

特 集

西欧の家畜ふん尿バイオガス処理の実際

岡本 英竜

酪農学園大学酪農学科, 江別市 069-8501

はじめに

酪農学園大学附属農場のふん尿循環研究センターに設置されたバイオガスプラントの稼働に際し、数名の大学職員に研修の機会が与えられた。2000年2月28日から3月4日の6日間は、デンマーク農業アドバイザーセンターが計画した研修プログラムを受けるため、デンマークのÅrhus市に滞在した。その後ドイツ北部に2日間、オランダにも2日間滞在し、欧州3カ国の家畜ふん尿処理を視察する12日間の研修ツアーであった。研修テーマがバイオガスであり、デンマークのバイオガスの実際が主な内容となるが、西欧のふん尿処理の実際を報告する。

デンマーク

家畜ふん尿の現状

デンマーク畜産の畜舎のタイプは、スラット床あるいはフリーストールタイプが67%、スタンション式、いわゆるバンクリーナー使用が23%、踏み込み式のフリーバーンが10%の利用となっている。家畜ふん尿の問題は、水系および大気系環境への養分の漏洩であり、ふん尿の貯留および利用に関する規制が布かれている。よって、家畜ふん尿管理が主体であり、積極的なふん尿処理としては、嫌気消化、いわゆるバイオガス（メタンガスと炭酸ガス主体）生産のための処理がおこなわれている。畜産から排出される家畜ふん尿は年間4,000万トンであり、この嫌気消化処理されているふん尿はおよそ100万トン程度で全体の数%に過ぎない。しかし、農業生産に有利（窒素利用性と農業外収入）であり、かつ、国としての環境改善や持続的エネルギーを生産するという課題とともに成立しているこの家畜ふん尿処理は有望視されている。

畜産農家

養豚農家訪問（戸別型バイオガスプラント保有）

Gosmer市郊外にあるバイオガスプラントを保有する養豚農家を見学した。対応者はデンマーク農業科学研究所の高井久光主任研究員とプラント作成者であるJens S. Pedersen氏であった。Pedersen氏はオイルショックの頃からバイオガスプラントの開発に携わっ

ており、本職は上下水道設備業である（写真1）。同氏が作成した養豚農家のバイオガスプラントは、1992年に建設されたもので、円筒形の縦型発酵槽であり212 m³（内容量：約180 m³）、建物内部に設置されていた。発酵槽底部に温熱循環ヒーターを設置し、34～35℃の中温発酵でおこなっていた。投入する豚ふん尿（乾物率4～5%）は17 m³/日で、ガス生産を高めるための添加物として、魚脂32 Lを1日2回に分けて添加している。魚脂が手に入らない時期には、菜種を潰したものやコーンやビート粕などを投入するという。冷たいふん尿を発酵槽に投入して、発酵を抑制することを避けるために、発電機の余熱を利用し、30℃ほどに加熱してから投入している。バイオガス発生量は10～11日間の滞留日数で200～300 L/kg（乾物）であり、滞留日数を15日にした場合はその1.5倍量ほどのガスが出るという。バイオガス中に含まれる硫化水素は除去する必要があり、発酵槽内のヘッドスペースに発生バイオガスの3%に当たる空気を導入し、硫化水素を酸化させ、発酵液中に硫黄粒を戻すという脱硫方法としている。発酵槽からの消化液はポンプで抜き取り（発酵槽上部の低固形分液層）、屋外の貯留槽に送っている。バイオガスから250～300 kWh/日の電力が得られ、売電し（デンマークでの平均売電価格は0.55 DKK/kWh）[デンマーククローネ：DKK, 1 DKK=約15円]、発電機から得られる温熱水は農家・畜舎の暖房やプラント制作者の自宅と工場にも利用している。プラント製作費は100万DKKで政府からの補助が40%ほどであったそうである。Pedersen氏が作成



写真1

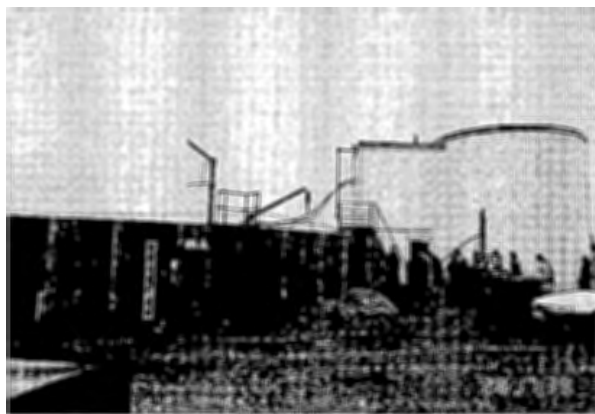


写真 2



写真 4

した、もう一つのバイオガスプラントも養豚農家であり、50℃の高温発酵で処理していた。こちらも円筒形縦型(165 m³)であるが、処理施設をまとめるように設置し、全体としてコンパクトに見えた(写真2)。脱硫や発電方式は前プラントと同様であったが、消化液の貯留槽の液面に栈橋のようなガス回収装置を浮かべ、消化液からの発生ガスをも利用していたのが特徴的であった。消化液は、黒く清澄であった。製作費は60万DKKと同様に40%の政府補助であった(写真3)。

酪農家訪問 Rasmus A. Rasmussen 氏
(集中型バイオガスプラント利用)

Hammel 市郊外にある集中型バイオガスプラント利用酪農家を見学した。同農場は経営規模40 ha、搾乳牛75頭、育成牛100頭で、デンマークの平均的規模よりやや小さい規模であった。飼料生産はコントラクタに委託し、飼養管理は一人でおこなっているという。70%の自家生産飼料(牧草サイレージ)にビール粕、ナタネ油粕、大豆を与えており、輸入飼料はないという。乳量は8,200 kg/頭、乳タンパク3.3%でチーズ原料乳として出荷しており、乳価は2.3 DKK/Lである。家畜ふん尿を提供しているバイオガスプラントにおいて、ガス生産のために屠畜場残さ物が混ぜられているため生産乳はオーガニックミルクとはならないらし



写真 5

い。ふん尿は週3回の集配があり(写真4)、戻された消化液は貯留槽(2,200 m³)に投入される。貯留槽には屋根が無いため、養分揮散を防ぐ目的で、表面には敷料混合固形ふんをかぶせていた(写真5)。消化液を使用するメリットとして、養分含量が把握できるので、施肥設計が効率的になったという。自己所有耕地面積では環境規制による飼養頭数を越えているが、消化液を隣の畑作農家に利用してもらうことで、現在の飼養頭数が認められており、しかも、消化液は10 DKK/1 m³で売っているため収入にもなっており、飼養頭数制限下でも最大限の収益があるよう工夫していることが伺えた。

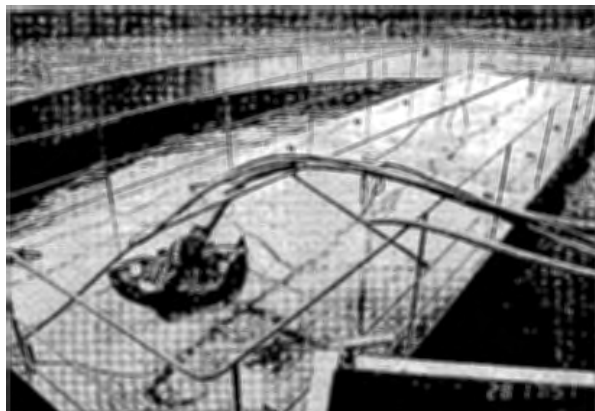


写真 3

養豚農家訪問 Esper Guol Jensen 氏
(戸別型バイオガスプラント保有)

Spottrup 市にある養豚農家で Bio-Energy Lab 社製作のバイオガスプラントを見学した。豚5,000頭を肥育する規模であり、ここから出るふん尿の他に魚油(無料であるが、輸送費は農家負担)を添加物としてバイオガス生産をおこなっている。魚油は殺菌と粘性を落とすために50~60℃に加温し発酵槽に投入している。発酵槽はスチール製の400 m³の容積で中心軸に、

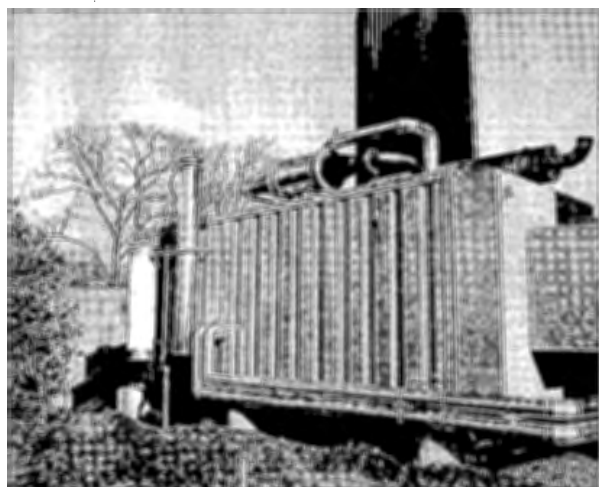


写真 6

モータと攪拌機、底部と中央にヒーティングパイプを装着し、40℃の中温発酵タイプであった。滞留日数は25日間で1日10回に分けて発酵槽に自動的にふん尿を投入している(1~1.5 m³/回)。発電機は軽油とガスの両用エンジン(軽油10%+バイオガス)を使用し、年間100万 kWhを生産していると同時に、120万 kWhの熱を回収し、発酵槽(30%)の他に豚舎や住居を暖めている。ここで特徴的なのは、脱硫装置で酸化鉄の表面に活性炭をコーティングした資材を使用しており、洗い流すだけで何回も使用でき、小型だが十分に対応可能であるとのことであった(写真6)。建設費は約500万 DKKであった。

養豚農家訪問 Laurids Norgaard 氏
(戸別型バイオガスプラント保有)

Haderslev 市にある、2戸の畜産農家のバイオガスプラント(1994年に建設)で、Norgaard氏は母豚138頭、肥育豚2,000頭の養豚経営であり、隣の酪農家(搾乳牛55頭と肥育牛)と共同利用している。ふん尿量は同じくらいであるが、プラントの所有権は出資額に併せ80:20で管理・利用されている。15~16 m³のふん尿と水産廃棄物を発酵槽(200 m³)に投入し、37~38℃の中温発酵で滞留日数は11~12日である。ふん尿以外の添加物として、水産廃棄物を購入しており、発生するメタンガスの80%は水産廃棄物由来とみられる。水産廃棄物の投入量が多いためか、硫化水素濃度は低いことから脱硫はしていない。建設費は200万 DKK(25%が国の補助)で、この地域の平均売電価格は0.5 DKK/kWhであるが、時間帯により料金が異なる(07~12時は高く、12~21時は中程度、21~07時が最も低い)。そのため、バイオガスをガスホルダーに貯め、売電料金の高い時間帯に発電するようにしている(写真7)。所有農地(60 ha)から制限される家畜頭数は過剰であるが、借地(20 ha)を利用し、残りの消化液(10 ha分)は他の農家と契約して引き取ってもらい、飼養頭数を



写真 7

維持している。

集中型バイオガスプラント見学

Arhus Nord Centralized Biogas Plant 訪問

Arhus 市の北にある1995年に建設された、国内で20カ所ある集中型バイオガスプラントのうち、比較的新しい施設である。市が管理しており、事業としては2つに分かれていて、プラント運営と輸送を担当する会社である。運営費は年間6,500万 DKKで、そのうち1700万 DKKは発電量に対しての国の補助(0.28 DKK/kWh)がある。ふん尿の搬送は4台のタンクローリー車(20 m³)で農家との間を1日当たり6~8往復する。ドライバーは農家に運ぶ消化液の指定量を汲み取り、農家まで搬送し、農家の消化液貯留槽に投入する。その後、生ふん尿を汲み取って持ち帰り、トラックごと計量し、プラントの家畜ふん尿受け入れ口に入れる(写真8)。この一連の運搬は、ドライバーが車から降りることなく、車内の操作パネルでおこなわれる。この大型ローリー車の金額は160万 DKKである。生ふん尿投入の際に悪臭が外部に出ないようにシャッターも自動開閉であった。全車で約640 m³を1

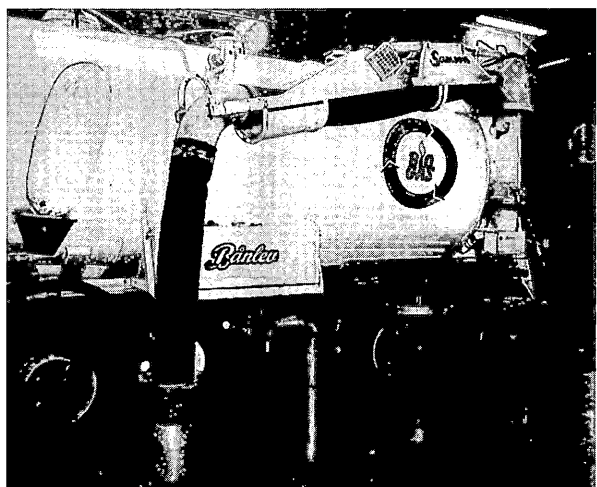


写真 8

日で収集し、1次貯留槽に投入される。ここでは、家畜ふん尿の他、食肉処理場や産業廃棄物も処理され、中温と高温の二系統の発酵処理がなされていた。中温処理は豚ふん尿85%（高アンモニウム濃度となり、高温発酵では発酵が不安定）・牛ふん尿15%の割合で1次貯留槽から中間貯留槽（産業廃棄物（48 m³/日）と混合され）を経て、熱交換機（加温）を通り、殺菌槽にて55℃で8時間処理される（メタン発酵にマイナスの影響が出ないようにするため）。その後、発酵槽で嫌気消化し、消化液は貯留槽で貯められる（貯留中（30日）でもバイオガスを回収）。22日間の滞留日数であり、高温発酵に比べて処理期間は長くなるが、安定した発酵が進行する。高温処理は、主に牛ふん尿と生活廃棄物を原料としている。処理手順は発酵槽投入前に生活廃棄物を72℃-1時間で蒸気を使って殺菌してから混合し、発酵槽に投入される。53℃-16日間の滞留日数である。高温発酵での熱交換機では、Mg²⁺、NH₄⁺やPO₄⁻がパイプ内壁に付着する。ステンレスの場合は少ないが、鉄は付着が著しく、このため2%硝酸液で2週間に1度、除去しなければならない。メタンガスの濃度は72~75%と高く、ガスはまとめて回収している。バイオガス中の硫化水素の濃度は3,500 ppmと高く脱硫が必要であり、バイオガス量の2~4%の空気を加え、プラスチック資材に微生物を固定した、いわゆる、バイオフィルターで脱硫をおこなっており、最終的には、200 ppmまで低下しているという（写真9）。発電機は総合計1,500 kWの能力がある。また同時に2.3 MWhの熱が得られるので、近傍の集落（半径2 kmくらい：85℃）に集中暖房用として温水を供給している。売電収入は460万DKK/年、給湯収入は120万DKK/年である。畜舎洗浄水、ミルクパーラー洗浄水などが入ってきても発酵には問題ないとしている。また、消化液の品質として、重金属についても規制値より低く（スラッジ中に沈殿しているため）、ガス発生にも影響はないようであり、消化液にはトータル

で牛8,000頭規模なので希釈され、多少のものは問題がないとしている。ウィルスや狂牛病原物質プリオンなどの病原体はタンパクなので分解され、殺菌効果は温度だけではなく、アンモニウムや酸（-COOH）の相乗効果があるという。従業員は3人のプラント管理者と4人のドライバーの7人で運営している。3人のプラント管理者は市の職員である。輸送費（距離により異なる）は、市が農家からふん尿を（エネルギー取得のため）買い上げる形式をとっているため、輸送費とふん尿購入費が相殺されるように設定されており、事実上、農家の運送費負担はない。ふん尿の収集範囲はコスト的にプラントから半径10 km以内が限度としており、それを越える位置にある農家とは契約していない。

Lemvig Centralized Biogas Plant 訪問

ユトランド半島の西部に位置するLemvig市にある集中型バイオガスプラントで1992年に建設され、ふん尿を供給する地域農業者グループ（80戸の畜産農家）によって所有されている共同利用のバイオガスプラントである。農家がふん尿をバイオガス処理する理由は、悪臭が少なく、液状なので取扱いが楽であり、窒素の利用率が高くなり、かつ、病原菌が無くなるといったメリットがあることと、生ふん尿の施用では作物に悪影響があったが、消化液ではそれが無いという理由もある。処理物は家畜ふん尿が牛、豚、ミンク、鶏であり、産業廃棄物は汚泥や食肉処理場、魚加工場、乳製品加工場からの有機性廃棄物である。その他、プラスチックの分別ができれば生活残さも受け入れたい意向がある。このプラントでのバイオガス生産量は17,000 m³/日（メタン濃度63%）で発電はおこなわず、パイプラインで4.2 km離れた市街へバイオガスを輸送し、市で地域暖房用のエネルギー源としている（20%は施設の加温に使用）、バイオガス中の炭酸ガスも輸送しているので、炭酸ガスの除去を課題としている（写真

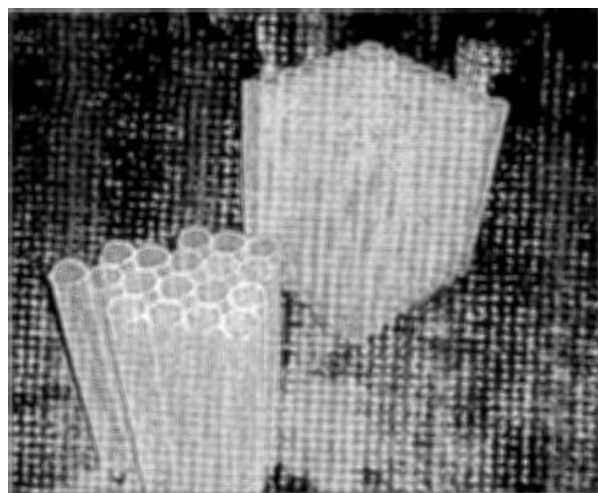


写真9

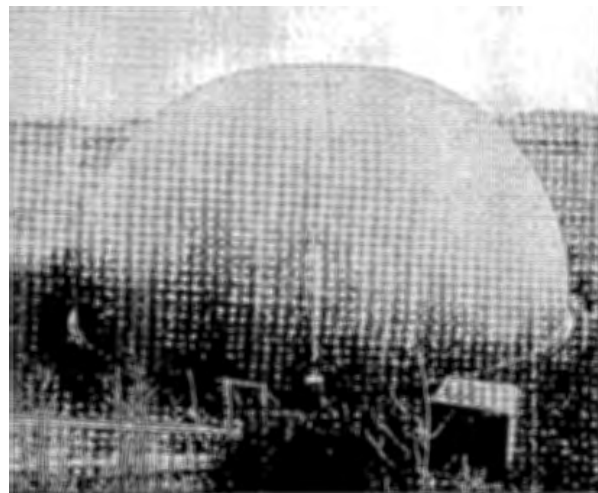


写真10

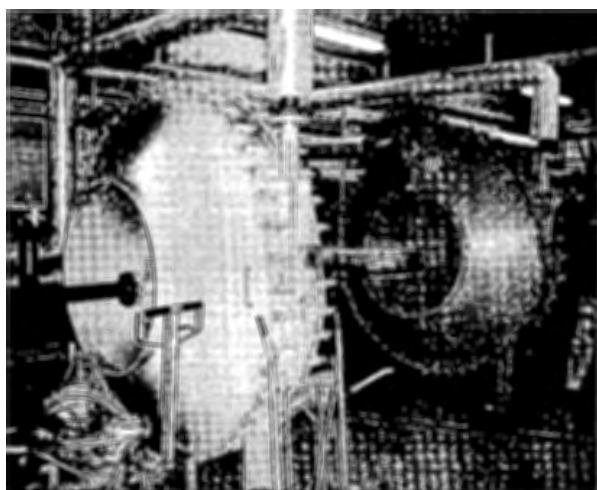


写真 11

10). バイオガス生産会社とバイオガス輸送会社の2社で運営され、ガス売却と添加物である産業廃棄物処理料で収益を得ている。ガス売却単価は3.1 DKK/m³ (CH₄)であり、1998年の収入は、ガス売却で1,020万DKK、産業廃棄物処理料で100万DKKであったという。今後、産業廃棄物処理料の収入が増えると見込んでいる。消化液槽は容量が15,000 m³ (3,000×5槽)で、滞留日数は13日で55℃の高温発酵をおこなっており、1日当たり500t(家畜ふん尿(75%))を処理している。また、市からの産業廃棄物汚泥を受けているため55℃-1時間、殺菌している。発酵槽の温度が一定になるように温水暖房しているが、熱源は、街からおが屑や古家具をもらい燃焼させている。(バイオガスは市に売った方が経済的に有利なので加温にはもちいない)スパイラル型対向式熱交換器(発酵槽の55℃の消化液と新しいふん尿を円状に対向させさせて熱交換し、発酵槽に急激な環境変化を与えない)を装備しており、熱交換効率は60%(10℃と50℃で約34℃まで上昇)である(写真11)。

Lincogas AmbA Centralized Biogas Plant 訪問

ユトランド半島南部のLintrup市にある、地域の農



写真 12



写真 13

業者グループが所有する集中型バイオガスプラント(1991年に建設)を訪問した。処理資材は、ふん尿15万m³/年(75%)、産業廃棄物(水産加工残さ、食品残さ、製薬工場有機性廃棄物)5万m³/年(25%)で1日あたり200m³を受け入れている(写真12)。発酵温度は52℃で滞留日数は12日となっており、高温発酵なので殺菌槽は不要としていた。バイオガス生産量は550万m³/年で、冷却して7km離れた街までガス(メタン濃度64%)を搬送し、そこで発電して2,000戸の地域暖房に利用される。熱生産量は、7,800MWh/年×2基、電気生産量は、6,000MWh/年×2基で、電気はすべて電気会社に売っている。消化液は80戸の農家組織(半径12km以内)に20万m³が還元されている。消化液の成分はN-4.8%、P-1.2%、K-0.8%である。窒素分は、食品残さなどが含まれるため高い。収入は、電気代が50万DKK/月、地域暖房代が冬25万DKK/月、夏1.5万DKK/月である。食品加工場(半径100km以内から運搬してくる)から50DKK/m³で受け入れている。脱硫方法は微生物による脱硫(プラスチック製のカップに定期的に消化液を流す)をおこなっているとのこと(北オーフスのプラントと同方式)である。農家のメリットは肥料養分が高く、病原菌や雑草種子が死滅していて、輸送費がなく液肥が手に入ることであるが、雨水が混入した家畜ふん尿は有料とされている。現在、消化液を濃縮(水分除去)する実験が検討されている。

集中型バイオガスプラントでは、すべての運転稼働をコンピューター上でモニタリングしており、部品の交換やメンテナンスをコントロールしている(写真13)。固液分離機はいずれも使用せず、20cmの麦藁の敷料でも搬送タンカーやバイオガスプラントでも支障無く受け入れられていた。レストラン等の揚げ物の廃油や家畜死体はバイオガス生産に有効であるが、デンマークではその使用は禁止されている。

農業機械製造会社 KIMADAN 訪問

消化液は、粘性が低くなり、液状として取り扱える。しかしながら、pHは高く、アンモニア揮散しやすいことに注意を払わなければならない。スラリー施用機械を製造販売している KIMADAN 社は、スラリートankerから、均等に消化液を分配できる分配機を特許取得し、販売している(写真14)。また、将来、規制によりふん尿の土壌施用方法が土中に施用することが義務づけられることを想定して、土壌注入できる機器の製造に取り組んでいた(写真15)。

ドイツ

家畜ふん尿の現状

ドイツ国内において1年間に発生する家畜ふん尿は、約2億トンに達すると見積もられているが、デンマークやオランダと違って、農耕地全体での施肥利用から考えると過剰となっていない。しかし、集約的な経営をおこなっている地域では過剰であり、水道水源の保護として指定されている環境保護エリアでも過剰気味となっている。環境規制が強化されたことから、過剰傾向である地域は拡大しつつある。

ドイツ連邦農業研究所 (FAL) 訪問

Braunschweig 市の軍跡地に研究所はあり、Frank Schuchardt 博士が対応してくれた。研究所は農業に関するすべての分野を網羅しており、なかでも、工学研究者と微生物学研究者が一緒になって組織しているバイオシステム工学という部門があることが興味深かつ

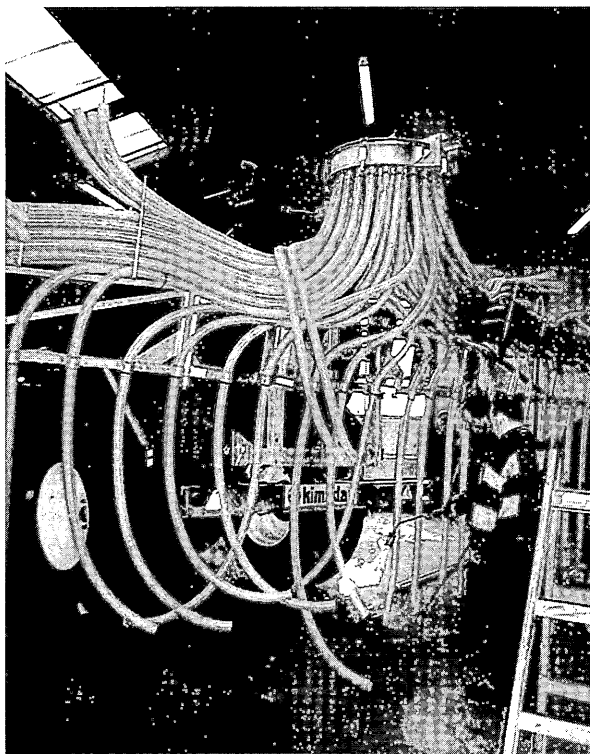


写真14

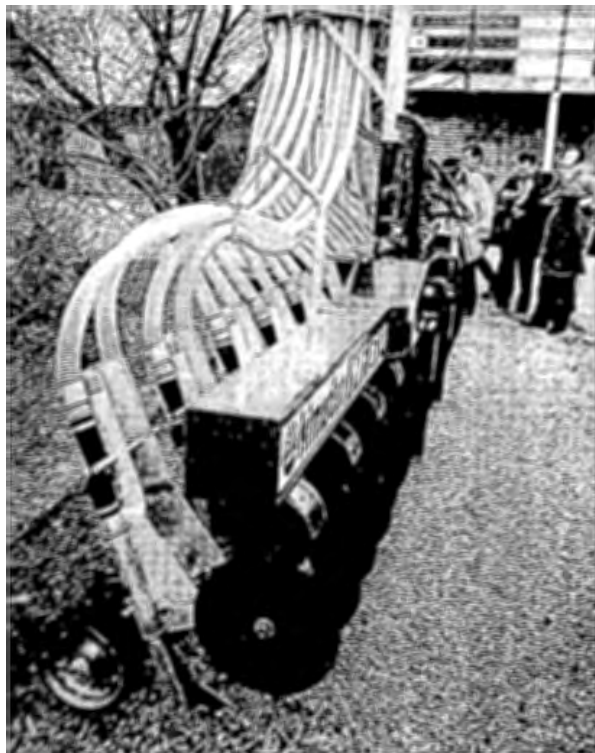


写真15

た。家畜ふん尿に関する現在の主な研究内容は、○家畜飼育やふん尿処理過程におけるガス揮散防止、○液体や気体からのアンモニアの生物減少法、○ふん尿処理における病原微生物の殺滅など、環境保全や汚染防止を中心としていた。

ドイツにおける家畜ふん尿の嫌気発酵(メタン発酵)処理プラントは680基が稼働しており、そのうち1/3は家畜ふん尿のみの単一発酵であり、2/3は家畜ふん尿のほか産業廃棄物や食品残さの混合材料での複合発酵である。バイオガスプラントは、農業から生産される種々の有機物のリサイクルシステムの一つとして位置付けられており、なかでも家畜ふん尿は、バイオマス資源として、また、メタン発酵を促進する媒体としても重要視している。研究方向として、○処理資材の組み合わせおよびその比率、○発酵槽の形状や段階的発酵法など、効率的発酵の検討、○エネルギー収支・物質収支の検討を挙げていると Peter Weiland 博士が説明してくれた。ドイツでは、連邦政府から2,000万DM[ドイツマルク:DM, 1DM=約55円]までの補助金が得られ、発生量調査から、小規模の方が高い補助率となる。州政府からも建設資金の15~35%の補助を受けることができるが、両方から得ることはできない。また、EUからも補助金を受けることができるが、手続きが非常に面倒であるらしい。バイオガスプラント建設に対する補助より、処理するふん尿・廃棄物処理量に比例するバイオガス生産量つまり、発生する電気に対して補助する方が、農家自身のバイオガスプラントに対する意識および技術の向上が期待できるとも

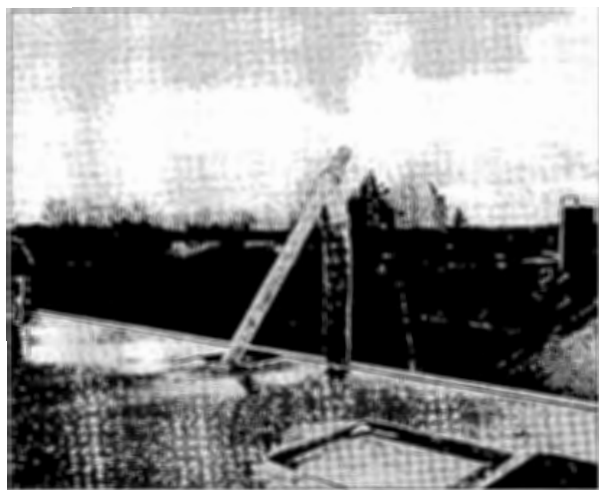


写真 16

考えられる。2000年2月より売電単価が0.14 DM/kWhから0.2 DM/kWhに引き上げられ、今後、加速的にバイオガスプラントの建設が進められると思われる。

また、ドイツでは、家畜ふん尿は、コンポスト化もおこなわれており、農家戸別のものは多数あるが、コンポストプラントとしては、1996年には380基、1999年には520基と増える傾向にあり、その内訳は、オープンウィンドロータイプが68%、屋根付きウィンドロータイプが8%、屋内タイプが29%となっている。ドイツでは有機物残さの分別義務化から、農家が他産業からの残さも堆肥化しているケースがあり、処理代や堆肥販売などから利益を得ているところもある。しかし、実際は適正な堆肥化が施されているケースは少ないとFrank Schuchardt博士が説明してくれた。

養鶏農家のバイオガスプラント見学

前述のFAL訪問の前日は日曜日であったが、日本を出発する前から、Schmack社から自社バイオガスプラントを見て欲しいという誘いに、休日にもかかわらず案内していただいた。対応者はUlrich Schmack氏(社長)であり、見学先は、Welland市郊外の養鶏農家Wellmann氏の農場である。このプラントは養鶏43,000羽の鶏ふんと近傍のアイスクリーム工場の洗浄水廃液(砂糖入り)を処理している。鶏ふんの固形分はおよそ22%であるため、畜舎洗浄水およびアイスクリーム廃液を加え、固形分を9~10%に調整しており、それでも高い場合は消化液を戻し利用するという。鶏ふんは羽毛も混入するなど材料に異物が多いことと、アンモニア濃度が高いことが発酵および消化液の利用を難しくさせるという。鶏糞にはメタン生成細菌が存在しないため、系外の他の消化液を利用し、発酵の立ち上げには3ヶ月を要したそうである。発酵システムは、一次発酵槽に1日当たり6~8m³の鶏ふんとアイスクリーム廃液の混合物を投入する。発酵槽内部

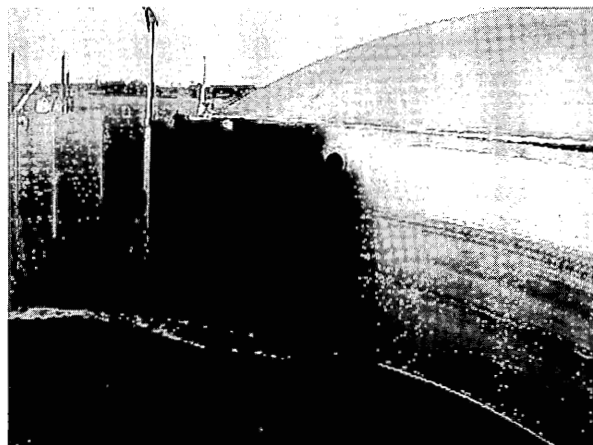


写真 17

には、メタン発酵に関する細菌濃度の減少を避けるため各所に固定床を設置しており、67%のメタン濃度のバイオガスが生産されている。消化されない固形物は1カ所に溜まるよう工夫されており、その排出装置も設置されていて、物理的なトラブルが起こらないような発酵槽で、内部には温水パイプ(38℃)を兼ねて攪拌羽根が装着されており、ふん尿をゆっくり押し出すような方式である(写真16)。一次発酵槽から押し出されたふん尿は、ガスホルダーを兼ねている二次発酵槽(ドーム付きスラリーストア)に送られ、そこでも加温され、バイオガスを得ている。ガス発生は一次発酵槽で全体の2/3、二次発酵槽で1/3である。バイオガス中の硫化水素の脱硫は、一次発酵槽からのバイオガスに少量の空気を混入し、二次発酵槽内部ドーム壁で微生物脱硫する方式をとっているが、鶏ふんからのバイオガスでは、硫化水素濃度が1,000 ppm以上であるため、一次発酵槽内にFeCl₂溶液を50 L/day注入することで60~70 ppmに低下させていた。消化液は、二次発酵槽からはオーバーフローで最終的に貯留槽に移されるが、貯留槽にはカバーがなく、消化液の液面が空気に曝されている状態であった(写真17)。発電については、ディーゼルターボエンジン(75 kW出力)を2機設置しており、70~100万 kWh/year(40%がアイスクリーム廃液由来)の発電量である。エンジンはバイオガスと空気をターボ側から導入するタイプであるため、バイオガスがなくても、発電機として運転でき、停電時には、自動的に鶏舎に送電するシステムとなっている。価格は1機10~11万 DMである(写真18)。売電による収入は30万 DM/yearであり、このほかアイスクリーム廃液処理料でも収入がある。さらに、近隣農家に消化液を1~1.5 DM/tで売却しており、しかも、運搬は、購入農家負担であるという。2/3の消化液は、自前の60 haの小麦畑に利用している。

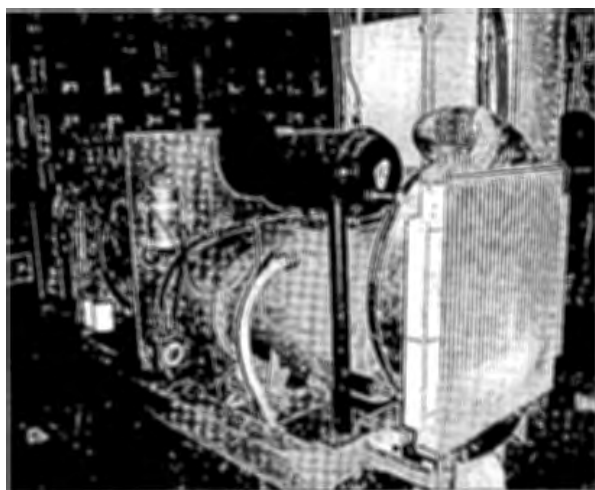


写真 18

オランダ

家畜ふん尿の現状

オランダの国土面積は、4.1万 km² で日本の九州ほどであり、その内2万 km² が農地である。特に、畜産は急激な飼養頭数密度の増加があり、極めて集約的な農業をおこなっている。オランダの酪農の平均的規模は、40 ha の農地に50～60頭の乳牛を飼養し、年間搾乳量は9,000 kg/頭である。農地に投入されるミネラル〔インプット〕(飼料、肥料、ふん尿など)が、そこから生産されるミネラルの〔アウトプット〕(牛乳、肉、農作物など)を、ロスする割合を差し引いても大幅に上まわっていることが明らかとなっている。このため、EUの中でも環境負荷量がもっとも大きく、過剰の窒素による地下水の硝酸汚染、過剰のリン酸による地表水の富栄養化、河川および北海沿岸の水質汚濁、アンモニア揮散による酸性雨、悪臭など農業が環境に及ぼす影響が社会問題となり、1984年に農業から環境へミネラルが流出することを防止するための政策に取り組み始めた。

オランダ王国農業環境技術研究所 (IMAG-DLO) 訪問

研修の最後に、IMAG-DLO を訪問した。アムステルダムの南東に位置する Wageningen 市に研究所はあり、Jos Metz 博士が対応してくれた。この研究所は、現在、独立行政法人で運営され、近い将来、ワーゲニンゲン大学と合併する方向にあるとのことである。環境汚染、食品や農業景観などを大きな研究テーマとしており、畜産に関しては、生産技術(搾乳)の改善・開発、ガス揮散を中心としたふん尿環境問題や家畜福祉技術の向上などに取り組まれている。

家畜ふん尿に起因する問題を、ふん尿の量に対する規制から、養分を重視したミネラル政策へと変更し、ミネラルアカウントシステムを導入した経緯など、オランダの環境問題の説明を受けた。ミネラルアカウン



写真 19

トシステムとは、集約的畜産の経営している農家に適応され、ミネラルのインプットとアウトプットの差、つまり、環境への漏洩(ミネラル損失)量に対し、徴金を課すシステムである。このため、家畜ふん尿中のミネラルの検定が義務づけられている。しかし、インプットとアウトプットの差を小さくするために、ふん尿に化学肥料を混ぜるといった工作があるという。この防止のために、混入不可能なサンプリング容器を研究所と企業の共同で開発したことも紹介された(写真19)。また、経営系外に搬出しやすいようにするために、ふん尿中の水分を低減させるための研究も進められていた。エネルギーをかけてでも水分除去を目標とした研究を紹介されたことで、私は、凍結乾燥法でおこなったらどうか質問をしてみたところ、次のステップとして検討するとの答えが返ってきた。オランダ農業の概要とふん尿に関する規制や研究の説明を受けた後、研究所内の施設を見学した。アンモニア揮散防止のための畜舎構造や畜舎からの排気を作物に吸収させる土壌バイオフィルターの紹介や乳質検査のためのセンサーが付属した、乳房の分房別搾乳機などを見せていただいた(写真20)。

オランダでは、ふん尿を処理(加工)するコンポストやメタン発酵に関しては話題にあがらなかった。つ



写真 20

まり、アンモニア揮散抑制のためにコンポストはおこなってならないことと、原子力発電を容認しているため、メタン発酵によるエネルギー獲得には魅力がないといった印象であった。系外あるいは国外にミネラルを持ち出すための水分除去の研究が進められていることが、唯一のふん尿処理研究であるように感じられた。世界で最も集約的でミネラルを多投入するオランダ農業の課題は、今回訪問した国のなかでは、最もハードルが高いというように感じ取られた。

おわりに

今回、駆け足であったが、西欧での家畜ふん尿処理の実状にふれることができた。3カ国とも、農業および畜産業が環境汚染源となっていることを、農業者を含めた国民が認識しており、その低減に向けて実践し

ていることが伺えた。メタン発酵処理は、家畜ふん尿処理の一選択肢であるが、この処理方法が普及し始めている背景は、国のエネルギー政策が大きな要因であることは間違いない。原子力発電をおこなっていないデンマーク、原子力発電をやめる方針を打ち出したドイツ、原子力発電を認めているオランダであり、発生させたメタンガスのエネルギーとしての価値の大きさが各国によって差がある。原子力発電と家畜ふん尿のメタン発酵処理は、負の相関があることがわかる。このような西欧における家畜ふん尿の問題の質と国民の認識およびふん尿処理の意味するところは、日本と比較するとかなりの温度差があるように思える。

最後に、研修の機会を与えてくれた酪農学園大学学長 安宅一夫教授に深く感謝いたします。

