

養豚におけるコンピュータ利用システムの現状と今後の方向

誌名	農林水産技術研究ジャーナル
ISSN	03879240
著者	古谷, 修
巻/号	12巻5号
掲載ページ	p. 18-25
発行年月	1989年5月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



養豚におけるコンピュータ利用 システムの現状と今後の方向

古谷 修

養豚におけるシステム化を考えるに当たって、まず実際に見て問題点を探ってみようと思い立ち、S氏の養豚場を訪れた。熊本市内から阿蘇外輪山の麓にある菊池市に向かう国道に沿っていくつかの丘陵が連なっているが、その一つ花房台地の一角にS養豚場がある。そこでS氏は母豚100頭規模の一貫経営を営み、養豚組合の中核的役割を果たしている。S氏の経営手法ならびに戦略には、養豚におけるシステム化を考える上でいくつかの重要な示唆を含んでいるように思えるのでまず簡単に紹介してみたい。

1. ある養豚家の事例

1) 素豚の斉一化

畜産は言うまでもなく生き物を扱う産業であるから、工業とは異なり原資材にはバラツキが伴う。しかしながらそれでは、いかにその後の条件を厳密に規制したとしてもそれぞれの反応は異なり、生産物にもバラツキが生じる。そこで、S氏がまず着目したのは素豚の斉一化である。それまでは各地から“優秀な”豚を導入していたが、今は、系統がはっきりして、粒のそろった豚を一カ所の原種豚場から継続的に導入している。

Shu FURUYA: Recent advance and the future of computer utilization systems for swine production

2) 飼養環境の制御

つぎに飼養環境を一定に保つということが生産物の斉一化につながる。筆者がS氏の養豚場を訪れたのは2月の中旬で、この辺りは、九州とはいえ真冬の平均気温は1~2℃まで下がる地帯である。密閉式豚舎がいくつか並んで建っているが、S氏は「冬は、高温多湿を心がけています」と言う。豚は牛に比べてはるかに低温の影響を受け易い動物である。とくに妊娠豚の場合には、冬期には通常の場合の50%近い飼料の増給が必要とされる。ところがこの密閉式豚舎によれば、豚体からの発熱によって、豚舎内の温度は、寒い時でも、肥育豚舎で15~16℃以上に保たれている。湿度を高めたことにより呼吸器系の疾病ははるかに減った。通された事務所に大きな石油ストーブが備えられていたが、豚舎の暖房用に購入したが、乾燥し過ぎるため使っていないということであった。

3) 脂肪の付き易さに応じた飼料制限

さらに特徴的なことは性別飼育と制限給飼だ。豚はヒトと同様に雌の方が脂肪が付き易い。体内に脂肪としてエネルギーを貯え、妊娠、分娩、授乳と言った一連の繁殖行動が支障なく行われるためのバッファ的役割があるのであろう。一方、雄豚は、発育が速く、脂肪が付き難いため、飼料効率はやいが、肉に雄臭が残ると言うことで肥育前に去勢される。ところが不都合なことに、去勢雄豚は雌豚よりも脂肪が付き易い。肉豚飼育では、省力の意味合から飼料を自由撰

取させる（不断給飼する）のが一般的であるが、S氏の養豚場では、80日齢から出荷までの約100日間は、性別に飼い、朝晩の2回、採食状況を見て制限給飼している。これによって、性別に応じた適正な飼料給与が可能になり、また、飼料のコボシによる無駄がなくなる。病豚も見つけ易い。このようにして生産されたS氏の肉豚はきわめて斉一性が高く、80%近くが上物に格付けされる。この数字は一般養豚家にとっては驚異的であるが、飼養条件を厳密に規制していることを考えればむしろ当然と言えよう。

このように、肥育素豚をそろえ、飼養環境と養分供給を制御することによって、豚の反応が予測できるようになった。このことが、システム化の基本である。

4) コンピュータ導入の理由

話の間に、S氏のコンピュータを見せてもらった。全農が最近開発した「くみあい畜産農家経営情報システム（養豚）」が入っている。昨年（昭和63年）7月からモニターの一人として始めたが、導入のきっかけについて「もともと器械を扱うのは苦手なのですが、これから養豚で生き残るにはどうしても必要だと思ったからです」とS氏は述べる。キーボードを何回かたたたく内に、母豚の分娩回転率や発情再帰日数、枝肉の格落ち理由など、養豚経営にとって重要な情報が次々に表やグラフとして画面に現れ、プリントアウトされた。S氏は、「今のところデータを入れるだけで精一杯ですが、最終的には農場要求率で3を切るのが目標です」と言う。農場要求率と言うのは肉豚出荷量あたりの農場全体の飼料消費量で、この値が小さいほど経営状態が優れていると見なせる。画面に表示されたS氏の現在の農場要求率は目標値とはまだ幾分かの開きがみられた。将来は全国的なネットワークができて、この数値を送れば、全国の順位と偏差値が付けられて戻って来る。その経営が生き残れるか否かはそれによってほぼ判断できる。もちろん、養豚経営では技術面だけでは

なく、財務管理も重要な要素である。とくに畜産分野では最も遅れている部分と言えるが、全農の開発したシステムでは、従来から養豚家が手作業で行っていた経営管理を省力化、迅速化するとともに、自分の経営全体が総合的に判断できるようになっている。

S氏は量的な偏差値だけを追求しているわけではない。豚肉の質にもかなりの重点を置いた経営をしている。彼は普通よりも日数をかけて豚を肥育しており、これにより飼料効率は若干落ちるが、「味は良くなっているはずですよ」と主張する。ところが、現在の市場システムではその味が正当に評価されず、いかに販路を開拓するかがS氏の養豚での生き残りをかけたもう一つの課題である。この点で、S氏を助けてくれるようなプログラムは今のところ見当たらない。

2. 静岡県での事例

ここで、養豚システム化の先進県の一つである静岡県の場合を見てみよう。静岡県における養豚管理システムの開発は、昭和55年より、養豚試験場（現中小家畜試験場）の曾根、堀内らによって開始され、昭和60年4月までに基本的システムの完成を見た。その後養豚農家の使用を通じてシステムの改良が重ねられている。

1) システムの構成とネットワーク

システムには、種豚管理システム、肉豚・枝肉分析システムおよび総合評価システムがある。データの集中管理は図1に示す通り養豚家の規模によって異なるが、農業改良普及所ならびに中小家畜試験場と有機的に結合されている。

養豚経営では、母豚管理をいかにうまくして、効率的に子豚の生産を行うかがカギになる。そこで、種豚管理システムでは、日々の管理作業予定をリストアップして管理ミスをなくすと同時に、データの蓄積によって、不良母豚を摘出する。このことが分娩回転率や子豚の生産性の

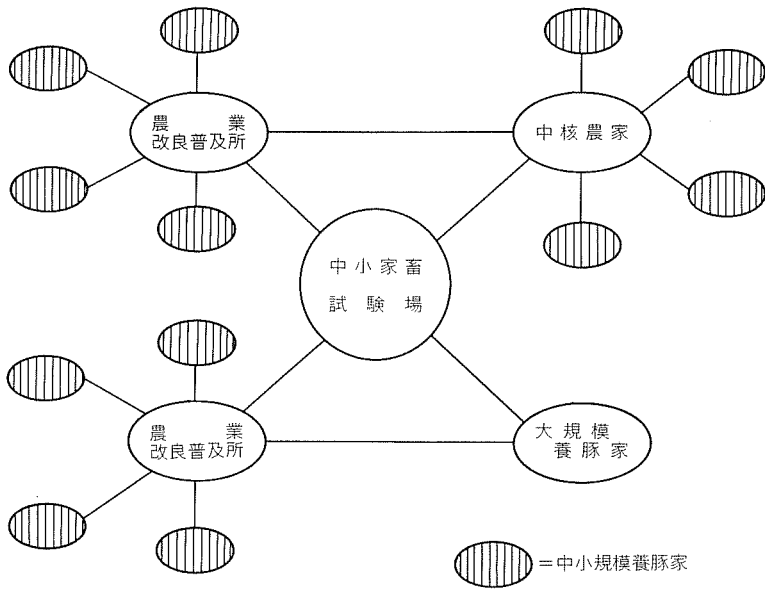
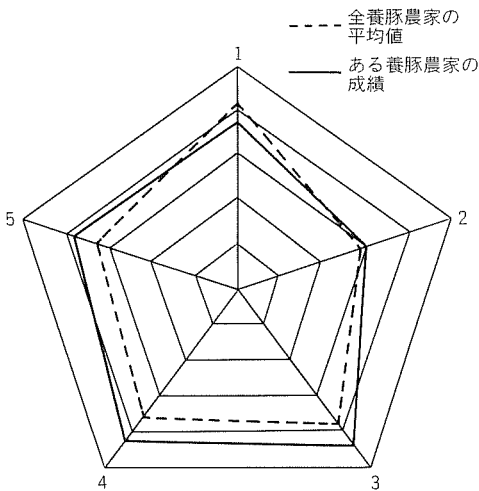


図1 静岡県におけるデータの集中管理組織図



	目標値
1 : 分娩率	87.6 (100.0)
2 : 平均産子数	10.1 (12.0)
3 : 平均離乳数	9.4 (10.0)
4 : 育成率	93.1 (100.0)
5 : 再帰日数	11.6 (7.0)

図2 ある養豚農家の繁殖成績のレーダーチャート（静岡県）

向上に直接つながっている。肉豚分析システムでは、枝肉成績や格落ち理由なども入力できるようになっており、出荷豚の個別データと繁殖豚のデータとを関連付けて解析することにより、得られた情報を種豚の選抜に使うことが可能である。

総合評価システムは、個別の経営で集積、利用されたデータを一元的に収集し、相互比較によって指導情報を提供するためのものである。分娩率、産子数、育成率、発情再帰日数など、項目毎に順位付けを示し、経営の特徴、技術水準を明らかにする。図2はある養豚農家の成績を全農家の平均値と共にレーダーチャートで示した例であるが、この経営の改善すべき点は一目瞭然である。なお、プライバシーを守るため、養豚家名はすべてコード化されている。

2) システム導入の効果

これらのシステムが開発されてからまだ日が浅く、その導入効果云々は早計かも知れないが、遊び豚の早期発見、不良母豚の淘汰更新が確実に実施されるようになったため繁殖成績は着実

に改善されている。表1にはマイコンを56年に導入したある農場の成績を示したが、分娩頭数や分娩回転率に著しい改善が認められる。肉豚の場合は、枝肉の上物率が大きな関心事であるが、集計データの分析によって格落ちの理由はほとんどが脂肪の付着に基づくことがわかった。これがきっかけで性別飼育が実施されることになったが、これもシステム導入の効果と言えよう。肉豚でのデータが種豚の選抜にフィードバックされるようになればさらに効果は大きくなる。

表1 マイコン導入農家の成績(静岡県)

年 度	55	56	57	58	59
平均産子頭数	10.4	10.3	10.5	10.4	10.9
平均哺乳開始頭数	9.2	9.3	9.5	9.5	9.8
平均離乳頭数	7.5	8.4	8.5	8.8	8.9
分娩回転率	1.8	2.0	2.4	2.4	2.4

注) マイコン導入は56年4月に行われた

3) 飼料設計システム

静岡県では、この他に、飼料設計システムが開発されている。これは、日本飼養標準(豚)ならびに日本標準飼料成分表のデータに基づき、線形計画法によって飼料の配合設計を行うプログラムで、自家配合養豚家に利用されている。飼養標準の今回の改訂(1987年)で、エネルギーおよび蛋白質(アミノ酸)の要求量把握が、従来の表からの読み取りから数式による算出方式に変わったため、コンピュータでの利用がより便利になった。

3. デンマーク養豚のシステム化に学ぶ

デンマークは人口僅か500万人の小国であるが、年間約100万トンの豚肉を生産(日本は1987年に159万トン)し、この80%を100カ国に輸出している。日本へは1988年に13万トンの輸出が見込まれ、わが国の豚肉需要量の約20%を占める豚肉輸入で台湾と覇を競っている。

わが国の養豚業は、今後、ますます、デンマークや台湾との競争を強いられることになる。デンマークの養豚を特徴付けるとすれば農業組合の一元管理による徹底的なシステム化と言うことになる。生産資材である素豚は国内の160のブリーダーから2万5千の養豚農家に供給される。生産された肉豚は農業組合傘下の9つの食肉処理加工場で処理され、品質管理と斉一性のチェックを受ける。脂肪の厚さとロースの測定は現在のところ電子センサーによる手動式によって行われているが、近い将来、自動屠体計測システムによって枝肉ならびに主なカット肉の赤肉と脂肪の割合が加工処理ライン上で測定されるはずである。これらの情報はすぐさま種豚場にフィードバックされて、種豚選抜の貴重なデータになっている。デンマークは、さらに、世界市場からの情報に基づき、部分カット肉別に最も高価に売れる相手を選んで輸出するというように、販売面でもシステム化が進んでいる。このように、素豚供給、肉豚生産、食肉処理加工および販売が農業組合のもとに統一的に管理されているところにデンマーク養豚の強みがある。もちろん、わが国のように自由競争を建前としている国では事情が異なるが、養豚におけるシステム化を考える上で学ぶべき点は多い。それでは、わが国の養豚の技術水準が進み、システム化がなされたとして、はたして、これら先進諸国との競争に耐え得るレベルにまで達するであろうか。ある試算によれば、日本における枝肉1kgあたりの生産費は414円であるのに対し、デンマーク255円、台湾254円で、日本の約6割ですむ。飼料費や人件費が高く、公害対策費が余計にかかるなど、個人的な養豚家の努力ではどうにもならない要素も多いため楽観はできないが、改善の余地はまだ多いと思われる。事実、わが国でも数は少ないが、デンマークのようないわゆる垂直型経営で、経営全体の最適化を追求して好成績を上げている事例が着実に増えている。

4. 肉豚の反応予測モデル

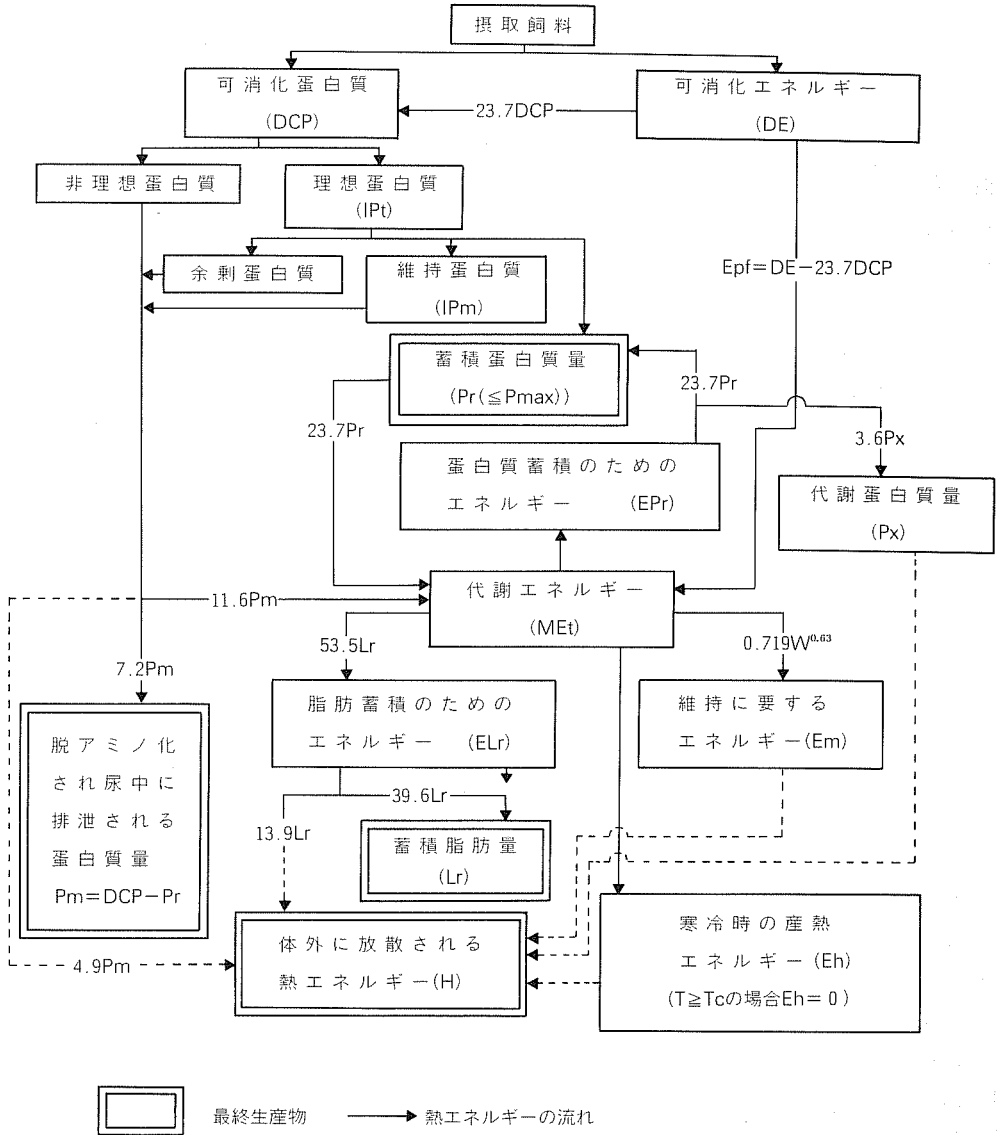
豚がどのような条件でどのように反応するかを予測することは、養豚のシステム化を進める上できわめて重要なことである。しかしながら、S氏の養豚場での上物率80%にしても、長年にわたって養われたカンと試行錯誤によってもたらされたところが大きいと思われ、それほど簡単なことではない。ところが、最近、豚の反応をコンピュータを用いて効率的に予測できる手法が誕生した。この新しい科学の分野がシステムサイエンスと呼ばれるもので、ここで用いられるシステム分析は、複雑な生産システムを時間経過の中で研究する技法であり、全ての入力と出力とは数学モデルを用いて説明される。数学モデルが完成すれば、シミュレーションすなわち実際の生産の場における生産の予測を行い経営戦略を立てるうえでの判断材料を提供することが可能となる。

豚を生産システムとしてとらえた個体レベルのモデルとして、英国エジンバラ大学のWhittemore博士らが開発したエジンバラ肉豚モデルが有名である。このモデルは1983年に完成され、1984年にはすでにマイクロコンピュータでの利用が開始されている。エジンバラ肉豚モデルは養分量の変化に対する反応を量的に予測するモデルである。このモデルに、実際に生きた豚の反応に影響を及ぼす要因すなわち肥育開始体重、屠殺時体重、遺伝的素質、性別、畜舎構造、気温、飼料の栄養素含量、飼料給与水準さらに市場環境（飼料価格、枝肉の等級別単価）等を入力することにより、増体量、飼料効率、枝肉の等級および粗収益等が出力される。

モデルの中心部は摂取した栄養素（蛋白質とエネルギー）が、1日を単位として豚の体内でどのように使われ、蛋白質（赤肉）と脂肪がどれだけ蓄積されるかを説明する数学モデルからなっている。摂取された可消化蛋白質(DCP)は、ARC(1981年)で提唱されている理想蛋

白質(IPt)とその他の蛋白質に分けられ、理想蛋白質は維持(IPm)と体蛋白質の蓄積(Pr)に使われる。体蛋白質として蓄積されなかった蛋白質($Pm = DCP - Pr$)は分解され尿中へ排泄されるが、一部はエネルギーとして利用される。このモデルでは1日に蓄積可能な最大蛋白質量(Pr_{max})を性および遺伝的素質別に設定(制限条件と)することによって、豚の能力に応じた結果を出力することが可能となっている。摂取した可消化エネルギー(DE)は、はじめにDCPが持つエネルギー(23.7DCP)とそれ以外のエネルギー(Epf)に分けられるが、23.7DCPのうちPrが有するエネルギー(23.7Pr)とPmから供給されるエネルギー(11.6Pm)は利用可能なエネルギーとしてEpfに加えられ、維持および生産に利用できる代謝エネルギー(MEt)が算出される。MEtは維持に要するエネルギー(Em)と気温(T)が下限臨界温度(Tc)を下回る寒冷時には体温保持のための産熱エネルギー(Eh)に優先的に使われ、残りのエネルギーが蛋白質と脂肪を蓄積するためのエネルギーとして使われる。蛋白質の蓄積に要するエネルギー(EPr)のうち、蓄積蛋白質が有するエネルギーは23.7Prで、蛋白質の蓄積のためのエネルギーコストは1日に交替される蛋白質量Pxを用いて $3.6Px$ として表される。脂肪の蓄積量(Lr)は、 $Lr = (MEt - (Em + Eh + EPr)) \div 53.5$ から算出される。脂肪の蓄積に要するエネルギー(ELr)のうち、蓄積脂肪が有するエネルギーは $39.6Lr$ で、脂肪蓄積のためのエネルギーコストは $13.9Lr$ で表される。体構成成分の変化はPrおよびLrから算出される。さらに、1日を単位とした以上の計算を屠殺体重まで繰り返すことにより、枝肉成分が推定される。エジンバラ肉豚モデルの概略を示したが、上記の他にも種々の条件、数式が組み込まれ、このモデルは非常に完成度の高いものとなっている。

豚の栄養学の分野では、蛋白質からさらに進



エネルギーの単位 (MJ) 蛋白質および脂肪重量 (kg)

〔体構成成分および屠体成分の計算式〕

体構成成分 (kg)

総蛋白質量 : Pt = Pt + Pr

総脂肪量 : Lt = Lt + Lr

総灰分量 : At = At + 0.21Pr

総水分量 : Yt = 4.9Pt^{0.855}

空体重 : We = Pt + Lt + At + Yt

体重 : W = 1.05We

屠体成分 (kg)

赤肉量 : Md = 2.53Pt

脂肪量 : Fd = 0.89Lt

背脂肪厚 : P2 = 2.54Fd^{0.676}

(mm)

骨重量 : Bd = 0.5Pt

図3 蛋白質およびエネルギーの流れを示すフローチャート
 (Whittemore & Fawcett, Anim. Prod. 22 : 87-96, 1976, 梶一部改変)

んで可消化アミノ酸レベルでの研究が行われており、これらの研究成果をこのモデルに取り入れる試みもなされている（梶ら、未発表）。シミュレーションモデルはこのように新しい研究成果を取り入れて現実の豚に近づくことで、より正確な予測が可能となる。経営のシステム化とコンピュータの利用が進む中で、シミュレーションモデルの開発、普及が期待される。

5. 養豚のシステム化を進める上での課題

これまでに、大規模一貫経営を念頭において、養豚におけるシステム化の現状を見てきた。それらをふまえた上で、今後システム化を進める上に必要と思われる事柄について述べ、本稿のまとめとしたい。

1) 経営の要求に適合したシステムの開発

コンピュータ利用のシステムは種々のものが開発、利用されているが、必ずしも利用者の要求、意識レベルに適合しているとは言えない。また、生産段階だけでなく、畜産物の加工、販売を含め経営全体の最適化を行うための総合的システムが必要とされている。

2) 家畜管理の自動化と情報収集装置の開発

養豚におけるシステム化では動物管理の自動化と情報収集装置の開発が必須である。最近、静岡県では、給飼の自動制御システムを完成させた。予め給飼量を設定しておき自走式の自動給飼機で配飼する。残飼量は、赤外線センサーによって測定できる。これらのデータはコンピュータに返送されるが、枝肉成績と結合させればきわめて有効な情報になる。妊娠豚においては、体重、産次、妊娠のステージ、環境温度等によってきめ細かい個別の栄養管理が必要であるが、現在、群飼における個別給飼のために個体識別装置の開発が進められている。これらの

装置は、試験研究データの精度の向上を目的に開発されているものであるが、一般養豚家においても十分使えそうだ。体重の簡易測定、早期妊娠診断、胎児数の把握などの装置の開発も望まれる。

3) 肉質評価システムの開発

現在手作業で行っている背脂肪の厚さやロース断面積の測定を自動化し、さらに、軟脂豚やPSE（水っぽく、柔らかい）豚肉を自動的に検出して、それらの情報を収集利用する装置の開発が望まれる。

4) 育種、種豚評価システムの開発

肉豚の發育、肉質評価から取り込まれる情報を余すことなく繁殖豚の改良、淘汰更新に利用できるシステムの開発も重要である。これによって、全ての豚が自家検定場の試験豚としての役割を果たす。

5) システム化からはみ出した部分の問題

現在進められている養豚のシステム化は、斉一性のある豚肉を低コストで生産することが主目的であり、肥育期間を延ばすことで改善されると考えられる“うまみ”や、放し飼いで伸び伸び育った“健やかさ”が入り込む余地はほとんどない。食品である以上“安全性”はコストを越えた絶対的なものと思われるが、これをシステム化の中でどう捉えるか。食生活や価値観の多様化によって、いわゆるシステム化とは逆に、むしろその隙間を通り抜けたかたちで差別化への動きがみられ、この方向が案外養豚の生き残れる道かも知れないと考えられている。難しいことではあるが、このような人間のメンタルな部分も全て含みこんだシステムを考えることが現実にも迫られている。しかしながら、自然科学が‘脳科学’に踏み込むのはやはり21世紀を待つことになるであろう。

（九州農業試験場 肉畜生産研究室長）

参 考 資 料

- 1) 関 哲夫：繁殖豚管理におけるマイクロコンピュータの利用，研究ジャーナル，7（6）20-27（1984）
- 2) 曾根 勝：畜産経営へのマイコン導入の試み—主として養豚管理システムについて—畜産の研究，36（8）45-51，36（9）49-54（1982）
- 3) 堀内 篤，曾根 勝，野口博道：コンピュータ利用による豚の管理・給餌システム，日本畜産学会東海支部会報，35，13-18（1987）
- 4) 全農畜産経営対策室：系統農協における畜産農家経営情報システムの確立②，畜産農家の経営管理方法について，経営実務，43（9）80-89 全国協同出版（1988）
- 5) whittemore, C.T.: Development of recommended energy and protein allowances for growing pigs, Agric. Systems, 11, 159-186（1983）
- 6) 山田行雄・広岡博之：畜産におけるシステム分析（1）および（2），畜産の研究，39（1）3-8，39（2）11-16（1985）

稲と米—品質を巡って

農林水産省農業研究センター 編

A 5 判 206頁 定価1,200円 訂300円

昨年出版された、「稲と米—生産から食卓まで—」につづく2冊目の出版です。

その内容は，米の形や大きさから米の澱粉，蛋白質，脂肪にかかわる諸問題，食味，加工さらに香り米にいたるまで，幅広く米の品質を追及した良著です。

広く農業に関心を持たれる方々，農業経営者から消費者まで幅広い層の方々に，今後の「稲と米」を考える上で極めて有益と思いますので，広く活用されるようお奨めいたします。

〔主な内容〕 米の粒形・粒大（岡山大学農業生物研究所助教授 武田和義），香り米（農業研究センター・プロジェクト研究第4チーム長 横尾政雄），米澱粉の変異と遺伝（農業生物資源研究所植物探索導入研究チーム長 中川原捷洋），米澱粉の化学（大阪市立大学教授 不波英次），米のタンパク質・脂質（食品総合研究所規格鑑定研究室長 平宏和），米の食味（財団法人日本穀物検定協会中央研究所長 竹生新治郎），米飯加工—冷飯加工—（味の素冷凍食品（株）技術部長 近藤正），米加工—レトルト米飯—（農業研究センター・プロジェクト研究第4チーム）

発行所

社団法人 農林水産技術情報協会

〒103 東京都中央区日本橋兜町15-6（製粉会館内）

電話 03（667）8931（代） 振替 東京1-71476