

都市飼料資源の有効利用に関する研究

I. 残飯の排出と利用に関する実態調査

秋永達雄*・加藤巳之吉*・合田之久*・大橋昭也*

II. 残飯の成分調査

合田之久*・塚本利夫**・蓬田健児**・大森武次**

III. 給与試験

兵頭 勲*・合田之久*・渡辺 彬*・小林義男*

IV. 未利用残飯の乾燥処理施設

坂寄康夫*・加藤巳之吉*・秋永達雄*・大橋昭也*

Studies on Effective Utilization of Town's Feeding Resource

I. Investigation of ejection and utilization of food waste

Tatuo AKINAGA, Minokichi KATO, Yukihiisa GODA and Teruya OHASHI

II. Composition of food waste

Yukihiisa GODA, Toshio TUKAMOTO, Kenji YOMOGIDA and Takeji OMORI

III. Feeding test

Isao HYODO, Yukihiisa GODA, Akira WATANABE and Yshio KOBAYASHI

IV. Drier for remaining food waste

Yasuo SAKAYORI, Minokichi KATO, Tatuo AKINAGA and Teruya OHASHI

* 東京都畜産試験場 青梅市新町715

** 東京都肥飼料検査所 港区海岸1-7-7

(要 旨)

東京都における残飯の排出利用の実態を調査するとともに、未利用残飯の有効利用をはかるために、残飯の保存性・均一性を配慮した乾燥処理方法と成分調査に基づいて豚の肥育試験を行い、その有効な利用方法の解明につとめた。① 都内の集団給食施設および飲食店から排出される残飯を主体とする食品残渣は、1日当り約3,200トン、年間約96万トンと推定され、そのうち畜産飼料として利用されている量は約 $\frac{1}{3}$ に過ぎない。この利用農家は中規模の養豚経営が主体であり、平均飼育規模は、肥育豚で223頭であり、1日当り平均集荷量は629kgであった。また、その集荷処理給与に要する時間は生残飯100kg当り1.11時間であり、給与飼料中に占める残飯の割合は、約18%から約70%までであったが、このうち30%前後の利用が多く、特に調理残飯の水分含量に対する理解不足から乾物換算で実給与量に不足を生じているため、肥育日数の延長と飼料要求率および事故率の劣っている事例が多い。② 集団給食施設6カ所からの材料および実験プラントにおいて加工した乾燥処理残飯について、一般栄養成分およびミネラルならびに重金属等の有害物質を調査した結果、集団給食施設の残飯の栄養成分については、粗たん白質 17.6 ± 4.5 、粗脂肪 12.2 ± 4.5 、粗繊維 0.7 ± 0.4 に対し、乾燥処理残飯は、それぞれ 21.1 ± 3.2 、 18.9 ± 2.5 、 3.1 ± 0.5 と高く、またミネラルについては、Na、Clを除いて、乾燥処理残飯が高く、Ca 0.97% 、P 0.51% 、Mg 0.13% であり、これらは一般栄養成分同様、米飯、麺類、パン類の残飯構成材料中に占める割合との関連性が高かった。なお、Na及びClから食塩量を換算すると集団給食施設では、平均4.5%と異常に高かったが、乾燥処理残飯では、豚の中畜量である2%を1割程度上廻る程度であったが、配合利用の際の一つの制限因子になるものと考えられるほか、ミネラル中で豚の要求量に対して不足する物質は亜鉛であった。以上の栄養成分の変動をみると、乾燥処理をすることによって、そのバラツキが、かなり均一化していたが、この原因は、処理工程で、麩を乾燥し上り状態で10%程度混入したこと、ほぼ、特定の排出場所からの材料を使用したことに起因するのではないかと考えられた。また、重金属は、Cu、Pb、Hg、Asを、その他の有害成分として $\text{NO}_2\text{-N}$ 、塩化ビニールモノマー、T-BHC、PCBについて夫々分析調査したが、いずれも規制値以下であり、その安全性について問題がないものと思われる。残飯中の脂肪酸組成について調査したところ、不飽和脂肪酸として66.4%あり、トウモロコシの86%と比べると低いが、その利用割合について留意しなければ、軟脂の原因となるので、配合利用の際の制限因子となる。③ 残飯の消化率を測定した結果、粗繊維を除いて90%台の消化率を示しており、残飯のTDNは概ね90程度と高カロリーであった。また、肥育豚用飼料として、その嗜好性、肥育効果等を調査した結果、乾燥処理残飯を10%から30%配合した飼料および体重60kg以降タローを配合した飼料による飼育効果を検討し、大麦50%をベースに乾燥処理残飯を30%配合した飼料の給与では、対照区の産肉能力検定飼料の給与と比べて、遜色のない発育、飼料の利用性を示し、その経済的効果も認められたが、産肉能力検定飼料に乾燥処理残飯を配合した場合には、体脂肪の脂肪酸組成や融点に有意に影響を及ぼしてその肉質が低下し、またタローによる飼育効果も認められなかった。なお、 C_{18} と融点、不飽和脂肪酸量と融点の間にそれぞれ高い相関が認められ、また体脂肪の融点と相関の高いものは、リノール酸とステアリン酸の比率であろうと考察された。④ 1バッチ400kg処理の熱媒体ジェット方式による真空乾燥による実験プラントでの試験の結果、殺菌、乾燥、保存性等について良好な結果を得、また4トン/日の実用化プラントでのコスト試算からみて、実用化の見通しを得た。

1. 残飯の排出と利用に関する実態調査

まえがき

養豚経営においては、その生産費に占める飼料費の割合が大きく、とくにオイルショック以降における飼料価格の変動から、地域の特殊性を生かした飼料資源の有効利用をはかることが、畜産サイドのみならず省資源の面からも、緊急の課題として提起された。

畜産経営における食品残渣利用の問題は、特別に新しい問題ではなく、とくに都市近郊においては、その発展と密接に関連しており、従来から都市残渣物を飼料として利用し、一面の有利性をもって経営が展開されてきたが、その利用の実態は、経験的な発想にもとづいているために、残飯利用に由来する肉質上の欠陥や、また労力問題或は都市における道路交通事情の悪化等から、その利用量も限られ、大量の資源が未利用のまま廃棄され

ている。

そこで、これらの問題点を改善して、その利用拡大をはかるために、均一性、保存性を配慮した、未利用残飯の衛生的処理方法について検討し、もって都市清掃費の負担軽減と、畜産飼料としての有効利用技術を究明するため、その基礎資料を得る目的で本調査を行なった。

調査方法

1 調査対象

(1) 残渣の排出実態調査

ア 集団給食施設アンケート調査

集団給食施設における残渣の排出の実態を知るため、市内の許可および届出対象集団給食施設9400事業所から525ヶ所を任意に抽出し、アンケートによる調査を行なった。アンケート回答数は265施設であったが、これを業種別にみると次表のとおりである。

業種別調査数

単位：施設数

| 業種別 | アンケート数 | 回答数 | 回答率(%) | |
|------------|--------|-----|--------|-------|
| 学 校 | 40 | 23 | 57.5 | 共同調理場 |
| 病院・診療所 | 93 | 46 | 49.5 | |
| 工場・事務所 | 321 | 164 | 51.1 | |
| 寮・福祉施設・保育園 | 71 | 32 | 45.1 | |
| 計又は平均 | 525 | 265 | 50.5 | |

イ 給食事業所実態調査

給食事業所における残渣の排出および処理の実態について、三多摩地区より5ヶ所の事業所を任意に選び、聞きとり調査を行なうとともに、残飯構成材料および栄養成分、有害物質分析のためのサンプルを回収した。調査施設を業種別に区分すると次表のとおりである。

業種別調査数

単位：施設数

| 学校(全寮制高校) | 学校給食センター | 給食センター | 計 |
|-----------|----------|--------|---|
| 1 | 1 | 3 | 5 |

ウ 飲食店実態調査

飲食店における残渣の排出および処理の実態を把握するため、三鷹市を対象地区に選び、30ヶ所を任意に選定し、聞き取り調査を行なったが、業種別に区分すると次表のとおりである。

業種別調査表

単位：施設数

| レストラン | 一般食堂 | そば | 中華 | 日本料理 | 計 |
|-------|------|----|----|------|----|
| 7 | 8 | 9 | 5 | 1 | 30 |

(2) 残飯利用農家実態調査

残渣を利用する養豚経営農家の中から10戸を任意に選び、残渣の利用の実態について、聞きとり調査を行なったが、調査農家の地区別内訳は次のとおりである。

地区別調査数

単位：施設数

| 青梅市 | 羽村町 | 瑞穂町 | 秋川市 | 八王子市 | 東久留米市 | 計 |
|-----|-----|-----|-----|------|-------|----|
| 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 10 |

2 調査時期

集団給食アンケート調査は51年10月、飲食店実態調査は51年9月、給食事業所実態調査は51年11月～52年8月に実施した。

3 調査事項

(1) 残渣の排出に関する実態調査

ア 集団給食施設の概要

(イ) 集団給食施設の概要

(ロ) 残飯および調理くずの排出量

(ハ) 残渣の処分方法(残渣の荷姿、回収間隔、処

- 分方法, 経費)
- イ 給食事業所実態調査
 - ㊦ 給食事業所の概要
 - ㊧ 残渣排出量および処分方法(残渣の荷姿, 回収間隔, 処分方法)
 - ㊨ 残渣の構成材料
 - ㊩ 残渣の栄養成分
 - ㊪ 残渣中の有害物質
- ウ 飲食店実態調査
 - ㊦ 残渣の排出量, 処分方法(残渣の荷姿, 回収方法, 経費)
- エ 集団給食施設および飲食店の推定残渣量
- (2) 残飯利用農家実態調査
 - ア 調査農家の経営概況
 - イ 残渣の収集方法(集荷量, 集荷所要時間, 残飯量の季節的変動)

- ウ 残渣の処理加工(送別, 加工)
- エ 残渣の給与方法(給与形態, 配合割合)
- オ 残渣利用農家の経営実態

調査結果

1 残渣の排出に関する実態調査

ア 集団給食施設

㊦ 集団給食施設の概要

調査対象給食施設を給食の規模別でみると表1のとおりで, 全体では1日の給食数が500食未満が48.3%と最も多く, 次いで500~999食が18.9%, 2,000食以上が16.6%, 1,000~1,999食が16.2%となっているが, 業種別の1日当りの給食数でみると, 最も多いのは学校6,135食, 以下飲食店1,109食, 病院1,024食, 工場・事務所927食, 寮・福祉施設196食で, 業種間の差が大きい。

表1 業種別1日当り平均給食数

単位:施設数

| 業種別 | 規模 | 調査数 | ~ | 500 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 不明 | 平均給食数(食) |
|------------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|-----|----------|
| | | | 499食 | ~999 | ~1999 | ~2999 | ~3999 | ~4999 | ~ | | |
| 学 | 校 | 23 | | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 11 | | 6135 |
| 病 | 院・診療所 | 46 | 9 | 16 | 16 | 4 | 1 | | | | 1024 |
| 工 | 場・事務所 | 164 | 91 | 28 | 25 | 6 | 7 | 2 | 4 | 1 | 927 |
| 寮・福祉施設・保育園 | | 32 | 28 | 3 | | | | | | 1 | 196 |
| | 計 | 265 | 128 | 50 | 43 | 12 | 10 | 5 | 15 | 2 | |
| | 割合(%) | 100.0 | 48.3 | 18.9 | 16.2 | 4.5 | 3.8 | 1.9 | 5.7 | 0.7 | |

㊦ 残飯および調理くず排出量

表2は調査対象給食施設における残飯および調理くずの排出量と給食量に対する残飯の割合をみたものであるが, 1日当り平均の残飯排出量は, 学校が261Kgで最も多く, 次いで病院・診療所が122Kg, 工場・事務所が71Kg, 寮, 福祉施設が15Kgとなっており, また1日当り

の平均の調理くず量は, 残飯の排出量に比例し, 学校が最も多く77Kg, 最少は寮・福祉施設の7Kgとなっている。さらに給食量に対する残飯の割合をみると, 業種により若干ばらつきがあり, 残飯の割合が最も少ないのは学校で9.9%, 最も多いのは病院・診療所の約20%で, 全体の平均は14.1%であった。

表2 業種別1日当り残飯および調理くず排出量

| 業種別 | 施設数 | 年間平均営業日数 | 1食平均重量 | 1日平均残飯排出量 | 1日平均調理くず排出量 | 給食量に対する残飯の割合 | |
|------------|-------|----------|--------|-----------|-------------|--------------|------|
| 学 | 校 | 23 | 190日 | 428g | 261kg | 77kg | 9.9% |
| 病 | 院・診療所 | 46 | 365 | 587 | 122 | 28 | 19.8 |
| 工 | 場・事務所 | 164 | 297 | 562 | 71 | 23 | 14.2 |
| 寮・福祉施設・保育園 | | 32 | 342 | 533 | 15 | 7 | 10.8 |
| | 計又は平均 | 265 | | | | | 14.1 |

表3は表1および表2から, 集団給食施設における年間の残飯および調理くずの排出量を試算したもので, 1

日の排出量にそれぞれ営業日数を乗じ, さらに施設を乗じて算出すると, 残飯の年間の排出量は約1,600^白トン,

調理くずは約500百^百トンで、合計残渣量は2100百^百トンと推定される。

表3 業種別残飯および調理くず年間排出量

| 業種別 | 施設数 | 年間営業 日数 | 残飯量 | | | 調理くず量 | | | 合計残渣量 | | |
|------------|-------|------------|---------|-----------------|--------------------|---------|-----------------|--------------------|---------|-----------------|---------------------|
| | | | 1ヶ所1日当り | 1日当り | 年間量 | 1ヶ所1日当り | 1日当り | 年間量 | 1ヶ所1日当り | 1日当り | 年間量 |
| 学 校 | 1,769 | 190 | 26 kg | 46 ^t | 8,740 ^t | 8 kg | 14 ^t | 2,660 ^t | 34 kg | 60 ^t | 11,400 ^t |
| 病院・診療所 | 636 | 365 | 122 | 78 | 28,470 | 28 | 18 | 6,570 | 150 | 96 | 35,040 |
| 工場・事務所 | 5,460 | 297 | 71 | 388 | 115,236 | 23 | 126 | 37,422 | 94 | 514 | 152,658 |
| 寮・福祉施設・保育園 | 1,535 | 342 | 15 | 23 | 7,866 | 7 | 11 | 3,762 | 22 | 34 | 11,628 |
| 計 | 9,400 | | | 535 | 160,312 | | 169 | 50,414 | | 704 | 210,726 |

(註) 1. 学校の残飯および調理くず量は、表1および表2より試算

2. 施設数は49年衛生統計による。

(ウ) 残渣の処分方法

表4は給食施設における給食の販売方法と給食の形態についてみたものであるが、学校(共同調理場)を除いては、委託および注文による販売はわずかであり、食堂での販売、給食が多い。

次に残渣の排出、出荷時における荷姿と、出荷・回収の間隔をみると表5のとおりで、出荷の際はポリバケツが最も多く使用され、次いでドラム缶が多く、両者を合わせると全体の80%を占めており、その他ポリパック、ビニール袋などが使用されている。

残渣の回収間隔は、毎日回収されるケースが全体で60%、2日に1回が22.2%となっているが、業種によって若干異なり、毎日回収の割合をみると、学校が82.6%で最も高く、寮、福祉施設等が最底となっている。

また回収方法をみると表6のとおりで、全体では畜産農家によって回収されるものが最も多く60%で、次いで公共機関によるものが20.4%、残飯商によるものが6.8%、不明その他が12.8%となっている。したがって施設

数からみると、畜産農家と残飯商によって回収される66.8%が同等かの形で、畜産サイドで利用されているものと推測することができる。

回収方法別の回収間隔は、畜産農家と残飯商の場合、当然のことながら毎日回収が66.7%と最も多くみられたが、2日に1回が畜産農家で23.9%、残飯商で11.1%、3日に1回が残飯商で22.3%あって、このことは最近における交通事情の悪化と、労働力不足などによるものと思われる。

表7は残渣処分時における残渣の販売代金と処理費用についてみたものであるが、残渣を処分する際に無償で譲渡するケースが66.4%で最も多く、次いで処理費用を支払うケースが25.7%となっており、有償で販売する事例は極めて少なく、わずかに1例であった。

処理費用を負担する場合の1ヶ月の平均負担額は17,600円で、年間負担額は1施設当りおよそ21万円と推定される。

表4 給食方法

単位：施設数

| 業種別 | 調査数 | 給食の販売方法 | | | | 給食の形態 | | | |
|------------|-------|---------|------|------|------|-------|------|-----|------|
| | | 委託 | 注文 | 食堂 | 不明 | 折詰 | 食堂 | その他 | 不明 |
| 学 校 | 23 | 1 | 20 | | 2 | | 7 | 5 | 11 |
| 病院・診療所 | 46 | | 3 | 17 | 26 | | 21 | | 25 |
| 工場・事務所 | 164 | 6 | 3 | 152 | 3 | 1 | 153 | 4 | 6 |
| 寮・福祉施設・保育園 | 32 | | 1 | 21 | 10 | | 25 | | 7 |
| 計 | 265 | 7 | 27 | 190 | 41 | 1 | 206 | 9 | 49 |
| 割合 (%) | 100.0 | 2.6 | 10.2 | 71.7 | 15.5 | 0.4 | 77.7 | 3.4 | 18.5 |

表5 業種別排出残渣の荷姿および回収間隔

単位：施設数

| 業種別 | 調査数 | 出荷の荷姿 | | | | | 回収間隔 | | | | | | |
|------------|-------|-------|------|------|-----|-----|------|-------|-------|-------|-----|----|-----|
| | | ポリバック | ポリケツ | ドラム缶 | その他 | 不明 | 毎日 | 2日に1回 | 3日に1回 | 4日に1回 | 5日～ | 不明 | |
| 学校 | 23 | | 14 | 6 | 1 | 2 | 19 | 2 | | | | | 2 |
| 病院・診療所 | 46 | | 25 | 17 | | 4 | 33 | 4 | 3 | 1 | | | 5 |
| 工場・事務所 | 164 | 6 | 106 | 37 | 7 | 8 | 98 | 41 | 12 | 4 | 1 | | 8 |
| 寮・福祉施設・保育園 | 32 | 1 | 22 | 2 | 3 | 4 | 8 | 13 | 7 | 1 | | | 3 |
| 計 | 265 | 7 | 167 | 62 | 11 | 18 | 158 | 60 | 22 | 6 | 1 | | 18 |
| 割合(%) | 100.0 | 2.6 | 63.0 | 23.4 | 4.2 | 6.8 | 59.6 | 22.6 | 8.3 | 2.3 | 0.4 | | 6.8 |

表6 残渣の回収方法と回収間隔

| | 調査数 | 割合 | 毎日 | | 2日に1回 | | 3日に1回 | | 4日に1回 | | 5日～1回 | | 不明 | |
|------|-----|-------|-----|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|-----|------|
| | | | 施設数 | 割合 | 施設数 | 割合 | 施設数 | 割合 | 施設数 | 割合 | 施設数 | 割合 | 施設数 | 割合 |
| 畜産農家 | 159 | 60.0% | 106 | 66.7% | 38 | 23.9% | 11 | 6.9% | 1 | 0.6% | 1 | 0.6% | 2 | 1.3% |
| 残飯商 | 18 | 6.8 | 12 | 66.7 | 2 | 11.1 | 4 | 22.2 | | | | | | |
| 公共機関 | 54 | 20.4 | 29 | 53.7 | 16 | 29.6 | 4 | 7.4 | 4 | 7.4 | | | 1 | 1.9 |
| その他 | 1 | 0.3 | 1 | 100.0 | | | | | | | | | | |
| 不明 | 33 | 12.5 | 10 | 30.3 | 4 | 12.1 | 3 | 9.1 | 1 | 3.0 | | | 15 | 45.5 |
| 計 | 265 | 100.0 | 158 | 59.6 | 60 | 22.6 | 22 | 8.3 | 6 | 2.3 | 1 | 0.4 | 18 | 6.8 |

表7 残渣処分時の販売代金と処理費用

| 調査数 | 1ヶ月当り販売代金 | | 1ヶ月当り支払費用 | | | 無償譲渡 | 不明 |
|-----|-----------|---------------------|-----------|---------------------|-------------------|------|----|
| | 施設数 | 平均月額 | 施設数 | 平均月額 | 1kg当り | | |
| 265 | 1 | 10,000 ^円 | 68 | 17,609 ^円 | 6.27 ^円 | 176 | 20 |

イ 給食事業所実態調査

(7) 調査対象事業所の概要

調査対象事業所の概要は表8のとおりで、1日当りの

平均給食数は2100食～12700食、平均給食数は6440

食であり、1食平均の重量は300g～800g、平均550gである。

表8 給食事業所の概要

| 事業所 | 1日平均給食数 | 1食平均重量 | 年間平均営業日数 | 給食販売方法 | 給食形態 | |
|-----|--------------------|------------------|------------------|--------|--------|----------|
| 1 | 2,100 ^食 | 700 ^g | 310 ^日 | 注文 | 食堂給食 | 学校給食センター |
| 2 | 12,700 | 600 | 185 | 食堂給食 | " | 全寮制高校 |
| 3 | 8,000 | 300 | 288 | 注文 | ポリプロ容器 | 給食センター |
| 4 | 2,400 | 800 | 300 | " | " | " |
| 5 | 7,000 | 352 | 300 | " | " | " |
| 平均 | 6,440 | 550 | 276 | | | |

(イ) 残渣の排出量

残飯および調理くずの1日1ヶ所当りの平均排出量は、表9のとおりで、残飯および調理くず量ともに、おむね給食数に比例しており、残飯量は100Kg～700Kg、調理くず量は10Kg～280Kgとなっている。また給食量に対する残飯の割合をみると、5.2%～19.0%と事業所によってかなりの差がみられ、平均13.2Kgと推定された。

表9 残渣の排出量

| 事業所 | 残 渣 量 (Kg) | | 給食量に対する 残飯の割合 (%) |
|-----|------------|------|----------------------|
| | 残 飯 | 調理くず | |
| 1 | 700 | 280 | 9.2 |
| 2 | 280 | 70 | 19.0 |
| 3 | 360 | 60 | 15.1 |
| 4 | 100 | 10 | 5.2 |
| 5 | 440 | 40 | 17.8 |
| 計 | | | 13.3 |

(ロ) 残渣の処分方法

表10は残渣の処分状況を示したものであるが、回収方法は5事業所とも、養豚農家によって毎日回収され、5事業のうち4事業所では、排出時に残飯とゴミに分別

表10 残渣の処分方法

単位：施設数

| 調査数 | 回 収 方 法 | | | | 回収間隔 毎 日 | 荷 姿 ポリ容器 | 譲渡方法 | | 権 利 金 | | 残飯とゴミ分別 | |
|-----|---------|-----|------|-----|-------------|-------------|------|-----|-------|---|---------|---|
| | 養豚農家 | 残飯商 | 公共機関 | その他 | | | 有 償 | 無 償 | 有 | 無 | 有 | 無 |
| 5 | 5 | | | | 5 | 5 | | 5 | 5 | 4 | 1 | |

表11 事業所別残渣の構成材料

単位：%

| 事業所 | 構 成 材 料 (n=3) | | | | | | 朝・昼・夕食混合 |
|-----|---------------|------|------|------|-------|------|----------|
| | 米 飯 | パ ン | め ん | 肉・魚 | 野菜・果物 | その他 | |
| 1 | 0 | 19.7 | 16.6 | 14.2 | 45.7 | 3.8 | |
| 2 | 52.9 | 7.7 | 0 | 12.5 | 21.7 | 5.2 | |
| 3 | 51.8 | 0 | 0 | 31.0 | 16.8 | 0.4 | |
| 4 | 39.5 | 0 | 0 | 14.3 | 40.3 | 5.9 | |
| 5 | 51.2 | 0 | 6.8 | 15.4 | 14.6 | 12.0 | |

表12 季節別残渣の構成材料

単位：%

| 季 節 別 | 構 成 材 料 (n=5) | | | | | |
|------------|---------------|-----|-----|------|-------|-----|
| | 米 飯 | パ ン | め ん | 肉・魚 | 野菜・果物 | その他 |
| 秋(10月～11月) | 32.7 | 3.3 | 29 | 18.6 | 33.0 | 9.5 |
| 冬(2月～3月) | 37.4 | 6.7 | 78 | 16.8 | 27.7 | 3.6 |
| 夏(7月～8月) | 47.2 | 6.4 | 33 | 17.1 | 22.7 | 3.3 |

し、1事業所では労力上の理由から、分別しないまま出荷していた。

(ニ) 残渣の構成材料

排出残渣の構成材料について、秋、冬、夏の3回にわたって、それぞれ5事業所よりサンプルを採取した。サンプルの採取に当っては、均一化するため容器(ドラム缶)中の数ヶ所から採取し、さらにバケツの中で攪拌して必要量を採取した。

表11は事業所別の残渣の構成材料をみたもので、事業所によって給食内容(主食)が若干異なるため、単純に比較はできないが、パン給食のNo.1では、パンが19.7%めん類が16.6%、肉・魚が14.2%、野菜・果物が45.7%で、米飯給食のNo.2, 3, 4, 5の事業所では、米飯が39.5～52.9%、肉・魚が12.5～31.0%、野菜・果物が14.6～40.3%となっており、肉・魚と野菜・果物の割合について、事業所間に若干ばらつきがみられる。

次に残渣の構成割合を季節別にみると表12のとおりで、各季節間に顕著な差はみられないが、米飯の割合が夏季(7月～8月)に多く、野菜・果物は夏季にわずかに少ない傾向がみられた。

ウ 飲食店実態調査

ウ ケ 調査対象飲食店の概要

一般飲食店における残渣の排出と処分の状況について調査を行なったが、対象飲食店の概要は表13のとおりで、従業員数・店舗の規模ともに業種によってかなり差があり、全体の平均従業員数は6.9人である。

表13 業種別飲食店の概要

| 業 種 別 | 調査数 | 平均従業員数 | 平均営業面積 |
|-------|-----|--------|--------------------|
| レストラン | 7 | 14.5 人 | 169 m ² |
| 一般食堂 | 8 | 3.1 | 38 |
| そば | 9 | 6.1 | 56 |
| 中華 | 5 | 4.6 | 139 |
| 日本料理 | 1 | 4.0 | 46 |
| 計又は平均 | 30 | 6.9 | 91 |

ウ ケ 残渣の排出量

表14は業種別に残渣量をみたものであるが、1日1店当りの平均排出量は、レストランが43Kgで最も多く、次いで日本料理30Kg、中華27Kg、そば25Kg、一般食堂20Kgで、全体の平均ではおよそ29Kgとなっている。また残渣量を従業員規模で、1～2人、3～4人、5～

ウ ケ 残渣の処分方法および費用負担

表16は残渣の処分方法と処分費用の負担についてみたものであるが、処分方法では、公共機関による回収が最も多く63%を占め、次いで養豚農家および処理業者による回収がそれぞれ17%、自家処理が3%となっており、全体の90%で排出時に残渣とゴミに分別を行なっている。残渣の回収間隔は、養豚農家が回収する場合はおむね

9人、10人以上の4階層に分けて、それぞれ従業員1人当りの排出量(1日)でみると表15のとおりで、1～2人では9.2Kg、3～4人では7.4Kg、5～9人では4.6Kg、10人以上では4.1Kgとなっており店舗の規模が大きくなるにつれて、従業員1人当りの残渣量は減少の傾向がみられた。

表14 業種別残渣量

単位: Kg

| 業 種 別 | 残渣量 | 従業員1人当り残渣量 |
|-------|-----|------------|
| レストラン | 43 | 3.0 |
| 一般食堂 | 20 | 6.5 |
| そば | 25 | 4.1 |
| 中華 | 27 | 5.9 |
| 日本料理 | 30 | 7.5 |
| 平均 | 29 | 5.4 |

表15 従業員規模別残渣量

| 規模別 | 1～2人 | 3～4人 | 5～9人 | 10人～ |
|----------------|------|------|------|------|
| 平均残渣量(Kg) | 16.6 | 23.3 | 29.0 | 54.2 |
| 平均従業員数(人) | 1.8 | 3.3 | 6.3 | 13.0 |
| 従業員1人当り残渣量(Kg) | 9.2 | 7.1 | 4.6 | 4.1 |

毎日、公共機関による場合は2日に1回である。

残渣の処分に要した経費をみると、30店中6店が処分費を負担しており、1店当りの1ヶ月の負担額は4,000円～22,330円であったが、処理費用については共通した基準はなく、したがって、このような処理費の負担額の差は、残渣の排出量よりもむしろ処理業者の相違によるものと考えられる。

表16 残渣の処分方法と費用負担

単位: 施設数

| 業 種 別 | 調査数 | 処 分 方 法 | | | | 分別の有無 | | 回 収 間 隔 | | | 処 分 費 用 | | |
|-------|-------|---------|------|------|-----|-------|------|---------|-------|-------|---------|------|----------|
| | | 養豚農家 | 処理業者 | 公共機関 | その他 | 有 | 無 | 毎 日 | 2日に1回 | 3日に1回 | 無 | 有 | 1ヶ月負担額 |
| レストラン | 7 | 2 | | 5 | | 6 | 1 | 2 | 5 | | 6 | 1 | 10,000 円 |
| 一般食堂 | 8 | | 1 | 6 | 1 | 8 | | 1 | 7 | | 7 | 1 | 5,000 |
| そば | 9 | 3 | | 6 | | 9 | | 2 | 7 | | 9 | | |
| 中華 | 5 | | 3 | 2 | | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 22,330 |
| 日本料理 | 1 | | 1 | | | 1 | | 1 | | | | 1 | 4,000 |
| 計又は平均 | 30 | 5 | 5 | 19 | 1 | 27 | 3 | 7 | 22 | 1 | 24 | 6 | |
| 割合(%) | 100.0 | 17.0 | 17.0 | 63.0 | 3.0 | 90.0 | 10.0 | 23.3 | 73.7 | 3.0 | 80.0 | 20.0 | |

表 17 飲食店における 1 日当り残渣排出量

| 従業員数 | 1～2人 | 3～4人 | 5～9人 | 10人～ | 計 |
|-------------|--------|--------|---------|---------|------------|
| 規模比(%) | 31.9 | 32.2 | 25.4 | 10.5 | 100.0 |
| 飯類提供者数(戸) | 26,383 | 26,628 | 21,005 | 8,643 | 82,697 * |
| 従業員数(人) | 39,571 | 93,198 | 147,035 | 196,395 | 476,199 ** |
| 残渣量/従業員(kg) | 9.2 | 7.1 | 4.6 | 4.1 | |
| 残渣量(t) | 364 | 661 | 676 | 805 | 2,506 |

(註) * 「昭47東京都中小企業と労働者」

** 「昭49東京都衛生統計」

表 18 都内集団給食施設・飲食店の残渣排出量

| 業種別 | 施設数 | 1日当り排出量 | 年間排出量 |
|------------|--------|-----------------|---------------------|
| 集団給食施設 | | | |
| 学 校 | 1,769 | 60 ^t | 11,400 ^t |
| 病院・診療所 | 636 | 96 | 35,040 |
| 工場・事務所 | 5,460 | 514 | 152,658 |
| 寮・福祉施設・保育園 | 1,535 | 34 | 11,628 |
| 小 計 | 9,400 | 704 | 210,726 |
| 飲食店 | 82,697 | 2,506 | 751,800 |
| 合 計 | 92,097 | 3,210 | 962,526 |

エ 集団給食施設および飲食店の推定残渣量

以上の調査結果をもとに、残渣量(調理くずを含む)を試算すると表17および表18のとおりで、飲食店の1日当りの残渣量(表15より推計)は2,506トン、年間では7,518百トンとなり、したがって、都内集団給食施設と飲食店から排出される残渣量は、1日に3,210トン、年間ではおよそ9,625百トンに達するものと推定される。

2. 残飯利用農家実態調査

ア 調査対象農家の経営の概要

都下で残渣利用の多い養豚農家の中から10戸を任意に選び、利用の実態について調査を行なったが、対象農家の経営の概要は表19のとおりで、経営類型別でみると肥育経営が多く一貫経営は2戸で、都市養豚の経営の特徴を示している。飼養規模は肥育豚が125頭～300頭、平均飼養頭数は220頭である。

表 19 調査農家の経営の概況

| 農家No | 従業者数 | 経営類型 | 飼養頭数 | | |
|------|------|------|------|-----|-----|
| | | | 繁殖豚 | 肥育豚 | 計 |
| 1 | 2 | 肥育 | | 210 | 210 |
| 2 | 2 | " | | 200 | 200 |
| 3 | 2 | 一貫 | 5 | 180 | 185 |
| 4 | 1 | 肥育 | | 200 | 200 |
| 5 | 2 | " | | 300 | 300 |
| 6 | 2 | " | | 300 | 300 |
| 7 | 2 | " | | 250 | 250 |
| 8 | 3 | " | | 300 | 300 |
| 9 | 2 | " | | 125 | 125 |
| 10 | 2 | 一貫 | 26 | 140 | 166 |
| 平均 | 2 | | | 220 | 223 |

イ 残渣の集荷状況

(ア) 残渣の集荷先

養豚農家がどのようなところから残渣を集荷しているかをみると表20のとおりで、学校給食26.1%、会社食堂

24.6%、病院13.8%となっており、いわゆる集団給食施設に73.7%と大部分を依存しているのに対して、飲食店はわずかに18.5%にすぎない。なお1戸当りの平均集荷箇所数は6.5ヶ所となっている。

表20 食品残渣の集荷先

単位：戸

| 調査数 | 飲食店 | | | | 給食施設 | | | | | 宿泊施設 | | | 食品工場 食材カス | 計 |
|-------|------|----|------|-----|------|------|------|------|-----|------|-----|-----|--------------|-------|
| | 食堂 | 中華 | 西洋料理 | その他 | 仕出し屋 | 学校 | 病院 | 会社食堂 | その他 | ホテル | 旅館 | その他 | | |
| 10 | 12 | | | | 3 | 17 | 9 | 16 | 3 | | 2 | | 3 | 65 |
| 割合(%) | 18.5 | | | | 4.6 | 26.1 | 13.8 | 24.6 | 4.6 | | 3.1 | | 4.6 | 100.0 |

(イ) 残渣の集荷量

食品残渣の集荷量を集荷先別にみると表21のとおりである。学校給食が最も多く38.8%、次いで病院が18.4%

会社食堂が12.0%、仕出し屋が11.4%、食堂が5.8%で、集団給食施設が大きな供給源となっており、集荷される量の85%に達している。

表21 食品残渣の集荷先別集荷量

単位：kg

| 調査数 | 飲食店 | | | | 給食施設 | | | | | 宿泊施設 | | | 食品工場 食材カス | 計 |
|-------|-----|----|------|-----|------|------|------|------|-----|------|-----|-----|--------------|-------|
| | 食堂 | 中華 | 西洋料理 | その他 | 仕出し屋 | 学校 | 病院 | 会社食堂 | その他 | ホテル | 旅館 | その他 | | |
| 10 | 363 | | | | 720 | 2440 | 1157 | 758 | 306 | | 156 | | 395 | 6295 |
| 割合(%) | 5.8 | | | | 11.4 | 38.8 | 18.4 | 12.0 | 4.8 | | 2.5 | | 6.3 | 100.0 |

(ウ) 残渣の内容

集荷残渣の内容をいわゆる残飯(食べ残し)と調理くずに区分すると表22のとおりで、残飯が85.5%、調理く

ずが14.5%の割合となっており、また残飯の構成を細かく分けると、米飯とパンが大部分を占め、魚骨と野菜、果物がそれぞれ5~6%となっていた。

表22 食品残渣の内容

単位：%

| 調査数 | 食べ残し | | | | | 調理くず | | | | 合計 |
|-----|------|----|-------|-------|------|------|-----|-------|------|-------|
| | 魚骨 | 獣骨 | 米飯・パン | 野菜・果物 | 計 | 魚あら | 肉あら | 野菜・果物 | 計 | |
| 10 | 53 | | 73.3 | 6.5 | 85.5 | 2.8 | 0.1 | 11.6 | 14.5 | 100.0 |

表23は残渣の集荷量と内容の季節的な変動についてみたものであるが、残渣の内容については、季節による変動は殆どなく、集荷量については秋季を基準にしてみると、春は変らないが、冬に若干少なく、夏には1割程度多い傾向がみられる。

表23 残渣の集荷量と内容の季節変動 単位：%

| 調査数 | 集荷量の季節変動 | | | | 内容の季節変動 | |
|-----|----------|----|----|-----|---------|-----|
| | 秋 | 冬 | 春 | 夏 | 無 | 有 |
| 10 | 100 | 93 | 99 | 114 | 0 | 100 |

(エ) 残渣の集荷方法

残渣の集荷方法は表24のとおりで、集荷作業は1人の場合が多く、輸送には1トン~2トンのトラックが使用されている。集荷の頻度は毎日集荷する農家が4戸、2日に1回集荷が4戸で、おむね毎日~1日おきに集荷されているが、特殊なケースとして、4日~7日に1回という農家が2戸(何れも製パン工場パンくず)あった。また1日の残渣の集荷回数をみると、1日1回が6戸、1日2回が4戸となっている。

表 24 残渣の集荷方法

単位：戸

| 調査数 | 1回当り集荷員数 | | | 使用トラック | | | 使用トラック台数 | | | 集荷頻度 | | | | 1日の集荷回数 | | |
|-----|----------|----|----|--------|-----|-----|----------|----|----|------|-------|-------|-----|---------|----|---|
| | 1名 | 2名 | 3名 | 1t車 | 2t車 | 3t車 | 1台 | 2台 | 3台 | 毎日 | 2日に1回 | 3日に1回 | 4日～ | 1回 | 2回 | |
| 10 | 8 | 2 | | 6 | 4 | | 10 | | | 4 | 4 | | | 2 | 6 | 4 |

次に1回当りの集荷箇所数・集荷作業所要時間および集荷量をみると表25のとおりで、1回当りの平均集荷ヶ所数は1～5ヶ所が最も多く7戸で、次いで6～10ヶ所が2戸、11ヶ所以上が1戸、平均は4ヶ所となっており、1回の集荷作業の所要時間は、2時間以内が4戸、2～

3時間が4戸、4～5時が2戸で、平均は2.4時間となっていた。また1回当りの集荷量はドラム缶で1～2本が4戸、3～5本が4戸、6本以上が2戸で、1回当りの平均集荷量は約690Kgと推定された。

表 25 残渣の1回当り集荷箇所数・集荷時間・集荷量

単位：戸

| 調査数 | 1回当り集荷量 | | | | 1回当り集荷ヶ所数 | | | | 1回当り集荷時間 | | | | |
|-----|-------------|-----|-----|-------|-----------|------|-----|----|----------|-----|-----|----|-------|
| | ドラム缶 1～2 | 3～5 | 6～本 | 平均重量 | 1～5 | 6～10 | 11～ | 平均 | ～2h | 2～3 | 4～5 | 6～ | 平均 |
| 10 | 4 | 4 | 2 | 691kg | 7 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 | | 2.41h |

表26は集荷時における残渣代金についてみたもので、農家が残渣を集荷する際、集荷先に対して代金を支払う、集荷処理料を受けとる、無料の通常3つのケースがあるが最も多いのは無料で6戸、代金を支払う場合が2戸、処理料を受けとる場合が2戸となっている。代金を支払う

場合のドラム缶1本当りの支払額は70円～150円、食品工場パンくずでは1Kg当り17円～30円であり、また農家が処理料を集荷先から受けとる場合の金額は月額で2000円～10000円であった。

表 26 残渣代金

単位：戸

| 調査数 | 代金を支払う場合(ドラム缶1本) | | | | 食材工場くず | 処理料を受けとる場合 | 無料 |
|-----|------------------|----------|-------|--|-----------------------------|---------------------------|----|
| | 300円未満 | 300～500円 | 500円～ | | | | |
| 10 | 2 70円～150円 | | | | 2 1kg当り 17.5円～ 30円 | 2 月額 2,000円～10,000円 | 6 |

ウ 残渣の処理、加工

表27は残渣の処理、加工の状況についてみたものであるが、残渣を給与する際、選別を行なう農家が8戸、選別をしない農家が2戸となっており、選別を行なう場合の選別作業所要時間は、ドラム缶1本当りおよそ25分と推定される。

また給与する際の加工の有無についてみると、加工している農家が7戸、加工しないまゝ給与する農家が3戸となっており、加工の方法は、釜で煮るものと蒸気で煮るものとがそれぞれ3戸、その他1戸で何等かの方法で加熱処理しているものが多い。なお加工処理作業の平均所要時間は1.47時間であった。

表 27 残渣の処理加工

単位：戸

| 調査数 | 選別の有無 | | | 利用割合 | | 加工の有無 | | | | | 加工しない |
|-----|--------|--------------------|-------|------|------|--------|-------|-----|---|--------|-------|
| | 選別する場合 | | 選別しない | 殆ど利用 | 一部利用 | 加工する場合 | | | | 加工所要時間 | |
| | 手で選別 | 選別所要時間 ドラム缶1本当り | | | | 釜で煮る | 蒸気で煮る | その他 | 計 | | |
| 10 | 8 | 0.41 h | 2 | 10 | | 3 | 3 | 1 | 7 | 1.47 h | 3 |

エ 残渣の給与方法

残渣の給与方法についてみると、表28のとおりで、給与する場合、残渣のみを給与する農家はなく、他の飼料と配合しているが、配合割合をみると、乾物比で30%~50%が最も多く7戸、次いで30%未満が2戸、70%

以上が1戸となっている。また残渣を給与する場合の給与開始の豚の月令は、3ヶ月からが8戸、4ヶ月からが2戸で、おむね3ヶ月ぐらいから給与するものが多く、また給与終了の時期は6ヶ月となっていた。

表 28 残渣の給与方法

| 調査数 | 他飼料との配合の有無 | | | | 給与する豚の月令(肥育豚) | | | | |
|-----|------------|-------|-----|-------|---------------|-----|-----|------|-----|
| | 配合する | | | 配合しない | 給与開始 | | | 給与終了 | |
| | 30%未満 | 30~50 | 50~ | | 3ヶ月 | 4ヶ月 | 5ヶ月 | 5ヶ月 | 6ヶ月 |
| 10 | 4 | 4 | 2 | | 8 | 2 | | | 10 |

オ 残渣の集荷、処理コスト

養豚農家の残渣利用における作業は、集荷、選別、加工、給与、整理に分けることができるが、残渣100Kg当りの各作業工程における処理時間をみると、表29のとおりである。各作業工程とも農家によってはばらつきがあるが、平均して処理時間が最も多いのは集荷作業で

0.36時間(32.4%)、次いで選別作業が0.27時間(24.3%)、給与作業が0.26時間(23.4%)、加工作業が0.15時間(13.5%)で、集荷、処理総所要時間は1.11時間となっていた。因みに、残渣100Kg当りの労働コストを試算すると、660円(1時間当り労賃、600円)となり、ドラム缶1本当りでは、およそ1330円と推定される。

表 29 残渣の集荷処理工程

単位：時間

| 農家No | 1日当り集荷量 | 集 荷 | | 選 別 | | 加 工 | | 給 与 | | 整 理 | | 100kg当り合計処理時間 |
|------|-------------------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|---------------|
| | | 処理時間 | 100kg当り | 処理時間 | 100kg当り | 処理時間 | 100kg当り | 処理時間 | 100kg当り | 処理時間 | 100kg当り | |
| 1 | 370 ^{kg} | 2.50 | 0.67 | 0.50 | 0.13 | 0.66 | 0.17 | 0.20 | 0.05 | 0.50 | 0.13 | 1.15 |
| 2 | 450 | 1.25 | 0.28 | 0.25 | 0.06 | 2.00 | 0.44 | 1.50 | 0.33 | 0.25 | 0.06 | 1.17 |
| 3 | 185 | 0.57 | 0.30 | 2.14 | 1.15 | 0.14 | 0.08 | 0.14 | 0.08 | | | 1.61 |
| 4 | 280 | 0.70 | 0.25 | | | | | 0.75 | 0.27 | 0.25 | 0.09 | 0.61 |
| 5 | 400 | 0.70 | 0.18 | 1.00 | 0.25 | 0.50 | 0.13 | 1.50 | 0.38 | 0.25 | 0.06 | 1.00 |
| 6 | 120 | 0.25 | 0.21 | 0.08 | 0.07 | 0.50 | 0.42 | 0.41 | 0.34 | 0.25 | 0.21 | 1.25 |
| 7 | 1,600 | 3.00 | 0.19 | | | | | 2.00 | 0.13 | 0.50 | 0.03 | 0.35 |
| 8 | 90 | 1.00 | 1.11 | 0.80 | 0.88 | | | 0.20 | 0.22 | | | 2.21 |
| 9 | 1,200 | 2.00 | 0.17 | 0.50 | 0.04 | 2.00 | 0.17 | 4.00 | 0.33 | 1.00 | 0.08 | 0.79 |
| 10 | 1,600 | 3.00 | 0.19 | 2.00 | 0.13 | 1.50 | 0.09 | 7.00 | 0.44 | 1.00 | 0.06 | 0.91 |
| 平均 | 629 | | 0.36 | | 0.27 | | 0.15 | | 0.26 | | 0.07 | 1.11 |

カ 残飯利用農家の経営実態

残飯利用農家の経営内容についての、ききとりおよび記帳による調査の結果は、表30のとおりで、要約すると次のとおりである。

(ア) 給与飼料の構成割合

残飯を風乾物量に換算(推定)して、給与飼料中の配合割合をみると、おおよそ18%~70%まで(中)があったが、このうち25%~35%前後の利用割合が多く、このことは、残飯の養分組成からみて、その肉質とくに肉繋りに与える影響を配慮しているものと考えられる。また給与飼料の選分についても、おむね標準量に近い配合利用を行っていたが、一部に蛋白、カロリーとも不足するものがみられた。

(イ) 飼料給与量と発育速度

肥育開始から出荷までの間の1日平均給餌量は、1.4kgから2kgであり、この間の1日増体重では、353gから632gと変動が大きい。この原因として考えられることは、残飯給与と開始の発育に与える影響のほか、残飯の水分含量に対する理解不足から、その容積を基準に給与するため、実際の乾物給与量の不足をきたしていることであり、当然、給餌日量の少ない事例では、発育速度がおそく、またこの関連から、残飯利用率の高い事例も同様の傾向がみられており、飼料要求率も劣っているほか、事故率も高い傾向がうかがえる。

(ウ) 残飯給与上の問題点

調査事例の技術分析値を技術標準と比較すると、その

多くの事例が、さきに指摘したように、容積を基準にしているため、実際の乾物給与量が不足しているほか、残飯利用が屠体の品質に与える影響を配慮して、意識的に給与日量をおさえている例が多く、その結果発育速度や、飼料要求率に悪い影響を及ぼし、結果的に残飯利用の有利性が発揮できない経営となっている。現在のように、大型種間の雑種豚では、給与日量を増加して発育速度を早めても、屠体品質とくに厚脂についての懸念は少な

く、いわゆる「肉祭り」とくに脂肪の品質については、残飯の給与割合のなかで改善をはかるべきであろう。なお、一般に仕上飼料として、大麦が多く使用されているが、その効果を期待するには、少なくとも、給与飼料の3分の1程度は配合の必要があるものと考えられるが、この問題に関しては、なお今後の本研究のなかで明らかにしたい。

表 30 残飯利用農家の経営事例

| 区 分 | 単位 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
|-------------|--------|----------|-------|------------|--------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-------|------|
| 飼料構成 | 配合飼料 | % | 53.5 | 53.5 | 28 | 73.5 | 51.5 | 17 | 33.5 | 58 | 36 | 29.9 |
| | 単味飼料 | % | 28.5 | 21.5 | 46.8 | — | 18.5 | 46.7 | 26.0 | — | 7 | — |
| | 残飯(風乾) | % | 18.0 | 25.0 | 25.2 | 26.5 | 30.0 | 36.3 | 40.5 | 42 | 57 | 70.1 |
| | D C P | % | 10.4 | 10.1 | 10.4 | 11.0 | 9.4 | 8.3 | — | 11.0 | 10.3 | 7.4 |
| | T D N | % | 70.3 | 67.7 | 69.5 | 73.8 | 68.4 | 66.5 | — | 72.8 | 71.1 | 63.3 |
| 肥育期間の体重 | kg | 32.5~100 | 32~93 | 35.2~103.5 | 37~105 | 36.6~99.5 | 41.8~93.6 | 36.9~106 | 32.5~105 | 37.4~107 | 25~95 | |
| 1日平均増体重 | g | 632 | 520 | 405 | 408 | 353 | 499.8 | 526 | 508 | 467 | 462 | |
| 1日1頭当り平均給餌量 | kg | 2.2 | 1.8 | 1.6 | 1.5 | 1.4 | 1.97 | 1.8 | 2.0 | 1.61 | 1.99 | |
| 1頭当り飼料量 | kg | 237.6 | 214 | 266 | 254 | 258.5 | 204 | 246 | 287 | 244 | 289.5 | |
| 飼料要求率 | | 3.52 | 3.51 | 3.89 | 3.74 | 4.11 | 3.94 | 3.56 | 3.95 | 3.51 | 4.1 | |
| 事故率 | % | 2.18 | 1.8 | 3.2 | 7.5 | 6.6 | 2.6 | 6.27 | 5.7 | 8.9 | 5.1 | |
| 所得率 | % | 10.6 | 12 | 26 | 12.9 | 13.6 | 22.3 | 21.4 | 3.5 | 16.7 | 30 | |
| 生産原価に占める飼料費 | % | 32 | — | 28.3 | 36.7 | 28.6 | 20 | 26.2 | 27.2 | 29.6 | — | |

II. 残飯の成分調査

まえがき

実態調査の項で述べたように、残飯は都市ゴミとして多量に廃棄されている。このような貴重な資源を省資源の立場からも有効利用を計る必要がある。ところが残飯使用にあたっては、養豚経営上次の様な問題が指摘されている。

- ① 脂肪過多により軟脂豚になりやすく、と場で買いたたかれる。
- ② 季節、集荷場所、料理等により栄養のバラツキがある。
- ③ 夾雑物(タバコの吸殻、マッチ、紙、ビニール袋等)の混入がある。
- ④ 有害成分が含まれる可能性がある。

⑤ 水分が多いので、腐敗しやすく取扱いが不便である。

⑥ その他

以上のことを考慮して、残飯中の栄養成分の過不足やそのバラツキを調べ、かつ安全性をチェックした。更に残飯使用にあたっては均一性、保存性、流通性といった点を考え、乾燥処理残飯を製造し、その栄養成分、有害成分及び保存性を調査した。

調査結果および考察

1. 集団給食施設残飯

6ヶ所の集団給食施設で廃棄された残飯を60°C、3日間乾燥器で乾燥し、その後風乾したものを分析に供した。分析方法は表1のとおり行った。

表1 分析方法および分析基準 そのD)

| 分析項目 | 分析方法 | 分析基準 | 検出限界 |
|---------------|----------------------|---------------------------|----------|
| 水分 | 135°C 2時間 | 飼料分析基準、農林省肥飼料検査所, 52.12 | |
| 粗たん白質 C.P | ケルダール法 | " | |
| 粗脂肪 C.Fat | エーテル抽出法 | " | |
| 粗繊維 C.Fib | ろ過法 | " | |
| 粗灰分 C.A | マッフル炉灰化法 | " | |
| カルシウム Ca | 原子吸光法 | " | |
| リン P | 比色法 | " | |
| マグネシウム Mg | 原子吸光法 | 肥料分析法, 農林省農業技術研究所, 1977年版 | |
| ナトリウム Na | 炎光光度法 | 衛生試験法 | |
| カリウム K | " | " | |
| 塩素 Cl | 沈澱滴定法 | 肥料分析法, 農林省農業技術研究所, 1977年版 | |
| 銅 Cu | MIBK- DDTC 抽出, 原子吸光法 | 環境庁 | |
| 亜鉛 Zn | 原子吸光法 | 飼料分析基準, 農林省肥飼料検査所, 52.12 | |
| 有害金属 | | | |
| カドミウム Cd | MIBK- DDTC抽出, 原子吸光法 | 環境庁 | 0.01 ppm |
| 鉛 Pb | " | " | 0.1 ppm |
| 水銀 Hg | 還元気化法 | " | 0.01 ppm |
| ヒ素 As | 亜鉛カラム原子吸光法 | " | 0.01 ppm |
| ポリ塩化ビフェニル PCB | ガスクロ法-ピークパターン | | 0.01 ppm |

1-1 一般栄養成分

表2に一般栄養成分及びミネラルの分析結果を事業所別にまとめた。表3に残飯の構成割合をあげた。生水分は6.7~8.6%であり差がなく、事業所間の差はないと考えられる。粗たん白質は14.7~20.1%の範囲で事業所間の差が認められるが、分析数が少ないので残飯集荷日の料理の差が大きく影響し、断定できない。体重35~60kg

の豚の可消化粗たん白質要求量14%に対し、平均値で見るとDCPは16.3になり要求量を満していた。

粗脂肪は一点48.5%と非常に高い数値がみられた。この残飯には多量の食用油が入っていたものと推察される。

なお、この粗脂肪の分析データは他と比較して不当に高く、他の分析成分も低くする傾向があきらかなので割愛した。表2をみると粗脂肪は8.5~16.6%の範囲を示

すが、個々のデータを比較してみると、粗たん白質同様な事業所間の差はないと考えた方がよい。この二つの成分は料理のちがいに、たとえば魚・肉等の多いときは粗たん白質に、揚げ物・いため物等の多いときは粗脂肪に寄与する。平均値は12.2%と、一般市販の若豚配合飼料の4倍程度高い。

粗繊維は1.2%と他に比較して高い事務所があったが、この原因は紙、タバコの吸殻等の粗繊維含量の多い物の混入がいくらかあるのではないかと考えられる。他はほぼ一定であった。粗灰分も事業所間の差はないと考えられる。

カロリーの平均は4,619.9 cal であり、またTDNの平均が95.6と高カロリー飼料である。

次に季節別の差があるかどうかをみたのが表4であり、以下のことが推定できる。まず水分では秋季・夏季はほぼ同じで、冬季に低いのは、冬は湿度が低く乾燥しているためであろう。粗たん白質は秋季に高い傾向があり、これは肉・魚の占める割合が秋に多いためであろう。粗脂肪は水分と同様秋季・夏季はほぼ同じであるが、冬季は逆に高かった。粗繊維には季節差はない。表3-2に示すように夏季に米飯が多いことが、粗灰分の値を低くしている。

以上残飯中の一般栄養成分は、分析数が少ないので断定できないが、事業所間の差はないが季節差はあると考えられる。米国の残飯の飼料成分は季節による差異は少しいということと、反対傾向を示した。

表2 集団給食施設残飯の一般栄養成分(事業所別) 風乾物中 単位：%

| 事業所 | 水分 | 粗たん白質 | 粗脂肪 | 粗繊維 | NFE | 粗灰分 | 生水分 | 分析数n | Ca1 | DCP | TDN |
|------|-----|-------|------|-----|------|-----|------|------|---------|------|-------|
| No.1 | 8.6 | 19.4 | 10.8 | 0.5 | 53.5 | 7.2 | 75.6 | 6 | (4)4606 | 18.0 | 92.9 |
| No.2 | 7.5 | 17.8 | 16.6 | 0.7 | 50.5 | 6.9 | 70.8 | 3 | (2)4667 | 16.5 | 100.6 |
| No.3 | 7.7 | 20.1 | 11.8 | 0.5 | 52.1 | 7.8 | 64.7 | 3 | (2)4457 | 18.6 | 94.2 |
| No.4 | 7.2 | 14.7 | 14.9 | 1.2 | 55.9 | 6.1 | 73.4 | 3 | (2)4990 | 13.6 | 99.7 |
| No.5 | 8.6 | 15.0 | 8.5 | 0.6 | 62.8 | 4.5 | 66.9 | 3 | (2)4396 | 13.9 | 93.1 |
| No.6 | 6.7 | 15.8 | 11.9 | 0.7 | | 6.1 | - | 1 | | | |
| 全平均 | 8.0 | 17.6 | 12.2 | 0.7 | 54.9 | 6.6 | | 1.9 | 4619.9 | 16.3 | 95.6 |

表3-1 集団給食施設残飯の構成材料(事業所別) 単位：%

| 事業所 | 構成材料 (n=3) | | | | | | 朝・昼・夕食混合 |
|-----|------------|-------|-------|-------|--------|-------|----------|
| | 米飯 | パン | めん | 肉・魚 | 野菜果物 | その他 | |
| 1 | 0 | 19.7 | 16.6 | 14.2 | 45.7 | 3.8 | 朝・昼・夕食混合 |
| 2 | 52.9 | 7.7 | 0 | 12.5 | 21.7 | 5.2 | |
| 3 | 51.8 | 0 | 0 | 31.0 | 16.8 | 0.4 | |
| 4 | 39.5 | 0 | 0 | 14.3 | 40.3 | 5.9 | |
| 5 | 51.2 | 0 | 6.8 | 15.4 | 14.6 | 12.0 | |
| 平均 | 39.08 | 5.48 | 4.68 | 17.48 | 27.82 | 5.46 | |
| | ±22.51 | ±8.62 | ±7.29 | ±7.63 | ±14.22 | ±4.22 | |

表3-2 集団給食施設残飯の構成材料(季節別) 単位：%

| 季節別 | 構成材料 n=5 | | | | | |
|------------|----------|-----|-----|------|-------|-----|
| | 米飯 | パン | めん | 肉・魚 | 野菜・果物 | その他 |
| 秋(10月~11月) | 32.7 | 3.3 | 2.9 | 18.6 | 33.0 | 9.5 |
| 冬(2月~3月) | 37.4 | 6.7 | 7.8 | 16.8 | 27.7 | 3.6 |
| 夏(7月~8月) | 47.2 | 6.4 | 3.3 | 17.1 | 22.7 | 3.3 |

表4 集団給食施設残飯の一般栄養成分(季節別) 風乾物中 単位：%

| 季節 | 水分 | 粗たん白質 | 粗脂肪 | 粗繊維 | 粗灰分 | 分析数n |
|------|-----|-------|------|-----|-----|------|
| 51年秋 | 8.9 | 19.4 | 11.5 | 0.6 | 7.5 | 7 |
| 52年冬 | 6.6 | 16.7 | 13.6 | 0.7 | 7.2 | 7 |
| 52年夏 | 8.7 | 16.4 | 11.3 | 0.8 | 4.4 | 5 |

1-2 ミネラル

一般栄養成分と同様に、ミネラルの分析結果を事業所別に表5にまとめた。

カルシウムは0.14～0.99%で大きなバラツキがあり、事業所間の差がありそうだが、この表にまとめる前の個々のデータを検討してみると大きな数字が出て、偶然性が高いので、事業所間の差とは考えにくい。若豚(体重35～60kg)の要求量0.5%に対して、全平均値で0.56%であり要求量を満した。

リンは大部分の事業所で0.2%台であったが、No3の事業所のみ0.67%と高かった。この原因として考えられるものに、残飯構成割合(表3-1参照)中の肉・魚が31%と他の事業所11～15%と比較して高率であった。全平均値は0.34%であり要求量0.4%より低かった。

マグネシウムもカルシウムと同様の意味で、事業所間の差はないと思われる。要求量をみると0.03～0.20%に対し、全平均値0.06%なので、要求量を満足している。

ナトリウムと塩素は食品に本来含まれる量は、この残飯の分析値と比較すると、一般に1桁低いので、残飯中の食塩の寄与が大部分であると考えられる。事実各分析データのナトリウム(Na)から食塩(NaCl)に換算した数値と、塩素(Cl)からそれに換算した数値はよく合うことも、そのことを裏付けている。Ca同様事業所間の差はない。豚の食塩の中毒量2%に対し、ナトリウムの全平均値1.77%を食塩換算すると4.50%(塩素より換算すると4.55%)と2倍以上オーバーしているので、使用にあたっては注意が必要である。

カリウムも事業所間の差はないし、全平均値0.42%なので若豚の要求量0.25%を満している。銅、亜鉛の事業所間の差もない。しかし銅、亜鉛の若豚の要求量はそれぞれ10、50ppmに対し、銅の全平均値3.0ppm、亜鉛の全平均値23.6ppmとかなり下回った。

ミネラルについて、季節変動を表6に示した。カルシ

ウムは秋季と冬季は約0.70%近くの値に対し、夏季は0.22%と約3分の1であった。リン、マグネシウム、カリウム、亜鉛はどれも秋季、冬季、夏季といった順に低くなる。このことは表3-2の季節別構成材料の米飯の割合が秋季、冬季、夏季といった順に増加することと符合する。ちなみに玄米のリン、マグネシウム、カリウム、亜鉛の含量は、森本宏によると、次の様である。即ち水分:11.0%、リン:0.23%、マグネシウム:0.06%、カリウム:0.15%、亜鉛:18ppm。この数値と52年夏季のそれとは、カリウム以外よく似ている。食塩の量も同様秋季、冬季、夏季といった具合に減少している。この理由も残飯中の米飯割合によるものであろう。銅には季節差はない。

以上のことから一般にミネラルは事業所間の差はみられないが、季節差はあると云えよう。

1-3 脂肪酸組成

豚は特に脂肪含量の高い飼料を与えると、その脂肪の質が飼料中の脂肪の性質に影響される。軟らかい脂肪を作るといわれるトウモロコシの脂肪酸組成は不飽和脂肪酸が多く、リノール酸が61.9%、オレイン酸が24.1%で両者で86%を占めている。また、残飯の脂肪酸組成では、不飽和脂肪酸の割合が高いといわれているので、集団給食の残飯の脂肪酸組成を示したのが表6である。その結果、調査した脂肪酸組成の平均値では、パルミチン酸が20.7%、オレイン酸が34.4%、リノール酸が24.8%であった。オレイン酸とリノール酸で59.2%でありトウモロコシの86%に比べると少ないが、不飽和脂肪酸として66.4%あり、これを多給すると体脂肪を軟らかくすると思われる。また、大豆油など植物油はオレイン酸に比べリノール酸が多い。一方豚脂など動物油脂はその逆である。残飯中の脂肪酸組成から動物性油脂が多いように思われる。

表5 集団給食施設残飯のミネラル(事業所別)

乾物中 単位:% 但しCu, Znのみppm

| 事業所 | カルシウム Ca | リン P | マグネシウム Mg | ナトリウム Na | カリウム K | 塩素 Cl | 銅 Cu | 亜鉛 Zn | 分析数 n |
|------|-------------|---------|--------------|-------------|-----------|----------|---------|----------|----------|
| No 1 | 0.57 | 0.34 | 0.07 | 1.93 | 0.42 | 3.11 | 3.3 | 29.9 | 6 |
| No 2 | 0.99 | 0.22 | 0.06 | 1.47 | 0.53 | 2.28 | 2.7 | 19.5 | 3 |
| No 3 | 0.97 | 0.67 | 0.07 | 1.97 | 0.36 | 2.95 | 3.3 | 22.8 | 3 |
| No 4 | 0.24 | 0.26 | 0.05 | 1.80 | 0.49 | 2.86 | 2.4 | 19.6 | 3 |
| No 5 | 0.14 | 0.21 | 0.05 | 1.48 | 0.32 | 2.21 | 3.1 | 18.6 | 3 |
| No 6 | 0.14 | 0.24 | 0.04 | 1.90 | 0.38 | 3.00 | 3.0 | 27.4 | 1 |
| 全平均 | 0.56 | 0.34 | 0.06 | 1.77 | 0.42 | 2.76 | 3.0 | 23.6 | 19 |

表6-1 残飯の脂肪酸組成と融点

単位：%

| 区分 | C12 | C14 | C16 | C16-1 | C18 | C18-1 | C18-2 | C18-3 | 融点 |
|-----|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|
| 1-1 | 0.23 | 2.40 | 21.78 | 2.80 | 8.92 | 34.89 | 26.02 | 2.96 | 23.6°C |
| 1-2 | 0.24 | 6.75 | 23.46 | 4.83 | 5.49 | 32.63 | 22.20 | 4.41 | 15.2 |
| 1-3 | 0.19 | 0.90 | 15.02 | 2.03 | 8.43 | 31.68 | 36.12 | 5.64 | 18.8 |
| 1-4 | 0.14 | 0.90 | 16.29 | 2.42 | 6.13 | 33.76 | 34.97 | 5.38 | 15.9 |
| 2-1 | 0.21 | 2.23 | 18.70 | 3.14 | 6.52 | 38.07 | 28.24 | 2.88 | 19.2 |
| 2-2 | 0.15 | 1.77 | 22.03 | 3.24 | 9.44 | 42.96 | 19.07 | 1.34 | 27.8 |
| 3-1 | 0.64 | 15.05 | 35.76 | 7.55 | 8.13 | 31.71 | 11.5 | — | 29.3 |
| 3-2 | 0.13 | 5.07 | 21.89 | 3.39 | 6.56 | 31.99 | 28.36 | 2.60 | 16.7 |
| 4-1 | 0.06 | 0.68 | 11.70 | 1.48 | 8.79 | 27.00 | 34.76 | 15.53 | 5°C以下 |
| 4-2 | 0.1 | 4.90 | 24.00 | 5.77 | 7.88 | 40.44 | 14.66 | 2.24 | 21.8 |
| 5-1 | 0.12 | 1.29 | 19.84 | 3.10 | 7.50 | 37.80 | 27.34 | 3.01 | 19.2 |
| 5-2 | 0.10 | 4.98 | 22.28 | 5.54 | 6.17 | 33.13 | 24.77 | 3.03 | 17.1 |
| 平均 | 0.19 | 3.97 | 20.67 | 3.88 | 7.83 | 34.39 | 24.84 | 4.60 | 20.42 |

表6-2 集団給食施設残飯のミネラル(季節別)

乾物中 単位：% 但しCu, Znのみppm

| 季節 | カルシウム Ca | リン P | マグネシウム Mg | ナトリウム Na | カリウム K | 塩素 Cl | 銅 Cu | 亜鉛 Zn | 分析数 n |
|------|-------------|---------|--------------|-------------|-----------|----------|---------|----------|----------|
| 51年秋 | 0.69 | 0.45 | 0.07 | 2.09 | 0.49 | 3.16 | 3.0 | 30.3 | 7 |
| 52年冬 | 0.66 | 0.29 | 0.06 | 1.89 | 0.43 | 2.95 | 2.9 | 20.5 | 7 |
| 52年夏 | 0.22 | 0.25 | 0.04 | 1.15 | 0.31 | 1.95 | 3.1 | 18.3 | 5 |

1-4 有害金属

公害病の原因物質として重要なカドミウムCd・鉛Pb・水銀Hg・ヒ素As等の有害金属は家畜にも障害を与え、更にその影響が畜産物から人体に移行する可能性があるため、これらの有害金属の安全性のチェックという立場から分析を実施した。その結果を表7事業所別、表9季節別に示した。

即ち、表7のNo.3, No.6各事業所は共にカドミウム、鉛が他に比較して、顕著に高かった。この二つの金属とも、飼料中の規制値はないが、カドミウムは米で1ppm(厚生省)、鉛は農業使用規制のために一部の野菜・果実に1~5ppmの範囲で行われている。カドミウムの全平均は0.15ppmであり、この規制値以下である。鉛のそれは1.0ppmであり、全平均と一致していた。水銀

表7 集団給食施設残飯の有害金属(事業所別)

乾物中 単位：ppm

| 事業所 | カドミウム Cd | 鉛 Pb | 水銀 Hg | ヒ素 As | 分析数 n | PCB | n |
|------|-------------|---------|----------|----------|----------|------|---|
| No.1 | 0.10 | 0.7 | 0.04 | 0.34 | 6 | N.D | 3 |
| No.2 | 0.03 | 0.7 | N.D | 0.03 | 3 | N.D | 3 |
| No.3 | 0.46 | 2.0 | 0.03 | 1.00 | 3 | 0.03 | 3 |
| No.4 | 0.03 | 0.3 | 0.04 | 0.64 | 3 | N.D | 3 |
| No.5 | 0.05 | 0.3 | 0.01 | 0.51 | 3 | N.D | 3 |
| No.6 | 0.60 | 4.0 | 0.03 | 0.72 | 1 | | 3 |
| 全平均 | 0.15 | 1.0 | 0.03 | 0.49 | 19 | N.D | |

は事業所間の差が見られるが、どの事業所残飯も量的には多く含まれていない。水銀の魚介類の規制値は0.3ppm(厚生省)であるから、残飯は10分の1であり安全性の問題はないであろう。ヒ素はNo3の事業所は1.00ppmと高く、No2の事業所は0.03ppmと非常に低かった。ヒ素の規制値も鉛と同様、農業使用規制のために一部の野菜・果実に1~35ppm(As₂O₃として)であり、規制値以下である。

この結果No2事業所はどの有害金属も低く、No3、No6各事業所は水銀以外のカドミウム、鉛、ヒ素およびPCBが比較的高くなる傾向があり、事業所間の差がみられた。このことは残飯構成材料中の肉・魚の割合が多いこととの関連性が考えられるので、さらにその原因を究明するために、No3事業所残飯および肉・魚、野菜並びに調理前のかす(大根の葉、魚の頭等)のカドミウム、鉛、ヒ素の分析を行い表8に示す結果を得た。即ちカドミウムは肉・魚<野菜の傾向を示し、常識に反するようであるが、データは乾物あたりなので錯覚しやすいが、調理前かすは、それらより有意に高いようである。この理由は解明しなかったが、本事業所のカドミウム含量が高いのは、ここに原因があるのかもしれない。一方鉛は、肉・魚、野菜、調理前かすの種類別の差はみられないし、又表7のデータより低いので、残飯の材料以外からの汚染かもしれない。最後にヒ素をみると、肉・魚が1.74、0.76ppmと高いし、その他の野菜、調理前かすも0.14~0.59ppmとかなり高いので、この事業所のヒ素が高いのは、食品による寄与であると推察できる。

次に季節差が残飯中の有害金属にあるかをみたのが表9である。カドミウムは秋季0.30ppmと高いが、これは、2点ばかり高い数値がみられたので、平均値として高くなったためである。鉛も秋季に高いものがあつたため、平均値では1.7ppmと冬季や夏季より高くなった。水銀は含量もすくないのでほぼ一定とみてよいであろうし、ヒ素は0.5ppm前後であった。以上のことから残飯中の有害金属の季節差はないものと考えられる。

PCBはNo3の事業所が平均0.03ppmでありNo1とNo4でそれぞれ1検体0.01ppmのものが認められながら、飼料中の規制値が0.5ppm以下であり問題にならない。

2. 乾燥処理残飯

試料は残飯商から購入し、実験プラント(処理量200~400kg/回、くわしくはIV項参照)で真空乾燥処理したものを使用した。加工にあたっては、脂肪過多を防ぐためと、処理しやすくするため適宜フスマをまぜた。分析方法は前と同様表1によつた。表1以外の成分は表10により行った。なおこの処理残飯は次の項で述べる肥育試験に用いた飼料である。

表8 集団給食センター事業所No3の種類別有害金属 乾物中 単位: ppm

| 種類 | カドミウム Cd ppm | 鉛 Pb ppm | ヒ素 As ppm |
|---------------|-----------------|-------------|--------------|
| 肉・魚 4/17 | 0.17 | N.D | 0.76 |
| 野菜 4/17 | 0.30 | 0.8 | 0.59 |
| 調理前かす 4/18 | 0.41 | 0.9 | 0.27 |
| 残飯 4/18 | 0.07 | 0.4 | 0.63 |
| 調理前かす 4/19 | 1.14 | N.D | 0.14 |
| 肉・魚 4/19 | 0.08 | N.D | 1.74 |
| 野菜 4/19 | 0.12 | N.D | 0.67 |

表9 集団給食施設残飯の有害金属(季節別)

乾物中 単位: ppm

| 季節 | カドミウム Cd | 鉛 Pb | 水銀 Hg | ヒ素 As | 分析回数 |
|------|-------------|---------|----------|----------|------|
| 51年秋 | 0.30 | 1.7 | 0.03 | 0.45 | 7 |
| 52年冬 | 0.07 | 0.5 | 0.04 | 0.46 | 7 |
| 52年夏 | 0.06 | 0.6 | 0.01 | 0.58 | 5 |

表10 分析方法および分析基準 その(2)

| 分析項目 | 分析方法 | 分析基準 |
|--------------|------------------------------|---|
| アミノ酸 | 一般のアミノ酸 システチン トリプトファン | 塩酸加水分解法 過キ酸分解法 DAB法 |
| 有害成分 | 亜硝酸態窒素 NO ₂ -N | 比色法 |
| | 塩化ビニルモノマー VCM T-BHC | 空室追い出し法 ガスクロ法 |
| 過酸化物質 POV | 滴定法 | 作物分析法委員会編「栽培植物分析測定法」 塩ビ食品衛生協議会、会報No34、1976.3 飼料分析基準、農林省肥飼料検査所、52.12 飼料分析基準、農林省肥飼料検査所、52.12 |

表 11 乾燥処理残飯の構成材料

| | 米 | 肉・魚 | 野菜 | パン | メン類 | その他 | 水分 |
|------|---------------|--------------|--------------|-------------|------------|-------------|--------------|
| No 1 | 30.75 | 12.36 | 42.41 | 10.57 | 1.18 | 2.73 | 73.6 |
| No 2 | 43.96 | 24.80 | 23.28 | 0.43 | 6.53 | 1.00 | 68.94 |
| No 3 | 24.46 | 14.56 | 41.66 | 15.98 | 0.59 | 2.75 | 69.1 |
| No 4 | 26.97 | 19.61 | 38.31 | 6.83 | 1.26 | 7.02 | 74.69 |
| No 5 | 22.67 | 34.14 | 22.32 | 9.45 | 7.56 | 3.87 | 70.26 |
| No 6 | 28.01 | 21.28 | 48.15 | 0 | 1.60 | 0.97 | 75.44 |
| No 7 | 3.34 | 20.62 | 41.46 | 15.09 | 16.75 | 2.74 | 64.39 |
| No 8 | 25.86 | 37.91 | 28.23 | 6.96 | 0.21 | 0.82 | 66.05 |
| No 9 | 32.51 | 22.29 | 27.83 | 5.24 | 8.11 | 4.03 | 70.47 |
| No10 | 17.25 | 15.02 | 40.97 | 21.24 | 1.78 | 3.74 | 69.63 |
| No11 | 11.80 | 31.17 | 32.72 | 11.22 | 9.32 | 3.76 | 69.66 |
| No12 | 7.12 | 20.77 | 41.61 | 13.79 | 10.77 | 5.94 | 74.76 |
| No13 | 22.59 | 27.86 | 38.29 | 1.28 | 6.64 | 3.34 | 73.0 |
| No14 | 17.32 | 28.92 | 37.83 | 7.66 | 5.38 | 2.89 | 72.4 |
| 平均 | 22.47 ± 10.62 | 23.67 ± 7.56 | 36.08 ± 7.88 | 9.67 ± 5.90 | 5.55 ± 4.8 | 3.26 ± 1.75 | 70.89 ± 3.29 |

2-1 一般栄養成分

分析結果は表12に示すとおりであり、この表は水分を8%として換算したものであるが、前述の集団給食施設の結果と対比しながら考察を行なう。

粗たん白質、粗脂肪は集団給食施設残飯より高めであり、粗たん白質は魚・肉の割合が24%と多いことが原因として考えられ、豚の要求量を満足しているが、粗脂肪の18.9%は過剰である。文献値と比較すると、粗たん白質は両方の残飯とも1σ以内におさまった。ところが乾燥処理残飯の粗脂肪は、2σ以内にも入らなかったほど異常に粗脂肪が高い残飯といえそうだ。粗脂肪が高いということは東京都残飯の特長の一つかどうか、更に検討する必要がある。集団給食施設残飯の粗繊維は0.7%と乾燥処理残飯3.1%、文献値4%とくらべて格段に低い。紙、タバコの吸殻、ビニール袋の異物が少く、良質な残飯であり、粗灰分は両方とも文献値の1σ以内であった。

2-2 ミネラル

乾燥処理残飯のミネラルの分析結果は表13のとおりで、一般栄養成分と同様集団給食施設残飯の結果も再度記載した。

乾燥処理残飯と集団給食残飯と比較すると、ナトリウムと塩素を除くとすべて高くなった。一つ一つみていくと、カルシウム0.97%、リン0.51%、マグネシウム0.13%と約2倍高く、カリウムと亜鉛は3割ほど高かった。残飯構成割合表3-1と表11と比較すると、乾燥処理残飯は穀類(米飯+パン類+メン類)が38%で、集団給食

施設残飯の穀類(米飯+パン類+めん類)の57%より非常に少ない。このことは1-2で述べたように、米飯が多いとミネラルは減少することと合致する。又米飯が多いと食塩は逆に減少する。

つぎに、銅は8倍も高くなった。この理由は3の変動係数のところで触れる。食塩は約半分減少した。

次に豚の養分要求量で不足しているものは、集団給食施設残飯と同様亜鉛があった。要求量50ppmに対し39.7ppm。その他のミネラルは要求量を満していた。一方過剰なものとして、やはり食塩があった。しかし集団給食施設残飯ほどではなく、中毒量の1割程度増であった。

表12 集団給食施設残飯と乾燥処理残飯の一般栄養成分(乾燥物中)

| | | 水分 | 粗たん白質 | 粗脂肪 | 粗繊維 | 粗灰分 | 分析数 |
|--------|-----------------|------|-------|------|-----|-----|-----|
| 集団給食施設 | 平均値 \bar{X} % | 8.0 | 17.6 | 12.2 | 0.7 | 6.6 | 19 |
| | 標準偏差 σ | 2.4 | 4.5 | 4.5 | 0.4 | 2.1 | |
| | 変動係数C% | 31 | 26 | 37 | 5.4 | 32 | |
| 乾燥処理 | 平均値 \bar{X} % | 11.1 | 21.1 | 18.9 | 3.1 | 6.0 | 16 |
| | 標準偏差 σ | 3.7 | 3.2 | 2.5 | 0.5 | 0.7 | |
| | 変動係数C% | 33 | 15 | 13 | 16 | 12 | |
| 文献値 | 平均値 \bar{X} % | 8.0 | 20.8 | 8.9 | 4 | 7.4 | |
| | 標準偏差 σ | 6 | 6 | 4 | 1 | 3 | 55 |

$$C; \text{変動係数} C = \frac{\sigma}{\bar{X}} \times 100(\%)$$

文献値；日本飼養標準1975年により、水分8%に換算

表13 集団給食施設残飯と乾燥処理残飯のミネラル

乾物中

| | カルシウム Ca | リン P | マグネシウム Mg | ナトリウム Na | カリウム K | 塩素 Cl | 銅 Cu | 亜鉛 Zn | n | |
|-----------------------|-----------------|---------|--------------|-------------|-------------------------|---------------|----------------|----------|------|----|
| 集団給食施設 | 平均値 \bar{X} % | 0.56 | 0.34 | 0.06 | 1.77 (4.50) | 0.42 | 2.76 (4.55) | 3.0 | 23.6 | 19 |
| | 標準偏差 σ | 0.59 | 0.26 | 0.02 | 0.52 | 0.12 | 0.81 | 0.6 | 10.6 | |
| | 変動係数 C % | 106 | 79 | 34 | 29 | 29 | 29 | 19 | 45 | |
| 乾燥処理 | 平均値 \bar{X} % | 0.97 | 0.51 | 0.13 | Δ 0.90 (2.29) | Δ 0.57 | 1.25 (2.06) | 23.3 | 39.7 | 16 |
| | 標準偏差 σ | 0.31 | 0.07 | 0.02 | 0.13 | 0.04 | 0.17 | 15.1 | 9.4 | |
| | 変動係数 C % | 32 | 14 | 15 | 14 | 7 | 14 | 65 | 24 | |
| 若豚 (35~60 kg) 要分要求量 % | 0.5 | 0.4 | 0.03~0.20 | 0.10 | 0.25 | 0.15 | 10 | 50 | | |
| 豚の中毒量 % | | | | (2) | | (2) | 250 | 2,000 | | |

平均値 \bar{X} , 若豚要分要求量および豚の中毒量 Cu, Zn の単位 ppm

() 内の数値は NaCl 換算値

表14 配合飼料および配合飼料+残飯のアミノ酸組成

風乾物中

| アミノ酸 | 対照 | 残飯 (10%) | 残飯 (30%) | 必須アミノ酸要求量 [*] |
|-------------------------|------|----------|----------|------------------------|
| アスパラギン Asp | 1.26 | 1.08 | 1.07 | |
| スレオニン Thr | 0.62 | 0.56 | 0.54 | 0.39 |
| セリン Ser | 0.66 | 0.59 | 0.56 | |
| グルタミン Glu | 2.57 | 2.36 | 2.33 | |
| グリシン Gly | 0.62 | 0.77 | 0.72 | |
| アラニン Ala | 0.81 | 0.72 | 0.70 | |
| シスチン Cys | 0.29 | 0.29 | 0.29 | |
| バリン Val | 0.64 | 0.63 | 0.59 | 0.44 |
| メチオニン Met | 0.33 | 0.42 | 0.31 | |
| イソロイシン Ileu | 0.54 | 0.51 | 0.47 | 0.44 |
| ロイシン Leu | 1.19 | 0.97 | 0.92 | 0.52 |
| チロシン Tyr | 0.59 | 0.54 | 0.51 | |
| フェニルアラニン Phe | 0.69 | 0.61 | 0.59 | |
| リジン Lys | 0.62 | 0.73 | 0.59 | 0.67 |
| ヒスチジン His | 0.40 | 0.37 | 0.31 | 0.16 |
| アルギニン Arg | 0.84 | 0.92 | 0.83 | 0.18 |
| プロリン Pro | 0.86 | 0.57 | 0.67 | |
| トリプトファン Trp | 0.52 | 0.53 | 0.53 | 0.11 |
| メチオニン Met + シスチン Cys | 0.62 | 0.71 | 0.60 | 0.46 |
| フェニルアラニン Phe + チロシン Tyr | 1.28 | 1.15 | 1.10 | 0.44 |

2-3 アミノ酸

豚の肥育試験に用いた配合飼料（対照）と、その配合飼料に乾燥処理残飯を10%、30%配合した飼料を分析に供した。その結果が表14のとおり、18種のアミノ酸のデータを得た。

この表をみると、必須アミノ酸12種の内要求量以下はリジンで、要求量の0.67%に対し、対照0.62%、残飯〔10%〕0.73%、残飯〔30%〕0.59%であった。その他の必須アミノ酸は要求量以上であり問題はない。対照と残飯配合10%、30%をくらべると、後者のアミノ酸は多少低い傾向があるが、大差はないので残飯10~30%の配合は可能と思われる。

4 有害金属

有害金属についても、集団給食施設と同様分析を行い表15に示す結果を得た。

カドミウムと水銀は集団給食施設とまったく同じ結果になった。鉛は8割アップで、ヒ素は逆に半分近くであった。これら4つの有害金属は残飯中に、ほぼこの表の程度含まれるものと考察された。

2-5 有害成分

有害成分として、亜硝酸態窒素、塩化ビニールモノマー、T-BHCについて分析を行った。亜硝酸態窒素は体内でニトロソアミンとなり、それが発ガン性があるといわれている。塩化ビニールモノマーは塩ビ製品の原料で、これも発ガン性があると報告されている。残飯中には、塩ビ製品が散見されるので、この含量を調べた。最後のT-BHCは製造、使用禁止になった農薬であるが、これも安全性の観点から残留度を調べた。

これら有害成分の分析結果が表16である。亜硝酸態窒素は0.1ppmが2点で、他は検出限界以下であった。ついで2ppm前後という報告があるが、検出されたものでもその20分の1程度であり問題はない。塩化ビニールモノマーは瘍跡が1点あったのみで、他は検出限界以下であった。その理由として次の二点が考えられる。即ち、塩化ビニール製造業者等で構成している塩ビ食品衛生協議会があり、この協会が塩化ビニールの材質を1ppm以下と自主規制している。この規制値であると食品中に塩化ビニールモノマーの溶出がない。又この物質の沸点が-13.7°Cと氷点下以下であるので、加工処理の加熱により飛散する可能性もある。更に加工処理中に生ずるピンポン玉よりいく分小さい残渣（特にビニール袋を多く含む）の塩化ビニールモノマーの分析を行った。なお蛇足ながら、この残渣はフルイによって取り除かれ、飼料としては使用しない。その結果、0.006ppmが1点、瘍跡が1点で他は検出限界以下であった。次のT-BHCは2点とも0.02ppmで安全性には問題がないと思われる。

表15 集団給食施設と乾燥処理残飯の有害金属

| | | 乾物中 | | | | |
|--------|-----------------|-------------|---------|----------|----------|----------|
| | | カドミウム Cd | 鉛 Pb | 水銀 Hg | ヒ素 As | 分析数 n |
| 集団給食施設 | 平均値 $\bar{x}\%$ | 0.15 | 1.0 | 0.03 | 0.49 | 19 |
| | 標準偏差 σ | 0.29 | 1.1 | 0.03 | 0.44 | |
| | 変動係数 C% | 188 | 111 | 97 | 90 | |
| 乾燥処理 | 平均値 $\bar{x}\%$ | 0.15 | 1.8 | 0.03 | 0.26 | 15 |
| | 標準偏差 σ | 0.08 | 1.3 | 0.03 | 0.33 | |
| | 変動係数 C% | 52 | 72 | 74 | 122 | |

表16 乾燥処理残飯の有害成分

| | 亜硝酸態窒素 NO ₂ -N | 塩化ビニールモノマー VCM | T-BHC |
|--------------|------------------------------|-------------------|-----------|
| 検出値 | 0.1ppm×2 | 0 | 0.02ppm×2 |
| 痕跡 Trace | 0 | 1 | 0 |
| 検出限界以下 ND | 14 | 14 | 0 |
| 分析数 n | 16 | 15 | 2 |

2-6 保存性

残飯中の脂肪が多いため加工処理残飯を保存中に脂肪変敗があると思われるので、3カ月間でどの程度酸化を受けるか試験した。

試験区は、抗酸化剤を入れない無添加区、酸化剤としてBHAを0.03%含んだBHA区およびエトキシキンで0.03%含んだエトキシキン区について、それぞれ飼料袋に入れたものとブリキの缶に入れたもの合計6区で試験を行なった。試験は53年7月17日から開始し、1週間ごとに酸化の指標として過酸化物質を調べた。

図1は加工処理残飯中の過酸化物質の変化を表わしたものである。各区とも過酸化物質は漸増傾向にあり、過酸化物質をy、週をxとすると次のような式で表わすことができる。

- 無添加(カン) $y=9.497+1.316x \quad r=0.915$
 - 無添加(袋) $y=9.476+1.275x \quad r=0.883$
 - BHA(カン) $y=7.417+0.992x \quad r=0.832$
 - BHA(袋) $y=7.494+0.862x \quad r=0.935$
 - エトキシキン(カン) $y=2.981+0.684x \quad r=0.946$
 - エトキシキン(袋) $y=2.911+0.613x \quad r=0.869$
- 無添加区、BHA区およびエトキシキン区において紙袋とブリキ缶の間にはほとんど差がないように思われる。無添加区が他の2区に比べ酸化を受けやすかった。エト

キシキン区はBHA区よりさらに酸化を受けにくかった。無添加区の最高値は30ぐらいで、過酸化値100以下では豚の成長に影響はないので、3カ月程度の保存では問題になるような変敗はないように推定される。

3. 変動係数と相関関係

3-1 変動係数

残飯の種類によって、一般栄養成分、ミネラル、有害金属のバラツキがあるということは推察できるが、実際の程度のバラツキがあるかを調べ、残飯使用の一助にしたい。この目的で、バラツキの指標として変動係数を求めて、表12,13,15に記載した。

集団給食施設残飯の変動係数からみていくと、水分31%、粗たん白質26%、粗脂肪37%、粗灰分32%とほぼ30%前後であった。ただ粗繊維は54%と高かった。一方ミネラルもマグネシウム34%、ナトリウム29%、カリウム29%、塩素29%と30%前後であった。カルシウム106%、リン79%、亜鉛45%と高く、銅は19%と一番バラツキがなかった。有害金属はバラツキが大きく、カドミウム188%、鉛、水銀、ヒ素は約100%であった。

乾燥処理残飯の水分は33%と集団給食施設残飯と同じ程度であったが、粗たん白質15%、粗脂肪13%、粗繊維16%、粗灰分12%と約15%で一定しており、集団給食施設残飯の半分であった。同様のことがミネラルにもいえる。表13に示すように、リン、マグネシウム、ナトリウム、塩素は約15%である。但し亜鉛は24%と少し高いが、集団給食施設残飯の約半分であった。カルシウムは32%で約3分の1であった。カリウムは7%と小さく、同一残飯と考えても良いほどバラツキがない。このように集団給食残飯のバラツキの半分かそれ以下である理由として次のことが考えられる。集団給食施設残飯は6カ所からの集荷で、季節も秋、冬、夏季にわたった。それに対し乾燥処理残飯は、残飯商から購入したもので同一場所から集荷された可能性もあり、更に季節も同じ時季である。逆に銅は65%とかなりバラツキをみせた。特に銅の含量は約8倍も高いし、又一般食品の銅含量は乾物当りで10ppm以下なので、食品以外からの混入が推察できる。有害金属は52~122%の範囲の変動で、銅と同様ヒ素のみが、集団給食施設残飯よりバラツキが大きかった。

これらの変動係数と各成分の関係を図2に示した。又参考までに同一の配合飼料を34ヶ所の実験室で分析したときの変動係数をみたものがある。それは昭和53年度「共通試料による手合せ分析検討会」千葉県飼料品質改善研究会で、それによると水分3.8%、粗たん白質1.3%、粗繊維6.5%、リン3%、カルシウム6.6%である。

表17 集団給食施設残飯の構成材料並びに各成分の相互の相関

| | 相関係数R | 回 帰 直 線 | 判定 |
|-------------|-------|-----------------------|----|
| 米 飯 : C.Fat | -0.58 | $y = -0.119x + 17.22$ | ○ |
| " : K | -0.58 | $y = -0.003x + 0.56$ | ○ |
| 肉・魚 : C.P | 0.57 | $y = 0.290x + 13.03$ | ○ |
| " : C.Fib | -0.48 | $y = -0.020x + 1.04$ | ○ |
| " : P | 0.61 | $y = 0.018x + 0.04$ | ◎ |
| " : Cd | 0.50 | $y = 0.015x - 0.13$ | ◎ |
| " : As | 0.75 | $y = 0.036x - 0.11$ | ◎ |
| 野 菜 : C.Fat | 0.65 | $y = 0.218x + 6.18$ | ◎ |
| " : C.Fib | 0.52 | $y = 0.014x + 0.33$ | ○ |
| " : K | 0.81 | $y = 0.007x + 0.23$ | ◎ |
| C.P : C.A | 0.59 | $y = 0.278x + 1.68$ | ◎ |
| " : P | 0.67 | $y = 0.039x - 0.35$ | ◎ |
| " : Mg | 0.77 | $y = 0.003x - 0.00$ | ◎ |
| C.Fat : K | 0.48 | $y = 0.013x + 0.26$ | ○ |
| C.A : P | 0.60 | $y = 0.075x - 0.16$ | ◎ |
| " : Mg | 0.84 | $y = 0.0081x + 0.006$ | ◎ |
| " : K | 0.56 | $y = 0.032x + 0.21$ | ○ |
| " : Cd | 0.47 | $y = 0.064x - 0.26$ | ○ |
| Ca : P | 0.60 | $y = 0.270x + 0.19$ | ◎ |
| " : Mg | 0.70 | $y = 0.024x + 0.05$ | ◎ |
| " : Cd | 0.49 | $y = 0.238x + 0.02$ | ○ |
| P : Mg | 0.75 | $y = 0.058x + 0.04$ | ◎ |
| " : Zn | 0.46 | $y = 18.4x + 17.4$ | ○ |
| " : Cd | 0.81 | $y = 0.889x - 0.15$ | ◎ |
| " : As | 0.51 | $y = 0.849x + 0.20$ | ○ |
| Mg : Na | 0.54 | $y = 13.83x + 0.95$ | ○ |
| " : K | 0.60 | $y = 3.535x + 0.21$ | ◎ |
| " : Cl | 0.49 | $y = 19.45x + 1.61$ | ○ |
| " : Cd | 0.49 | $y = 6.970x - 0.26$ | ○ |
| Na : K | 0.46 | $y = 0.107x + 0.23$ | ○ |
| " : Cl | 0.95 | $y = 1.49x + 0.14$ | ◎ |
| Cd : Pb | 0.69 | $y = 2.55x + 0.57$ | ◎ |
| PCB : P | 0.57 | $y = 11.25x + 0.27$ | ○ |
| " : Pb | 0.53 | $y = 29.98x + 0.67$ | ◎ |
| " : As | 0.74 | $y = 21.98x + 0.33$ | ◎ |

○印：5%有意水準

◎印：1%有意水準

3-2 相関係数

集団給食施設残飯と乾燥処理残飯の一般栄養成分、ミネラル、有害金属PCBの分析結果と、残飯構成材料との相互の相関を調べた。その結果を表17,18に示した。前者は35種の相関関係が見つかった。その内危険率7%水準で有意と判定できたものは17種であった。一方後者は、16種で、1%水準で有意なもの10種あった。前者と後者とも1%水準で有意な組合せは、リンとマグネシウム、ナトリウムと塩素、カドミウムと鉛の3種であった。ナトリウムと塩素は食塩の関係で当然であるが、それ以外で相関関係がなぜあるかについては、今後の検討課題としたい。

ナトリウムと食塩の関係を除いて、特に相関度の高い代表例として、集団給食施設残飯の粗灰分とマグネシウムの相関と、乾燥処理残飯の、リンとマグネシウムの相関を図3および図4に示した。

表 18 乾燥処理残飯の構成材料並びに各成分の相互の相関

| | 相関係数R | 回 帰 直 線 | 判定 |
|-----------|-------|----------------------|----|
| 米飯 Pb | 0.56 | $y = 0.066x + 0.04$ | ○ |
| C.F C.Fat | 0.63 | $y = 0.488x + 8.64$ | ◎ |
| " Cu | 0.67 | $y = 3.08x - 41.60$ | ◎ |
| C.F.b P | 0.61 | $y = 0.085x + 0.25$ | ○ |
| " Mg | 0.73 | $y = 0.026x + 0.05$ | ○ |
| " K | 0.59 | $y = 0.050x + 0.42$ | ○ |
| C.A Ca | 0.82 | $y = 0.363x - 1.19$ | ◎ |
| " Mg | 0.52 | $y = 0.014x + 0.04$ | ○ |
| Ca Hg | -0.57 | $y = -0.045x + 0.08$ | ○ |
| P Mg | 0.86 | $y = 0.225x + 0.01$ | ◎ |
| " Zn | 0.68 | $y = 82.76x - 2.41$ | ◎ |
| Mg Zn | 0.59 | $y = 275.5x + 4.11$ | ○ |
| Na Cl | 0.88 | $y = 1.16x + 0.20$ | ◎ |
| Cu Zn | 0.71 | $y = 0.438x + 29.54$ | ◎ |
| Cd Pb | 0.65 | $y = 11.03x + 0.13$ | ◎ |
| Hg As | 0.85 | $y = 1.03x - 0.13$ | ◎ |

○印：5%有意水準

◎印：1%有意水準

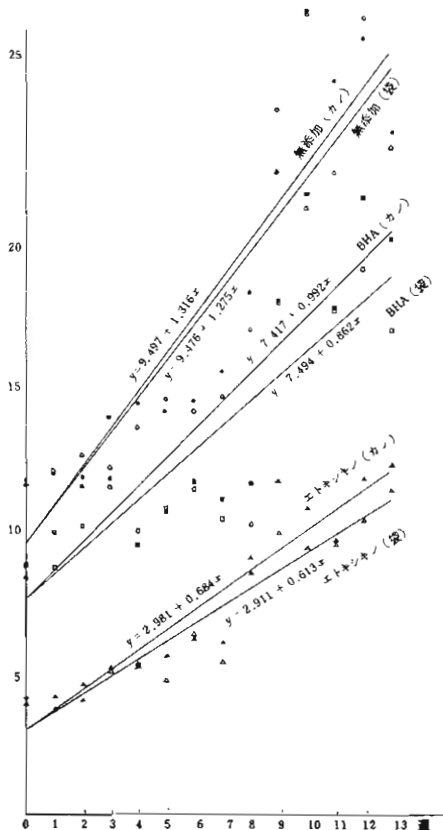


図 1 残飯中の過酸化物価の変化

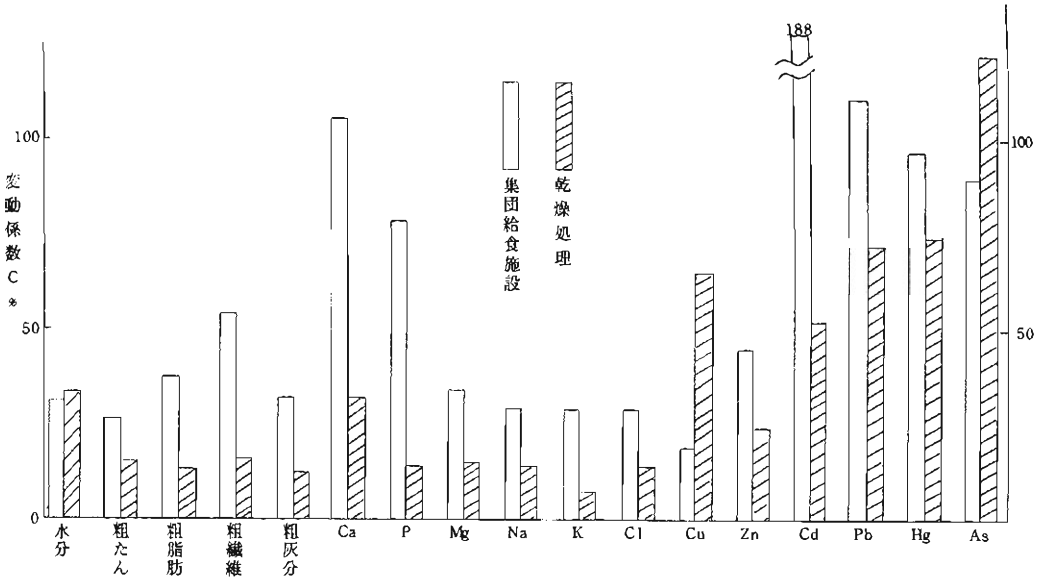


図2 集団給食施設残飯と乾燥処理残飯の成分と変動係数

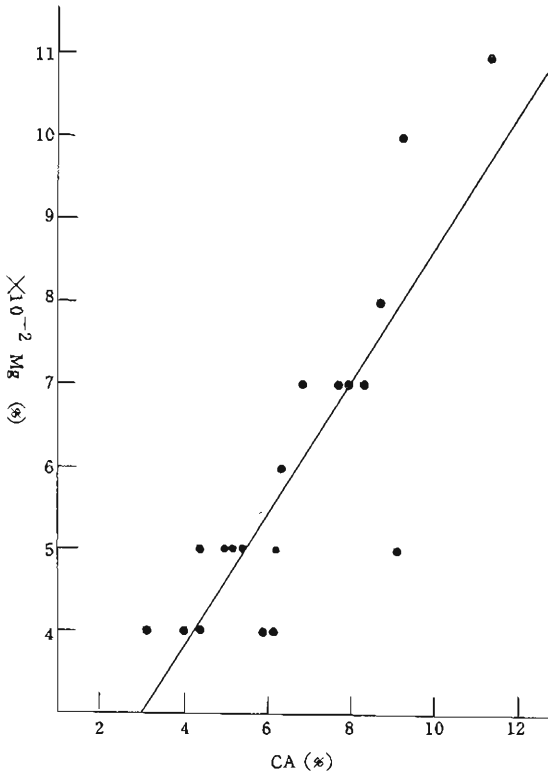


図3 粗灰分とマグネシウムの相関(給食施設残飯)

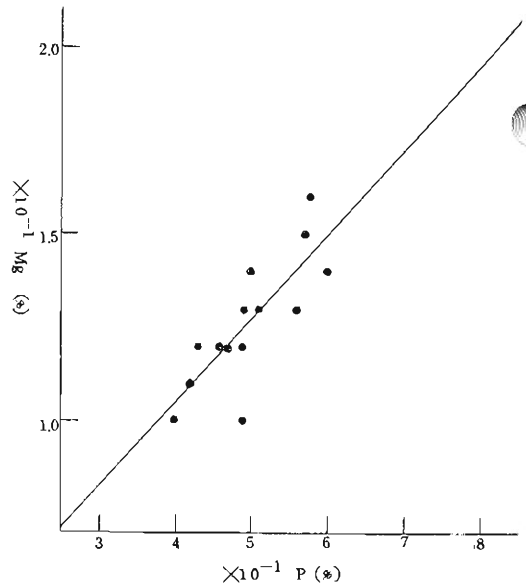


図4 リンとマグネシウムの相関(乾燥処理残飯)

Ⅲ. 給 与 試 験

A. 消化試験・栄養価

ま え が き

乾燥処理残飯の可消化養分を測定し、養豚飼料としての有効利用技術を究明するために消化試験を実施した。

試験材料および方法

試験期間；試験は昭和53年2月7日より2月17日までの11日間であり、飼料の馴致を含めて予備試験に8日間と本試験を3日間とした。

供試豚；ランドレース種4頭を用いた。試験期間中の体重は表1に示すとおりであった。

表1 供試豚の体重

| No | 体重(開始) | 体重(終了) |
|----|--------|--------|
| 1 | 70 kg | 72 kg |
| 2 | 71 | 74 |
| 3 | 71 | 74 |
| 4 | 72 | 75 |

試験飼料の調整；試験に用いた乾燥処理残飯の一般組成は表2のとおりであり、表3に示す試験飼料によって、消化率を測定した。

表2 乾燥処理残飯の一般組成

| 乾 物 | 87.5% | |
|---------|-------|------------|
| 粗たん白質 | 15.3 | 75% (假消化率) |
| 粗脂 肪 | 11.7 | 65 (") |
| 粗 セ ン イ | 5.2 | 25 (") |
| 可溶無窒素物 | 49.5 | 85 (") |
| 粗 灰 分 | 5.8 | |

表3 試験飼料

| | 配合割合 | C.P | | TDN | |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 組 成 | 含 量 | 組 成 | 含 量 |
| 残 飯 | 30 % | 15.80 | 4.74 | 96.30 | 28.89 |
| コーンスターチ | 52.55 | | | 85.00 | 44.66 |
| L.カゼイン | 12 | 89.00 | 10.68 | 80.00 | 9.60 |
| リン酸二石灰 | 2 | | | | |
| NaCl | 0.3 | | | | |
| CY ₂ O ₃ | 0.15 | | | | |
| KCフロック | 3 | | | | |
| | 100 | | 15.42 | | 83.15 |

試験豚の飼養管理；試験豚は、産肉能力検定豚房に単飼とし、1日当たり2.5kgの制限給飼としたほか、一般管理は、当場の慣行に従って行った。

試料の採取と調整；糞は尿の付いていないものを可能な限り採集して、フタ付きバットに採集し、50°C~70°Cで2日間乾燥した後さらに室内で3日間風乾後、粉碎して分析に用いた。

結果および考察

試験飼料および糞の分析結果は表4のとおりである。排ふん量は1日約200gと少なく、固かった。

糞中の酸化クロム量が飼料中の量のほぼ20倍であったので、常式に基いて、その消化率を求めると表5のとおりであった。日本標準飼料成分表(1975)の消化率と比較して、粗たん白および粗脂肪の消化率が良く、粗繊維の消化率がやゝ劣っていた。

表4 試験豚の糞及び飼料の分析結果

| 豚No | 飼料 | | | | 試験飼料 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 乾 物 | 92.88 | 92.74 | 93.36 | 91.60 | 90.24 |
| 粗たん白質 | 18.52 | 18.05 | 17.70 | 19.12 | 18.34 |
| 粗 脂 肪 | 2.30 | 3.49 | 3.36 | 3.21 | 3.09 |
| 粗 セ ン イ | 10.30 | 12.50 | 21.90 | 14.81 | 1.54 |
| 可溶無窒素物 | 27.87 | 33.78 | 28.08 | 26.32 | 68.42 |
| 灰 分 | 32.13 | 23.12 | 20.99 | 26.44 | 3.37 |

表5 残飯の消化率

| | 消化率 |
|---------|---------|
| 粗たん白質 | 92.69 % |
| 粗 脂 肪 | 92.20 |
| 可溶無窒素物 | 97.56 |
| 粗 セ ン イ | 55.27 |

B. 肥育試験

ま え が き

乾燥処理残飯を肥育豚用飼料として利用し、その嗜好性・肥育効果など飼料の利用性と肉質への影響を調査して、残飯の有効利用をはかるため、2回の肥育試験を行った。

試験方法および試験結果

1. 試験Ⅰ

(1) 材料および方法

試験は昭和53年1月から4月にかけて実施した。供試豚は10月初旬生まれのランドレース種2腹(♂6, ♀2)を2区に区分して実施した。

試験飼料は乾燥処理残飯を30%配合したもののDCP11.83%, TDN70.72%であり, その配合割合は表1の通りである。対照飼料は産肉能力検定飼料を使用した。供試豚は両区各4項に配分し, 30kgから90kg到達時までを試験期間とし, 飼養管理は産肉能力検定豚房に単飼とし, 一般管理は当場の慣行に従って行った。

(2) 発育等産肉成績

試験豚の30kgから90kgまでの発育曲線は図1のとおりであった。試験区は対照区に比べ全期間において発育が良かった。

飼養成績および筋肉成績については表2に示した。1日平均増体量, 飼料要求率, と肉歩留, と体長, 背腰長Ⅱ, ハム率, 背脂肪, 肉色, 脂肪色について各区の間に有意な差はなかった。したがってTDNについては試験区と対照区の間ではほとんど差がないため成長および体の性状に差が現われなかったと思われる。またDCPは試験区は対照区に比べ0.89%低かったが成長になら影響は与えなかったようである。

表1 試験区飼料の配合割合

| 区分 | 配合割合 | 粗タンパク質 | | TDN | | Ca | P | リジン | メチオニン |
|---------|------|--------|-------|------|-------|------|------|-------|-------|
| | | 組成 | 含量 | 組成 | 含量 | | | | |
| 残飯 | 30 | 21.1 | 6.33 | 85.1 | 25.53 | 0.45 | 0.15 | 0.214 | 0.176 |
| 大豆 | 50 | 11.1 | 5.55 | 69.5 | 34.75 | 0.04 | 0.18 | 0.185 | 0.135 |
| フスマ | 5 | 16.0 | 0.80 | 60.1 | 3.00 | 0.01 | 0.04 | 0.032 | 0.021 |
| 配合ヨカ | 12 | 12.8 | 1.53 | 55.4 | 6.64 | 0.03 | 0.03 | 0.047 | 0.035 |
| ルーサンミール | 2 | 18.5 | 0.37 | 40.2 | 0.80 | 0.02 | 0.01 | 0.014 | 0.007 |
| リン酸二石灰 | 0.5 | | | | | 0.11 | 0.09 | | |
| L-リジン | 0.2 | | | | | | 0.2 | | |
| DLメチオニン | 0.1 | | | | | | | 0.1 | |
| 微量ミネラル | 0.1 | | | | | | | | |
| ビタミンAD | 0.1 | | | | | | | | |
| 合計 | 100 | | 14.58 | | 70.72 | 0.56 | 0.50 | 0.69 | 0.47 |

2. 試験Ⅱ

(1) 材料および方法

試験期間は昭和53年5月4日30kg時に開始し体重が100kgに到達時に, と殺し筋肉成績および肉質について調査した。供試豚は2月上旬生まれのランドレース種4腹(♂12, ♀4)を4区に区分して実施した。

対照飼料として産肉能力検定飼料を給与し, 試験区に

は, 乾燥処理残飯を10%と対照飼料90%混合した10%乾燥処理残飯配合区(以下10%配合区と呼ぶ), 乾燥処理残飯を30%と対照飼料70%混合した30%乾燥処理残飯配合区(発下30%配合区と呼ぶ)および60kgまで30%配合区の飼料を与え, 60kgから飼ひ直しの効果を見るためタローを配合したタロー区をもうけた。その一般成分, DCPおよびTDNを表3に示した。

表2 飼養成績および体成績(試験Ⅰ)

| 区分 | 1日平均増体量 | 飼料要求率 | と肉歩留 | と体長 | 背腰長Ⅱ | ハム率 | 背脂肪(背) | 背脂肪(平均) | 肉色 | 脂肪色 |
|-----|----------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|---------------|-------------|--------------|
| 対照区 | 614.5 ±88.8 | 3.79 ±0.39 | 66.3 ±2.1 | 95.0 ±2.8 | 70.2 ±1.7 | 32.7 ±1.6 | 170 ±31 | 2.65 ±0.26 | 3.0 ±0.4 | 0.5 ±0.0 |
| 試験区 | 616.2 ±25.6 | 3.90 ±0.16 | 66.1 ±3.9 | 95.1 ±1.2 | 69.7 ±2.0 | 33.2 ±1.5 | 150 ±45 | 2.63 ±0.28 | 3.3 ±0.3 | 0.75 ±0.4 |

表3 供試飼料の成分

| | 水分 | Cp | Fat | Fib | NFE | ash | TDN | DCP |
|-----------------------------------|------|-------|-----|-----|------|-----|-------|-------|
| 対照区 | 9.6 | 16.61 | 2.8 | 3.5 | 63.1 | 6.0 | 70.1 | 12.7 |
| 10%配合区 | 10.1 | 16.61 | 3.9 | 3.1 | 62.2 | 5.7 | 72.63 | 13.10 |
| 30%配合区 | 8.6 | 17.28 | 7.1 | 2.8 | 60.3 | 5.6 | 77.46 | 13.87 |
| タロー区 | 12.8 | 16.79 | 7.9 | 2.4 | 57.2 | 4.5 | 76.9 | 13.4 |
| 残飯の消化率 CP:93 Fat:92 Fib:56 NFE:98 | | | | | | | | |

表4 飼養成績および体成績(試験Ⅱ)

| 区分 | 1日平均増体量 | 飼料要求率 | 背腰長Ⅱ | ハム率 | 背脂肪(背) | 背脂肪(平均) |
|----------|-----------------|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 対照区 | 878.5 ±93.1 | 3.71 ^a ±0.13 | 75.6 ±4.8 | 33.3 ±2.1 | 31.5 ±2.3 | 1.90 ±0.34 |
| 10%残飯配合区 | 1024.3 ±93.7 | 3.48 ^b ±0.26 | 73.5 ±6.5 | 33.2 ±4.7 | 33.3 ±0.3 | 2.58 ±0.49 |
| 30%残飯配合区 | 917.0 ±108.8 | 3.40 ^{bc} ±0.18 | 72.9 ±2.1 | 34.6 ±2.5 | 32.1 ±1.0 | 2.00 ±0.26 |
| タロー区 | 913.5 ±83.8 | 3.18 ^c ±0.25 | 70.8 ±1.8 | 36.3 ±3.2 | 32.7 ±1.3 | 2.00 ±0.18 |

注:異なるアルファベット間に有意差あり(P<0.05)

保水性の分析は、加圧口紙法により、水分、 P^H については常法に従い、また、肉色・脂肪色については、豚標準肉色模型によってそれぞれ測定した。

②) 発育等産肉成績

試験を開始した30kg時から100kg到達までの発育曲線は、図2に示すとおりで、各区とも順調な発育を示し、特に各試験区は、対照区に比べて、試験開始3週以後の発育が良かった。

試験の結果は、表4に示すように、1日平均増体量は、各区間に有意性が認められなかったが、乾燥処理残飯を配合した試験区は、対照区に比べて全般的に発育がよくこの原因は、試験区給与飼料のTDNが対照区に比べて高いことによるものと考えられる。

飼料要求率は、30%配合区およびタロー区が対照区に比べ有意 ($P < 0.5$) に低く、また、10%配合区は、タロー区と比べて有意 ($P < 0.05$) に高かった。

背腰長Ⅱ，ロース断面積・ハム率については、各区間に大差が認められなかったが、背脂肪の厚さについては、その平均値で、10%配合区は対照区と比べて有意 ($P < 0.05$) に厚くなっており、発育の良かった10%配合区は、肥育中に脂肪の付着も多くなったものと思われる。

肉質の理化学的性状について調査した結果は表5に示

すとおりであり、材料は、背最長筋の第5～第6胸椎間の切断部位について行なったものである。

保水性については、対照区に比べて30%区は有意 ($P < 0.05$) に優れていたが、他の各区間には大差が認められなかった。伸展率、水分・と殺後24時間のPH、肉色および脂肪色については、各区間に差が認められなかった。

表5 肉質に関する成績

| 区分 | 保水性 % | 伸展率 % | 水分 % | $P_{H_{24h}}$ | 肉色 | 脂肪色(順) | 脂肪色(逆) |
|----------|------------------------------|----------------|----------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| 対照区 | 49.70 ^a ±4.99 | 33.45 ±4.92 | 72.94 ±1.77 | 5.6 ±0.1 | 2.8 ±0.7 | 1.0 ±0 | 1.5 ±0.4 |
| 10%残飯配合区 | 48.88 ^a ±1.64 | 37.55 ±3.72 | 72.33 ±1.24 | 5.5 ±0.1 | 2.8 ±0.3 | 1.0 ±0 | 1.4 ±0.5 |
| 30%残飯配合区 | 56.40 ^b ±3.90 | 36.12 ±2.15 | 72.12 ±1.51 | 5.7 ±0.1 | 2.4 ±0.6 | 1.1 ±0.3 | 1.1 ±0.3 |
| タロー区 | 51.55 ^{ab} ±3.70 | 37.03 ±4.96 | 73.42 ±0.84 | 5.7 ±0.2 | 2.9 ±0.3 | 1.1 ±0.3 | 1.4 ±0.3 |

注：異なるアルファベット間に有意差あり ($P < 0.05$)

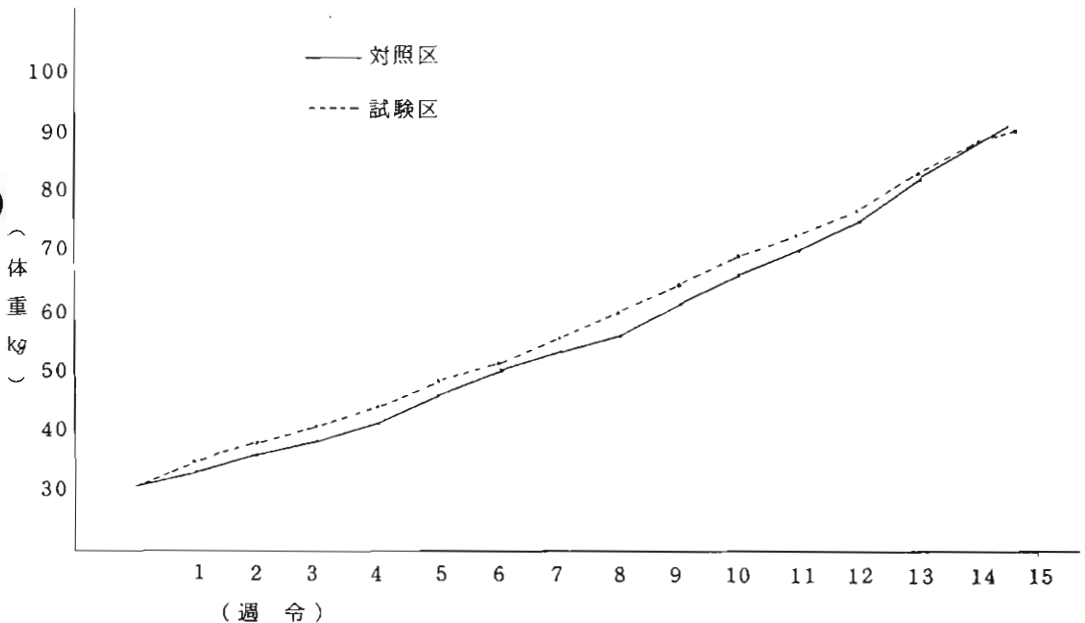


図1 発育曲線

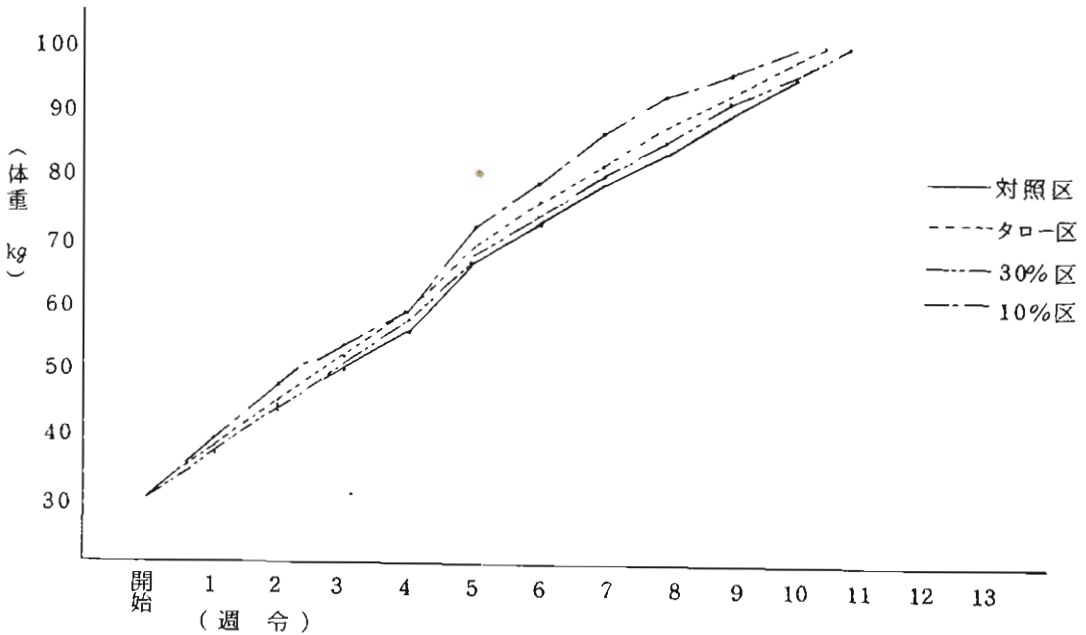


図2 発育曲線

3. 脂肪酸組成と融点およびアミノ酸組成

① 材料および方法

脂肪酸組成と融点を調査した試料は、背最長筋第5～第6胸椎間切断部位の外層および内層脂肪ならびに腎臓脂肪を用い、アミノ酸組成については、背最長筋第7～第8胸椎間切断部位の筋肉を用いた。

分析方法は、脂肪の融点は、内径1mm、長さ60mmの毛細管を用いて上昇融点測定により測定した。脂肪酸は抽出脂肪を用いてガスクロマトグラフ法により分析した。抽出脂肪を塩酸メタノールによりメチルエステル化した後石油エーテルで抽出してその抽出物を脱水した後ガスクロマトグラフにより分離した。ガスクロマトグラフの条件として、島津製作所GC-4CMPFを使用した。充てん剤は60～80メッシュのCelite545に15%のDEGS含浸させたものを使用した。キャリアガスはN₂ガスを使用し流速は35ml/分に調整した。カラム温度は180℃に保持し、試料導入部および検出部はそれより50℃高く保持した。またアミノ酸分析は共沸塩酸を加え110℃で24時間加水分解した後、塩酸を除去し、0.02N塩酸に容解後、炉過しアミノ酸自動分析器にて測定した。

② 結果および考察

背脂肪および腎脂肪について、脂肪酸組成および融点を調査した結果は、表6～表8に示すとおりである。

背脂肪の脂肪酸組成については、内層脂肪・外層脂肪ともほぼ同様の傾向を示していた。即ち、外層脂肪のミリスチン酸(C₁₄)とパルミチン酸(C₁₆)、パルミトオレイン酸(C₁₆₋₁)、ステアリン酸(C₁₈)は、それぞれ対照区と比べて差が認められず、試験Ⅱについて外層脂肪のオレイン酸(C₁₈₋₁)、リノール酸(C₁₈₋₂)およびC₁₈₋₂/C₁₈、C₁₈₋₂/C₁₈₋₁ならびに不飽和脂肪酸について有意性(P<0.05)が認められた。

また、内層脂肪については、C₁₈₋₁と不飽和脂肪酸に有意差がなかったほかは、外層脂肪とほぼ同様であった。

脂肪の融点については、試験Ⅰでは差が認められず、試験Ⅱについては、外層脂肪で30%配合区とタロー区が対照区に比べ有意(P<0.05)に低く、また内層脂肪では、各試験区とも対照区に比べて有意性が認められた。

腎臓脂肪の脂肪酸組成や融点についても、試験Ⅰでは差が認められず、試験Ⅱでは、対照区と比べて、30%配

表6 外層脂肪の脂肪酸組成と融点

| 脂肪酸 | | C ₁₄ | C ₁₆ | C ₁₆₋₁ | C ₁₈ | ※ | ※ | ※ | ※ | 不飽和脂肪酸 | ※ |
|-------|--------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 区分 | | | | | | C ₁₈₋₁ | C ₁₈₋₂ | $\frac{C_{18-2}}{C_{18}}$ | $\frac{C_{18-2}}{C_{18-1}}$ | | 融点 |
| 試験 I | 対照区 | 1.16 ±0.15 | 23.52 ±1.62 | 1.82 ±0.24 | 9.79 ±0.86 | 52.13 ±3.61 | 11.60 ±2.22 | 1.18 ±0.21 | 0.225 ±0.05 | 65.54 ±2.30 | 29.00 ±1.09 |
| | 30%配合区 | 1.87 ±1.19 | 24.20 ±0.96 | 1.98 ±0.32 | 9.66 ±1.48 | 49.27 ±1.47 | 12.70 ±1.16 | 1.34 ±0.24 | 0.258 ±0.03 | 63.94 ±1.35 | 28.68 ±0.72 |
| 試験 II | 対照区 | 1.73 ±0.16 | 28.28 ±2.78 | 2.72 ±0.35 | 13.53 ±1.61 | 43.93 ^a ±1.99 | 9.82 ^a ±0.79 | 0.733 ^a ±0.083 | 0.224 ^a ±0.017 | 56.47 ^a ±2.398 | 30.1 ^a ±0.42 |
| | 10%配合区 | 1.53 ±0.41 | 26.59 ±2.32 | 2.37 ±0.54 | 11.6 ±1.94 | 46.96 ^b ±1.6 | 10.96 ^a ±0.86 | 0.955 ^{ab} ±0.098 | 0.234 ^a ±0.025 | 60.28 ^b ±0.750 | 29.7 ^{ab} ±0.33 |
| | 30%配合区 | 1.57 ±0.18 | 26.47 ±2.2 | 2.76 ±0.45 | 11.74 ±1.45 | 44.78 ^a ±1.99 | 12.68 ^b ±1.31 | 1.100 ^b ±0.235 | 0.284 ^b ±0.037 | 60.22 ^b ±1.612 | 28.9 ^b ±0.83 |
| | タロ-区 | 1.38 ±0.50 | 26.24 ±1.14 | 2.44 ±0.28 | 10.90 ±1.38 | 47.96 ^b ±1.55 | 10.95 ^a ±1.24 | 1.020 ^b ±0.201 | 0.228 ^a ±0.027 | 61.34 ^b ±2.047 | 28.6 ^b ±1.02 |

註：※5%で有意差あり

異なるアルファベット間に有意差あり

表7 内層脂肪の脂肪酸組成と融点

| 脂肪酸 | | C ₁₄ | C ₁₆ | C ₁₆₋₁ | C ₁₈ | ※※ | ※ | ※ | 不飽和脂肪酸 | ※ | |
|-------|--------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------|----------------------------|
| 区分 | | | | | | C ₁₈₋₁ | $\frac{C_{18-2}}{C_{18}}$ | $\frac{C_{18-2}}{C_{18-1}}$ | | 融点 | |
| 試験 I | 対照区 | 1.06 ±0.30 | 26.33 ±3.10 | 2.46 ±2.19 | 13.67 ±0.18 | 46.33 ±3.64 | 11.17 ±1.00 | 0.817 ±0.08 | 0.242 ±0.03 | 59.96 ±2.53 | 31.45 0.76 |
| | 30%配合区 | 0.87 ±0.15 | 24.65 ±0.71 | 1.44 ±0.04 | 13.91 ±0.48 | 44.63 ±2.46 | 14.51 ±2.65 | 1.043 ±0.19 | 0.328 ±0.08 | 60.58 ±1.00 | 31.45 0.98 |
| 試験 II | 対照区 | 1.68 ±0.15 | 29.24 ±0.41 | 2.64 ±0.59 | 14.64 ±1.76 | 43.21 ±0.77 | 8.59 ^a ±0.62 | 0.596 ^a ±0.103 | 0.199 ^a ±0.014 | 54.45 ±1.506 | 32.15 ^a 1.17 |
| | 10%配合区 | 1.56 ±0.40 | 27.0 ±2.58 | 1.99 ±0.32 | 13.18 ±2.97 | 47.46 ±6.94 | 8.82 ^a ±1.69 | 0.677 ^{ab} ±0.064 | 0.192 ^a ±0.057 | 58.28 ±5.082 | 30.75 ^b 0.17 |
| | 30%配合区 | 1.66 ±0.11 | 26.11 ±2.21 | 2.36 ±0.27 | 13.66 ±1.64 | 44.31 ±2.13 | 11.90 ^b ±1.74 | 0.892 ^{bc} ±0.243 | 0.270 ^b ±0.047 | 58.57 ±2.109 | 30.45 ^b 0.70 |
| | タロ-区 | 1.39 ±0.38 | 28.38 ±1.21 | 2.09 ±0.30 | 12.08 ±1.38 | 44.45 ±0.54 | 11.61 ^b ±0.60 | 0.973 ^c ±0.139 | 0.261 ^b ±0.031 | 58.15 ±0.717 | 30.63 ^b 0.53 |

註：※5%で有意差あり ※※1%で有意差あり

異なるアルファベット間に有意差あり

表8 腎臓脂肪の脂肪酸組成と融点

| 区分 | | 脂肪酸 | | | | | | | | | 融点 |
|-------|--------|-----------------|----------------------------|-------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| | | C ₁₄ | C ₁₆ | C ₁₈₋₁ | C ₁₈ | ** | ** | ** | ** | ** | |
| | | | | | | C ₁₈₋₁ | C ₁₈₋₂ | $\frac{C_{18-2}}{C_{18}}$ | $\frac{C_{18-2}}{C_{18-1}}$ | 不飽和脂肪酸 | |
| 試験 I | 対照区 | 1.13 ±0.26 | 29.32 6.44 | 1.38 ±0.47 | 16.15 ±3.90 | 40.31 ±7.00 | 11.72 ±2.57 | 0.787 ±0.38 | 0.294 ±0.06 | 53.41 ±8.95 | 42.87 ±2.67 |
| | 30%配合区 | 1.14 ±0.20 | 28.03 1.59 | 1.87 ±0.13 | 12.84 ±2.60 | 42.91 ±4.44 | 13.42 ±5.76 | 1.082 ±0.49 | 0.322 ±0.17 | 58.21 ±4.07 | 38.07 ±2.84 |
| 試験 II | 対照区 | 2.27 ±0.74 | 33.43 ^a 2.35 | 2.26 ±0.4 | 16.91 ±2.96 | 37.87 ^a ±1.45 | 7.26 ^a ±0.58 | 0.437 ^a ±0.065 | 0.192 ^a ±0.014 | 47.40 ^a ±1.62 | 36.75 ^{ab} ±3.7 |
| | 10%配合区 | 1.53 ±0.41 | 30.31 ^b 2.36 | 1.95 ±0.22 | 16.75 ±1.81 | 41.94 ^{bc} ±2.32 | 7.40 ^a ±1.20 | 0.450 ^a ±0.025 | 0.181 ^a ±0.030 | 51.42 ^b ±1.82 | 39.08 ^b ±4.69 |
| | 30%配合区 | 1.70 ±0.16 | 27.85 ^b 1.69 | 1.81 ±0.52 | 17.04 ±1.4 | 40.44 ^{ab} ±1.45 | 11.18 ^b ±2.04 | 0.664 ^b ±0.154 | 0.278 ^b ±0.056 | 53.43 ^{bc} ±1.29 | 32.18 ^b ±0.87 |
| | タロー区 | 1.52 ±0.32 | 29.95 ^b 1.51 | 2.1 ±0.26 | 13.98 ±0.92 | 43.37 ^c ±2.12 | 9.43 ^b ±0.92 | 0.674 ^b ±0.052 | 0.218 ^{ab} ±0.03 | 54.90 ^c ±1.94 | 32.9 ^b ±3.14 |

註：* 5%で有意差あり ** 1%で有意差あり

異なるアルファベット間に有意差あり

表9 各脂肪酸と融点の相関係数

| 区分 | | 脂肪酸 | | | | | | | | |
|---------|------|-----------------|-----------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------|
| | | C ₁₄ | C ₁₆ | C ₁₈₋₁ | C ₁₈ | C ₁₈₋₁ | C ₁₈₋₂ | $\frac{C_{18-2}}{C_{18-1}}$ | $\frac{C_{18-2}}{C_{18}}$ | 不飽和脂肪酸 |
| 試験 I | 外層脂肪 | -0.646 | -0.160 | -0.594 | 0.744 [*] | -0.232 | 0.420 | 0.403 | -0.190 | -0.064 |
| | 内層脂肪 | -0.363 | -0.030 | -0.339 | 0.179 | -0.125 | 0.176 | 0.203 | 0.155 | -0.245 |
| | 腎脂肪 | -0.126 | -0.186 | -0.223 | -0.164 [*] | 0.043 | 0.296 | 0.229 | 0.300 | 0.201 |
| 試験 II | 外層脂肪 | 0.271 | 0.095 | -0.055 | 0.608 [*] | -0.294 | -0.455 | -0.326 | -0.688 ^{**} | -0.541 ^{**} |
| | 内層脂肪 | 0.246 | 0.421 | 0.248 | 0.499 [*] | -0.281 | -0.530 [*] | -0.407 | -0.606 [*] | -0.473 [*] |
| | 腎脂肪 | 0.158 | 0.249 | 0.142 | 0.361 | -0.321 | -0.416 | -0.329 | -0.521 [*] | -0.499 [*] |
| 試験 I・II | 外層脂肪 | -0.189 | 0.184 | 0.035 | 0.643 ^{**} | -0.361 | -0.208 | -0.057 | -0.556 ^{**} | -0.455 ^{**} |
| | 内層脂肪 | -0.116 | 0.135 | -0.111 | 0.452 [*] | -0.214 | -0.115 | -0.054 | -0.297 | -0.366 |
| | 腎脂肪 | -0.183 | -0.033 | -0.186 | 0.004 | -0.101 | 0.181 | 0.191 | 0.220 | 0.028 |

註：* 5%で有意差あり ** 1%で有意差あり

合区およびタロー区は、C₁₈₋₂、C₁₈₋₂/C₁₈、不飽和脂肪酸について、それぞれ有意(P<0.01)に高かった。

また融点については、対照区との間には有意性が認められなかったが、10%配合区と30%配合区およびタロー区との間に、それぞれ有意差(P<0.05)があり低くな

っていた。

以上のことから、乾燥処理残飯を10%程度配合飼料に混用しても、背脂肪の脂肪酸組成に大きな影響は及ぼさないが、30%配合すると脂肪酸組成と融点に影響が現われて肉質を悪化させるし、また、60kg以降ではタローによる飼育直し効果も認められなかった。

脂肪酸組成と体脂肪の融点との相関々係について調査したところ、表9に示す結果を得た。

すなわち、試験Ⅰでは、外層脂肪のC₁₈以外は相関が認められなかった。試験Ⅱでは、C₁₈と融点の相関係数が外層脂肪で0.608、内層脂肪で0.499となり、またC₁₈₋₂と融点の相関が内層脂肪で-0.53であった。

C₁₈₋₂ / C₁₈と融点の関係については、外層・内層・腎脂肪で、それぞれ高い負の相関が認められ、また、不飽和脂肪酸についても外層・腎脂肪でそれぞれ高い負の相関があったことから、融点と相関の高い脂肪酸は、特にリノール酸とステアリン酸の比率であろうと考察された。

表10は、試験Ⅱにおける豚肉中のアミノ酸組成を調査した結果である。豚肉中のアミノ酸のうち最も多いものは、グルタミン酸であり、アスパラギン酸・リジン等も多い。

グルタミン酸について、対照区に比べ各試験区はその割合が多く、また、リジンについても同じような傾向があり、またシスチン・ロイシン・プロリンは対照区に比べ10%配合区および30%配合区とも、その割合が少なかったが、これらについては引続き例数をふやして調査する必要がある。

4. 経済性の比較

本試験における飼料の経済性について比較検討した結果は、表11に示すとおりであった。

すなわち、乾燥処理残飯の単価をテストプラントによる直接経費1kg当り28円として比較したものであるが、試験Ⅰについては、枝肉1kg当り飼料費については、僅かの差であったが、肉祭りや枝肉の仕上り状態が良好であったため、枝肉販売代金に占める飼料費の割合で示した総合評価については、対照区と比べて試験区が優れていた。

試験Ⅱについても、枝肉1kg当り飼料費は、対照区より試験区が何れも低かったが、枝肉の販売代金に占める飼料費の割合では、肉祭りに与える影響から、それ程顕著な差が認められず、特にタロー区については、対照区より劣っていた。

以上の試験結果から、肉祭り等枝肉の性状に悪い影響を及ぼさないように、乾燥処理残飯を使用するには、そ

の配合割合を30%程度にとどめ、大麦やマイロ等のように不飽和の脂肪酸を多く含まない穀類を主体に50%程度配合した飼料を自家配合して利用する必要があるものと考察された。

表10 豚肉中のアミノ酸組成 (現物中)

| | 対 照 | 残飯〔10%〕 | 残飯〔30%〕 | タロー |
|------|------|---------|---------|------|
| Asp | 2.01 | 2.00 | 2.20 | 2.03 |
| Thr | 0.97 | 0.97 | 1.08 | 1.02 |
| Ser | 0.84 | 0.88 | 0.90 | 0.92 |
| Glu | 2.83 | 2.96 | 3.28 | 3.08 |
| Gly | 1.03 | 1.00 | 1.06 | 1.12 |
| Ala | 1.17 | 1.20 | 1.29 | 1.30 |
| Cys | 0.23 | 0.15 | 0.18 | 0.23 |
| Val | 0.94 | 0.95 | 0.97 | 0.99 |
| Met | 0.58 | 0.60 | 0.61 | 0.58 |
| Iiet | 0.84 | 0.87 | 0.88 | 0.88 |
| Leu | 1.59 | 0.53 | 1.15 | 1.67 |
| Tyr | 0.73 | 0.74 | 0.74 | 0.71 |
| Phe | 0.65 | 0.79 | 0.83 | 0.78 |
| Lys | 1.33 | 1.74 | 1.73 | 1.63 |
| His | 0.74 | 0.90 | 0.92 | 0.85 |
| Arg | 1.21 | 1.24 | 1.33 | 1.44 |
| Pro | 0.59 | 0.10 | 0.45 | 0.72 |
| Trp | 0.54 | 0.69 | 0.73 | 0.49 |

表11 飼料の経済性

| 区 分 | 1頭当り飼料費 | 枝肉1kg当り飼料費 | 飼料費 肉祭りに占める割合 | 飼料費 売上額×100 | 総合 評価 | |
|-----|---------|---------------------|------------------|----------------|----------|----|
| 試験Ⅰ | 対 照 区 | 12,203 ^円 | 198円95銭 | 100 | 36.17% | 対照 |
| | 試 験 区 | 12,023 | 192円29銭 | 96.7 | 32.40 | + |
| 試験Ⅱ | 対 照 区 | 14,273 | 218円41銭 | 100 | 29.59 | 対照 |
| | 10%配合区 | 12,703 | 186円32銭 | 85.3 | 28.05 | ± |
| | 30%配合区 | 11,119 | 164円48銭 | 75.3 | 27.75 | - |
| | タロー区 | 14,080 | 205円92銭 | 94.3 | 30.96 | - |

IV. 未利用残飯の乾燥処理施設

ま え が き

未利用残飯の利用拡大をはかるには、その均一性と保存性を配慮した衛生的な処理方法について検討する必要があるため、1社の協力を得て、処理施設開発のための写真に示す実験プラントを東京都畜産試験場内に設置して試験を行ったので、その概要を報告する。

実験プラントの概要と試験結果

(1) 実験プラントの基本仕様

| | |
|---------|------------------------------------|
| 食品残渣処理量 | 400 ~ 500 (kg) |
| 入口水分 | 75 ~ 85 (%) |
| 出口水分 | 12 ~ 13 (%) |
| 殺菌処理 | 2kg/cm ² ・g (130°C)×10分 |
| 選別方式 | フルイ選別, 磁気選別 |
| 乾燥方式 | 真空乾燥 |
| 加熱方式 | 熱媒体, ジャケット方式 |
| 熱源 | 30 (KW) 電熱ヒーター |
| 運転時間 | 6 ~ 6.5 (HR) |

(2) 実験プラントの処理フローチャート

図1に示すとおり、貯蔵ホッパーに投入された食品残渣は、表面に付着した遊離水を除去し、乾燥に必要なエネルギーを少なくし、ランニングコストを低減させるために貯蔵ホッパー底部には、粗砕機を設け、食品残渣を30mm程度に粗砕して乾燥機に投入する。

乾燥方式は、乾燥した製品の栄養、色および光沢を劣化させないため、比較的低温乾燥が出来かつ乾燥効率のよい真空乾燥方式を採用している。加熱媒体としては蒸気ボイラーでも良いが、取扱および制御が容易な電熱式熱媒体加熱装置を採用したが、大型化した場合には、ランニングコストを低下させるために、加熱装置としては、蒸気ボイラーが主流になると思われる。

殺菌工程として、乾燥機内圧を2 (kg/cm²・g) 10分保持する工程があるので、乾燥機は耐圧2重ジャケット方式としている。乾燥工程で、食品残渣から発生する乾燥水蒸気はサイクロンでダストを除去後、凝縮器で水蒸気を凝縮させる。乾燥機シール部から漏れる不凝縮ガスを機外に排除するために、真空発生装置を設置している。普通の乾燥では、乾燥機内圧は図2のようになる。

乾燥時の乾燥機内圧は40mmHgの真空である。食品残渣には一般に多量の脂肪が含まれているので、飼料として適量の脂肪になるよう、乾燥途中でフスマを投入し、これに脂肪を吸着させる。

乾燥終了後、食品残渣はフルイ選別を実施する。4mm

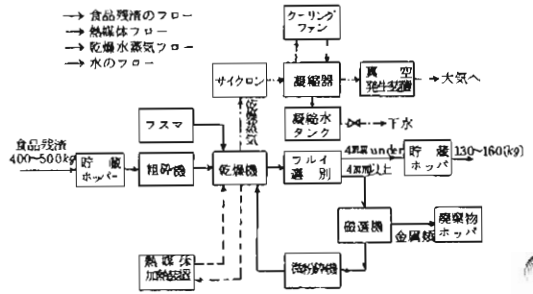


図1 テストプラント・フローチャート

kg/cm² g

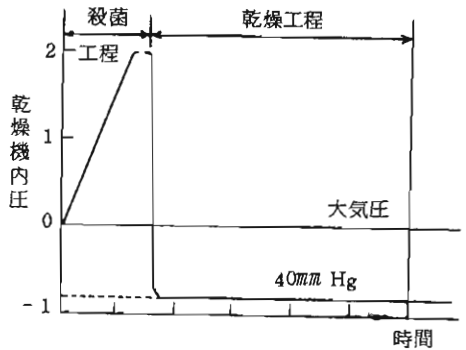


図2 殺菌および乾燥工程の乾燥機内圧

以下の粒度のものを飼料として取出すが、4mm以上のものは選別機により金属を分離後、微粉砕してから再乾燥し、最終製品の水分は12.5%である。

(3) 試験結果

実験プラントの運転結果は表1に示すとおりであり、乾燥性能、微粉砕性能はともに良好であり、その直接費のみの製造コストは、約50円であるが、この実験プラントは、運転管理を容易にするために熱源を電力としているが、これを重油とした場合の試算では約28円となった。

なお、製品の殺菌性能について調査するため、乾燥処理残飯について細菌検索を行ったが、サルモネラ菌、大腸菌、ブドウ球菌は、普通培養およびガス噴射培養で、何れも検出せず、4日間冷蔵庫保管後のサンプルについて一部に落下細菌に起因すると考えられる。パチルス陰性桿菌を100~200個/g検出したが、飼料としての利用には問題がなかった。

また、プラント排水の水質については表2に示すとおりであり、オイル循環ポンプ冷却水量等が多量であるために排水時に希釈されるので平均ではBOD8, SSは3以下と規制値以下であったが、実用プラントには排水処理施設の設置が必要となろう。

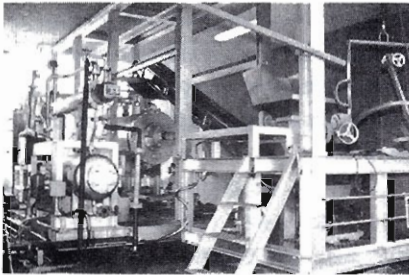


写真1. 実験プラント全景

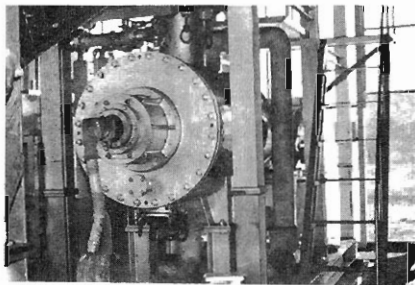


写真2 乾燥機

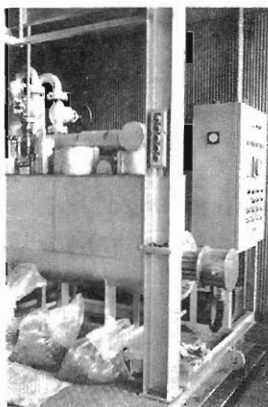


写真3. 熱媒ヒーターと製品

表1 実験プラント試験成績

| | | | | | | |
|------|-----------------|-------------------|---------|-----------------------------|-----------------------------|------|
| 投入量 | 食品残渣投入量 (kg) | 355 | 熱源 | 蒸発熱量 (Kcal) | 115,746 | |
| | フスマ投入量 (kg) | 15 | | 電力料金①11/円 KWH (円) | 3602 | |
| | 合計 (kg) | 370 | | 副原料費②40円/kg (円) | 558 | |
| 飼料形状 | 米飯比率 (%) | 22.5 | 電気 | 水道料金③45円/m ³ (円) | 140 | |
| | 4M/M under (kg) | 86.2 | | 合計 (円) | 4300 | |
| | 団粒状 (kg) | 30.6 | | 製造コスト (円/kg) | 49.8 | |
| 運転条件 | 合計 (kg) | 116.8 | 熱源 | 総電力消費量 (KWH) | 325 | |
| | 凝縮水量 (L) | 202 | | 電力料金①11/円 KWH (円) | 586 | |
| | 運転条件 | 総電力消費量 (KWH) | 325 | 熱源 | 重油代④35円/kg (円) | 1043 |
| | | 総運転時間 (投入完了) (HR) | 6.45 | | 副原料費②40円/kg (円) | 600 |
| | | 正味乾燥時間 (HR) | 5.65 | 電油 | 水道料金③45円/m ³ (円) | 185 |
| | | 動力用消費電力 (KWH) | 133.0 | | 合計 | 2414 |
| | | 加熱装置投入電力 (KWH) | 192.8 | | 製造コスト (円/kg) | 28.0 |
| | | 加熱装置投入熱量 (Kcal) | 166,114 | | | |

- 注1. 試験期間および試験回数, 53.5.16 ~ 53.6.9
16回
2. 4M/M under を製品とする。人件費, 金利, 償却費含まず。

表2 実験プラントの排水量および水質

| 区分 | BOD | COD | SS | PH | 水量 |
|-------------|-------|-------|-------|-----|---------|
| サイクロン排水液 | 3,300 | 1,000 | 2,900 | 4.9 | 1.2 kg |
| 真空ポンプ冷却水 | 21 | 12 | - | 6.6 | 525.0 |
| 凝縮水 | 125 | 43 | 60 | 5.5 | 110.6 |
| オイル循環ポンプ冷却水 | 0 | 0 | 0 | - | 2,974.0 |
| 平均又は計 | 7,933 | 3,335 | 2,761 | - | 3,610.8 |

表3 残飯飼料製造コスト

| 内 訳 | 金額 万円/年 |
|---|------------|
| 元本返済 (8年均等返済) | 325 |
| 金利費 (8年間平均) | 58.5 |
| 製 人 件 費 | 200 |
| 燃 料 費 263kg/日 | 197 |
| 収集車燃料費 20L/日 | 33 |
| 副原料費 フスマ 180kg/日 混合ヌカ 450kg/日 | 627 |
| 電 気 代 240 (KWH/日) ① 15 (円/KWH) | 108 |
| 水 道 代 10 (m ³ /日) ③ 100 (円/m ³) | 30 |
| 保守点検費 | 50 |
| 車 検 | 20 |
| 税 金 | 35 |
| 合 計 | 1,683.5 |
| 飼 料 製 造 量 (Ton/年) | 524 |
| 製 造 コ ス ト (円/kg) | 32 |

残飯乾燥飼料化実用プラント

給食センター、学校および病院等都市から発生する残飯は、畜産農家の労力不足や都市における道路事情の悪化等の影響をうけて、発生量の $\frac{2}{3}$ 程度が未利用のまま廃棄処分されている現状にあるが、飼料用穀物の大部分を輸入に依存している実態に鑑みて、その有効利用をはかるための乾燥処理法について、1社の協力を得て、実用プラントの検討を行って来たので、その概要を報告する。

(1) 実用プラント基本仕様

| | |
|---------|--|
| 食品残渣処理量 | 4000 [kg/日] |
| 残飯入口水分 | 75 [%] |
| 乾燥残飯水分 | 10 [%]以下 |
| 殺菌処理 | 120 [°C]×10 [分] |
| 選別方式 | フルイ選別 |
| 乾燥方式 | 攪拌型真空乾燥 |
| 加熱方式 | 加圧水蒸気-ジャケット方式 |
| 加熱源 | 廃油ボイラ |
| 運転時間 | 9 [HR/日] |
| バッチ数 | 2 [バッチ/日] |
| 副原料種類 | フスマ及混合ヌカ |
| 建屋面積 | 約180 [㎡] |
| 所要土地面積 | 約250 [㎡] |
| 所要電力 | AC 200[V], 3(相) 50[KVA] AC 100[V] 单相 3[KVA] |
| 所要水量 | 10 [㎡/日] |
| 廃水量 | 5 [㎡/日] |
| 冷蔵設備 | 有 |
| 収集車 | 2Ton クレーントラック |

(2) 処理フローチャート

図3に残飯乾燥処理プラントの処理フローチャートを示す。本プラントで処理される残飯は発生場所で、可食・不可食分別(一次選別)を実施することを原則としている。本プラント選別装置はやむをえず混入した不可食部の除去を目的としている。一次選別実施後収集された残飯は粗砕機にかけられ、30[mm]以下の形状に破砕後、クッカーに投入される。クッカーとして真空乾燥方式を選定した理由は下記の通り。

- i) 低温でも乾燥速度が早い。
- ii) プラスチックが変化しない温度域で乾燥出来、後の選別工程が容易。
- iii) 乾燥水蒸気を凝縮して水に戻すので、脱臭が容易。
- iv) 殺菌工程も入れやすい。

米飯比率の高い残飯は粘着性が強く、乾燥攪拌工程で固粒化するがテストプラントの試験により、固粒化対策を確立し、米飯比率が50～60%の残飯でも固粒化しないことを確認した。

副原料の種類としてはフスマおよび混合ヌカが考えられる。

クッカーで蒸発した乾燥水蒸気はサイクロンで除塵後、凝縮器で冷却凝縮して凝縮水タンクに貯留され、定期的に放流される。テストプラントでの総合排水の水質はBODで約8、SSは約3以下で規制値以下であった。

クッカーでの蒸発熱はボイラーで発生する加圧水蒸気をクッカージャケットに通すことにより供給される。熱源としては、本プラントを市町村ゴミ焼却炉に併設し、この廃熱を利用出来るのが理想であるが、これが出来ぬ場合には廃油等を利用し、燃料コストの低減化を計るべきである。

クッカー1バッチの処理時間は残飯投入から乾燥排、迄約4.0[HR]である。(図2参照)

二次選別は、悪臭及腐敗対策の面から生の状態では実施せず、乾燥工程終了後フルイ選別を実施する。残飯は本プラントで乾燥処理すると大部分は粉末状になり、フルイ目を通過し、プラスチックフィルム、王冠等はフルイ目上に残り選別される。フルイ選別で問題となるのは、残飯に含有される粗脂肪分であり、これが多過ぎると、フルイ目が目詰りを起し、選別性能が低下する。副原料の添加は、残飯の固粒化現象の抑止だけでなく、乾燥残飯の流動性向上にも役立っている。副原料のクッカーへの投入は省力化を計る為に空気輸送を予定している。残飯収集時間と処理時間の違いから、残飯を保存する必要性が生ずる。

残飯腐敗防止の為、冷蔵庫を設け0～10°Cの冷蔵保存が出来るようにしている。なお、クッカーから発生する気体のうち、凝縮器で凝縮しない気体は真空発生装置で装置外に排出されるが、臭気が強いため、ボイラーで燃焼脱臭を実施する。

(3) 残飯配合飼料の採算性検討

3-1 計算仮定

| | |
|--------|-------------------|
| 処理量 | 4 [Ton/日] |
| 残飯入口水分 | 75 [%] |
| 製品水分 | 10 [%] |
| 廃油単価 | ②25 [円/kg] |
| 金利 | 4 [%] (農業近代化資金適用) |
| 年間稼働日数 | 300 [日/年] |
| 設備費 | 7,800 [万円] |
| 出資比率 | |
| 国 | 1/3 |
| 都道府県 | 1/3 |
| 運営体 | 1/3 |
| 運転員 | 1 [名] (収集と運転兼任) |
| 副原料混合比 | 残飯(乾燥):フスマ:混合ヌカ |

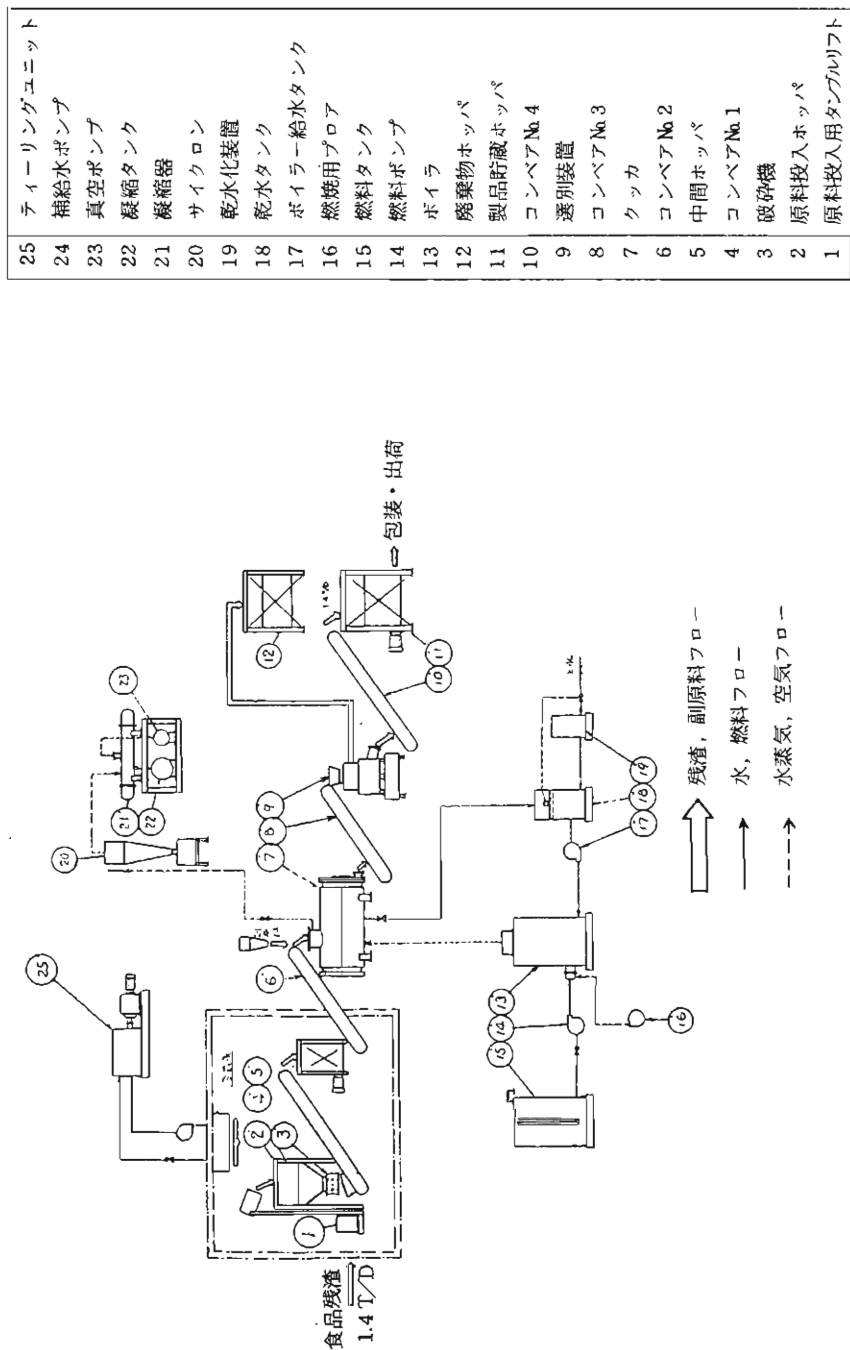


図3 処理フローチャート

| | |
|----|-----------|
| 23 | 制御装置 |
| 22 | コンベアNo.3 |
| 21 | コンベアNo.2 |
| 20 | コンベアNo.1 |
| 19 | 破砕装置 |
| 18 | 荷上用ジブクレーン |
| 17 | 廃棄物ホッパー |
| 16 | ベビコン |
| 15 | 排煙装置 |
| 14 | 軟水タンク |
| 13 | 軟水化装置 |
| 12 | ボイラー |
| 11 | 副原料用サイクロン |
| 10 | 副原料搬送フロア |
| 9 | 真空ポンプ |
| 8 | 凝縮タンク |
| 7 | 凝縮器 |
| 6 | 除菌装置 |
| 5 | 製品貯蔵ホッパー |
| 4 | 選別装置 |
| 3 | クッカー |
| 2 | 残飯貯蔵ホッパー |
| 1 | タンブルリフト |

| | |
|--------|---------------|
| 基本仕様 | 仕様 |
| 処理時間 | 4 (TON/日) |
| バッチ数 | 9 (HR/日) |
| 乾燥方法 | 2 (バッチ/日) |
| 選別方法 | 真空乾燥 |
| 加熱源 | フルイ選別 |
| 残渣入口水分 | 加圧水蒸気 |
| 製品出口水分 | 75 (%) |
| 冷蔵設備 | 10 (%以下) |
| 建屋占有面積 | 有 約180 (㎡) |

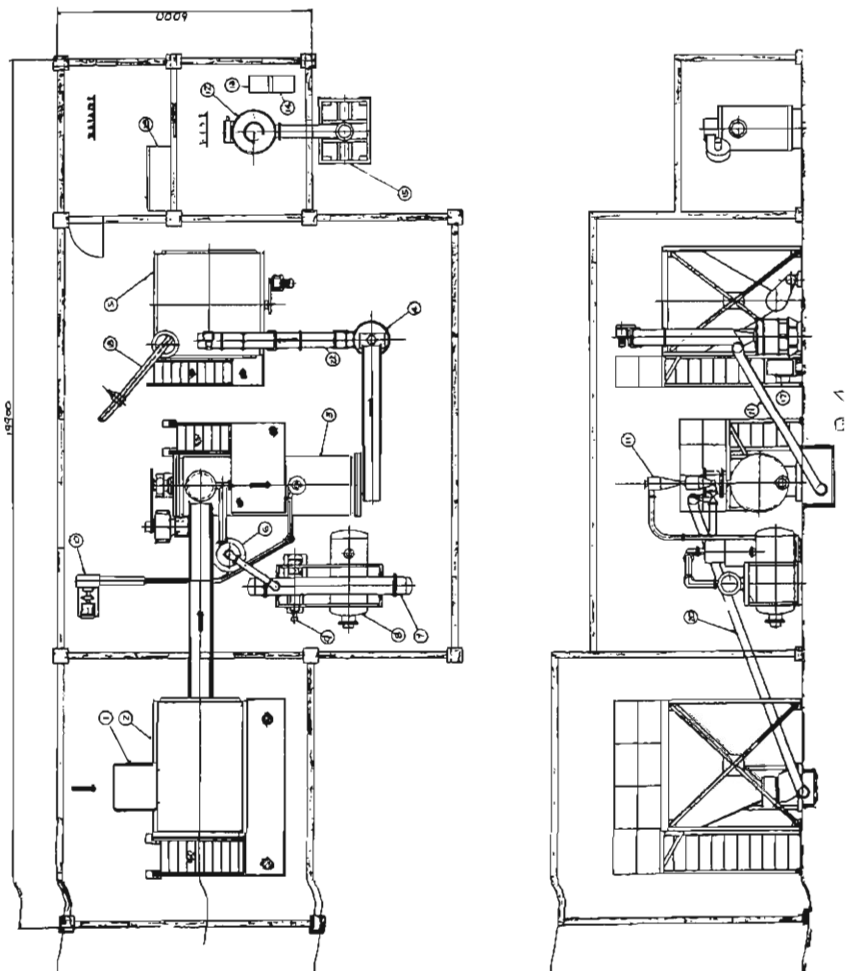


図4 プラント平面及び立面図

カ = 1 : 0.17 : 0.4
 フスマ @ 40 円/kg
 混合ヌカ @ 30 円/kg

3-2 製造コスト

表3に残飯飼料の製造経費内訳と製造コストを示す。

3-3 残飯配合飼料価格

養豚経営に乾燥残飯をいかに有効に利用するかについて検討した結果、下記残飯配合飼料要求率及肉質についても配合飼料飼育と遜色がないことが判明しているの
 で本プラントで製造した残飯を利用して残飯配合飼料を製造したときの価格を算出してみた。調査時点(昭和54年5月)での肥育豚配合飼料価格は55円/kgであった。

表4 残飯配合飼料予想価格 (円)

| | 配合割合 | 単価 円/kg | 残飯配合飼料 100kg中の値段 |
|----------|------|---------|------------------|
| 残 飯 | 30 | } 32 | } 1,504 |
| フ ス マ | 5 | | |
| 混 合 ヌ カ | 12 | } 42.5 | } 2,125 |
| 大 麦 | 50 | | |
| ルーサンミール | 2 | 50 | 100 |
| リン酸=石灰 | 0.5 | } 300 | } 300 |
| L-リジン | 0.2 | | |
| DL-メチオニン | 0.1 | | |
| 微量ミネラル | 0.1 | | |
| ビタミンAD剤 | 0.1 | | |
| 合 計 | 100 | | 4,029 |

以上より残飯配合飼料価格は約40円/kgである。

上表で残飯の単価は表1参照のこと。

75%水分の残飯を4Ton/日処理して製造した乾燥残飯をもとにして約1,200頭分の残飯配合飼料が出来る。

普及上の問題点

エネルギー問題、食糧問題、廃棄物問題は今日の重要な政策課題であり、残飯の飼料化対策もこれらの延長線上にある重要問題として考えられるが、さきに述べたように、脱水、発酵という技術面の見通しはついたが、これを経済的側面からみると、社会システム的な側面からの問題点が大きく実用化のネックとなっているので、これらの問題点と技術上に残されている問題点とについて検討したい。

(1) 収集と分別の問題

日量4トン処理での実用機による生産コストを32円と試算したが、ここでは収集に要する人件費をパート賃金として最小限に見積っているの、これを常雇賃金と

してみると、そのコストはかなり割高となるので、東京都における一般廃棄物の処理手数料を目安として、最低限排出者が直接処理施設へ搬入する場合の処理料金、1kg当り6円程度(収集依頼の場合は15円)のダンフィー(Dump Fee・投棄料)を負担することの社会的合意が必要である。

また、排出時に残飯および調理屑の可食物分と他の雑芥類との分別が、残飯飼料化の前提となるので、排出者側の認識を得るよう啓蒙を行い協力を得る必要がある。

(2) 乾燥処理熱源の問題と清掃行政側の理解

乾燥飼料化に要する直接経費のなかで、燃料費の占める割合が大きいので、事業化の場合に最も理想的には市町村清掃行政の一貫として、ゴミ焼却工場の排熱、余熱が利用できるよう清掃工場に併設し、市町村或は清掃組合の直営事業に折り込むことであるが、未だ理解に乏しい現状にある。

(3) 利用組合等設置の場合の資金援助

協同組合や数戸の養豚農家が利用組合を結成して、処理施設を運営する場合には、プラント設備資金の負担が多額を要するので、国および地方公共団体の補助が必要である。53年度から農林水産省では「未利用資源飼料化促進対策総合事業」を発足させているが、今後ともゴミ処理コストの軽減及びゴミの減量化と限られた資源のリサイクル対策の一貫として、積極的な資金援助が必要である。

(4) 処理プラントのハード上の問題点

残飯の栄養成分は、さきに示したようにその構成材料によって変動が大きい、実用プラント設計案にみるように、副原料を使用することによって相当程度まで、その変動幅を縮めることが可能であり、また1週間分程度を混合することによって栄養成分の変動が抑制されるものと考えられるが、一方、残飯には食塩・醤油等の調味料が添加されており、乾物換算で約3%前後の食塩が含まれているので、その脂肪酸組成とともに、配合利用の場合の制限因子となっているので、処理コストの安い脱塩処理技術の開発が必要と考えられる。

(5) 乾燥処理残飯の流通組織

養豚農家の利用組合による運営は別として、我が国で年間1,350万トンと推定されている残飯の飼料化を広域的に推進する場合に、残飯が集中的に大量発生するのは都市地域であり、その利用者となる畜産は、都市部に少ないので、その流通の組織化が必要である。

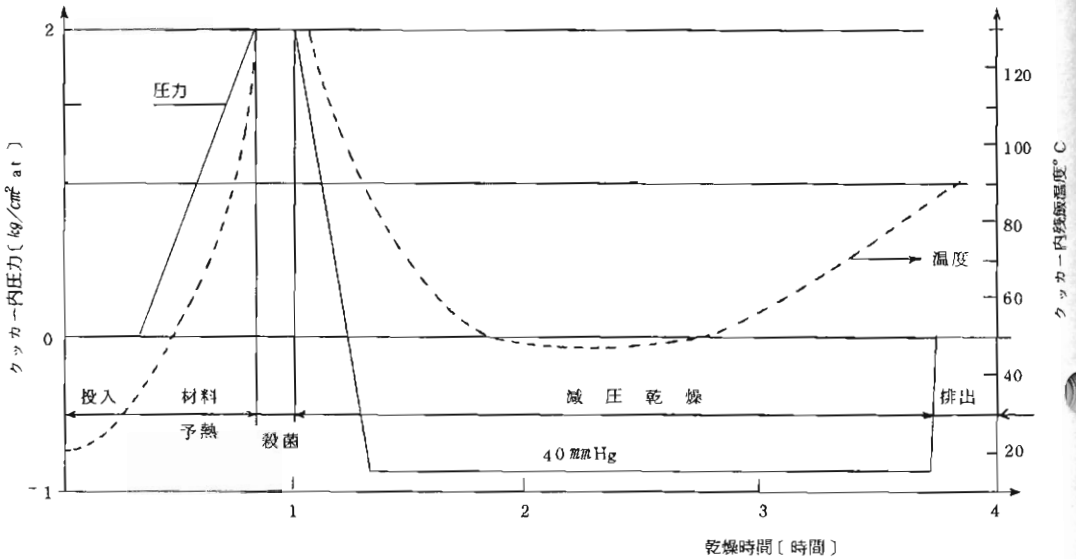


図3 クッカー内圧と時間

参 考 文 献

- 1) 森本 宏：(1977)東京・「飼科学」養賢堂
- 2) 日本飼養標準：(1975)東京・豚・中央畜産会
- 3) 基準油脂分析試験法：日本油脂化学協会編・東京
- 4) 乾燥残飯の肉豚への給与試験：野口博道・日本養豚研究会誌・Vol.15:No.1
- 5) 養豚飼料の高エネルギー化に関する試験(1)：神奈川県畜産試験場研究報告No.42-7
- 6) 養豚飼料の高エネルギー化に関する研究：同上 No.36
- 7) 森本 宏：「家畜栄養学」・養賢堂・東京
- 8) 日本標準飼料成分表：(1975)東京・中央畜産会
- 9) 齊藤不二男：肉質の検査法について：日本養豚研究会誌・Vol.12 No.1
- 10) 都市食品残渣飼料化促進調査報告：52.3・食品需給研究センター
- 11) 都市食品残渣飼料化促進調査報告：53.3・食品需給研究センター
- 12) 厨芥類の飼料化：53.3・日本経済調査協議会