

無風時における開放型鶏舎の構造と換気との関係

誌名	埼玉県養鶏試験場研究報告 = Bulletin of the Saitama Prefectural Poultry Experiment Station
ISSN	03892948
著者	小滝, 正勝 小峯, 浩二
巻/号	21号
掲載ページ	p. 53-63
発行年月	1987年5月

10. 無風時における開放型鶏舎の構造と換気との関係

—模型実験—

※ ※ ※
小滝正勝・小峯浩二

緒 言

県内の開放型鶏舎については、換気性能の良い構造が求められている。屋根型や高床式、低床式の選定もこの趣旨に沿ってなされなければならないが、それには鶏舎構造と舎内換気との関係を明らかにしておく必要がある。

著者は、1985年に農林水産省農業土木試験場が実施した「開放型鶏舎の温度差換気性状についての模型実験」に、流動研究員として参加する機会を得た。実験結果については既に村上らにより報告されているが^{1,2)}、鶏舎構造を考える上で参考となる成績が多く報告されているので、再度養鶏関係者の立場から内容を検討してみた。

材料及び方法

1. 模型鶏舎

模型鶏舎は縮尺を $\frac{1}{7}$ とし、カーテン全開状態の形状にした。構造は図1に示したとおりであり、屋根部、鶏飼養空間部、床下部の3部分に分離できる。材料は、骨組み部材が15mm角のラワン材、屋根が黒色塗装した5mm厚のアクリル板、高床式鶏舎の通路とスノコ状ふん受板(板幅7mm、隙間14mm)が5mm厚のベニヤ板である。ケージには60mm角の鉄パイプを使用した。加温して舎内に温度差が形成できるように、137Wのニクロム線ヒーターを中に装着した。

2. 調査項目と調査方法

環境実験室に模型鶏舎を設置して、下記の項目について調査した。鶏舎の種類と調査内容については、表1に示したとおりである。環境実験室は風速0、温度10℃に保たれており、調査時には輻射熱の影響を除くために室内の照明を消した。

(1) 舎内気流分布

四塩化チタン、流動パラマイン、線香の煙によって舎内中央部横断面の気流を可視化し、小形投光器で光を照射して観察した。

(2) 舎内温度分布

舎内中央部横断面附近の90か所に熱電対を取り付け、多点温度記録計で温度を測定して等温線又は鶏舎内外温度差百分率で示した。

(3) 鶏舎内外温度差百分率

高床式 $\frac{1}{5} \times \frac{1}{2}$ モニター屋根鶏舎の鶏飼養空間部平均温度と舎外温度との差を基準(100%)にして、他の鶏舎の鶏飼養空間部と舎外との温度差を表した値である。この鶏舎内外温度差百分率を、鶏舎の換気性能を比較する場合の指標とした。

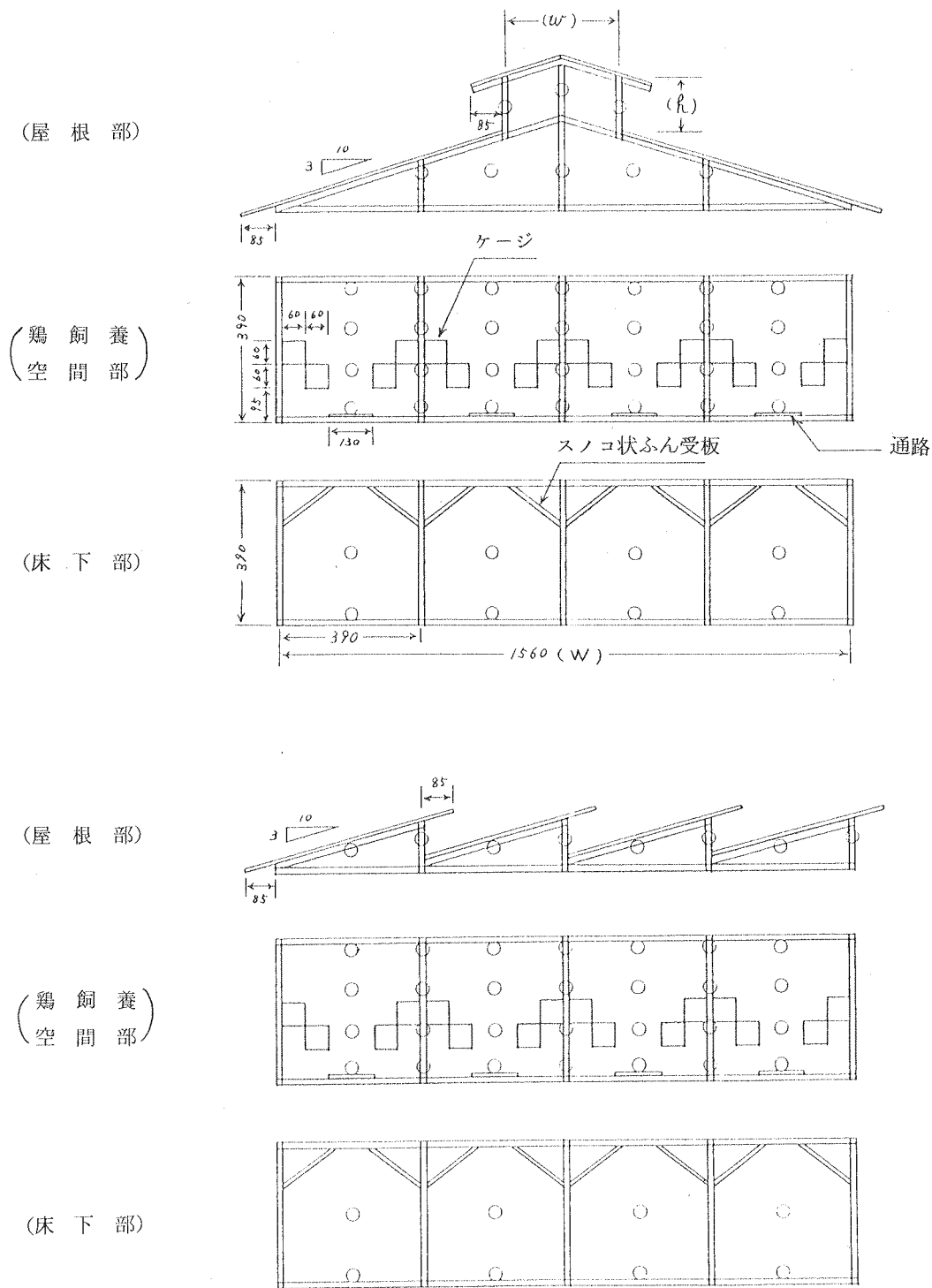
(4) 屋根開口部床面積比

屋根開口部面積を床面積(建築面積)で割った値である。屋根開口部面積は、モニター屋根の場合、モニターの両側にある開口部の面積を合わせて求めた。鋸歯屋根の場合は、屋根列ごとに空いている開口部の面積を合わせて求めた。

3 模型実験における相似則

模型と実物とで、重力と慣性力の関係を示すアルキメデス数が等しく、重力加速度と熱膨張係数も等しいとするならば、吹出し・吸込みを伴う

※Masakatsu Kotaki
※※Koji Komine



- 注 1) 模型寸法の単位はmm。
 2) 模型の縮率は $\frac{1}{7}$ 。
 3) 温度測定点は○で標示。
 4) 模型の奥行は3380mm。

図1 模型鶏舎横断面の構造と温度測定点

表1 模型鶏舎の種類と調査内容

	高床式鶏舎		低床式鶏舎		
	舎内気流分布	舎内温度分布	舎内気流分布	舎内温度分布	
モニター屋根	$\frac{W}{W} \times \frac{h}{w}$ $\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{3} \times \frac{1}{1} \\ \frac{1}{3} \times \frac{1}{2} \\ \frac{1}{3} \times \frac{1}{3} \\ \frac{1}{5} \times \frac{1}{2} \\ \frac{1}{5} \times \frac{1}{3} \\ \frac{1}{10} \times \frac{1}{2} \end{array} \right.$				
鋸歯屋根	○	○	○	○	

注 1) Wは鶏舎幅、wはモニター幅、hはモニター高さを示す。
 2) ○は鶏舎について調査した内容を示す。

室内気流については、次のような関係式が導かれる³⁾。

$$n_{\theta} = n_a \frac{2}{3} n_L \frac{5}{3}$$

n_{θ} : 模型の実物に対する縮率。

$n_L = \frac{1}{7}$: 模型鶏舎の長さの縮率。

$n_a = 0.105$: 鶏体発熱量の縮率。

模型ケージ1本(137W)は実物の場合、複飼で208羽を収容できる7寸5分ケージ104マスに相当する。白色レグホーン種の雌1羽(1.8kg)の顕熱発生量は約5.4 K cal/時(1.8kg × 3 K cal/kg・時)であるので⁴⁾、鶏体発熱量の縮率は0.105 [(0.137kw × 860 K cal/kw・時) ÷ (208羽 × 5.4 K cal/羽・時)]となる。

$n_{\theta} = 5.70$: 鶏舎内外温度差の縮率。

$$\left\{ \begin{array}{l} n_{\theta} = n_a \frac{2}{3} n_L \frac{5}{3} = (0.105) \frac{2}{3} \\ (\frac{1}{7}) \frac{5}{3} = 5.70 \end{array} \right.$$

本文中で述べる鶏舎内外温度差は、上記の縮率により模型鶏舎での実測値を実物の場合に換算した値である。

成 績

1. 高床式鶏舎と低床式鶏舎の気流分布、温度分布

屋根型が $\frac{1}{5} \times \frac{1}{2}$ モニター屋根の場合と鋸歯屋根の場合について調査した成績を図2～図9に示した。これらの成績から舎内の気流分布、温度分布が、高床式と低床式でどのように異なるかを検

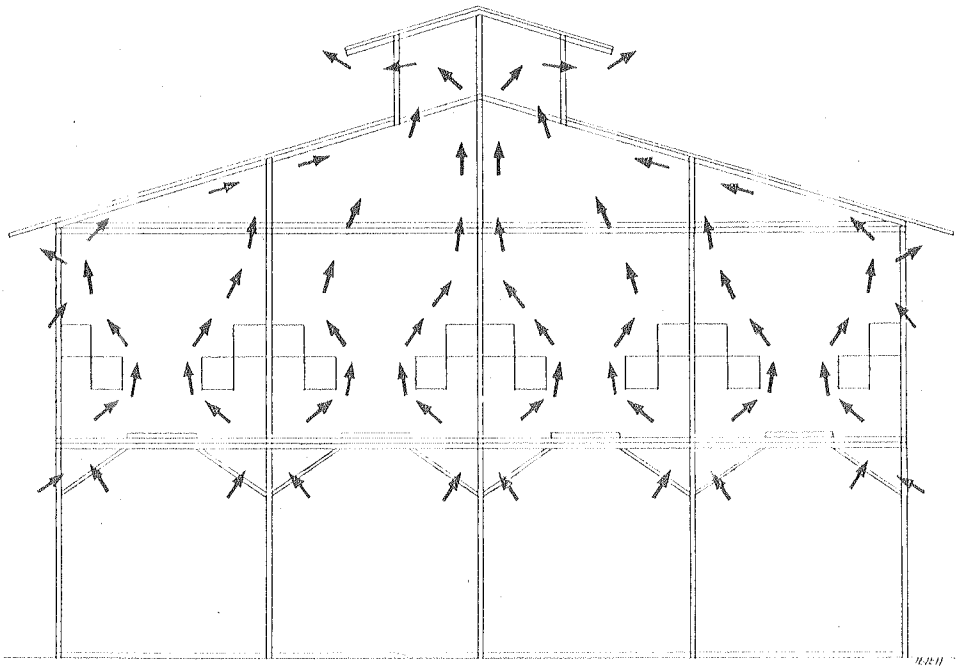


図2 高床式 $\frac{1}{5} \times \frac{1}{2}$ モニター屋根鶏舎の気流分布

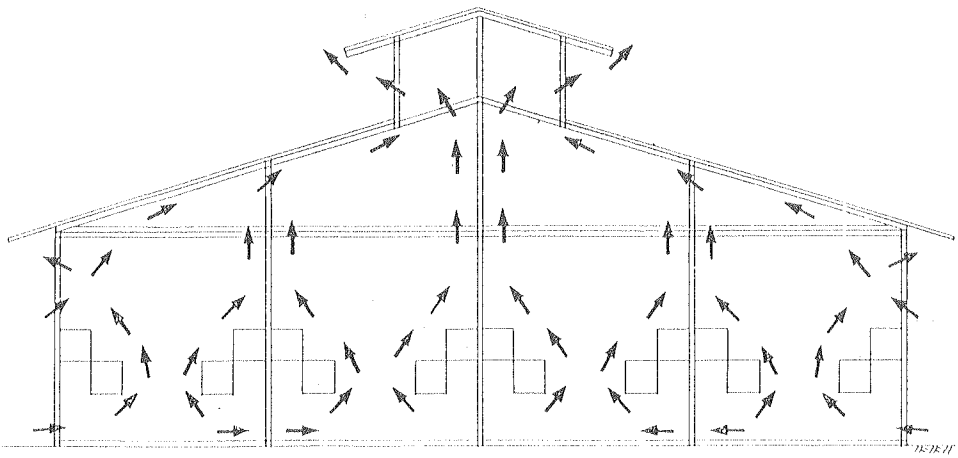
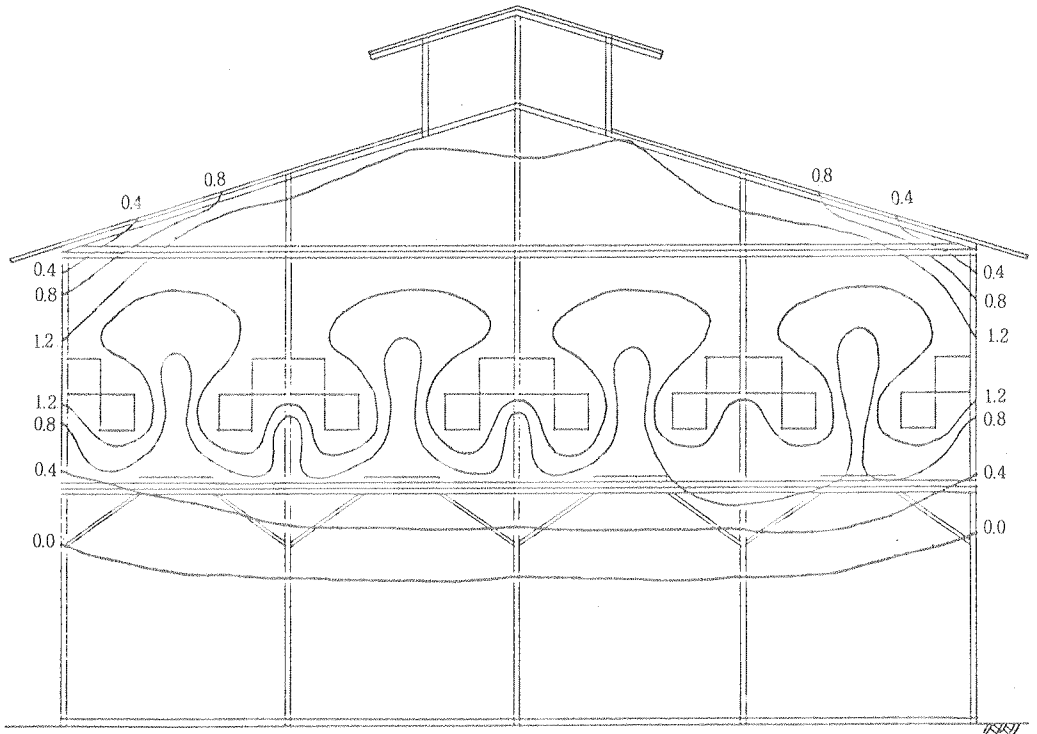


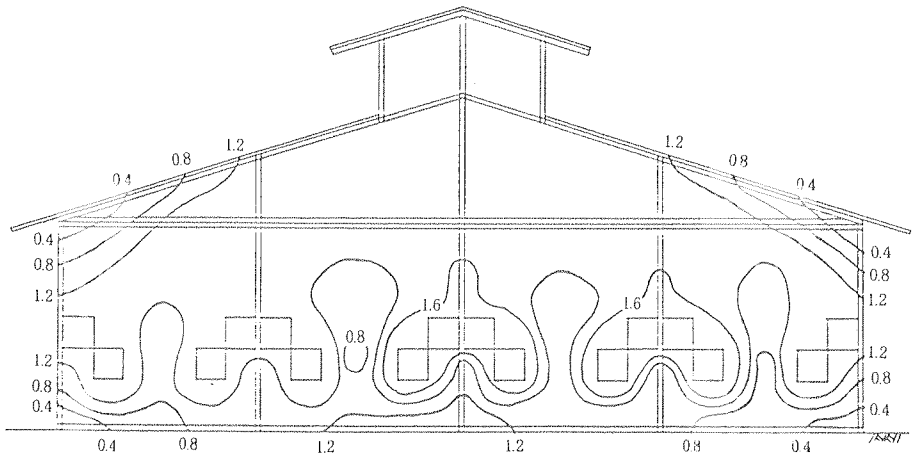
図3 低床式 $\frac{1}{5} \times \frac{1}{2}$ モニター屋根鶏舎の気流分布



(注) 鶏舎内外温度差百分率100%

屋根開口部床面積比0.19

図4 高床式 $\frac{1}{5} \times \frac{1}{2}$ モニター屋根鶏舎の内外温度差分布



(注) 鶏舎内外温度差百分率122%

図5 低床式 $\frac{1}{5} \times \frac{1}{2}$ モニター屋根鶏舎の内外温度差分布

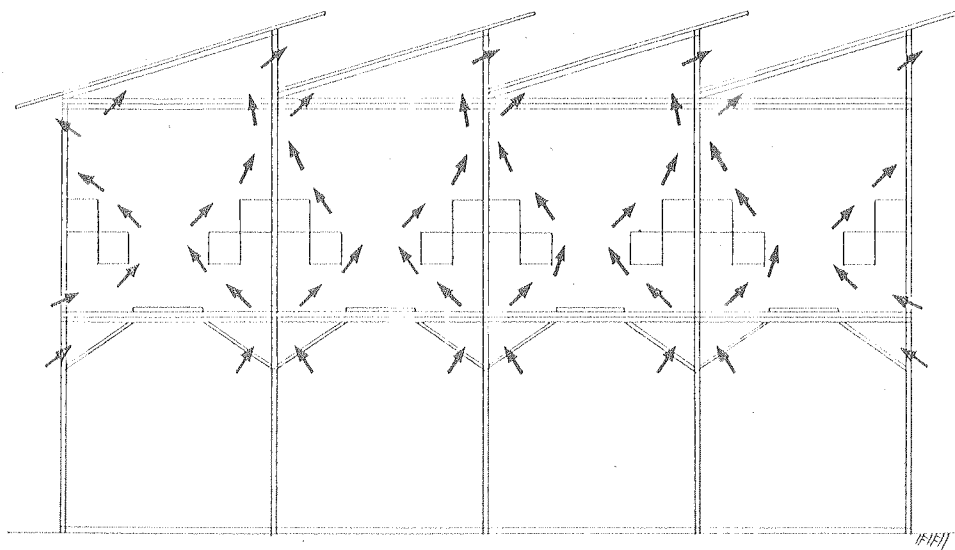


図6 高床式鋸齒屋根鶏舎の気流分布

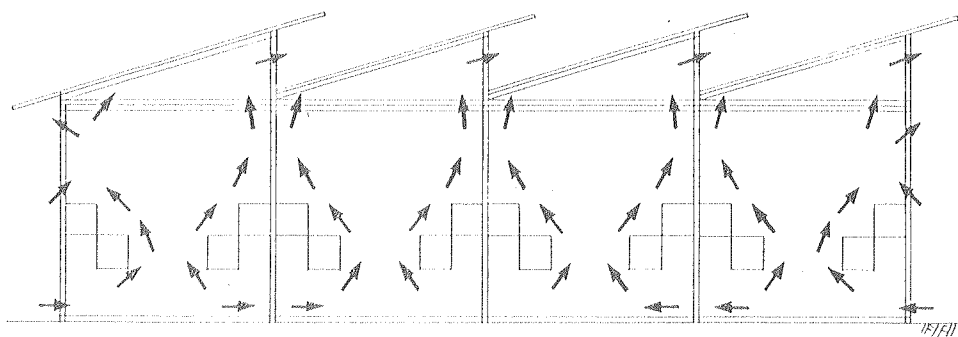
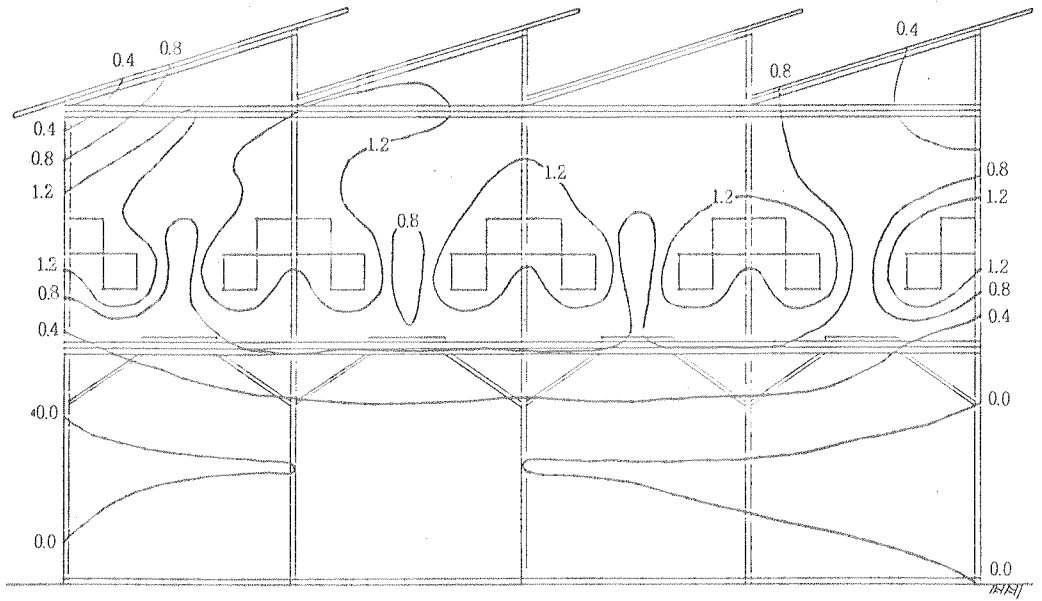
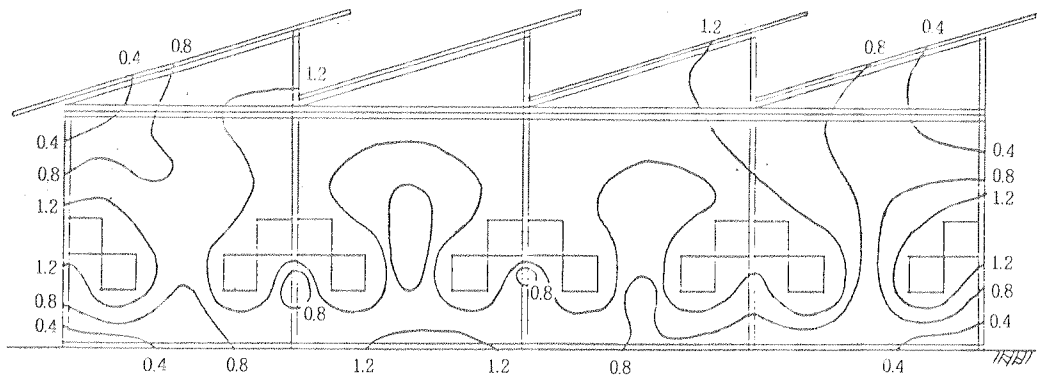


図7 低床式鋸齒屋根鶏舎の気流分布



(注) 鶏舎内外温度差百分率 9.3%
 屋根開口部床面積比 0.28

図8 高床式鋸齒屋根鶏舎の内外温度差分布



(注) 鶏舎内外温度差百分率 10.3%

図9 低床式鋸齒屋根鶏舎の内外温度差分布

討する。

- (1) $\frac{1}{5} \times \frac{1}{2}$ モニター屋根
 ア 気流分布

高床式の場合、舎内へ入る気流はケージ下開口部と側壁開口部で観察された。舎内へ入った気流はケージを取り巻くようにして上昇し、ほとんどがモニター両側の開口部から流出したが、一部は軒下からも流出した。

低床式の場合、入気は側壁開口部からのみならず、床上表面を中央に向かって流れる気流が観察された。舎内へ入った気流は、その後高床式と同様な分布を示した。

イ 温度分布

モニター屋根鶏舎は、屋根中央部から暖められた空気が流出するため、左右対称に近い温度分布を示した。

高床式では、ケージ上部から屋根裏にかけて暖められた空気の層がみられ、通路部には、ケージ下開口部と側壁開口部から流入した空気による低温域がみられた。

低床式の場合も、ケージ上部から屋根裏にかけて暖められた空気の層がみられたが、通路部の低温域は高床式よりも狭かった。鶏舎中央部の床上表面には、暖められた空気の層がみられた。

鶏舎内外温度差百分率は、高床式が100%、低床式が122%であり、高床式の方が22%低い値を示した。

(2) 鋸歯屋根

ア 気流分布

高床式、低床式ともに、舎内へ入った気流がケージを取り巻くようにして上昇するまでの過程は、モニター屋根鶏舎における場合と同様であった。しかし、屋根付近の気流は屋根型の影響を受け、モニター屋根のように1か所に集まることなく、各々の開口部から外へ流出した。

イ 温度分布

高床式の場合、ケージを中心に同心円状の温度分布を示し、外側ほど低温となった。通路部には、ケージ下開口部からの上昇気流による低温域が入り込んでいた。

低床式では、床面の一部と中央部付近のケージ

上部から屋根裏にかけて暖められた空気の層がみられた。舎内の低温域は高床式よりも狭かった。

鶏舎内外温度差百分率は、高床式が93%、低床式が103%であり、高床式の方が10%低い値を示した。鋸歯屋根鶏舎の内外温度差百分率は、高床式、低床式ともにモニター屋根鶏舎よりも低い値を示したのは、屋根開口部床面積比がモニター屋根鶏舎の約1.5倍 ($0.28/0.19$) があったためと考える。

2 屋根形状と鶏舎内外温度差百分率

屋根形状の違いが鶏舎内外温度差百分率に及ぼす影響を表2、図10に示した。以下、屋根形状と鶏舎内外温度差百分率との関係を検討する。

(1) モニター屋根鶏舎と鋸歯屋根鶏舎の鶏舎内外温度差百分率

屋根開口部床面積比に近い値を示す、高床式 $\frac{1}{3} \times \frac{1}{2}$ モニター屋根鶏舎 (比: 0.31) と高床式鋸歯屋根鶏舎 (比: 0.28) の鶏舎内外温度差百分率は、それぞれ87%、93%と大差ない値であった。また、これらの屋根開口部床面積比と鶏舎内外温度差百分率とは、ほぼ反比例する関係 ($0.31 \times 0.87 \approx 0.28 \times 0.93$) を示した。

(2) モニター形状と鶏舎内外温度差百分率

モニターの高さ/幅の比が $\frac{1}{2}$ の高床式鶏舎の場合、モニター幅を鶏舎開口の $\frac{1}{10}$ 、 $\frac{1}{5}$ 、 $\frac{1}{3}$ と広げると、屋根開口部床面積比は0.09、0.19、0.31と約0.1ずつ増加した。これに伴い、鶏舎内外温度差百分率も111%、100%、87%と約10%ずつ低下した。

モニター幅を鶏舎間口の $\frac{1}{3}$ に固定した高床式鶏舎の場合、モニター高さをモニター幅の $\frac{1}{3}$ 、 $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{1}$ と高くすることにより鶏舎内外温度差百分率も99%、87%、79%と低下した。しかし、その低下割合は、モニター高さがモニター幅の $\frac{1}{2}$ を越すと減少した。

表2 屋根形状と鶏舎内外温度差百分率との関係

屋根形状	屋根開口部床面積比 ²⁾	鶏舎内外温度差百分率 ³⁾	
		高床式鶏舎	低床式鶏舎
モニター屋根	$\frac{w}{W} \times \frac{h}{w}$	%	%
	$\frac{1}{3} \times \frac{1}{1}$	0.63	79
	$\frac{1}{3} \times \frac{1}{2}$	0.31	87
	$\frac{1}{3} \times \frac{1}{3}$	0.21	99
	$\frac{1}{5} \times \frac{1}{2}$	0.19	100
	$\frac{1}{5} \times \frac{1}{3}$	0.13	111
	$\frac{1}{10} \times \frac{1}{2}$	0.09	111
鋸歯屋根	0.28	93	103

注1) Wは鶏舎幅、wはモニター幅、hはモニター高さを示す。

2) 屋根開口部面積/床面積（建築面積）。

3) 高床式 $\frac{1}{5} \times \frac{1}{2}$ モニター屋根鶏舎の鶏飼養空間部内外温度差を基準（100%）とした百分率。

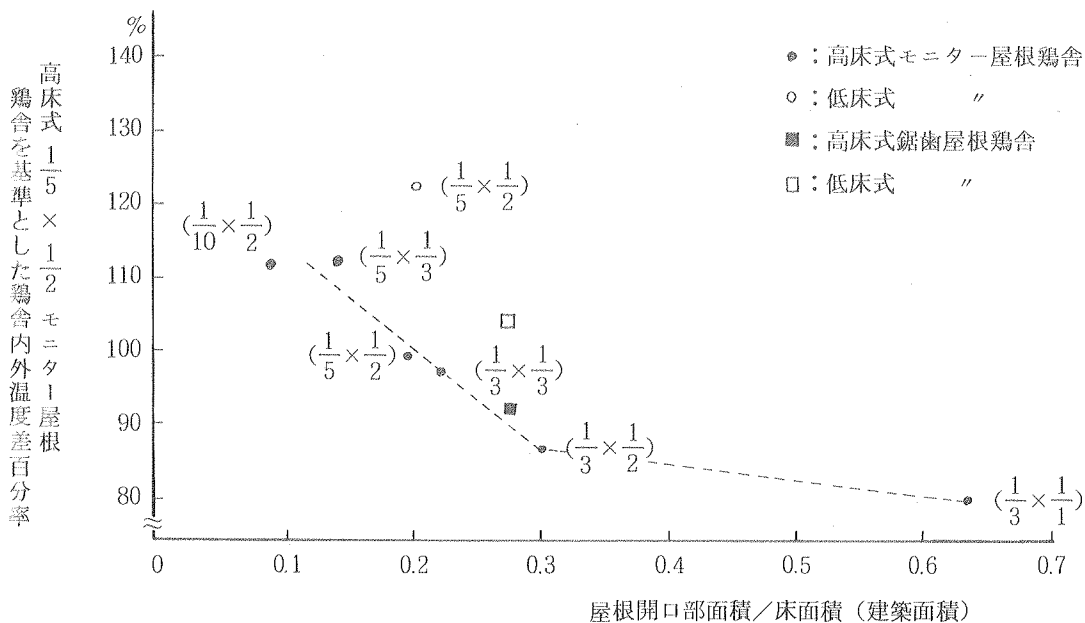


図10 屋根形状と鶏舎内外温度差百分率との関係

(注) ()内の分数はモニターの形状を表わす。

$(\frac{w}{W} \times \frac{h}{w})$ で、Wは鶏舎幅、wはモニター幅、hはモニター高さを表わす。

考 察

1. 高床式鶏舎と低床式鶏舎の舎内温度

高床式鶏舎では、ケージ下開口部から流入する上昇気流がケージ周辺の換気を促すので、低床式鶏舎に比べて舎内温度の上昇を10%~20%仰えることができた。低床式鶏舎においても、送風ダクト等でケージ下へ直接外気を送りケージ周辺の換気を促進することができれば、高床式鶏舎同様舎内温度の上昇を仰えたとともに、ふんを乾燥することも可能であると考える。

2 モニター屋根鶏舎と鋸歯屋根鶏舎の換気性能

屋根開口部床面積比が同じような値を示す高床式モニター屋根鶏舎と高床式鋸歯屋根鶏舎について、換気性能の指標となる舎内温度を測定したが、大差ない値であった。すなわち、太陽の輻射熱による影響を除き無風状態にした環境下での実験成績では、舎内換気は屋根型よりも屋根開口面積に支配されたといえる。従来、連棟鶏舎の屋根型といえば、勾配 $\frac{2}{10}$ ~ $\frac{3}{10}$ の鋸歯屋根が主流であったが、近年、舎内換気の促進を期待して連棟鶏舎にモニター屋根を採用する養鶏家が増えつつある。舎内換気は、屋根開口部面積に大きく支配されるという実験成績を考慮するならば、モニター屋根の形状は、屋根開口部床面積比が鋸歯屋根を下回らぬものを選定すべきであると考える。

3 モニター形状と換気性能

モニター鶏舎内の空気の流れを煙で可視化して観察したが、舎内で暖められた空気は、モニター幅の厚さでモニター内へ流入し左右に分かれて

開口部から外へ流出した。これらの観察結果から、モニター高さはモニター幅の $\frac{1}{2}$ 以上であれば良いが、むやみに高くしてもそれに比例して空気の流出量が増える訳では無いことが分かる。換気状態の指標である舎内温度も、モニターの高さ/幅の比が一定であれば、モニター幅が広くなるほど低下したが、モニター高さについてはモニター幅の $\frac{1}{2}$ を越えると低下割合が減少した。以上のことから、無風時に舎内換気をより促進するモニター形状とは、モニターの高さ/幅の比を $\frac{1}{2}$ 程度にし、直射日光が舎内に差し込まぬ範囲で、モニター幅をできるだけ広くした形ということになる。

要 約

無風時における開放型鶏舎の構造と換気との関係を調査するために模型実験を行い、次のような成績を得た。

1. 高床式鶏舎では、側壁開口部に加えケージ下開口部からも空気が流入した。このため換気が促進され、低床式鶏舎に比べて舎内温度の上昇を10%~20%抑制できた。

2. 太陽の輻射熱による影響を除き、無風状態にした環境下での舎内換気は、屋根型よりも屋根開口面積(広い程良好)に支配された。

3. モニター屋根鶏舎の舎内温度は、モニターの高さ/幅の比が一定であれば、モニター幅が広くなるほど低下した。しかし、モニター高さについては、モニター幅の $\frac{1}{2}$ を越えると低下割合が減少した。

謝

辞

本報告を行うにあたり、実験成績の使用を許可して下さりかつご助言いただきました農林水産省農業土木試験場農地整備部生産施設第2研究室の竹園尊室長、佐瀬勘紀研究員、村上里美研究員、並びに(株)大成建設の金子伯男氏に対し感謝の意を表します。

- 1) 村上里美, 小滝正勝, 佐瀬勘紀, 竹園尊, 金子伯男: 開放型鶏舎の温度差換気性状について, 昭和61年度農業施設学会大会講演要旨, 29—30, 農業施設学会, 1986.
- 2) 農林水産省農業土木試験場編: 屋根及び床構造が鶏舎の通気性に及ぼす影響, 農業土木関係研究成果情報, 28—29, 1987.
- 3) 勝田高司, 土屋喬雄: 室内空気分布の模型実験法に関する研究, 空気調和・衛生工学会論文集, 17, 1—10, 空気調和・衛生工学会, 東京, 1981.
- 4) Longhouse, A. D., Ota, H., and Ashby, W. (1960): Heat and moisture design data for poultry housing, *Agric. Eng.*, vol. 41, 567—576.