

Series C (Animal Industry) No. 13

February 1994

ISSN 0286-3022

BULLETIN

OF

THE FUKUOKA AGRICULTURAL RESEARCH CENTER

(Chikushino, Fukuoka 818 Japan)

---

# 福岡県農業総合試験場研究報告

C (畜産) 第13号

平成6年2月

---

福岡県農業総合試験場

(福岡県筑紫野市大字吉木)

福岡農総試研報  
Bull. Fukuoka  
Agric. Res. Cent.

# 福岡県農業総合試験場研究報告

## C (畜産) 第13号

### 目次

1	乳用種去勢牛の良質肉安定生産技術 第2報 肥育前期の粗飼料給与割合の違いが産肉性に及ぼす影響 中島啓介・後藤 治・福田憲和……………	1
2	大ヨークシャー種系統豚「フクオカヨーク」の造成 投野和彦・大和碩哉・佐藤充徳・古賀康弘・藤原 隆……………	5
3	西南暖地の暑熱環境下での豚の飼料摂取促進技術 第2報 暑熱期の母豚に対する加水飼料給与による飼料摂取量の促進 佐藤充徳・投野和彦・大和碩哉……………	11
4	ラップサイレージの水分含有率推定法 馬場武志・大石登志雄・太田 剛……………	12
5	同一キャリブレーションによる異種粗飼料中繊維性成分推定の可能性 梅田剛利・棟加登きみ子……………	19
6	大型養豚施設における円形スクープ発行装置と土壌脱臭装置の実態調査 徳満 茂・高椋久次郎・小山 太・浅田研一……………	23
7	植物利用による畜舎汚水の処理 浅田研一・柿原孝彦・小山 太・高椋久次郎 徳満 茂・福田誠実……………	29

**BULLETIN OF THE  
FUKUOKA AGRICULTURAL RESEARCH CENTER  
Series C (ANIMAL INDUSTRY) No.13  
CONTENTS**

- 1 Studies on Improvement of the Meat Productivity in Dairy Steers.  
 (2) Influence of Rouuighage in Rstios in Feed During the Early Fat-  
 ening Period on afaattening Performance of Dairy Steers  
 NAKAJIMA Keisuke, Osamu GOTO and Norikazu FUKUDA ..... 1
  
- 2 Development of Large White Strain Pigs "FUKUOKA YORK"  
 NAGINO Kazuhiko, Hitoya YAMATO, Mitsunori SATOH, Yasuhiro KOGA  
 and Takashi FUJIWARA ..... 5
  
- 3 The Methods for Increasing the Level of Feed Intake of Pigs in Summer Term  
 (2) The Increasing of Feed Intake by Feed with Added Water for Swine in  
 Summer Terem.  
 SATO Mitsunori, Kazuhiko NAGINO and Hiroya YAMATO ..... 11
  
- 4 The Prediction Equation of Moisture Content on Roll Bale Wrap Silages  
 BABA Takeshi, Takeshi OHTA and Toshio OISHI ..... 15
  
- 5 Near Infrared Reffectance Spectroscopic Analyzing of Nutritional Consituents in  
 Some Forages by Same Calibration  
 (1) It Wear Examined the Possibility of Determination of Fibrous Constituents  
 in Some Forages by Same Calibration  
 UEDA Taketoshi and Kimiko MUNEKADO ..... 19
  
- 6 A High-Rate Mechanized Composting Using Sircle Type Rotatory Scope of  
 Swine Waste and Bio-Soil Filter for High Odour Reduction -Field Study-  
 TOKUMITSU Shigeru, Kyujiro TAKAMUKU, Futoshi KOYAMA  
 and Ken-ichi ASADA ..... 23
  
- 7 The Dispersal on the Barn Waste Water by Plants  
 ASADA Ken-ichi, Takahiko KAKIHARA, Futoshi KOYAMA, Kyujiro TAKAMUKU,  
 Shigeru TOKUMITSU and Narumi FUKUDA ..... 29

## 乳用種去勢牛の良質肉安定生産技術

### 第2報 肥育前期の粗飼料給与割合の違いが産肉性に及ぼす影響

中島啓介・後藤 治・福田憲和\*  
 (畜産研究所大家畜部)

乳用種去勢牛17頭を用い、肥育前期の粗飼料給与割合の違い(15%, 20%, 25%)が増体、飼料効率及び枝肉形質に及ぼす影響を検討し、次の結果を得た。全期間中の1日当たり増体量は、20%区が1.19kgと最も大きく、15%区、25%区との間に有意差が認められた。全期間中のTDN要求率は、15%区が6.25、20%区が6.02、25%区が6.28となり、20%区が優れる傾向にあった。ロース芯面積、皮下脂肪の厚さ、脂肪交雑及び肉色は、粗飼料給与割合の増加に伴って良好となる傾向を示した。

[キーワード: 乳用種去勢牛, 肥育, 粗飼料]

#### 緒 言

近年、乳用種去勢牛の肥育農家においては、牛肉輸入自由化に伴い、生産する牛肉の高品質化を指向せざるを得ない状況にあるため、肥育期間を延長し、仕上げ体重を700~750kgに大型化する傾向がある。

しかし、従来から普及している肥育初期から高エネルギー飼料を主体に自由採食させる肥育方式によって大型仕上げを行うと、肥育末期に飼料要求率の悪化や喰い止まりが発生し易く、増体効率が低下するという問題を生じている。また、肉質については、市場での肉質3等級以上の格付け率がむしろ年々低下していることから、単なる肥育期間の延長・仕上げ体重の増大が必ずしも肉質の向上に結び付いていないことが指摘されている。

このため、乳用種去勢牛の肥育経営の安定的な発展を図るには、効率的な高品質牛肉生産技術の確立が急がれている。そこで、前報<sup>2)</sup>においては、肥育前期飼料のエネルギー水準が肥育性に及ぼす影響を検討した結果、前期飼料の乾物中TDN含量を70%程度に低く抑えることにより、増体や産肉量が向上することを報告した。

今回は、さらに肥育効率の向上と牛肉の高品質化を図るため、肥育前期の粗飼料給与割合が増体、飼料効率、枝肉形質に及ぼす影響を検討した。

#### 試 験 方 法

試験区分を第1表に示した。試験区は、肥育前期の粗飼料と濃厚飼料の給与割合(原物重量比)の違

※ 現福岡県農業大学校

いにより15%区、20%区、25%区の3区を設け、7カ月齢のホルスタイン種去勢牛を各区に5~6頭づ

第1表 試験区分

区 分	供試 頭数	肥育前期		肥育後期	
		粗飼料:濃厚飼料	粗飼料:濃厚飼料	粗飼料:濃厚飼料	粗飼料:濃厚飼料
15%区	5	15:85		10:90	
20%区	6	20:80		10:90	
25%区	6	25:75		10:90	

第2表 供試飼料の組成と栄養価

	前期			後期
	15%	20%	25%	10%
組成(原物重量比:%)				
粗飼料				
イナワラ	7.3	10.2	12.7	7.9
ヘイキューブ	7.3	10.2	12.7	2.0
濃厚飼料				
一般フスマ	46.6	43.4	40.6	—
専管フスマ	7.3	6.8	6.4	9.9
庄ぺんトウモロコシ	21.8	20.4	19.0	54.3
庄ぺん皮つき大麦	7.3	6.8	6.4	24.7
無機類				
炭酸カルシウム	2.4	2.3	2.2	1.3
栄養価				
乾物率(%)	87.5	87.6	87.6	87.3
TDN(乾物:%)	73.2	71.5	70.0	83.8
DCP(乾物:%)	10.4	10.2	9.9	8.0
粗繊維(乾物:%)	10.6	12.0	13.3	6.1

つ割り当てた。肥育前期は試験開始時より20週間、肥育後期はその後42週間とし、肥育後期は各区とも粗飼料10%、濃厚飼料90%の同一飼料を給与した。

供試飼料の組成と栄養価を第2表に示した。供試飼料は、2~3cm程度に切断したイナワラ、粗砕したヘイキューブ、4種類の単味濃厚飼料及び炭酸カルシウムを飼料攪拌機を用いて配合し、混合飼料とした。供試飼料の栄養価は、日本標準飼料成分表(1987年版)の数値に基づいて算出した。肥育前期の粗飼料及び濃厚飼料中の組成は各区とも同一である。

飼養管理は、供試牛をつなぎ飼いとし、供試飼料を各個体毎に不断給与とし、水と固形塩を自由に摂取させた。前期飼料から後期飼料への馴致は、肥育前期終了前の4週間に行い、各区それぞれ前期飼料と後期飼料の割合を1週間毎に80:20、60:40、40:60、20:80として給与し、後期飼料に切り替えた。

試験期間は、1991年11月12日から1993年1月18日までの62週間とした。

調査項目については、体重を試験開始時から4週間隔で測定した。飼料摂取量は、毎朝、残飼を計量し、給与量から残飼量を差し引き算出した。枝肉成績は、日本食肉格付協会の格付けに基づき評価し、格付け直後に第6-7肋骨間の筋肉(ロース芯)と筋間脂肪の色調を色彩色差計(ミノルタ社製、CR-200)を用いて測定した。

## 結 果

### 1 飼料(養分)摂取量

飼料摂取量は乾物(DM)、TDNに換算した養分摂取量として第3表に示した。1日当たりDM摂取量は、前期では20%区(8.66kg)、25%区(8.48kg)、15%区(8.12kg)の順に多かった。後期では前期と同様に20%区が最も多く、15%区と25%区の差は僅かであった。全期間では20%区が8.92kg、25%区が8.47kg、15%区が8.39kgとなった。1日当たりTDN摂取量は、前期では20%区が最も多く、15%区と25%区の差はなかった。後期はDMの場合と同傾向であり、全期間では20%区が7.17kgと最も多く、15%区と25%区はそれぞれ6.78kg、6.76kgと差がなかった。

4週毎の1日当たりDM摂取量の推移を第1図に示した。前期末の20週までは20%区、25%区の伸びが大きかったが、20週直後は各区ともに減少する傾向が認められた。20%区はその後、終了時の62週まで比較的高く推移したが、25%区は28週後から更に減少し、40週には最低となった。15%区は全期間中、

常に20%区よりも低く推移した。

### 2 増体成績

体重及び1日当たり増体量(DG)を第4表に示した。試験終了時の体重は、20%区が40~50kg大きかった。DGは、前期では15%区、20%区、25%区それぞれ1.29kg、1.35kg、1.26kgであった。後期では20%区が他の2区に比べて有意に大きかった。全期間でも20%区が1.19kgと、15%区の1.09kg、25%区の1.08kgに対して有意に大きかった。

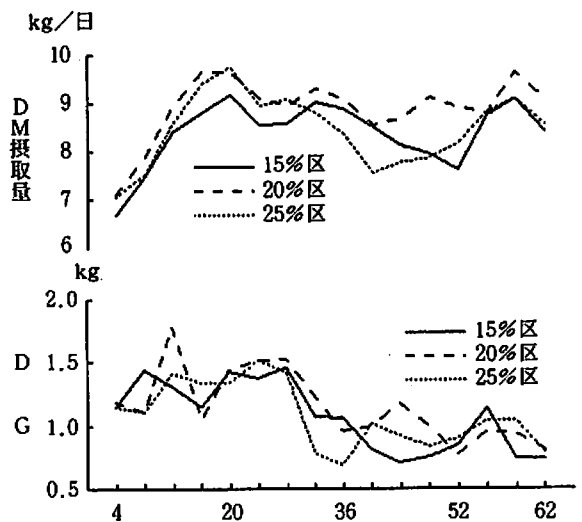
4週毎のDGの推移を第1図に示した。28週後は、各区とも急激に低下する傾向が認められた。25%区はその傾向が最も著しく、36週には0.71kgと最低となった。

### 3 1kg増体に要した養分量(養分要求率)

1kg増体に要した養分量(養分要求率)を第5表に示した。DM要求率は、前期では15%区が6.30と最も低かったが、後期では20%区が8.11と最も低かった。全期間では20%区が7.50と最も低かった。

第3表 養分摂取量 (kg/日)

区 分	DM			TDN		
	前期	後期	全期	前期	後期	全期
15%区	8.12	8.52	8.39	6.04	7.14	6.78
20%区	8.66	9.05	8.92	6.31	7.59	7.17
25%区	8.48	8.46	8.47	6.06	7.09	6.76



第1図 1日当たりDM摂取量及びDGの推移

第4表 増体成績 (kg)

区分	体重			DG		
	開始時	前期末	終了時	前期	後期	全期
15%区	247	428	721	1.29	0.99 <sup>B</sup>	1.09 <sup>b</sup>
20%区	247	436	764	1.35	1.12 <sup>A</sup>	1.19 <sup>a</sup>
25%区	247	424	715	1.26	0.99 <sup>B</sup>	1.08 <sup>b</sup>

注) ①開始時：7.1月齢，前期末：11.7月齢（20週時）  
 終了時：21.4月齢（62週時）  
 ②縦列のA・B異文字間（P<0.01），a・b異文字間（P<0.05）に有意義あり。

第5表 1kg増体に要した養分量(養分要求率)

区分	DM要求率			TDN要求率		
	前期	後期	全期	前期	後期	全期
15%区	6.30	8.64	7.73	4.68	7.24	6.25
20%区	6.44	8.11	7.50	4.69	6.80	6.03
25%区	6.74	8.58	7.87	4.82	7.19	6.28

TDN要求率は，前期では15%区，20%区がそれぞれ4.68，4.69と低かった。全期間では20%区が6.03と最も低く，15%区と25%区の差はなかった。

4 枝肉成績

枝肉格付評価及び筋肉・脂肪の色調を第6表に示した。枝肉重量は，20%区が15%区，25%区に対して有意に重かった。ロース芯面積は，25%区が43.2 cm<sup>2</sup>と最も大きかった。ばらの厚さは，20%区が6.4 cmと最も厚く，15%区との間に有意差が認められた。皮下脂肪の厚さは25%区が2.4cmと最も薄かった。部分肉歩留の指標である歩留基準値は，ロース芯面積，皮下脂肪の厚さを反映して25%区が高かった。

第6表 枝肉格付評価及び筋肉・脂肪の色調

区分	「歩留-肉質」等級				「B-3」以上率	枝肉重量	枝肉歩留	ロース芯面積	ばらの厚さ	皮下脂肪の厚さ	歩留基準値						
	「B-3」	「B-2」	「C-3」	「C-2」													
15%区	2頭	1頭	-	2頭	40.0(%)	410 <sup>A</sup> (kg)	58.9(%)	38.8(cm <sup>2</sup> )	5.9 <sup>b</sup> (cm)	2.8(cm)	68.7						
20%区	3頭	1頭	2頭	-	50.0	440 <sup>a</sup>	59.5	40.5	6.4 <sup>a</sup>	2.6	69.0						
25%区	4頭	1頭	1頭	-	66.7	414 <sup>b</sup>	60.2	43.2	6.1	2.4	69.7						
脂肪交雑	肉の色沢			肉の縮まり・きめ			脂肪の色沢・質			筋肉の色調			脂肪の色調				
	BMS	等級	BCS	光沢	等級	縮まり	きめ	等級	BFS	光沢	質	等級	L	a	b	L	a
3.0	2.6 <sup>b</sup>	4.2	2.8	2.8	2.4	3.0	2.4	2.0	4.0	4.0	38.0	21.1	9.7	81.4 <sup>a</sup>	0.9	5.7	
3.5	3.0	3.7	3.2	3.2	2.8	3.0	2.8	2.0	4.0	4.0	38.6	20.9	9.4	78.1 <sup>b</sup>	0.7	5.6	
3.8	3.2 <sup>a</sup>	3.5	3.0	3.0	2.8	3.3	2.8	2.0	4.0	4.0	36.5	21.8	9.9	79.2	0.6	5.3	

注) ①BMS：牛脂肪交雑基準，BCS：牛肉色基準，BFS：牛脂肪色基準  
 ②L：明度，a：赤色度，b：黄色度  
 ③縦列のa・b異符号間に有意差（P<0.05）あり。

BMS値は，25%区が3.8と最も高く，BCS値は，25%区が3.5と最も低かった。肉の縮まり・きめ等級は，20%区，25%区が高く，脂肪の色沢・質等級は，各区間に差がなかった。

筋肉の色調は，L値は20%区，15%区が高く，a値及びb値は25%区が最も高かった。脂肪の色調は，各値とも15%区が最も高かった。しかし，筋肉の色調の各値と格付評価のBCS値，筋間脂肪の各値とBFS値との間には相関性が認められなかった。

考 察

育成的要素の大きい肥育前期における粗飼料の給与方法は，飼料エネルギー水準と同様に，その後の肥育性及びと肉性に大きく影響する1,3,4)ことが知られている。

採食性は，前期では15%区よりも20%区，25%区が良好であったが，粗飼料割合を25%まで増加すると飼料摂取が抑制される傾向を示した。これは，粗飼料に用いたイナワラの容積の大きさや嗜好性の低さが影響したものと考えられる。後期では後期用飼料に切り替えた直後に各区ともDM摂取量が減少する傾向を示したが，20%区はその後，回復したのに対して，25%区は28週後からは更に減少し，40週の時点では20週の77%の値にまで低下した。これは，25%区においては前期用飼料と後期用飼料の養分量及び粗濃比の大きな変化が飼料摂取に影響したものと考えられる。

増体成績は，肥育前期では各区間に大きな差はなかったが，肥育後期では明らかな差が生じ，20%区が優れていた。一般に，肥育前期に粗飼料を多く給

与した肥育牛は、後期において良好な増体を示すといわれている。しかし、今回の試験において、粗飼料給与割合が最も多い25%区は、肥育後期に入って8週間を経過した28週後から36週にかけての著しい増体低下が響いて、後期のDGは0.99kgにとどまった。このことは、DM摂取量の推移と対応しており、給与飼料の養分含量及び粗濃比の大きな変化による採食性の低下が影響したものと推察される。一方、粗飼料給与割合の最も少ない15%区は、前期のDG値を100とした場合の後期のそれは76.7となり、他の2区(20%区:83.0, 25%区:78.6)に比べて、後期における増体の低下度合いが大きかった。これは、飼料効率(養分要求率)の悪化が原因と思われる。

養分要求率は、前期においては粗飼料給与割合の少ない15%区が優れる傾向にあったが、後期では最も劣る結果となっており、濃厚飼料を肥育初期から多く給与した場合にみられる肥育後半の飼料効率の悪化が認められた。

枝肉成績については、粗飼料給与割合の増加に伴ってロース芯面積が大きく、皮下脂肪が薄くなり、歩留基準値が向上する傾向を示した。肉質において重要視されるBMS値、BCS値も、同様に良好となる傾向を示した。これらのことから、粗飼料給与割合が枝肉形質に及ぼす影響は大きいと考えられる。また、高品質牛肉の指標とされる「歩留-肉質」等級「B-3」規格以上の格付率をみると、25%区の66.7%は、日本食肉格付協会の平成4年調査における全国平均値の35.1%に比べると約2倍弱の値となり、優れた成績といえる。

肥育前期の粗飼料給与割合を検討した結果、15%では飼養成績、枝肉成績の両面からみて粗飼料の不足が明らかであり、他方、25%は後期の増体にやや問題があるものの優れた枝肉性状が示され、20%については効率の良い増体が得られた。以上のことから、肥育前期における適切な粗飼料給与割合は20~25%の範囲内と推察された。また、給与飼料の養分含量及び粗濃比の大きな変化を伴う飼料切り替えが採食性や増体を低下させる一因と察せられたため、今後は効率の良い飼料切り替え方法を検討する必要がある。

#### 引用文献

- 1) 黒肥地一郎・滝本勇二・岩成寿・美濃貞治郎・吉田正三郎・田中彰治・上田敬介・寺田隆慶・橋爪徳三・針生程吉・森本宏(1970):肉用牛の飼養標準に関する研究(II) 去勢牛の若齢肥育における濃厚飼料と粗飼料の割合. 九農試報15, 331~366.
- 2) 中島啓介・後藤 治・大石登志雄(1993):乳用種去勢牛の良質肉安定生産技術, 肥育前期飼料のエネルギー水準が肥育性に及ぼす影響. 福岡農総試研報C-12, 13~16.
- 3) 岡田光男・篠原旭男・河上尚実・小堤恭平(1974):乳用種去勢牛の育成期における粗飼料給与量の差と産肉性. 草地試研報5, 20~28.
- 4) 山崎敏雄(1983):牛の成長生理からみた肉牛肥育の低コスト化と粗飼料の利用. 畜産の研究37, 645~652.

#### Studies on Improvement of the Meat Productivity in Dairy Steers (2)Influence of Roughage Ratios in Feed During the Early Fattening Period on Fattening Performance of Dairy Steers

NAKAJIMA Keisuke, Osamu GOTO and Norikazu FUKUDA

#### Summary

Seventeen dairy steers were used to examine the effects of roughage ratios in feed (15,20,25%) during the early fattening period on gain of body weight, feed efficiency and carcass characteristics. The average daily weight gain of the 20% group during the whole period (1.19kg) was significantly larger than that of the other groups. The average TDN per 1kg body weight gain of throughout the entire period were 6.25kg(15%), 6.02kg(20%), and 6.28kg(25%). Ribeye area, tickness of external fat, marbling and lean color were improved as roughage ratio increase.

[Key words:dairy steers,fattening,roughage,]

Bull.Fukuoka Agric.Res.Cent.C-13: 1~4 (1994)

## 大ヨークシャー種系統豚「フクオカヨーク」の造成

投野和彦・大和碩哉・佐藤充徳・古賀康弘\*・藤原隆\*\*  
(畜産研究所中小家畜部)

優良な大ヨークシャー種を基礎豚として、1985年から1992年まで7年間7世代をかけて系統造成を行った。造成は1日増体量、背脂肪の厚さ及びロース断面積を改良目標として、選抜指数式を用いた閉鎖群育種法で実施した。その結果、次の能力及び特徴を持った系統豚「フクオカヨーク」が完成した。

- 1 最終世代育成豚の産肉能力は、1日増体量が雄826g、雌749g、背脂肪の厚さが雄(体長1/2部位)1.6cm、雌(肩・背・腰3部位平均)2.6cm、ロース断面積(胸椎5-6間)が雄20.7cm<sup>2</sup>、雌20.6cm<sup>2</sup>であった。
- 2 最終世代生産時の母豚の繁殖成績(初産、1発情1回種付け)は、平均産子数が9.5頭、育成率が91.5%、哺乳豚の発育も良好で、大ヨークシャー種の母系としての優れた繁殖能力の特性が認められた。
- 3 体型的な特徴は、体幅と深みに富み、後軀が充実し、肢蹄が丈夫である。また、認定豚の平均血縁係数及び平均近交係数は22.0%及び8.1%であった。

[キーワード: 豚, 大ヨークシャー種, 系統造成, 産肉能力, 繁殖能力]

### 緒 言

わが国の養豚は、大規模一貫経営が主流となり、品種間交配による雑種強勢利用が定着している。しかし、種豚の能力は同一品種でも個体により遺伝的に大きな差があり、生産される肉豚の産肉能力やと体形質のバラツキが大きいため、生産、流通及び加工の各段階で問題となっている。そこで、遺伝的斉一性に優れ、かつ能力の高い集団である系統を造成し、計画的な品種間系統交雑によって、規格化された経済価値の高い肉豚を安定的に生産することが重要となっている。

この様な背景から、現在、多くの試験研究機関で豚系統造成が行われている<sup>1)</sup>。

当场では、飼養管理が容易で産肉性に優れている大ヨークシャー種を選定し、1985年から系統造成を開始した。「本県の気候・風土に適し、肢蹄が強く、強健性があり、繁殖性及び産肉性に優れた雌系統」を目標として選抜改良を進め、1992年11月に造成を完了し、1993年3月に系統豚「フクオカヨーク」として認定を受けた。

そこで本報では、フクオカヨークの造成経過の概要について報告する。

\* 現農政畜産課

\*\* 現福岡農林事務所

### 試 験 方 法

素材豚の導入状況を第1表に示した。能力が優れ、強健性があり、肢蹄が丈夫で血統のはっきりした、アメリカ、イギリス、オランダ、カナダを原産とする大ヨークシャー種を受知、熊本、群馬の原種豚場及び農林水産省白河種畜牧場茨城支場(現在の家畜改良センター茨城牧場)から導入した。これらの素材豚に当场繫養豚を加えた6家系から、基礎豚として、雄11頭、雌39頭を選定し、第1世代の生産に供した。

選抜の基本計画を第1図に示した。造成開始以降は外部からの血液導入を一切せずに世代交代を行う閉鎖群育種法<sup>2)</sup>を取り入れ、各世代の集団の大きさ

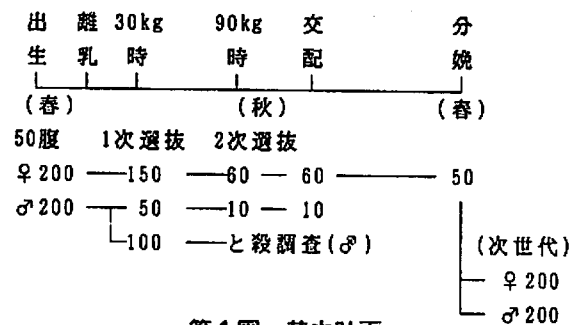
第1表 素材豚の導入状況

導 入 元	導入 年度	頭数		血 統
		雄	雌	
愛知 県農業総合試験場	1983	2	4 (アイリス)	
群馬 吉田種豚場	1983	1	5	アメリカ
愛知 ノーサンファーム	1984	1	5	カナダ
熊本 全農西日本原種豚場	1984	1	5	オランダ
群馬 吉田種豚場	1985	2	12	アメリカ
当场繫養豚		3	43	アメリカ
(白河種畜牧場導入分等を含む)				イギリス



は雄10頭、雌50頭とした。また、選抜に対する気温や湿度などの環境による影響をできるだけ少なくするため、毎世代、春分娩-夏検定-秋交配の初産回転方式とした。

選抜は2段階とし、第1次選抜は体重30kg時点で発育状態、肢蹄、乳器等を指標に、育成豚として各腹より雄1頭、雌2~3頭を、調査豚として去勢雄



第1図 基本計画

2頭を選抜した。第2次選抜は育成豚及び調査豚の産肉能力成績が判明した時点で選抜指数法<sup>8)</sup>により、次世代豚として雄10頭、雌60頭(予備豚10頭を含む)を選抜した。

選抜形質の改良目標及び測定方法を第2表に示した。選抜形質は、1日増体量、背脂肪の厚さ及びロース断面積の3形質とし、原則として選抜指数値の高い個体から順次選抜した。選抜指数式及び世代当たりの推定遺伝改良量を第3表に示した。選抜指数式は、第1~3世代においては、集団の能力及び遺伝的特性に関する情報が少ないまま設定しており、選抜形質の改良も期待通りには進まなかったため、第4世代以降は、それまでに得られた第1~3世代豚の遺伝的情報を基に改訂した式を使用した。また体型や強健性、遺伝率が低く改良が困難な繁殖形質等については、独立淘汰水準法による選抜を実施した。飼養管理方法を第4表に示した。衛生管理方法については、当场慣行法に従った。

第2表 選抜形質の改良目標及び測定方法

選 抜 形 質	単 位	性	改良目標値	改良量	測定方法
1日増体量 (DG)	g	♂	800	50	育成豚の体重30kg~90kg
		♀	620	40	育成豚の90日齢~180日齢
背脂肪の厚さ (BF)	cm	♂	1.4	-0.18	育成豚体重90kg時の体長1/2部位
		♀	2.6	-0.16	調査豚体重90kg時の肩背腰3部位平均
ロース断面積 (EM)	cm <sup>2</sup>	♂	21	2.0	調査豚体重90kg時の胸椎5-6間
		♀	22	2.5	〃

第3表 選抜指数式及び世代当たり推定遺伝的改良量

世 代	選抜指数式	世代当たり推定遺伝的改良量
1~3	I ♂ = 0.01864 × DG - 12.357 × BF + 3.4962 × EM	DG: 10.006 BF: -0.05718 EM: 0.5718
	I ♀ = 0.03528 × DG - 14.959 × BF + 2.7266 × EM	DG: 7.106 BF: -0.03553 EM: 0.3553
4~7	I ♂ = 0.05638 × DG - 7.835 × BF + 1.1588 × EM	DG: 7.578 BF: -0.02728 EM: 0.3031
	I ♀ = 0.08305 × DG - 13.009 × BF + 1.4976 × EM	DG: 4.461 BF: -0.01784 EM: 0.2788

第4表 飼養管理方法

区 分	飼料名 (TDN・DCP)	飼料給与方法	飼養形態
幼豚	14日齢~40日齢 人工乳A (85.0%・22.0%)	不断給餌	1腹群飼
子豚	30日齢~30kg 人工乳B (80.0・16.0)	〃	〃
検定豚(雄)	30kg~90kg 検定飼料 (70.1・12.7)	制限給餌	単飼
検定豚(雌)	30kg~180日齢 〃 (〃)	不断給餌	8頭群飼
調査豚(去勢)	30kg~90kg 〃 (〃)	〃	4頭群飼
種豚(雄)	90kg~ 種豚用飼料(72.0・12.0)	制限給餌	単飼
種豚(雌)	180日齢~ 〃 (〃)	〃	4頭群飼

結果及び考察

1 世代経過

世代経過を第2図に示した。

1985年12月に造成を開始し、当初の計画通り1年1世代で順調に経過し、1992年11月に最終世代（第7世代）の選抜を終了した。

2 選抜状況

世代毎の選抜指数値の選抜状況を第5表に、各選抜形質の選抜状況を第6表に示した。

選抜率（P値）については、雄が20%~30%、雌が31%~54%の範囲であり、基本計画の雄20%、雌33%に比べて、選抜がやや弱い結果となった。

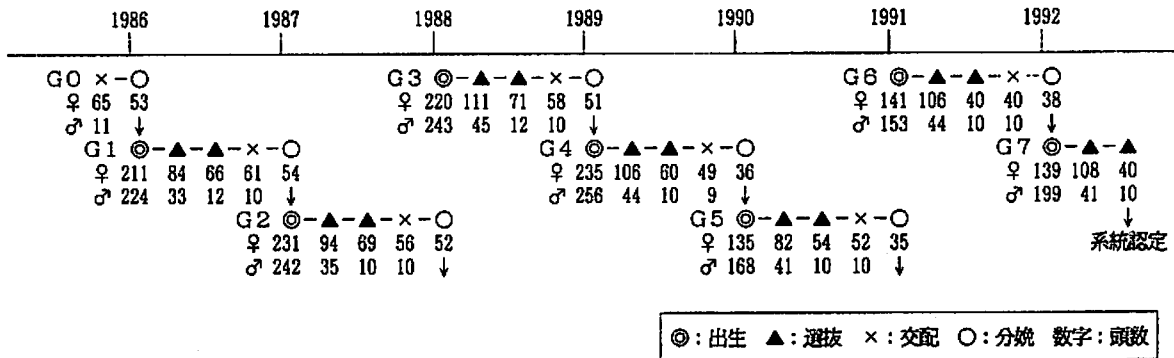
標準化された選抜差（i値）については、雄は概ね良好な値であった。しかし、雌はやや小さい値で

あり、一部は意図した方向と逆の選抜差が得られた。

切断型選抜からのずれ（rb値）は、この値が1に近いほど選抜指数値どおりの選抜が行われたことを示すものであるが、選抜差と同様に、雄については概ね良好な値であるのに対し、雌についてはやや低い値であった。

以上のことから、雄については概ね計画どおりの選抜が行われたが、雌については不十分な選抜であったと考えられる。この原因としては、雌の生産子豚頭数が雄に比べて各世代とも少なかったことと、雌を180日齢まで不断給餌で育成したことから、発育が良く選抜指数値の高い豚はやや過肥となり、肢蹄の事故や繁殖成績の低下が起り、次世代豚の生産に支障を生じたことが考えられる。

3 選抜形質の世代変化



第2図 世代経過

第5表 選抜指数値の選抜状況

世代	育成雄									育成雌								
	n	n'	P	M	s	M'	D	i	rb	n	n'	P	M	s	M'	D	i	rb
G1	33	10	0.30	53.30	5.11	56.21	2.91	0.57	0.53	84	43	0.51	42.52	9.52	41.59	-0.93	-0.10	-0.13
G2	35	10	0.29	51.15	5.01	54.43	3.28	0.65	0.62	94	46	0.49	36.49	9.17	37.94	1.45	0.16	0.19
G3	41	10	0.24	48.89	5.41	55.74	6.84	1.27	0.98	97	49	0.51	36.66	11.87	42.14	5.48	0.46	0.58
G4	44	9	0.20	53.27	5.23	57.36	4.09	0.78	0.53	106	33	0.31	41.91	9.20	47.55	5.64	0.61	0.56
G5	35	10	0.29	50.84	5.21	54.16	3.33	0.64	0.46	73	35	0.48	42.61	7.82	42.48	-0.14	-0.02	0.09
G6	35	10	0.29	54.97	5.42	60.53	5.57	1.03	0.87	70	38	0.54	46.28	7.60	45.44	-0.85	-0.11	-0.16
G7	41	10	0.24	57.96	4.61	63.31	5.35	1.61	0.91	105	40	0.38	59.06	7.83	61.37	2.31	0.30	0.30

注) ①n: 育成頭数, n': 選抜頭数, P: 選抜率, M: 集団平均値, s: 標準偏差, M': 選抜豚の平均値  
D: 選抜差, i: 標準化された選抜差, rb: 切断型選抜からのずれ。

②全世代とも改訂後の選抜指数式で算出した指数値。

第6表 各選抜形質の選抜状況

形質	世代	育成雄								育成雌									
		n	n'	P	M	s	M'	D	i	rb	n	n'	P	M	s	M'	D	i	rb
1日増体量 (g)	G 1	33	10	0.30	754.6	103.44	828.3	73.70	0.71	0.72	84	43	0.51	580.7	81.59	585.6	4.93	0.06	0.10
	G 2	35	10	0.29	716.7	80.48	751.2	34.50	0.43	0.51	94	46	0.49	519.5	90.51	545.7	26.16	0.29	0.45
	G 3	41	10	0.24	710.4	69.52	791.6	81.12	1.17	1.11	97	49	0.51	566.4	114.93	626.9	60.46	0.53	0.75
	G 4	44	9	0.20	798.6	67.56	819.1	20.46	0.30	0.32	106	33	0.31	622.6	71.11	657.5	34.90	0.49	0.56
	G 5	35	10	0.29	721.8	57.55	730.6	8.80	0.15	0.19	73	35	0.48	608.9	68.72	604.1	-4.85	-0.07	-0.26
	G 6	35	10	0.29	796.0	68.94	862.3	66.33	0.96	1.10	70	38	0.54	598.7	55.33	617.6	18.95	0.34	0.78
	G 7	41	10	0.24	825.9	48.76	863.1	37.20	0.76	1.21	105	40	0.38	748.9	68.21	772.7	23.71	0.35	0.46
背脂肪の厚さ (cm)	G 1	33	10	0.30	1.58	0.19	1.59	0.01	0.03	1.00	84	43	0.51	2.75	0.32	2.79	0.05	0.14	-0.30
	G 2	35	10	0.29	1.47	0.20	1.39	-0.08	-0.40	9.17	94	46	0.49	2.69	0.28	2.71	0.03	0.10	-0.22
	G 3	41	10	0.24	1.60	0.20	1.53	-0.07	-0.33	0.68	97	49	0.51	2.87	0.31	2.85	-0.02	-0.05	0.12
	G 4	44	9	0.20	1.73	0.25	1.54	-0.19	-0.74	1.00	106	33	0.31	2.96	0.31	2.83	-0.13	-0.42	0.58
	G 5	35	10	0.29	1.54	0.20	1.41	-0.13	-0.63	1.65	73	35	0.48	2.85	0.24	2.86	0.01	0.02	-0.07
	G 6	35	10	0.29	1.59	0.31	1.46	-0.13	-0.42	0.69	70	38	0.54	2.56	0.31	2.67	0.11	0.36	-0.62
	G 7	41	10	0.24	1.60	0.22	1.48	-0.12	-0.53	0.80	105	40	0.38	2.61	0.21	2.59	-0.02	-0.09	0.14
ローズ断面積 (cm <sup>2</sup> )	G 1	33	10	0.30	19.89	2.60	18.9	-0.93	-0.36	7.87	84	43	0.51	20.17	2.51	19.6	-0.57	-0.23	-0.64
	G 2	34	10	0.29	18.99	2.13	19.7	0.75	0.35	0.57	94	46	0.49	18.76	2.07	18.5	-0.21	-0.10	-0.27
	G 3	41	10	0.24	18.37	2.17	19.9	1.59	0.73	0.83	97	49	0.51	18.07	2.39	18.2	0.20	0.08	0.25
	G 4	44	9	0.20	18.78	2.14	20.1	1.37	0.64	0.56	106	33	0.31	19.18	2.32	19.9	0.73	0.32	0.55
	G 5	35	10	0.29	19.16	2.91	20.8	1.64	0.56	0.60	73	35	0.48	19.51	2.71	19.7	0.22	0.08	0.42
	G 6	35	10	0.29	19.50	2.11	20.3	0.80	0.38	0.55	70	38	0.54	19.96	2.30	19.2	-0.68	-0.29	-0.84
	G 7	41	10	0.24	20.70	2.31	22.6	1.95	0.84	0.72	105	40	0.38	20.65	2.04	20.7	0.07	0.03	0.05

注) n : 育成頭数, n' : 選抜頭数, P : 選抜率, M : 集団平均値, s : 標準偏差, M' : 選抜豚の平均値  
D : 選抜差, i : 標準化された選抜差, rb : 切断型選抜からのずれ。

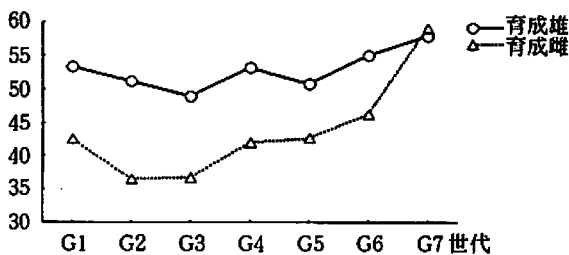
選抜指数値の世代変化を第3図に、各選抜形質の世代変化を第4図～第6図に示した。

選抜指数値は雄雌ともに第3世代まで低下傾向を示したが、第4世代以降は順調に上昇し、第1世代雄53.3、雌42.5であったものが最終世代では雄57.96、雌59.06となり、改良の効果が認められた。

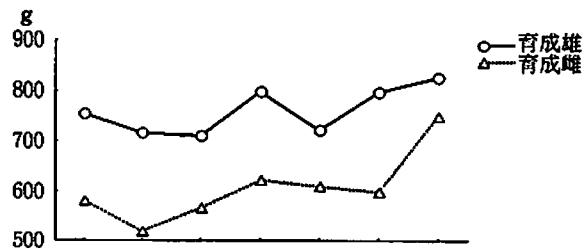
育成豚の1日増体量は、第4世代で雄雌ともに改良目標にほぼ達したが、その後横這いしないしはやや低下の傾向を示した。しかし、最終世代では雄826

g、雌749gと良好な成績を示し、改良目標の雄800g、雌620gを大きく上回った。背脂肪の厚さは、第4世代まで厚くなる傾向を示したが、選抜指数式の改訂後は選抜の効果が認められ、最終世代では雄1.6cm、雌2.6cmとなった。ローズ断面積は、第4世代以降大きくなる傾向を示し、最終世代では雄20.7cm<sup>2</sup>、雌20.6cm<sup>2</sup>となった。

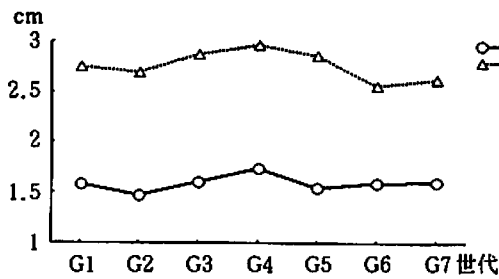
本試験は、全体的にみて1日増体量に重点を置いた造成であったが、最終的には各選抜形質とも概ね



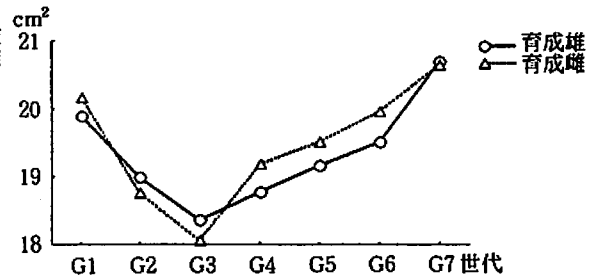
第3図 選抜指数値の世代変化



第4図 1日増体量の世代変化



第5図 背脂肪の厚さの世代変化



第6図 ロース断面積の世代変化

目標としていた成績まで改良され、能力的にバランスの良い系統が完成した。最終世代豚の産肉能力を豚産肉能力検定の判定基準<sup>4)</sup>で評価すると、1日増体量及びロース断面積はAクラスに、背脂肪の厚さはBクラスに該当する。一般に種豚の平均的能力は検定合格ラインのCクラスとみられるので、この系統は優れた産肉能力を持っていると言える。とくに、西南暖地の暑熱下での育成という不利な面があるにもかかわらず、全国の系統豚の平均能力<sup>5)</sup>を上回る良好な成績である。

4 その他の形質の世代変化

第6世代までの繁殖成績を第7表に示した。母豚の繁殖成績は、初産でしかも1発情1回種付けであるにもかかわらず、平均産子数は9~10頭、育成率

は90%前後と良好な成績であった。一般に近交係数の上昇に伴って繁殖成績の低下が懸念される<sup>2,3)</sup>が、産子数の減少や難産もなく、哺乳豚の発育も良好であり、大ヨークシャー種の母系としての優れた繁殖能力の特性が認められた。

体型の変化を第8表に示した。体型は、体長、体高及び管囲に大きな変化は見られなかったが、前幅、胸幅及び後幅が大きくなった。1日増体量に改良の重点を置いたことにより、体長の伸びよりも体幅の向上が進んだものと考えられる。

5 血縁係数及び近交係数の世代変化

血縁係数及び近交係数の世代変化を第7図に示した。これらの世代変化は、他の系統造成試験の成績<sup>6)</sup>とはほぼ同様の推移を示しているが、第4世代以降

第7表 繁殖成績

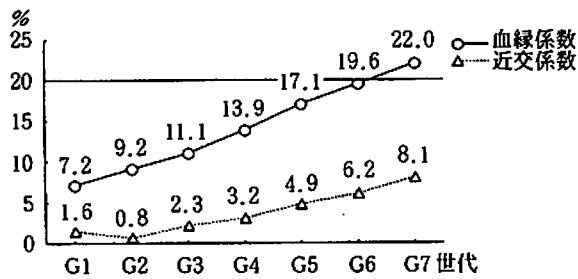
世代	交配種雌豚	受胎種雌豚	受胎率	分娩種雌豚	1腹平均				子豚平均体重		
					産子	哺乳	離乳	育成率	生時	3週	5週
G0	64頭	56頭	87.5%	53頭	8.9頭	8.2頭	6.9頭	81.8%	1.2kg	4.8kg	7.6kg
G1	61	54	88.5	54	9.9	8.8	8.2	88.2	1.1	4.5	7.5
G2	61	55	90.2	52	9.3	8.9	7.7	81.4	1.2	5.3	8.6
G3	58	56	96.6	51	10.0	9.6	8.1	84.1	1.2	5.0	7.6
G4	49	47	95.9	36	9.2	8.4	7.9	93.1	1.2	5.5	9.0
G5	52	47	90.4	35	9.1	8.4	7.5	89.6	1.1	5.2	8.6
G6	51	47	92.2	38	9.5	8.9	8.1	91.5	1.2	5.3	8.7

注) 種雌豚はすべて初産、1発情1回種付けの成績。離乳は生後3週齢。

第8表 体型の変化

世代	性別	体長	胸囲	管囲	前幅	胸幅	後幅	胸深	体高
G1	雄	111±2.4	101±2.0	17.3±0.7	28.6±1.1	25.2±1.0	28.0±0.9	34.5±1.3	66.6±1.7
	雌	112±4.0	102±4.1	16.5±0.7	28.4±1.4	25.1±1.2	28.4±1.2	35.2±1.6	65.8±2.2
G7	雄	111±4.0	101±2.3	17.9±0.8	30.1±1.2	26.5±1.2	29.8±1.4	33.5±1.2	66.3±3.3
	雌	118±5.0	109±4.8	17.2±0.7	31.5±1.8	27.9±1.6	30.4±1.9	36.0±1.5	67.3±2.9

注) 平均値±標準偏差 (単位: cm)



第7図 血縁係数及び近交係数の世代変化

において、分娩頭数が減少し、造成規模がやや縮小したことで、各係数の上昇度が高まり、当初の予定よりやや高い値で造成を完了した。系統造成の目的の1つは遺伝的に似通った血縁集団を作ることであるが、その指標となる血縁係数は、最終世代において平均22.0%、最小値で13.7%となり、系統豚認定の条件である「平均血縁係数20%以上及び全ての個体相互間の血縁係数10%以上」という規定<sup>3)</sup>を満たした。すなわち、本系統の血縁関係は、平均すると半きょうだい程度、最低でもいと同じ士の関係にあると思われる。また、急激な近交度の上昇を防ぐため、全きょうだい及び半きょうだい交配を避け、できるだけ遠縁の組合せによる交配を実施したことに

より、平均近交係数は8.1%の上昇に留まった。この程度の上昇は、繁殖性に影響を及ぼさないと思われるが、今後、系統を維持するうえで近交度の上昇に充分注意する必要があると考えられる。

#### 引用文献

- 1) 阿部猛夫 (1987) : わが国豚系統の造成とその利用. 日畜会報58(7), 545~562.
- 2) 新井忠夫・松本茂・佐野修・林隆 (1985) : 豚の近親交配による体型、繁殖成績等の変化について. 日本養豚研究会誌22(1), 48.
- 3) 内藤元男 (1970) : 家畜育種学. 養賢堂. P271~272.
- 4) 日本種豚登録協会 (1987) : 登録関係諸規程.
- 5) 日本種豚登録協会 (1991) : 豚産肉能力検定実務書.
- 9) 日本種豚登録協会 (1991) : 造成系統の記録. 系統とは!. P36~99.
- 7) 農林水産省畜産試験場 (1981~1987) : 豚の地域環境別選抜第2次試験(指定試験)報告書. 第1回~7回.
- 8) 横内隕生・阿部猛夫 (1977) : 選抜指数法の家畜育種への適用. 農林水産省畜産試験場年報17, 95~108.

#### Development of Large White Strain Pigs "FUKUOKA YORK"

NAGINO Kazuhiko, Hiroya YAMATO, Mitsunori SATOH, Yasuhiro KOGA and Takashi FUJIWARA

#### Summary

Strain development with basic pigs of Large White has been carried out for 7 years and 7 generations from 1985 to 1992. The method was closed herd breeding with selection index to improve daily gain, back fat thickness and eye muscle area. In result the strain pigs "FUKUOKA YORK" were completed which have the following abilities and characteristics.

- (1) Meat productivities of the 7th generation pigs were 826 g and 749 g for daily gain of male and female, 1.6cm and 2.6cm for back fat thickness of male (at a point of half body length) and female (average value at 3 points of back), 20.7cm<sup>2</sup>, and 20.6cm<sup>2</sup> for eye muscle area (between 5th and 6th thoracic vertebra) of male and female.
- (2) Reproductive abilities of the 6th generation sows (at first birth, one time insemination in heat) were 9.5 for average litter size, 91.5% for raising rate and good for growth of neonatal pigs, so it was proved to have excellent matrilineal reproductive quality of Large White.
- (3) Characteristics of body type were abundant for width of body and breast thickness, full for ham and healthy for foot. Coefficient of relationship and inbreeding in the recognised pigs were 22.0% and 8.1%.

[Key words: Large white, Strain development, Performance of meat production, Reproductive ability]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. C-13: 5~10(1994)

## 西南暖地の暑熱環境下での豚の飼料摂取促進技術

### 第2報 暑熱期の母豚に対する加水飼料給与による飼料摂取量の促進

佐藤充徳・投野和彦・大和碩哉  
(畜産研究所中小家畜部)

夏期の暑熱環境は母豚の食欲を減退させ、飼料摂取量が低下する。その結果、母豚の体重が著しく減少して離乳後の母豚の発情再帰は遅れ、繁殖率が低下している。そこで母豚に対する加水飼料の給与効果について検討した。

- 1 飼料摂取量は、飼料へ水を加えることにより、リキッド飼料(5.51kg)、ウエット飼料(4.89kg)、ドライ飼料(4.22kg)の順で摂取し、特にリキッド飼料はドライ飼料に対して5%水準で有意に摂取した。
- 2 ウエット及びリキッド飼料を給与するとドライ飼料給与による母豚の体重減少率8.30%の約50%少なく4.39%、4.27%となり、発情再帰日数は約4日早くなる傾向にある。

[キーワード：暑熱、母豚、加水飼料、飼料摂取量、発情再帰]

### 緒言

夏期の暑熱環境は豚の食欲を減退させ、特に分娩する母豚は飼料の食い込み量が低下する。母豚は、泌乳に必要な養分量が摂取できなくても、乳の生産及び泌乳を優先させる本能があり、不足分を補うために自らの蓄積栄養を分解放出することから、授乳期の体重は減少する<sup>5,6)</sup>。分娩後の母豚は体重減少率が高くなれば、発情再帰が遅くなる傾向にある<sup>2,5,6)</sup>。暑熱環境を改善するため、送風、散水、庇陰等の施設面からの対策が図られてきた<sup>3)</sup>が、装置の設置や改善及び運転に費用がかかるので、広く普及するまでには至っていない。

そこで、本試験では暑熱期に授乳中の母豚に給与する飼料に水を加えることによって、飼料の食い込み量を増やすことを目的とし、その飼料摂取量が哺乳中の子豚の発育や母豚の体重減少率、離乳後の母豚の発情再帰等に及ぼす影響について検討した。

### 試験方法

#### 1 供試豚

試験に用いた豚は、本場で造成した大ヨークシャー種系統豚「フクオカヨーク」<sup>4)</sup>の第5世代の初産の母豚を1区につき5頭を使用し、合計15頭を供試した。

#### 2 試験区及び試験期間

試験区は飼料へ加水する割合から、ウエット区、リキッド区、対照区としてのドライ区の3区を設けた。市販の授乳期用配合飼料(TDN 78%、DCP 12.5%)を用い、各試験区の配合飼料への加水割合は、第1表に示すとおり、ウエット区は飼料：水＝1kg：1kg、リキッド区は1kg：2kgの重量割合で加水し、ドライ区は配合飼料のみとした。また試験は1991年7月11日～9月11日の暑熱期に行った。

#### 3 飼料の給与量と管理

母豚を加水飼料に馴致するために、母豚を分娩予定日1週間前から分娩豚舎に移動し、試験飼料を給与した。給与量は第2表に示すとおりで、分娩前日までは配合飼料を1日2kg給与、分娩日から2日目まで1日1kg、3日目と4日目は1日2kg、5日目と6日目は1日3kgを、分娩後7日目から21日目(離乳)までは1日6kgとした。給与回数は各区とも朝と夕方の2回とした。なお、残飼は朝夕の給与前に集め、60℃24時間乾燥して秤量した。なお、分娩豚舎の豚房は平床式分娩房を使用し、1日1回敷料の桶ワラを交換し、水は自由飲水とした。

#### 4 調査項目

調査項目は、母豚の分娩直後体重と離乳時体重、飼料摂取量と給水カップからの飲水量、子豚の産子数と体重(生時・離乳時)、離乳日からの母豚発情再帰日数、試験期間中の豚舎内の最高最低気温とした。

第1表 飼料への加水割合

	飼料：水
ウエット区	1 kg : 1 kg
リキッド区	1 : 2
ドライ区	1 : 0

第2表 母豚飼料給与量

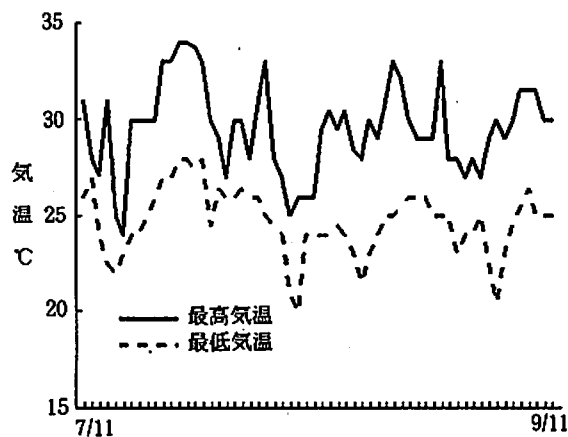
分娩前	2 kg
分娩～2日	1
3日～4日	2
5日～6日	3
7日～21日(離乳)	6

注) 給与量は配合飼料

## 結果及び考察

試験期間中の豚舎内の1日の最高最低気温の推移を第1図に示す。試験期間中の豚舎内の最高気温平均値は29.5℃, 最低気温平均値は24.6℃であった。また最高気温が30℃以上の日は、約半分にあたる29日間あった。豚は室温が30℃を越えると食欲が減退する<sup>6,8)</sup>ので、分娩した母豚は暑熱の影響をかなり受けていたと考えられる。

分娩後6日までは各区とも、飼料をすべて食べていたので、飼料摂取量は分娩後7日目から21日目(離乳)までの1日平均摂取量を算出し、第3表に示した。その結果、リキッド区が5.51kgと最も多く、次いでウエット区の4.89kg, ドライ区の4.22kgとなり、特にリキッド区の飼料摂取量は、ドライ区に対し5%水準で有意に多く摂取した。肥育豚に対してウエットフィーディングやリキッドフィーディングの加水給餌方式は飼料への摂取量が増加する<sup>1,6,7)</sup>。本試験において、暑熱環境下でも母豚に対して配合飼料に水を加えて給与することは、飼料摂取量を増加させたと考えられた。また、飼料摂取行動を観察したところ、ウエット区では、配合飼料に加えた水



第1図 豚舎内の最高最低気温

を先に飲むようにしながら水と一緒に食べ始め、水が少なくなると、練り状になった加水飼料を食べていた。リキッド区では、液状になった飼料を飲むようにしながら食べ、残飼もほとんどなく、食い込みも良好であった。しかし、両区とも母豚に飼料を給与してから約30分以上経つと、加水飼料は鼻をつく臭いが出始め、変質を始めるので飼料の食い込みが悪くなった。一方、ドライ区では、朝に飼料を給与してもほとんど摂取せず、日中の高温時から夕方の給与前まで同様に摂取しなかった。しかし、夕方に給与した飼料は、翌朝の給与時にはほとんどなかった。このことから、ドライ区の母豚は夕方に給与した飼料は、翌朝までに飼料を摂取していたと考えられる。

分娩後7日目から21日目(離乳)までの1日平均飲水量を、飼料に加えた水も含めた総飲水量と給水カップのみの飲水量を第3表に示した。その結果、総飲水量ではウエット区24.6ℓ, リキッド区25.3ℓ, ドライ区23.6ℓと、各区間ともほとんど変わらず有意差はなかった。しかし、飼料に加えた水から飲んだ量はウエット区4.9ℓ, リキッド区11.0ℓであり、飼料の摂取行動から推測すると、母豚は飼料に加えた水を飲む際に、飼槽中の流動状になった配合飼料も一緒に取り込んでいたと考えられる。特に、リキッド区の飼料摂取量がドライ区より多いのは、飼料に加えた水を飲むことによって配合飼料も一緒に飲み込まれたためと考えられる。

子豚の発育は、各区の生産子数に差はあったが、生時子豚平均体重はドライ区>リキッド区>ウエット区という傾向はあるが統計的には有意差はなく、離乳時の子豚平均体重も生時と同様な傾向にあり、統計的に有意差はなかった(第3表)。伊藤ら<sup>2)</sup>は授乳中の母豚に給与する栄養の差は哺乳子豚の発育に影響がなかったと報告している。このことから、本試験で母豚の飼料摂取量の差があっても、子豚の発育には影響せず、生時の傾向が離乳まで続いたと考えられる。

母豚の体重減少率は、分娩直後の体重に対して離

乳時の母豚体重が、どの程度減少したかを示したものである(第3表)。各区の間に有意差はなかったが、ウエット区は4.39%、リキッド区は4.27%と両区の間にはほとんど差はなく、ドライ区の8.30%と比較すると、体重の減少率は約50%少なかった。また、発情の再帰日数は離乳からの日数で示した(第3表)。ウエット区は6.0日、リキッド区は5.5日とドライ区の9.5日より約4日早く発情が再帰した。宮嶋ら<sup>5)</sup>も同様に体重の減少率の少ないものほど、発情の再帰が早くなる傾向を認めたと報告している。

安西ら<sup>1)</sup>は肥育豚におけるウエットフィーディングによる有用性の要因のなかで、飼料と水が混合されることで、飼料摂取量の増加をあげている。また、配合飼料に水を加えて練餌で給与しても配合飼料の場合と栄養価に大差はない<sup>6,7)</sup>と言われている。本試験の場合でもウエット区とリキッド区で摂取した飼料は、ドライ区の配合飼料と栄養価に差はないと考えられる。飼料摂取量が多ければ母豚における養分の不足が少なくなり、体内の蓄積栄養をあまり放出せず、その結果、体重減少率は少なくなり、発情再帰が早くなることが予想される。今回の試験では、統計的に有意差はないが、ウエット区とリキッド区ではドライ区より体重減少率は小さく、発情再帰が早くなる傾向であった。

## 引用文献

- 1) 安西洋一・柏崎直巳(1990)：豚のウエットフィーディングの有用性. 畜産の研究44(4) 482~486
- 2) 伊東健一・酒井久明・藤本孝(1989)：繁殖性向上のための若雌豚の育成技術と授乳期の栄養管理. 広島畜試研報7, 19~22
- 3) 古賀康弘・藤原隆・大和碩哉(1988)：豚の防暑技術(第2報). 福岡農総試研報C-7, 19~22
- 4) 投野和彦・大和碩哉・佐藤充徳(1994)：大ヨークシャー種系統豚「フクオカヨーク」の造成. 福岡農総試研報C-13, 5~10
- 5) 宮嶋松一・椎葉純一・河野建夫・稲垣二郎(1978)：豚の発情再帰とその要因との関係. 愛知農総試研報E(畜産)8, 33~41
- 6) 農林水産技術会議事務局編(1993)：日本飼養標準・豚. 中央畜産会. 東京.
- 7) 大兼政雄二・野口剛(1988)：リキッドフィーディングシステムの文献及び実態調査. 全農飼料畜産中央研究所試験研究報告7, 141~144
- 8) 笹崎龍雄(1984)：養豚大成(第3次改書版) 養賢堂, 336

第3表 母豚の飼料摂取量, 飲水量及び繁殖成績

項目	試験区：ウエット区	リキッド区	ドライ区
供試頭数	(頭) 5	5	5
分娩後体重	(kg) 209.2	219.5	213.6
飼料摂取量	(kg/日) 4.89 <sup>a,b</sup>	5.51 <sup>b</sup>	4.22 <sup>a</sup>
総飲水量	(l/日) 24.6(19.7)	25.3(14.3)	23.6
生産子数	(頭) 10.4	8.6	9.4
離乳子豚数	(頭) 8.6	8.4	9.0
生時子豚平均体重	(kg) 1.36	1.40	1.57
離乳子豚平均体重	(kg) 4.76	4.99	5.53
子豚体重の総増加量	(kg) 28.0	30.2	37.4
母豚体重減少率	(%) 4.39	4.27	8.30
発情再帰日数	(日) 6.0	5.5	9.5

注) ①飼料摂取量の異符号間は5%水準で有意(F検定)

②総飲水量の( )は給水カップによる飲水量

③飼料摂取量と飲水量は分娩後7日目~21日目(離乳)までの平均値

④子豚体重の総増加量は(離乳時総子豚体重-生時総子豚体重)÷5頭

⑤発情再帰は離乳日からの日数



The Methods for Increasing the Level of Feed Intake of Pigs in Summer Term  
(2)The Increasing of Feed Intake by Feed with Added Water  
for Swine in Summer Term.

SATO Mitsunori, Kazuhiko NAGINO and Hiroya YAMATO

Summary

This experiment was examined the effect of feeding the feed with added water for swine in summer, to the feed intake, the return of estrus after weaning, the weight loss of swine, the growth of piglings. The five swines of each of three levels were fed wet, liquid, and dry feed respectively. The results were the following: Wet, liquid, and dry feed intakes were 4.89kg, 5.51kg, 4.22kg, respectively, the liquid feed intake compared significantly with the dry (P<0.05). The weight loss rate of the wet and liquid levels compared less with 8.30% of the dry level, 4.39%, 4.27% respectively. The return days of estrus for swines which fed wet and liquid feed were faster for about 4 days.

[Key words: summer, swine, feed with added water, feed intake, return of estrus]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. C-13:11~14(1994)

## ラップサイレージの水分含有率推定法

馬場武志・太田 剛・大石登志雄  
(畜産研究所飼料部)

中型ロールベール・ラップサイレージ収穫作業体系において生産されたイタリアンライグラス及びローズグラスラップサイレージの現物重量を計量することにより、サイレージの水分含有率を推定する方法について検討した。

ラップサイレージの草種毎に推定式を作成した方が推定精度が高かった。

各草種の水分含有率(Y)は、現物重量(X)を変数とする以下の2次回帰式で推定が可能であった。

イタリアンラングラス  $Y = -7.36 \times 10^{-4} X^2 + 0.56X - 38.32$   $r^2 = 0.71$   $Se = 5.2$

ローズグラス  $Y = -9.61 \times 10^{-4} X^2 + 0.66X - 35.57$   $r^2 = 0.97$   $Se = 3.7$

共 通  $Y = -5.81 \times 10^{-4} X^2 + 0.44X - 17.68$   $r^2 = 0.69$   $Se = 7.0$

[キーワード：ロールベール、ラップサイレージ、水分含有率、イタリアンライグラス、ローズグラス]

### 緒 言

ロールベールは、1975年北海道立新得畜産試験場に導入されたのを皮切りに、主として北海道を中心として乾草生産と稲ワラ収集の効率化、省力化に貢献してきた<sup>1)</sup>。

その後、1990年頃からロールベールを省力的に密封しサイレージ化するベールラップが導入され、短い晴天期間でも良質なサイレージを調製することが可能となったことから、本県においてもロールベール・ベールラップ収穫調製作業体系によるラップサイレージが急速に普及しつつある<sup>5)</sup>。

県内農家への導入台数は、1993年1月現在147台で、そのうち120台が直径90~125cmの中型のものである。また、平成3年以降導入された92台のうち直径90cmタイプのもので59台と64%を占めており、このタイプのもので県内の主流となってきた<sup>5)</sup>。

ロールベール・ベールラップ収穫作業体系において、高品質のラップサイレージを安定的に生産するためには、材料草のサイレージ適性、調製時の水分含有率、ストレッチフィルムの材質、保管条件等に注意する必要がある<sup>3)4)7)8)</sup>。

特に、水分含有率はサイレージの発酵品質と密接な関係があり、高水分条件では酪酸発酵が進み、蛋白質の分解による腐敗のほか家畜の生理障害や飼料としての養分損失が大きくなる<sup>2)</sup>。また、低水分条件では高温発酵による蛋白質の変性やかびの発生のほか開封後の2次発酵を引き起こし易い<sup>6)</sup>。

サイレージを調製する際に簡単に内容物の水分含

有率が判れば、良質なサイレージを調製することが容易となる。また、粗飼料として流通しているラップサイレージを購入する場合、内容物の水分含有率が判れば、取引価格の決定の参考となることに加え、低品質のものを購入する危険も少なくなる。

しかし、現在のところラップサイレージを開封せずに内容物の水分含有率を測定する方法はない。

このため、本県内に最も多く導入されている中型ラップサイレージ(直径90cm×長さ90cm)について現物重量から内容物の水分含有率を推定する方法を検討した。

### 試 験 方 法

供試材料は、場内試験圃場及び近郊農家の水田裏作地において栽培した冬作のイタリアンライグラス(品種名：ワセユタカ及びヒタチアオバ)の1番草及び夏作のローズグラス(品種名：ハツナツ)の2番草を用いた。

イタリアンライグラスは、1991年10月21日に播種し、1992年4月19日及び5月4日に刈取り、1~2日予乾後にラップサイレージに調製した。

ローズグラスは1992年6月15日に播種し、掃除刈りを兼ね1番草を1992年8月29日に刈り取った後、1992年10月12日に刈取った2番草を1~2日予乾後、ラップサイレージに調製した。

収穫調製用機械は、刈取り、反転、集草にディスクモア(NEW HOLLAND442)、ヘイテッド(タカキタHM134)、サイドレーキ(NEW HOLLAND 57)を使用した。ロールベールは県内で主流になっ

ている90cmタイプのタカキタRB90(直径90cm×長さ90cm)、ベールラップはヨシモトポールYE1030を用いた。ベールラップは本来直径120~150cmの大型ロールベール用のものであるが、90cm程度の中型ロールベールにも対応できるように改造して使用した。

また、梱包作業には61ps(FORD4600)のトラックを使用した。ロールベール調製作業にあたっては、ロールベールに装着されている作業ダイヤル目盛り(内部圧力目盛)を見ながらできるだけ均一なロールになるように調製した。

ラップサイレージは調製後2~6カ月間屋外で縦置き一段状態で貯蔵した後、順序無作為に現物重量を計量後に開封した。

水分含有率測定のためのサンプルは、ラップサイレージ開封時に、解体しながら外側から中心に向かい約5cm、20cm、40cmの3カ所から約300gづつサンプリングし、その3つのサンプルを十分混合した後縮分し、300gを採取し水分含有率測定用サンプルとした。水分含有率は熱風乾燥法により、80℃48hr乾燥後、乾物重を秤量し測定した。

水分含有率の推定式を作成するためには、イタリアンライグラスでは1992年7月中旬から10月末までに開封したラップサイレージ46個のデータを用い、ローズグラスでは、1993年1月上旬から4月下旬までに開封した同13個のデータを用いた。

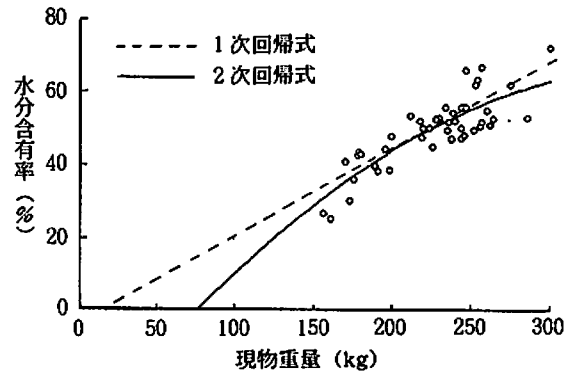
## 結 果

イタリアンライグラスでは、現物重量156~300kg、水分含有率25.4~72.0%の範囲にあった46個のラップサイレージの現物重量(Xkg)と水分含有率(Y%)のデータを基に、水分含有率推定のための回帰式を導くと、

1次回帰式では

$$Y=0.23X-3.17$$

$$r=0.84(r^2=0.70)$$



第1図 イタリアンライグラスラップサイレージの現物重量と水分含有率の関係

2次回帰式では

$$Y=-7.36 \times 10^{-4} X^2 + 0.56 X - 38.32$$

$$r^2=0.71$$

ただし、 $156 \text{ kg} < X < 300 \text{ kg}$

であった。

1次回帰式の決定係数は0.70、推定の標準誤差は5.3%、2次回帰式では同0.71、5.2%で、2次回帰式の方が1次回帰式よりやや決定係数は大きいものの、精度はほぼ同等で、いずれも実用的な推定式であった。

これらの回帰曲線をラップサイレージの現物重量と水分含有率の関係のグラフの中に示すと第1図のとおりである。

ローズグラスでは、現物重量86~268kg、水分含有率12~74%の範囲にあった13個の現物重量(Xkg)と水分含有率(Y%)のデータを基に、水分含有率推定のための回帰式を導くと

1次回帰式では

$$Y=0.35X-12.81$$

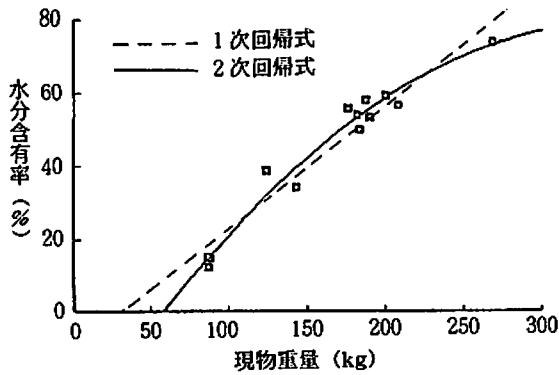
$$r=0.97(r^2=0.70)$$

2次回帰式では

第1表 ラップサイレージ水分含有率推定式

草 種	回 帰 式	$r^2$	n	Se
イタリアンライグラス	$Y=-7.36 \times 10^{-4} X^2 + 0.56 X - 38.32$	0.71**	46	5.2
ローズグラス	$Y=-9.61 \times 10^{-4} X^2 + 0.66 X - 35.57$	0.97**	13	3.7
共 通	$Y=-5.81 \times 10^{-4} X^2 + 0.44 X - 17.68$	0.69**	59	7.0

注) ①Y:水分含有率, X:現物重量 ② $r^2$ :決定係数 ③\*\*: $P < 0.01$   
④n:データ数 ⑤Se:回帰推定の標準誤差



第2図 ローズグラスラップサイレーズ  
現物重量と水分含有率の関係

$$Y = -9.61 \times 10^{-4} X^2 + 0.66X - 35.57$$

$$r^2 = 0.97$$

ただし、 $86\text{kg} < X < 268\text{kg}$

であった。

1次回帰式の決定係数は0.70，推定の標準誤差は5.0%，2次回帰式では同0.97，3.7%で，2次回帰式の方が1次回帰式に比べて推定精度が高いと考えられた。（第2図）

次に，両草種のいずれにも適応できる推定式を作成するため，両草種を一緒にした水分含有率推定の回帰式を導くと，

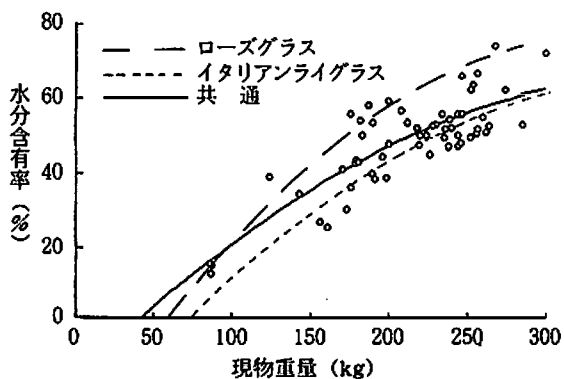
1次回帰式では

$$Y = 0.22X + 2.39$$

$$r = 0.82 (r^2 = 0.67)$$

2次回帰式では

$$Y = -5.81 \times 10^{-4} X^2 + 0.44X - 17.68$$



第3図 イタリアンライグラス及びローズ  
グラスラップサイレーズ現物重量  
と水分含有率の関係（2次回帰）

$$r^2 = 0.69$$

ただし、 $86\text{kg} < X < 300\text{kg}$ であった。

1次回帰式の決定係数は0.67，推定の標準誤差は7.2%，2次回帰式では同0.69，7.0%で，2次回帰式の方が1次回帰式に比べてやや決定係数は大きいものの，単草種による推定式に比べ標準誤差がやや大きくなった。このことから，精度の高い推定には，草種別の推定式を利用の方が良いと思われる（第3図）。

各草種の水分含有率推定式（2次回帰式）をまとめると第1表のとおりである。

### 考 察

相関係数の2乗値である決定係数の値が高いほど推定精度は高くなるが，本試験ではその範囲が0.69～0.97と大きな開きがある。これは，草種による差が大きいほか，圃場での材料草の乾燥が均一でなかったことやサンプリングをロールベールの3カ所で行わなかったことからサンプリング誤差があったこと，現物重量の測定にトラックスケール（2t用・最小目盛り2kg）を用いたため0.5～1%程度の測定誤差があったことが原因と考えられる。

また，イタリアンライグラスではローズグラスに比べ決定係数が小さく，標準誤差が大きくなっているが，これは推定式の算出に2倍体ワセユタカ及び4倍体のヒタチアオバの2つの品種データを使用したこと，梱包作業が数日にわたったためオペレーターがそれぞれ異なり，梱包密度に差があったためと考えられる。

イタリアンライグラスとローズグラスの推定式を比較すると，同一水分含有率であればイタリアンライグラスのほうが重量が重くなっている（第3図）。

これは，イタリアンライグラスの茎部がローズグラスに比べて柔らかくロールベール調製の際，比較的圧縮され易いためロールベールの密度が高くなったことが主要な原因であると考えられる。このため，イタリアンライグラスとローズグラスでは別の推定式を利用した方が推定精度が高いと言える。

一般のサイレーズ調製における材料草の水分含有率は，発酵品質の面から60～70%が推奨されているが，ラップサイレーズにおいては50～70%であれば発酵品質に影響しない<sup>7)</sup>とされている。今回供試したラップサイレーズを発酵品質面からみると，水分含有率30%以下のラップサイレーズでは，一部に白いかびの発生が見られたが，かびを取り除いて給与することはできた。また，水分70%を越えるもの

はやや酪酸臭が強く、家畜の嗜好性が劣っているように思われた。

当初からラップサイレージ調製を目標とする場合水分含有率60%前後を目標とする<sup>1)</sup>ことが望ましいが、本研究で算出された推定式によると、直径90cmで水分含有率60%のラップサイレージ現物重量はイタリアンライグラスで280kg前後、ローズグラスでは200kg前後である。つまり、流通しているラップサイレージの重量がこの前後のものであれば良好な発酵品質を期待できる可能性が高いと言える。このことから、重量を計量することにより水分含有率を推定することの意義は大きい。

本研究の推定式の算出に使用したラップサイレージの現物重量は、イタリアンライグラスでは156kgから300kg、ローズグラスでは、86kgから268kgまであることから、この重量範囲内であれば本研究の推定式により水分含有率が推定できる。

また、この推定式は直径90cm×長さ90cmのラップサイレージでのみ利用可能である。サイズの異なるラップサイレージはそれぞれ推定式を作成することによって、容易に水分含有率を推定することができる。

さらに、直径90cm×長さ90cmのラップサイレージであっても巻取り圧が大きく異なる機種もあるため、今後、巻取り圧の変動を加味した推定式の作成も必要である。

ベールのサイズや巻き取り圧等の一定の条件は付くものの、本研究で算出された水分含有率推定式は、調製時の簡易な水分推定法として利用できるとともに、ラップサイレージが粗飼料として流通する場合

の取引基準の一つとして乾物量を簡易に推定する際にも使用可能である。

また、飼料給与計算の際の水分換算にも利用できる<sup>2)</sup>ので、給与の適正化に役立てることができる。さらに、農家経営内における乾物収量の把握が可能であることから、年間の粗飼料給与計画の作成等に利用可能であると考えられる。

#### 引用文献

- 1) 糸川信弘・本田善文・加藤明治(1992): ロールベールサイレージ体系の現状と課題. 畜産の研究46(2), 33~40
- 2) サイレージ調製給与の理論と展開. 日本草地協会, P26.
- 3) 柴崎三孝・高橋邦夫・逢坂憲政(1993): ベールラップ利用によるロールベールサイレージの調製技術の確立. 青森畜試試験成績 94~97.
- 4) 杉本之・峰崎康裕・高橋圭二・坂本洋一(1990): ロールベールサイレージの調製とその利用法. 畜産の研究44(7), 43~47.
- 5) 粗飼料調製利用の新技术(1993). 福岡県農政部畜産課, P17~18.
- 6) 粗飼料調製利用の新技术(1993). 福岡県農政部畜産課, P35.
- 7) 本田善文: ロールベール収穫作業体系の現状. 関東草飼誌16(1), 42~54.
- 8) 萬田富治・井村勝・山崎昭夫・鶴川洋樹(1991): ロールベールサイレージ用ストレッチフィルム<sup>3)</sup>の性能評価. 畜産の研究45(6), 45~53.

#### The Prediction Equation of Moisture Content on Roll Bale Wrap Silages

BABA Takeshi, Takeshi OHTA and Toshio OISHI

#### Summary

Equations were originated to predict for moisture content from weight of a middle size roll bale wrap silages(90cm×90cm) on Italian ryegrass and Rhodesgrass. Those equations were different between Italian ryegrass and Rhodesgrass. Following quadratic equations were made for predicting the moisture content (Y) from the weight of roll bale wrap silage (X).

Italian ryegrass  $Y = -7.36 \times 10^{-4} X^2 + 0.56X - 38.32$   $r^2 = 0.71$   $Se = 5.2$

Rhodesgrass  $Y = -9.61 \times 10^{-4} X^2 + 0.66X - 35.57$   $r^2 = 0.97$   $Se = 3.7$

Common  $Y = -5.81 \times 10^{-4} X^2 + 0.44X - 17.68$   $r^2 = 0.69$   $Se = 7.0$

[Key words : Roll Bale, Wrap Silages, Moisture content, Italian ryegrass, rhodesgrass]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. C-13:15~18(1994)

## 同一キャリブレーションによる異種粗飼料中の 繊維性成分推定の可能性

梅田剛利・棟加登きみ子  
(畜産研究所飼料部)

粗飼料10種類の近赤外スペクトルの比較を行い、同一キャリブレーション(検量線)による異種粗飼料の繊維性成分推定の可能性について検討を行った。

イタリアンライグラスサイレージ、エンバクサイレージ、及びアルファルファヘイキューブは繊維成分の吸収特性を持つ波長が多く含まれる2,287nm~2,336nmにおいて、近赤外スペクトルに差異が認められたことから、推定精度が低くなり、供試した10種類の粗飼料すべてを同一キャリブレーションで推定することは困難であった。

イタリアンライグラス乾草、スーダングラス乾草及びローズグラス乾草では、繊維性成分の吸収特性を持つ波長が多く含まれる2,248nm~2,296nmと2,287nm~2,336nmで近赤外スペクトルが類似していた。特に、ローズグラス乾草とスーダングラス乾草の近赤外スペクトルは非常に類似しており、これら2種類に限っては同一キャリブレーションによる繊維性成分の推定精度は高いと考えられた。

[キーワード: 近赤外分析, 繊維性成分, スペクトル, キャリブレーション]

### 緒 言

最近、近赤外分析計で近赤外スペクトルを測定することにより、粗飼料の一般成分、各種繊維性成分やその他の栄養成分の推定が行われている。主要な粗飼料については近赤外分析に必要なキャリブレーションが作成されているが、さらに生産現場からは、残された飼料のキャリブレーションの作成が望まれている。

粗飼料はその種類や加工調整法により飼料特性が異なることから、現在のキャリブレーションは各草種別に、また乾草、サイレージ、生草といった調製方法別に作成されている。しかし、キャリブレーションの作成には100~200点の化学分析を行わなければならない、多大な労力と時間を要することが新しいキャリブレーション作成の問題点となっている。このため、数種類の粗飼料の飼料成分を同一のキャリブレーションで推定することができれば、キャリブレーション作成に必要な作業の省力化を図ることができる。

そこで、数種粗飼料の近赤外スペクトルを測定し、その類似性を比較することにより、同一キャリブレーションによる繊維性成分推定の可能性について検討した。

### 試 験 方 法

福岡県内の農家で1990年から1992年にかけて使用された自給飼料及び流通粗飼料の中から、供試飼料として、イタリアンライグラスサイレージ、エンバクサイレージ、イタリアンライグラスとエンバク混播サイレージ、大麦サイレージ、イタリアンライグラスと大麦混播サイレージ、イタリアンライグラスとライ麦混播サイレージ、イタリアンライグラス乾草、スーダングラス乾草、アルファルファヘイキューブ及びローズグラス乾草の10種類を用いた。

繊維性成分の化学分析による定量は、粗繊維(CF)は一般成分分析法<sup>4)</sup>により、酸性デタージェント繊維(ADF)、細胞壁物質(OCW)及びOCWをセルラーゼ処理したときの残差画分(O<sub>b</sub>)は阿部らの方法<sup>1)</sup>により行った。

サンプルはできるだけ成分含量のレンジ幅が広くなるように、各供試飼料をそれぞれ5点ずつ選択した。近赤外分析計はニレコ製FQA51-Aを用いた。得られたスペクトル(原スペクトル)には、ギャップ20、セグメント0で2次微分処理を施し、10種類の供試飼料を対象にした同一キャリブレーションの作成を行った。また、各飼料のスペクトルにギャップ4、セグメント4で2次微分処理を施し、その類

似性を比較した。

### 結果及び考察

各供試飼料の成分レンジをOCWについてみると、供試飼料全体の最小値が34.9%、最大値が82.3%と、比較的レンジ幅の広い母集団が得られた(第1表)。繊維性成分の推定をする場合、繊維性成分を構成するセルロース、ヘミセルロース(ほとんどがキシラン)及びリグニンと帰属性を持つ波長付近を変数とするキャリブレーションを作成することが重要と考えられている<sup>3)</sup>。甘利らは、セルロースは、1,701, 2,105及び2,269nmで、キシランは1,697, 1,721, 2, 253, 2,281及び2,321nmで、リグニンは2,133, 2, 265及び2,333nmで特異的な吸収があると報告している<sup>2)</sup>。また、水は1,950nmで、蛋白質は2,050と2,110nmで特異的な吸収があるといわれており、この付近の波長を繊維性成分を推定するキャリブレーションに用いると、水分含量及び蛋白質含量の影響を受ける。したがって、繊維性成分の推定には、1,600nm~1,700nm付近と2,200nm~2,300nm付近の波長域が適していると考えられる。そこで、これらの波長域で、繊維性成分含量と相関の高い波長を選択し、キャリブレーションを作成した。

作成したキャリブレーションは、CF, OCW, Ob及びADFである。これらキャリブレーションによる近赤外分析値(以下NIR値と略)と化学分析値(以下LAB値と略)との相関は比較的高く、レンジ幅に対する標準誤差の割合(SEC/レンジ)も10.1~13.7%と比較的精度が高かった(第2表)。このように、キャリブレーションの推定精度は、SEC/レンジ及び相関係数(R)などにより示されるのが一般的である。ところが、この値に示される精度が高くても、ある特定の飼料についてNIR値とLAB値の差が大きくなる場合が考えられる。この場合、この飼料を同一のキャリブレーションで分析することは避けるべきであろう。そこで、各供試飼料各5点ずつのNIR値とLAB値の差の平均を示した(第3表)。キャリブレーションのSECと比べて、NIR値とLAB値との差が比較的大きかったのは、OCWでイタリアンライグラスサイレージの6.6%(SEC5.7%)、Obでエンバクサイレージの7.9%(SEC5.6%)、ADFでアルファルファヘイキューブの4.4%(SEC3.4%)などであった。繊維性成分別にみると、NIR値とLAB値との差が比較的大きかったものが、CFとADFに比べOCWとObが多かったことが特徴であった。

第1表 供試飼料のOCW含量

供試飼料	n	最大	最少	平均
イタリアンライグラスS	5	64.3	46.1	45.0
エンバクS	5	70.2	39.5	54.1
イタリアンライグラスとエンバク混播S	5	72.6	64.2	68.2
オオムギS	5	62.7	49.1	55.1
イタリアンライグラスとオオムギ混播S	5	72.1	58.5	64.8
イタリアンライグラスとライムギ混播S	5	74.3	62.5	68.7
イタリアンライグラスH	5	82.3	44.4	60.5
スーダングラスH	5	78.6	68.5	71.8
アルファルファヘイキューブ	5	57.6	34.9	45.8
ローズグラスH	5	77.1	67.1	71.8
全 体	50	82.3	34.9	61.5

注) S:サイレージ, H:乾草

第2表 キャリブレーションの使用波長と推定精度

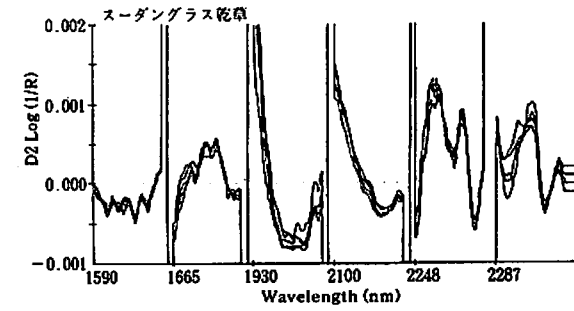
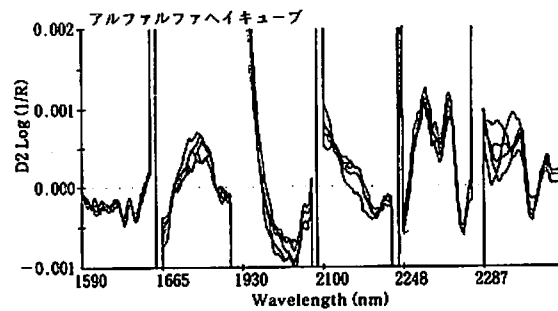
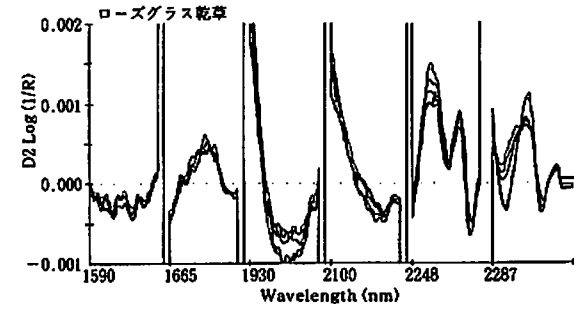
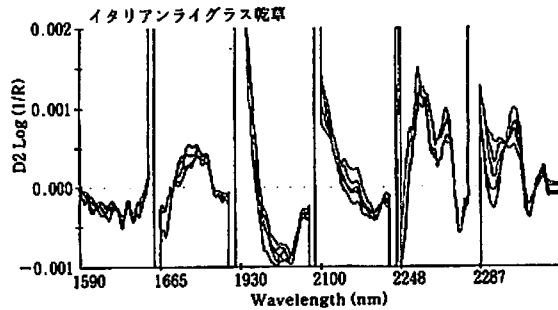
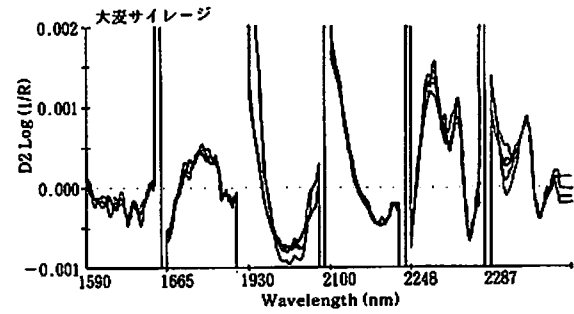
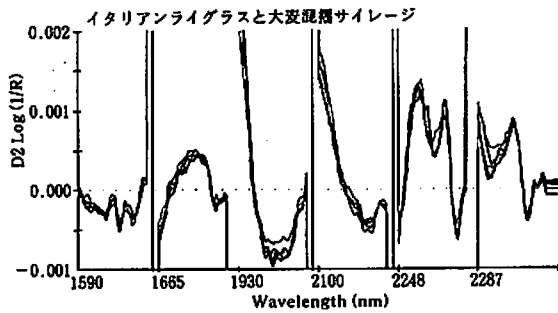
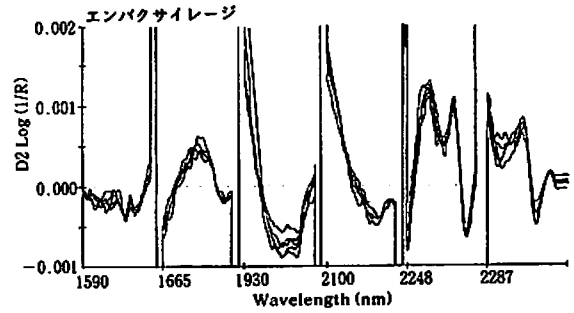
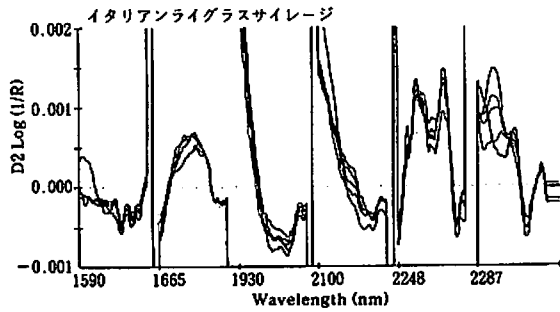
成分	使用波長(nm)	SEC	R	SEC/レンジ(%)
C F	2277,1617,1729	3.03	0.86	12.0
OCW	2313,2272,2296	5.73	0.87	12.1
O b	2318,2272,1650	5.61	0.92	10.1
ADF	2277,1616,1729	3.43	0.86	13.7

第3表 繊維性成分のNIR値とLAB値の差

供試飼料	CF	OCW	Ob	ADF
イタリアンライグラスS	2.0	6.6	3.2	1.4
エンバクS	3.0	5.8	7.9	2.8
イタリアンライグラスとエンバク混播S	2.3	5.8	6.3	2.5
オオムギS	1.1	3.3	1.5	1.6
イタリアンライグラスとオオムギ混播S	1.9	2.0	2.5	1.5
イタリアンライグラスとライムギ混播S	3.4	4.7	5.6	3.5
イタリアンライグラスH	2.1	1.9	2.2	1.0
スーダングラスH	0.8	2.4	6.0	2.9
アルファルファヘイキューブ	1.7	6.0	5.3	4.4
ローズグラスH	2.3	2.6	2.5	1.6
キャリブレーションのSEC	3.0	5.7	5.6	3.4

したがって、同一のキャリブレーションを用いて複数の飼料の飼料成分を推定する場合、従来のように対象とする母集団と相関の高い波長を変数として選択するだけでは、問題があると考えられる。

そこで、同一キャリブレーションで推定可能な飼料を検討するため、各供試飼料の2次微分スペクトルの類似性について検討した。



供試飼料のうち、イタリアンライグラスサイレージ、エンバクサイレージ及びアルファルファヘイキューブでは、2,287nm～2,336nm付近で、供試した同一飼料の5点のサンプル間で近赤外スペクトルに差異が認められた(第1図)。

イタリアンライグラス乾草、スーダングラス乾草及びローズグラス乾草では、2,287nm～2,366nm付

近で、同一サンプル間に吸収波長の差異は認められず、非常に類似していた(第1図)。

10種類の供試飼料を用いて1つのキャリブレーションを作成したとき、CFとADFは、繊維性成分と帰属性の高い波長域のうちで、最も成分含量との相関が高かった2,277nmをキャリブレーションの第1波長として選択しており、OCWとObでは、同様に2,



313nmと2,318nmを選択している(第2表)。供試飼料ごとのNIR値とLAB値の差が、比較的大きなものが、OCWとObとで多かったことは、第1波長で2,310nm付近を選択していることと関連があると思われる。すなわち、2,310nm付近は、キシランとリグニンと帰属性を持つ波長域であり、10種類の飼料を全体として、OCWとObとの相関が高いところであるが、イタリアンライグラスサイレージ、エンバクサイレージ及びアルファルファヘイキューブでは同一飼料の各々5種類のサンプル間で、2,310nm付近の2次微分スペクトルが異なるため、特定の供試飼料について、特定の飼料成分の精度が低くなったものと考えられる。

イタリアンライグラス乾草、スーダングラス乾草及びローズグラス乾草では、同一飼料の各々5種類のサンプル間で2,310nm付近の2次微分スペクトルが類似しており、この付近の波長を用いた同一のキャリブレーションで分析しても、ある特定の供試飼料の飼料成分の推定精度は低くならないと思われる。また、これら3種類の供試飼料について、繊維性成分の吸収特性を持つ波長を多く含む2,248nm~2,29

6nmと2,287nm~2,336nmで、供試飼料間の2次微分スペクトルが類似していた(第1図)。特に、スーダングラス乾草とローズグラス乾草では、非常によく類似していたことから、繊維性成分を推定する同一のキャリブレーションをスーダングラス乾草とローズグラス乾草の2種類に限って行えば、高い推定精度が期待できると考えられた。

#### 引用文献

- 1) 阿部 亮・堀井 聡：細胞膜物質の定量における中性デタージェント法と酵素分析法との比較，日草誌，25，70-75，1979
- 2) 甘利雅弘・阿部 亮・河野澄夫・趙熒光：近赤外スペクトルにおける粗飼料中の繊維性成分の吸収特性畜産試験場研究報告51，17-27，1991
- 3) 甘利雅弘：粗飼料中の各種成分の近赤外スペクトル，第8回非破壊計測シンポジウム講演要旨集，43-47，1992
- 4) 森本 宏監修：動物栄養試験法，280-297，養賢堂，東京，1971

Comparison of Near Infrared Reflectance Spectroscopy of 10 Kinds Forages and Near Infrared Reflectance Spectroscopic Analysis Accuracy of Fibrous Constituents by the Same Calibration

UMEDA Taketoshi and Kimiko MUNEKADO

#### Summary

It was compared the near-infrared reflectance spectroscopic wave form of 10 kinds forages. these forages were Italian ryegrass silage, Ort whole crop silage, Italian ryegrass and Ort whole crop silage, Italian ryegrass and Rye whole crop silage, Italian ryegrass hay, Sudangrass hay, Lucerne hay cube and Rhodes grass hay.

- (1) Difference spectra were observed in the region of 2,278nm to 2,349nm of Italian ryegrass silage, Ort whole crop silage and Lucerne hay cube.
- (2) It was made that the calibrations of analyzing for fibrous constituents by near-infrared reflectance spectroscopic analyzer to use 10 kinds forages. But, these calibrations were inaccurate. The reason was Difference spectra were observed in the region of 2,278nm to 2,349nm of Italian ryegrass silage, Ort whole crop silage and Lucerne hay cube.
- (3) Resemblance spectra were observed in the region of 2,248nm to 2,296nm and 2,287nm to 2,336nm between the spectrum of Sudangrass hay and Rhodes grass hay. It was suggested that high possibility of near infrared reflectance spectroscopic analyzing fibrous constituents in the only two forages by same calibration.

[Key words: near infrared reflectance spectroscopic analysis, fibrous constituents, spectra, calibration]  
Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. C-13:19~22(1994)

## 大型養豚施設における円形スクープ発酵装置と 土壌脱臭装置の実態調査

徳満 茂・高椋久次郎・小山 太・浅田研一\*  
(畜産研究所大家畜部)

県内の養豚農家に新設した円形スクープ発酵装置及び土壌脱臭装置の稼働状況を2年間調査した。

- 1 肥育豚換算8,500頭の1日当たり14.9tの生ふん(水分75%)は、4.3tの戻したい肥(水分30%)を混合後、円形スクープ発酵槽内で攪はん発酵処理する。処理期間は15日で、発酵温度は60~66℃が年間を通して維持されていた。仕上がり製品は水分が20~30%、形状は菜種粕状、臭気は土壌臭であった。また、肥料成分は乾物当たりで窒素5.3%、りん酸7.3%、加里0.7%であった。
- 2 スクープから発生する臭気は、ブローアで207m<sup>3</sup>/分が吸引され、土壌脱臭装置(345m<sup>2</sup>)により脱臭が行われていた。年間を通した入気時91ppmのアモニアガスは、排気時には2ppmとなり、除去率は98%であった。排気部の土壌表面での臭気は僅かな土壌臭で不快感は全くなかった。土壌脱臭装置側の通気抵抗は、粉塵等により目詰まりを防ぐため月1回土壌中の通気管を洗浄することにより約130mmAqで安定的に推移した。
- 3 豚ふん処理に要する労力は、豚ふんの水分調整、投入、機器点検等に朝1人30分で済み、専任職員は配置していなかった。1日当たり電力量は670Kwh(10,720円)であり、肥育豚換算で1頭出荷するためには約18.8Kwh(300円)を要した。

[キーワード: 豚, 円形スクープ, 土壌脱臭, 豚ふん, 発酵, 通気抵抗]

### 緒 言

養豚経営の中で、家畜排泄物は環境問題の発生源であり、いかにこれを処理し、有効に活用し、畜産環境を保全するかが、最大の課題であることは言うまでもない。

この環境問題の中で対策が最も遅れている畜産臭気は、悪臭防止法の適用を受け、規制の対象となっている。平成2年4月には4種類の低級脂肪酸が悪臭物質として追加され、県下97市町村の全てが規制対象地域となっている。

しかし、この家畜排泄物から発生する臭気処理施設は、設置事例が少ないとともに、既に設置されている施設も防疫対策上、部外者の立ち入りが制限されるため、長期間の臭質や臭気濃度、臭気量の把握が困難であった<sup>1,2,3,4)</sup>。

今回調査した装置は、円形スクープ発酵処理装置と通気抵抗が比較的少ないタイプの土壌脱臭装置をシステム化しており、豚ふん処理は円形槽内で攪はん、発酵、製品の抜取りが自動的に行われている。

\* 現農政部畜産課

発酵処理過程の臭気は吸引して、特殊土壌とゼオライトの混合物を用いた土壌脱臭装置で脱臭する装置である。そこで、全国的に報告の数少ない本装置による処理状況及び維持管理の難易、使用電力量について検討したので報告する。

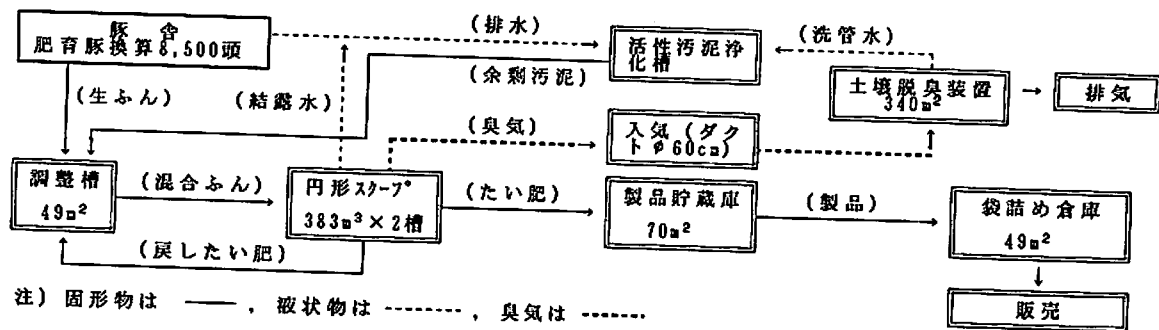
### 材料及び方法

調査対象農家は、常時飼養頭数が肥育豚換算で8,500頭規模の一貫経営である。

調査は1991年4月~1993年7月の間に行った。調査は、装置の維持管理状況と悪臭の脱臭状況を継続的に把握するため、発酵状況、臭気の発生・脱臭状況及び土壌脱臭装置の通気抵抗については週1回、臭気成分及び微生物については設置1年後の1回とした。臭気の実験は、検知管及びガスクロマトグラフィーを使用し、測定限界値は悪臭防止法規制値とした<sup>2)</sup>。また、分析用ガスの採取場所は、土壌脱臭装置への入気ガスではダクト管、排気ガスでは補集用塩化ビニール製密閉容器または土壌直上で行った。

使用電力量は電力積算計を設置して調査した。

稼働1年後の発酵ふん及び脱臭用土壌中の微生物



第1図 家畜排泄物及び臭気処理フロー

の計測は、各種選択培地を作成し平板希釈法により行った。アンモニア酸化細菌(以下亜硝酸菌)、亜硝酸酸化細菌(以下硝酸菌)、硫黄酸化細菌(硫黄菌)及び放線菌は、30℃の好気条件下、脱窒菌は28℃の嫌気条件下で培養した。

結果及び考察

1 処理体系概要

第1図に円形スクープと土壌脱臭装置の処理計画のフロー図を示した。

計画処理量は、肥育豚換算で8,500頭が排泄する水分75%の豚ふん15.4t/日と発酵処理過程で発生する150ppmのアンモニアガス207m³/分である。

ふんの処理システムは、豚舎のスクレーパーで除ふんした豚ふんと、活性汚泥浄化槽から発生する余剰汚泥を、ショベルローダーで調整槽に搬入し、戻したい肥と混合後、2槽の円形スクープに投入し、約15日間発酵乾燥する方法である。

発酵乾燥が終了した製品は半自動袋詰め機で袋詰め(20kg)後販売する。

このスクープ2槽は1,320m²の鉄骨スレートハウス内に收容してあり、1槽の大きさは直径15m、深さ2.2m、表面積177m²、容積383m³(有効容積280m³)であった。

スクープ内で発生した臭気は、ビニール製フードで捕集後、直径60cmの塩化ビニール製ダクトで吸引し、表面積約345m²(縦30m、横11m)の土壌脱臭装置で脱臭排気する。

スクープやハウス内で発生する結露水及び、粉塵等により目詰まりを防ぐため月1回脱臭土壌中の通気管を洗管した水等は、畜舎排水処理用の浄化槽で

処理する。

2 動力機器類の装備の概要

主要な動力機器類は、円形スクープ(2基分)の通気プロアー1.9Kw×12台、攪はん機19.3Kw×2台、搬出用リフト2.25Kw×2台、ベルトコンベア1Kw×2台、脱臭装置の吸引プロアー32Kw×1台、結露水搬送ポンプ0.5Kw×1台、半自動袋詰め機1Kw×1台で、合計21台の動力が使用されていた。

3 維持管理状況

第1表に豚ふんの年間平均の1日当たり処理量を示し、第2表に稼働1年後のふん及び製品中の生菌数を示した。

装置の維持管理は、専任の職員が配置されていないため、豚舎管理の従業員で交代しながら行われていた。このため、管理記録簿にはふんの投入量、通気抵抗、電気量、スクープの攪はん時間、機械類の点検整備状況等が記載されており、引継及び故障時の対応がスムーズにできるようになっていた。

豚舎より搬入される1日当たりの生ふん量は14.9tで、その水分は年間を通して72~77%(平均75%)であった。当初計画では、この生ふんにおが屑を添

第1表 1日当たりの処理量

区分	水分 重量	
	%	t
生ふん量	75	14.9
戻したい肥量	30	4.3
混合ふん量	65	4.3
たい肥生産量	30	7.0
製品量	30	2.7

第2表 微生物の生菌数 (個/乾物g)

菌の種類	生ふん	発酵ふん	製品	脱臭土壌
放線菌	$8.7 \times 10^7$	$1.2 \times 10^8$	$1.2 \times 10^6$	$6.1 \times 10^7$
亜硝酸菌	$8.7 \times 10^6$	$3.1 \times 10^5$	$3.1 \times 10^5$	$1.3 \times 10^6$
硝酸菌	$7.9 \times 10^6$	$2.4 \times 10^7$	$2.4 \times 10^7$	$2.8 \times 10^6$
脱窒菌	$1.9 \times 10^6$	10 <sup>2</sup> 以下	10 <sup>2</sup> 以下	$1.3 \times 10^6$
硫黄菌	$1.6 \times 10^6$	$7.0 \times 10^4$	$7.0 \times 10^4$	$1.7 \times 10^6$

加し、水分65%に調整した混合ふんをスクープに投入する計画であったが、耕種農家よりおが屑無添加たい肥の要望が強いため、生ふんに戻したい肥4.3tを添加した水分65%の混合ふん19.2tがスクープに投入されていた。

また、生ふん中の生菌数は、各菌とも10<sup>6</sup>個/g以上あり、放線菌が $8.7 \times 10^7$ 個/gで最も多く、ついで亜硝酸菌、硝酸菌、脱窒菌であった。スクープ内の発酵ふん中の生菌数は、生ふんに比べて放線菌と硝酸菌が増加し、嫌気性菌である脱窒菌は著しく減少した。このためスクープ内では、尿素等の有機態窒素の酸化分解が進んでいるものと思われる<sup>6)</sup>。製品中の生菌数は、脱窒菌及び硫黄菌は少ないが、放線菌は10<sup>8</sup>個/g、硝酸菌は10<sup>7</sup>個/g以上であった。

発酵中の温度は、本スクープではふんの発酵乾燥を豚ふん中の有機物の分解による発酵熱のみで温度を上昇させているため、冬期の発酵温度の低下による製品の乾燥不良が心配されたが、年間を通して発酵至適範囲の60~66℃で推移していた<sup>1)</sup>。

発酵乾燥終了後スクープより取り出される1日当たりの製品量は2.7tで、その水分は年間を通して25~30%であった。この水分は当初計画の49%に比べて約20%少ないため、製品量は当初計画の5.7tに比べて約3t少なくなった<sup>4)</sup>。

製品の乾物当たりの成分は、窒素(N)5.3%、燐酸(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)7.3%、加里(K<sub>2</sub>O)0.7%であった。製品にはおが屑が入っていないため窒素とりん酸が多いが、形状は菜種粕状で、臭質はわずかに土壌臭であった。この製品は貯蔵庫で2次発酵を1年以上行った後、主に野菜等の園芸農家に袋詰め、またはばら積みで販売されていた。

#### 4 臭気の除去状況

第3表に土壌脱臭装置入口の入気ガスの温度とアンモニア濃度、脱臭用土壌20cm下の温度と脱臭後の排気ガスのアンモニア濃度の年内変動を示した。

円形スクープから吸引した入気ガス温度は年間を通して31~39℃と大きな変動は無く、脱臭用土壌温度はそれより2~8℃低い25~37℃であった。また、

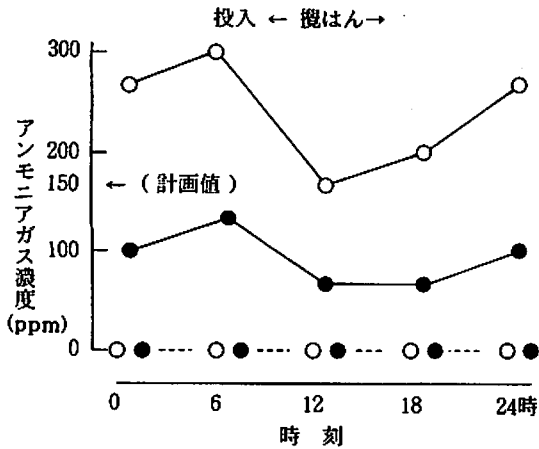
第3表 ガス温度と濃度の推移

測定物	I期	II期	III期	IV期
	(6~8)	(9~11)	(12~2)	(3~5)
温度(℃)				
入気ガス	39	36	31	39
脱臭用土壌	37	28	25	33
アンモニア濃度(ppm)				
入気ガス	126	73	90	75
排気ガス	7	2	0	1
除去率(%)	94	97	100	99

注) ( )は暦月

脱臭用土壌が40℃以上になると脱臭土壌中の生菌数が減少するため<sup>1)</sup>、夏季の高温対策として脱臭用土壌への加湿冷却用のスプリンクラーが設置されており、7~9月に週約1回使用していた。アンモニアガス除去率の年内変動をみると、9~5月は97~100%と高い除去率を保ったが、夏季の6~8月は入気ガス温度及び入気アンモニア濃度が高かったことから94%とやや低くなった。このため年間を通した平均入気時 91ppmのアンモニアガスは、排気時には2ppmとなり、除去率は98%であった。

第2図に入気及び排気ガスのアンモニア濃度の日内変動を稼働2カ月後(1991年6月)と稼働2年後(1993年7月)について示し、また、第4表に脱臭用土壌のアンモニア吸着能力と分解能力を示した。稼働2カ月後の入気アンモニア濃度の日内変動は、朝8時にスクープに混合ふんを投入及び攪はん開始に伴い、アンモニア濃度は低下し約200ppm程度で推移するが、攪はんを終える18時以降に上昇を始め、夜中の午前0~6時にかけて最大濃度の約300ppmに達した。その後は、翌朝8時の混合ふん投入及び攪はん開始に伴い低下し、同様の日内変動が認められた。しかし、この時の1日平均濃度は233ppmで、設計計画値150ppmを約80ppm超過した。そのため1日当たり5kgのアンモニアが脱臭用土壌に吸着され、稼働開始から260日後には土壌脱臭不能におちいると考えられた<sup>5)</sup>。このため、スクープの走行速度を増して円形の発酵槽を1周する時間の短縮、スクープ内への通気量低減、通気量の均一化等の運転操作の改善を行ったところ、平均入気アンモニア濃度は100ppm以下に低下した。その結果、稼働2年後における日内変動の傾向は、稼働当初とほぼ同じであるが、平均入気アンモニア濃度は約63ppmとなっており、土壌脱臭装置で安定的に脱臭排気された。



第2図 アンモニア濃度の日内変動

注) ① — は土壤脱臭入気, ---- は土壤脱臭排気  
 ② ○は稼働2カ月後(1991年6月), ●は稼働2年後(1993年7月)

第4表 アンモニアガスの吸着能力と分解能力

計画値

入気ガス 風 量 207m<sup>3</sup>/分 (36.2℃)  
 濃 度 150ppm (アンモニア濃度)  
 重 量 25kg (アンモニア流入量)  
 脱臭土壤 土 壤 量 207m<sup>3</sup> (面積345m<sup>2</sup>×0.6m)  
 硝化速度 35mg・NH<sub>3</sub>-N/土壤100g・日  
 乾燥密度 0.45t/m<sup>3</sup>  
 陽イオン交換量 100me/土壤100g

◎アンモニア流入量: 25kg/日 (2.5×10<sup>7</sup>mg)

$$150\text{ppm} \times \frac{14}{22.4 \times \frac{273+36.2}{273}} \times 207\text{m}^3 \times 60\text{分} \times 24\text{時}$$

◎アンモニア吸着量: 1,300kg・アンモニア/全土壤

$$\frac{207\text{m}^3 \times 0.45\text{t/m}^3 \times 10^6\text{g}}{100\text{g}} \times 1.4 \times 10^{-3}$$

◎アンモニア分解量: 33kg/日

$$\frac{207\text{m}^3 \times 0.45\text{t/m}^3 \times 10^6\text{g}}{100\text{g}} \times 35\text{mg} \times 100\text{g土壤} \times 10^{-3}$$

脱臭不能推定日

アンモニア流入量: 38kg/日 (平均濃度233ppm)

◎脱臭不能推定日: 260日後

吸着量 ÷ (流入量 - 分解量) = 1,300kg ÷ (38 - 33)

第5表に稼働1年後の入気及び排気ガスの臭気成分を示した。土壤脱臭装置入口の入気ガスの臭質は、下水臭が混じった強烈なアンモニア臭であった。その成分はアンモニアが79ppmと最も多く、次いで硫黄系悪臭物質のメチルメルカプタン0.652ppm, 硫化メチル0.171ppm, 硫化水素0.1ppm, 二硫化メチル0.056ppm, ノルマル酪酸等の低級脂肪酸となっており、検出限界(悪臭防止法の規制値)を下回っていたのは、プロピオン酸とイソ吉草酸であった。

土壤脱臭後の排気ガスの臭質は僅かな土壤臭で不快感は全くなかった。その成分は、アンモニア2ppm, 硫化水素0.06ppm, メチルメルカプタン0.064ppm, 硫化メチル0.029ppmで、二硫化メチルは検出限界以下の0.009ppm以下であった。低級脂肪酸ではプロピオン酸, ノルマル酪酸, ノルマル吉草酸, イソ吉草酸は検出限界以下の0.03ppm以下, 0.001ppm以下, 0.0009ppm以下, 0.001ppm以下であった。なお今回の排気ガスの臭気成分が全て除去率の100%にならなかったのは、分析用試料を最もガスの通過速度が早くなりやすい土壤脱臭装置の縁から約20cm以内で採取したためと思われる<sup>2)</sup>。

第2表に脱臭用土壤中の生菌数を示した。脱臭用土壤の生菌数は、各種微生物とも10<sup>6</sup>個/g以上あり、土壤に吸着したアンモニアの亜硝酸への変換、窒素ガスとしての気化、硝酸として土壤からの溶脱が盛んに行われていると思われる。また、硫黄菌も10<sup>6</sup>個/gあったことから、硫化水素等の硫黄系悪臭物質のSをSO<sub>3</sub>化し脱臭することに役立っていると思われる。低級脂肪酸はこれら各種微生物により分解または資化されたものと思われる<sup>1,2,5)</sup>。

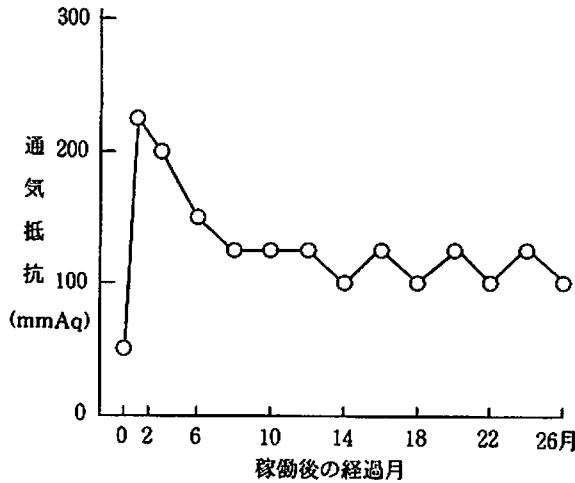
5 土壤脱臭装置の通気抵抗

第3図に土壤脱臭装置側の通気抵抗の推移を示し

第5表 臭気の成分

成分	入気 ppm	排気 ppm	除去率 %	敷地境界
アンモニア	79	2	97.5	ND
硫化水素	0.10	0.06	40.0	ND
メチルメルカプタン	0.652	0.064	90.2	ND
硫化メチル	0.171	0.029	83.0	ND
二硫化メチル	0.058	ND	100.0	ND
プロピオン酸	ND	ND	—	ND
ノルマル酪酸	0.003	ND	100.0	ND
ノルマル吉草酸	0.0010	ND	100.0	ND
イソ吉草酸	ND	ND	—	ND

注) NDは検出限界(悪臭防止法規制値)以下



第3図 土壤脱臭装置側の通気抵抗の推移

注) 稼働2カ月以降は脱臭装置の通気管洗浄を1カ月毎に約1回実施

た。この通気抵抗は土壤脱臭装置の最大の問題点であり、過去に土壤層の目詰まりによるトラブルを起こした例は少なくない<sup>5)</sup>。

稼働当初(91年4月)では、ブローア全圧は276 mmAqで、土壤脱臭装置側の通気抵抗は65mmAqであった。しかし2カ月後には発酵ふんの水分低下に伴ってスクープ内で大量発生した粉塵により、ダクト管及び土壤内通気管が目詰まりし、土壤脱臭装置側の通気抵抗がブローアのサージングが始まる240mmAqに近づき、通気量の急激な低下を起こした。このため土壤内の通気管34本に通じる通気管洗浄孔を土壤表面に40箇所設置し、洗浄孔よりパイプ洗浄用の旋回ノズルを導入しての高圧洗浄及び、スクープからブローアまでのダクト管内の洗浄を行った後は、土壤脱臭装置側の通気抵抗は100~150mmAqに低下した。

その後は月1回程度の洗管により安定的にブローア全圧240mmAq、土壤脱臭装置側の通気抵抗130mmAqで推移した。

土壤の掘削調査の結果、土壤脱臭装置内の粉塵付着は、土壤下の拡散層のグリ石部分で止まっていることから、今後とも洗管作業を行いながら通気管やダクト管の維持管理が必要であると思われる。

しかし、通気抵抗が当初計画に比べて上昇していることと、洗管作業中に土壤表面に人が出入りし、土壤を踏み固めたりするため、今後新設する脱臭装置には除塵装置が必要と思われる。

第6表 使用電力量及び電気使用料 (Kwh,円)

区分	1日当たり				年間合計
	I 期	II 期	III 期	IV 期	
	(6~8)	(9~11)	(12~2)	(3~5)	(6~5)
電力量	650	642	700	695	255,005
電気料	10,400	10,283	11,210	11,115	4,080,079

注) ①電力量は円形スクープ、脱臭装置、袋詰め機の計

②電気料の単価は16円/kw ③( )は暦月

### 6 維持管理及び電力量

第6表に使用電力量及び電気使用料金を示した。ふん処理に要する労働時間は、設置当初は運転に不慣れな面もあり、ショベルローダーでの混合、投入、機械の点検に午前8時から10時頃までかかっていたが、現在は約30分である。集ふんは各豚舎の職員が随時ショベルローダーで搬入している。

設置機器の総電気容量は111.2Kwで、円形スクープ関係が67.9Kw、土壤脱臭関係が32Kwである。特に両者のブローア13台分で全体の約80%以上を占めている。年間を通した1日当たり使用電力量及び電気使用料金は、約670Kwh、11,000円で、年間の電力量は約25万Kwh、408万円である。6~11月にかけて電力量が減少したのは、製品の過乾燥を防ぐために、通気ブローアの運転台数を減らしたためである。

この農家での肥育豚換算した年間出荷頭数は約13,000頭であり、豚1頭出荷に要した電気使用料金はスクープ及び脱臭装置を併せて約300円である。さらに、畜舎排水の浄化装置の推定使用電気料金が出荷豚1頭当たり約450円であることを併せると、出荷豚1頭に対して約750円の電気使用料金を要した。

動力機器から発生する騒音は、豚舎のブローア音や豚の鳴き声と区別して正確に測定することは困難であるが、ハウス内のスクープの機械攪はん音75ホーンは、ハウス外ではわずかに聞こえる程度であった。ハウス外にある吸気ブローアの騒音は、設置地点で78ホーン、10m離れて65ホーンであった。脱臭用吸気ブローアは防音室に収めてあるため、室内では85ホーンと非常に高いが、室外では67ホーンであった。施設全体から65m離れた敷地境界における騒音は50ホーン以下であった。

以上の調査結果より、本施設は、他の強制通気発酵装置や脱臭装置に比べて維持管理費が比較的安い省エネタイプで、かつ専任職員を配置しない省力処理方式であるが、製品の販売金額は、大部分が運転

経費及び施設の償却費に用いられることを考えると、今後とも、施設の省エネ対策の確立は重要な課題と思われる。また、調査期間内での施設関係の主な修繕箇所は、スクープのチェーンとベルトの交換、ベルトコンベアのベルトであった。これらの大部分は日常点検により早期発見が可能である。また、スクープから発生する臭気濃度、たい肥の生産状況は季節により変動するため、今後は気候や設置場所等の自然環境条件に応じた管理表を準備し、施設の適正な維持管理と運転方法を明らかにする必要があると思われる。

### 謝 辞

本調査の実施にあたり、長期間にわたり多大のご協力をいただいた農家、田川市役所、飯塚農林事務所、田川農業改良普及所、設計施工担当の㈱ニチポー、㈱ジャパンクリエートの関係者に感謝の意を表します。

### 引用文献

- 1) 井上尊尋 (1984) : 福岡農総試技術レポートNo.

#### A High-Rate Mechanized Composting Using Circle Type Rotatory Scoupe of Swine Waste and Bio-Soil Filter for the High Odour Reduction -Field Study-

TOKUMITSU Shigeru, Kyuziro TAKAMUKU, Futoshi KOYAMA and Ken-ichi ASADA

#### Summary

A large scale model of 8,500 swine waste, high-rate mechanized composting using rotatory scoupe of circle type and bio-soil filter for the high odour reduction was designed, constructed and evaluated in the field for three years. Based on the result, following observations and conclusions were obtained: 1) The rotatory scoupe composter reached high process temperatures (60-66°C) for all season and provided reduction for 12days in both moisture content and volatile solids. And commercial quality compost was obtained. 2) The bio-soil filter effectively reduced the high odour (ammonia gas 80 ppm, hydrogen sulfide gas 100 ppb etc.,) from a composter and seem to have a relatively long lifespan. 3) The process should be applicable on the large farms that must meet strict environmental criteria. The initial and running cost of the researched system could be maintained at a reasonable level.

[Key words : swine waste, odour, bio-soil filter, composter, rotatory scoupe]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. C-13:23~28(1994)

2. 家畜排泄物の発酵処理利用技術
- 2) 環境庁 (1992) : 悪臭防止技術改善普及推進調査結果報告書 (養豚業編) (1992). 環境庁大気保全局特殊公害課
  - 3) 中央畜産会 (1993) : 畜産における臭気とその防止対策
  - 4) 中央畜産会編 (1985) : 堆肥化施設設計マニュアル, p161~167
  - 5) 日本産業機械工業会 (1988) : 脱臭装置の維持管理方法の平準化に関する調査研究報告書
  - 6) 農林技術技術会議編 (1978) : 別枠研究「農林漁業における環境保全的技術に関する総合研究」試験成績書 (第6集)

## 植物利用による畜舎汚水の処理

浅田研一\*・柿原孝彦・小山 太・高椋久次郎・徳満 茂・福田誠実\*\*  
(畜産研究所中小家畜部・企画経営部企画課)

畜舎汚水処理のため、耐汚水性植物を選定し、植物の蒸散能力及び浄化能力について比較検討した。

- 1 耐汚水性植物としてキシュウスズメノヒエ (*Paspalum thunbergii* KUNTH), イタリアンライグラス (*Lolium muntiflorum* LAM) 他 4種を選定した。
- 2 耐汚水性植物による年間を通じた畜舎汚水 (BOD約1000mg/ℓ) の処理 (汚水の減量化及び浄化) には、春～秋季にキシュウスズメノヒエ, 秋～春季にイタリアンライグラスの2植物を組み合わせる体系が有望であった。
- 3 キシュウスズメノヒエの蒸散能力は3.7~4.4kg/m<sup>2</sup>・日 (平均:4.1kg/m<sup>2</sup>・日) であり, 汚水だけを供試した対照区の約1.4倍であった。イタリアンライグラスでは2.5~3.5kg/m<sup>2</sup>・日 (平均:3.0kg/m<sup>2</sup>・日) で対照区の約1.4倍であった。
- 4 浄化能力はキシュウスズメノヒエでは, BOD1.1g/m<sup>2</sup>・日, T-N1.0g/m<sup>2</sup>・日, NH<sub>4</sub>-N0.1g/m<sup>2</sup>・日, イタリアンライグラスではBOD1.4g/m<sup>2</sup>・日, T-N1.0g/m<sup>2</sup>・日, NH<sub>4</sub>-N0.1g/m<sup>2</sup>・日であった。

[キーワード: 汚水処理, 耐汚水性植物, 蒸散能力, 浄化能力]

### 緒 言

畜産経営の多くは自給飼料基盤が弱いいため、家畜排せつ物を自己経営内で土壌還元して利用することは非常に困難となっている。特に、家畜尿汚水は液肥としての利用には限界があり、経営規模が大きくなればなるだけ、その運搬利用が困難になり、畜産経営のマイナス要因となるばかりでなく、環境汚染の原因となりやすい。

これまでの家畜尿汚水処理技術は、高度な下水道処理技術から一次曝気処理まで様々なレベルでの汚水処理方法があるが、汚水管理・処理技術の困難性、汚水処理施設設置費の高額さ等、まだ多くの問題点が残されている。今回、筆者らは汚水処理の観点を変え、簡易で低廉な畜舎汚水の処理の可能性について、耐汚水性植物を選定し、その植物の蒸散能力及び肥料成分吸収能力について検討した。

### 試 験 方 法

#### 試験1 耐汚水性植物の選定

供試植物としてキシュウスズメノヒエ (*Paspalum thunbergii* KUNTH), チクゴスズメノヒエ (a Hairy Subspecies of *Paspalum distichum* L.),

\* 現農政部畜産課

\*\* 現筑後農林事務所

フトイ (*Scirpus taber naemontani* GMELIN), オオフサモ (*M. brasiliense* CAMBESS), ギョウギシバ (*Cynodon dactylon* PERS), イタリアンライグラス (*Lolium multiflorum* LAM), アシ (*Phragmites communis* TRIN), ガマ (*Typha latifolia* L.), ハナショウブ (*Iris ensata* THUUB var. *spontanea* NAKAI), ショウブ (*Iris pseudacorus* L.), セイタカアワダチソウ (*Solidago altissima* L.) の11種の植物について、耐汚水性を検討した。

試験は1990年5月~8月に実施した。汚水に対する植物の耐性を究明するため、ビニールポット (直径14cm×深さ13cm) 内の真砂土 (花崗岩, 残積土) に植物を移植後、一次曝気処理汚水を入れたポリバット (縦60cm×横35cm×深さ20cm) に8ポット浸漬し、グロスカビネット内で栽培した。温度条件は、イタリアンライグラスが寒地型牧草であることを考慮して20℃, その他の植物は25℃とした。供試汚水はBODが約1,000mg/ℓ程度のものを用い、試験区として汚水の無希釈区 (BOD:1,000mg/ℓ), 2倍希釈区 (BOD:500mg/ℓ), 4倍希釈区 (BOD:250mg/ℓ) の3区を設定して植物の耐汚水性を比較検討した。



## 試験2 耐汚水性植物の蒸散能力

### 1 環境温度と蒸散量

試験1の結果から、耐汚水性植物として選抜したキシウズズメノヒエ、チクゴズズメノヒエ、フトイ、オオフサモ、ギョウギンバ、イタリアンライグラスの6植物の汚水処理への適応性を究明するため、1990年9月～12月に試験を実施した。

供試汚水と施設は、試験1と同じものを使用して、温度条件を25℃、20℃、15℃、10℃の4水準設定し、汚水の蒸散量について調査した。

### 2 キシウズズメノヒエとイタリアンライグラスの蒸散量

上記の試験(1 環境温度と蒸散量)結果から、キシウズズメノヒエとイタリアンライグラスの2植物を選抜し、これらの蒸散能力について1991年5月～1992年3月まで調査した。

試験方法としては、試験区(植物植栽)と対照区(無植栽)の2区を設定した。キシウズズメノヒエの試験期間は1991年5月～11月までの189日間、イタリアンライグラスは1991年11月～1992年3月までの112日間とした。

実験施設は雨水混入防止のため、屋根部分と側壁部分にタキロンを使用し、野外の自然温度条件下で試験を行った。試験区は試験1で用いたポリバットに汚水を20kg入れ、供試植物を植栽したビニールポットを8鉢浸漬して栽培した。蒸散量は1週間に1回計量し、計量後は汚水量が20kgに戻るまで汚水を追加した。蒸散量の測定は試験区の場合はポリバット+汚水+植物の重量変化から、対照区の場合はポリバット+汚水の重量変化から算出した。

## 試験3 植物利用による汚水浄化

キシウズズメノヒエとイタリアンライグラスについて、植物の肥料成分吸収能力を利用した汚水浄化機能を試験2の2と同じ実験施設を用いて調査した。調査期間はキシウズズメノヒエは1992年5月～9月までの136日間、イタリアンライグラスは1992年10月～1993年2月までの151日間とした。試験区(植物植栽)と対照区(無植栽)の2区を設定し、供試汚水、蒸散量の計測並びに汚水の追加等は試験2に準じた。調査は、汚水の投入量、蒸発量、汚水のBOD、T-N、NH<sub>4</sub>-Nの分析は下水試験法に準じた。

## 結 果

### 試験1 耐汚水性植物の検索

第1表に供試植物の耐汚水性状況を示した。

汚水中で、約2カ月間、良好な生育をした植物はキシウズズメノヒエ、チクゴズズメノヒエ、フトイ、オオフサモ、ギョウギンバ、イタリアンライグラスの6種であった。

4倍希釈区でもアシ、ガマは約1カ月程度、セイタカアワダチソウ、ハナショウブ、ショウブは20日程度で葉が黄色となり、枯死した。

第2表に25℃における検索植物の生育状況を示した。試験開始時に対する試験終了時の茎葉重量比(乾物)は、それぞれギョウギンバは3.5倍、キシウズズメノヒエ3.2倍、チクゴズズメノヒエ3.0倍、オオフサモ2.4倍であった。葉面積はギョウギンバが3.9倍、オオフサモとキシウズズメノヒエはそれぞれ2.7倍、2.4倍に増加した。茎数ではオオフサ

第1表 供試植物の耐汚水性

植物の種類/週	開始	1	2	3	4	5	6	7	8	9週
キシウズズメノヒエ	———									生育良好(BOD:1,000mg/ℓ)
チクゴズズメノヒエ	———									生育良好(BOD:1,000mg/ℓ)
フトイ	———									生育良好(BOD:1,000mg/ℓ)
オオフサモ	———									生育良好(BOD:1,000mg/ℓ)
ギョウギンバ	———									生育良好(BOD:1,000mg/ℓ)
イタリアンライグラス	———									生育良好(BOD:1,000mg/ℓ)
アシ	———									葉の黄色化→枯死 (BOD:250mg/ℓ)
ガマ	———									葉の黄色化→枯死 (BOD:250mg/ℓ)
ハナショウブ	———									葉の黄色化→枯死 (BOD:250mg/ℓ)
ショウブ	———									葉の黄色化→枯死 (BOD:250mg/ℓ)
セイタカアワダチソウ	———									葉の黄色化→枯死 (BOD:250mg/ℓ)

注) ①——— 発育期間 ②葉の黄色化及び枯死：無希釈区、4倍希釈共に同時機に発生

第2表 検索職物の生育状況

植物名	試験開始時				試験終了時				終了時/開始時		
	茎葉	根	葉面積	茎数	茎葉	根	葉面積	茎数	茎葉	葉面積	茎数
キシウズメノヒエ	0.62	0.35	1.69	3.09	2.01	1.05	4.00	4.80	3.2	2.4	1.6
チクゴズメノヒエ	0.63	0.39	3.37	2.45	1.91	1.29	5.17	3.58	3.0	1.5	1.5
オオフサモ	0.37	0.05	0.18	0.99	0.89	0.31	0.48	2.78	2.4	2.7	2.8
ギョウギシバ	0.25	0.23	0.11	2.35	0.87	0.38	0.43	2.79	3.4	3.9	1.2
フ ト イ	—	—	—	—	1.67	4.00	6.04*	0.26	—	—	—

注) ①\*茎表面積 ②単位：㎡当たり ③重量：乾物重

第3表 環境温度と蒸散量 (kg/㎡・日)

温度	植物の種類	1	2	4	6	8週
25℃	キシウズメノヒエ	6.0	4.0	6.5	—	—
	チクゴズメノヒエ	5.8	4.7	7.2	—	—
	オオフサモ	6.3	4.0	5.4	—	—
	ギョウギシバ	4.6	2.9	3.2	—	—
	フ ト イ	12.9	8.4	5.6	—	—
	無植栽	2.9	1.8	1.8	—	—
20℃	キシウズメノヒエ	4.2	3.9	4.6	4.7	3.2
	チクゴズメノヒエ	3.6	3.2	3.4	3.2	2.3
	オオフサモ	3.6	3.2	4.0	3.3	3.1
	イタリアンライグラス	3.2	6.8	5.5	*	*
	無植栽	2.9	2.9	3.7	2.8	2.5
15℃	キシウズメノヒエ	2.0	1.7	2.2	3.1	2.3
	チクゴズメノヒエ	1.6	1.5	1.9	1.9	1.4
	オオフサモ	2.2	2.1	2.6	2.3	1.8
	イタリアンライグラス	4.0	4.3	5.3	3.1	*
	無植栽	2.2	2.0	2.9	2.2	1.5
10℃	キシウズメノヒエ	1.1	1.0	1.2	1.4	1.0
	チクゴズメノヒエ	1.0	1.0	1.3	1.4	1.0
	オオフサモ	1.3	1.3	1.5	1.7	1.1
	イタリアンライグラス	2.3	2.4	2.9	1.7	*
	無植栽	1.0	1.0	1.4	1.4	1.1

注) ①：—は測定せず ②：25℃の無植栽区はポリバット表面を緑草類が繁茂 ③\*は出穂し、草丈が長くなり倒伏したために測定中止

第4表 キシウズメノヒエの蒸散量 (kg/㎡・日)

区分	5	6	7	8	9	10	11月	平均
試験区	4.9	5.8	3.6	3.0	2.5	3.3	2.6	3.7
対照区	2.7	2.4	2.7	3.4	2.7	2.7	1.9	2.6

第5表 イタリアンライグラスの蒸散量 (kg/㎡・日)

区分	11	12	1	2	3月	平均
試験区	3.4	2.8	2.1	2.1	1.8	2.5
対照区	1.5	1.1	1.0	1.4	1.5	1.3

モの増加が2.8倍で他の植物に比べ著しく多かった。

試験2 耐汚水性植物の蒸散能力

1 環境温度と蒸散量

試験1より耐汚水性植物として6植物を選定し、異なる温度条件下におけるこれらの植物の蒸散量を第3表に示した。

25℃の温度条件下では、1日当たりの蒸散量が最も多かった植物はフトイで、9.0kg/㎡・日、キシウズメノヒエとオオフサモはそれぞれ5.2kg/㎡・日、5.9kg/㎡・日で、最も少なかったのはギョウギシバの3.6kg/㎡・日であった。

20℃の場合、4週間までの1日当たり蒸散量の平均値はイタリアンライグラスが6.2kg/㎡・日、キシウズメノヒエが4.2kg/㎡・日で、それぞれ無植栽区の1.9倍、1.3倍であったが、その他の植物の蒸散量は無植栽区と同程度であった。15℃の場合、6週間までの蒸散量ではイタリアンライグラスが4.2kg/㎡・日、無植栽区の1.8倍で最も多かったがキシウズメノヒエ及びオオフサモは無植栽区と同程度であった。10℃でも、イタリアンライグラスの蒸散量が2.3kg/㎡・日、無植栽区の1.9倍で最も多く、オオフサモは1.3倍、その他の植物は無植栽区の蒸散量と同程度であった。

2 キシウズメノヒエとイタリアンライグラスの蒸散量

第4表、第5表に標記の2植物の自然温度条件下での蒸散量を示した。キシウズメノヒエは植栽後、5月上旬から7月中旬までの約3カ月間は生育も順調で、この時期の試験区の蒸散量は4.8kg/㎡・日、対照区の1.8倍であった。7月中旬には草丈

が延びすぎて生育が停滞したため刈り取ったが、刈り取り後の再生力が弱く、7月～9月の高温時期にもかかわらず、対照区の蒸散量を下回った。このため、キシウスズメノヒエを鉢ともども交換したところ、10月以降の試験区の蒸散量は対照区に比べ、やや回復したが、5月から11月までの気温の低下と相まって両区共に蒸散量は低下した。試験区と対照区の蒸散量は、それぞれ約3.7kg/m<sup>2</sup>・日、2.6kg/m<sup>2</sup>・日で、試験区は対照区の1.4倍であった。イタリアンライグラスもキシウスズメノヒエと同様に、植栽後の3カ月間は生育も順調で、この時期の試験区の蒸散量は2.8kg/m<sup>2</sup>・日に対照区の2.3倍であったが、その後は蒸散量も低下したため、11月から3月までの試験期間における試験区と対照区の蒸散量はそれぞれ約2.5kg/m<sup>2</sup>・日、1.3kg/m<sup>2</sup>・日で、試験区は対照区の1.9倍であった。

### 試験3 植物利用による汚水浄化

供試植物の生育状況や蒸散能力で比較的良好な成績を得たキシウスズメノヒエとイタリアンライグラスの浄化能力を第6表に示した。

暖地型の野草であるキシウスズメノヒエの1日・1m<sup>2</sup>当たりの各成分毎の浄化量はBOD5.24g、T-N3.02g、NH<sub>4</sub>-N0.29gで、対照区に比べると、BOD1.07g、T-N1.04g、NH<sub>4</sub>-N0.09gそれぞれ多かった。期間中の総汚水蒸散量は、試験区591.7kg(4.4kg/m<sup>2</sup>・日)、対照区445.1kg(3.3kg/m<sup>2</sup>・日)であった。寒地型牧草であるイタリアンライグラスの1日・1m<sup>2</sup>当たりの浄化量は、BOD3.95g、T-N2.57g、NH<sub>4</sub>-N0.25gで、対照区に比べると、BOD1.39g、T-N0.96g、NH<sub>4</sub>-N0.10gそれぞれ多かった。期間中

の総汚水蒸散量は、試験区533.6kg(3.5kg/m<sup>2</sup>・日)、対照区348.9kg(2.3kg/m<sup>2</sup>・日)であった。

## 考 察

### 耐汚水性植物の選定

植物を利用して汚水処理をする場合、高濃度の生汚水では植物が枯死することが考えられるため、一次曝気処理した汚水(BOD濃度:1,000mg/l程度)を基準に、4倍希釈までした汚水を供試して植物の耐汚水性を調査した。この結果、11種の植物の中から、耐汚水性、異なる温度条件下での植物の生育状況から、キシウスズメノヒエ、チクゴスズメノヒエ、フトイ、オオフサモ、ギョウギンバ、イタリアンライグラスの6種の耐汚水性植物を選抜した。選抜した植物の栽培利用上の利点と問題点を整理すると次のとおりである。

1) 春～秋の温暖・高温期に利用できる植物として、5種の植物があり、キシウスズメノヒエ、チクゴスズメノヒエ、ギョウギンバは栄養増殖が容易で、再生力が強く生育が早い。オオフサモも増殖が容易で、葉は小さくて細い緑色で、見た目にも美しい植物である。フトイは棒状で直立性であり、生花用としても使用できるが、増殖率が弱い。

2) 秋～春の低温期に利用できるイタリアンライグラスは生育が早く、1年性で種子繁殖するが、寒地型牧草のため越夏が困難である。温度(気温)の相違による各植物の汚水蒸散能力は次のとおりである。

25℃の温度条件で、蒸散能力が最も高かった植物はフトイ(平均蒸散量9.0kg/m<sup>2</sup>・日)であるが、そ

第6表 汚水耐性植物の汚水浄化能力

植物名	項目	区分	投入量	浄化量	植物浄化量	浄化率(%)	浄散量
			(A)	(B)	(①-②)	(B/A)×100	
キシウスズメノヒエ	BOD(g/m <sup>2</sup> ・日)	①試験	5.81	5.24	1.07	90.2	①試験区 591.7kg/m <sup>2</sup> ・136日 (4.4kg/m <sup>2</sup> ・日)
		②対照	4.72	4.17	—	88.3	
	T-N(g/m <sup>2</sup> ・日)	①試験	3.26	3.02	1.04	92.6	②対照区 445.1kg/m <sup>2</sup> ・136日 (3.3kg/m <sup>2</sup> ・日)
		②対照	2.56	1.98	—	77.3	
	NH <sub>4</sub> -N(g/m <sup>2</sup> ・日)	①試験	0.30	0.29	0.09	96.7	
		②対照	0.24	0.20	—	83.9	
イタリアンライグラス	BOD(g/m <sup>2</sup> ・日)	①試験	4.21	3.95	1.39	93.8	①試験区 533.6kg/m <sup>2</sup> ・151日 (3.5kg/m <sup>2</sup> ・日)
		②対照	2.97	2.56	—	86.2	
	T-N(g/m <sup>2</sup> ・日)	①試験	2.69	2.57	0.96	95.5	②対照区 348.9kg/m <sup>2</sup> ・151日 (2.3kg/m <sup>2</sup> ・日)
		②対照	1.90	1.61	—	84.7	
	NH <sub>4</sub> -N(g/m <sup>2</sup> ・日)	①試験	0.25	0.25	0.10	100.0	
		②対照	0.18	0.15	—	83.3	

の蒸散量は日数と共に急激に低下する傾向が認められた。キシウズメノヒエ及びチクゴズメノヒエはフトイに次ぐ蒸散量(約5.7kg/m<sup>2</sup>・日)で、栄養増殖が容易で再生力が強く、生育も早い長所がある。ギョウギシバは草丈の伸びは良いが葉面積が狭く、蒸散能力が低いという短所がある。

20℃～10℃の温度域での蒸散量は、イタリアンライグラスが他の植物に比べ最も高かった。また、キシウズメノヒエはチクゴズメノヒエに比べやや蒸散量が多かった。

以上のことから、春～秋季はキシウズメノヒエ、秋～春季にはイタリアンライグラスという2種類の耐汚水性植物を組み合わせる汚水処理体系が有望と考えられる。

#### 耐汚水性植物の蒸散能力

1991年のキシウズメノヒエ(春～秋季)とイタリアンライグラス(秋～春季)の2種類の植物を組み合わせた野外実験施設での蒸散量はキシウズメノヒエ3.7kg/m<sup>2</sup>・日、イタリアンライグラス2.5kg/m<sup>2</sup>・日であった。また、試験3における1992年のキシウズメノヒエの蒸散量が4.4kg/m<sup>2</sup>・日、イタリアンライグラス3.5kg/m<sup>2</sup>・日であったことから、キシウズメノヒエの蒸散量は約4.1kg、同様に、イタリアンライグラスは約3.0kgで、いずれの植物も対照区の約1.4倍程度の蒸散能力と言える。上記の植物を利用して畜舎汚水の減量化を図るためには、実際にどれだけの施設面積が必要であるか、平均的な養豚経営農家の場合を想定し、試算した。

福岡県下(平成4年度)における豚の平均飼養頭数は1戸当たり約400頭である。豚1頭当たりの尿排泄量を3.5l<sup>9)</sup>、植物の水分蒸散量3.5kg/m<sup>2</sup>・日を算出基礎とすれば、肥育豚1頭の尿を蒸散させるためには、1.0m<sup>2</sup>/日の面積が必要となり、平均的養豚農家における必要施設面積は約400m<sup>2</sup>/日となる。

実際に植物を利用して汚水の減量化を図らうとする場合には、年度及び季節による気候条件の違いからくる蒸散量の相違を考えると、栽培面積は2倍は必要であり、さらに、更新用の植物を生育するための面積を考慮する必要がある。ただし、この試算は植物利用で全汚水を処理することを前提にしたもので、個々の経営を取り巻く条件は異なるものであり、全汚水量の50%あるいは30%を植物の蒸散能力を利用した汚水処理で対応出来る養豚農家もあると考えられる。個々の農家の実態に応じた方策を講じれば、耐汚水性植物による畜舎汚水の減量化も汚水処理方法の一つであると言える。

植物を利用すれば、年に数回の刈り取りが必要であるが、枯死する前に刈り取れば、他の家畜の飼料として利用できる利点がある。池田<sup>1)</sup>によれば、窒素多肥条件下の湿地状態で生育させたキシウズメノヒエの茎葉の硝酸態窒素含量は最高値でも0.25%で、硝酸態窒素含有率は(飼料として給与する場合)危険水準に達しない。その理由として、キシウズメノヒエは湿地条件でアンモニア態窒素を好んで吸収して生育する結果、硝酸態窒素含有率が低いと報告している。内藤及び馬場<sup>7)</sup>はキシウズメノヒエの飼料価値は、暖地型牧草のローズグラス、ダリスグラス、バヒヤグラスとほぼ同等であり、むしろ単位面積当たりの栄養収量は、キシウズメノヒエが有利であろうと結論づけている。なお、イタリアンライグラスは優良な寒地型牧草として県下でも多く栽培されている。

以上のことから、汚水の減量化及び家畜の飼料としても利用できる可能性のあるキシウズメノヒエとイタリアンライグラスであるが、汚水中に含まれる塩類濃度及び硝酸態窒素等の蓄積による生育障害、飼料としての安全性の究明、より蒸散能力の高い耐汚水性植物の検索等、今後の検討課題の一つであると考えられる。

#### 植物利用による汚水浄化

汚水を浄化するために濾材と植物<sup>3)</sup>、土壌と植物<sup>2,8)</sup>を組み合わせた試験が行われているが、植物だけの浄化能力に関する試験ではホテイアオイに関する試験研究<sup>4,5)</sup>が多い。ホテイアオイの場合、BODで130mg/l、NH<sub>4</sub>-Nで40mg/l以下なら浄化能力及び生育も良いとの報告がある<sup>5)</sup>。鳳仙花、マリーゴールド等の草花類を利用し、下水の二次処理水の再浄化を目的とした報告<sup>6)</sup>があるが、その汚水はBODが100mg/l以下の低いものである。

今回供試したキシウズメノヒエとイタリアンライグラスはBODが約1,000mg/lの汚水中でも長期間枯死せず生育した耐汚水性のある植物である。曝気処理した汚水を両区に供試したため、対照区も試験区の浄化量には及ばないものの、いずれの区においても予想以上の浄化率を示した。この原因は汚水中に、浄化に関わる原虫や細菌等の活性汚泥菌が棲息していたためであると思われる。そこで、植物だけの浄化能力についてみると、1日1m<sup>2</sup>当たりのBOD浄化量はイタリアンライグラスが約1.4g、キシウズメノヒエが約1.1gで、T-NとNH<sub>4</sub>-Nでは両植物ともに同程度の浄化量であり、いずれも汚水浄化能力があることが認められた。今回、選抜した耐

汚水性植物の利用方法としては、活性汚泥法等で浄化された処理水の再浄化のために利用するのも一方法であると考えられる。

### 謝 辞

試験を実施するにあたり、植物の収集等に御尽力いただきました八女西部農業改良普及所(現朝倉農業改良普及所)の塚本克美氏に深く感謝いたします。

### 引用文献

- 1) 池田 一 (1989) : キシュウスズメノヒエの特性と利用. 日本草地学会誌35(3), 257~261.
- 2) 井上重美・木元 肇 (1980) : 畜舎汚水の土壌、植物濾床による浄化の実用化試験. 岡山酪試研報17, 93~104.
- 3) 井上尊尋・島富 修・石山英光 (1983) : 濾材及び植物利用による畜舎汚水処理. 福岡農総試研報C-2, 87~91.
- 4) 石井 猛・横田二郎・池田浩幸 (1983) : ホテ
- イアオイの水質浄化機能とその有効利用. 環境科学総研3, 139~149.
- 5) 木庭研二 (1984) : ホテイアオイによる豚舎汚水の浄化試験. 熊本畜試試験成績, 201~212.
- 6) 宗宮 功・津野 洋・占部章次郎 (1990) : 下水二次処理水による、有用植物の水耕栽培に関する研究. 第27回下水道研究発表会講演集, 435~437.
- 7) 内藤康雄・馬場功世・矢野信俊 (1975) : キシュウスズメノヒエサイレージの綿羊による消化試験. 熊本畜試成績書, 258~259.
- 8) 斉木 孝・井上重美・木本 肇 (1981) : 畜舎汚水の土壌、植物濾床による浄化の実用化試験. 岡山酪試研報18, 136~148.
- 9) 中央畜産会編 (1986) : 堆肥化設計マニュアル, 79.

### The Disposal on the Barn Waste Water by Plants

ASADA Ken-ichi, Takahiko KAKIHARA, Futoshi KOYAMA,  
Kyujiro TAKAMUKU, Shigeru TOKUMITSU and Narumi FUKUDA

### Summary

Two kinds of sanitary sewage resistance Plants were selected to establish a new technique of the disposal of barn waste water sewage. The plants have the good performance of moisture transpiration ability and sanitary sewage purification ability. Knotgrass (*Paspalum thunbergii* KUN TH) and Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* LAM). Moisture transpiration ability of Knotgrass was about 4.1 kg/m<sup>2</sup>·day and Italian ryegrass was about 3.0 kg/m<sup>2</sup>·day. Sanitary sewage purification ability of Knotgrass was 1.1 g/m<sup>2</sup>·day (BOD), 1.0 g/m<sup>2</sup>·day (T-N), 0.1 g/m<sup>2</sup>·day (NH<sub>4</sub>-N) and ability of Italian ryegrass was 1.4 g/m<sup>2</sup>·day (BOD), 0.1 g/m<sup>2</sup>·day (T-N), 0.01 g/m<sup>2</sup>·day (NH<sub>4</sub>-N).

[Key words: waste water treatment, resistance plant, transpiration and purification ability]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. C-13:29~34 (1994)

# 農業総合試験場の組織

管 理 部  
企 画 経 営 部  
生 産 環 境 研 究 所  
農 産 研 究 所  
園 芸 研 究 所  
畜 産 研 究 所  
豊 前 分 場  
筑 後 分 場  
八 女 分 場  
果 樹 苗 木 分 場  
鉦 害 試 験 地

## 農業総合試験場 研究報告類別

作 物 …… A  
園 芸 …… B  
畜 産 …… C

---

### 福岡県農業総合試験場研究報告

C (畜 産) 第 13 号

平 成 6 年 2 月 発 行

発行 福岡県農業総合試験場  
〒818 福岡県筑紫野市大字吉木587  
TEL 092-(924)-2936

印刷 城島印刷有限公司  
〒810 福岡市中央区白金2-9-6  
TEL 092-(531)-7102

#### 福岡県行政資料

分類番号 PE	所属コード 074106
登録年度 5	登録番号 6