

無窓豚舎の設計条件に関する研究

I 呼気量に関する試験

大橋昭也*・清水明良*・加藤巳之吉*・浅沼 実*

II 無窓豚舎における落下細菌調査および飼育豚の感染疾病に対する抗体調査

羽生 章*・中島勇三*・檜島敏男*・小林正大*・兵頭 勲*・宮下光男*
片寄正歳**・古橋圭介**

III 無窓豚舎の設計案について

大橋昭也*・清水明良*・加藤巳之吉*・浅沼 実*

Studies on the Conditions for the Design of a Windowless Swine House

I Experiments on expiratory Volume of Pigs

Teruya OHASHI, Akiyoshi SHIMIZU, Minokichi KATO and Minoru ASANUMA

II Counting of microorganisms by exposure technique in windowless swine house and survey on antibodies against some bacteria and viruses causing infectious diseases in swine reared in there.

Akira HABU, Yuzo NAKAJIMA, Toshio NARASHIMA, Masadai KOBAYASHI, Isao HYODO, Mitsuo MIYASHITA, Masatoshi KATAYOSE and Keisuke HURUHASHI

III A consideration on the design of the windowless swine house

Teruya OHASHI, Akiyoshi SHIMIZU, Minokichi KATO and Minoru ASANUMA

(要 旨)

肥育豚用の無窓豚舎を設計するには、換気量の問題が重要な条件になると考えられるので、豚の呼気量と炭酸ガス排出量等を測定するとともに、無窓豚舎および普通豚舎における落下細菌等の調査ならびに肥育豚の感染疾病の抗体調査を行なって、設計案を作成した。パデュー大

* 東京都畜産試験場 青梅市新町715

** 神奈川県畜産試験場 海老名市本郷3910

学の推奨換気量、 $2.8\text{m}^3/\text{min}$ に基づいて、今回計測した CO_2 排出量と最大呼気量とによって、舎内の CO_2 濃度を計算すると、 0.0304% となり、はゞ妥当な推奨値ではないかと考えられるので、夏季における必要換気量の決定要因として、 CO_2 量を指標として用いることが可能ではないかと考えられるが、冬季については今後さらに検討する必要がある。また、畜舎内落下細菌の水平分布は、豚の飼育されているときが、いないときよりも、はるかに多く、季節による比較では、細菌数は夏や秋よりも冬に多かった。垂直分布では、夏は上部より下部に多い傾向にあったが、有意の差ではなく、冬では上部と下部の差が認められなかった。畜舎構造による差異では、無窓豚舎は普通豚舎に比べて、落下細菌、かびともに多かった。上記の結果から、落下細菌数によって、換気量の適否を判定する指標の一つとして利用する可能性が考えられる。なお、無窓豚舎内に飼育された試験豚の感染疾病は、日本脳炎、パルボウイルス、ゲタウイルスともに、普通豚舎より陽性豚が少なく、特に前二者は明らかな差異が認められ、萎縮性鼻炎、コリネバクテリウムおよびトキソプラズマ病では、供試豚が S P F 豚ではなかったために厳密な比較ができなかった。以上の結果から、夏季の換気量を $2.8\text{m}^3/\text{min}$ として、構造上舎内の気流のよみを少なくするように配慮した頂上排気式の設計案を作成した。

I 呼気量に関する試験

ま え が き

都市近郊において養豚経営を存続するには、高生産性ととも、その生産環境を整備することが要請されており、臭気、騒音等を畜舎構造の面から改善するために、無窓豚舎の実用化が望まれている。

畜舎設計に当り、従来の豚舎では、建築工学上の検討を主体として、建設すれば良かったのであるが、肉豚用の無窓豚舎の場合には、密飼が前提となると従来から指摘されてきたように、豚舎壁面の開放率と伝染性疾病特に伝染性肺炎の発生率との間に高い相関が認められていること等から、換気量の問題、すなわち、汚染された空気の排除が重要な要因になるので、肉豚の呼気量と炭酸ガス排出量等、換気量決定のための各種要因について測定した。

試験材料および方法

1. 試験期間

昭和47年4月～50年3月

2. 供試豚

當場けい養ランドレース種豚から生産された子豚50頭を用いて、体重約10kgから90kg到達までの期間延404頭について測定した。

3. 飼養管理

簡易閉鎖式豚舎で、 10.8m^2 の豚房に一群10頭の群飼とし、豚産肉能力検定飼料を不断給餌として与え、この間、附属運動場において、多少の放飼を行なったが、測定日当日は、舎内飼育とした。

4. 測定方法

測定方法は、戸原氏等¹⁾の考案したベツト式保定器を改良したもの、および豚用採気マスクを使用する開放式呼吸試験装置によった。

採気は、ダグラスバックに採取し、直ちに乾式ガスマーターで計測するとともに、労研式小型ガス分析器を用いて、ガス分析を行ない、酸素消費量、炭酸ガス排出量等を算出するとともに熱発生量を求めた²⁾。

なお、採気と同時に、心拍数およびサーミスター・ビックアップによる呼吸数を心電計を用いて計測するとともに、直腸温や室温等を調査した。

試験結果および考察

1. 自然環境下における生理反応の変化

本試験で得た結果を、豚の至適温度といわれている、 16°C 以上 23°C 未満を中心として、 16°C 以下および 23°C 以上の3段階に区分し、さらにこれを发育段階別に集計した成績を一括して表示すると、表1(1)～(16)とおりであった。

(1) 心拍数

心拍数は、体重の増加とともに減少する傾向にあるが、温度との関連性については、必ずしも明確ではないが、温度の上昇にもなると、わずかに減少するようであるが、個体によって、その反応が一定ではなく、さらに多数例による調査が必要である。

(2) 呼吸数

发育にともなう、おおむね減少の傾向が認められるが、温度との関連性については必ずしも明確ではない。発汗機能の劣っている豚の場合気温の上昇にもなると呼吸数の増加は、呼吸器からの水分蒸散によって、体熱放散を行なう機能として重要であることから温湿度条件の設定を正確に行なえば、農林省畜産試験場³⁾の報告にあるとおり気温の上昇にもなると呼吸数の増加がみられるものと考えられる。

(3) 呼気量

1分間当り呼気量では、体重40kg～50kgまでは、发育

表1 豚呼吸測定成績

(1) 体重別測定頭数

16°C以下				16°C以上23°C未満				23°C以上			
平均体重	偏差	頭	偏差	平均体重	偏差	頭	偏差	平均体重	偏差	頭	偏差
14.2	1.2	6		14.3	2.7	17		15.4	3.0	17	
26.0	2.4	28		26.0	2.9	22		24.5	4.2	20	
34.0	2.8	25		36.9	2.6	7		36.7	1.5	15	
46.0	2.9	25		45.7	2.7	16		43.6	3.4	18	
55.5	1.7	23		54.3	0.9	17		55.4	2.7	13	
66.7	2.0	21		63.8	1.5	7		65.6	2.6	22	
75.5	2.7	16		74.0	2.4	16		74.8	3.6	14	
84.3	2.7	22		85.3	3.2	7		83.1	1.8	10	
合計		166				109				129	

(2) メタボリックボディサイズ

16°C以下				16°C以上23°C未満				23°C以上			
平均体重	偏差	M. B	偏差	平均体重	偏差	M. B	偏差	平均体重	偏差	M. B	偏差
14.2	1.2	7.3	0.5	14.3	2.7	7.4	1.1	15.4	3.0	7.8	1.2
26.0	2.4	11.5	0.8	26.0	2.9	11.5	1.0	24.5	4.2	11.0	2.4
34.0	2.8	14.1	0.9	36.9	2.6	15.0	0.8	36.7	1.5	14.9	0.7
46.0	2.9	17.7	0.8	45.7	2.7	17.6	0.8	43.6	3.4	17.0	0.9
55.5	1.7	20.3	0.6	54.3	0.9	20.0	0.7	55.4	2.7	20.3	0.7
66.7	2.0	23.3	0.5	63.8	1.5	22.6	0.4	65.6	2.6	23.1	0.7
75.5	2.7	25.6	0.7	74.0	2.4	25.2	0.6	74.8	3.6	25.4	0.9
84.3	2.7	27.8	0.7	85.3	3.2	28.1	0.8	83.1	1.8	27.5	0.4

(3) 平均温度

16°C以下				16°C以上23°C未満				23°C以上			
平均体重	偏差	°C	偏差	平均体重	偏差	°C	偏差	平均体重	偏差	°C	偏差
14.2	1.2	13.4	2.8	14.3	2.7	20.4	2.4	15.4	3.0	26.9	3.5
26.0	2.4	12.3	1.1	26.0	2.9	19.4	1.7	24.5	4.2	28.1	3.9
34.0	2.8	11.0	2.2	36.9	2.6	19.2	1.9	36.7	1.5	25.3	2.2
46.0	2.9	11.5	2.1	45.7	2.7	21.3	0.8	43.6	3.4	25.4	1.8
55.5	1.7	10.8	2.5	54.3	0.9	21.1	1.7	55.4	2.7	24.7	1.9
66.7	2.0	12.3	1.8	63.8	1.5	20.4	2.1	65.6	2.6	26.2	2.9
75.5	2.7	12.0	2.8	74.0	2.4	18.8	2.7	74.8	3.6	28.9	2.6
84.3	2.7	11.7	2.8	85.3	3.2	17.2	0.9	83.1	1.8	28.3	2.8

(4) 平均湿度

16°C以下				16°C以上23°C未満				23°C以上			
平均体重	偏差	%	偏差	平均体重	偏差	%	偏差	平均体重	偏差	%	偏差
14.2	1.2	69.2	12.5	14.3	2.7	63.3	18.8	15.4	3.0	65.0	6.9
26.0	2.4	46.5	10.4	26.0	2.9	68.2	12.1	24.5	4.2	62.0	7.9
34.0	2.8	38.8	13.5	36.9	2.6	56.0	9.0	36.7	1.5	59.3	18.3
46.0	2.9	43.2	16.5	45.7	2.7	67.7	7.8	43.6	3.4	63.5	12.1
55.5	1.7	41.4	12.7	54.3	0.9	74.8	18.5	55.4	2.7	60.5	11.2
66.7	2.0	46.7	12.6	63.8	1.5	65.3	27.7	65.6	2.6	60.9	13.7
75.5	2.7	39.5	12.2	74.0	2.4	52.1	17.9	74.8	3.6	65.9	12.5
84.3	2.7	53.0	13.6	85.3	3.2	48.3	15.9	83.1	1.8	60.0	18.1

(5) 体温

16°C以下				16°C以上23°C未満				23°C以上			
平均体重	偏差	°C	偏差	平均体重	偏差	°C	偏差	平均体重	偏差	°C	偏差
14.2	1.2	40.1	0.2	14.3	2.7	40.0	0.3	15.4	3.0	40.2	0.3
26.0	2.4	39.8	0.4	26.0	2.9	40.0	0.2	24.5	4.2	39.9	0.3
34.0	2.8	39.7	0.5	36.9	2.6	40.0	0.3	36.7	1.5	40.1	0.3
46.0	2.9	39.8	0.3	45.7	2.7	39.9	0.3	43.6	3.4	40.0	0.3
55.5	1.7	39.5	0.4	54.3	0.9	40.0	0.2	55.4	2.7	39.9	0.3
66.7	2.0	39.5	0.3	63.8	1.5	39.7	0.5	65.6	2.6	39.8	0.4
75.5	2.7	39.4	0.2	74.0	2.4	39.7	0.3	74.8	3.6	39.6	0.4
84.3	2.7	39.4	0.4	85.3	3.2	39.5	0.4	83.1	1.8	39.5	0.3

(6) 心拍数

16°C以下				16°C以上23°C未満				23°C以上			
平均体重	偏差	回/分	偏差	平均体重	偏差	回/分	偏差	平均体重	偏差	回/分	偏差
14.2	1.2	159.0	21.2	14.3	2.7	146.0	35.4	15.4	3.0	149.0	21.9
26.0	2.4	160.0	27.2	26.0	2.9	148.0	18.5	24.5	4.2	135.3	11.1
34.0	2.8	144.4	14.4	36.9	2.6	144.0	14.7	36.7	1.5	138.0	18.3
46.0	2.9	142.0	12.9	45.7	2.7	135.4	26.8	43.6	3.4	132.8	13.4
55.5	1.7	130.9	13.2	54.3	0.9	132.9	13.9	55.4	2.7	126.3	19.4
66.7	2.0	118.0	16.7	63.8	1.5	127.3	9.6	65.6	2.6	127.3	10.5
75.5	2.7	115.1	21.0	74.0	2.4	121.5	9.1	74.8	3.6	114.5	13.2
84.3	2.7	118.5	19.2	85.3	3.2	124.4	15.3	83.1	1.8	114.5	19.1

(7) 呼吸数

16°C以下				16°C以上23°C未満				23°C以上			
平均体重	偏差	回/分	偏差	平均体重	偏差	回/分	偏差	平均体重	偏差	回/分	偏差
14.2	1.2	48.0	8.6	14.3	2.7	45.2	8.5	15.4	3.0	48.5	9.7
26.0	2.4	37.5	9.7	26.0	2.9	37.4	6.2	24.5	4.2	39.7	8.4
34.0	2.8	30.9	8.6	36.9	2.6	34.3	5.0	36.7	1.5	35.8	8.7
46.0	2.9	30.0	7.3	45.7	2.7	29.8	5.2	43.6	3.4	40.6	11.3
55.5	1.7	27.3	5.8	54.3	0.9	26.9	5.4	55.4	2.7	29.6	8.4
66.7	2.0	26.0	8.0	63.8	1.5	27.0	7.4	65.6	2.6	29.6	6.7
75.5	2.7	27.3	6.8	74.0	2.4	28.6	4.8	74.8	3.6	23.9	7.9
84.3	2.7	26.1	8.0	85.3	3.2	27.9	6.8	83.1	1.8	21.8	2.3

(8) 呼吸量

16°C以下				16°C以上23°C未満				23°C以上			
平均体重	偏差	ℓ/分	偏差	平均体重	偏差	ℓ/分	偏差	平均体重	偏差	ℓ/分	偏差
14.2	1.2	6,349	0.8	14.3	2.7	6,084	1.2	15.4	3.0	6,730	1.6
26.0	2.4	10,217	3.5	26.0	2.9	9,455	1.5	24.5	4.2	8,702	1.6
34.0	2.8	10,701	2.5	36.9	2.6	12,233	2.0	36.7	1.5	11,348	2.5
46.0	2.9	13,178	2.2	45.7	2.7	12,977	3.7	43.6	3.4	14,230	2.8
55.5	1.7	13,539	3.3	54.3	0.9	13,749	2.2	55.4	2.7	13,687	3.1
66.7	2.0	14,420	4.5	63.8	1.5	14,143	1.6	65.6	2.6	15,392	5.4
75.5	2.7	14,730	5.1	74.0	2.4	13,983	2.7	74.8	3.6	14,748	5.1
84.3	2.7	15,643	4.6	85.3	3.2	14,730	2.2	83.1	1.8	15,604	2.7

(9) 呼吸量

16°C以下				16°C以上23°C未満				23°C以上			
平均体重	偏差	ml/分kg	偏差	平均体重	偏差	ml/分kg	偏差	平均体重	偏差	ml/分kg	偏差
14.2	1.2	442.5	94.6	14.3	2.7	430.4	82.3	15.4	3.0	440.9	61.3
26.0	2.4	393.4	153.7	26.0	2.9	366.9	59.9	24.5	4.2	360.5	91.1
34.0	2.8	316.3	116.1	36.9	2.6	331.9	58.0	36.7	1.5	318.4	67.8
46.0	2.9	286.4	49.2	45.7	2.7	285.5	87.5	43.6	3.4	326.0	54.5
55.5	1.7	244.3	60.1	54.3	0.9	254.6	41.9	55.4	2.7	247.4	55.8
66.7	2.0	215.5	76.8	63.8	1.5	223.3	29.4	65.6	2.6	235.0	42.0
75.5	2.7	201.1	76.1	74.0	2.4	189.4	21.5	74.8	3.6	206.4	66.2
84.3	2.7	185.9	55.4	85.3	3.2	173.0	27.6	83.1	1.8	187.9	32.0

(10) O₂ 消費量

16°C以下				16°C以上23°C未満				23°C以上			
平均体重	偏差	%	偏差	平均体重	偏差	%	偏差	平均体重	偏差	%	偏差
14.2	1.2	2.30	0.33	14.3	2.7	2.45	0.22	15.4	3.0	2.36	0.28
26.0	2.4	2.62	0.28	26.0	2.9	2.73	0.33	24.5	4.2	2.53	0.28
34.0	2.8	2.76	0.26	36.9	2.6	2.75	0.37	36.7	1.5	2.64	0.26
46.0	2.9	2.94	0.73	45.7	2.7	2.95	0.41	43.6	3.4	2.48	0.45
55.5	1.7	3.07	0.32	54.3	0.9	3.11	0.36	55.4	2.7	3.14	0.36
66.7	2.0	3.07	0.40	63.8	1.5	3.13	0.40	65.6	2.6	2.85	0.52
75.5	2.7	3.03	0.45	74.0	2.4	3.04	0.35	74.8	3.6	2.79	0.55
84.3	2.7	3.32	0.48	85.3	3.2	3.19	0.35	83.1	1.8	2.90	0.52

(11) O₂ 消費量

16°C以下				16°C以上23°C未満				23°C以上			
平均体重	偏差	ml/kg	偏差	平均体重	偏差	ml/kg	偏差	平均体重	偏差	ml/kg	偏差
14.2	1.2	10.195	1.4	14.3	2.7	10.450	1.5	15.4	3.0	10.350	1.9
26.0	2.4	10.213	2.9	26.0	2.9	9.907	1.3	24.5	4.2	9.327	1.8
34.0	2.8	8.374	1.6	36.9	2.6	8.344	1.5	36.7	1.5	8.317	2.1
46.0	2.9	8.490	1.3	45.7	2.7	8.253	2.1	43.6	3.4	8.198	1.4
55.5	1.7	7.399	1.4	54.3	0.9	7.834	1.2	55.4	2.7	7.749	1.8
66.7	2.0	6.501	1.8	63.8	1.5	6.973	0.9	65.6	2.6	6.575	1.2
75.5	2.7	5.791	1.8	74.0	2.4	5.945	1.3	74.8	3.6	5.720	2.2
84.3	2.7	6.042	1.6	85.3	3.2	5.396	0.6	83.1	1.8	5.408	1.3

(12) CO₂ 排出量

16°C以下				16°C以上23°C未満				23°C以上			
平均体重	偏差	%	偏差	平均体重	偏差	%	偏差	平均体重	偏差	%	偏差
14.2	1.2	2.23	0.20	14.3	2.7	2.38	0.22	15.4	3.0	2.34	0.29
26.0	2.4	2.76	0.37	26.0	2.9	2.82	0.24	24.5	4.2	2.62	0.35
34.0	2.8	2.91	0.36	36.9	2.6	2.82	0.33	36.7	1.5	2.80	0.32
46.0	2.9	3.17	0.35	45.7	2.7	3.01	0.37	43.6	3.4	2.62	0.37
55.5	1.7	3.25	0.24	54.3	0.9	3.38	0.40	55.4	2.7	3.23	0.43
66.7	2.0	3.27	0.33	63.8	1.5	3.50	0.46	65.6	2.6	3.14	0.56
75.5	2.7	3.30	0.37	74.0	2.4	3.40	0.37	74.8	3.6	3.19	0.53
84.3	2.7	3.41	0.36	85.3	3.2	3.43	0.22	83.1	1.8	3.23	0.59

(13) CO₂ 排出量

16°C以下				16°C以上23°C未満				23°C以上			
平均体重	偏差	ml/分kg	偏差	平均体重	偏差	ml/分kg	偏差	平均体重	偏差	ml/分kg	偏差
14.2	1.2	9.983	1.9	14.3	2.7	10.541	2.5	15.4	3.0	10.387	2.0
26.0	2.4	10.924	3.6	26.0	2.9	10.362	1.5	24.5	4.2	9.588	2.1
34.0	2.8	9.123	2.2	36.9	2.6	9.432	1.8	36.7	1.5	8.920	2.3
46.0	2.9	9.212	1.6	45.7	2.7	8.534	2.4	43.6	3.4	8.700	1.6
55.5	1.7	8.182	2.4	54.3	2.9	8.578	1.6	55.4	2.7	8.018	2.0
66.7	2.0	6.890	2.2	63.8	1.5	7.763	1.1	65.6	2.6	7.447	1.4
75.5	2.7	6.348	2.2	74.0	2.4	6.634	1.7	74.8	3.6	6.548	2.8
84.3	2.7	6.314	2.0	85.3	3.2	5.997	1.1	83.1	1.8	6.088	1.6

(14) 熱発生量

16°C以下				16°C以上23°C未満				23°C以上			
平均体重	偏差	cal/分	偏差	平均体重	偏差	cal/分	偏差	平均体重	偏差	cal/分	偏差
14.2	1.2	758.6	118.2	14.3	2.7	751.7	155.1	15.4	3.0	747.1	288.4
26.0	2.4	1,294.6	345.1	26.0	2.9	1,279.4	204.2	24.5	4.2	1,197.1	326.3
34.0	2.8	1,455.7	299.0	36.9	2.6	1,686.8	419.5	36.7	1.5	1,553.0	359.8
46.0	2.9	1,958.4	366.2	45.7	2.7	1,891.6	468.7	43.6	3.4	1,796.4	362.2
55.5	1.7	2,070.2	450.0	54.3	0.9	2,138.3	335.1	55.4	2.7	2,153.7	469.7
66.7	2.0	2,143.8	607.0	63.8	1.5	2,230.6	244.3	65.6	2.6	2,189.8	454.4
75.5	2.7	2,198.3	679.4	74.0	2.4	2,199.9	483.4	74.8	3.6	2,168.5	874.9
84.3	2.7	2,432.4	643.5	85.3	3.2	2,345.3	262.4	83.1	1.8	2,272.6	548.2

(15) 熱発生量

16°C以下				16°C以上23°C未満				23°C以上			
平均体重	偏差	cal/分kg	偏差	平均体重	偏差	cal/分kg	偏差	平均体重	偏差	cal/分kg	偏差
14.2	1.2	53.61	10.5	14.3	2.7	52.90	6.9	15.4	3.0	51.96	9.4
26.0	2.4	51.42	14.5	26.0	2.9	49.44	6.6	24.5	4.2	50.44	16.3
34.0	2.8	42.81	8.3	36.9	2.6	45.66	10.1	36.7	1.5	43.51	9.4
46.0	2.9	42.46	6.9	45.7	2.7	41.55	10.6	43.6	3.4	41.20	7.7
55.5	1.7	39.14	10.7	54.3	0.9	39.49	6.2	55.4	2.7	38.95	8.9
66.7	2.0	32.10	8.9	63.8	1.5	35.01	4.3	65.6	2.6	33.33	6.4
75.5	2.7	29.17	9.1	74.0	2.4	29.83	7.0	74.8	3.6	28.84	10.9
84.3	2.7	29.89	8.7	85.3	3.2	27.50	3.0	83.1	1.8	27.30	6.4

(6) メタボリックボディサイズ熱発生量

16°C以下				16°C以上23°C未満				23°C以上			
W%	偏差	cal/分	偏差	W%	偏差	cal/分	偏差	W%	偏差	cal/分	偏差
7.3	0.5	389.7	62.7	7.4	1.1	385.6	66.3	7.8	1.2	401.8	43.5
11.5	0.8	591.3	174.8	11.5	1.0	566.7	83.1	11.0	2.4	543.6	174.8
14.1	0.9	602.9	119.9	15.0	0.8	684.3	165.7	14.9	0.7	635.1	119.9
17.7	0.8	749.8	134.0	17.6	0.8	728.1	181.4	17.0	0.9	698.9	134.0
20.3	0.6	765.0	159.0	20.0	0.7	788.6	122.3	20.3	0.7	790.3	159.0
23.3	0.5	750.3	211.4	22.6	0.4	789.7	89.1	23.1	0.7	759.6	211.4
25.6	0.7	745.8	230.8	25.2	0.6	750.5	157.4	25.4	0.9	628.6	182.3
27.8	0.7	831.5	247.5	28.1	0.8	771.3	84.5	27.5	0.4	751.8	247.5

に応じて増加するが、その後の変動は少ない。しかし、これを体重1kg当りで見ると発育に伴って明らかに減少する。

なお、温度との関連性については、前項同様必ずしも明確な傾向が得られなかった。

(4) 酸素消費量、炭酸ガス排出量

消費 O₂ %や排出 CO₂ % は、体重の増加に伴って減少する傾向にあり、また、これを体重1kg、1分間当りで見ると、発育に伴って減少する。

なお、温度との関連については、この集計方式では明らかではなかった。

(5) 熱発生量

熱発生量は、単位体重当りでは、発育に伴って減少するが、metabolic body size 当りでは当然のことながら増加する。

なお、これを cal/m² で温度との関連をみると、温度の上昇に従って減少する傾向がうかがわれた。

これらの成績は、単に発育体重と温度条件のみによって整理した結果であり、このほかに湿度や採食量、採食後の経過時間等、各種の要因に支配されるわけであり、従って明確な傾向が把握できなかったが、一応の傾向は検討し得たものとする。

2. 必要換気量の検討

無窓豚舎の場合には、特に適正な換気を行なうことによって、適温と清浄な空気を供給して、豚の生理と生産にできるだけ快適な環境を保つことにあるが、一般的に新鮮空気の導入は、舎内における湿気、アンモニア、じんあい、病菌等に汚染された空気および臭気の排除と温度調節の手段であるとされており、必ずしも必要とする酸素の供給が問題となるのではなく、前記各要素の調和

された適切な換気量が求められているものと考えられる。

そこで、必要換気量の標準として、表2に示す神奈川県畜試報告⁴⁾による設計換気量によって、肥育豚の体重68kg~95kg時における夏季の必要換気量 2.8m³/min を参考に、各測定値中より呼吸量、CO₂ 排出量および熱発生量とによって、その妥当性を検討したところ下記の結果を得た。

表2 必要換気量(1頭当り)パデュー大学資料

種別	項目	換気量 m ³ /min				
		豚		冬 期		夏 期
		週 令	体 重	最低	正常	
母豚+産子	0~9週	1~9kg	0.6	2.2	5.9	
肥育豚	6~9	9~18	0.04	0.3	1.0	
	9~13	18~45	0.04	0.3	1.3	
	13~18	45~68	0.07	0.4	2.0	
	18~23	68~95	0.09	0.5	2.8	
繁殖豚	20~32	100~115	0.06	0.6	3.4	
	32~52	115~135	0.08	0.7	5.0	
種雄豚	52~	135~230	0.11	0.8	7.0	

(1) 呼吸量

個体別測定値中より80kg台の最大計測値(棄却検定後の)で28.2 l/minとなっており、平均値では15~16 l/minにすぎず、呼吸量だけでは換気量決定の要因として利用できず、下記の CO₂ との関連で検討した。

(2) 炭酸ガス排出量

80kg時の呼吸量の最大計測値28.2 l/minおよび個体別

表3 各測定項目の直線回帰式

項目	単位	16°C 未満	16°C以上23°C未満	23°C 以上
呼吸数	回/分	$Y=40.729-0.200x$ F=43.0	$Y=44.607-0.258x$ F=68.6	$Y=49.682-0.327x$ F=97.4
呼吸量	ℓ/分	$Y=7.202+0.105x$ F=60.1	$Y=6.222+0.199x$ F=115.2	$Y=6.131+0.130x$ F=132.9
呼吸量	ml/分・kg	$Y=465.664-3.565x$ F=128.2	$Y=472.399-3.854x$ F=237.5	$Y=465.339-3.511x$ F=226.6
O ₂ 消費量	%	$Y=2.355+0.011x$ F=66.0	$Y=2.431+0.010x$ F=43.6	$Y=2.299+0.008x$ F=23.3
O ₂ 消費量	ml/分・kg	$Y=11.357-0.068x$ F=96.4	$Y=11.679-0.075x$ F=160.7	$Y=11.167-0.071x$ F=121.1
CO ₂ 排出量	%	$Y=2.462+0.012x$ F=110.7	$Y=2.316+0.016x$ F=97.8	$Y=2.211+0.014x$ F=63.3
CO ₂ 排出量	ml/分・kg	$Y=12.103-0.072x$ F=68.9	$Y=11.830-0.067x$ F=77.4	$Y=11.091-0.058x$ F=58.0
熱発生量	Cal/分	$Y=804.213+20.347x$ F=129.8	$Y=670.851+22.912x$ F=198.4	$Y=704.783+20.931x$ F=167.5
熱発生量	Cal/分・kg	$Y=58.330-0.361x$ F=94.0	$Y=59.068-0.380x$ F=154.4	$Y=57.898-0.385x$ F=90.7
W%熱発生量	Cal/分	$Y=386.367+16.432x$ F=46.3	$Y=330.401+19.235x$ F=898	$Y=359.761-11.306x$ F=53.7

測定値中最大計測値を示した CO₂ 排出量3.99%を基礎値として、推奨換気量に基く舎内 CO₂ 濃度を検討すると、下記のとおり0.0304%となり、大気中のCO₂量0.03%と大差がなく、家畜に対する CO₂ 許容限界量は不明であるが、妥当な推奨値であると考察された。

$$p = a + \frac{K}{L} = 84 \ell + \frac{1.13 \ell}{2800 \ell} = 0.0304\%$$

p : CO₂ 量・%

a : 換気量中の CO₂ 量・ℓ

L : 換気量・ℓ

K : 豚1頭の CO₂ 発生量・ℓ/min

(3) 熱発生量

個体別測定値中より80kg台の最大値 3597 cal/min を1時間当りで見ると237 kcal/hr となり、また平均値では、180kcal/hr 内外となっており、パデュー大学資料による90.8kg時における熱発生量は、201.6 kcal/hr とされているので、ほぼ合致した結果と考察された。

このパデュー大学資料による熱発生量は、暖房有効熱発生量をもみていることから、都下における環境条件の相違もあり、直ちに適合するわけではないが、換気量を求める際の一つの参考資料とはなるものとする。

以上の考察から、豚舎における必要換気量を決定する要因として、汚染された空気の排除ということに重点をおくとすれば、CO₂ 量が最も重要視されるのではないかと考えられるが、冬季におけるパデュー大学の推奨値 0.5m³/min での舎内 CO₂ 濃度は0.17%程度となり、人の CO₂ 許容量を超える可能性があるため、今後検討する必要がある。

3. 各測定項目の直線回帰

前述のとおり増体に伴う測定値については、一定の傾向が認められるので、各項目の回帰式を求めたところ表に示すように、いずれも有意であった。

この回帰式により、呼吸量・CO₂ 排出量・熱発生量をそれぞれ 図示すると、図1から図5に示すとおりである。

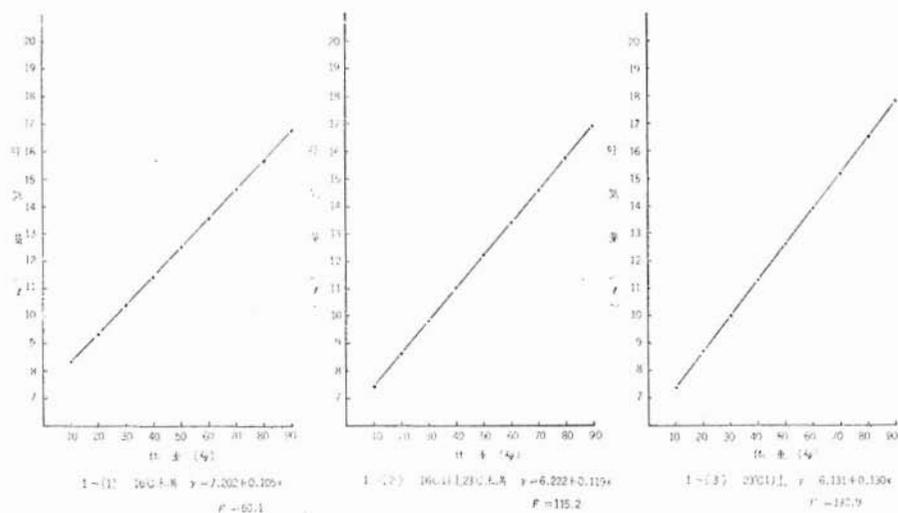


図1 呼吸量 (l/min)

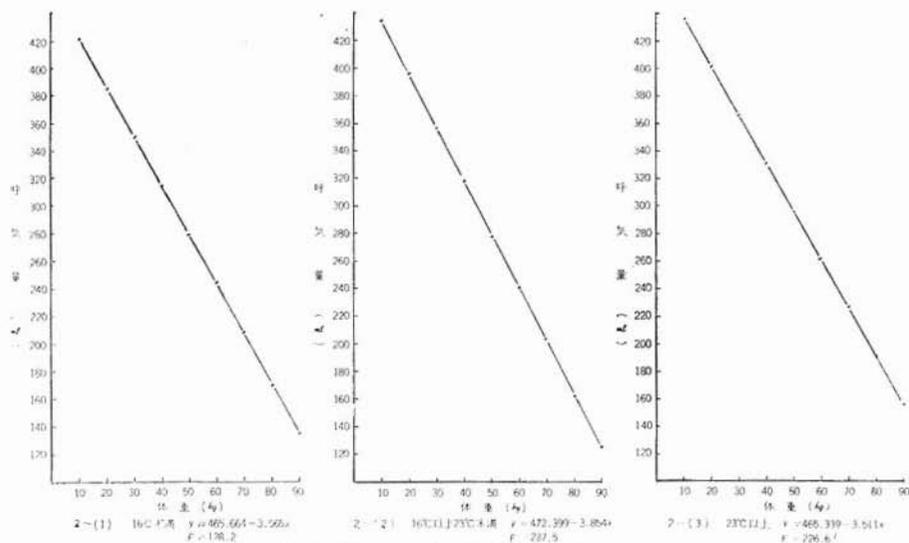
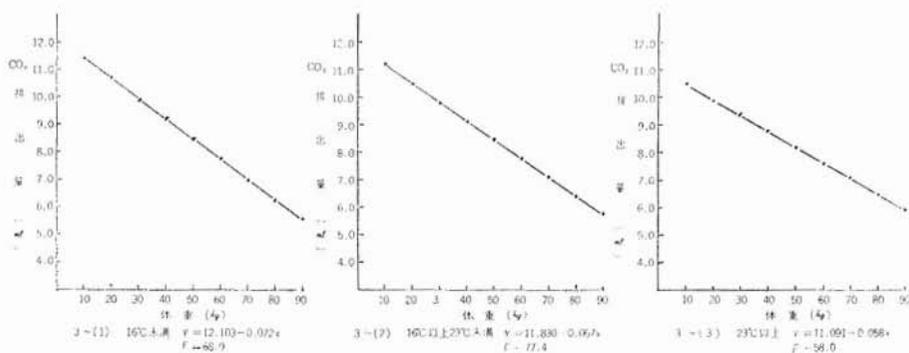


図2 呼吸量 (ml/min · kg)

図3 CO₂ 排出量 (ml/min · kg)

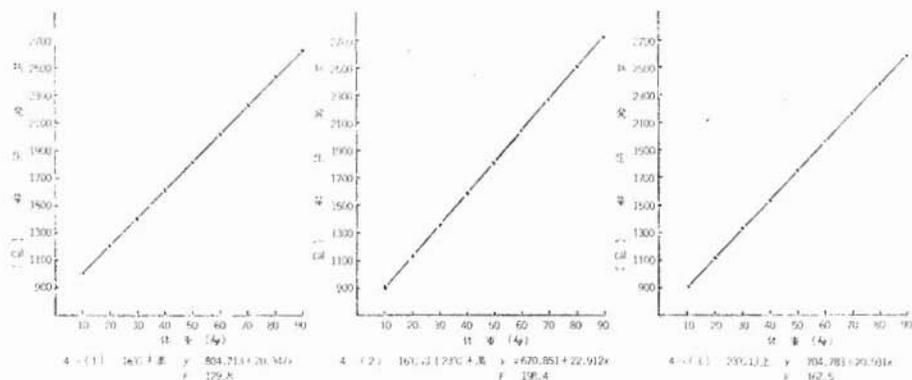


図4 熱発生量 (cal/min)

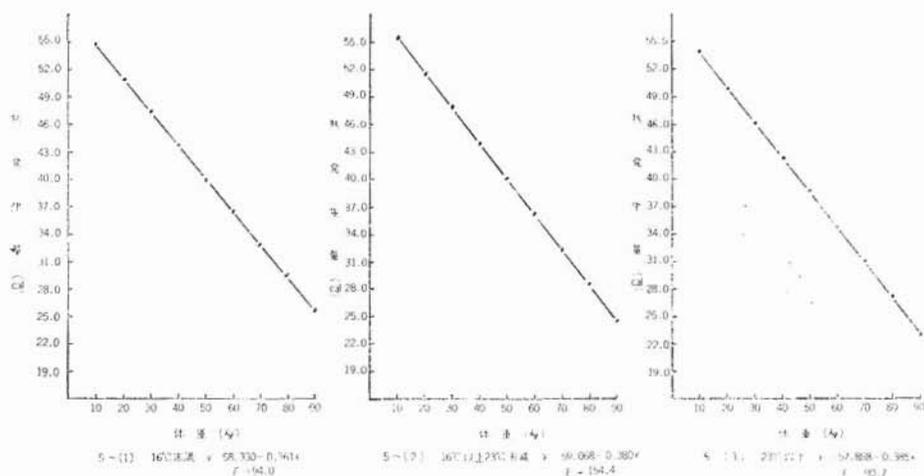


図5 熱発生量 (cal/min·kg)

Ⅱ 無窓豚舎における落下細菌調査および飼育豚の感染疾病に対する抗体調査

まえがき

無窓豚舎は舎内の気象条件が、普通豚舎と異なるので当然飼育豚の微生物感染状況が違ってくることが考えられるから、無窓豚舎設計上の基礎資料をうるために、豚舎内の落下細菌および飼育豚の感染疾病に対する抗体調査をしたので、その成績の概要を報告する。

試験材料および方法

1. 供試豚舎および供試豚

供試豚舎および供試豚は、神奈川県畜産試験場の無窓豚舎およびその飼育豚を用いた。無窓豚舎⁶⁾⁷⁾の構造は図1に示すとおりで、中央通路複列12豚房の密閉型豚舎で、豚舎の中央をドアで仕切り、6豚房づつに分けることができる。壁体は二重構造、床はコンクリート、排糞

所はコンクリートすのこ式で、すのこ下に除糞機が設置してあり、その取出口が豚舎外に開口している。換気方法は、給気口に3台の有圧換気扇を用いて、外気を吹き込み、ダクトで各豚房に平均に送風し、排気は二重構造壁の間を通過して、屋根のモニター開口部から舎外に排出している。普通豚舎は無窓豚舎の近くにある複列型豚舎の1～2豚房を対照として調査した。供試豚は場外から購入した給気式無窓豚舎に関する試験の供試豚で生後3ヶ月令の雑種豚を用いた。なお、1974年1～3月の供試豚は、対照区では生後4ヶ月令で試験開始時月令が高かった。

2. 換気方法および換気量

換気方法⁶⁾⁷⁾は豚舎の南妻給気口側の有圧換気扇3台を設置して、この換気扇で外気を豚舎中央の通路直上の天井裏に設けたダクトに吹き込み、図1のようにダクト底

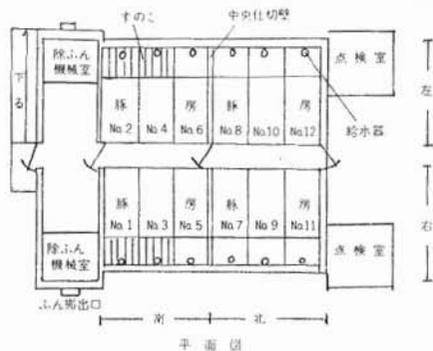


図1 無窓豚舎の構造

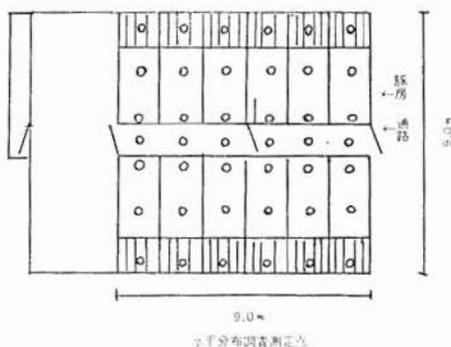
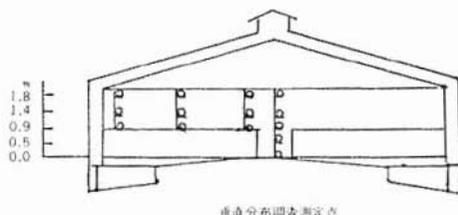
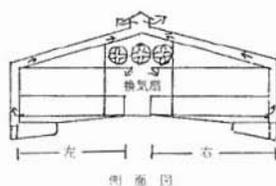


図2 落下細菌、かびの調査測定点



の剖面から、左右の豚房に吹き出している。排気は図1のように二重構造の側壁および屋根裏を通して屋根のモニターから舎外に排出する。換気量は夏季 286m³/min 換気回数106回/hr とし、冬はその1/3量とした。

3. 飼養管理

神奈川県畜産試験場の試験設計に基づいて行ない、飼料の給与方法は、粉餌の自由採食であった。

4. 調査方法

(1) 落下細菌調査

無窓豚舎内の落下細菌およびかびを調べるために、径9cmのシャーレに普通寒天培地(N培地)およびツアベックドックス⁸⁾培地(Z培地)をつくり、測定点上に両培地を置き、N培地は1分間、Z培地は2分間暴露後、N培地は24~48時間、Z培地は48~72時間31°Cのふ卵器で培養しそのコロニー数を調べた。落下細菌およびかびの測定部位は図2に示すとおり、水平分布調査では主として豚房欄上(通路部位にて高さ90cm、すのこ部位にて110cm)で、各豚房の中心線上に3測定点を設けた。また一部の豚房については図2に示すとおり、落下細菌およびかびの垂直分布(畜舎内の上下部位)を調べた。その測定点は豚房内にあるは豚が飼育されているため測定できないので、豚房欄上の豚房の中心線上に、同一高さで3測定点、計9測定点を取り、通路については、各豚房の中央に床面から5測定点を取った。また普通豚舎についても、無窓豚舎と同様の測定点を調べた。

(2) 飼育豚の感染疾病に対する抗体調査

飼育豚の疾病感染状況は、無窓豚舎、普通豚舎ともに、試験開始時、飼育中期およびと殺前の3回前大静脈より採血して、その血清を-20°Cに保存し、ウイルス性疾患では、日本脳炎(JEV)、バルボウイルス(PPV)およびゲタウイルス(Getah)に対する血球凝集抑制(HI)抗体を調べ、細菌性疾患では、萎縮性鼻炎(AR)およびコリネバクテリウムビオゲネス(CP)について調べ、原虫性疾患ではトキソプラズマ病(TP)について調べた。

JEVおよびGetahに対するHI抗体は、クラークカザルスの⁹⁾原法に準じアセトン処理血清¹⁰⁾を用いて、薬研中山株の8単位の抗原を加えてHI試験を行い、HI価は1:20より陽性とした。PPV¹¹⁾に対するHI抗体は、クラーク、カザルスの原法に準じて25%カオリン処理液で処理した血清を用いて、PPV感染ESK細胞培養液から調製した8単位の抗原を加えてHI試験を行なった。HI価は1:20より陽性とした。JEV、Getah、PPVの抗原はいずれも家畜衛試第2ウイルス研究室より分与を受けた。

ARは北研のAR抗原を用いて、血清凝集反応を行ない、1:20(+)以上を陽性とした。被検血清は56°C 30分非働化後、緩衝生理食塩液で稀釈して使用した。

CPは竹内¹²⁾らが開発したCPの精製プロタミアーズ抗原を用いて、寒天ゲル内沈降反応により調べ、1:1以上を陽性とした。抗原は家畜衛試細菌第2研究室より分与を受けた。

表1 調査時における豚舎内の気象および調査条件

調査 No.	調査年月日	調査時 天候	調査時間		畜舎内温度と湿度				換気方法		落下細菌 調査方法	備考		
			無窓	普通	無窓 No.1-6		無窓 No.7-12		普通豚舎					
			温度	湿度	温度	湿度	温度	湿度	温度	湿度			換気回数	換気量
	年月日		AMAM	AMAM	°C	%	°C	%	°C	%				
1	1973.10.4	晴	10.00 ~10.30	10.40 ~10.50	27.0	—	27.5	—	26.5	75.0	106回/hr	286m ³ /min	水平分布	
2	1973.11.9	曇	10.00 ~10.30	10.40 ~10.50	17.0	100.0	17.5	98.0	17.0	100.0	〃	〃	〃	*PM
3	1974.2.24	晴	10.45 ~11.40	11.50 ~11.59	7.5	56.0	10.0	64.0	6.8	61.0	35回/hr	95m ³ /min	〃	
4	1974.8.22	晴	10.50* ~12.00	12.00* ~12.10	28.0	69.0	29.0	76.0	29.0	69.0	106回/hr	286m ³ /min	〃	
5	1974.9.11	晴	10.55 ~11.15	11.20 ~11.45	—	—	28.0	69.0	27.5	78.0	〃	〃	水平分布 垂直〃	
6	1975.2.26	晴	11.00* ~12.15	12.15* ~12.25	11.0	60.0	15.0	78.0	8.5	57.0	35回/hr	95m ³ /min	〃	

表2 調査時における試験豚飼育状況

調査 No.	豚舎 調査 年月日	無窓豚舎												普通豚舎		備考
		1	3	5	2	4	6	7	9	11	8	10	12	1	2	
1	1973.10.4	6	6	6	6	6	6	6	10	10	9	7	10	10	6	6
2	1973.11.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1974.2.24	0	0	0	0	0	0	0	9	9	10	10	10	6	0	2
4	1974.8.22	6	6	5	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	—	10
5	1974.9.11	6	6	5	6	6	6	6	10	9	10	10	10	10	—	10
6	1975.2.26	6	6	5	6	5	6	6	10	10	10	10	10	10	—	10

表3 無窓豚舎、普通豚舎における豚飼育状況の差異による落下細菌数の比較（豚房柵上：水平分布）

微生物区分 豚舎区分 管理区分 豚房No.	細菌数		か		び			
	無窓豚舎 (a)		普通豚舎 (b)		無窓豚舎 (c)		普通豚舎 (d)	
	No. 1 ~ 12 ***		• No. 1, 2 ***		No. 1 ~ 12 ***		• No. 1, 2 ***	
豚飼育(73年10月4日)	421.8±108.9		288.3±103.5		7.6±4.5		5.2±3.2	
豚無飼育(73.11.9)	14.8±9.2		8.2±4.0		1.2±0.4		1.0±0	

73年10月4日 aとb……**

〃 11.9 aとb……0.1~0.05

cとd……0.1~0.05

cとd……なし

TPは化血研の固定抗原感作血球を用いて花本¹³⁾らの方法により赤血球凝集反応法(HA試験)により行ない、1:256以上を陽性とした。被検血清は56°C30分非働化後沈澱・生綿羊血球を等量加えて、1夜4°Cにて吸収し、その遠心上清を血清原液として使用した。

試験結果と考察

1. 落下細菌調査

落下細菌調査における豚舎内の気象条件および調査状況は表1のとおりである。調査No.2の1973年11月9日の調査時は朝方雨が降っていたが、調査時には雨は止み、曇天であった。その他の調査時にはすべて晴天であった。調査時間は原則的に午前10時より開始し、主として、午前中に行なった。

また調査時における試験豚の飼育状況は表2のとおり

表4 無窓豚舎内における豚飼育状況の差異による落下細菌数の比較(豚房柵上:水平分布)

調査月日	豚房No. 微生物	No.1. 3. 5 (南一右)		No.2. 4. 6 (南一左)		No.1 ~ 6 (南)		備考
		細菌数 ***	か び	細菌数 ***	か び *	細菌数 ***	か び**	
74年2月24日		44.0±17.1	0.4±0.7	40.4±22.9	0.6±0.9	42.2±19.7	0.5±0.8	豚無飼育
調査月日	豚房No. 微生物	No.7. 9. 11 (北一右)		No.8. 10. 12 (北一左)		No.7. ~12 (北)		備考
		細菌数 ***	か び	細菌数 ***	か び *	細菌数 ***	か び**	
74年2月24日		2000.8±163.1	1.6±1.2	2058.2±304.7	2.4±2.1	2078.4±238.2	2.3±1.7	豚飼育

であって、無窓豚舎では1豚房6~10頭を、普通豚舎では、主として1豚房に10頭を、時として6頭ずつ2豚房に飼育していた。以上のような条件下での調査成績はつぎのとおりである。

(1) 無窓豚舎、普通豚舎における豚飼育の有無による落下細菌数の比較(豚房柵上, 落下細菌, 水平分布調査)

無窓豚舎、普通豚舎における豚飼育の有無による落下細菌数を比較してみると表3~4のとおりである。表3および4は、1973年10月4日の試験豚が飼育されていた場合と、1973年11月9日の試験豚が飼育されていなかった場合との落下細菌数およびかびを比較したもので、表3は無窓豚舎全体の平均1測定点当りの細菌数およびかびと、普通豚舎の1測定点当りの細菌数およびかびとを比較した。すなわち、無窓豚舎平均1測定点当りの細菌数は、豚が飼育されているときは、421.8±108.9個で、普通豚舎1測定点当りの細菌数は288.3±103.5個で、豚無飼育のときは、無窓豚舎では平均1測定点当り細菌数は14.8±9.2個で、普通豚舎1測定点当りの細菌数は8.2±4.0個であって、いずれもt検定の結果0.1%水準で有意の差がみとめられた。また無窓豚舎全体の平均1測定点当りのかびは、豚飼育の10月では7.6±4.5個で、豚無飼育の11月では1.2±0.4個であった。普通豚舎では、豚飼育の10月には5.2±3.2個で無飼育の11月では1.0±0個であって、いずれも明らかに有意の差がみとめられた。また、無窓豚舎と普通豚舎とを比較してみると、無窓豚舎

は細菌数では、10月が421.8±108.9個で、普通豚舎は、288.3±103.5個で11月が、無窓豚舎は14.8±9.22で、普通豚舎が8.2±4.0個であった。かびは10月には無窓豚舎が7.6±4.5個で、普通豚舎が5.2±3.2個で、11月は無窓豚舎が1.2±0.4個で普通豚舎が1.0±0個であって、豚飼育、無飼育とも、普通豚舎が、無窓豚舎より、細菌数、かびともに少なかった。t検定の結果、細菌数は10月4日の調査では、1%水準で有意の差がみとめられ、11月9日の調査では10%水準で有意の差がみとめられた。かびでは10月4日の調査では10%水準で有意の差がみとめられたが、豚の無飼育の11月9日の調査では有意の差はみとめられなかった。

表4は1974年2月24日(冬季)に、無窓豚舎内で、南豚房群(No.1~6)では、試験豚は無飼育で、北豚房群(No.7~12)では、試験豚が飼育されていた条件下での落下細菌およびかびの調査成績である。すなわち、豚無飼育の南豚房群の平均1測定点当りの細菌数は42.2±19.7個で、豚飼育の北豚房群のそれは2028.8±238.2個で前者の約50倍であった。またかびでは、南豚房群が0.5±0.8で、北豚房群が、2.3±1.7個で豚飼育の北豚房群が多く、t検定の結果、細菌数は0.1%水準で、かびでは1%水準で有意の差がみとめられた。また、南北それぞれの左右豚房群間には、細菌数、かびともに差異はみとめられなかった。このように、秋季および冬季における豚飼育と無飼育により、細菌数およびかびに大きな差

表5 無窓豚舎、普通豚舎における季節による落下細菌数の比較(秋と冬:豚飼育)

調査月日	微生物区分 豚舎区分 豚房No.	細菌数		か び	
		無窓豚舎	普通豚舎	無窓豚舎	普通豚舎
		No. 7~12 ***	左 No. 1. 2	No. 7~12 **	左 No. 1. 2
73年10月4日		380.5±98.6	288.3±103.5	6.3±4.3	4.3±3.6
74. 2. 24		2028.4±238.2	—	2.3±1.7	—

表6 無窓豚舎内における季節による落下細菌数の比較（秋と冬：豚飼育）

調査月日	豚房No.	No.7. 9. 11 (北一右)		No.8. 10. 12 (北一左)		No. 7 ~ 12 (北)		備考
		細菌数 ***	かび **	細菌数 ***	かび **	細菌数 ***	かび **	
73年10月4日		387.1±76.4	6.2±5.1	371.9±122.5	6.3±3.7	380.5±98.6	6.3±4.3	秋, 豚飼育
74. 2. 24		2000.8±163.1	1.6±1.2	2058.2±304.7	2.4±2.1	2028.4±238.2	2.3±1.7	冬 //

表7 無窓豚舎, 普通豚舎における季節による落下細菌数の比較（夏と冬：豚飼育）

調査月日	微生物区分	細菌数				かび	
		豚舎区分					
		無窓豚舎(a)	普通豚舎(b)	無窓豚舎	普通豚舎		
	豚房No.	No. 1 ~ 12 ***	右 No.1 ***	No. 1 ~ 12 ***	右 No.1 ***		
74年8月22日		1106.6±369.2	114.0±25.9	13.3±6.2	10.7±9.8		
75. 2. 26		1942.8±126.5	808.3±754.4	0.6±1.2	1.3±1.5		

74. 8. 22 aとb……***

75. 2. 26 aとb……0.1~0.05

表8 無窓豚舎内における季節による落下細菌数の比較（夏と冬：豚飼育）

調査月日	豚房No.	No. 1. 3. 5 (南一右)		No. 2. 4. 6 (南一左)		No. 1 ~ 6 (南)		備考
		細菌数	かび	細菌数	かび	細菌数	かび ***	
74年8月22日		831.7±203.0	12.2±4.1	1248.0±258.7	15.0±6.2	1039.8±311.1	13.0±5.3	夏, 豚飼育
75. 2. 26		1034.9±248.7	0.1±0.3	1313.2±579.5	0.6±0.7	1176.6±456.5	0.33±0.12	冬, //

調査月日	豚房No.	No. 7. 9. 11 (北一右)		No. 8. 10. 12 (北一左)		No. 7 ~ 12 (北)		備考
		細菌数	かび	細菌数	かび	細菌数 ***	かび ***	
74年8月22日		1292.7±481.4	15.4±8.3	1033.9±327.0	10.7±5.0	1173.3±417.7	13.1±7.1	夏, 豚飼育
75. 2. 26		2926.2±642.7	1.7±2.1	2492.0±1002.9	0.1±0.3	2709.1±847.1	0.9±1.7	冬, //

異がみとめられることは、空気中の塵埃量の差異によるものと考えられ、その塵埃は主として、粉餌で自由給餌されている飼料が、豚の採食時に巻き上げられることと、床面の塵埃が豚の行動により巻き上げられるものと考えられた。

(2) 無窓豚舎, 普通豚舎における季節による落下細菌数の比較（秋と冬：夏と冬：豚飼育）

無窓豚舎, 普通豚舎における季節間の差異による落下細菌数およびかびの比較をしてみると、表5~8のとおりである。表5は1973年10月4日の秋季と1974年2月24日の冬季において、豚飼育の条件下で落下細菌数を調べた成績で、無窓豚舎の北豚房群平均1測定点当りの細菌数は、10月が380.5±98.6個で、冬の2月が2028.4±238.2

個で、冬季は秋季に比べ約5倍多く明らかに差異がみとめられた。またかびは北豚房群1測定点当り秋では6.3±4.3個で、冬では2.3±1.7個であって、細菌数とは逆に、夏が冬より約3倍多かった。t検定の結果、秋と冬との間に、細菌数では0.1%水準で、かびでは1%水準でそれぞれ有意の差がみとめられたが、北豚房群の左右豚房群間には殆んど差はみとめられなかった。

表7および8は、1974年8月の夏季と1975年2月の冬季において豚飼育の条件下で、落下細菌数およびかびを比較した成績である。すなわち、無窓豚舎全体の平均1測定点当りの細菌数は夏の8月では、1106.6±369個で、冬の2月では1942.8±126.5個であって、普通豚舎では平均1測定点当りの細菌数は夏の8月では、114.0±25.9

個で、冬季の2月では808.3±755.4個で、無窓豚舎、普通豚舎とも、冬が夏より多かった。またかびでは、無窓豚舎全体の平均1測定点当たり、夏の8月では13.3±6.2個で、冬の2月では0.6±1.2個であった、また普通豚舎では、夏の8月では10.7±9.8個で、冬の2月では1.3±1.5個であった。t検定の結果、細菌数、かびともに普通豚舎、無窓豚舎において、0.1%水準で有意の差がみとめられた。

また、無窓豚舎と普通豚舎との比較では、細菌数は夏では無窓豚舎は普通豚舎より10倍多く、冬でも約2.4倍多かった。t検定の結果、夏では0.1%水準で有意の差

がみとめられたが、冬では10%水準で有意であった。

また無窓豚舎の南豚房群では、細菌数は夏の8月と冬の2月では差異はみとめられなかったが、北豚房群では1測定点当たり夏では1,173.3±417.7個、冬は2,709.1±847.1個で冬が多く、t検定の結果0.1%水準で有意であった。またかびは、南豚房群では夏の8月で13.0±5.3個で、冬の2月では0.33±0.12個であり、北豚房群では夏の8月で13.1±7.1個で、冬の2月では0.9±1.7個であって、夏が冬より明らかに多かった。t検定の結果0.1%水準で有意の差がみとめられた。左右豚房間では差はみとめられなかった。

表9-1 無窓豚舎、普通豚舎内上下部位における落下細菌数の比較(豚舎:通路:豚飼育:秋季)

'74. 9.11調査

測定部位	豚舎		普通		通 路		通 路	
	無窓 (No. 8, 10, 12)		(No. 5)		(無窓No. 8, 10, 12)		(普通No. 5)	
微生物	細菌数	かび	細菌数	かび	細菌数	かび*	細菌数	かび
上より1段(180cm)	679.0±344.8	5.1±2.6	108.0±46.5	7.3±7.0	824.3±611.4	5.3±4.0	62	0
2段(140cm)	747.1±161.9	8.9±5.8	184.3±134.1	20.0±12.2	790.3±188.4	12.3±4.5	47	12
3段(90cm)	911.0±381.0	6.4±5.4	197.3±102.1	23.0±19.3	1144.3±489.4	11.3±5.7	82	9
4段(50cm)	—	—	—	—	1331.7±619.1	12.7±5.5	92	7
5段(床面)	—	—	—	—	2093.0±1081.8	30.7±16.2	123	10

豚舎、通路とも段間に差異はない。但しNo. 8, 10, 12のかびは*

表9-2 無窓豚舎、普通豚舎内上下部位における落下細菌数の比較(豚舎:豚飼育:冬季)

'75. 2.26調査

測定部位	豚舎						普通豚舎	
	無窓		豚舎		豚舎		普通豚舎	
微生物	No. 2, 4, 6 (南-左)		No. 8, 10, 12 (北-左)		No. 2, 4, 6, 8, 10, 12		右 No. 5	
微生物	細菌数	かび	細菌数	かび	細菌数	かび	細菌数	かび
上より1段(180cm)	1174.2±630.3	0.3±0.7	2085.8±694.7	0.3±0.5	1603.2±793.6	0.3±0.5	689.7±465.8	1.0±0.3
2段(140cm)	1394.4±628.8	0.4±0.5	2215.0±793.7	0.9±1.1	1804.7±812.7	0.7±0.8	857.3±739.9	0.7±0.2
3段(90cm)	1318.2±579.2	0.6±0.7	2492.0±1002.9	0.1±0.3	1930.1±981.0	0.3±0.3	808.3±754.2	1.3±1.4
4段(50cm)	—	—	—	—	—	—	—	—
5段(床面)	—	—	—	—	—	—	—	—

段間に差異はない。南-左豚房と北-左豚房間(細菌)***

(3) 豚舎内の上下部位による落下細菌数の比較:

豚舎内の上下部位(垂直分布)による落下細菌数を比較してみると表9-1表9-3のとおりである。表9-1は、1974年9月(秋季)に豚飼育の条件で調査された豚舎および通路の落下細菌数を、無窓と普通豚舎について比較した成績である。上より3段目は豚房柵上に当

り、4段、5段は通路のみ測定し、豚房内は豚が飼育されていたため測定できなかった。普通豚舎、開放豚舎とも、豚舎内では細菌数は3段がやや多い傾向がみとめられ、通路では5段の床面が多い傾向がみとめられた。かびでも無窓、普通豚舎ともに同様の傾向がみとめられたが、細菌数、かびともに分散分析の結果、段間には差異

表9-3 無窓豚舎、普通豚舎内上下部位における落下細菌数の比較（通路～豚飼育：冬季）

'75. 2.26調査

豚舎 豚房No.	通 路（無 窓 豚 舎）						通路（普通豚舎）	
	No. 2. 4. 6（南一左）		No. 8. 10. 12（北一左）		No. 2. 4. 6. 8. 10. 12		右 No. 5	
	細菌数	かび	細菌数	かび	細菌数	かび	細菌数	かび
測定部位	微生物							
上より1段（180cm）	733.0±664.7	0.3±0.6	1224.5±280.7	0.7±0.6	929.6±539.5	0.3±0.6	240	1.0±1.0
2段（140cm）	897.7±508.7	0	1092.3±414.5	1.0±1.0	1117.2±481.2	0.5±0.8	93	0.7±0.6
3段（90cm）	1077.7±636.0	0.7±0.6	1588.7±638.6	0	1333.2±635.0	0.3±0.5	82	1.3±1.5
4段（50cm）	748.7±89.1	3.0±1.7	1592.3±545.2	0.3±0.6	1170.5±579.3	1.7±1.9	63	0
5段（床面）	808.0±109.5	0.7±0.6	997.7±133.5	1.3±0.6	902.8±150.7	1.0±0.6	197	1.0±0.6

段間に差異はない。南一左豚房通路と北一左豚房通路 *

はみとめられなかったが、無窓豚舎の通路のかびは5%水準で有意の差がみとめられた。また無窓豚舎と普通豚舎とを比較すると細菌数、かびともに無窓豚舎が普通豚舎より多かった。また表9-2は、1975年2月26日の冬季に豚が飼育されている条件下で豚舎内の細菌数およびかびを調べた成績である。段間の差異は細菌数、かびともに分散分析の結果みとめられなかったが、南左豚房群と北左豚房群との間には0.1%水準で有意の差がみとめられた。豚房群に差異がみとめられたことは、南豚房群が飼育頭数17頭で、北豚房群が飼育頭数30頭であるため、飼育頭数が多いことが、塵埃量を多くするためと考えられた。また、表9-3は1975年2月26日の冬季に豚飼育の条件下で、無窓豚舎と普通豚舎の通路における細菌数およびかびを調べた成績である。分散分析の結果、普通豚舎、無窓豚舎とも通路では、段間に差異はみとめられなかったが、豚房群間では南左豚房群の17頭飼育が北左豚房群の30頭飼育より、豚舎同様に落下細菌、かびともに多く、1%水準で有意の差がみとめられた。また、普通豚舎の通路より、無窓豚舎の通路が細菌数は多かった。かびでは差異はみとめられなかった。以上の落下細菌調査により、無窓豚舎においては豚飼育が、無飼育より落下細菌およびかびが多いことは、飼料の粉餌給与と関係があるものと考えられる。実験動物の飼育舎で温度調節のために空調施設を持つ場合には、粉餌は、filterに目詰りを起こすため、固型飼料を原則としていることなどから推定すれば、無窓豚舎では粉餌より、練餌か、固型飼料が落下細菌を少なくし、舎内空気清浄度を保つことができると考えられるので、落下細菌と給餌方式との関係究明を今後の研究課題としたい。また、無窓豚舎において、冬が夏より落下細菌が多いことは、換

気回数および換気量を、冬は夏の1/3に調節しているために、空気汚染度が冬は夏より多いこと、冬は夏より空気が乾燥しているため微細な細菌が多いためと考えられた。畜舎における換気の必要性は、畜舎内に新鮮空気を導入するばかりでなく、舎内における湿気、アンモニア、塵埃、病原菌に汚染された空気および臭気を排除し、温度調節の手段として役立っているものといわれているので、落下細菌と換気量とは相関が深いものと考えられる。落下細菌の調査は空気清浄度を示す一つの指標となり、かつ換気量の適否を検討する指標にも役立つものと考えられた。今後の研究課題として、これらのデータの集積につとめたい。

2. 飼育豚の感染疾病に対する抗体調査

(1) ウイルス性疾患

無窓豚舎および普通豚舎におけるJ E V, Getah, P P Vの感染状況(1973年)を示すと図3および表10-1表10-4のとおりである。普通豚舎ではJ E Vは試験開始時の7月上旬、飼育中期の8月下旬には、陽性豚はみとめられなかったが、と殺前の10月上旬には100%の陽性率を示した。無窓豚舎では7月上旬に4.2%の陽性率を示し、8月下旬には全頭陰性となり、10月上旬には陽性率9.1%となった。その陽性豚はNo.6の豚房であった。7月上旬の1頭の陽性豚は、HI価も1:20で低く、8月下旬に陰転していることから、移行抗体であったと考えられた。P P Vは普通豚舎では7月上旬に、75%の陽性率を示しており、8月下旬には全頭陰性となり、と殺前の10月上旬には91.7%の陽性率を示していた。無窓豚舎では試験開始時の7月上旬には陽性率58.3%で、8月下旬には4.2%の陽性率に下り、と殺前の10月上旬には18.2%の陽性率であった。普通豚舎、無窓豚舎とも試験

表10-1 感染疾病の抗体調査 (73. 7~10)

感染疾病		豚舎	区分	採血月日		
分類	疾病名			73. 7. 6	73. 8. 24~27	73. 10. 4
ウ	J	無窓	頭数 %	1/24 4.2	0/24 0	2/22 9.1
		普通	頭数 %	0/4 0	0/10 0	12/12 100.0
イ	P	無窓	頭数 %	14/24 58.3	1/24 4.2	4/22 18.2
		普通	頭数 %	3/4 75.0	0/10 0	11/12 91.7
ス	G	無窓	頭数 %	0/24 0	0/24 0	1/22 4.6
		普通	頭数 %	0/4 0	0/10 0	2/12 16.7
細菌	A・R	無窓	頭数 %	9/24 37.5	15/24 62.5	20/22 90.9
		普通	頭数 %	3/4 75.0	7/8 87.5	9/12 75.0
菌	C・P	無窓	頭数 %	0/24 0	1/24 4.2	0/17 0
		普通	頭数 %	0/4 0	0/10 0	0/9 0
原虫	T・P	無窓	頭数 %	0/24 0	0/24 0	2/22 9.1
		普通	頭数 %	0/4 0	0/10 0	1/12 8.3

表10-2 感染疾病の抗体調査 (74. 1~3)

感染疾病		豚舎	区分	採血月日		
分類	疾病名			74. 1. 10	74. 2. 6	74. 3. 19
細菌	A・R	無窓	頭数 %	4/12 33.3	7/12 58.3	6/12 50.0
		普通	頭数 %	6/10 60.0	8/10 80.0	— —
菌	C・P	無窓	頭数 %	0/12 0	2/12 16.7	2/12 16.7
		普通	頭数 %	0/10 0	0/10 0	— —
原虫	T・P	無窓	頭数 %	2/12 16.7	2/12 16.7	3/12 25.0
		普通	頭数 %	1/10 10.0	1/10 10.0	— —

表10-3 感染疾病の抗体調査（74. 6~9）

感染疾病		豚舎	区分	採血月日		
分類	疾病名			74. 6.21	74. 8.22	74. 9.11
ウ	J	無窓	頭数 %	0/24 0	0/24 0	0/24 0
		普通	頭数 %	0/10 0	0/10 0	0/10 0
イル	P	無窓	頭数 %	15/24 62.5	1/24 4.2	1/24 4.2
		普通	頭数 %	3/10 30.0	0/10 0	0/10 0
細菌	A・R	無窓	頭数 %	6/24 25.0	11/24 45.8	6/23 26.1
		普通	頭数 %	7/10 70.0	7/10 70.0	7/10 70.0
菌	C・P	無窓	頭数 %	1/24 4.2	0/17 0	3/24 12.5
		普通	頭数 %	1/10 10.0	0/10 0	0/10 0
原虫	T・P	無窓	頭数 %	1/17 5.9	1/21 4.8	2/23 8.7
		普通	頭数 %	1/9 11.1	1/10 10.0	1/10 10.0

表10-4 感染疾病の抗体調査（74. 12~75. 3）

感染疾病		豚舎	区分	採血月日		
分類	疾病名			74. 12.14	50. 2.26	50. 3.17
細菌	A・R	無窓	頭数 %	8/24 33.3	10/22 45.5	14/23 60.9
		普通	頭数 %	1/10 10.0	2/10 20.0	2/10 20.0
菌	C・P	無窓	頭数 %	0/24 0	0/24 0	0/23 0
		普通	頭数 %	0/10 0	0/10 0	0/10 0
原虫	T・P	無窓	頭数 %	4/24 16.7	— —	4/22 18.2
		普通	頭数 %	0/10 0	— —	0/10 0

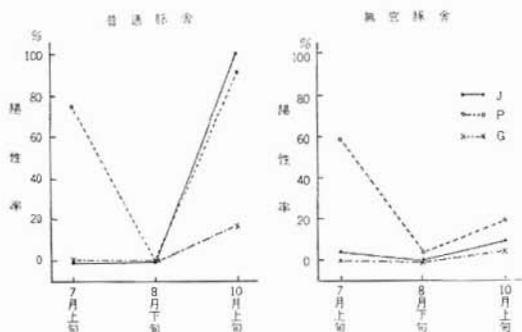


図3 無窓豚舎と普通豚舎におけるJ, G, Pの感染状況 (1973)

開始時のH I抗体陽性率(保有率)が高いが、そのH I価は1:20~1:160で低く、8月下旬には殆んど消失しており、10月上旬のH I価は1:320~1:5120と高いことなどから考えると、7月上旬のH I価は移行抗体と考えられた。PPVは9月上旬から流行していたものと考えられた。またPPVの陽性豚はNo.10, No.11, No.12の豚房に限ってみとめられた。

Getahについては、無窓豚舎、普通豚舎とも、7月上旬、8月下旬にはH I抗体価は陰性で、10月上旬には普通豚舎では陽性率は16.7%で、無窓豚舎では陽性率は4.6%であった。無窓豚舎における陽性豚はNo.3の豚房であった。

J E V, GetahおよびPPVともに感染率は、無窓豚舎が普通豚舎より低く、J E V, PPVについては明らかに差異がみとめられた。J E VとGetahはVectorがコガタアカイエカとキンイロヤブカであるから、蚊の侵入しにくい無窓豚舎が感染率が低いのは当然であるが、無窓豚舎は分娩豚舎として利用されることや、養豚経営以外でも、実験動物としてJ E V freeの豚の需要が近年増えていることを考えると、J E V freeの豚の生産に有効な豚舎であると考えられる。しかしながら、J E VでNo.6の豚房と、GetahでNo.3の豚房に陽性豚がみとめられたことは、蚊が何処からか侵入したことで、除糞機の取出口が屋外に開口しているため、そこからの侵入ではないかと考えられる。またPPVの感染率が普通豚舎より無窓豚舎が低く、かつNo.10, No.11, No.12の豚房に限定されていたことは、不明の点が多い。管理者の出入り、体重測定などの飼養管理技術が考えられるが、管理者の出入りは主として南豚房のNo.1~No.2の方からであり、北側のNo.10, 11, 12の出入りは体重測定などの特定の管理作業だけであるため究明中である。接触感染と考えられるPPVの感染が、普通豚舎より、無窓豚舎で

低かったことの原因は今後の研究課題の一つであるが、普通豚舎に比べて、無窓豚舎は管理者の出入りがやや少ないこと、豚舎の1部がすのこ式で床下に糞尿が落ちる型式になっていることと、ハエなどが殆んどいないことなどが考えられる。

また1974年の6~9月中旬までの試験豚について、J E V, PPVに対するH I抗体価を調べたが、J E Vの陽性豚はみとめられず、PPVも移行抗体と考えられるものを除いては、9月中旬に1頭の陽性豚がみとめられたのみであった。1974年のJ E VとPPVの流行が低かったのではなく、この試験豚のと殺時までにはJ E VとPPVの流行がなく、むしろ9月中旬以後に流行の最盛期に入ったものと考えられるので、試験終了が流行の最盛期以前であったものと考えられた。

また1974年の冬季、1974年~1975年の冬季についても、ウイルス性疾患について抗体調査をしていないが、今後季冬におけるウイルス性疾患について抗体調査を実施して、流行の実態を把握すべきであると考えられる。

(2) 細菌性疾患および原虫性疾患

細菌性疾患(AR, CP)および原虫性疾患(TP)の抗体陽性率を、1973年7~10月、1974年1月~3月、1974年6~9月、1974年12月~1975年3月のそれぞれの

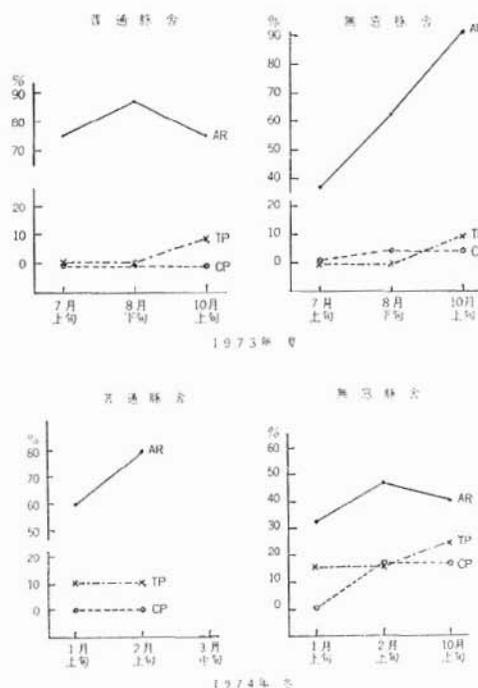


図4-1 無窓豚舎と普通豚舎におけるAR, CP, TPの感染状況

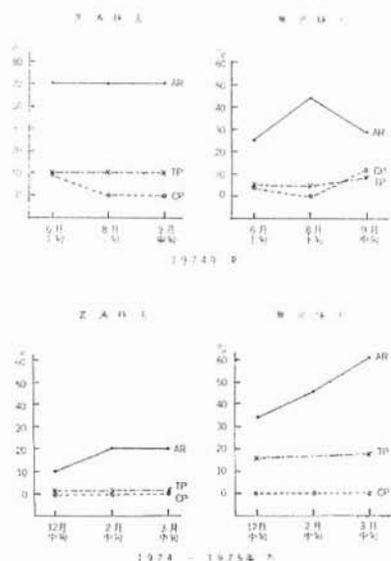


図4-2 無窓豚舎と普通豚舎におけるAR, CP, TPの感染状況

試験期間について示すと、図4-1図4-2および表10-1～表10-4のとおりであった。AR, CPおよびTPのいずれも、試験開始時の入舎時にすでに陽性豚がみとめられ、その陽性率も異なっているため、無窓豚舎と普通豚舎の試験豚の感染率を比較することは、厳密な意味においては、供試豚が清浄豚でないため、困難であると思うが、参考までに述べるとつぎのとおりである。

ア. ARの抗体陽性率は、1973年7～10月の期間は無窓豚舎では、飼育中期、と殺前に上昇していたが普通豚舎では、飼育中期にやや上昇したがほぼ同じ陽性率で推移した。1974年1～3月では、普通豚舎、無窓豚舎とも飼育中期にやや上昇し、無窓豚舎でと殺前にやや減少した。1974年6～9月では、普通豚舎は陽性率は終始70%

であったが、無窓豚舎では飼育中期にやや上昇した。1974年12月～1975年3月では、普通豚舎、無窓豚舎ともに陽性率は上昇し、普通豚舎がと殺前にはとくに高かった。このようにARでは陽性率が一定せず、普通豚舎と無窓豚舎という比較は困難であった。

イ. CPの陽性率は1973年7～10月では、普通豚舎になく、無窓豚舎に飼育中期に4.2%（2頭）みとめられ、抗体価も1:32と高く起立不能で廃用とした。1974年1～3月では、普通豚舎に陽性豚がなく、無窓豚舎に2頭（16.7%）陽性豚がみとめられた。1974年6～9月では、試験開始時に陽性豚がみとめられ、その後抗体価は消失した。無窓豚舎では試験開始時に1頭（4.2%）みとめられ、飼育中期には抗体は消失し、と殺前の9月に3頭の陽性豚がみとめられた。1974年12月～1975年3月では、普通豚舎、無窓豚舎とも陽性豚はみとめられなかった。従って、普通豚舎、無窓豚舎という比較は困難で、むしろ生後日令の進むにつれて陽性豚がみとめられ、冬季よりも夏から秋にかけてやや陽性豚が多い傾向がみとめられた。

ウ. TPの陽性率は1973年7～10月では、と殺前に普通豚舎が10%を、無窓豚舎が9.1%を示し、1974年1～3月では普通豚舎が試験開始時から10%、無窓豚舎が試験開始時、中期に16.7%、と殺前に25%を示した。また1974年6～9月では普通豚舎が終始10%前後で、無窓豚舎は開始時5.9%、中期4.8%でと殺前12.5%を示した。1974年12月～1975年3月では、普通豚舎に陽性豚がなく、無窓豚舎に試験開始時から4頭陽性豚がみとめられた。

無窓豚舎と普通豚舎における飼育豚の疾病感染の差異は、媒介昆虫が存在するとか、空気感染のような疾病では、起ると思うが、個体と個体との接触感染によるような疾病では感染の差異が生ずるとは考えられず、別の要因によるものと考えられる。

Ⅲ 無窓豚舎の設計案について

まえがき

無窓豚舎については、1970年代に入ってから分娩豚舎の実用化普及をみているが、肥育用豚舎は、飼育密度の点から、大量の換気量を必要とするために、その実用化が遅れており、神奈川県畜産試験場において、昭和47年に実験用の給気式ウインドレス豚舎を建設して、実用化のための試験を開始し、建築構造、換気方式、飼養管理

法などの問題点を究明し、特に夏季における暑熱対策についての問題点が提起されている⁹⁾。

そこで、前述の各種要因をふまえて、特に夏季の舎内環境をできるだけ改善する方向で、無窓豚舎の設計案を作成した。

1. 無窓豚舎の設計条件

設計条件は、表1のとおりである。

表1 設 計 条 件

項 目	設 計 条 件
1 所 要 施 設	豚房, 飼料貯蔵室, 機械室, 作業通路, スノコ排糞尿溝
2 収容頭数及収容方式	1 群 8 頭, 20 豚房, 計 160 頭収容 間口 2 m × 奥行 3.6 m = 7.2 m ² 飼槽除く 1 頭当り 0.8 m ²
3 管 理 方 式	給飼, 給水: 不断給餌器およびウォーターカップによる自由給餌, 不断給水 清 掃: 朝夕 2 回の水洗方式
4 豚 房 構 造	<div data-bbox="358 522 587 916" style="display: inline-block; vertical-align: top;"> <p>平面図</p> <p>スノコの断面</p> </div> <div data-bbox="627 534 1157 925" style="display: inline-block; vertical-align: top; padding-left: 20px;"> <p>寝所の床こう配と排ふん所との床面レベル差 寝所の床は排ふん所側に向って 1/60 程度の下りこう配とし, 境界のレベル差は 2 cm 以内とする。</p> <p>スノコの形状寸法とスノコ下の床面こう配 スノコの形状, 寸法は左図のとおりとし, 鉄筋コンクリートまたはスチール製等とする。</p> <p>スノコ下の床面は, 始点を 30 cm 程度とし, 約 1/30 程度の床面こう配を付けて, 水洗による排出をはかる。</p> <p>豚房の配列 複列中央通路方式 (通路幅 1.5 m)</p> </div>
5 豚舎の大きさ, 有効面積と気容積	豚舎の面積: 妻側 8.7 m × 桁側 20 m 高さ (天井) 1.71 m 有効気容積: 174 m ² × 1.71 m = 297.5 m ³
6 換気および舎内環境	<p>換気方式: 第 3 種 (給気・自然一排気・機械)</p> <p>換 気 扇: 有圧換気扇, 静圧 4 の場合に 90 m³/min (3 相 200 V, 出力 400 W, 1/2 P S) 5 台</p> <p>換 気 量: 1 頭当り夏は 2.8 m³/min 冬は最低 0.92 m³/min とする</p> <p>換気回数: 夏: 2.8 × 160 = 448 m³/min 448 × 60 = 26,880 m³/hr 26,880 ÷ 297.5 = 90.3 回</p> <p>冬: 0.93 × 160 = 148.8 m³/min 148.8 × 60 = 8,928 m³/hr 8,928 ÷ 297.5 = 30 回</p> <p>舎内温度: 特に調節しないが, 断熱構造として放射熱の影響を少なくするために平均熱貫流率は K = 1.5 Kcal/m²hr °C とする。</p> <p>なお, 冬季の暖房用および排ふん習性等管理上の観点から豚房床の前方に発熱線を埋設する。</p>

2. 無窓豚舎設計案

設計図に示すとおり、この設計案は頂上排気方式をとる、給気は、豚舎桁側の上部およびスノコ下部の側溝部分からとっているために、豚舎の気密性に難点が生じ、断熱効果を減少しているが、舎内気流の「よどみ」を少なくして、特に夏季暑熱時の環境を改善するようにつとめた。

なお停電時と、舎内気流の調節のために、豚舎桁側の下部を突き上げ戸として、自然換気でも飼養が可能であるよう設計した。

また、冬季の換気量を調節するには、変圧器を使用し、換気扇の能力をおとすほか、換気量によっては、間引き運転によって調節し得るように配慮した。

謝 辞

本研究について、種々御指導と御援助をいただいた、農林省畜産試験場加藤道弘室長（現福井県農業短期大学）および農林省家畜衛生試験場、東量三室長、藤崎優次郎室長の諸先生に深謝の意を表するとともに、設計図の作成に御協力をいただいた東京教育大学農業施設学教室、相原教授ならびに試験実施に御便宜をいただいた、神奈川県畜産試験場、竹内場長に厚くお礼申し上げます。

引用文献

- 1) 戸原三郎・川端麻夫・加藤道弘：(1970), 豚の呼吸量についての2, 3の実験, 日本養豚研究会誌, 第7巻第3号：152
- 2) 沼尻幸吉：(1970), 労働の強さと適正作業量, 8版, : 215~253, 労働科学研究所, 東京
- 3) 戸原三郎：(1971), 豚の飼養環境, 畜産試験場年報, 11：86

4) 片寄正蔵・古橋圭介・佐藤安弘：(1972), 給気式ウインドレス豚舎の環境条件と管理技術に関する試験, 神奈川県畜産試験場研究報告 62：34

5) 同上：37

6) 片寄正蔵・尾崎晴美・佐藤安弘：(1972), 都市近郊型無窓豚舎に関する試験（中間報告）給気式ウインドレス豚舎の構造と換気, 神奈川畜試, 資料46~4, : 1~11

7) 4)に同じ：33~34

8) Mycology Guide Book. copyright, by the Mycological Society of America printed in the U. S. A. (1974) : 379~381

9) CLARKE, D. H. and J. CASELS (1958)

Techniques for hemagglutination and hemagglutination-inhibition with arthropod-borne viruses. Amer. J. Trop. Med. Hyg 7, : 561~573

10) 大谷明・奥野剛 (1967)

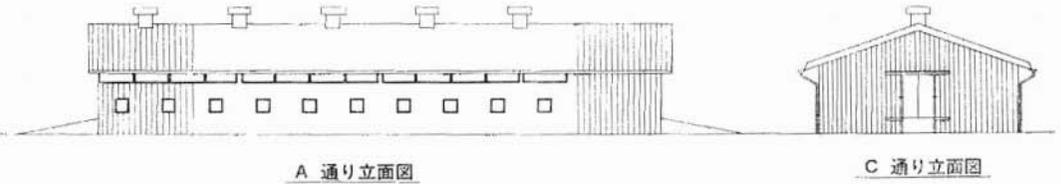
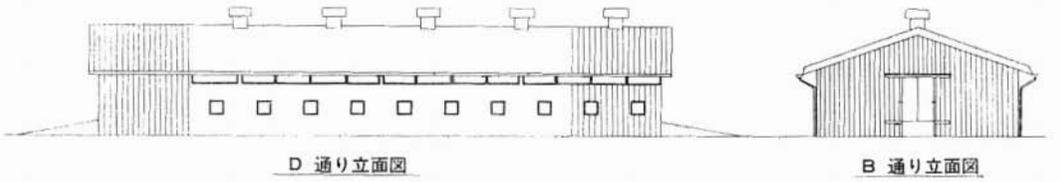
ウイルス実験学各論, 国立予防衛生研究所学友会編, 丸善, 東京, : 132~146

11) 藤崎優次郎 (1975)

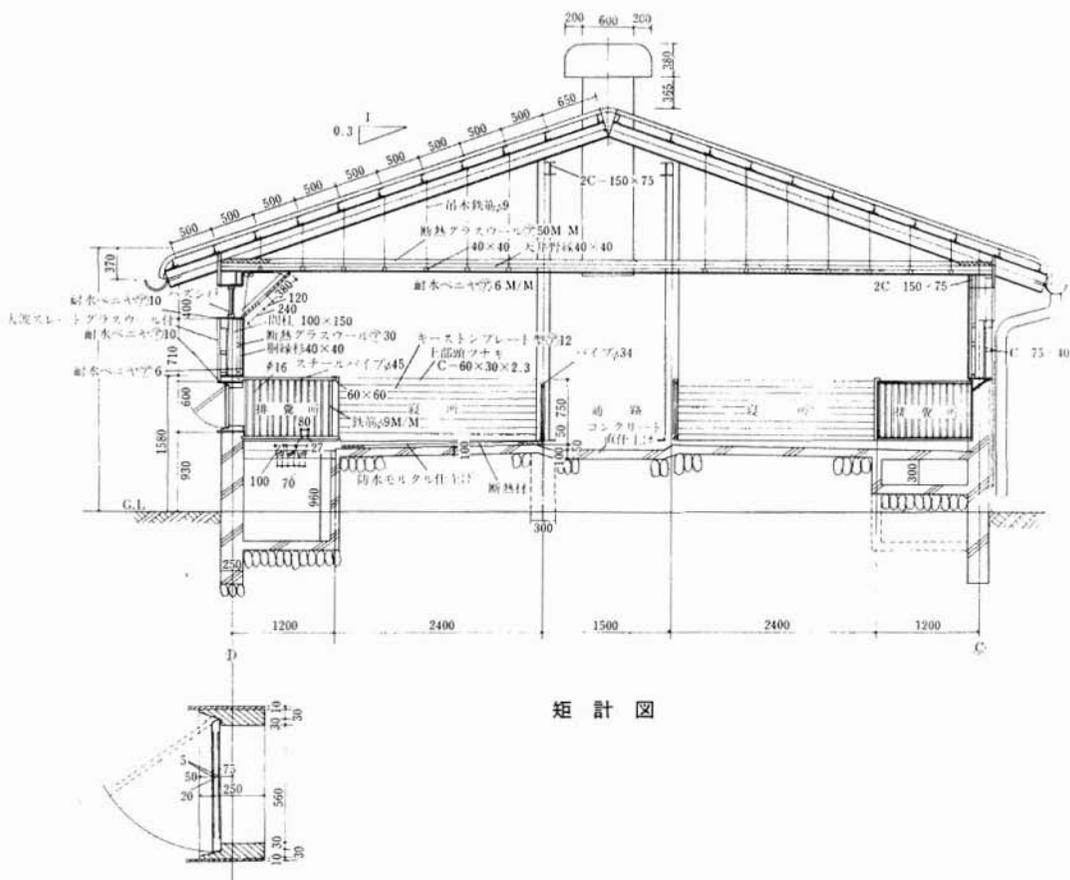
豚バルボウイルスの赤血球凝集抑制試験法：日本獣医師会誌, 28：135~138

12) 竹内正太郎・高柳登・須藤恒二・東量三：(1925) *Corynebacterium Pyogenes* 感染症の血清学的診断, 1. *C. Pyogenes*-Protease 抗原の作製とゲル沈降反応 日本獣医学会演習要旨：第79回 : 8

13) 花木琢磨・信藤謙蔵・佐藤卯三郎・松野恵治(1969) トキソプラズマ赤血球凝集反応に関する研究：固定, 抗原感作血球 (*Bis Diazo Benzidine* 結合) の試作とその応用, 動物医薬検年報, : 91~99



平面図



矩計図