)
- 4) National Agency of Environmental Protection(Denmark): The NPO REPORT, p 1-51 (1984)
- 5) 中央畜産会: EC諸国における畜産経営と環境対策, 平成3年度「海外先進技術等情報収集提供事業」p 159-193 (1992)
- 6) 越野正義: イギリスにおける水の硝酸塩汚染問題, 肥料, 60号, p28-39 (1991)
- 7) Graph Agri Regions-1992, p 120 (1992)
- 8) Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries, The Netherlands: Agricultural, Structure Memorandum, p 1-79 (1991)
- 9) ibid: Technology and sustainable animal husbandry in the Netherlands, p 57-64 (1992)
- 10) Danish Farmers' Unions: Essential Rules on Environmental Protection in Danish Agriculture, p 1-13 (1989)