

..... 原 著

SPF (Specific Pathogen Free) 豚の 経済性に関する研究

—Primary SPF 豚の作出コストについて—

赤池 洋二* 波岡 茂郎** 柏崎 守**

Studies on the Economics of SPF (Specific Pathogen Free) Swine

I. On the Cost of Primary SPF Piglets of four-week-age

Yoji Akaike*, Shigeo Namioka** and Mamoru Kashiwazaki**

* Amino Feed Industrial Co. Ltd., (Yokohama)

**National Institute of Animal Health, (Tokyo)

The cost of primary SPF piglets of 4 weeks of age, produced by hysterectomy and reared artificially in laboratory of the National Institute of Animal Health, was estimated.

From 29 sows 241 baby pigs were obtained by hysterectomy and reared by "Sun A Milk" (Product of Amino Feed Industrial Co. Ltd., Yokohama) in the laboratory for 4 weeks. Until end of the period, 23 piglets were died due to *E. coli* infection, 218 were raised (survival rate=90.64 per cent). The live weight of the piglets were 5.0 kg in average, and the result was same as that of the other authors. Of these piglets, individual cost was totaled as 126,122 yen*** and the items were estimated as follows: loss on sow (a price of sow used was assessed as ¥ 300,000 in average) was ¥ 40,000 (31.7 per cent), managerial expences was ¥ 29,145 (23.1

per cent), repayment of facilities was ¥ 16,194 (12.8 per cent), interest of capital was ¥ 14,604 (11.6 per cent), labour fee was ¥ 10,282 (8.1 per cent), outlay for feed was ¥ 8,178 (6.5 per cent), and the others were ¥ 7,724 (6.2 per cent) per piglet respectively.

In exception of loss on sow, however, the artificial rearing cost was calculated as ¥ 86,122 per piglet, besides, the ratio of indirect outlay such as the managerial expences and the interest was rather high to be occupation of 50 per cent in it. This fact indicates that the facilities were not efficient economically, because those were not designed as a commercial laboratory of hysterectomy but a laboratory of fundamental study of SPF swine. Accordingly, it was required to be established a commercial laboratory specialized for hysterectomy and its concerning works. In ad-

* アミノ飼料工業株式会社

***rate : 270 yen = 1 U. S. dollar

**農林省家畜衛生試験場

dition, the authors discussed about some attemptions which were efficient for cost

down of hysterectomy and artificial rearing of piglets.

要 約

農林省家畜衛生試験場の SPF 豚作出施設を用いて作出育成された、Primary SPF 豚の4週齢までの育成コストを算出した。

子宮切断方式によって、29頭の母豚からとり出された241頭の初生豚は、すべて母乳代用乳“Sun A Milk”（アミノ飼料工業 K. K. 製）によって育てられたが、4週齢に達するまでに23頭が大腸菌症によって死亡し、218頭が育成された（育成率 90.46%）。4週齢の子豚の平均生体重は5kgで、他の研究者による Primary SPF 豚育成成績とほぼ同じであった。このような子豚1頭あたりの総コストは126,122円と計算され、内訳は次のとおりとなった。

母豚費（供用した母豚評価額は平均300,000円であった）40,000円（31.7%）、一般管理費29,145円（23.1%）、設備償却費16,194円（12.8%）、金利14,604円（11.6%）、直接労働費10,282円（8.1%）、飼料費8,178円（6.5%）、およびその他の経費合計が7,724円（6.2%）であった。

これらのうち母豚費を除いた、つまり育成だけにかかった経費の合計は86,122円であり、そのうちの50%は一般管理費、金利などの間接経費でしめられている。このような比較的高価な費用は、用いられた SPF 豚作出施設が、Commercial laboratory として設計されたものでなく、研究施設としてつくられたものを利用したためと考えられた。したがって、畜産目的とする Primary SPF 豚の作出コストを低減するためには、効率的な Commercial lab. の設計と簡易なビニールアイソレーター方式をとり入れることが必要と考えられた。さらに著者らは、子宮切断および人工哺育のコストを低減させるために効果があると思われるいくつかの獣医学的手段についても考察を加えた。

Young ら¹⁾による SPF (Specific Pathogen Free) 豚の理論と、技術は波岡ら²⁾によってわが国に導入され、以後多くの研究者によって研究が開始された^{3,4,5,6)}。しかしながら、それは大部分が SPF 豚作出、飼育技術、あるいは発育成績などに関するものであって、畜産目的に沿った経済性ないしは生産原価といったものに対しては検討されていない。これらに関しては、わずかに赤池ら⁷⁾の Secondary SPF 豚の枝肉生産コストに関する報告があるのみである。

わが国における Primary SPF 豚の作出は、子宮切断法¹⁾によって行なわれてきたが、とりだされた子豚の哺育には、環境規制された設備と装置^{8,9,10,11)}が必要である。そのため、初期の Primary SPF 豚作出は農林省家畜衛生試験場の SPF 研究施設を用いて行なわれ、子豚が4週齢に達したのち、共同研究者に配布された。

著者らは、その間の Primary SPF 豚作出成績、農場へ配布されてからの飼育成績をもとに、子宮切断からはじまって、Primary および Secondary SPF 豚による子豚、枝肉の生産費を明らかにし、SPF 豚の経済性に検討を加えることを試みた。本報では、特に Primary SPF 豚の4週齢までの育成コストについて述べる。

材 料 と 方 法

種 豚

SPF 豚作出に用いた妊娠末期の母豚は Landrace 22頭、Large white 5頭、および Hampshire 2頭の合計29頭で、その単価は50,000円から600,000円の範囲にあり、平均単価は300,000円であった。

子宮切断術および作業チーム

子宮切断術は波岡ら³⁾、柏崎ら⁴⁾にしたがった。作業チームのメンバーはその都度異なるこ

とが多かったが、その構成は術者および助手各1名、Operating hood（無菌手術箱）係2名、保定および麻酔係3名、哺育室係1名の合計8名であった。

直接的労働費の算出は、8名の平均年収を1,500,000円とし、つぎの式によって行なった。

$$\left(1,500,000 \text{ 円} \div 12 \text{ カ月} \times \frac{1}{25} \div 7 \text{ 時間} \right) \times \text{拘束時間}$$

なお、1頭の子宮切断に拘束される時間は1人あたり平均3時間であった。

哺 育

摘出された子豚の哺育は常時1名の担当とし、労働費の算出は1日あたりの拘束時間を3時間として、上記の算出方式によって行なった。飼料は表1に示した液体無菌代用乳と一部市販人工乳を用いた。また飼料の給与基準と単価は表2に示した。

薬 品 費

豚コレラ生ワクチンおよびビタミンプレミックスを除いて治療薬は原則として使用しないこととしたが、状況によっては使用を余儀なくされる場合もあったので、これらを全体の平均額で算出した。一方、設備の消毒にはホルマリン、器具類の消毒には過醋酸、手術時にはベンザルコニウム液、ヨードチンキなど比較的多量の消毒薬剤を使用したもので、これも1腹あたりの平均値で算出した。

消耗品費および光熱費

ゴム手袋、作業服その他の消耗品費および設備の運転に必要な重油と電力の料金は実費をそのまま計上した。

Primary SPF 豚作出設備

波岡ら²⁾による SPF 豚作出施設(図1)のうち、点線外の部分は試験研究用であるので、点線内の部分のみを SPF 豚作出施設として建設

表1 Formula of sow's milk replacement.

Caw milk	1000 ml	KIO ₃	0.1 mg	Ca-pantothenate	2 mg
Whole egg	50 g	CoSO ₄ ·7 H ₂ O	0.9 "	Folic acid	5 μg
Dextrose	20 "	Vitamin A	125 IU	Biotin	1 "
CaHPO ₄	3 "	" B ₁	260 μg	Cl-coline	26 mg
K ₂ SO ₄	720 mg	" B ₂	330 "	Inositol	2.6 "
NaCl	500 "	" B ₆	130 "	Para-aminobenzoic acid	260 μg
FeSO ₄ ·7 H ₂ O	100 "	" B ₁₂	2 "		
MgSO ₄ ·7 H ₂ O	300 "	" D ₃	30 IU		
CuSO ₄ ·5 H ₂ O	7 "	" E(acetate)	100 μg		
MnSO ₄ ·4 H ₂ O	16 "	" K ₁	2 mg		
ZnSO ₄ ·7 H ₂ O	43 "	Nicotinic acid	3 "		

Major constituents: Solids 170 g/l, Crud protein 45.9 g/l, Crude fat 44.2 g/l, Carbohydrate 69.7 g/l, Crude ash 10.2 g/l, Cal. 860/l

表2 Feeding standard for primary SPF piglet.

Feeding	1 st week	2 nd week	3 rd week	4 th week	Total
Sow's milk replacement	450 ml/day	900 ml/day	1,200 ml/day	800 ml/day	.
Pre-starter (mash)	.	.	.	200 g/day	.
Feeding time per day	3	2	2	2	.
Total replacement	3,150 ml	6,300 ml	8,400 ml	5,600 ml	23,450 ml
pre-starter	.	.	.	1,400 g	1,400 g

Price of sow's milk replacement; ¥ 135/400 ml.

Price of Pre-starter; ¥ 105/kg.

費を算出した。

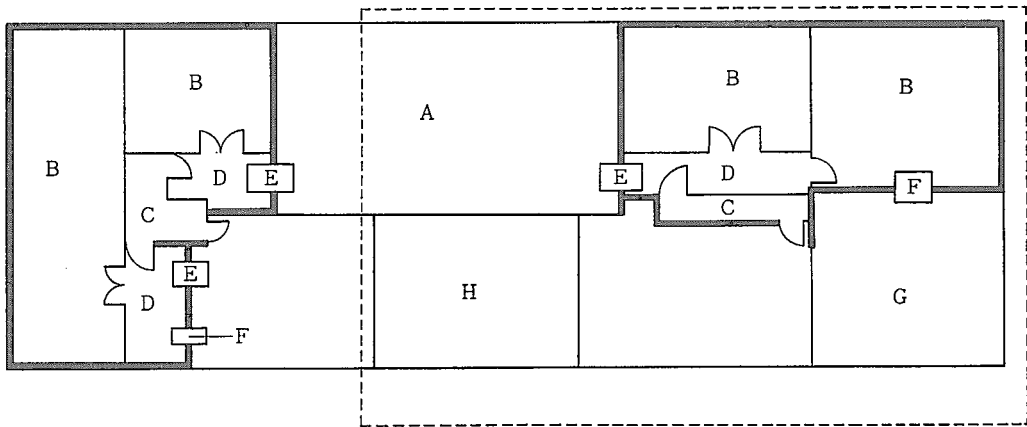
子豚摘出および哺育装置

Young ら^{1,8,9,10)} に準じて波岡が設計した Operating hood (図2) 2台, Isorating unit (図3) 3連, および Brooder 3台, いずれも光研社(東京)製を用いた。その単価はそれぞれ

600,000円, 900,000円, 600,000円であった。

一般管理費の算出

この研究は農林省家畜衛生試験場において他の一般研究業務と平行して行なわれたので、一般管理費を実績に基づいて算定することは不可



- A : Machinery room B : Swine room C : Shower room D : Lobby
 E : Sterilizer F : Germicidal trap. G : Operation room H : Laboratory

(Namioka, et al. 1967)

図1 Floor plan of swine isolation facility used

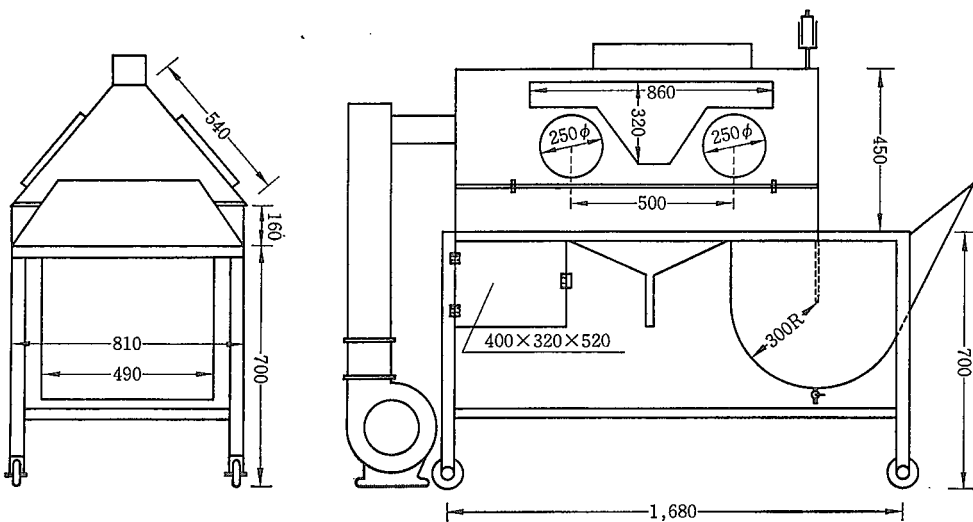


図2 Operating Hood (KO-I)

能であった。したがってつぎのような算出方法をとった。すなわち、この施設に勤務する人員3名の年間人件費の合計金額を6,000,000円とし、これから子豚摘出および哺育に要した直接労働費を差し引いたうえで2分し、SPF豚関係業務と他の研究業務とに配分した。さらに、これに福利厚生費、各種保険料、交通費、通信

費等を合計600,000円/年として加算し、一般管理費とした。

減価償却費の算出

建物、機械類、および器具類に関する減価償却費の算出は大蔵省令¹²⁾の規定に基づいて、つぎの償却年限および残存率により、定額法によって行なった。

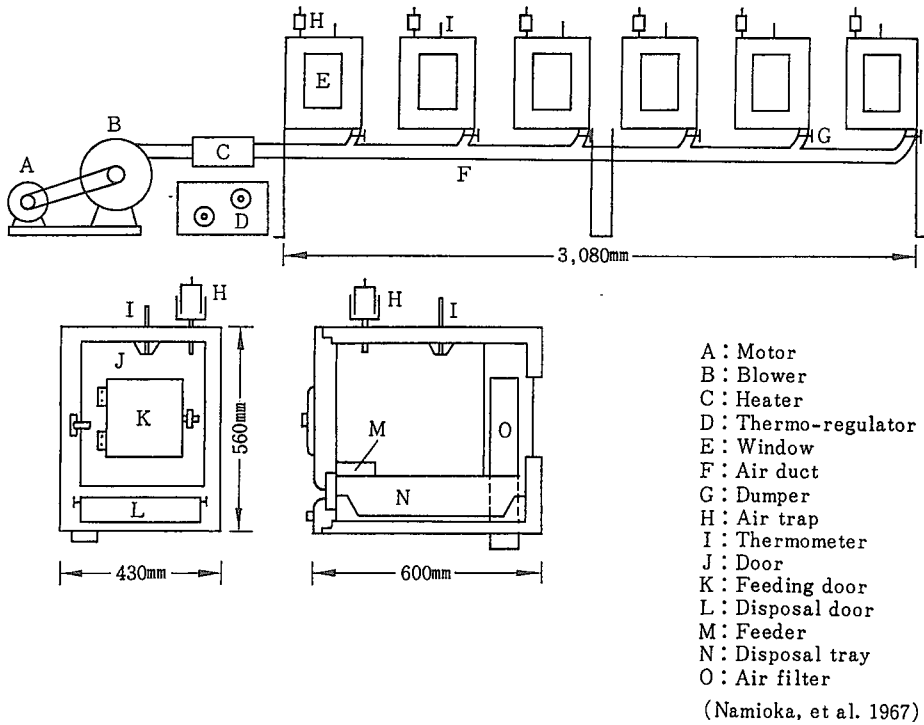


図3 Isolating units

表3 Survival rate of primary SPF piglet in insolation for 4 weeks.

Breed	No. sows	No. piglets			Weight of birth (ave.)	No. death (weeks)				No. Survivals	Survival rate (%)
		♀	♂	total		1	2	3	4		
L	22	106	69	175	1.4	7	7	•	•	161	92.0
W	5	24	21	45	1.33	5	1	1	1	37	82.2
H	2	13	8	21	1.65	1	•	•	•	20	95.2
Total	29	143	98	241	•	13	8	1	1	218	•
Ave.		4.9	3.4	8.3	1.41	•	•	•	•	7.5	90.5

L ; Landrace
 W ; Large white
 H ; Hampshire

- (イ) 建物 45年償却 残存率 10%
- (ロ) 空調 15年 " " 10%
- (ハ) 器具 5年 " " 10%

金利

金利は年利9.5%とし、償却資産にかかるものと運転資金にかかるものに分け、運転資金は3カ月1回転として、それぞれつぎのような計算方式により算出した。なお、土地金利は除外した。

- (イ) 償却資産金利

$$\left\{ \left(\text{取得価} - \text{取得価} \times \frac{90}{100} \right) \times \frac{95}{1000} \right\} + \left\{ \frac{\left(\text{取得価} - \text{取得価} \times \frac{10}{100} \right) \times \frac{95}{1000}}{2} \right\}$$

- (ロ) 運転資金々利

$$\text{運転資金 (一般管理費を含む)} \times \frac{95}{1000} \times \frac{3}{12}$$

成績

Primary SPF 子豚の育成率と発育成績

29頭の母豚からとりだされた241頭の育成率と死亡子豚の週齢別分布は表3に示した。そのうち子豚の雌雄の比率が異なるのは、哺育装置の收容能力が18頭と限りがあるために、2腹で18頭以上の子豚が得られた場合に收容できなかった雄子豚を除外したたである。4週齢までに死亡した23頭のうち21頭(91.3%)が2週齢までに死亡し、その死因は検索の結果、そのほとんどが大腸菌性下痢による衰弱死であった。結果として、241頭中育成されたのは218頭(育成率90.46%)、1腹あたり7.5

頭というかなり好成績が得られた。

これら生残子豚218頭の平均発育成績は図4に示した。生時体重では、自然分娩におけるそれとほとんど差がみられなかったが、4週齢では約5kgの平均体重で、自然分娩、自然哺育の場合よりもやや劣る結果が得られた。しかしながら、発育のばらつきはほとんどみられなかった。

種豚費

評価額300,000円の妊娠母豚からとりだされた子豚は、1腹あたり平均7.5頭が育成された。また、子豚摘出後の母豚は後に述べる理由により、食肉としての販売が困難となったため、廃棄処分にした。したがって、子豚1頭あたりの母豚費は40,000円となった。

労働費

子宮切断術による子豚摘出および、それに継続する哺育作業のメンバー構成と拘束時間および、その費用は表4に示した。メンバーの平均

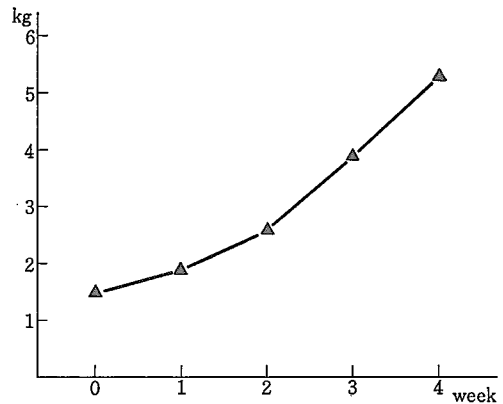


図4 Growth curve of primary SPF piglets

表4 Labour fee for hysterectomy and artificial rearing for 4 weeks.

Item	@ *	No. of mebers	Restriction time	Labour fee
Hysterectomy	¥** 714	2	(hrs) 3/man	¥ 4,284
Operating hood	"	2	3 "	"
CO ₂ -anesthesia	"	3	3 "	6,426
Isolating room	"	1	3 "	2,142
Artificial rearing for 4 weeks	"	1	84 "	59,976
Total	.	9	108 "	77,112

* Labour fee per man-hour.

** Yen (270 yen=1 U.S. dollar)

年収から、時間あたりの労働単価は714円/人であり、1腹あたり77,112円、子豚1頭あたり10,282円であった。

飼料費

生後4週齢までの飼料消費基準量は、表2に示すとおりであるが、死亡豚が消費した代用乳が生残子豚1頭あたり347mlあるので、これを表2の基準量に加えると子豚1頭あたりの飼料消費量は、代用乳23,797ml、人工乳1.4kgとなり、その代金は8,178円であった。

消耗品費

光熱費および薬品費；手術用ゴム手袋、作業服、エアフィルターなど消耗品費の合計は1腹あたり17,480円であり、空調用重油、電力などの光熱費の合計は1腹あたり28,464円であった。また、薬品費は消毒薬類が主で、1腹あたり9,450円、ついでワクチン類1,500円、治療薬類1,000円で薬品費の合計は11,950円となった。これらは表5に示した。

一般管理費；使用したSPF豚作出施設は同

表5 Outlay for consumption goods, Light-fuel and sanitation.

Consumption exp.	Gloves, Cloths, Vinyl-sacks, Soaps, air-filter, dry-ice, etc.	¥ 17,480
Light and fuel exp.	Thick oil, electricity	¥ 28,464
Sanitation fee	Medicine ¥ 1,000/litter	¥ 11,950
	Vaccine ¥ 1,000/litter	
	Disinfectant ¥ 9,450/litter	
Total	Outlay for a litter	¥ 57,894

表6 Repayment of swine isolation facilities and apparatus used.

Item	Apprised value (¥×1,000)	Durable years	Survival rate	Repayment per year ¥*
Building	9,090	45	10%	181,800
Air conditioning	10,910	15	"	654,600
Operating hood	1,200	5	"	216,000
Isolation unite	2,700	5	"	486,000
Brooder	900	5	"	162,000
Total	24,800	•	•	1,700,400

* Yen (270 yen=1 U.S. dollar)

表7 Total cost of primary SPF piglet 4 weeks of age.

Item	per year (¥)*	per litter (¥)	per pig (¥)	ratio (%)
Loss on sow	4,200,000	300,000	40,000	31.7
Labour fee	1,079,568	77,112	10,282	8.1
Outlay for feed	858,690	61,335	8,178	6.5
Sanitation fee	167,300	11,950	1,598	1.3
Light, fuel and consumption exp.	643,216	45,944	6,126	4.9
Managerial expencers.	3,060,216	218,587	29,145	23.1
Repayment of facilities	1,700,400	121,457	16,194	12.8
Interest (facilities)	1,295,800	92,557	12,341	9.8
" (working capital)	237,706	16,979	2,263	1.8
Total	13,242,896	945,921	126,122	100.0

* Yen (270 yen=1 U.S. dollar)

時に2頭の子宮切断手術を行なうことができるが、1回の使用に消毒期間も含めて約50日を要する。したがって年7回、合計14頭の子宮切断術およびそれから生産された子豚の育成を行なうことができたので、一般管理費を前に述べた計算方式によって算出すると年間3,060,216円となった。これは1腹あたりに換算すると218,587円、子豚1頭あたり29,145円に相当する。

減価償却費；設備費、償却年限、残存率などは表6に示したが、償却費の年額は1,700,400円となり、1腹あたり121,457円、子豚1頭あたり16,194円と計算された。

金 利

設備および備品に対する金利は1年あたり1,295,800円、運転資金々利は237,706円で、1腹あたりの負担額はそれぞれ92,557円、16,979円、また子豚1頭あたりでは12,341円および2,263円であった。なお、土地金利は除

外した。

Primary SPF 豚（4週齢）の総コスト；上に述べた Primary SPF 豚の作出経費をまとめて表7に示した。これによると生後4週齢の子豚のコストの合計は126,122円となったが、これから母豚費を除いた、つまり子豚の育成にのみかかった経費は86,122円であった。さらに、その50%が一般管理費、減価償却費、金利等によって占められていることが明らかになった。

総コストの構成比をみると、母豚費が全体の31.7%を占め、ついで一般管理費23.1%、設備償却費12.8%、設備金利9.8%、飼料費8.1%の順でつづいている。これらの関係は図5に示した。

考 察

畜産への利用を目的とした Primary SPF 豚の作出過程における4週齢までのコスト算出を

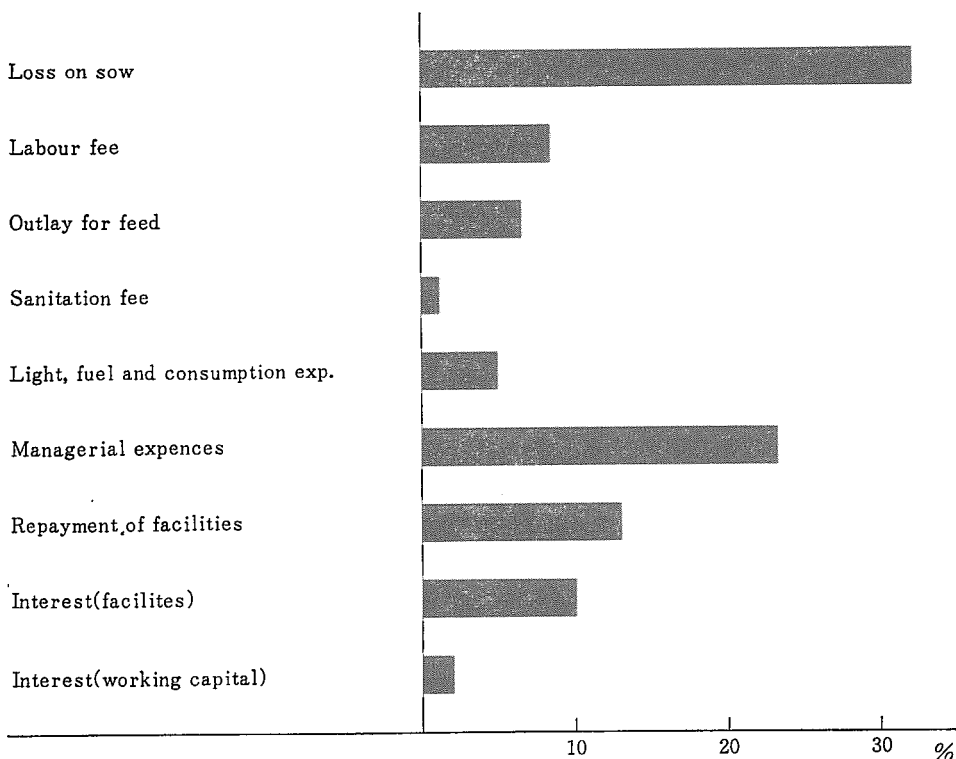


図5 Comparison of various cost primary SPF piglet 4 weeks of age

試みた。昭和 43 年から 45 年にかけて子宮切断法によって作出された Primary SPF 子豚の育成率は 90.46%，4 週齢時生体重は 5 kg であったが、これは Woods ら¹³⁾の成績よりも優れ、Robertson¹⁴⁾らとほぼ同じであった。このような子豚の総コストおよびその内訳は成績に述べたが、母豚費を除いた育成経費のうち約 50%が間接経費で占められていることは、今後に残された問題を示唆しているものと考えられる。すなわち、著者らの用いた SPF 豚作出施設が Commercial lab. としてではなく、研究施設の 1 部としてつくられたものであるため経済的にあまり効率的でないところから、畜産利用を目的とした Commercial lab. の検討がなされなければならないと考えられる。作業の効率化と設備の高度利用によって Primary SPF 豚の作出、育成費が大幅に低減されるからである。これらについては現在帝王切開術による簡易かつ低生産費による作出がなされつつある。

一方 Primary SPF 豚作出において、技術面からのコスト低減策が考えられる。著者らは子宮切断後の母豚は食肉として利用することを試みたが、生産の場が農林省に所属していたため諸規則にはばまれて止むなく廃棄処分せざるを得なかった。今後はこのようなおそれのない、帝王切開法の採用が望まれる。これによって母豚の再利用もある程度可能となり、母豚費の著しい低減が実現するであろう。

しかしながら、コスト低減にもっとも効果があると考えられることは、設備費の低減策であろう。外科的手段によってとり出された子豚は初乳によって感染防御能力を与えられるかわりに、機械的人工環境により抗体産生能力をもつようになる 3～4 週齢まで保護されなければならない。もしここで SPF 豚の目的に抵触しないかたちで、子豚に免疫を賦与することができれば Primary SPF 豚の哺育設備は現在よりもはるかに簡素なものでその目的を達せられるものと考えられる。Senft ら¹⁵⁾は 232 頭の子豚に母豚の初乳を与えるかわりに、牛の初乳と牛乳とを与えることによって 92%近い育成率を得ており、著者ら¹⁶⁾は Senft らと条件は異

なるが約 50%の育成率を得ている。また、柏崎ら¹⁷⁾は豚由来 γ -グロブリン投与によって、矢挽ら¹⁸⁾は乾燥血漿投与によって子豚への γ -グロブリン移行を確認している。これらのことから Primary SPF 豚の作出育成の際、免疫学的手法を導入することの可能性を示唆するものであろう。またすでに確立された SPF 豚農場では、Primary SPF 初生子豚を作出後直ちに導入して、既存の SPF 母豚に里子¹⁹⁾して育てることも可能であろう。

今回育成された子豚は 4 週齢以後数カ所の SPF 豚農場へ移され、そこで種豚として育成されたが、それらのコストについては次報で検討する予定である。

文 献

- 1) Young, G.A. and Underdahl, N.R. : Archives of Biochem., Biophysics, **32**, 449~450 (1951)
- 2) 波岡茂郎 : 日獣会誌, **21**, 300~305 (1968)
- 3) 波岡茂郎, 柏崎守, 柴田重孝, 赤池洋二 : SPF Swine, **1**, 84~91 (1970)
- 4) 赤池洋二, 中島隆夫, 中山昇, 持田堯壽, 有吉修二郎, 波岡茂郎 : 第 53 回日本畜産学会大会, 京都市 (1967)
- 5) 土田昌友, 堀浪衛, 栗山茂衛 : SPF Swine, **1**, 92~95 (1970)
- 6) 宮原強 : SPF Swine, **1**, 105~108 (1970)
- 7) 赤池洋二, 栗原朗, 中島隆夫, 山川猛雄, 西窪博, 吉江重晴, 田井将英, 石川富嗣, 森弘, 佐々木保行 : SPF Swine, **2**, 44~48 (1971)
- 8) Young, G.A. and Underdahl, N.R. : Am. Jour. Vet. Res., **14**, 571~574 (1953)
- 9) Underdahl, N.R. and Young, G.A. : Jour. Am. Vet. Med. Assoc., **131**, 222~224 (1957)
- 10) Underdahl, N.R. and Young, G.A. : Jour. Am. Vet. Med. Assoc., **131**, 279~283 (1957)
- 11) 柏崎守, 波岡茂郎, 湯本健吉, 柴田重孝, 赤池洋二 : 実験動物, **16**, 85~92 (1967)
- 12) 大蔵省, 省令
- 13) Woods, G.T., Jensen, A.H., Berry, T. H. and Rhoades, H.E. : Ill. Vet., **5**, 27~30

(1962)

- 14) Robertson, V. A. W., Jones, A. S., Fuller, M. F. and Elsley, F. W. : Res. Vet. Sci., **12**, 59~64 (1971)
- 15) Senft, B. and Klobasa, F. : Züchtungskunde, **43**, 371~382 (1971)
- 16) 赤池洋二, 佐藤純吾 (未発表)
- 17) 柏崎守, 波岡茂郎, 加藤祐己 : 日獣会誌, **21**, 437~440 (1968)
- 18) 矢挽武輝, 柏崎守, 波岡茂郎, 村上一雄 : SPF Swine, **2**, 84~87 (1971)
- 19) 赤池洋二, 岡本恵史, 石川富嗣 : SPF Swine, **2**, 22~27 (1971)