

平成 12 年度農林水産省食品流通局補助事業「環境対策総合推進システム開発事業」

ヨーロッパ諸国における

食品廃棄物処理システムの現状

(海外実態調査報告書)

2001 年 3 月

社団法人 食品需給研究センター

財団法人 政策科学研究所

はじめに

本報告書は、平成 12 年度農林水産省食品流通局補助事業による食品産業環境対策総合推進事業－環境対策総合推進システム開発事業における海外実態調査の結果を取りまとめたものです。

本調査では、ヨーロッパ諸国における食品産業の環境対策に関して、平成 10 年度から引き続き行っており、一昨年、昨年の調査では、欧州諸国、特にスイス、イギリスなどの食品企業における環境対策の事例として、環境マネジメントシステム ISO14001 の導入動向を中心に調査を行ってきました。今年度は、2001 年から施行される食品リサイクル法に関係し、ベルギーとオランダでの食品廃棄物リサイクルシステムに関する調査を行いました。ベルギーでは、嫌気性消化コンポストについて、オランダでは、事業系食品廃棄物を利用したリキッドフィードシステムについてインタビューを行いました。

調査にあたっては、石川雅紀氏（東京水産大学助教授）に現地でのインタビュー調査にご協力頂きました。また、藤井規安氏（アグリシステム（株）代表取締役）には、調査内容についてのアドバイス、現地調整など多大なるご協力を頂きました。また、その他多くの方々にご協力、ご助言を頂きました。ここに謹んでお礼申し上げます。

本報告書は、食品製造業者、さらに食品リサイクル法に関係するすべての事業者の方々に、少しでもお役に立つことができれば幸いに存じます。

平成 12 年 3 月

社団法人 食品需給研究センター／財団法人 政策科学研究所

■ 目次 ■

1 調査の概要	1
2 調査結果	2
<ベルギーの嫌気性消化プラント>	
2.1 OWS 社	3
<オランダのリキッドフィードシステム>	
2.2 飼料協会	12
2.3 ローデンプルグ社	22
2.4 カンプラン社	28

1 調査の概要

本調査の目的は、食品産業関係者に、環境改善のための統合的なアプローチ開発のための情報を提供するものである。今年度は食品リサイクル法に関連して、排出量や焼却量の規制により食品廃棄物の問題にいち早く取り組んでいるヨーロッパ諸国の代表例を取り上げ、インタビューを行うことにした。

1.1 調査の方法と内容

(1) 調査方法

本調査は、訪問インタビューと工場見学を行った。また、参考資料を関係者から頂戴し、インタビュー記録と参考資料をもとに報告書をまとめた。当初、養豚所や配合飼料関係者にも訪問予定であったが、訪問直前に口蹄疫がオランダに入ってきたことにより、養豚所は立ち入り禁止となり、さらに配合飼料関係者の都合がつかず、予定が変更になった。

(2) 調査内容

2001年4月に食品リサイクル法（正式には、食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律）が施行される。この法律は、食品関連事業者から排出される食品廃棄物量を減少させ、飼料や肥料などの原料として再生利用する循環型社会構築のための法律である。今回は、食品廃棄物の再生利用の先進事例調査として、ベルギーの嫌気性消化コンポストと、オランダのリキッドフィードシステムの詳細な内容、課題、今後の展望について調査した。具体的な内容については、システムの利点、法律や規制との関係、産業構造など様々な視点からインタビューを行った。

(3) 実施期間

調査は2001年3月8日～21日に実施した。

2 調査結果

嫌気性消化コンポストとリキッドフィードシステムについての調査結果を示す。

●訪問先

I OWS 社 (Organic Waste Systems)

嫌気性消化コンポストプラント会社である。当日は、ディスカッションとプラント見学を行った。

担当者 : Mr. Bruno De Wilde , Lab Manager

URL : <http://www.ows.be>

II 飼料協会 (PDV : Productschap Diervoeder in Den Haag)

飼料関係者による民間企業団体である。当日は、ディスカッションを行った。

担当者 : Mr. ir. D.F. Wolters

URL : <http://www.pdv.nl>

III ローデンプルグ社 (Rodenburg Groep)

食品工場から農家に廃棄物を保管、輸送したり、新規再利用開発を行っているトレーダーである。ポテトの廃棄物リサイクル事業者。当日は、ディスカッションと工場見学を行った。

担当者 : Mr. J.A Rodenburg, Director

URL : <http://www.rodenburg.com/home.htm>

IV カンプラン社 (Kamplan b.v)

ドライフィードシステムと糞尿処理技術のエンジニアリング会社である。リキッドフィードの機械開発を行っている。当日は、ディスカッションを行った。

担当者 : Mr.K.van Eerd

2.1 OWS 社 (Organic Waste Systems 社)

(1) OWS 社の概要

OWS は、嫌気性コンポスト技術開発、システム設計、コンサルティングと生分解性試験が専門の企業である。嫌気性コンポスト DRANCO テクノロジーを開発し、特許を持っている。DRANCO テクノロジーは、Dry Anaerobic composting の略で、乾式メタン発酵技術である。有機性廃棄物からバイオガスを得て、エネルギー回収を行い、残さはコンポスト処理することにより安定な有機物に分解している。OWS は DRANCO テクノロジーの開発、設計、コンサルティングや、生分解性プラスチックに関する試験も行っている。

(2) 資本の所有と海外との関係

アントワープの船舶関係会社を所有している家族が所有者の株式会社である。アメリカ合衆国に子会社があり、日本では栗田工業（株）が協力会社となっている。

(3) 活動領域

DRANCO process

低水分嫌気性消化プロセスの Testing

生分解性試験

(4) 規模

雇用者 40 名

資本金 50,000,000BF (3.3 円/BF-ベルギーフラン)

市場シェア 20% (世界市場、嫌気性消化プロセス市場)

(5) DRANCO process

廃棄物の受け入れピットはなく、受け入れた廃棄物の処理は必ずその日の内にはじめる。炭素対窒素 (C/N) の割合が重要で、カーボンソースが不足する場合は多いので、低品質の古紙などを入れる場合がある。

設備投資が大きいため、小規模な設備は現実的ではない。最小規模は 10,000tons/year 程度。最適は 20,000-30,000tons/year 以上である。

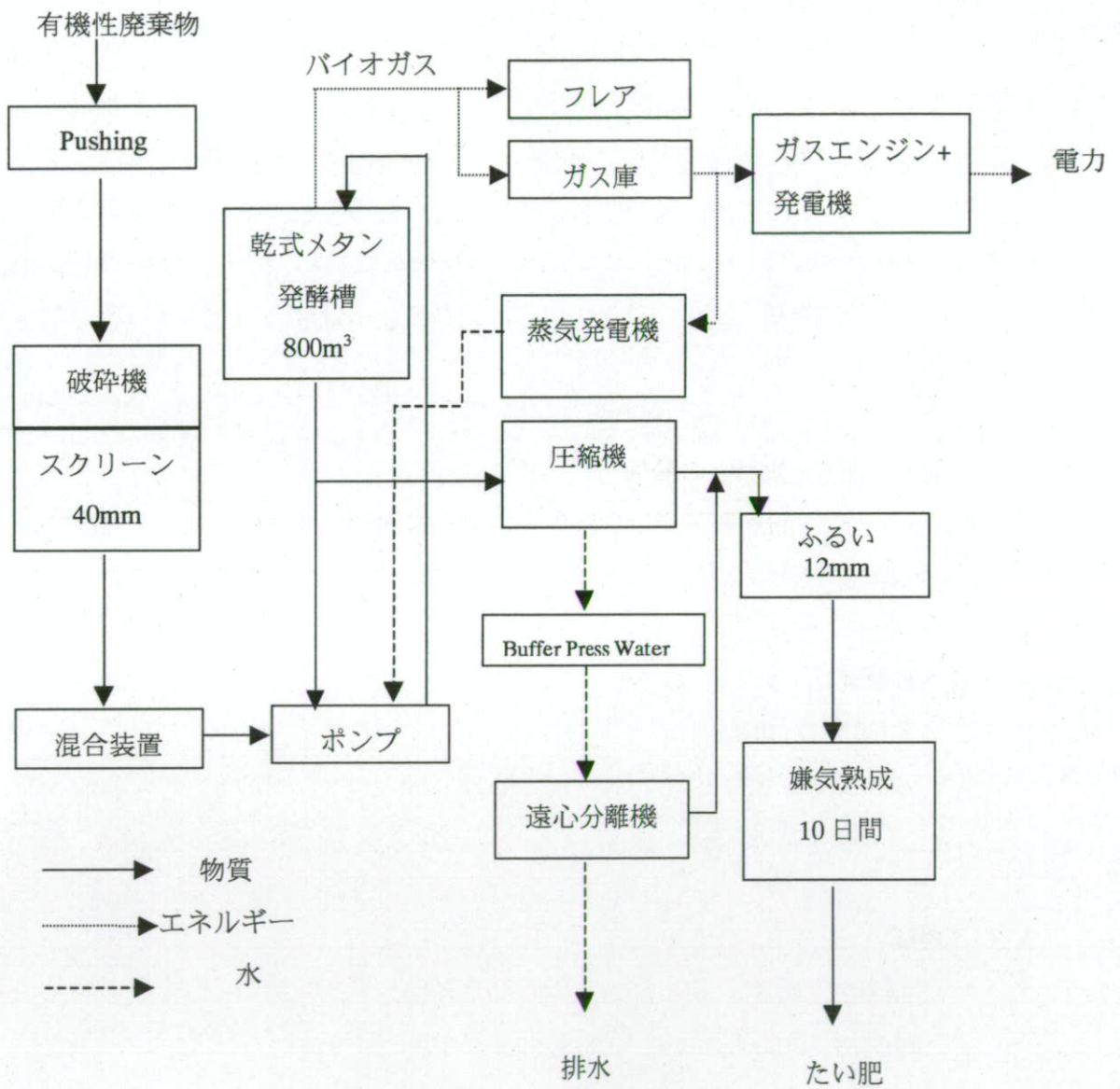


図 2.1.1 DRANCO プロセスフロー(the plant in Brecht)

(6) DRANCO テクノロジーのマスバランス

DRANCO プラントは、年間 1~2 万 ton の処理能力のものが、ベルギーのブレヒト (Brecht) とバッセム (Bassum)、オーストリア、スイスにある。また、試験用プラントとしては、ベルギー、インドネシア、アメリカ合衆国、オーストリア、日本の鹿児島にある。ここでは、ブレヒトの仕様について、表 2.1.1 にまとめる。

表 2.1.1 DRANCO プラントの仕様 (in Brecht 1998)

年間処理量	20,049ton
ガス排出量	102.5Nm ³ /ton (55%CH ₄)
ガス生産比率	9.2
保持期間	15.3 日 (13.7excluding winter)
一日あたりの稼働率	14.9kgVS/m ³ or 18.5kgCOD/m ³ (65%転換)
乾重量%	31.3% (25-37%)
PH	8.3
ダイジェスターの高さ	19.6m
滞留時間	17 日
ガス発生原単位 (廃棄物あたり)	101Nm ³ /ton
ガス発生量	1,737,000Nm ³
メタン発生量	955,000m ³ CH ₄
発電量 (年間)	3,343,000kWh
発電量原単位	194kWh/ton
自家電力消費原単位	50kWh/ton
コンポスト生産量	6,910tons

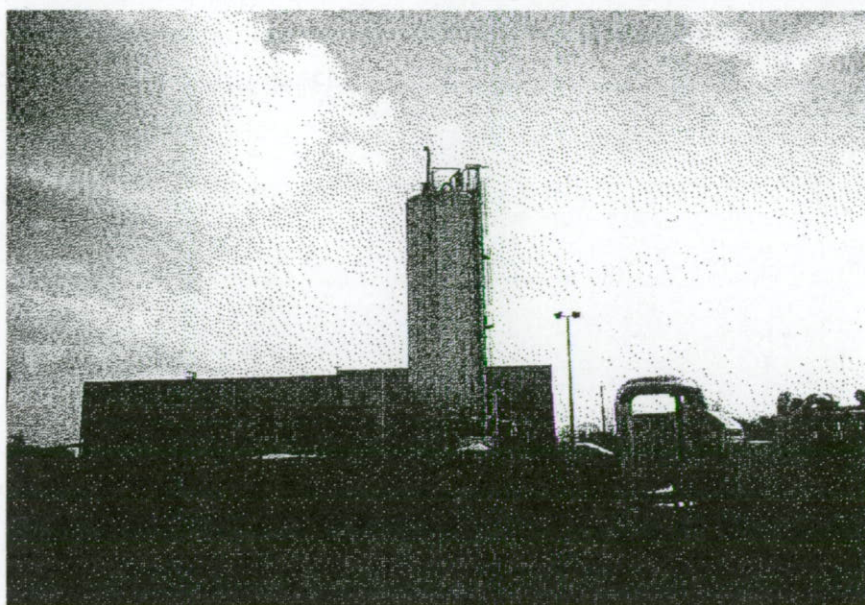


図 2.1.2 DRANCO プラント in ブレヒト (ベルギー)

表 2.1.2 DRANCO プラントにおける廃棄物の構成と工程計数比較

DRANCO プラント	ザルツブルグ (オーストリア)	ブレヒト (ベルギー)	バッセム (ドイツ)
処理能力	20,000t/y	20,000t/y	13,500t/y
調理ゴミ	80%	15%	grey
庭・園芸ゴミ	20%	75%	waste
古紙	—	10%	
乾重量%	31%	40%	57%
揮発性物質含率 (乾重量当たり)	70%	55%	51%
消化物残さ当たりの 乾重量%	22% (17-27%)	31% (25-37%)	41% (35-47%)
単位廃棄物当たりの バイオガス量	135 Nm ³ /t	103 Nm ³ /t	147 m ³ /t

(7) DRANCO テクノロジーのコスト-1997

DRANCO テクノロジーによる廃棄物受取処理費用 (gate fee) は、75 Euro/ton (100 円 / Euro) である。コンポストの売価 (at gate) は、7.5 Euro/ton、売電による収入はトータルコストの約 15% で、コンポスト売価、売電による収入が全収入に占める割合は少ない。

ベルギーやオランダにおけるゴミ処理コストは、埋立が 125~150 Euro/ton、焼却が 125~150 Euro/ton (エネルギー回収つきの焼却がその マイナス 10~15%) であり、コンポスト化のコストメリットはある。

(8) 一般的なマスバランス

- ・ DRANCO テクノロジーで処理される有機廃棄物含水量は、60~65% である。家庭系廃棄物だけでは 70~75% となる。
- ・ 1ton の有機廃棄物から 350kg のコンポスト (含水率 45%) と 100 ~ 150m³ (60%CH₄, 40%CO₂) のバイオガスが生産される。バイオガスの比率として、メタンが最低 50% なければ成立しない。
- ・ メタンの含有率は廃棄物で決まる。糖等のハイカロリー化合物では約 70%、セルロースなどでは約 50% 程度のメタンが生産される。
- ・ 約 180~200kWh/ton が発電され、スチームは消化槽への投入物の加熱などに使われる。
- ・ 乾物基準で 1ton の有機廃棄物のうち半分がコンポストになり、残りがガス化する。

(9) DRANCO process の特徴

①発酵槽の中に可動部分がない。

前処理はすべて消化槽の外側で行う。メンテナンスが易しい。

②低水分で運転する。

- ・ 消化槽が小さくて済む。
- ・ 水使用量が少ない。
- ・ 水処理装置が小さくて済む。
- ・ 必要面積が小さい。通常に比べて 30-40%
- ・ 低水分のスラリーを搬送するためのポンプ (セメント用) が必要。

③塩分を除去できる。

嫌気性消化の場合には、発酵残さからコンポストを生産する際に圧

搾濾過により水分を除去しているため、塩分は液体成分とともに除去される。通常の好気性コンポストプロセスでは、水分は発酵熱で蒸発除去されるため、コンポスト中に残留し濃縮される。



図 2.1.3 発酵槽 in プレヒト

(嫌気性消化と好気性処理の比較)

- ・ 嫌気性消化は設備投資を小さくする余地がない。大規模な設備をワンセットで投資するしかない。好気性のコンポスト処理は非常に簡易なものから、高度なものまで選択の余地がある。
- ・ 衛生上のリスク、雑草の種子の残存に関する熱処理履歴の基準があり、これを満たしていればコンポストの品質はほぼ同じである。好気性コンポストの場合は、手作業で作るような簡易なプロセスもあり、簡易なプロセスでの品質の保証は難しい。嫌気性消化は比較的大規模なものしか有り得ないので、品質の保証は比較的しやすい。
- ・ コンポストの違いとして、嫌気性消化の場合には、真菌類が含まれないので、リグニンが残存しており、コンポストにとって好ましい。また、嫌気性処理の場合には、

塩分が除去される点でも好ましいコンポストが生産される。好気性コンポストは処理時間が12週間と長い。嫌気性処理は6週間

- ・ 低設備投資型の好気性コンポストと比較すると、嫌気性消化では、使用空気量が少なく、密閉系で行うので臭気対策が易しい。

(10) 嫌気性消化処理のマーケット

- ・ 南ヨーロッパは大きな市場である。
- ・ EU 指令により埋め立ては近い将来、処理としての選択肢ではなくなる。焼却よりも安価な処理としての嫌気性消化は魅力的な選択肢であり、今後大きな伸びが期待できる。

(競合技術)

- ・ 世界中に、嫌気性処理プラントとして4～5の技術があり、その内のフランスとスイスの技術が競合技術としてある。

(コンポストのマーケット)

- ・ コンポストの需要は多くは、果樹園などとガーデニング、景観修復用などで、通常の農業には用いられていない。
- ・ ベルギーでは、廃棄された石炭採掘跡など修景の必要のある場所で使用されている。
- ・ オランダのデータがある。オランダでは、当初はコンポストの供給過多があったが、現在は需要が増え、バランスしている。

表 2.1.3 オランダにおけるコンポストの販売状況

用途	比率
農業用（果樹園）	38%
修景用（緑とレクリエーション）	32%
個人用（ガーデニング）	20%
その他	10%

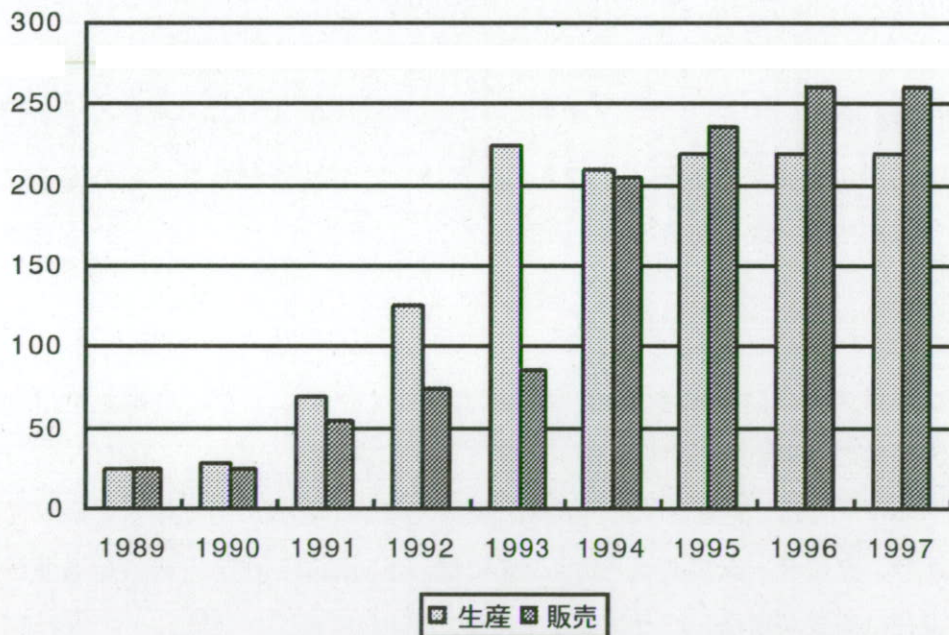


図 2.1.4 オランダのコンポストの生産状況と販売状況

- ・ 農業者が通常の農業にコンポストを用いない理由の一つはすでに家畜糞尿があまっ
ており、農業地に入れる窒素分の容量が制限に達していると感じているからである。
コンポストを入れると、糞尿の投入量を減らさなければならないと感じているから
である。実際には糞尿の窒素は直ちに効力を発揮する無機体であり、コンポスト中
の窒素は緩効性の有機体の窒素なので、これほど単純ではないし、使用する時期を
考えると競合しないはずである。むしろ有機物量は減っていることが問題である。

表 2.1.4 EU の埋め立て目標値

EU directive for landfill
After 5years (2006) <75% of 1995
After 8years<50% of 1995
After 15years<35% of 1995
If 1998 >80% Lndfilling+4years delayed

(11) まとめ

- ・ コンポストの需要先は、通常の農地ではなく、果樹栽培、修景用、ガーデニング用等である。
- ・ オランダでのコンポストの生産と販売は、90 年前半は、供給過多であった。しかし、現在は、バランスしている状況にあると言われている。
- ・ 嫌気性消化による処理の主な収入源は廃棄物請負金であり、売電、コンポスト売却収入は収入の一部を占めるにすぎない。

入手資料

- ・ Organic Waste Systems "DRANCO anaerobic digestion of organic waste"
- ・ Luc De Baere ,Anaerobic Digestion of Solid Waste:State-of-the-Art 1999
- ・ B. De Wilde & J.Boelens, Prerequisites for biodegradable plastic materials for acceptance in real-life composting plants and technical aspects1997

2.2 飼料協会

(PDV : Productschap Diervoeder(蘭)、 Product Board Animal Feed(英))

2.2.1 飼料協会 (PDV) の概要

(1) 法的立場

オランダ独特の組織で、Commodity Board という組織がある。PDV は家畜飼料を対象とした Commodity Board である。Commodity Board とは、政府から法律（政令、省令に相当するもの）を作成、施行する権限を与えられた半官半民組織である。国会で認められる法律は基本法で、実際の施行にあたって必要な詳細は Commodity Board で決められる。

但し、農業政策の基本は EU レベルで決められるので、実際の EU メンバー国の農業政策は、EU レベルの法律をどの様に施行するかが問題となる。

(2) 構成メンバー

飼料販売企業、飼料製造企業、リキッドフィード製造企業、労働組合等。消費者団体、環境保護団体は含まれない。

(3) 主要な活動内容

- ・ 家畜飼料に関する法律の作成、監視、施行
- ・ 家畜飼料に関する品質基準を示す GMP(Good Manufacturing/Managing Practice)基準の普及

(4) 財政

法律の作成、監視、施行に関する費用は政府が負担し、その他は、会員負担であり、ほとんどの財政について民間で負担している。

2.2.2 リキッドフィードシステム

(1) リキッドフィーディングとは

リキッドフィーディングとは、北欧で 1980 年頃から始まった飼料を与える方法である。リキッドフィーディングとは別の方法として、粉末またはペレット状にしたドライの配合飼料を与え、水を別に飲ませる給餌法がある。リキッドフィードは、豚舎に飼料用のキッチンを設け、配合飼料と水を混合する。そして、パイプラインを經由して豚房の給餌器へ送る。この混合飼料は、成分、水分、量などコンピューターで自動制御されている。

リキッドフィードは、主として豚の飼料として利用され、現在では、配合飼料の代わりに食品産業から排出された廃棄物（パイプロダクト）の利用が行われている。

※リキッドフィードシステムで使用される飼料

・配合飼料 + 水

・配合飼料 + パイプロダクト + 水

（パイプロダクトと水を合わせて発酵したもののリキッドフィードと言う。大抵の場合、農家はリキッドフィードに配合飼料を混合して利用する。）

(2) リキッドフィーディングの利点

1. 水分が高いため、粉末・ペレット状飼料と比較して、埃が出ないため豚の健康に良く、豚舎内も清潔に保つことができ、埃となる分の飼料ロスが少なくなる。
2. リキッドフィードは食べやすいため、飼育成績が良くなる。
3. 授乳期間中の母豚は、水分が十分摂取されるため、乳の量が多くなる。
4. 豚の成長に応じ栄養を過不足無くきめ細かに与える給餌（フェーズフィーディング）が可能となるため、飼料代の節約になる。さらに、必要以上に蛋白成分やリンを与えないので、排泄物中の窒素とリンが少なくなり、糞尿中の窒素とリンの規制上（EU 法令）、その処理で有利となる。
5. 飼料を浸水させることにより、飼料穀物中の酵素（フィターゼ）が活性化し、穀物中のミネラル、特にリンの有効活用が可能になる。

参考資料：藤井規安、「北欧におけるリキッドフィーディングシステム」、(株)サイエンスフォーラム「未利用有機物資源の飼料利用ハンドブック」別冊 p77～80

(3) 家畜飼料の原料としての食品廃棄物

家畜飼料の原料として使用されているのは、工場から排出された食品廃棄物（パイプロダクト）である。家庭系の食品廃棄物（レストランを含む）を家畜飼料に用いることはオランダ国内法で、禁止されている。ベルギーでも禁止されているが、ドイツでは、適切な処理を条件として認められている。オランダでは、80年代に豚の疾病が大きな問題となり、その結果として禁止された。

(4) 食品廃棄物（パイプロダクト）を使用したリキッドフィードシステム

食品産業からの廃棄物（パイプロダクト）は食品工場の貯蔵タンクもしくは、リキッドフィード製造業者（トレーダーと言う）のタンクに集められ、農家に配送される。農家は、数種のリキッドフィード及び配合飼料を混合し、乾物含有量約 23%の混合飼料として家畜に与える。

(5) 乾物含量

- | | |
|--------------|--------------|
| ・通常のリキッドフィード | 乾物含有量約 10% |
| ・セミリキッドフィード | 乾物含有量 20~30% |

(6) リキッドフィードのキーポイント

- ・ 貯蔵時にサルモネラなどの有害な菌類が繁殖しないこと。このため、pH をなるべく急速に 4 以下に下げその状態を保つことが重要。原料によっては自然に達成されるが、できない場合には、酵素、有機酸の添加が行われる。この状態で、数日から、数週間保管できる。
- ・ 例外的なものとして食品産業側で加熱処理し、温度を下げない状態で輸送しているケースもある。
- ・ 設備投資が大きいので、小規模な設備は現実的ではない。豚が 2,000~3,000 頭以上でなければ経済的に成立しない。例外的に、トレーダーが近隣の規模の小さい農業者にリキッドフィードを供給している例もある。

表 2.2.1 酸性化法ごとの pH 基準

酸性化法	pH 基準
天然乳酸発酵	4.5
有機酸の添加	4
無機酸の添加	3.5

(7) 飼料の品質

(栄養面)

タンパク含量や炭水化物含量、アミノ酸含量、ミネラルなどの基準が製品ごとに GMP 基準で決まっている。GMP 基準とは、HACCP や ISO9002 と連携した基準である。(後の節に GMP+基準の概要を述べる。P.18)

(安全性)

危害 (ハザード) アセスメントで対応している。ハザードは、蛋白変性、サルモネラなどの菌類など (微生物的な) のようなものがある。

表 2.2.2 ハザードアセスメント

ハザードの種類	説明	参考例
化学ハザード	飲食するには安全でなく、求められていない化学的成分。生の物質に存在し、例えば接触などを通じて製造工程中に製品に移る。	殺虫剤残さ、ホルモン剤、抗生物質、重金属、環境汚染物、mycotoxine (カビ類の持つ毒性物質)、ダイオキシン、洗剤、潤滑油、ミネラルオイル、製品の添加剤、生物的腐敗、鉍物、酸性残さ
微生物ハザード	求められていない微生物の存在。微生物は、自然成長や伝染、成長を通じて、飲食に安全でないものを作り出す。	サルモネラ、「菌類と酵母」(最近追加されたグループ、指標微生物)、BSE キャリアーのような動物性の飼料など
物理ハザード	生の物質中に存在したり、製品を落下したりすることで起こる外的要素。畜肉を消費する上で、安全でないもの。	ガラス、プラスチック、金属破片、小石、骨、包装物質の残さなど

(8) 農家の設備

受入タンクと配合制御用のコンピューターシステムを持っている。設備が大きいので、小さな農家では対応ができない。

(9) 混合のノウハウ

リキッドフィードは栄養面の偏りから単独では使用できず、必ず配合飼料を混合して使用する必要がある。この混合のノウハウは配合飼料製造企業が持っており、各農家別に個別に用意したブレンド飼料を供給している。

(10) リキッドフィードのインセンティブ

(農家)

- ・リキッドフィードと配合飼料の比較すると、リキッドフィードの方が安価

(食品産業)

- ・他の処理オプションよりも安価で魅力的である。
- ・数年前に環境規制が変更され、食品産業廃棄物をコンポストプラントに持ち込むことが禁止された。リキッドフィード以外の選択肢としては焼却があるが明確に高い。
- ・食品産業廃棄物は有価の場合が多く、費用を支払う場合も輸送費程度である。

(11) トレーダーの役割

トレーダーは食品産業からの廃棄物を受け取り（買い取り）、農家に供給する役割を持つ民間企業である。食品産業からの廃棄物の供給は季節的に不安定で、また、突発的事情で供給が止まる場合もある。このため、需要と供給を摺り合わせるために食品産業、農家ともに直接取り引きでなくトレーダーを通す取り引きが好まれる。

2.2.3 リキッドフィードのマーケット

全飼料使用量の約 10%程度で、現在年々成長している。成長の理由は前述した環境規制の変更である。しかし、小規模な農家は単独では利用できないので、市場シェアの限界はあるはずである。どこまで延びるかはわからない。

(1) リキッドフィードトレーダー

各トレーダーは原料供給元として特化している場合が多い。

ハイネッケン、砂糖製造企業は昔から自社の廃棄物をほぼ専門に扱う企業があり、現在リキッドフィードを行っている。資本関係はなく、実際的には特定の食品企業の廃棄物を専門的に扱っているので子会社的な行動を取る。

配合飼料の企業がリキッドフィードを取り扱うのはまずあり得ない。HYFEED という配合飼料メーカーが扱っているが、例外的である。リキッドフィードを取り扱うためにはそれなりのノウハウを要することが理由の一つとしてあげられる。

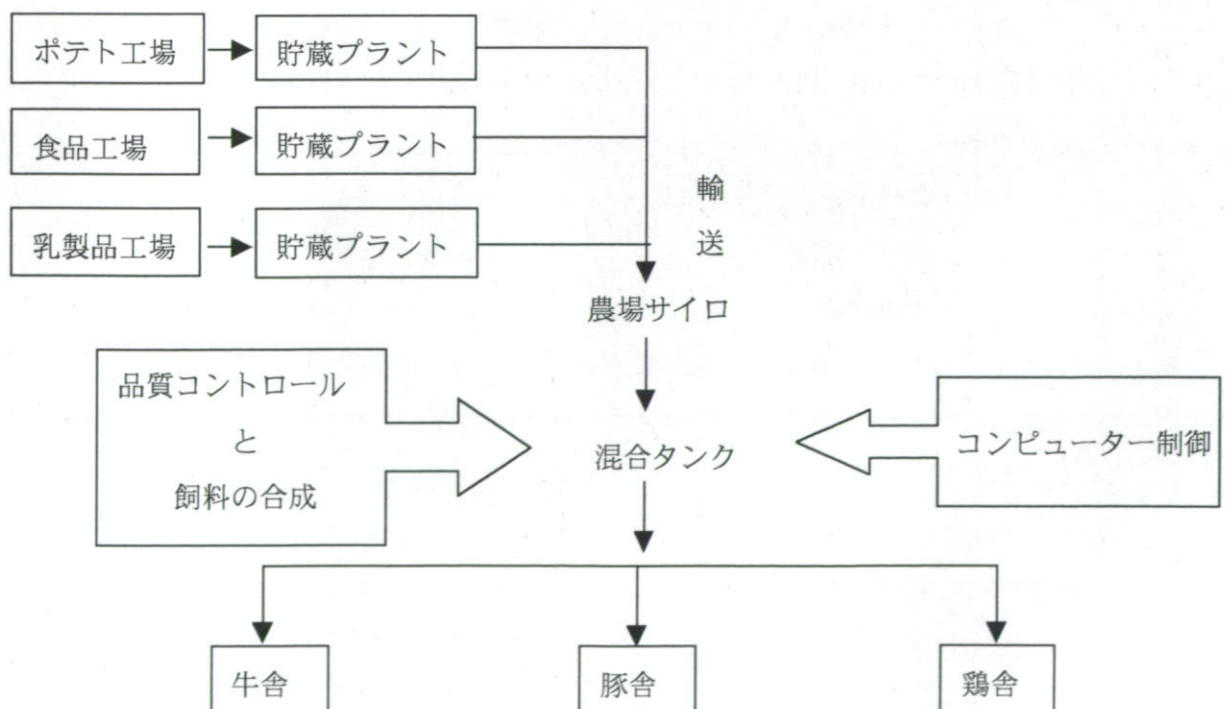
(2) リキッドフィード業界

現在オランダ全体で約 200 社のリキッドフィードを扱う企業がある。量としては約 15M ton/year である。

最大生産量を持つ企業は CHV 社 (アイントホーフエン in オランダ) で、配合飼料生産量は、およそ 2.7M ton/year である。次に、ニュートレコ社で、約 2.5M ton/year となっている。地方の小企業は 10,000ton/year ぐらいである。飼料の代表的な価格は、牛用が 300-350fl/ton (50 円/fl)、豚用が 350-400fl/ton、鶏用が 400-500fl/ton である。

飼料価格の 70%程度は輸入原料価格。利益率は約 1-2%ぐらいである。

<リキッドフィードシステム>



2.2.4 GMP₊規制の概要

ここでは、入手資料「GMP₊ -飼料の品質保証-」を要約することによって、GMP₊基準の概要を述べる。

(1) はじめに

飼料や畜肉、乳製品、卵の品質保証に関係する法律によって、飼料関係事業者（供給者）は法律による要求事項と可能な限りの市場の要求を理解しなければならなくなった。

品質保証システム GMP（Good Manufacturing/Managing Practice）は、1992 年から適用している。GMP によって、事業者（供給者）は、飼料やその成分の量と質について、法律の規制値とそのチェーンの関係者が必要とする値を保証することができるようになった。1999 年中期には、さらに、品質システムを拡張させた。

(2) チェーンの統括的管理

飼料業界におけるチェーン関係主体は、

- ・ 畜産家
- ・ 飼料供給者
- ・ 獣外科医
- ・ 乳製品、畜肉、卵製造業

である。飼料部門におけるチェーンの統括的管理が、PDV が作成する GMP 基準によって行われている。PDV のモットーは、「Feed for Food」（食品のための飼料）であり、この規制は、

- ・ 畜肉製品消費者の健康
- ・ 動物の健康
- ・ 土壌環境

の安全に求められる飼料の品質に着目している。この品質保証基準は、消費者、畜肉産業関係者、小売業者、政府の信頼を受けており、畜産家は、GMP によって認められた飼料供給者から飼料を買うだけでよい。ほとんどすべての飼料供給者が、ボランティアに参加している。

さらに、畜肉、乳製品、卵の品質は、オランダの製品の約 60%が海外で販売されているため、ドイツのアグリビジネスにおいても重要である。

(3) GMP 品質保証システムのリアクティブからプロアクティブへの変更

1992 年の GMP 基準は、モニタリングを含む製造工程における一般管理方法、EU 法の基準保証、及び ISO9002 に準じた国際品質システムの企業への要求が含まれている。添加物などの望まれていない物質・製品や衛生にかかわる（特にサルモネラ）によるリスク要因も知らせることを目的とした。添加物には、抗生物質、細菌（球菌）類、生物内微量元素、ビタミン、酵素、抗酸化物などが含まれている。この品質保証システムは、思いがけない悪影響を防止するためには十分でなく、生の原材料や基本的な製品のリスクを知らせることを目的としていたため、自然にリアクティブであった。

ここ数年の間、ヨーロッパにおいて、飼料や食品の安全問題が注目されている。狂牛病、ブラジルのシトラスパルプ（1998）やベルギーでの飼料脂質に関するダイオキシンの影響（1999）などによって、それまでの品質システムでは、十分でないことが結果的に明確にされ、1999 年中期に 1992 年の GMP 基準が拡張された。

PDV は次の項目を追加している。

- ・リスク分析を通じて、飼料製造の全チェーンの製造工程のリスク管理をプロアクティブに取り組むこと
- ・飼料業界に加工されていない、生の材料を供給する全チェーンについて、品質保証を拡張すること

(4) リスク分析と HACCP

PDV のリスク分析的アプローチは次の 3 つの要素を含んでいる。このアプローチは、ドイツの飼料業界で初めに採用され、ヨーロッパの食品企業まで適用されている。飼料業界が食品企業チェーンの一部を担っているということが認識できる。

- ・リスクアセスメント：情報提供、科学的アドバイスと科学的分析
- ・リスクマネジメント：規制、作業管理、モニタリングなど
- ・リスクコミュニケーション：利害関係者間

さらにこのアプローチは、生の原材料におけるリスク存在下での予防管理方法とモニタリングとの間に良いバランスが見られた。

さらに、GMP 基準に HACCP を導入することにより、個々の事業者適切な方法で製品の責任を示すことによって、企業内でのプロアクティブなリスク管理を強えられる。PDV は、2001 年 1 月から GMP 認証事業者に HACCP を適用させる。

また、2000 年の中期から、配合飼料や食品における生の原材料供給者（リキッドフィード事業者）に対して、GMP、ISO9001/2 または、HACCP のような品質認証システムに基づいた製品の安全保証の条件を GMP 基準に適用した。

(5) リスクアセスメント

リスクアセスメントは次の部門に分けられる。

- ・生の原材料生産者（第一生産者や輸送事業者）や畜肉産業も含むチェーンレベルの生産フローにおけるリスクアセスメント
- ・ GMP システムの一部としての企業レベル（HACCP）におけるリスクアセスメント

生産フローにおけるリスクアセスメントは、独自の学術研究所によって行っており、この結果は、PDV として品質シリーズと呼ばれているものに掲載している。企業レベルで参考文献を提供している。

(6) リスクマネジメント

GMP 基準は、製品チェーンにおけるリスク要因を管理するために多種の手法から成り立っている。管理手法は、生産フローにおけるリスクアセスメントに基づく新しい見方によって定期的に調整している。

GMP 基準における管理手法は次にあげる項目である。

- ・ ISO9002 と同様の品質システムのために必要となる基本項目
- ・ 補完的 GMP 項目
 - >配合飼料の製造と販売
 - >混合物（pre-mixtures）の製造と販売
 - >牛畜肉に供給するためのシンプルな飼料の製造と販売
 - >配合飼料製造者や飼料のトレーダーに供給するための飼料の製造と販売
 - >アニマルフィードセクターへの脂質の製造、準備、工程
 - >飼料の貯蔵と積み替え
 - >飼料の輸送、混合、配合

飼料の品質保証を強化するために、2000 年度半ばから、GMP 基準に対して、その品質保証システムに、生の原材料における生産や取引に関する上流工程を含むべきだ

という条件を適用する。HACCP に基づく品質保証システムによって飼料になる生の原材料の安全性が満足できると見なすには、(企業レベルの品質保証システムであるため、) 注意を払わなければならない。

(7) モニタリング

GMP 認証事業者は定期的に管理手法の有効性を検証するため、内部審査およびチェックを義務付けられている。品質パラメーターはリスク因子として認識されているものが関係している。特定パラメーターがいくつもあるため、PDV は、最低限の頻度を設定している。

個々の企業のモニタリングプログラムをサポートするために、PDV は材料や製品に望まれていないものの PDV データベースを管理している。このデータベースには加入企業のモニタリングデータが入っており、企業が定期的にデータを提供している。さらに、PDV は生の材料に対して特定のパラメーターの年間モニタリングプログラムを実行しており、その結果もここに入っている。モニタリングプログラムは企業が提供する分析データの自己検証としての機能も果たしている。プログラム参加者はインターネットからデータベースが調査できる。

生製品の検査は、飼料協会の飼料内部審査用検査機関コードを有する検査機関によって行われる必要がある。ラブコード (Labcode) とよばれる検査機関には、検査機関の品質システムとその分析方法に対して必要最低限の条件を設けている。それに加えて、技量試験を受けることも義務付けられている。このようにして、内部チェックでも十分な品質レベルが保証されている。

分析法については、PDV から加除式出版物として出版している。

2.3 ローデンプルグ社 (RODENBURG GROEP 社)

(1) ローデンプルグ社の概要

ローデンプルグ社は 1945 年設立された。主要な活動領域は、農産物関連の貿易、輸送、副産物利用であり、この分野においてヨーロッパで最も大規模な組織である。現在は副産物利用を中心とした飼料ビジネスを主として行っており、生分解性プラスチックの開発など工場設備に投資したところである。将来は GMO フリーのバイオテクノロジーを目指している。

創業当時はポテト産業の廃棄物は海洋投棄されており、これを有効利用しようとしたのが創業の動機の一つである。

(2) ローデンプルグ社の組織

Rodenburg Holding(親会社)

Rodenburg Transport(輸送会社)

Rodenburg Fourages (副産物利用会社)

ポテト以外の工場からの廃棄物の飼料化

Rodenburg Veervopeders(副産物利用会社)

ポテト工場からの廃棄物の飼料化

Rodenburg Grondstoffen (原材料会社)

(raw materials, dry materials)

Rodenburg Biopolymers (生分解性関連会社)

生分解性高分子の開発、販売

(3) ポテトからのバイオプロダクト

液状のものと固形状のものがあり、廃棄物によってリキッドプロダクト（液状廃棄物）とソリッドプロダクト（固形状廃棄物）に分けられる。

リキッドプロダクト

固形分：13%－17%

蒸気で皮を剥いた皮

蒸気で剥いた皮を粉砕したもの

上澄みのでんぷん液（Decanting Starch）

ソリッドプロダクト

フレンチフライ用の規格外の生のポテト

規格外のフライドポテト

賞味期限切れ冷凍ポテト

未糊化でんぷん

(リキッドプロダクト用廃棄物の製造過程)

ポテトの皮は通常蒸気で短時間加熱したのち、ブラシでこすって剥く。この工程で皮だけでなく、表面付近の一部がはがされ、水の中に分散した形の副産物（廃棄物）となる。加熱処理時間、皮むき工程の違いででんぷん含有率、糊化度が異なる。皮が大きな原料はすりつぶしてリキッドフィードの原料とする。ここで蒸気で剥いた皮と蒸気で剥いた皮を粉砕したものが発生する。

ポテト副産物は主に豚に用いる。豚用のリキッドフィードとしては、糊化することが重要で、また、大きな皮を含まないように粉砕することも重要である。粉砕する理由は、大きな皮がえさに含まれていると、糞尿が豚舎の格子に引っかかってトラブルを生じるためである。

(4) ポテト工場以外からのリキッドプロダクト

- ・ ローデンプルグ社はポテト副産物の利用で大きなシェアを持っているが、他の原料も扱っている。砂糖からの副産物（さとうきび、ビート）、ビール工業からの副産物はセルロースを含んでいるので、乳牛用に用いている。
- ・ 食品産業から副産物を受け入れる際には、処理費を受け取れる場合もあるが、購入

する場合もある。ポテトの場合、去年は処理費を受け取ったが、今年は払っている。

(5) リキッドフィードの品質要件

pH 3.8~4.0 以下

乾物含量 (ポテトの場合 13%~14%)

灰分

糊化度 (90%以上)

塩分 (6g/NaCl 以下。少なければ少ないほどよい)

(6) オランダの養豚事情

最近数年間は豚の価格が暴落し、畜産農家、えさ業界ともに大きな影響を受けた。この原因は、世界的な供給過多であるためである。オランダで、豚コレラがはやり、その後オランダが輸出できない間にデンマーク、アメリカ、台湾などの国が供給能力を増やした結果、オランダが輸出市場に復帰した際に世界的な供給過多が起こった。

オランダの畜産、特に豚に関しては、国際競争力はきわめて強く、生産量の 60%は輸出されている。このため、畜産糞尿の処理が大きな問題となっており、この規制が畜産業に大きな影響を与えている。

オランダでは、政府の政策(環境関連の問題と、経済構造の問題)として畜産業の縮小が議論されており、オランダの畜産業の将来は不確実であるが、明るくはない。



図 2.3.1 ローデンプルグ社のリキッドフィード、食品廃棄物の輸送トラック

(7) ローデンプルグ社による生分解性プラスチック事業

生分解性プラスチックは、ポテト副産物を原料とするもので、天然物のみで構成されている。現在年産 7,000ton 規模の工場設備であるが、40,000ton 設備を投資し、3~5 年後には、世界のトップ3に入る計画である。

製品は、通常のプラスチックの代替物として射出成型用途に用いることができる。射出成型時には運転開始時に若干のノウハウが必要だが、その後は通常のプラスチックと同じである。融点は 140℃、機械物性は通常のプラスチックと同等。分解特性は柔軟に設計可能。色は、白色のものが開発できたところで、透明な製品は不可能、フィルム成型も不可能。用途としては当面、農業/園芸用途を考えている。



図 2.3.2 ローデンプルグ社の生分解性プラスチック

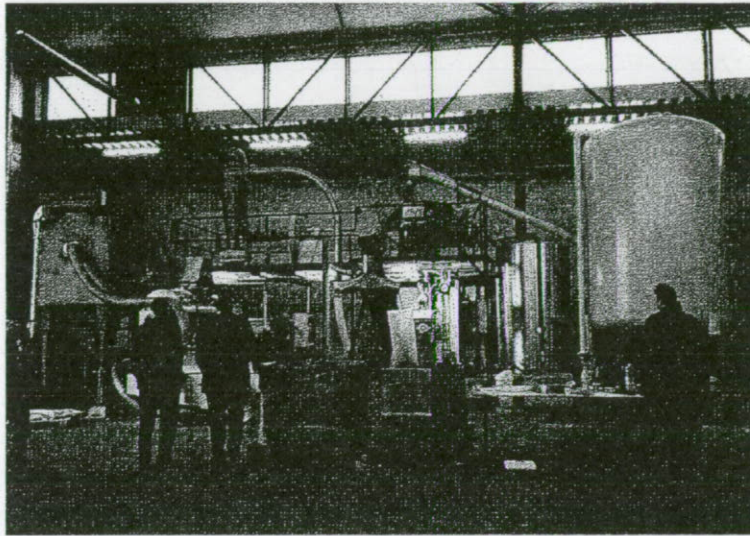


図 2.3.3 ローデンプルグ社の生分解性プラスチックプラント

表 2.3.1 オランダの養豚における飲食関連副産物

単位;ton

製品	1996	1997	1998	1999
穀類加工				
小麦でんぷん粕	885,000	850,000	918,000	963,000
ビール粕	31,250	31,750	31,500	60,500
とうもろこし でんぷん粕	4,750	5,700	6,150	6,350
ビール酵母粕	70,000	70,000	90,000	110,000
穀物くず	1,500	1,500	1,900	700
ポテト加工				
蒸気加熱 ポテト皮殻	450,000	432,000	474,300	437,400
その他ポテト	72,500	72,500	159,250	246,250
砂糖精製				
パルプ絞りかす	45,000	44,000	40,000	21,000
乳業				
ホエー	300,000	300,000	500,000	500,000
製薬発酵工業（抗生物質）				
菌糸体くず	78,000	78,000	83,000	76,500
その他酵母	40,000	40,000	67,000	75,000
精肉・魚類加工				
ゼラチン濃縮液	46,500	44,652	45,000	55,700
脂肪	55,000	80,000	60,000	30,000
魚介類	15,000	20,000	5,000	5,000
その他				
ベーカリー	80,000	60,000	80,000	80,000
ソース	24,000	24,000	35,000	36,000
その他	125,000	150,000	108,000	87,500
合計	2,323,500	2,304,102	2,704,100	2,790,900

出典：Overleggroep Producenten Natte Veevoeders(OPNV)

2.4 カンプラン社 (KAMPLAN 社)

(1) カンプラン社の概要

1978年に設立。ドライフィードシステムと糞尿処理技術のエンジニアリング会社である。国際的な技術の取引を行っており、オランダの自動給餌システムのリーダーである。カンプラン社の自動給餌システムは、一部日本にも輸入されている。

1984年にコンピュータ化したリキッドフィードシステムとドライフィードシステムを開発した。従業員26名(1999年)、現在13~14名(2001年)、売上は6.3Mfl(1999)、3Mfl(2000)であり、売り上げの低下は、養豚業の不況の影響を大きく受けている。(約50円/fl) 現在では、糞尿の処理技術に力を注いでおり、これまで、400,000fl投資している。

(2) カンプラン社とリキッドフィードの歴史

90年代の初めにリキッドフィードが注目された。食品産業の廃棄物に対する環境規制があったためである。食品産業からの有機性廃棄物をコンポストプラントに運び込むことが禁止された。

それまでのリキッドフィードは、ローデンプルグ社では40年代から、食品廃棄物をえさとして売っていたり、畜産農家自身食品産業の副産物を混合してリキッドフィードを自家生産したりしていた。

(3) オランダの養豚業

オランダでも日本でも家族経営が多い。

オランダの養豚技術は、日本の技術を上回っており、規模が大きい。日本の養豚業者は、母豚数でおおむね100頭程度を1人で運営する。オランダでは、母豚数200頭ぐらいを一人で運営する。オランダでは、養豚を機械化している。

養豚業者のコストでもっとも大きいのは、餌代であり、全体の60%ぐらいである。リキッドフィードを用いると、約20%程度、うまくやれば30%程度節約できる。えさの次に大きいのは人件費である。フィーディングは機械化されているので、手間がかかるのは、出産である。

リキッドフィードシステムの投資額は、80-120fl/頭である。ここで分母の豚の数は、平均して養豚場に存在する豚の総数である。

オランダの養豚業は国際競争力が強く、生産量の60%を輸出している。

表 2.4.1 日本とオランダの養豚技術の比較

	日本	オランダ
養豚業者規模（母豚数）	約 100 頭	約 200 頭
出産数（頭／母豚・年）	約 18 頭弱	約 22 頭
出産回数（頭／年）		3-4 回

(4) 韓国の技術

韓国の技術もヨーロッパから導入されている。残飯を加熱消化して、飼料にしている。したがって、レストランでの爪楊枝の使用は禁止されている。フィーディングは人手によっており、日本では成立しがたい。

表 2.4.2 リキッドフィーディングのヨーロッパにおける国別推定普及度

国名	対全飼養豚 (%)	対母豚 (%)
アイスランド	70	0
デンマーク	60	30
フィンランド	60	20
スイス	50-60	30
オランダ	50	15
アイルランド	40-50	20
イタリア	40	5-10
スウェーデン	30	10
フランス	30	5-10
オーストラリア	30	5-10
ドイツ	30	3-5
ノルウェー	25-30	2
イギリス	20	10
ベルギー	10	2
ギリシア	10	2
スペイン	1	0
ポルトガル	0	0

出典：藤井規安、「北歐におけるリキッドフィーディングシステム」

(5) リキッドフィードシステム

農家の受け入れサイロとして 60m³ 程度のものがリキッドフィードの種類だけ必要で、さらに混合槽が必要である。

リキッドフィードの安全性は、pH を低く保てばよい。食品廃棄物の種類としては、麦澱粉粕、ビール粕などが含まれている。

リキッドフィードシステムだけでは完全でなく、不足する栄養分を特別に調合したドライフィードで補う必要がある。この配合のノウハウは、配合飼料業者が持っている。

(6) 糞尿処理

従来、オランダの畜産農家は糞尿を熟成した後、農地に散布していたが、全窒素の総量規制のため、糞尿の処理施設が必要となった。糞尿の処理は、スケールメリットが働くため、共同で処理施設を作ることになり、共同運営の経験が重ねられつつある。この経験から、リキッドフィードの共同購入まで発展しつつある。

農家の全国団体は、LTO という。この団体は官僚的組織で、まったく役に立たない。

もし糞尿の処理施設が許可されないと、60%以上の畜産農家は廃業せざるを得ない。

カンプラン社の開発した大規模糞尿処理施設は環境省の許可待ちの状態である。

カンプラン社の糞尿処理技術の総コストは、200,000m³ 規模で、20-25fl/m³ 程度である。これで、窒素、りんともに 98%程度除去できる。窒素は、嫌気好気法、りんは Ca, FeCl₃ 等で除く。畜産農家の農地は糞尿の処理場としての意味が大きい。

東欧では、25 年前からパイプロダクトガスシステムが導入されていたが、ほとんどメンテナンスされておらず、99 年に視察したところうまく動いておらず、液体プロパンガスを用いていた。結局炭素源が不足していることが原因である。

(7) 全窒素規制

全窒素規制により、化学肥料も規制されている。この規制のために、農家は、コンポストを使うことを敬遠する傾向がある。コンポストを入れると、他の窒素源を制限されるからである。2003 年に全窒素に対して EU レベルの規制がかかる。

(8) アンモニア濃度規制

大気中のアンモニア濃度の規制により、オランダの養豚技術は改善が必要となる。

オランダでは、豚舎の床が格子になっており、糞尿は格子の隙間から、下の貯蔵層に落ち、熟成されたのち、引き抜かれて散布される。したがって、熟成過程が開放系で行われるので、アンモニアの大気への排出が大きくなる。デンマークでは、豚舎の糞尿を溝に流し、ポンプで、密閉されたタンクに送り、タンク内で熟成させる。

(9) リキッドフィードによる飼育

育てる段階の前期には、15～18%程度の濃度のリキッドフィードを与える。

後期には、14%程度の濃度のえさを与える。

(10) 巨大な流通

オランダでも養豚農家は巨大な流通に牛耳られており、買い叩かれていると感じている。オランダで大きな流通企業は、AHOLD 社と MAKRO 社である。

流通は屠殺場(私企業)を通して畜肉を仕入れる。屠殺場も規模が大きく、全国で4社が大きい。

イギリスのスーパーマーケットの TESCO は動物福祉の観点から農家に豚の首輪を放すように要請し、応じた業者から購買すると圧力をかけた。結果として、イギリスの畜産農家は破産し、オランダの農家が契約を勝ち取った。

(11) 養豚業の変化と経済性

70-80年代通して、養豚業は大規模化の道をたどった。これは国際価格が低迷したためである。5年前は、母豚数200-300程度が典型的であったが、今は、500-600程度になっている。

価格が3.5fl/kg-屠殺肉であれば、経営的に問題はないが、生産過多で2.0fl/kg-屠殺肉となると赤字となる。

屠殺肉の歩留まりは、85kg-屠殺肉 (Carcass meat slaughtered?) /110kg-pig。30%は骨、皮、内臓などである。

過去3年間の豚の価格は、25fl/pig程度であり、壊滅的安値であった。今は、140fl/pigであるので、利益が出ている。

(12) オランダ養豚業の競争環境

もし今年20,000m³の糞尿処理プラントの許可が出なければオランダの養豚業の未来はない。

デンマーク、米国が競争相手である。

デンマークはオランダよりも土地が広い。

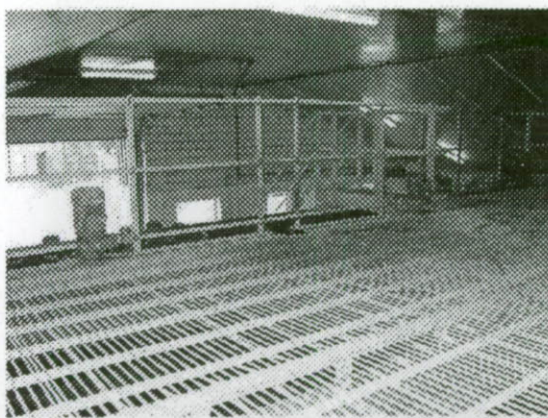
(13) 環境と養豚業

オランダ政府内では、養豚業が土地を利用し、環境負荷を与えながら、高い競争力を保っていることを問題としている。全窒素削減、アンモニア排出削減を通して、養豚業の縮小を図ろうとしている。

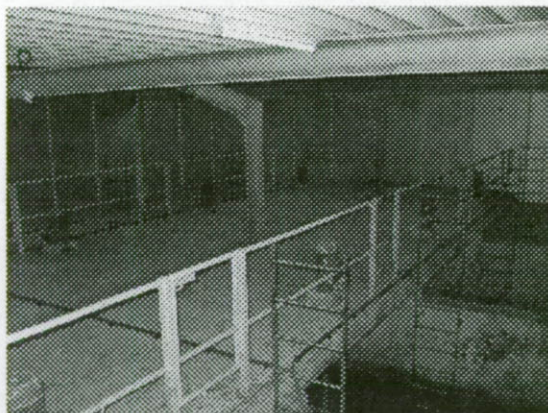
農地の表土を取り去り、‘本来の’景観に戻すようなプロジェクトが行われている。これは政府からの環境保護団体への補助金で行われている。

緑の党の概念では、ドイツから野生の豚が侵入してくることは明らかであり、これらの豚が持っている、Swine Fever が持ち込まれることは確実である。これは、養豚業にとっては致命的となる。

■リキッドフィード関連写真



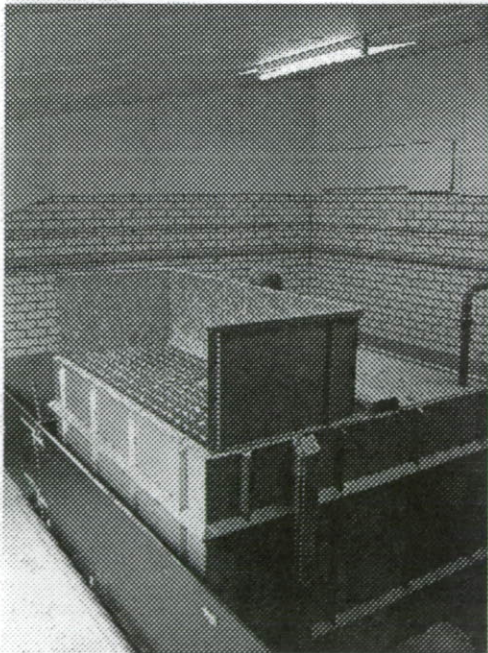
ACCESS TO CENTRAL GRID OVER CONCRETE PITS FOR BYPRODUCTS



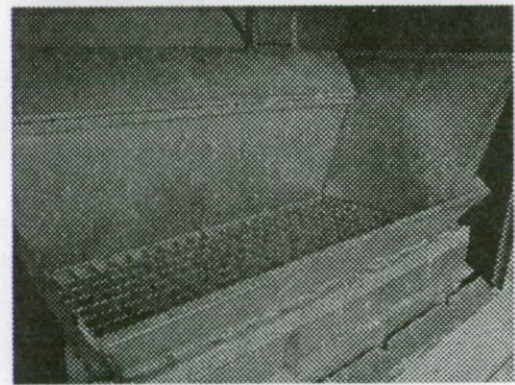
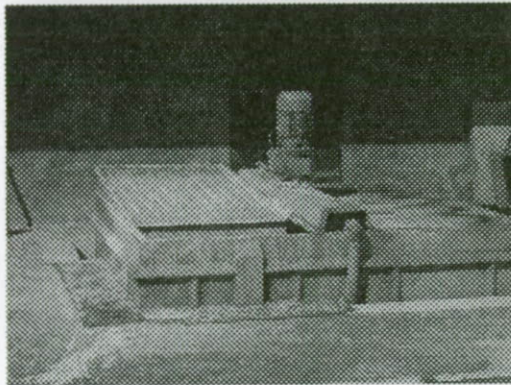
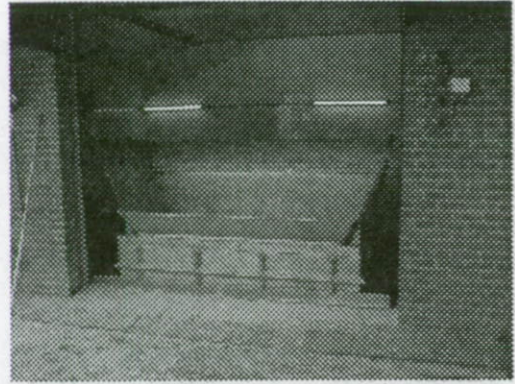
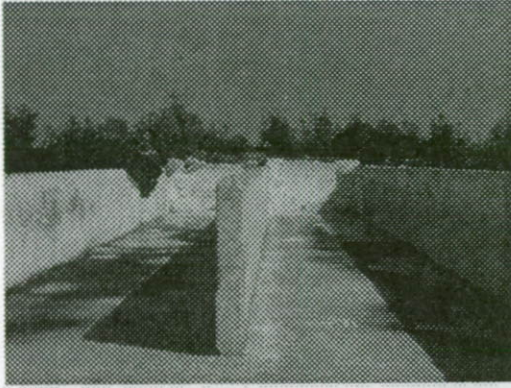
CENTRAL BYPRODUCTS STORAGE IN CONCRETE PITS WITH MIXING-UNITS



PITS FOR BYPRODUCTS WITH STAINLESS STEEL ACCESS LADDER

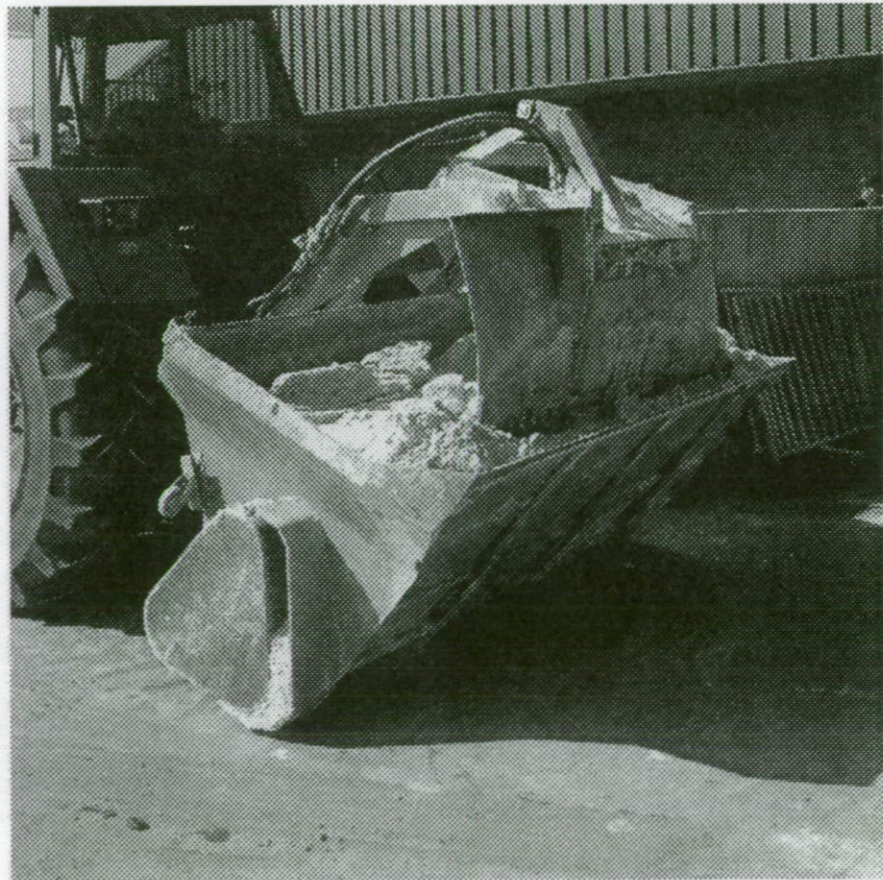


STAINLESS STEEL PREMIXING TANK WITH ELECTRONIC WEIGHING SYSTEM, CONTENTS: 10 M³



STAINLESS STEEL PREMIXING TANK WITH STORAGE OF DRY BYPRODUCT C

STAINLESS STEEL PREMIXING TANK 10 M³ WITH PROTECTION GRID AND CHUTE FUNNEL



CCM LOADING-UNIT

ヨーロッパ諸国における食品廃棄物処理システムの現状
－海外実態調査報告書－

2001年3月発行

社団法人 食品需給研究センター
財団法人 政策科学研究所
