

北海道家畜管理研究会報

第 5 号

昭和 45 年 6 月

北海道家畜管理研究会

北海道大学農学部内
(札幌市北 9 条西 9 丁目)

賛 助 会 員

井関農機株式会社帯広技術部	帯広市西2条北1丁目
国際養鶏会社	江別市角山世田谷262
北原電牧株式会社	札幌市北19条東4丁目365
久保田鉄工株式会社 北海道支店	札幌市北3条西3丁目 富士ビル内
サツラク農業協同組合	札幌市苗穂町36
長瀬産業株式会社 札幌出張所	札幌市北3条西7丁目 酪農センター
日本農産工業株式会社 小樽工場	小樽市南浜町7丁目
日本配合飼料株式会社 小樽工場	小樽市堺町8
新日本製鉄株式会社 札幌営業所	札幌市北2条西4丁目 北海道ビル内
ホクレン酪農部	札幌市北4条西1丁目 北農会館
北海道農業電化協議会	札幌市大通東1丁目 北電サービス課内
北農中央会(畜産経営課)	札幌市北4条西1丁目 北農会館
北海道農業開発公社	札幌市北3条西7丁目 酪農センター
北海道糧食株式会社	小樽市色内町3丁目5番1号
北海道食糧産業株式会社飼料課	札幌市北2条西7丁目 北海道中小企業会館内
明治乳業株式会社北海道支社	札幌市大通西7丁目 酒造会館ビル内
森永乳業株式会社北海道事業所	札幌市北2条西4丁目 三井ビル内
雪印種苗株式会社	札幌市豊平美園2の1
雪印乳業株式会社酪農部	札幌市苗穂町36
スター農機株式会社	札幌市豊平3条6丁目
株式会社 磯角機械店	北見市大町42
檜崎産業株式会社 札幌支店	札幌市大通西5丁目 大五ビル
オリオン機械株式会社	札幌市北2条西4丁目 三井ビル
片倉チツカリン株式会社	札幌市北1条西1丁目 北宝ビル内

北海道家畜管理研究会報
第 5 号

目 次

第 8 回 研究会 (シンポジウム) 講演要旨

畜舎換気設計の前提、低温環境と乳牛・豚の反応	朝日田 康 司	1
畜舎換気的设计について	池 内 義 則	13
畜舎換気的具体的例	堂 腰 純	26
冬期間の畜舎環境と家畜の生産性について ——実態調査成績を中心として——	籠 田 勝 基・佐 藤 和 男	33

海 外 文 献 抄 録

換気設計における周波数アナログ	50
寒冷地における酪農に対し環境制御技術はどのように利用されているか	52
乳牛への濃厚飼料の群給与	54
豚の熱および水分損失および体重におよぼす風速増加の影響	56
豚舎環境の設計、計算における豚の実効温度について	60
環境温度および給飼回数が豚の産肉性におよぼす影響	62
肥育豚の増体および飼料効率におよぼす温湿度の影響	64
初生子豚と体温調節	66
鶏舎の環境調節がブロイラー生産に与える影響について	68
鶏における外因ストレスとその対処理機構 —— 温度と体温調節 ——	72

研 究 会 記 事	76
-----------------	----

研 究 会 会 則	77
-----------------	----

役 員 名 簿	78
---------------	----

会 員 名 簿	79
---------------	----



畜舎換気設計の前提、低温環境と乳牛・豚の反応

朝 日 田 康 司

(北 大 農 学 部)

家畜生産における最も経済的な畜舎構造あるいは環境制御システムの確立がひろく叫ばれているが、冬季舎飼管理上早急に解決がせまられている課題の一つに畜舎換気がある。もとより家畜管理技術は、生物学的観点のみでなく工学的観点からも検討しなければならないことは云うまでもないが、しかし、家畜と環境との相互関係の理解が基礎になるであろう。換気対策とてこの例外ではない。そこでこのような観点における低温環境と家畜生産について考えてみようと思う。

飼育適温範囲と低温環境下における家畜の反応

家畜は恒温動物であるから、体温をほぼ一定に維持し続け得てはじめて、正常な生活あるいは生産活動を営むことができる。体温調節機構は、形式的には次式のような方式で、家畜体と外囲との熱交換がなされるように働く。

$$H_P - H_L = \pm H_S, H_S \rightarrow 0$$

H_P : 熱発生量

H_L : 熱放散量

H_S : 体への熱蓄積量

すなわち、熱発生量と熱放散量が等しい場合、体温は一定に維持されるのである。熱発生量および放散量の大きさは、動物体および環境条件(とりわけ気象要素)によって影響され、一般に環境温度が低くなるにつれて熱放散量が増大し、皮膚血管収縮のみではとうてい放散量を防ぎ得ないので、化学的体温調節機構が働いて熱発生量を増やすことになる。この化学的体温調節がなされる温域より環境温度が高くなると、熱発生量が最低で、体温調節の反射がなく、皮膚血管の伸縮のみで体温を一定に調節できるような環境温度の範囲がある。これは熱的中性温域と呼ばれる。暑さ、寒さに対して中性であるという意味である。体温調節機構と代謝とが全く関係のない温域なので代謝不関域ともいわれる。熱的中性温域よりもさらに高温の範囲では、皮膚血管の開張と相俟って体からの蒸泄量が増えて、専ら物理的体温調節がなされる。この物理的調節が限界に達すると体温は上昇を始め、熱発生量も増えて来る。化学的調節温域、熱的中性温域、物理的調節温域では体温を正常に維持し得るので恒温適応域と呼ばれ家畜の生活、生産活動は可能であるが、家畜飼育の適温範囲とは、実は熱的中性温域と物理的調節温域に相当する環境温度範囲を云うのであり、熱発生量が最も少ないのであるから、家畜の生活、生産のエネルギーコストが最も少ない環境温度範囲なのである。

Sainsbury (1967, P28)は各種の試験成績を参考にして、第1表のような家畜ごとの適温範囲を示している。

一般的には、熱発生量のみでなく生体反応および生産反応を参考にして適温範囲を定める。

このような適温範囲で家畜を飼育するのが理想的ではあるが、われわれが環境条件に応じた家畜管理を行なう上で重要なのは、家畜の生産環境限界すなわち環境要因について生産の経済的限界を超えない範囲を知ることであろう。家畜生産においてきびしい環境は暑熱および寒冷環境である。いうまでもなく生産環境限界は環境要因の総合的効果であるから、これを固定的な数字とするのは正しくないが、一般に気温以外の環境要因の効果は比較的明らかにされていないのである。以下寒冷環境における家畜の反応を見ることにする。

牛：一般にヨーロッパ牛は耐寒性にすぐれ、耐暑性に劣ることが知られており、これは低温において呼吸数の減少、寒冷期に被毛が密に伸びること、立毛による被毛の断熱効果の増大、動静脈瘤の機構の発達、代謝率の亢進などによるとされている (Goodall & Yang, 1944)。

Yeck & Stewart (1959)は、ミズーリー大学での10年間の試験成績をとりまとめ、ホルスタイン種・ジャージー種・ブラウンスイス種ともに、適温範囲は $-1^{\circ}\text{C} \sim 24^{\circ}\text{C}$ で、ジャージー種は -1°C 、ホルスタイン種・ブラウンスイス種は -12°C で乳量の低下がみられるという。

一般に、冬季間の1日の最低気温と乳量の間には負の相関があり、乳脂率との間に正の相関がある (Stall & Rasch, 1961)が、開放式牛舎で -10°C 程度の低温下でも飼料給与量を増すとか風雨(雪)に対する遮蔽をすれば、乳量は 10°C におけると全く同じであったという報告もある (Dice, 1935; 1940)。Witzel (1952)も、開放式牛舎で -7°C までの温度低下は乳量に影響はなかったとしている。

一方、McDonald & Bell (1958, b)は、ホルスタイン種の乳量が、 $-5^{\circ}\text{F} (-21^{\circ}\text{C}) \sim 38^{\circ}\text{F} (3^{\circ}\text{C})$ の温度範囲において、平均温度 $25^{\circ}\text{F} (-4^{\circ}\text{C})$ 以下で有意に減少するが、決定的な影響を与えるのは1日の最低気温 (DMAAT)で、これが $10^{\circ}\text{F} (-12^{\circ}\text{C})$ 以下になると乳量の激減がみられることを示している (第1図)。しかもDMAATが $40^{\circ}\text{F} (4^{\circ}\text{C})$ から $0^{\circ}\text{F} (-18^{\circ}\text{C})$ に低下すると、乾物および可消化エネルギー摂取量が増え、乳生産の粗効率および正味効率がそれぞれ約10%、8.5%減少したという (McDonald & Bell, 1958, a)。

子牛の適温は第1表のように 10°C で、 4°C 以下では悪影響が出るとされているが、開放式牛舎で、 -18°C の低温でもとりわけ障害はなかったとする報告もあり (Witzel, 1952)、風を防ぎ且つ乾燥状態を保てるならば開放式牛舎での育成も可能とする (Sainsbury, 1967, P29)者もいる。

豚：Mount (1968)は既往の報告をもとに、 $12 - 23^{\circ}\text{C}$ で肉豚の発育がほとんど等しく最高であることから、体重 20Kg 以上の肉豚では維持エネルギーを最小におさえるには $15 - 20^{\circ}\text{C}$ が限度であるとしている。Sørensen (1962)は低温(約 3°C)での肥育は枝肉中脂肪が増すとし、Seymourら (1964)は屠体の品質に環境温はあまり関与しないが、環境温と給与蛋白レベルの交互作用を認めている。

しかし、これらの数字は気温のみに関することであって、物理的環境の他の要素との関連について触れてはいないのである。すなわち肉豚の場合には、床のタイプが重要で、例えばMcLagan & Thomson (1950)は、乾燥した敷料を用いるならば、簡単な仮小屋でも7℃(範囲1~13℃)で、整備された豚舎では3℃(範囲-3~11℃)で充分飼育可能であると称している。すなわち床が充分断熱され、乾燥敷料が使用されるならば、第1表あるいは上述の温度範囲以下でも効率的飼育が可能であることが示唆されるのである。Sørensen (1962)も第2表のような成績を得ており、敷料のほかに低温期における群飼の意義も認められる。

また、冬季間敷料を用いるならば、床の加温がもたらす効果はないようである(Lucas & Thomson, 1953; Barberら, 1955; Kazarian & Hoeffler, 1960)。

初生子豚は一般に体温調節機能が充分に発達していないが、その発達は早い(Newlandら1952)。しかも体重の大きい子豚ほど低温に耐えうる(Taylor, 1958)。出生時の気温-7~1.6℃で、体重の小さいものは4℃で死に至ったが、大きいものは0.6℃の温度でも生后3日間耐えたという。また、離乳期まで平均6.7℃で飼育可能であるが、飼料消費量は加温群よりはるかに多くなる(Gill & Thomson, 1956)ので、飼料経済からも冬季間は生后3週間の保温は必要であろう。離乳時体重、離乳までの育成率におよぼす加温の意義はCampbell & Paterson (1958)が示している。

豚の快・不快を決定するものは、前述のMcLagan & Thomson (1950)の報告を詳細に検討するまでもなく、温度のほかに風と温度であることはほぼ間違いないものようである。Irving (1964)は“豚の快・不快は観察で識別できる”と述べており、Sainsbury (1954)も同様な考えから、約200回の観察を行ない、豚の快適温度と風との関係を第3表のようにまとめている。發育につれて快適温域は広くなり20週齢以上では風さえ少なければ4℃でも不快とならない。また比較的温暖な気温でも風速が大であれば不快を与え、逆に低温でも風速が小ならば快適温度たりうることが読みとれる。

Smith (1964)によれば、第3表で不快を示すときの豚の熱放量は、快適時の熱放散量の125%であるという。

以上低温と牛・豚の反応についてみたが、湿度との関係はどうか。湿度は、単独では家畜の生産その他への影響は比較的小さいとされているが、高温環境ではその影響はきわめて大きい。人間における不快指数の乳牛への応用(Cargill & Stewart, 1966; Hahn & McQuigg, 1967)、適温~高温環境における気象環境の一元的表示法の研究(Bianca, 1962; Ingram, 1965; 三村ら, 1968)などは温湿度が家畜におよぼす影響を総合的に把握しようとする試みである。

冬季の代表的な不良環境である低温・高湿すなわち冷湿環境における牛・豚の反応をみた成績はほとんどないが、輻射、対流による熱放散量がいちぢるしく多くなるため、余分の熱発生を必要とし、ついには体温維持も困難になる(三村, 1965)。一般に畜舎内相対湿度は60~70%が適当とされている。

畜舎における熱と水分の発生量

換気設計に際し熱平衡の観点あるいは水分平衡の観点何れに立つにせよ、畜舎内の家畜の熱および水分発生量を把握しておく必要がある。

牛：前出 Yeck & Stewart (1959) は、スタンション牛舎における乳牛の全熱発生量と水分発生量を第2図のように示している。舎内温 18℃ を超えると水分量が急激に増えることに注意したい。

牛舎の温度は常に一定ではなく、一般には日内変動がみられる。Yeck (1955) は、舎内温度が一定の場合と日内変動をする場合の熱および水分発生量をみている。大要を第3～5図に掲げておく。第3, 4図にみる如く、舎内温が1日内で変動しても、その平均温度が、一定温に維持した場合の温度と同じであれば、体重 100 lb 当りの熱および水分発生量はほとんど同じレベルである。また第5図は舎内温の日内変動に対する熱および水分発生量の日内の変動をみたものであるが、時刻ごとにとみると、熱および水分の発生量の最高最低が、舎内の最高・最低温度を記録した時刻と同時に対応しないで2～4時間のズレがあることに注目したい。また水分を例にとると、舎内温が 10～40℃ 下 (-12～4℃、図の左上) では、水分発生量の時刻ごとの変動幅は小さく 0.14 lb/hr/頭であるが、60～110° 下 (16～43℃、図の左下) では 1.5 lb/hr/頭と変動幅が大きくなっていて、舎内温が比較的高く且つ日内変動の大きい場合の換気設計には時刻ごとの水分発生量の変動を考慮する必要がある。

豚：第6図は母豚と1腹の子豚こみの全熱放散量の分娩後の相様をみたものである (Bondら, 1952) 分娩後3週で体重 cwt 当りの全熱放散量が安定するものとみることが出来る。第7図は第6図における頭熱と潜熱をみたもので、分娩後7週間では両者はほとんど同じ量であるが、8週になると頭熱が潜熱を上廻るようになる。

肉豚および成豚の全熱放散量および水分発生量は第8, 9図に掲げる通りである (Bondら, 1959)。第8, 9図作成の基礎はそれぞれ次式によるものである。

$$Y = 2.477 + 0.034X_1 - 0.57X_2 + 0.148X_1^2 + 0.710X_2^2 - 0.313X_1X_2$$

ここで、Y：全熱発生量 (Btu/hr/頭) の常用対数

X_1 ：体重 (lb) の常用対数

X_2 ：気温 / 100, °F

$$Y = -0.961 + 0.291X_1 - 0.785X_2 - 0.146X_1X_2 - 0.029X_1^2 + 1.375X_2^2$$

ここで、Y：水分発生量 (lb/hr/頭) の常用対数

X_1 ：体重 / 100, lb

X_2 ：気温 / 100, °F

第9図の成績は、コンクリート床の場合であるが、床の形式の違いは水分発生量にも影響する。これを検討した Harman ら (1966) の成績を第10図に掲げる。図にみる如く、コンクリート床と床面積の35%をスノコ式にした場合とでは、水分発生量にほとんど差を認めないが、全面スノコ式にすると水分発

生量は約6割 ($0.08 / 0.19 \times 100 = 42\%$)も減るのである。なお、コンクリート床の場合、豚舎で発生する全水分量に占める豚体自体から発生する水分量の割合は、約50%でしかないことが報ぜられている (Bond, 1952)。これを第11図に示す。

最後に、冬季舎飼牛、豚の熱発生量と水分排出量を一括まとめた Sainsbury (1967, P81-82) の表を第4表に掲げておく。

あ と が き

以上牛・豚を対象として、冬季舎飼時の換気対策の前提となるべき事柄について文献紹介を試みたが、もとより充分なものではない。畜舎におけるアンモニア、二酸化炭素などのガス発生量、およびそれらの濃度と家畜の反応などについて触れることができなかった。鶏における研究比べ牛・豚とこれらガスとの関係を検討した文献が手もとにほとんど見当らなかったのである。冬季間舎内温 21°C 、相対湿度 $55 \sim 66\%$ に保つよう換気を行ない、しかも毎日清掃している豚舎でもアンモニアの発生が認められ、またスノコ式床の豚舎ではアンモニアのほか二酸化炭素、硫化水素、メタンなどが検出されており (Dayら, 1965)、この種の研究の今後の発展が期待されるのである。Roller (1965) も畜舎内汚染空気が家畜生産におよぼす研究の必要な所以を強調している。なお、上記 Day らは豚舎の臭気問題に取り組み始めているを付け加えておこう。

参 考 文 献

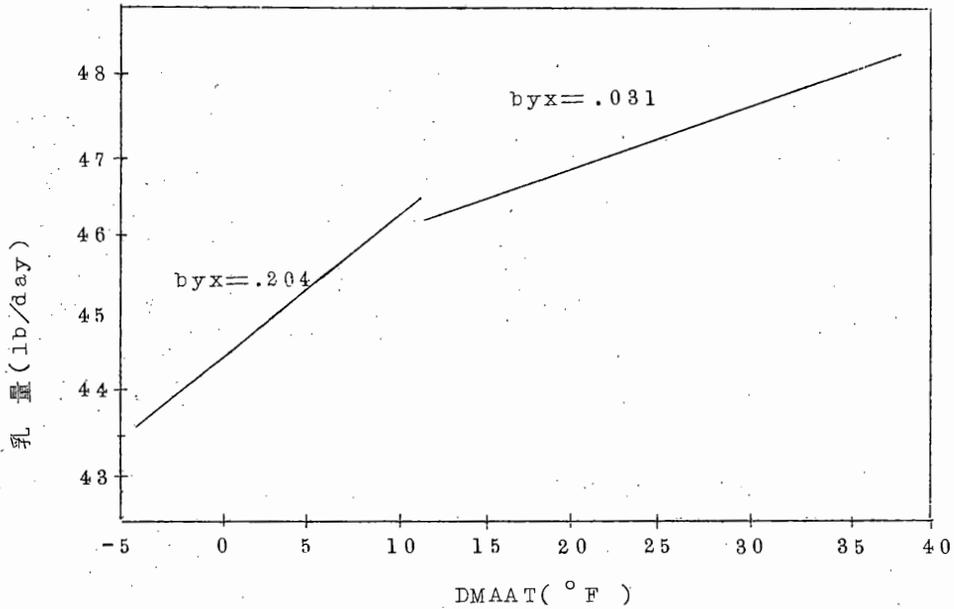
- Barber, R.S., Braude, R., & Mitchell, K.G. (1955) *J. agric. Sci.*, 46 : 31 - 36.
- Bianca, W. (1962) *Nature*, 195 : 251 - 252.
- Bond, T.E., Kelly, C.F., & Heitman, H., Jr. (1952) *Agr. Eng.*, 33 : 148 - 154; (1959) *Trans. ASAE*, 2 : 1 - 4.
- Campbell, R.C., & Paterson, H. (1958) *J. agric. Sci.*, 51 : 234 - 236.
- Cargill, B.F., & Stewart, R.E. (1966) *Trans. ASAE*, 9 : 702 - 706, 712.
- Day, D.L., Hausen, E.L., & Anderson, S. (1965) *Trans. ASAE*, 8 : 118 - 121.
- Dice, J.R. (1935) *J. Dairy Sci.*, 18 : 447 - 448; (1940) *ibid*, 23 : 61 - 69.
- Gill, J.C., & Thomson, W. (1956) *J. agric. Sci.*, 47 : 324 - 331.
- Goodall, A.M., & Yang, S.H. (1954) *ibid*, 44 : 1 - 4.

- Hahn, G.L., & McQuigg, J.D.(1967)ASAE paper 67 - 107.
- Harman, D.J., Dale, A.C., & Jones, H.W.(1966)ASAE paper 66 - 422.
- Ingram, D.L.(1965)Res. Vet. Sci., 6 : 9 - 17.
- Irving, L. (1964) Terrestrial Animals in Cold :Birds & Mammals.
In Adaptation to Environment (ed. by D.B. Dill)pp 361 - 377.
Am. Physiol. Soc.
- Kazarian, E.A., & Hoeffler, J.A.(1960)Quarterly Bull., Michigan
agric. Exp. Stat., 42 : 541 - 547.
- Lucas, I.M., & Thomson, W.(1953)J.agric. Sci., 43 : 192 - 198.
- McDonald, M.A., & Bell, J.M.(1958)a. Canad. J. anim. Sci., 38 :
148 - 159, b. ibid, 38 : 160 - 170.
- McLagan, J.R., & Thomson, W.(1950)J.agric. Sci., 40 : 367 - 374.
- 三村 耕 (1965) 家畜管理の技術,養賢堂, pp52 -53.
- 三村 耕ほか(1968): 農林水産業特別試験研究補助金による研究報告書
- Mount, L.E.(1968)The Climatic Physiology of the Pig. Edward
Arnold Ltd., p231.
- Newland, H.W., McMillen, W.N., & Reineke, E.P.(1952)J.anim. Sci.,
11 : 118 - 133,
- Roller, W.L. (1965)Trans. ASAE, 8 : 353 ; 357.
- Sainsbury, D.W.B.(1954)Ph. D. thesis, Univ. London, Sainsbury
(1967)より引用
- Sainsbury, D.W.B.(1967)Animal Health and Housing, Bailliere,
Tindall & Cassel.
- Seymour, E.W., Speer, V.C., Hays, V.W., Mangold, D.W., & Hazen,
T.E.(1964)J. anim. Sci., 23 : 375 - 379.
- Smith, C.V.(1964)Agr. Meteorol., 1 : 249-270.
- Sørensen, P.H.(1962)Influence of Climatic Env. on Pig Performance.
In Nutrition of Pigs and Poultry (ed. by J.T. Morgan & D. Lewis)
Butterworths, PP.88 - 103.
- Stall, W., & Rasch, D.(1961)Anim. Breed. Abstr., 29 : No.2000
- Taylor, J.G.(1958)U.S. Agr. Res. Serv. Ser., 42 : 19.
- Witzel, S,A.(1952)Agr. Eng., 23 : 635 - 642.
- Yeck, R.G.(1955)Univ. Mo. agric. Exp. Stat. Res. Bull., 595

第1表 家畜の適温範囲

	適温範囲
乳牛	50°F ~ 60°F (10°C ~ 16°C) 20°F ~ 70°F (-7°C ~ 21°C)でも乳生産に大きな影響なし
肉牛	20°F ~ 60°F (-7°C ~ 16°C)
子牛	生時 50°F ~ 60°F (10°C ~ 16°C) 子牛肉生産 60°F ~ 70°F (16°C ~ 21°C)
肥育豚	離乳時 75°F (24°C) 出荷時 60°F (16°C)
繁殖豚	50°F ~ 60°F (10°C ~ 16°C)
子豚	生時 80°F (27°C)

(Sainsbury, 1967)



第1図 乳量とDMAATの関係 (McDonald, 1958)

第2表 低温期(3℃)における肉豚(体重4.0 → 9.0Kg)におよぼす敷料および群飼の効果

	日増体量	F.U./Kg増体	供試豚
単飼, 敷料なし	0.45 Kg	5.9	3 頭
群飼, 敷料なし	0.63	4.3	5
群飼, 敷料あり	0.72	3.7	5

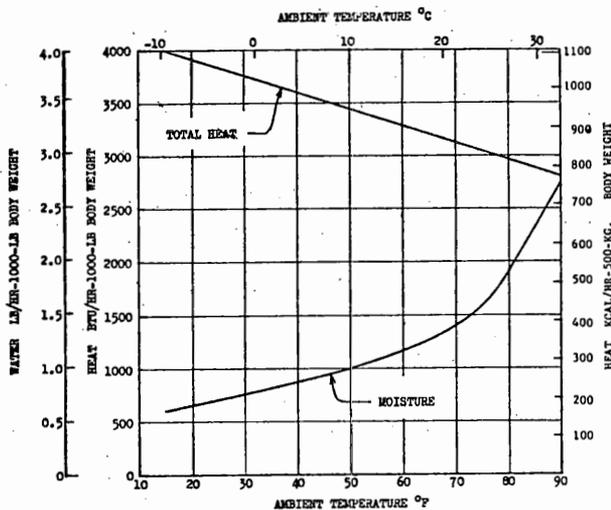
(Sørensen, 1962)

第3表 豚の快適温度と風速の関係

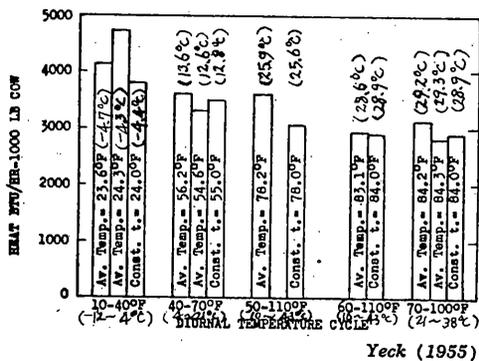
(○:快, ×:不快)

気温 (℃)	風速 (m / sec)		
	< 0.15	0.15 ~ 0.26	0.26 ~ 0.36
21	○	○	1~8週齢 ×
18	1週齢以下 ×	5週齢以下 ×	12週齢以下 ×
16	10日齢以下 ×	1~3週齢 ×	"
13	8週齢以下 ×	12週齢以下 ×	—
10	15週齢以下 ×	約16週齢以下 ×	—
7	16週齢以下 ×	14週齢以下 ×	20週齢以下 ×
4	20週齢以下 ×	20週齢以下 ×	"
2	×	×	×

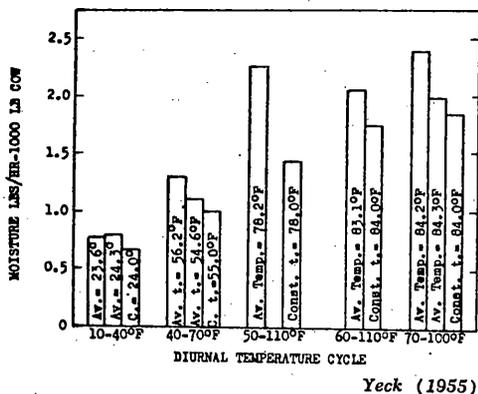
(Sainsbury, 1954)



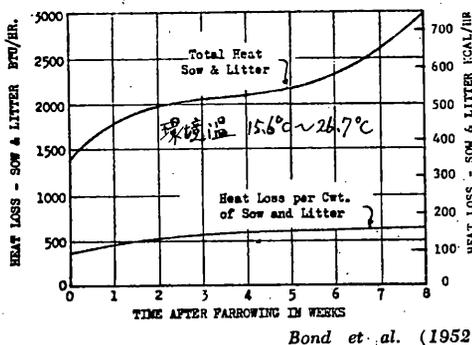
第2図 スタynchon牛舎における牛の全熱生量と水分発生量 (R.H.は55~70%, ストールの水分発生量を含む) (Yech & Stewart 1959)



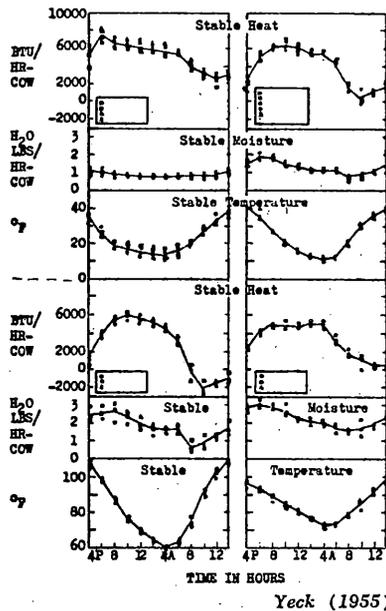
第3図 環境温度に日変動がある場合と完環境温度の場合の熱放散量の比較 (牛)



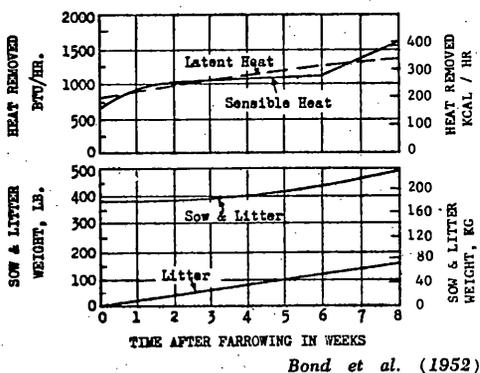
第4図 同上条件における蒸発水分量 (牛)



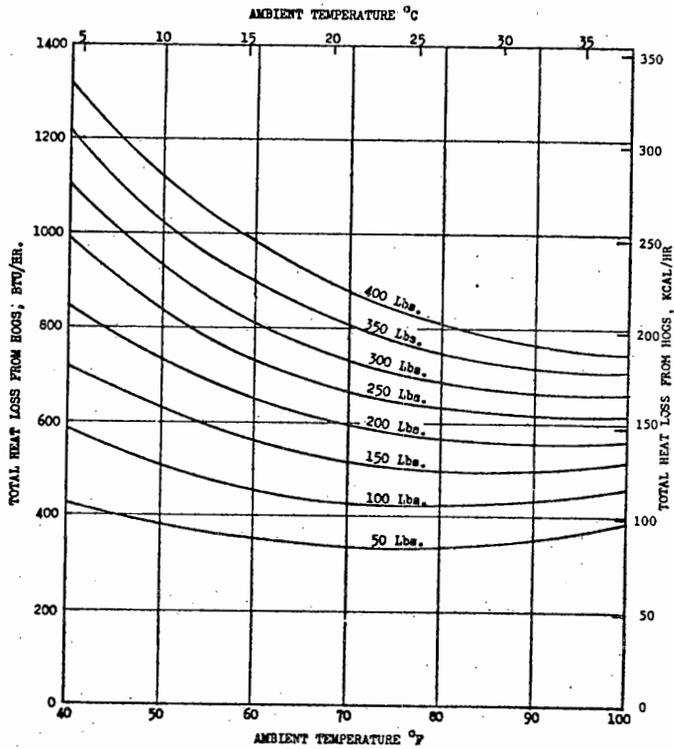
第6図 子付母豚とし腹子こみの分娩後8週までの全放散量の変化 (子豚数平均6頭)



第5図 第3, 4図の詳細 (日内変動)

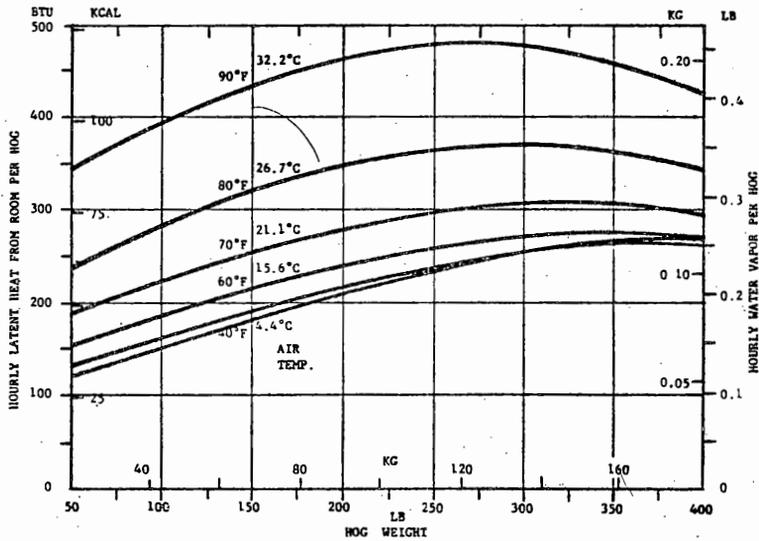


第7図 同上条件における顕熱潜熱の変化



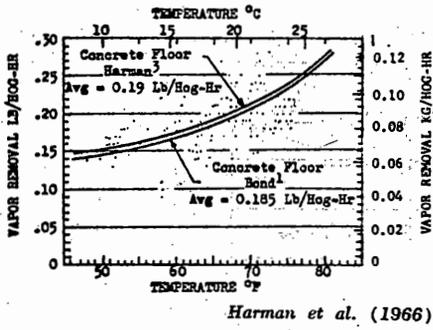
Bond et al. (1959)

第 8 図 肥育豚および成豚の体重別，環境温度別
全熱放散量（風速0.10~0.15m/秒，R.H.50%）

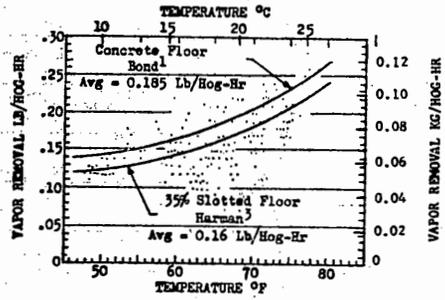


(Bond et al., 1959)

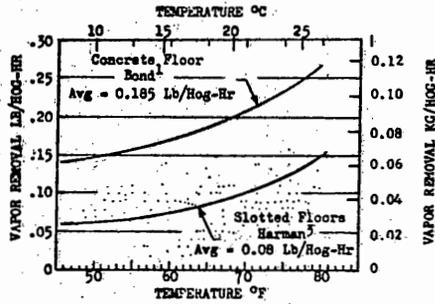
第 9 図 豚舎からの全潜熱放散量
コンクリート床，1日2回清掃，敷料は使わない
敷料を使うと潜熱は約 $\frac{1}{3}$ 増加する。風速0.10~0.15m/
m/秒，R.H.50%



第10図-1 豚舎で発生する水分量
コンクリート床の場合



第10図-2 豚舎で発生する水分量
一部(床面積の35%)スノコ式の場合



第10図-3 豚舎で発生する水分量
全面スノコ式床の場合

(a) 家畜からの発生熱量……これが換気装置設計の基礎となるもので、発生熱量は顕熱と潜熱とに分れ、顕熱は舍内温度の上昇に、潜熱は舍内水分の増加として現われる。

第1図⁽⁵⁾は乳牛の例を示すものである。図の中には全熱量と潜熱が示してあるが、その差が顕熱になる。Butchbaker等⁽⁶⁾は、豚について、体重別、温度別に発生熱量の詳細なデータを報告している。又、鶏についてはOta⁽⁷⁾及びKelley⁽⁸⁾等の研究がある。(第2, 3図)

(b) 家畜以外からの発生熱量……太陽熱、敷わら、建物材料、機械器具、電灯、人間、飼料、結露水など各種の熱源があり、且つ水分の供給源がある。

(4) 結露の想定

冬期の畜舎に結露がみられるが、結露の起こるのは畜舎内壁の表面温度 (t_s) が舍内空気の露点温度 (t_{dp}) より低い場合であり、次の条件式を満足すれば結露は生じない。

$$t_s = t_i - \frac{U}{b_f} (t_i - t_o) > t_{dp} \dots\dots\dots (1)$$

ここに t_i , t_o = 室内及び外気の温度 (°C)

U = 畜舎周壁の全体の熱貫流率又は熱伝達係数 (Kcal / $m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$)

b_f = 畜舎周壁の内部表面熱伝達率 (Kcal / $m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$)

第4図は式(1)に基いて描いた結露想定図である。本図において $U(t_i - t_o)$, t_i , RH_i のいずれか2つが決れば他の1つを見出すことができる。

(5) 保温(断熱)条件

換気と断熱ということは密接な関係があり、畜舎の場合、特に exposure factor なるものを定義している。即ち、次の式で表わされる。

$$\text{Exposure Factor} = \frac{\sum A U}{N} \dots\dots\dots (2)$$

ここに A = 熱の伝達される周囲面積 (m^2)

U = A の熱貫流率 (Kcal / $m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$) ((1) 式の U と同じ)

N = 家畜の頭数

U の値は第3表⁽⁴⁾から求められる。(第3表の K の値)

(6) Vapor Barriers の必要性

畜舎の内外の水蒸気分圧差により、水蒸気は舍内から周壁に浸透する傾向があるので、これを防ぐために壁の暖い側に Vapor Barriers を施す必要がある。

3 換気装置の設計

(1) 換気量(送風量)の決定

換気量を求めるには、ASAEハンドブックなどに示されているように、経験的に冬季、牛舎なら100 cfm/体重1000 lbとか、鶏舎なら3 cfm/羽とか、豚なら18 cfm/頭などと云われているが、理論的には畜舎内外の温度及び湿度の差から、熱平衡並びに水分平衡を考慮して基礎式から求める方法と、舎内の換気回数から求める方法とがある。

(a) 畜舎換気量決定の基礎式

畜舎の舎内負荷に Exposure Factor を考慮して熱平衡式から単位家畜頭数当りの換気量 Q (m^3/min) は

$$Q = \frac{v}{0.24 \times 60 (\Delta t)} \left[q_s - \frac{AU}{N} (\Delta t) \right] \dots\dots\dots (3)$$

ここに v = 畜舎内部空気温度における比容積 (m^3/Kg)

Δt = 畜舎内空気及び外気の温度差 ($^{\circ}C$)

$$\frac{AU}{N} = \text{Exposure Factor}$$

p_s = 頭熱発生量 ($Kcal/hr \cdot$ 単位家畜頭数)

又、水分平衡式から

$$Q = \frac{v}{60} \times \frac{q_L}{597.3 (\Delta w)} \dots\dots\dots (4)$$

ここに Δw = 畜舎内空気の絶対湿度差 (Kg/Kg)

p_L = 潜熱発生量 ($Kcal/hr \cdot$ 単位家畜頭数)

(3)および(4)式の p_s とか q_L は第1図から求められ、 v 及び Δw は空気線図から求められる。

又、これからの式の中、冬季の換気は湿度を下げるために行なわれるので(4)式を使用し、計算の結果、風量が大で温度が下り過ぎる場合には断熱を施す必要がある。

ストールバーンについて(3)および(4)式から計算した結果の1例を第5図に示す。第5図は、これから直接必要風量を見出すこともできるので、ASAEのYear Bookには、このような図が鶏舎や豚舎について多数発表されている。

(b) 換気回数から求める方法

次に、換気回数から求める場合、例えばルーズハウジングにおける搾乳室や牛乳処理室などは1時間に6回の換気が必要とされているので、この時の風量 Q' (m^3/min) は

$$Q' = \frac{\text{部屋の容積} (m^3) \times 6}{60} \dots\dots\dots (5)$$

から計算される。

(2) 換気扇の台数決定

(3)及び(4)式から例えば乳牛1頭当りのQの値が求めれば、換気扇の換気量から

$$\text{台数} = \frac{Q \times (\text{頭数})}{\text{換気扇の換気量} (m^3/min)} \dots\dots\dots (6)$$

によって求められる。

又、(5)式のQ' が分れば必要台数は

$$\text{台数} = \frac{Q'}{\text{換気扇の換気量} (m^3/min)} \dots\dots\dots (7)$$

として求められる。

(3) 入気口と排気口の設計

畜舎の換気は一般に排気式で、舎内の低圧を利用して新鮮空気を導入する。入気口の大きさが十分大きければ、0.5～1.0mm水柱の圧力差でよいと云われている。よく密閉された畜舎の場合は、特別入気口を設ける必要がある。牛舎の例として第6図に換気量と圧力差の関係を示した。又、第7図は種々の入気口(第8図)の特性を示すものである。第9図は排気口の1例である。

(4) 換気扇の運転法

換気扇の運転法は次のように分類される。

- ㊶ 換気扇1個……一定スピードのモーター駆動の換気扇をサーモスタットによって間歇運転する。
- ㊷ 換気扇1個……連続運転
- ㊸ 換気扇1個……モーターの速度を2段に変えて風量を調節する。
- ㊹ 換気扇1個……排気側にダンパーをつけて風量を調節する。
- ㊺ 換気扇1個……ダンパーの他に排気口を別に設け、両方で調節する。
- ㊻ 換気扇2個以上……1個は連続運転、他は間歇運転とする。
- ㊼ 換気扇2個以上……各換気扇を独立にサーモスタットで間歇運転する。

(5) 換気扇の位置

舎外の風向に向って排気しないように留意する。但し風に向って取り付けなければならない条件の場合は、静圧 $\frac{1}{8}$ インチ水柱で所要風量を持つ換気扇を用い、それに耐えられるモーターを選定する。

(6) 温度制御用サーモスタット

この位置の選定には2つの方法がある。

④ 換気される空間の比較的中心の一点

家畜のそば、水パイプや電灯などの近くを避け、機械的障害を受けない位置を選ぶ。高さは家畜の立っている高さとする。

⑤ 排気ダクトの中

この場合は、ダクト内の塵埃・水分その他の影響を受けないように注意する。

(7) 換気扇の配線

配線については、回路、過電流防止、リレー、スイッチ、配線法などに注意して行なわれるべきである。

む す び

以上は、主として強制換気の設計について述べたもので、自然換気については別な考え方がある。いずれにしても家畜環境を良くしようということは、多頭飼育の普及と共に重要な問題となり、自動制御換気やエアコンデショナーの設置なども研究されている現状で本橋が何らかの参考になれば幸いである。

参 考 文 献

- 1) ASAE Year Book : Design of Ventilation Systems for Poultry and Livestock Shelters, ASAE Data D.270, 1 (1968)
- 2) C.B.Richey : Ventilation of Building. Agricultural Engineers' Handbook P.635. McGraw - Hill Book Company Inc. N.Y. (1961)
- 3) Robert E.Stewart : Physical Environment and Confinement Housing of Dairy Cows Agr. Eng. Vol. 41. №9 (1960)
- 4) 井上宇市 : 空気調和ハンドブック, 丸善 (昭和44年)
- 5) Yeck R.G. and Stewart R.E. : A Ten Year Summary of the Psychroenergetic Laboratory Dairy Cattle Research at the University of Missouri. Transactions of the ASAE Vol.2 p.71~77(1959)
- 6) Butchbaker, A.F. and Shanklin, M.D., : Partitional Heat Loss of Newborn Pigs as Affected by Air Temperature, Absolute Humidity, Age and Body Weight. Transactions of the ASAE Vol.7 №4, pp.382 (1964)
- 7) A. D. Longhouse, Hajime Ota and Wallace Ashby : Heat and Moisture Design Data for Poultry Housing. Agr. Eng. Vol.41, №9

(1960)

- 8) Mitchel, H.H. and Kelley, M.A.R. : Estimated Data and On the Energy, Gaseous, and Water Metabolism of Poultry for Use in Planning the Ventilation of Poultry House. Jour. of Agr. Research, Vol. 47, pp. 735 ~ 747 (1933)

第 1 表 家畜に対する最適条件

家畜の種類	温度 (℃)	湿度 (%)
乳牛	5 ~ 10	60 ~ 75
産卵鶏	13	75
豚	16 ~ 21	60 ~ 70

第2表 (a) 毎時間の平均気温(札幌)(℃) (1909~1918)

時刻 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間平均
1 h	-7.49	-6.44	-3.47	2.35	6.98	12.04	16.31	17.95	13.51	7.21	1.93	-4.72	4.68
2	-7.53	-6.57	-3.68	2.03	6.72	11.88	16.13	17.69	13.21	6.94	1.86	-4.68	4.50
3	-7.67	-6.79	-3.97	1.85	6.51	11.74	16.95	17.49	13.00	6.74	1.79	-4.75	4.32
4	-7.73	-6.83	-4.10	1.78	6.30*	11.55*	15.82*	17.30	12.78	6.49	1.72	-4.78	4.19
5	-7.75	-7.01	-4.31*	1.70*	6.51	11.97	15.94	17.26*	12.56*	6.39	1.65	-4.76	4.18*
6	-7.76	-7.03*	-4.30	2.47	7.84	13.29	16.87	18.17	12.91	6.34*	1.61*	-4.96	4.62
7	-7.81*	-6.99	-3.19	4.19	9.65	14.74	18.13	19.99	14.95	7.70	1.91	-5.00*	5.69
8	-7.16	-5.68	-1.68	5.65	11.21	15.98	19.31	21.58	17.04	10.09	3.04	-4.24	7.09
9	-5.77	-4.26	-0.51	6.86	12.59	17.14	20.27	22.83	18.53	12.05	4.27	-2.90	8.43
10	-4.66	-3.22	0.10	7.79	13.55	18.00	21.09	23.77	19.48	13.24	5.21	-1.87	9.37
11	-4.04	-2.58	0.54	8.33	14.25	18.71	21.68	24.37	19.95	13.86	5.74	-1.44	9.95
12	-3.75	-2.20	0.78	8.64	14.53	19.11	22.08	24.77	20.21	14.30	5.93	-1.21	10.27
13	-3.57	-1.99	0.89	8.79	14.64	19.03	22.14	24.89	20.29	14.33	5.97	-1.20	10.35
14	-3.63	-2.02	0.85	8.67	14.40	18.69	21.98	24.63	20.21	14.16	5.72	-1.42	10.19
15	-4.02	-2.38	0.58	8.26	13.94	18.17	21.52	24.10	19.82	13.63	5.18	-1.92	9.74
16	-4.75	-3.05	0.20	7.57	13.25	17.48	20.98	23.35	19.12	12.67	4.18	-2.82	9.01
17	-5.62	-3.99	-0.53	6.79	12.35	16.76	20.28	22.47	18.03	11.02	3.29	-3.45	8.12
18	-6.08	-4.77	-1.37	5.61	11.16	15.91	19.37	21.44	16.52	9.82	2.83	-3.82	7.22
19	-6.47	-5.29	-1.88	4.66	9.91	14.74	18.34	20.21	15.51	9.09	2.54	-4.07	6.44
20	-6.56	-5.55	-2.13	4.10	9.08	13.84	17.63	19.56	14.95	8.60	2.40	-4.26	5.97
21	-6.76	-5.60	-2.45	3.72	8.63	13.38	17.27	19.12	14.53	8.27	2.25	-4.46	5.66
22	-6.90	-5.79	-2.68	3.44	8.09	13.03	17.01	18.69	14.14	7.93	2.12	-4.59	5.38
23	-7.11	-6.05	-2.91	3.09	7.81	12.76	16.79	18.41	13.81	7.61	1.98	-4.72	5.13
24	-7.30	-6.30	-3.07	2.78	7.44	12.49	16.61	18.19	13.53	7.24	1.84	-4.80	4.89
1日平均	-6.16	-4.93	-1.76	5.05	10.31	15.10	18.73	20.76	16.19	9.83	3.21	-3.62	6.89

第2表 (b) 毎時間の平均相対湿度(札幌) (%) (1909~1918)

時刻	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間平均
1	h	83.6	83.5	79.9	80.0	84.1	91.4	93.1	92.5	91.5	88.1	81.7	80.4	85.8
2		83.5	83.7	79.6	81.1	84.2	91.3	93.2	93.0	91.8	88.5	81.8	80.1	86.0
3		83.8	84.6	80.7	81.7	85.0	91.4	93.5	92.9	92.4	88.9	82.2	80.6	86.5
4		83.8	84.7	81.0	81.4	85.5	91.9	93.7	93.2	92.8	89.2	82.1	80.4	86.7
5		83.4	84.9	81.5	80.8	84.8	90.9	93.3	93.1	93.1	89.4	82.1	80.3	86.5
6		83.8	85.1	81.1	78.0	80.7	86.4	90.7	90.6	92.4	89.5	81.5	80.7	85.0
7		84.7	84.8	75.8	72.1	75.0	81.8	86.1	84.4	86.7	86.6	80.6	81.2	81.7
8		81.4	79.3	68.8	67.8	70.1	77.5	82.1	78.9	78.8	79.0	76.7	77.3	76.5
9		75.3	73.4	65.2	65.1	65.2	73.6	78.6	74.4	73.5	71.5	72.0	70.9	71.6
10		70.5	68.6	65.1	62.3	62.0	70.4	76.1	70.9	69.2	67.3	68.2	66.1	68.1
11		69.0	67.5	64.0	60.8	59.6	68.0	74.2	68.7	67.4	64.3	66.0	65.6	66.3
12		68.9	66.6	63.9	59.7	58.7	67.2	72.7	67.6	66.6	62.7	65.0	64.8	65.3
13		69.9	67.0	64.5	59.7	58.3	67.5	72.7	67.4	66.3	62.8	65.3	66.7	65.7
14		71.2	68.0	65.6	59.6	59.1	69.0	73.4	68.4	66.9	63.4	66.0	68.2	66.6
15		73.4	70.0	66.6	60.9	60.2	70.2	75.0	70.6	67.8	65.6	68.8	70.7	68.3
16		75.8	72.6	67.8	63.2	62.7	72.7	76.7	73.7	71.0	70.4	73.4	75.0	71.2
17		79.2	76.1	70.9	66.1	66.3	75.3	79.5	77.4	76.9	78.2	76.8	77.4	75.0
18		80.4	80.1	74.5	71.1	71.2	78.4	83.1	82.3	83.7	82.5	78.2	73.9	78.7
19		82.2	80.9	75.8	74.9	76.3	83.4	87.3	87.8	86.8	84.1	78.9	79.8	81.5
20		81.9	81.2	76.4	76.8	79.6	87.0	90.3	89.8	88.8	85.3	79.5	79.6	83.0
21		83.1	81.2	77.5	77.2	80.7	88.9	91.2	90.7	89.5	85.4	79.7	80.0	83.8
22		83.7	82.0	77.5	77.7	82.2	89.6	91.8	91.7	90.0	86.0	80.0	80.1	84.4
23		83.3	81.8	78.5	78.4	82.2	90.4	92.3	92.0	90.5	86.8	80.5	80.0	84.7
24		83.4	82.7	78.7	79.7	73.6	90.9	92.5	92.1	90.7	87.5	80.9	79.9	85.2
1日平均		79.1	77.9	73.4	71.5	73.2	81.1	84.7	82.7	81.9	79.3	76.2	76.0	78.1

*第2表(a)および(b)はすべて下記文献による、気温表の*印は、その月の時刻別の最低温度を示す。

T. Okada: Climate of Japan 1931

第3表 (a)壁の熱貫流率 (Kcal/m²h℃)

木 造 外 壁			
	内 部 仕 上	外 部 下 見 板	外 部 ス タ ッ コ 塗
し 仕 っ く い 上	木 ず り	1.22	1.46
	メタルラス	1.27	1.56
	プラスタボード	1.22	1.46
	アルミフイル	0.93	1.07
	メタルラス { 岩綿充填	0.30	0.31

コ ン ク リ ー ト 外 壁

外部仕上	厚 (cm)	内 部 仕 上			
		な し	プラスタ 1.3cm	プラスタ (木ずり)	プラスタ (メタルラス)
モ ル タ ル	10	4.40	-	-	3.20
	15	3.85	3.40	1.90	2.05
	25	3.02	2.78	1.66	1.80
	40	2.34	2.15	1.42	1.51
石 貼 り	15	2.98	2.78	1.66	1.75
	25	2.50	2.30	1.51	1.56
	40	2.00	1.85	1.27	1.37

間 仕 切 壁

	表 面 仕 上	一 枚 壁	二重壁 (中空)	二重壁 (保温材充填)
木 造	しっくい (木 ず り)	3.00	1.66	0.32
	＃ (メタルラス)	3.36	1.90	0.32
	＃ (しっくい板)	3.00	1.66	0.32
		しっくい仕上 (片面)		同左 (両面)
	コンクリート厚 (10cm)	2.90		2.72
	コンクリートブロック (孔明)	1.66		1.50

畜舎換気の具体的例

堂 腰 純

(北大農学部農業工学科)

は し が き

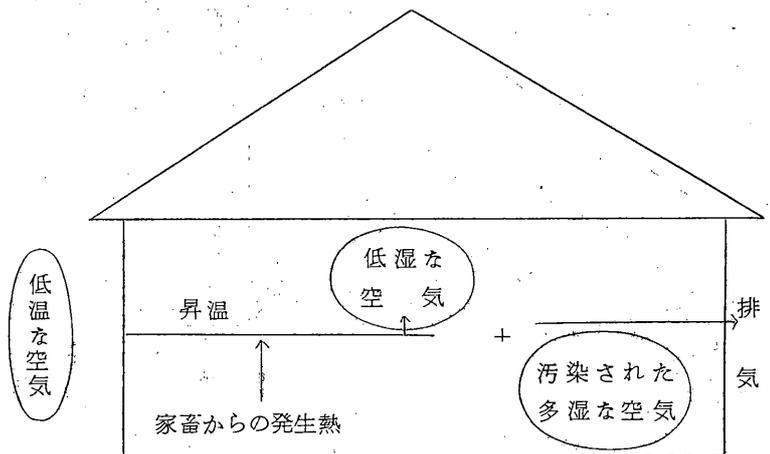
畜舎環境が家畜の生産性に対し大きな影響を与えていることは周知の事であり、その対策として換気の必要性があることも実務家の熟知するところである。しかし北海道の如き寒冷地においていかに換気するかと云うことは畜舎の断熱と大きな関係を有するためなかなか容易でない。本報告はその具体策の1例にすぎないが、寒冷地における換気対策の一助になれば幸いである。

換気を実施できる条件

大型でかつ密飼とする近代畜産業は従来の規模も小さく粗飼の時には想像しなかった障害を生じている。すなわち外気温が低下した時寒さを防ぐため窓や扉を閉めた後の舎内結露が著しくなり、天井からしづくがしたり落ちる現象が到るところで見られる。またさらに寒さが増すと床面が凍り、天井は霜ツララができる。飲水さえ凍る状態になる。しかも舎内は刺戟臭が強く、呼吸性その他の伝染病が発生し、飼育成績がとみに低下する。この様な状態で換気により環境改善をしようとしても根本的に不可能である。換気をする事によってむしろ舎内温低下とさらにわるくなる。夏期の換気は冬季間とは別に高温障害対策として重要であるが本文においては省略する。

冬季間換気できるかできないかは家畜の発生熱(体および呼吸による)を利用できるかできないかにかかっている。すなわち放熱型(非断熱)畜舎においては換気は実施できない。

寒冷多湿な外気であっても、舎内に導入されてあたためられれば昇温と同時に低湿となることから、家畜の発生した多湿な空気と混合して舎外に排出することが畜舎の除湿と汚染空気の排出に役立つのであり、寒冷な外気をあたためるエネルギーは絶対必要となる。このことから断熱畜舎は家畜の発生熱量を利用することが可能であり、放熱型畜舎は暖房しない限り換



気はできない。また断熱は天井、屋根および壁面が重要であるが、一般に窓の断熱は軽視される傾向にあり、近年欧米の畜舎設計に見られる通り、窓面積はできる限り小さくかつ2重にし、隙間風の入らない構造とすべきであろう。断熱の詳細についてはここでふれないが換気を実施することができるための前提条件となる断熱材の所要厚み算定の試算の1例を示す。

帯広地方において600Kgの乳牛60頭を飼育する場合(略算)。

収容重量 36トン

牛舎の大きさ $50\text{ m} \times 11.5\text{ m} \times 2.5\text{ m}^*$

1月平均気温 $-9.3\text{ }^\circ\text{C}$

(1月日最高平均気温 $-2.5\text{ }^\circ\text{C}$ …… 参考)

1月日最低気温平均 $-16.8\text{ }^\circ\text{C}$

1月日最低気温の記録 $-34.9\text{ }^\circ\text{C}$ (S21-1-31)

以上の資料より設計最低気温を $-20\text{ }^\circ\text{C}$ とし、その場合の相対湿度を75%と仮定し、畜舎内の温度を5 $^\circ\text{C}$ 、相対湿度を75%として必要熱量を計算すると(湿り空気の熱計算)8Kcal/Kgとなる。

5 $^\circ\text{C}$ における乳牛1トン当りの発生熱量(顕熱、潜熱)は毎時1,600Kcal(別資料)となっている。

また $-20\text{ }^\circ\text{C}$ における必要換気量は1トンにつき毎分 2.4 m^3 (別資料)であり36トンについて

$$2.4\text{ m}^3/\text{min} \times 36\text{ ton} = 86.4\text{ m}^3/\text{min} = 5,180\text{ m}^3/\text{hr} = 6,540\text{ Kg}/\text{hr}$$

すなわち昇温のための必要熱量は

$$8\text{ Kcal} \times 6,540 = 51,800\text{ Kcal}/\text{時}$$

発生熱量は

$$1,600\text{ Kcal} \times 36\text{ ton} = 57,600\text{ Kcal}/\text{時}$$

従って建築より放熱する分として許容される放熱量は

$$57,600 - 51,800 = 6,300\text{ Kcal}/\text{時}$$

となる。

この畜舎の放熱総面積は

883 m^2 (*床面熱受援で除き、屋根こうばいを考慮せず平均放熱として計算するが実際の場合には、それぞれ分離計算するとよい)

上記の数値より許容熱貫流率を求めると

$$6,300 / 883 \times \{5 - (-20)\} = 0.289$$

$$\doteq 0.3\text{ Kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{hr} \cdot \text{ }^\circ\text{C}$$

熱貫流率を0.3とし吸湿性のない断熱材として熱伝導率0.03(Kcal/m \cdot hr \cdot °C)(参考スタイロフォーム)を利用した場合

$$0.03 / 0.3 = 0.1\text{ m}$$

すなわち1.0cmの断熱材厚みを必要とする。

ちなみに米国において認められているストールパンの天井および壁の熱貫流率は夫々 0.37 および 0.45 であるが、冬季間ごく寒い地方としては 0.3 ~ 0.35 におらえる必要があろう。

換気量の調節はいかにするか

畜舎の換気量は夏大にして冬小にすべきであるが換気扇をどの様に運転すべきか、現在完全にわれわれの要求を満足すべき製品もなく方法も確立されていない。ここで次の事柄をあらためて認識しておく必要があろう。

- 1 家畜は舎内にあっては 24 時間呼吸を継続しているものであり、日中のみの換気で夜間停止することは多湿、結露、空気汚染防止上極めて好ましくない。家畜に悪影響を与える可能性が十分にある。
- 2 気温の日変化により日中は気温高く、夜間において低いことから換気量は日中多く、夜間少くすることがよい。

以上のことより

換気量の調節が必要となる。その方法としては

- 1 換気扇のプロペラの回転数を調節する、電圧調節の方法もあるがモーターの特性上焼損のおそれあり好ましくない。極く特殊なもの以外利用できない。
- 2 換気扇の運転台数を減ずる。これは空気の流れ道に冷気流の場所を作り、またほとんど空気の動きのない汚染場所ができ易い。
- 3 換気扇の運転時間の調節、例えば 10 分間中 3 分間運転し、7 分間休止すると云うやり方であるが、休止中の換気扇のシャッターの閉まりが確実に断熱性のあるものがない。
- 4 以上の何れかの方法の併用が考えられる。

現在北海道の畜産のためにこれらの問題のためにメーカーの協力も得られていないし換気扇自身の問題を解決しなくては換気問題は解決しないと云って差与えない。

いまここに畜舎内の換気として 24 時間中空気の動きが連続的に与えられ、また換気量の調節をしようとするならば 4 の併用方式が考えられよう。すなわち最低気温時に相当する必要換気量は連続運転によって与えられ (2) 気温の上昇に伴って増加した換気量は運転時間調節するならば、常に連続して空気の流れを与え、かつ風量調節が可能であろう。またサーモスタットを使用して換気扇運転調節の方法も外国においては用いられているが、わが国の様に断熱材利用が十分普及していないところにおいては設定温度が少し高いところにセットするとほとんど換気扇が動かないと云う欠点が生じやすい。したがって許容最低温度にサーモスタットを設定して併用する方がむしろ好ましいと云えよう。

連続運転換気扇……………最低平均気温により設定

時間調節換気扇……………予め外気温と換気量の関係を求めタイマー時間の設定をする。1日 3 ~ 4 回調節とする。

サーモスタット……………時間調節と併用する。

換気量は牛・豚・鶏とそれぞれ異りまた日令、年令等によって適正風量が研究されている。しかし尙今後に残された問題も多く、日令と外気温および換気量については鶏しか利用できるものがなく、牛・豚については体重によって換気量を求めており、従って建築構造上の気密の程度によっても大きく左右され易く、実際の換気扇運転については十分注意深く、適正換気量になっているかどうかを検討しながら操作する必要がある。ここでは換気扇そのもの、取付位置、高さ等については別にゆづるとして排気方式(負圧方式)が圧入方式(正圧方式)かについて若干考察を試みよう。正圧方式とは換気扇によって外気を舍内に加圧導入方式であるが一般に管理人室や飼料庫が併設畜舎では臭気のため採り入れられない方式である。しかし畜舎間隔の極めて接近した集団育雛舎等においては初生ビナの Marek 氏病その他の伝染病を阻止するために完全濾過空気を加圧導入によって成功している例が外国にみられ今後わが国において十分検討に値する事柄であろう。従って若令期を除いて育成段階以降については排気方式がとられることが多い。

前記の考察にもとづいて次に換気計画表の1例を示そう。

畜舎換気計画表 (例)

- ① 1頭当り体重 m (Kg)
- ② 収容頭数 x (頭)
- ③ 総体重 M (トン)
- ④ 設備風量設定外気温 $T_{max} > 5^{\circ}\text{C}$ T_{max} が大きくなれば、換気扇台数が多くなるが 5°C 以上は必要であろう。
- ⑤ T_{max} $^{\circ}\text{C}$ における1トン当り風量 Q_{T_0} (m^3/mm)
- ⑥ 各温度1トン当り換気量 Q_0 (m^3/mm)
- ⑦ 設備風量 Q_{M_0} (m^3/mm) = $Q_{T_0} \times M$
- ⑧ 換気扇種類決定 連続運転換気扇風圧は時間調節換気扇風圧より多少大き目
- ⑨ 換気扇1台当り風量 Q_{F_0} m^3/mm 入気口断面積と風量特性より算出
- ⑩ 換気扇1台当り入気口断面積 A_0 (m^2)
- ⑪ 換気扇台数算出 n (台) = $Q_{M_0} \div Q_{F_0}$
- ⑫ 入気口総断面積 A (m^2) = $A_0 \times n$
- ⑬ 換気口(入気口)直径 l (m) 円形の場合
- ⑭ 換気口断面積 a (m^2)
- ⑮ 換気口個数 b (個) = $A \div a$
- ⑯ 設計最低外気温 T_{min} 気象記録より決定
- ⑰ T_{min} に相当する換気量 Q_{0min} 1トンについて
- ⑱ 予定最少収容重量 M_1 時の T_{min} 相当換気量 $Q_{min} = Q_{0min} \times M_1$
- ⑲ T_{min} から T_{max} までの1トン当り換気量
- ⑳ 換気時間計算

$$T = \frac{(Q_{oMi} - Q_{min}) \times 10}{Q_{No} - Q_{min}}$$

但し、10分間間隔換気の場合

Q_{min} は常時(24時間)連続運転

換気扇の運転に当たつての注意

換気扇が通電されてプロペラが回転をはじめても所定の風量がいきなりとれず一般に少な目に出がちである。すなわち多少修正が必要となろう。また入気口の影響もおろそかに出来ない。計算によって求めた換気が行なわれているか否かは相手が目に見えない空気であるだけに設備完了後十分な測定と検定が必要であろう。また換気扇シャッターは不完全なものがほとんどであり、風のある場合隙間風となり易い。従って換気扇シャッターおよび入気口開閉についてできるだけ気密のとれたダンパーまたはシャッターが必要であろう。

換気にあつての一般的注意

冷い空気は舎内の低いところすなわち家畜の存在する床面に停滞し勝ちであり、外気はできる限り天井面に近いところから舎内に一樣に撒布される様な形で入気される様気をつけなければならない。

また汚染された冷い空気をできる限り排出するよう冬季間は下方から換気すべきである。夏季は天井に近い面が高温になり易いから高い所の空気を重点的に換気する様にすべきである。

換気設備は断熱工事と共に設備費に大きな影響を与えるためとかく無視され勝ちであるが環境衛生に必要なばかりでなく、事業成績向上に大きなプラスを与えていることは予稿にも述べたところであり、経営の安定に不可欠の要素と云わなければならない。従って畜舎設計の段階において十分な検討と準備が必要であろう。

尚別表の換気量表は米国において適正換気量と認められているものをまとめたものであるが、この表に従って換気を実施した場合は舎内温度が低すぎる場合は、断熱の不足または気密性の不良と解さなければならないだろう。

換 気 時 間 表

(1 0分換気の場合)

外 気 温	1 トン 当 り 風 量	換 気 時 間 $T = \frac{(Q_0 M_i - Q_{min}) \times 10}{Q_{M_0} - Q_{min}}$					
		M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6
10 T _{max}	$Q_0 (m^3/mm)$						
9							
8							
⋮							
1							
0							
-1							
⋮							
⋮							
⋮							
-20 T _{min}							

1,000Kg単位牛舎・豚舎換気量 (m^3/mm)

外気温 (℃)	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10
牛	1.9	2.1	2.4	2.6	3.0	3.5	5.4	1.9	136
豚	3.0	3.4	3.8	4.2	4.8	5.6	8.6	30	218

1,000羽单位鶏舎換気量 (m^3/mm)

外気温(℃)	1日 令	1週 令	2週 令	3週 令	4週 令	5週 令	6週 令	7週 令	8週 令	10週 令	15週 令	20週 令	25週 令	30週 令
30	6.7	33	59	82	100	120	150	160	180	220	310	390	470	560
25	4.2	21	37	52	66	79	92	100	120	150	200	250	290	350
20	2.7	13	24	33	42	51	59	67	75	90	130	160	180	220
15	1.8	8.9	16	22	28	34	39	44	49	60	85	110	130	160
10	1.2	6.2	11	15	19	23	27	30	34	40	58	72	85	100
5	0.9	4.5	7.9	11	14	17	19	22	25	30	42	52	62	75
0	0.7	3.4	6.1	8.5	11	13	15	17	19	22	30	38	44	52
-5	0.6	2.8	5.0	6.9	8.8	11	12	14	16	19	27	33	40	46
-10	0.5	2.4	4.4	6.0	7.6	9.1	11	12	13	17	22	28	33	40
-15	0.4	2.2	3.9	5.4	6.9	8.2	9.6	11	12	15	20	26	30	36
-20	0.4	2.1	3.6	5.1	6.4	7.7	9.0	10	11	14	19	24	28	34
-25	0.4	2.0	3.5	4.8	6.1	7.4	8.6	9.7	11	14	18	23	27	32
-30	0.4	1.9	3.4	4.7	6.0	7.2	8.3	9.5	11	13	18	23	26	31

冬期間の畜舎環境と家畜の生産性について

——— 実態調査成績を中心として ———

籠 田 勝 基・佐 藤 和 男

(道 立 滝 川 畜 産 試 験 場)

始め筆者に与えられたテーマが、「畜舎の換気と家畜衛生」であり、換気と疾病発生との関係を家畜衛生の立場から論ずるのが主な目的であるが、畜舎内の微気象を含む環境条件と家畜の疾病についての研究はほとんど見当たらないし、筆者らも具体的なデータを持っている訳でもないで、少し巾を広く考えて、換気に限定することなく、畜舎環境と、それが家畜の生産性に与えている影響について、主として実態調査の成績を中心に、家畜衛生の立場で若干の問題を指摘して見たい。

1 北海道における冬期間の畜舎環境（舎内微気象）の実態

本道の冬期間の鶏舎内の環境については、すでに本会の第2回研究会において全道的な実態調査が行なわれ、低温多湿・換気不良などが指摘されているが、その後筆者らが行なった、主としてビニール鶏舎と一部の豚舎についての、温湿度及び炭酸ガス濃度を指標とした舎内環境の測定結果を以下に示した。

表1は厳寒期の1・2月に観察したものであるが、全般的に高温と炭酸ガス濃度が高いのが指摘され、堂腰の提唱する環境劣化示度は、何れもその限界値と目される3をはるかに越えており、換気不良の状態を示している。

表2は豚舎についての観察結果であり、特に朝出入口を開放した直後に行なった第2回測定では、アンモニアが検出されている。

更に表3を見ると、窓を閉鎖することによって、急速に湿度が高くなり、炭酸ガスが著積されて行く状態が明らかである。これらの豚舎は、屋根中央部に換気筒が設置されているけれども、自然換気（重力換気）のみでは、ほとんどその機能ははたされていない。従って、低温多湿に由来する壁面屋根裏の結露は極めて高度である。

図1・2は、大型豚舎における飼育密度と換気及び各種換気方法の効果について、実態調査結果を模式的にまとめたものである。何れも強制換気によるのが舎内温度の垂直分布差も少なく、更に天井を設置すれば、収容豚の数が少なくてもある程度高い室温を保持出来ることを示している。

以上述べたように、本道の冬期間の鶏舎及び豚舎内の環境は極めて高湿でしかも低温であり、高度の結露を生じているのが普通である。牛舎においても、大型の育成牛舎などは同じような事情にあるものと思われる。これは、換気に全く考慮を払っていないか、または低温対策を重視する余り、極端な換気不良になっていることも原因の一つと考えられる。

2 不良環境下における家畜の生産性低下の実例

前述のような、低温多湿のもとで飼育されている家畜の生産性の低下について家畜衛生の立場から豚について観察した実例を以下に示す。

図3は、上川地区の某大型豚舎での豚の損耗率の月別推移であるが、明らかに夏低く、冬期に高い斃死淘汰を示している。この豚舎は、冬期の寒冷対策として、11～4月の間は、ほとんど常時プロパンガスによる給温を行なっているが、換気扇は設置していても全く作動しておらず、結露と舎内空気の汚染はさげられない状態である。なお、本豚舎における発生疾病では、伝染性萎縮性鼻炎の高度浸潤が指摘されており、その他に、流行性肺炎・豚丹毒・コリネバクテリウムによる肺炎などがあげられている。

表4も同様に大型豚舎における子豚生産月別の斃死淘汰率の推移を示したものであるが、肥育を開始した（離乳した）頭数の5%以上が斃死及び淘汰されるのは、10～1月であって、やはり、秋から冬に高い損耗を示している。夏では7月が比較的高い値である。本豚舎の斃死淘汰の主な原因は、離乳から20Kg前後までの間の肺炎・發育不良などが主体で、一般的に肥育日数の遅れも指摘される。

図4で滝川畜試における育成豚（5～10週令）の月別病類別の斃死率の推移を見ると、何れの疾病も冬から春にかけて多発する傾向を示しており、夏型といわれる腸炎も、7月に一つのピークがあるが、全体としては、12月から2月にかけて発生している。

以上見て来たように、本道における豚の斃死淘汰は一般に冬期に集中する傾向があるようであるが、終生畜舎の中で飼育される豚では、畜舎内の各種の環境の悪化による疾病の多発、特に、空気汚染と呼吸器病（流行性肺炎・萎縮性鼻炎など）との関係は重要な問題となるであろう。

図5では、低温多湿の舎内環境のもとで發育不良豚（ヒネ子豚）が多く発生していることが示されている。寒冷環境ではないが、表5に豚の流行性肺炎と豚舎の通風、表6に鶏脳軟化症の発病と飼育環境との関係についての報告を引用した。

その他に、現在本道で我々の目にふれる疾病で、環境と関係深いと思われる疾病としては、豚では、慢性型腸丹毒・流行性肺炎・伝染性肺炎・コリネバクテリウムに起因する肺炎及び化膿性疾患、牛では、育成牛の犢下痢・肺炎（コリネバクテリウムによる肺炎が多発の傾向を示している）・鶏の呼吸器病群（マイコプラズマ病を主体とするもの）などがあげられ、これらの疾病は、単に温湿度だけでなく、広い意味での不良環境（非衛生的な畜舎、密飼いなど）のもとで、常に多発する危険を有しているものと思われる。

疾病とは直接関係のない事柄であるが、図6と表7に低温と豚の生産反応との関係について示したが、本道における冬期の寒冷環境は、豚の發育にとってもまた、悪影響を与えていることが理解される。

3 畜舎環境改善による効果の一例

以上述べて来たような背景のもとで、筆者らは、子豚の肺炎の多発例に遭遇し、それが冬期に極めて多発していること、パストレラ菌や大腸菌が多く分離されることなどから、その発生要因として豚舎の換気不良がかなり大きな役割りを演じたであろうとの想定のもとに、豚舎を断熱ならびに強制換気を行ない、その効

果について検討を加えて見た(図7,表8,表9)。

強制換気および断熱材による天井の設置が舎内の微気象に及ぼす影響は図8~11に示す如くで、改造豚舎は、未改造豚舎に比して、平均温度で約3℃と高く(図8)、相対湿度では約10%低い値を示した(図9)。炭酸ガス濃度は、ほぼ0.2~0.3%の値を維持したが、未改造豚舎では夜になると急激に上昇して、0.4%以上に達した(図10)。冬期3ヶ月間の観測でも、改造豚舎は常に未改造豚舎より高い温度を維持し(図11)、しかも舎内の結露は完全に防止された。

このような舎内環境のもとで、3回にわたって行なわれた豚の肥育試験(延52頭の豚で、15~90Kgの間飼育した)の成績は図12,13及び表10に示すとおりで、第I・II期試験では著明な差は見られないが、第III期試験では、明らかに改造豚舎収容豚が、増体量・飼料要求率ともに良好な結果を示している。更に屠殺時に見られた、主として肺炎病巣を比較すると(表11,12)、何れの場合も改造豚舎収容豚では肺炎病巣の出現が少なく、特に第III期試験では、未改造豚舎収容豚に見られるようなパストレラ菌の分離も認められない。このように、豚舎強制換気方式(断熱と平行して)を採用することが、豚の発育にも、肺炎防止にも有利なことが示された。

4 ま と め

以上のことを総括すれば、本道の冬期間の家畜(特に豚)の疾病の多発、発育の遅れなどは、畜舎内の環境、特に換気不良を大きな原因とする低温多湿、空気汚染などが大きな原因となっているものと思われる。これらの原因を除去する為には、強制換気方式、保温ならびに結露防止のための断熱処理又は給温などを行なう以外に良好な畜舎環境の保持は困難であろう。

一般的に、現在日本で飼育されている家畜は、寒冷環境よりはむしろ暑熱環境に対して抵抗性が低く、各種の生産反応も暑熱環境下で低下するのが常識的な知識であるが、家畜の健康に対する影響を含めて考えるならば、北海道の寒冷環境が家畜の生産性に対して影響を及ぼすものでないと思えるのは極めて早計であろう。

医学領域では、気象変化と密接な関係を有する疾病を、気象病として体系化されているが、その多くは、寒冷気団(寒冷前線など)の侵入と極めて深い関係にあることが証明されている。特に肺炎・気管支炎は古くから冬期に発生する疾病にされているし、家畜についても、中国山地の放牧牛に発生する霧酔病は、低温多湿という環境因子が大きな発生誘因になっていることが明らかにされている。

最近ではまた、有害ガスによる大気汚染が慢性気管支炎・ぜんそくなどを誘発することは、公害問題として衆知の事であるが、家畜の場合、畜舎内の空気の汚染が、呼吸器疾患の発生に重大な影響を与えているであろうことは前述のデータからも想像に難くない。

この様に、単に家畜の生産反応だけでなく、健康ということを考えれば、寒冷環境が家畜の生産性に与える悪影響は重要な問題となってくるであろう。ちなみに、靛山による季節病カレンダーに関する研究によれば、人の疾病の死亡率には季節的变化が認められ、しかも先進国ほど死亡率の山は冬期に集中するようにな

る。その主な理由として彼女は、夏に多発する疾病は環境衛生の発達に伴って比較的コントロールされ易いが、冬の寒さは夏の暑さ以上に人体にとって厳しい影響を与えるものであろうと論じている。更に彼女は、乳幼児死亡率の季節的推移を日本と米国と比較し、日本では冬期の死亡率が夏期の2倍以上に達しているが、米国ではその変動が極めて小さく、特にニューヨーク市では、ほとんど季節的変動を示さないことを明らかにし、それは、冬期の暖房などにより作られた人工気候に起因するものと推論している。この研究は、鶏や豚のように終生畜舎の中で飼育される家畜の疾病を考える場合、極めて示唆する所が多いものである。

以上北海道の冬期の畜舎環境と家畜の生産性、特に疾病発生との関係について実態調査成績を中心に述べたが、今後、本道のような寒冷地の畜舎環境を改善して行く為には、畜舎の構造、換気方式などの研究は勿論のこと、寒冷に対する家畜の反応について、基礎的なまた応用的な研究が積みあげられ、経済性も考慮した総合的な生産限界環境が設定されるべきであろう。近年大型畜舎の普及は目ざましいものがあるが、畜舎の設計にあたっては単に省力管理にのみ目をうばわれず、家畜自身の生理を考慮したものでなくてはならないものと思われる。

参 考 文 献

- 1) 堂腰、渡辺(1966);北海道家畜管理研究会、第2回研究会講演、北海道家畜管理研究会報、第1号、35
- 2) 北海道家畜管理研究会第2回研究会(1966);北海道家畜管理研究会報、第1号、17
- 3) 細谷英夫(1962);環境衛生、越智編、家畜衛生学、文永堂(東京)pp. 327
- 4) 靱山政子(1968);季節病カレンダー、日本生気象学会編、生気象学、紀伊国屋書店(東京)pp. 273
- 5) 清水 保(1968);気象と疾病、日本生気象学会編、生気象学、紀伊国屋書店(東京)pp. 177

表 1 ビニール鶏舎における舎内微気象の実態

43年2月調査(名寄市・下川町・愛別町)

外気温 ℃	舎内 温度 ℃	舎内相 対温度 %	炭酸ガ 濃度 %	環 境 劣 化 示 度	垂 直 温度差 ℃	水 平 温度差 ℃	備 考
-4.8	15.2	78	0.40	7	11.7	1.7	1PM } 3 ^K ×11 ^K 6AP
-2.25	-1.0	100	0.93				
-4.8	19.1	65	0.23	6	14.0	3.0	1PM } 1.5 ^K ×10 ^K 6AM
-2.25	-0.4	88	0.60				
-1.60	5.2	75	0.20	4	8.1	0.6	11AM 1.75 ^K ×68 ^K ビニール二重
-1.60	7.7	80	0.40	6	6.9	0.8	1AM 1.75 ^K ×68 ^K ビニール二重
-1.07	5.4	95	1.00	4	4.5	0.8	3PM 3.5 ^K ×28 ^K
-1.07	7.8	78	0.40	4	2.8	1.3	3PM 3.5 ^K ×30 ^K 屋根断熱材使用 (20mm S,P)
-1.07	9.8	78	0.60	5	3.3	0	3PM 4 ^K ×40 ^K 屋根断熱材使用 (15mm S,P)

表 2 豚 舎 内 環 境 条 件

(栗山家畜保健衛生所による)

豚 舎 **	収容頭数	第 1 回 調 査 *			第 2 回 調 査			
		温 度 ℃	相 対 湿 度 %	炭 酸 ガ ス %	温 度 ℃	相 対 湿 度 %	炭 酸 ガ ス %	アモニアガス ppm
A	94
B	164	9	86	0.40	7	56	0.67	10
C	191	9	85	0.38	8	86	0.70	15
D	157	6	84	0.32	5	83	0.42	10
E	132	8	85	0.40	5	84	0.40	10
F	30	5	85	0.18	1	82	0.20	5
G	158	7	85	0.22	4	83	0.35	5
H	47	4	83	0.15	2	81	0.26	10
I	48	6	84	0.17	3	82	0.27	10
J	52	5	83	0.15	1	81	0.17	10
K	13	1	81	0.17	-1	80	0.09	-

* 第1回調査 4.2.2.8 1.03.0~1.3.3.0

第2回調査 4.2.2.9 8.0.0~1.0.0.0

** A~G 肥育豚舎

H~J 繁殖豚舎

K 隔離豚舎

表 3 換気不良豚舎における舎内微気象条件の一例

		乾球温度	相対湿度	炭酸ガス濃度	アンモニアガス	環境劣化示度
		℃	%	%	濃度 ppm	
窓閉鎖後 30分後	外気	6.7	30			
	舎内	13.0	96	0.35	-	5.0
窓閉鎖後 2時間後	外気	1.8	64			
	舎内	14.0	98	0.66	10	38

表 4 D養豚場における、出荷までの肉豚損耗の実態

(昭43年)

月別	肥育開始頭数 (20-35日)	斃死頭数	淘汰頭数	計	斃死淘汰率 (%)
1	136	5	4	9	6.62
2	246	3	0	3	1.22
3	145	1	0	1	0.69
4	189	2	2	4	2.12
5	196	3	2	5	2.55
6	241	2	2	4	1.66
7	82	2	2	4	4.88
8	173	0	4	4	2.31
9	207	0	8	8	3.86
10	149	2	6	8	5.37
11	190	6	11	17	8.95
12	174	7	19	26	14.94
合計	2128	33	60	93	4.37

屠殺日令 197 ± 1.04日 (161 ~ 234日)

屠殺時体重 73 ~ 93kg 平均85kg前後

(ランドレース 536例についての集計)

表5 夏期豚舎の周壁開放率とSE P発生

発生別	開放率				計
	> 1.0%	1.0 ~ 3.0%	3.0 ~ 7.0%	> 7.0%	
発生数	0	0	8	0	8
非発生数	3	5	13	6	27
計	3	5	21	6	35

夏期通風とSE P発生

発生別	通風			計
	上	中	下	
発生数	0	6 (40.0%)	2 (6.67%)	8
非発生数	17	9 (60.0%)	1 (3.33%)	27
計	17	15 (100.0%)	3 (100.0%)	35

古川平吉(1966):畜産の研究,20,(3),450~452より引用

表6 飼養環境と発症との関係

項目		飼養者	
		H 氏	M 氏
品	種	R × L	
性		♂	
ふ	化場	Yふ化場	
ふ	化月日	5月10日	
飼	養経験	3年	
飼	養全羽数	2,200羽	
5	月10日ふ化数	350羽	
飼養形態	幼中兼用	180cm × 90cm 3段	
	大きさ	3基	
	バタリー	4基	
	食内の温度	16℃ ~ 27℃	
	食内の湿度	57 ~ 88%	
通与飼風	不良		
給料	N社チックフード		
脳軟化症への死羽数		55(5)	
		0(4)	

註 への死羽数中()内は、本症以外の疾病によるへの死羽数,山上ら(1968)鶏病研究会報4,37より

表 7 夏季と冬季における肉豚の発育の比較

(滝川畜試、産肉能力検定成績より)

組 (4頭)	20-90Kg所要日数		1日平均増体量(g)		飼料要求率		90Kg到達日令	
	4~9月	11~4月	4~9月	11~4月	4~9月	11~4月	4~9月	11~4月
1	139	144	504	488	4.03	4.27	229	225
2	137	156	514	452	3.86	4.32	226	245
3	126	142	555	497	3.64	4.20	215	218

表 8 細菌検査成績

	肺 肺門リンパ節	心・肝 腎・脾	腸内容 腸間膜リンパ節	膿瘍部	個体数
バストレラ菌	9	3	1	1	9
コリネバクテリウム菌	4	9	2	11	11
大腸菌	3	17	7	3	7
ブドウ状球菌				3	3

表 9 斃死斃次豚の病理学的所見

(D養豚場)

肉眼的所見	病理組織所見
例数 43	25
肺炎 36	種々の時期の気管支肺炎 { 急性化膿性肺炎 16 出血性 " 4 亜急性 " 2 胞隔の線維性肥厚 8
肺間質の増生 6	
心のう炎 5	
鼻炎 14	
消化器のカルタル 21	
膿瘍 16	

表 10 肉豚の推定出荷日令および飼料消費量

(第三期試験より)

	出荷日令	飼料消費量(Kg/頭)*
改造豚舎	181	231
未改造豚舎 ①	189	259
未改造豚舎 ②	195	271

* 15~90Kgまでの消費量

表 1 1 屠殺時における肥育試験豚の主として肺の病巣

豚 舎	第 1 次試験 (4 3 . 1 ~ 4 3 6)			第 2 次試験 (4 3 . 2 ~ 4 3 . 7)		
	例数	肺炎病巣 (%)	肺炎以外の病変	例数	肺炎病巣 (%)	肺炎以外の病変
改 造	10	4 (40)	{ 寄生性肝炎 4 小 腸 炎 1	8	1 (12.5)	0
対 照	10	7 (70)	{ 寄生性肝炎 1 心 の う 炎 1	8	6 (75.0)	0

札幌屠場

表 1 2 屠殺時における肥育試験供試豚の主として肺病巣について

収容豚舎	豚 №	病 理 所 見	Pasteurella の 分 離
改 造 豚 舎	1	陳旧ゆ着性胸膜炎、陳旧繊維素性心嚢炎	—
	2	—	—
	3	—	—
	4	軽度繊維化巣	—
	5	—	—
対 照 豚 舎 1	1	—	—
	2	—	—
	3	—	—
	4	陳旧繊維化巣	—
	5	—	+
対 照 豚 舎 2	1	心嚢炎、広範な陳旧肺炎	+++
	2	—	—
	3	新鮮肺炎病巣 (尖葉)	++
	4	心 嚢 炎	+
	5	軽度繊維化巣	—

図1 換気方法と豚舎内温度の垂直分布

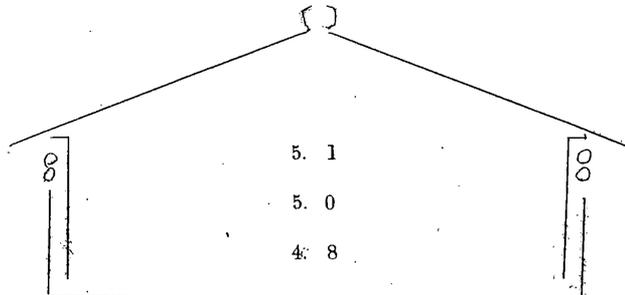
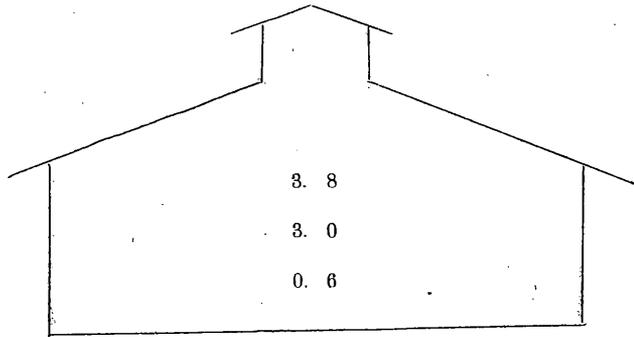
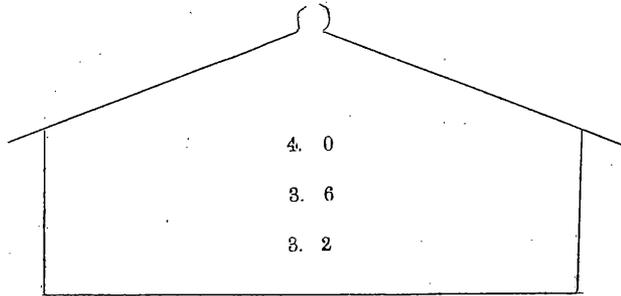
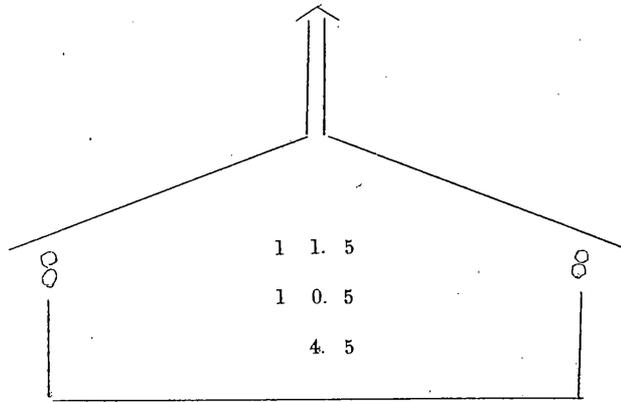
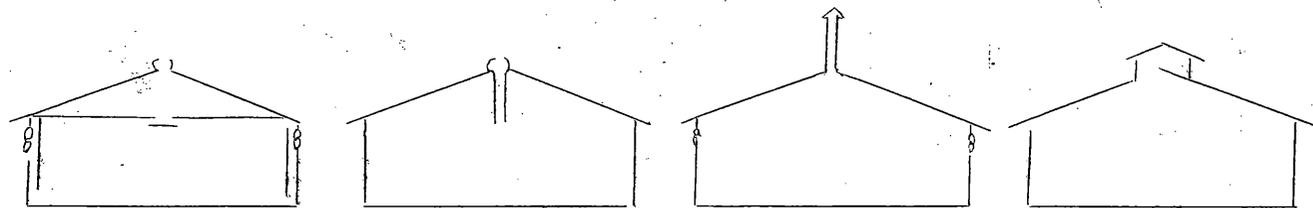


図2 異なる換気方法による空気汚浄状態ならびに温度



豚重量/坪

4.9 Kg

3.2 Kg

230 Kg

190 Kg

最大炭酸ガス濃度

0.325 %

0.430 %

0.255 %

0.175 %

外気 - 8℃の時の
舎内温度

7.4 ℃

4.2 ℃

7.4 ℃

4.4 ℃

屋根面結露

屋根面部分結露

図3 某大型養豚場における斃死濁汰率の月別推移

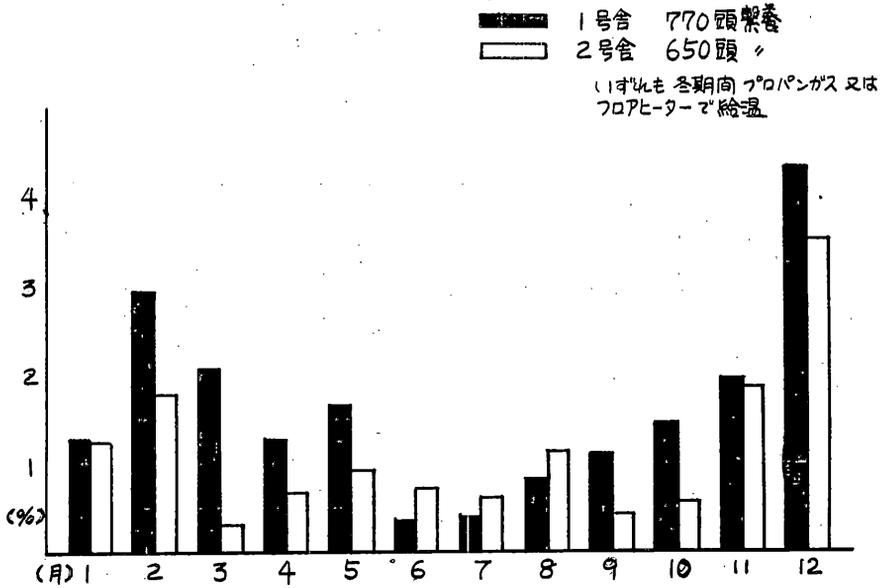


図4 病類別斃死率の月別推移 (育成子豚)
(滝川畜試, 分娩豚舎, 育成豚舎41, 42年)

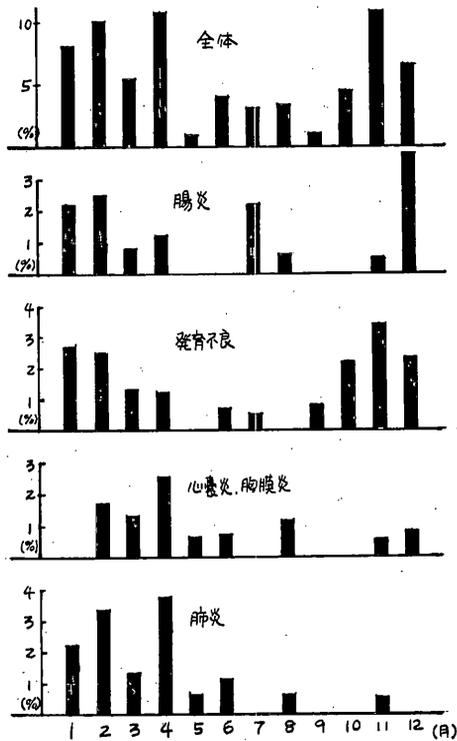


図6 低温環境が肉豚の発育に及ぼす影響 (所ら, 1969)

(1968.12 ~ 1969.3, 20 ~ 80 kg 8頭)

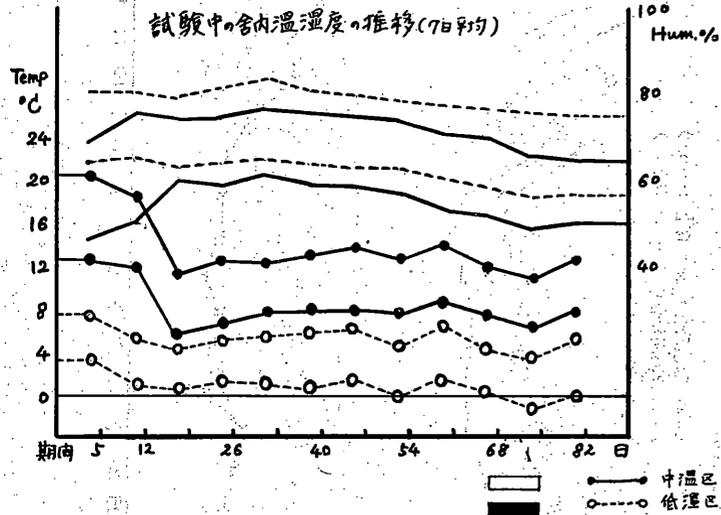
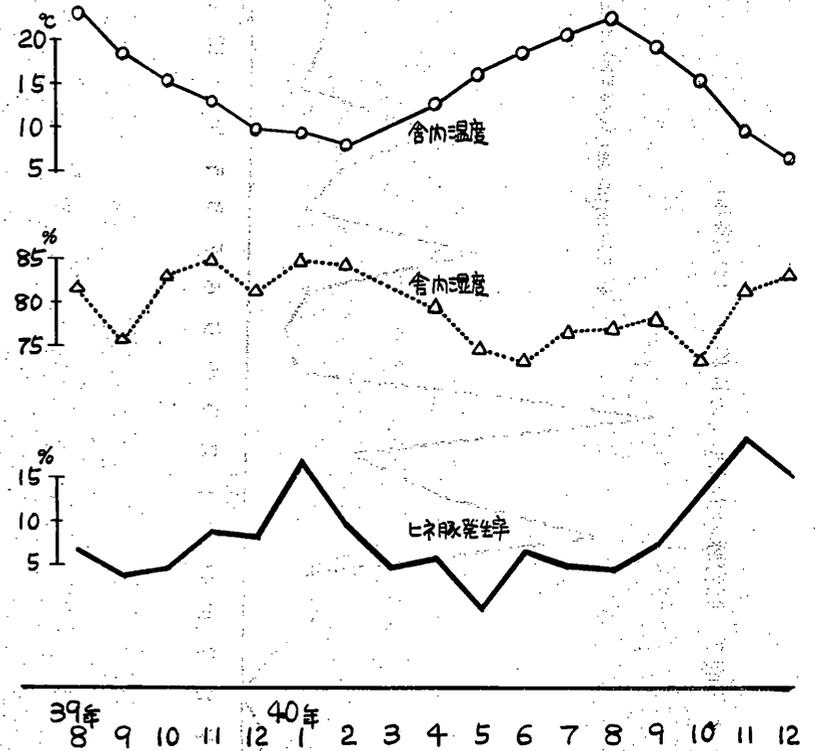
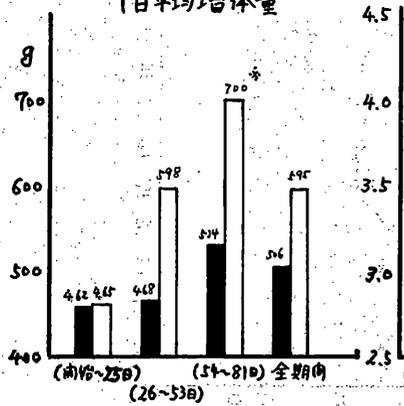


図5 繁殖豚舎における内温湿度とヒネ豚発生率の推移

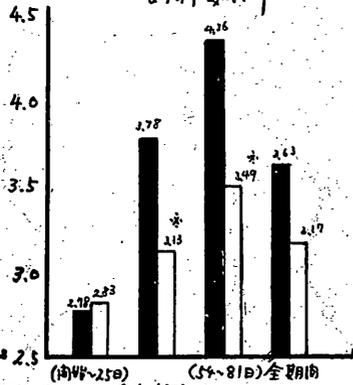
(於滝川畜試分娩豚舎)



1日平均増体量



飼料要求率



* P < 0.05 有意差

図7 肥育豚の損耗率※の推移 (D養豚場)

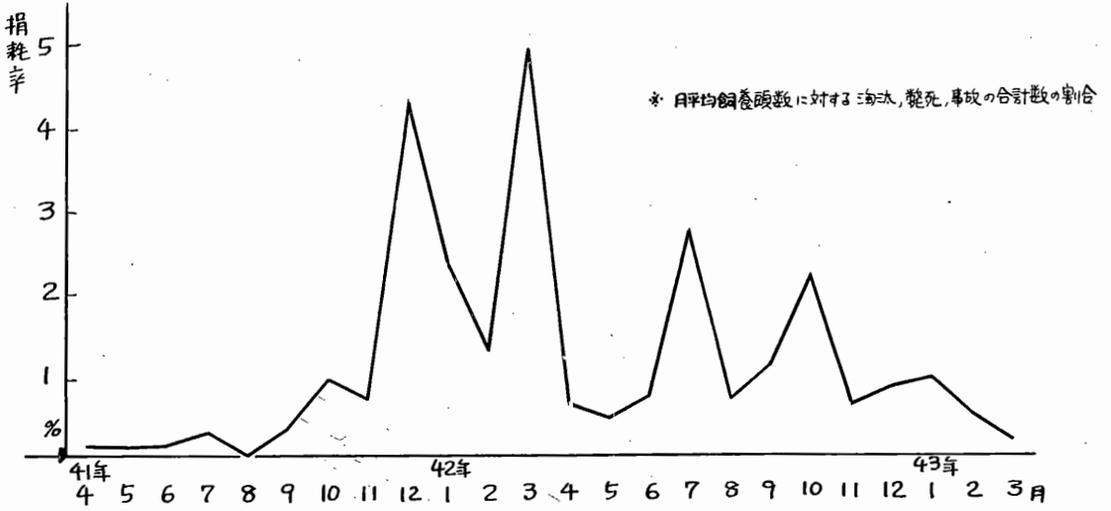


図8 温度の日変動

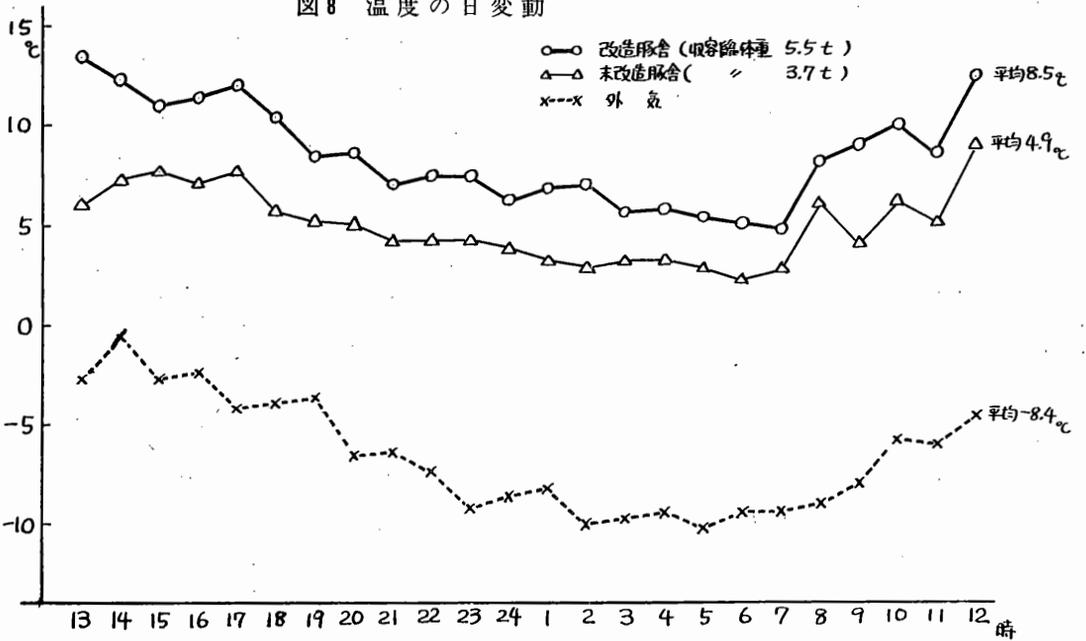


図9 相対湿度の日変動

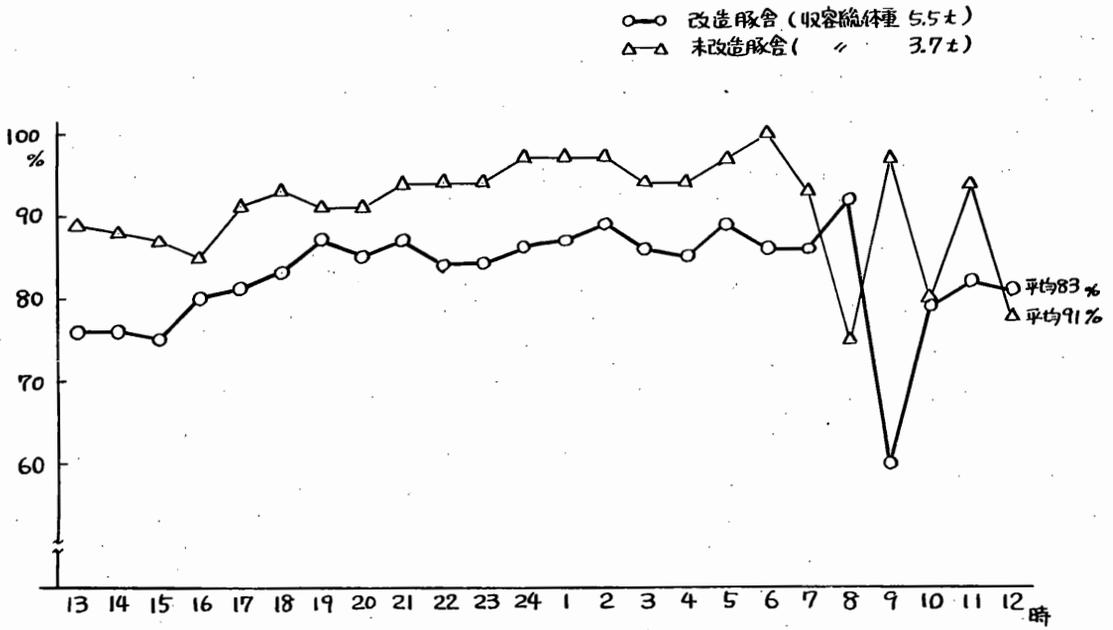


図10 空气中炭酸ガス濃度の日変動

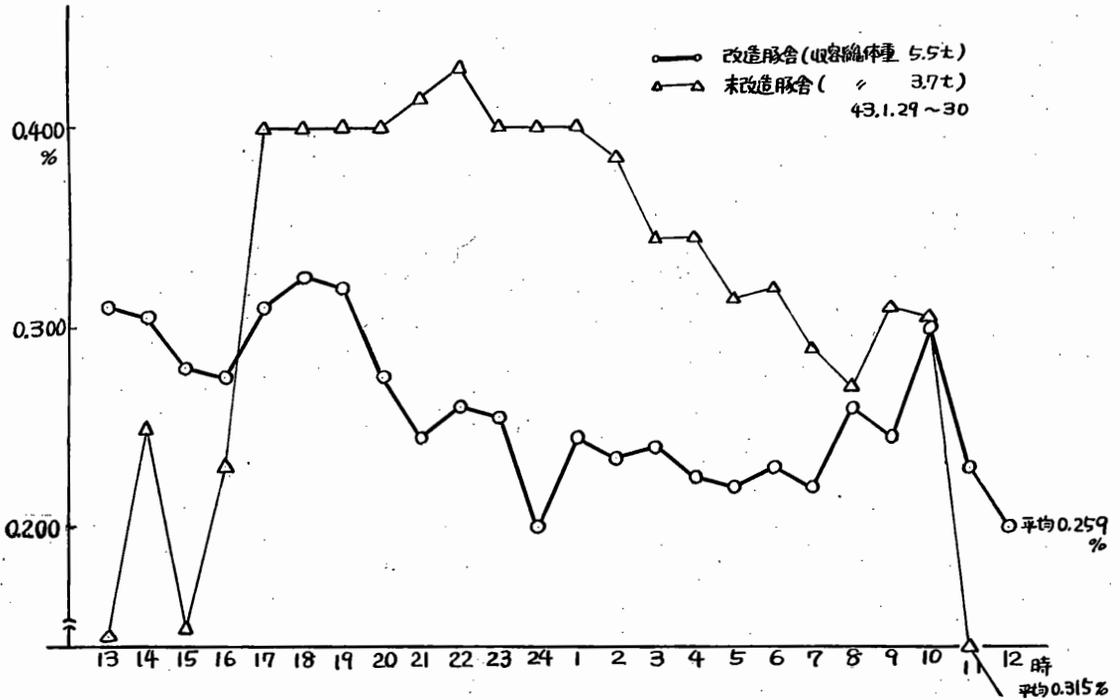


図12 3回の肥育試験における1日平均増体量*

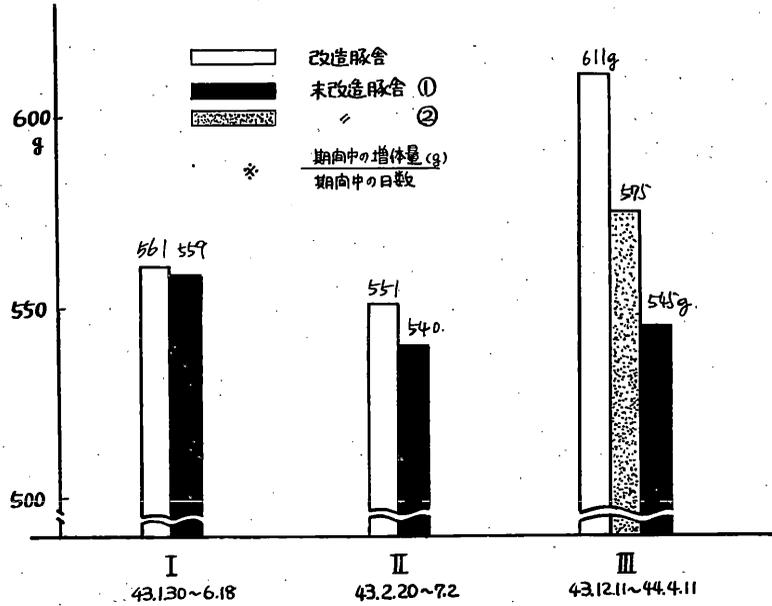


図11 3豚舎の冬期の舎内温度

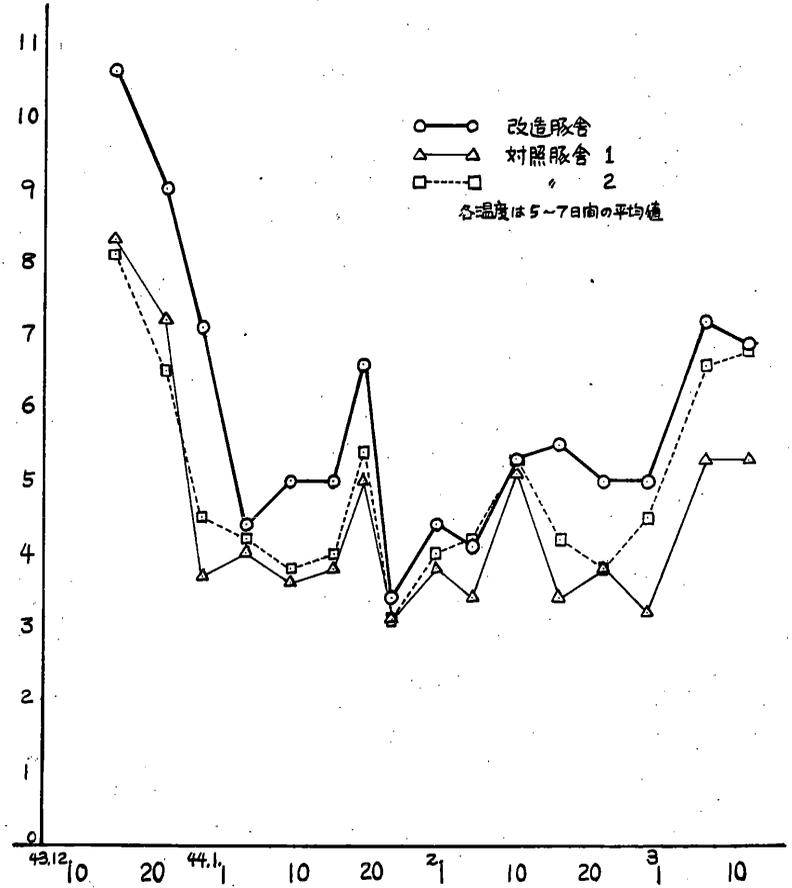
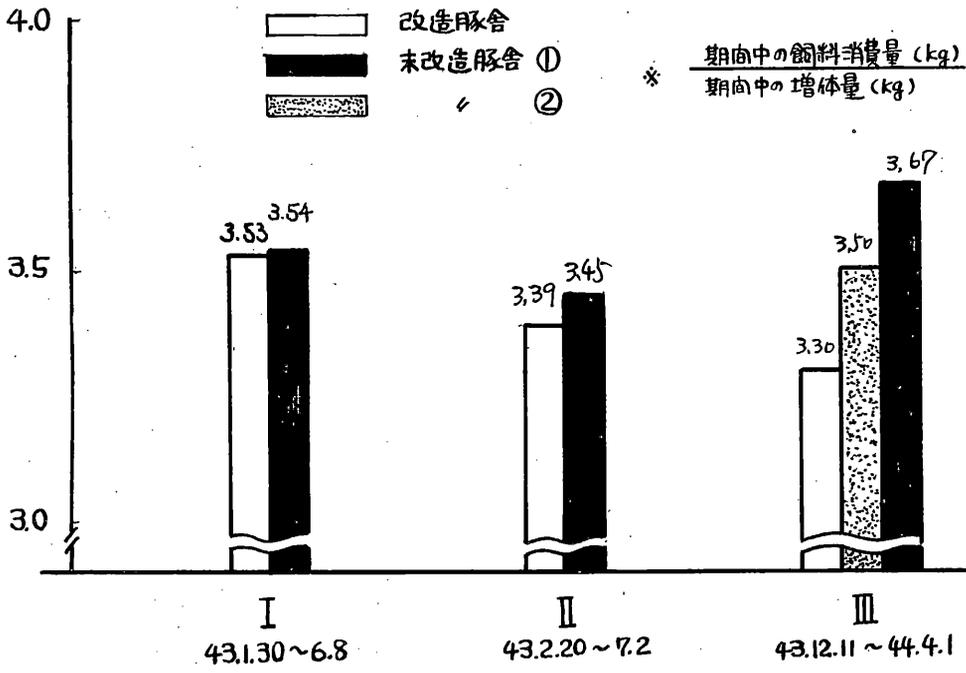


図13 3回の肥育試験における飼料要求率



分 献 抄 録

換 気 設 計 に お け る 周 波 数 ア ナ ロ グ

Periodic analog for ventilation design

K. A. Jordan and A. J. Barwick

Trans. of ASAE 8:223~229, 1965

農業工学以外の分野では、既にアナログ技術が利用されてきたが、最近、鶏舎の照明や土管内の流れなどにアナログ技術が利用されている。本論文は畜舎換気の設計にアナログ技術を応用し、定常状態のみならず周波数応答をも得ようとするものである。尤も本論文では、完全な解を得るのが目的ではなく、アナログ技術が研究上の有力な武器であり、教育的にも重要であることを示したいのである。

今、熱と電気の問題をとり上げると、Fourier Biot の熱伝導方程式及び Ohm の法則から、熱伝達と電波伝播の数学的表示はそれぞれ次の二式で与えられる。

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} = \frac{1}{RC} \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} \dots\dots\dots (2)$$

- ここに T : 温度 °F
 a : 熱拡散係数 ft²/hr
 V : 電圧 ボルト
 R : 電気抵抗 オーム
 C : 電気容量 ファラッド

熱系と電気系のアナロジーが比較のおくれたのは、(1)(2)式の a と $\frac{1}{RC}$ の間のスケールファクターを見逃がしていたためであるが、タイムスケーリングを用いることによりこの問題も簡単になり、3つのパラメーターを用いて対応する単位を第1表のように表わすことができた。

第 1 表

電 気 的 量	パ ラ ー メ ー タ ー	熱 的 量
V [ボ ル ト]	= θ [ボ ル ト / ° F]	T [° F]
i [アン ペ ア]	= θ mn [アン ペ ア ・ hr / Btu]	q [Btu / hr]
Ce [フ ア ラ ッ ド]	= m [フ ア ラ ッ ド ・ ° F / Btu]	Ct [Btu / F]
Re [オ ー ム]	= 1/mn [Btu ・ オ ー ム / hr ・ ° F]	Rt [hr ・ ° F / Btu]
te [秒]	= 1/n [秒 / hr]	tt [hr]

換気系の解析を行なう場合に、精度を高くしようと思えば回路要素は複雑になるが、ここでは簡単のために(1)5回路アナログを用いた。(2)室内の表面輻射を無視した。(3)外気温の変化を正弦的とした。(4)床及び地

面は蓄熱だけとした。(5)内部の熱発生は一定とした。

第1図に示す5回路、即ち、屋根・壁・窓・床・換気の単純化および(2)~(5)の単純化の妥当性は、他の研究者によって確かめられている。第1図において、各回路における熱抵抗 R や熱容量 C の値は熱の移動プロセスと蓄積プロセスの式から得られる。次に各材料、例えば屋根の構成材料をそれぞれT型回路網として等価電気回路網を作り、その回路定数は、第1表のパラメーターを熱的量に掛け合せて決められる。

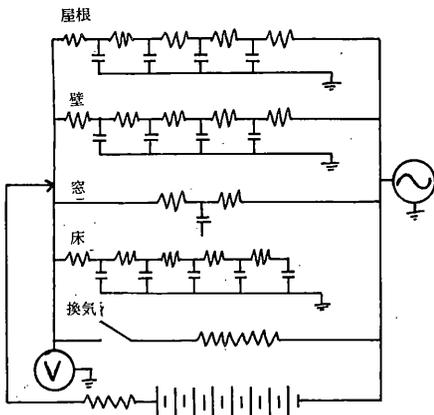
このようにして、畜舎の換気系を電気回路で表わし、この擬似回路に正弦波の温度変化に相当する電圧を加え、回路出力を観察又は記録することにより、換気の効果を知ることができるのである。擬似回路に加える電圧発生装置がパラメーター n を決定するのであるが、最も簡単な方法は普通の60%の交流電源を用いることである。しかし、広い範囲のスケール変換を必要とする場合は、別の信号発振器が用いられる。信号の振幅が温度-電圧パラメーター θ を決める。出力電圧応答を調べるには電子管式記録計・ペンオシログラフ又はブラウン管オシロスコープが用いられる。オシロスコープを用いる場合、外気温と室内温度の位相差 ϕ は両温度を表わす電圧を水平及び垂直軸に加えリサージュ図形から求められる。畜舎の換気は、サーモスタットで制御されるので、その場合は、御1図のスイッチの代わりにリレーを用いればよい。

さて、第2図は、鶏舎の換気系にアナログを応用して、周波数応答をオシログラフに記録した例である。第2図から、換気を行なった場合と行なわない場合の室内平均温度 T_i と温度変化 D の様子が分り、更に外気温の変化に対する室内温度のおくれ ϕ の状態が分る。即ち、換気の効果を推定できるのである。

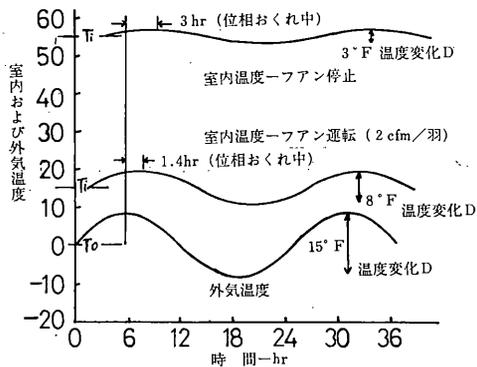
ここに述べた入力電圧は正弦波であるが、複雑な変化をする入力も正弦波の重畳と考えれば一般化して考えられ、応用は広くなる。

実際の換気系の解析に必要な人間の能力は天候条件と建物の熱的性質を想定するだけであるが、この想定誤差の方がアナログにおける近似の誤差より大きい。従って、今後、アナログ技術の導入によって農業工学の発展を計ることが望まれる。

(北大農学部 池内義則)



第1図 畜舎の等価回路



第2図 代表的記録例

条件

1. 外気温度の変化範囲 15°F
2. 1000羽飼育のフレーム構造鶏舎
AU=606 BTU/Hr-°F
2cfm/羽
3. 発生顕熱 40BTU/hr

寒冷地における酪農に対し環境制御技術はどのように利用されているか？

How environmental control knowledge is being applied to dairy production in cold climates

E. G. Bruns, T. J. Brevik and C. L. Barth

1963 Winter Meeting, ASAE, Paper No. 63-930

酪農経営に必要な建物には、乳牛の管理方式により種々あるが、これらの建物すべてについて環境制御が充分行なわれているわけではない。本報は、ウイソコンシンその他、冬季寒冷になる地帯の酪農家について特に換気がどのように実施されているかを調べたものである。

1 繋留式牛舎の換気

一般に寒冷地では繋留式牛舎が大部分を占め、換気装置も比較的行き届いている。ただ最近平屋牛舎が多くなり、断熱についての知識も普及して、壁には厚さ10cm、天井には12.5cm程度の断熱材を施し、更に防湿層(Vapor barrier)を設けた牛舎が珍しくなくなったので、完全な換気装置が要望されるに至った。

新鮮空気の入気口として、①市販の逆風止めつき入気口、②入気ファン、③スロット又は穴式の入気口などがみられるが、大きさは1000cfm ($28.3\text{ m}^3/\text{min}$)の排気ファン容量について正味入気断面を1ft²とするのが基準である。従来2階建の牛舎では、排気ファンをつけるだけで特別な入気口を設けてないが、牛舎のスキマが一様に分布していなければうまくゆかない。

排気ファンの大きさは寒冷地では100cfm/牛の体重1000lbが適当とされ、静圧は3mm水柱と云われている。

ファンの数は牛の頭数によるが、いずれにしても1個は子牛房の壁にとりつけ室内の暖かい空気をここへ集めるようにする。

ファン作動用のサーモスタットは4.4~7.2℃にセットする。

2 開放牛舎(Loose housing)の換気

これは牛舎の一面を $\frac{2}{3}$ 又はそれ以上開放してあるので、自然換気で充分であるが屋根裏に結露ができる場合には屋根の頂上に換気装置をつければよい。

3 放し飼い牛舎(Free stall)の換気

これについては余り研究されていない。断熱材の有無により換気方法が異なるが、断熱材のない場合は開放牛舎と同じ考へ方でよいし、断熱がよく施されている場合は繋留式牛舎のように強制換気を行なう必要がある。

4 子牛育成牛舎(Calf barn)の換気

子牛用の牛舎を独立して建ててある場合には、断熱・換気・加熱について考慮しなければならない。即ち、天井については15、壁については10以上の断熱値(熱貫流率の逆数で普通Rで表わす)を持たせる必要

がある。換気ファンの容量は1000cfm/1000lbで、入気口は繋留式牛舎と同じでよい。暖房用としてヒートランプ又はスペースヒーターを用いることもあるが、適温は4.4~10℃である。

5 搾乳室、牛乳処理室などの換気

搾乳室及び牛乳処理室は、冬期6回/時、夏期12回/時の空気の入れ換えが必要であるとされている。牛乳処理室の換気には、それが搾乳室の一部でなければ吸・排気いずれのファンでもよいが、搾乳室や通気の悪い待機場の換気は排気ファンを用いるべきである。入気口の断面1000cfm 当り1ft²とし建物の清潔な側壁に設ける。

牛乳処理室のファンはバルククーラーのコンプレッサー・スイッチに連動して搾乳時のみ運転するようにでき、搾乳室の排気ファンは搾乳機用真空ポンプによって自動的に搾乳時のみ運転するようにしてある。

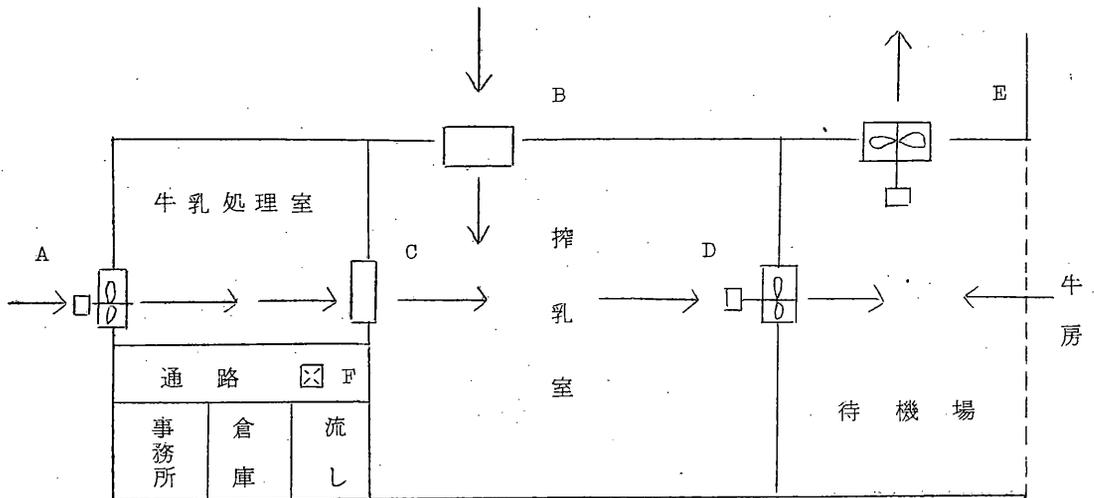
バルククーラーの熱は夏には冷却のため、冬には暖房のために利用するとよい。

通常、牛乳処理室、搾乳室、トイレットなどは、凍結防止及び乾燥のために暖房を必要とする場合が多い。これらの室温は少なくとも10℃以上に維持されねばならない。暖房用熱源としては、ストーブ、冷却タンクからの熱、ヒートランプ、熱輻射盤、集中暖房などが普通に用いられている。

搾乳作業者のピットには局部加熱を行なうこともあるが、その加熱方式には、電熱、スチーム、温風などがある。

図は繋留式牛舎に附属した搾乳プラントにおける換気方法の一例を示す。図においてC及びDはいずれも左側の部屋の空気を右側の部屋へ送るが、その逆の空気の移動を阻止し、悪臭がそれぞれ牛乳処理室や搾乳室に入らないようにしてある。BはAが運転していない時に作動させる。Fは通路の天井に設けられている。

(北大農学部 伊藤和彦)



- A—逆風止めダンパー付入気ファン
- B—逆風止め入気口
- C—逆風止めダンパー
- D—逆風止めダンパー付排気ファン
- E—逆風止めダンパー付排気ファン
- F—重力換気装置

乳牛への濃厚飼料の群給与

Group feeding of concentrates to dairy cows

G. E. Stoddard

J. Dairy Science. 52:844-847. 1969

搾乳の際に乳牛に濃厚飼料を給与するという慣行の利点としては、搾乳中乳牛を安静に保つことのほか、搾乳する場所への乳牛の誘導を容易にすること、さらには、濃厚飼料の給与量は泌乳能力に応じて決めるべきことが推奨されているところから、飼料の個別給与が可能であることなどが挙げられている。とくに搾乳専用施設としてのミルキングパーラーの出現と改良に伴い、これら作業が集中的かつ効率よく行なえるようなシステムが考案され、飼料給与も乳量計と連動して自動的に行なえる装置などが開発されている。一方、搾乳機械の改良や搾乳技術の改善により搾乳に要する時間が次第に短縮されて来ており、他方では、乳牛の泌乳能力の向上とともに濃厚飼料の給与量が増加して来ており、高能力牛においてとくにこの傾向が著しい。従って搾乳時間内に乳牛がその必要とする濃厚飼料を十分に食い込めないという事実が酪農家が気付きはじめている。

ユタ州立大学農場で搾乳に要する時間を調査した結果では、4頭用タンデム式パーラーでの各乳牛のパーラーストール内滞留時間は1搾乳時当、2.2～1.2.1分で平均4.6分であった。また、滞留時間と泌乳量との間にはわずかの相関関係が見られたにすぎない。

他方、乳牛の濃厚飼料採食速度についての調査では、蒸煮圧片大麦、乾燥ビートパルプ、糖蜜、食塩、磷酸石灰からなる配合飼料を用いての予備試験で、飼料給与量4.5 Kgまでは1 Kgの飼料食い込みに平均3分を要し、5.5 Kgでは3.5分を要した。また、採食速度は、個体によりかなりの差違が認められたが、体重との間に最も高い相関を示し、泌乳量との間にもわずかながら相関が認められ、いずれも量の増加に伴い速度が高くなった。体重との関係では、小型の乳牛(450～500 Kg)で1 Kg食込みに3.5分を要し体重50 Kg増す毎に0.2分採食時間が短縮されるという結果であった。以上2つの調査結果を総合すると、平均的乳牛では1搾乳時に食い込める濃厚飼料の量は1.5 Kg以下ということになる。

このような問題を解決するためには、①乳牛をパーラー内に十分量の飼料を食い込むまで留めておく、②飼料給与量を搾乳時間内に食い込める量にまで切下げる。③搾乳時のほかに飼料を添加給与する、の3方法が考えられるが、①および②の方法は搾乳労力の節減ならびに乳牛個体の生産性の面からいずれも経営的に不利な結果となる。しからは③の方法となるが、この方法をとるならば搾乳と飼料給与とを切離すことが出来ないものなのかという疑問が当然起って来る。

ユタ州大学の農場では乳牛の飼養試験を行う際にはパーラー内で濃厚飼料を給与しないのを慣行としているが、パーラー内での乳牛の状態は飼料を給与した場合よりもむしろ落着いているようである。以下に報告する試験においても搾乳中に濃厚飼料を給与する必要性のないこと、さらに、濃厚飼料を牛群に一括給与し

でも個別に与えた場合と生産にさして差がないことなどが明らかとなった。

試験は、供試牛を3群に分け1期28日間で3期に亘って行なった。試験処理は、①濃厚飼料1日1回群給与、②1日2回群給与、③1日2回個別給与の3処理で、各処理に分けた牛群の中半数の供試牛は3期とも同じ試験処理を継続し、残りの半数に対しては別の処理を期毎にそれぞれ変更して試験を行なった。結果は表示したように1日1回給与の場合2回給与に比して泌乳量がわずかに低下したが、統計処理の結果は各処理間に有意な差は認められなかった。各牛群内の供試牛の泌乳量は個体により1日8Kg~40Kgとかなりの開きがあったが、試験結果において体重の増減、泌乳量ともに各処理間に差がなかったということは、群給与の際に泌乳量の多い乳牛が少ない乳牛よりも濃厚飼料の摂取により旺盛な食欲を示したということが明らかである。他の牛群について濃厚飼料の群給与を数年間継続実施した結果においても生産面で個別給与したものと差がないことを示している。

これらの試験結果を知った酪農家の中で実際に同様の飼養管理を試みているものがあるが、開始当初多少の問題が起った程度で現在でもその大部分が群給与を継続実施している。経営規模の大きな農家では乳牛を生産能力別に群分することにより群給与をさらに効果的に行うことが可能であり、規模の小さな農家においても搾乳施設の建設ならびに労力面で経費の節減が期待出来る。濃厚飼料の群給与で留意すべき点は、各乳牛が無理なく飼料を摂取出来るよう飼槽のスペースを十分に取ることである。

(北大農学部 上山英一)

試験処理別	1日2回個別	1日2回群	1日1回群
乾草採食量(1日当Kg)	10.2	9.6	10.0
コーンサイレーヅ採食量(1日当Kg)	14.4	14.2	13.9
濃厚飼料採食量(1日当Kg)	3.6	3.5	3.5
体重増減(Kg)			
継続群	+ 2.6	+ 1.8	+ 2.3
4%FCM生産量(1日当Kg)			
継続群	15.1	15.7	13.6
変更群	14.1	14.4	13.6
試験開始時と終了後の4%FCM生産量の差(1日当Kg)			
継続群	- 3.3	- 2.2	- 2.9
他の2処理より移行した際の4%FCM生産量の減少(1日当Kg)			
変更群	0.4	0.8	1.5

豚の熱及び水分損失及び体重に及ぼす風速増加の影響

Effects of increased air velocities on heat and moisture loss and growth of swine

T. E. Bond, H. Heitman, Jr., and C.F. Kelly

Trans of ASAE, 8:167~174, 1965

従来、豚舎内温度が豚の熱、水分損失、体重、飼料効率などに及ぼす影響については種種の研究があるが、風速の影響については研究されていないので、本研究はこの問題を取り上げた。すなわち、18の実験室内試験と5つの現地試験において、豚の熱、水分損失、体重、飼料要求率、体温、呼吸数、脉搏に及ぼす風の影響について調査を行なった。

実験室内における試験

Kelly や Bond等の報告している鶏舎を改造し、ファンの調節によって 1.5 m/s 及び 0.18 m/s の風速を得るようにした。風速試験は1週間連続して行ない、その間、温度及び湿度をできるだけ一定に保った。給飼は1日2回とし、敷わらは使用しない。呼吸と脉搏は1日2回、熱及び水分損失は試験期の最後の3日間、体重は試験の始めと終りにそれぞれ測定した。

表-1は、一定温度($10, 21, 32^{\circ}\text{C}$)の下で風速を変へた場合の豚の体熱損失及び豚舎からの熱損失を示す。豚の体熱損失に与える風速の影響は変動が多く、明瞭な関係がみられないが、温度 32°C の場合、全熱損失が可なり大であり、又、 21°C において輻射による熱損失が減少していることが分る。又、対流と蒸発による熱損失は増加する。

次に、表-1から換気によって豚舎から奪われる全熱損失は豚の体熱全損失に等しいことが分るが、両者の潜熱と顕熱との割合は必ずしも一致しない。これは換気による豚舎の潜熱量すなわち水分損失が豚自身からの水分だけでなく、水槽、飼料、糞尿などの水分も含んでいるからである。

表-2は風速を 1.5 m/s と 0.18 m/s に変えれ場合の豚の体重増加率を示す。舎内温度 $10^{\circ}\text{C}\sim 32^{\circ}\text{C}$ では、 21°C の2つの試験(6と13)を除いて、風送を増すと体重増加率は $0.03\sim 0.40\text{ Kg/日/頭}$ の減少がみられる。しかし、この減少を風速増加のみの影響とすることはできず、逆に、 $35\sim 38^{\circ}\text{C}$ の舎内温度では、風速増加が体重増加率を増し、風速増加が有効であったように思われる。

飼料要求率は、風速増加に対して、増体重と同じ傾向の増し方をしているが、表-2のテストVは豚の最適温度の条件で行なわれたので、風速の影響を調べるのに都合がよい。図-1はテストVの体重増加率と飼料要求率を示したものである。

体表面温度は風速によって大きな影響を受け、例へば舎内温度が 10°C の場合、風速を 1.5 m/s とすると 7.2°C の体表面温度の低下を来す。又、図-2は、風速と体表面温度との関係を豚の体重別に示す。この図から体重の大きい豚の方が小さい豚よりも体表面温度低下が大きいようにみえるが、単位体重又は単位

体表面積当りの温度低下に換算すると、小さい豚の方が風速の影響を大きく受けることが分る。

最後に、豚の直腸温、呼吸数、脉搏数に及ぼす風速の影響はほとんど認められなかった。

現地養豚場における試験

カリフォルニア州の養豚場3ヶ所で試験を行なったが、何れの試験においても体重増加率並びに飼料要求率に及ぼす風速増加の効果は認められなかった。

以上の両実験結果をまとめて、風速増加の良い影響が認められるのは、舎内温度が32~40℃の場合に限られることを知った。

(北大農学部 松田 従二)

表一 動物と部屋の熱損失に及ぼす風の影響

室温 ℃	風速 m/秒	豚重量 Kg	動物の熱損失 (BTU/時間/頭)				部屋の熱損失	
			全	伝導	輻射	対流蒸発	潜熱	顕熱
10	0.18	65.8	725	81	177	467	306	419
	1.53	70.3	818	77	144	597	526	292
21	0.18	58.1	513	49	116	348	223	290
	1.53	61.7	551	51	103	397	277	274
10	0.18	102.1	859	109	298	452	166	693
	1.53	106.1	1216	93	195	928	478	738
21	0.18	112.1	787	77	198	512	395	392
	1.53	118.8	1330	73	148	1109	811	519
21	0.18	106.6	706	73	188	445	229	477
	1.53	116.1	770	72	117	581	499	271
21	0.18	124.7	771	86	224	461	270	501
	1.53	121.1	950	74	122	754	492	458
32	0.18	123.8	664	49	155	460	530	134
	1.53	128.4	881	49	125	707	780	101

表 - 2 風速の変化に対する豚の反応

	室温	豚体温	日平均増加量		飼料要求率		表面温度		体温		脉搏		呼吸数	
			低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高
I)	℃	℃	Kg	Kg			℃	℃	℃	℃	回/分	回/分	回/分	回/分
1	21	59.9	0.47	0.44	45.4	5.63	31.8	31.0	39.6	39.3	115	114	41	39
2	10	68.0	0.71	0.61	5.79	5.99	25.3	24.3	39.4	39.4	118	119	33	30
II)														
3	10	104.3	0.69	0.44	66.0	10.00	31.3	23.9	39.3	39.4	126	128	30	26
4	21	115.7	1.22	0.81	3.64	5.87	33.8	29.7	39.3	39.3	123	115	28	27
5	32	126.1	0.63	0.60	66.2	6.60	35.5	34.3	39.8	39.6	111	113	81	61
III)														
6	21	103.9	0.69	0.91	6.25	4.23	32.6	27.6	39.1	39.0	104	116	33	42
7	21	111.6	0.86	0.73	5.26	6.11	31.9	27.2	39.0	38.9	103	93	32	31
8	21	122.9	0.73	0.65	6.13	7.13	32.6	27.9	38.9	38.8	96	101	29	32
IV)														
9	21	43.1	0.60	0.59	3.56	4.35	-	-	39.4	39.2	123	111	33	29
10	28	53.1	0.81	0.59	3.44	4.65	-	-	39.3	39.2	117	114	33	29
11	38	58.1	0.16	0.23	11.72	7.68	-	-	40.3	40.4	107	96	95	99
12	28	66.2	1.02	0.71	2.90	4.76	-	-	39.3	39.2	116	116	36	37
V)														
13	21	48.8	0.54	0.65	3.76	3.63	33.3	30.8	39.9	39.5	113	120	38	33
14	19	49.4	0.67	0.53	3.20	4.80	32.4	23.8	39.3	39.3	125	124	29	31
15	19	58.5	0.80	0.50	3.18	6.50	31.9	23.2	39.3	39.3	126	125	27	28
16	18	66.7	0.65	0.51	4.35	6.00	29.9	25.8	39.3	39.3	126	127	27	27
17	17	75.3	0.73	0.37	3.58	8.98	-	25.4	39.3	39.2	128	126	27	30
18	35	81.2	-0.06	0.26	-	10.16	38.1	37.1	39.9	40.1	115	115	27	66

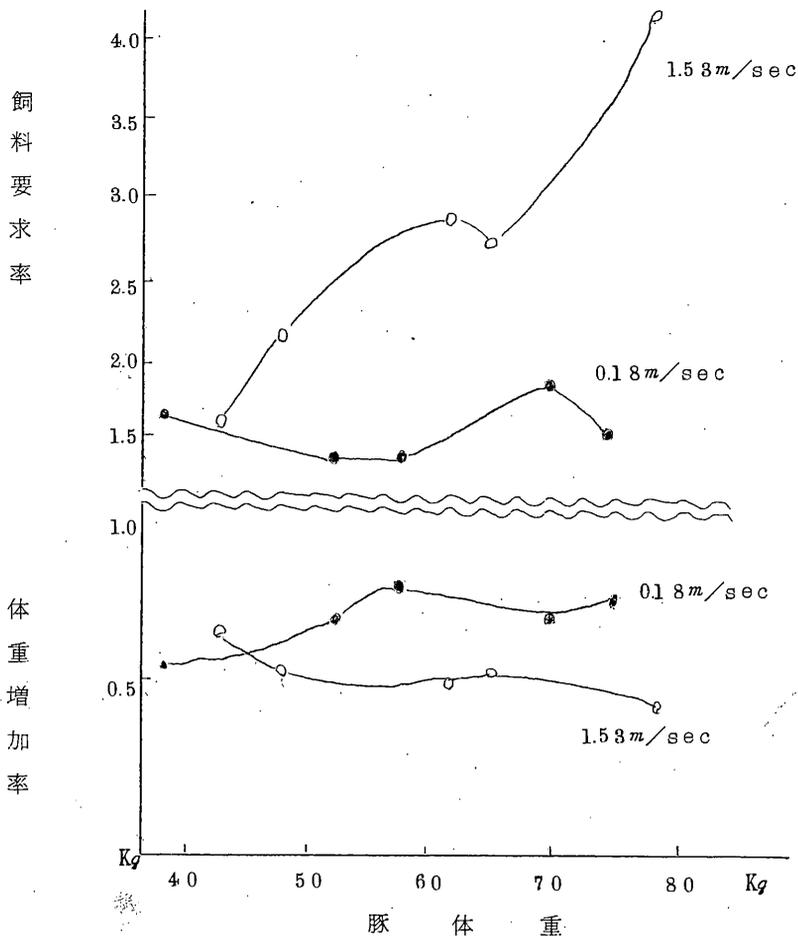


図 - 1 体重増加率と飼料要求率

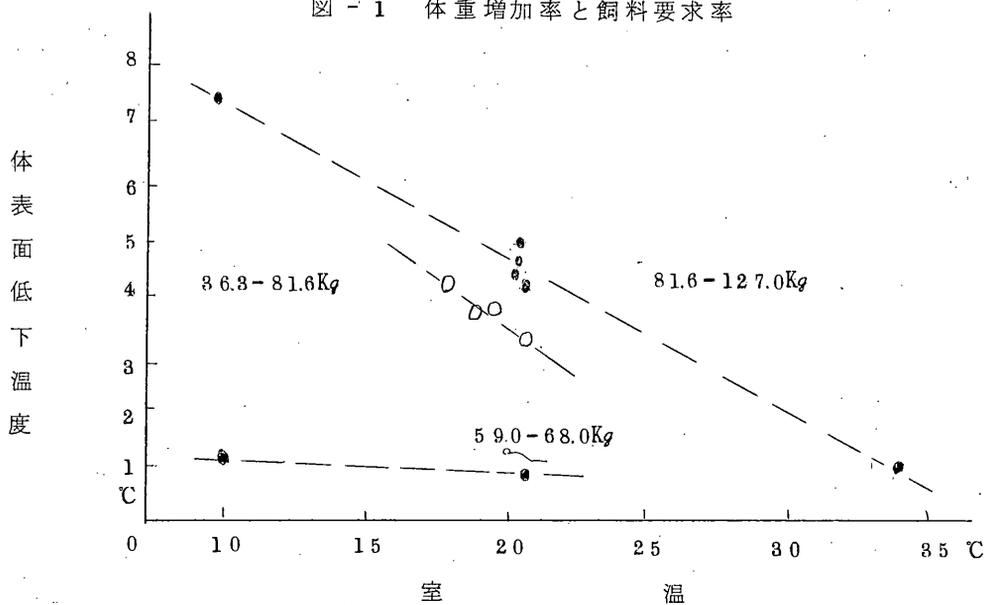


図 - 2 風速と体表面温度の関係

豚舎環境の設計・計算における豚の実効温度について

Effective temperature for evaluating or designing Hog environments.

F. E. Beckett

Transactions of ASAE, 8(2): 163-166, 1965

豚の飼育環境における不快感は気温、放射温度、風速、湿度、豚との接触面の状態の他、豚の活動量、飼料の質と量により影響されるがここでは気温、湿度の2要素についてのみ検討した。

一般に動物は体外へ熱を放出しているがその総熱量は次式で計算される。

総放熱量 = 皮膚面からの潜熱放出 + 対流熱放出 + 伝導熱放出 + 放射熱放出 + 呼吸熱放出

豚からの総熱放出は気温に最も大きく影響され、他の環境要素による影響は比較的少ない。

上記各放熱項を150 lbの豚の表面積が15 ft²とし、単位表面積当りの放熱量として求めた。なお新陳代謝の総量はBond(1959)のデータを使用した。各放熱項の計算方法は次のとおりである。

伝導熱はBondら(1952)の結果が150 lb豚に最も近いものとしてそのまま使用し、放射熱はBond(1959)による皮膚温度のデータからStefan - Boltzmanの式を用いて計算した。この時の豚の皮膚の放射率は0.93とし体表面の75%が放射に関与しているものとした。対流による放熱にKellyら(1948)による放熱係数を使用し体表面の80%が対流放熱に関与しているものとした。発汗による熱放出は352 lbの雌豚での値を使用し、肺からの熱放出量は総放熱量から皮膚放熱総量を差引いた値を使用した。これらの計算結果を図化したものがFig 1である。

豚の実効温度を求めるには次の4つの仮定が必要となってくる。

- (1) 豚の呼吸量が不快感の正確な指数であること。これは今までの多くの研究で明らかとなっている。
- (2) 皮膚の温度が実効温度の関数であること。これはBond(1959)の研究で明らかとなっている。
- (3) 新陳代謝による発熱量は実効温度の関数であること。Bond(1959)の結果によるとこの仮定も正しいことがわかる。
- (4) 呼吸による放熱量は吸入した空気と吐出した空気のエンタルピーの差で求められること。

この報告では相対湿度50%におけるデータを基にして実効温度を求めた。今、気温90°F、相対湿度50%の状態から急に相対湿度を100%に上昇させたとすると豚が吐き出す息の温度は体温より3.5°F低く、相対湿度は90%とほぼ一定であるので一回当りの呼吸による放熱量は減少する。従って呼吸回数が増すが呼吸による放熱量全体としてはやはり減少する傾向がある。そのため余分の熱は皮膚の温度が上昇することにより皮膚放熱として放出される。つまり新しい熱平衡の状態に達する。この時の実効温度をtry and error methodで求める。例をあげる。

- (1) 気温90°F、相対湿度100%のとき呼吸による冷却量は65 - 55.8 = 9.2 Btu/lb、実際に冷却

されなければならない熱量は 8.6 Btu であるから必要空気量は $8.6 / 9.2 = 0.935 \text{ lb}$ 、この空気量は図-1より実効温度 99.6°F に相当するが先に述べたように一部は皮膚からの放熱量の形で失われるから実際の実効温度は 99.6°F 以下である。従って実効温度を $T_{es} = 93^\circ\text{F}$ と仮定する。

(3) 皮膚温度と気温の差の決定

$$\begin{aligned} \text{実効温度 } 93^\circ\text{F} \text{ のときの皮膚温度 } (T_s) &= 99.2^\circ\text{F} \\ \text{気温 } (T_a) &= 90^\circ\text{F} \\ (T_s - T_a) &= 9.2^\circ\text{F} \end{aligned}$$

(3) 皮膚からの放熱量

$T_{es} = 93^\circ\text{F}$ のときの皮膚からの潜熱損失は図-1より 6.8 Btu、伝導熱と放射熱の合計は 7.6 Btu 対流熱損失は $(T_s - T_a)$ と Kelly による放熱係数とから 14.7 Btu、従って皮膚からの熱放出の合計は 29.1 Btu となる。

(4) 呼吸による放熱量

93°F における総放熱量は図-1より 33.5 Btu、従って呼吸による放熱量は $33.5 - 29.1 = 4.4 \text{ Btu}$

(5) 呼吸量は $4.4 / 9.2 = 0.478 \text{ lb}$

(6) この呼吸量は実効温度 92.92°F に相当し $T_{es} = 93^\circ\text{F}$ とした仮定が正しいことがわかる。

このようにして実効温度を気温、湿度別に求めたものが Fig 2 である。

以上 150 lb 豚についての実効温度が得られたが豚の体重により、また活動量により幾分が異ってくるであろう。しかし豚舎に散水して冷却し良好な環境を得ようとするような場合に十分に役立つものと言える。

(北大農学部 高橋 英紀)

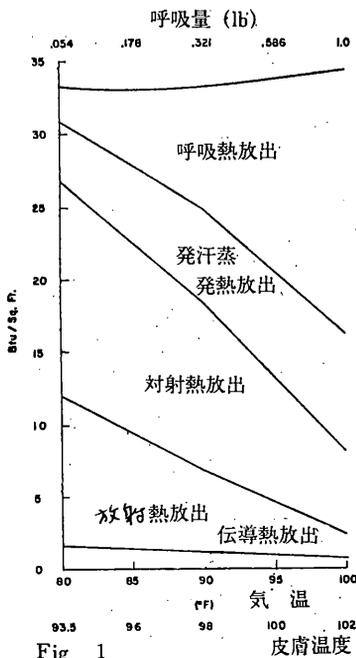


Fig 1

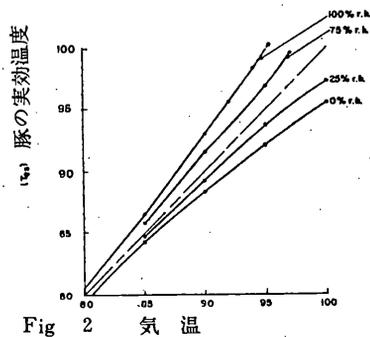


Fig 2

環境温度および給飼回数が豚の産肉性におよぼす影響

The effects of environmental temperature and method of feeding on the performance and carcass composition of bacon pigs.

D. W. Holmes and W. E. Coey

Anim. Prod., 9:209-218, 1967.

現在までのところ、肥育豚の至適環境温度は確立されているとはいえないが、一般には Heitman & Hughes (1949)、Heitmanら(1958)が環境調節室で行なった試験成績、すなわち日増体量、飼料要求率の面から見て、体重70-144 lbでは約21°C、体重144-200 lbでは約16°Cが適当であろうとされている。同氏らの試験は供試豚の数が少ないきらいはあるにしても、同氏らの見解とほぼ同様に Mangold (1960)は-1.1°C~35°Cの範囲では16°Cが最もよいとし、Culver (1962)、Pfeiffer (1962)、Kalich (1962) Jensenら(1963)は16~21°Cで最もよい結果が得られたと報じている。

飼育環境温度と生産される枝肉中の赤肉・脂肪の割合はどうか。Sorenson (1962)は環境温度が低い場合には、増体量よりも蛋白質蓄積量に影響し、約3°Cで飼育すると8°C、15°Cで飼育した場合に比べ枝肉中の脂肪量が増えることを示している。これに対し Grosseら(1963)のように枝肉中の赤肉・脂肪の割合に対し環境温度が影響しないとする者もある。また、Seymourら(1964)は、Grosseらとほぼ同様の見解をとるものの、-1°Cと16°Cの飼育温度での成績を比較して、16°Cでかつ給与飼料中の蛋白質レベルが高いときには枝肉中の赤肉量が多く、環境温度と蛋白質摂取レベルとの交互作用が認められるという。

一方、Braudeら(1963)は1日1回給飼でも2回給飼でも、屠体の品質も含めて産肉性に差が生じなかったとい、Friendら(1964)も1日分量の飼料を1~5回に分けて与えても屠体の品質に何ら差がなかったとするなど給飼回数と産肉性との関係を見た報告はあるが、給飼回数と環境温度の影響を同時に検討した成績は発表されていない。

以上に鑑み、さらに英国の近代的養豚場では豚舎内温度を調節する様になって来ていることも考慮して、環境温度、給飼回数が産肉性におよぼす影響をより詳細に追究するため本試験を行なった。

供試豚には雄3雌3からなる同腹子を8群用い、57~73日齢(体重38~74 lb)で試験を開始し195 lb以上に達した週齢で屠殺。品種は大ヨーク、エセックス×大ヨーク、(エセックス×大ヨーク)×大ヨーク、(ランドレース×大ヨーク)×大ヨークで各2群ずつである。供試豚は、温度調節および換気装置がとりつけられている豚舎で1豚房に1頭ずつ収容し、給与飼料は全期間同一配合飼料とした。試験は供試豚の性別、環境温度、給飼回数と産肉性との関係を検討できるように設計し、環境温度は12°Cと22°Cの2処理、給飼回数は不断給飼、1日量の飼料の1回および2回給与の3処理である。同腹子のうち同

性の3頭は同一温度処理とし、その温度内で給飼回数が異なるように配した。

日増体量に対する環境温度と給飼回数の影響は下の如くで、①不断給飼においては、12℃でよく、制限給飼においては1日1回、2回給飼ともに22℃でよかった。②12℃、22℃何れにおいても不断給飼の方が制限給飼よりよく、また同一温度内では1回給飼と2回給飼の差はない。③1回給飼は12℃におけるよりも22℃で明らかに良好。

以上のほかのデータを抜すいと下の如くである。環境温度の違いは、飼料要求率、屠体長に見られ、何れも22℃で改善されている。さらに22℃では固い脂肪が生産されている。

また、不断給飼をすることにより、制限給飼の場合よりも枝肉中の脂肪量が多く、皮下脂肪層も厚くなり、しかもロース断面積が少ない結果となっている。1回給飼、2回給飼の違いが飼料要求率、枝肉の性状におよぼす影響は認められずBraude (1968)の成績と一致した。

雌は雄に比べ、赤肉の生産量が多く、ロース断面積が多く、皮下脂肪層が薄かった。

(北大農学部 朝日田 康 司)

環境温度 (℃)	給 飼 回 数	平均日増体量 (lb)
12	不 断 給 飼	1.79
12	1 日 1 回	1.24
12	1 日 2 回	1.29
22	不 断 給 飼	1.73
22	1 日 1 回	1.37
22	1 日 2 回	1.37
5%レベルで有意差をもたらす差		0.098

	温度 (℃)		給 飼 回 数			性	
	12	22	不断	1 回	2 回	雄	雌
供試豚 (頭)	24	24	16	16	16	24	24
日増体量 (lb)	上 表					1.48	1.45
飼料要求率	3.35	3.06	3.28	3.20	3.14	3.26	3.15
枝肉歩留 (%)	77.81	77.69	77.22	77.74	78.29	77.88	77.62
枝肉中赤肉 (%)	46.89	46.38	44.77	47.29	47.85	45.02	48.25
脂肪 (%)	25.60	25.79	28.02	24.89	24.18	27.49	23.90
骨 (%)	8.44	8.44	8.12	8.60	8.60	8.21	8.67
ロース断面積 (m ²)	3.57	3.62	3.33	3.68	3.79	3.36	3.87
屠体長 (mm)	763.9	784.2	773.2	773.9	775.0	768.8	779.2
皮下脂肪層の厚さ (mm) 肩	4.825	4.854	5.16	4.65	4.71	5.046	4.633
背	2.241	2.212	2.45	2.07	2.16	2.429	2.025
皮下脂肪の沃素価 { 内側	59.99	58.45	58.97	58.53	60.19	59.04	50.41
{ 外側	66.59	64.64	63.66	65.88	67.03	65.27	65.78

肥育豚の増体および飼料効率におよぼす温湿度の影響

Der Einfluß von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit auf gewichtszunahmen und Futterverwertung bei Mastschweinen.

G. Comberg, H.-F. Wolfermann und H. Rundfeldt

Z. Tierzüchtg. Züchtgsbiol. 88:240~259. 1966

肥育豚の増体および飼料効率が環境に依存する割合は大きく、遺伝力が低いことは従来からよく知られている。様々の環境要因のうち豚舎内温度および相対湿度がどのような影響をおよぼすかについては多くの報告があるが、その報告は必ずしも一致していない。これは豚の品種、タイプ、年齢、体重などにより温湿度の影響のしかたが異なることによるものと考えられる。

本研究は西ドイツの肥育検定所2ヶ所における24,680頭の検定成績と舎内温湿度の記録から、増体および飼料効率におよぼす温湿度の影響を検討したものである。供試豚の品種は大部分がドイツ改良種で、40Kgから110Kgまで肥育され、1週毎の記録がとられた。

結果は体重10Kg毎の区に分けて検討された。豚舎内の温度は比較的一定に保たれ、各区の平均温度は18.7~20.0℃、平均湿度は38.1~68.4%で、その変動係数は各々10~13%、11~17%であった。温湿度と増体、飼料効率との相関をみると有意なものが大部分であった。重回帰式から各体重区毎の最適温度、最適湿度を計算すると40Kg、70Kg区では22℃、80%、110Kg区では22℃、60%という値が得られた。環境の影響は増体よりも飼料効率の方がうけ易く、又温度より湿度の影響の方が大であった。例えば体重の軽い豚において、温度22℃で湿度を80%から50%に低下した場合の飼料効率低下は11%だが、湿度を80%一定に保ち温度を22℃から18℃に低下しても飼料効率の低下は3%にすぎなかった。

供試豚中2410頭の屠殺成績を調べ、タイプの相異による影響をみたが、明らかな傾向は認められず、ミートタイプのもの程、環境に影響され易いのではないかという予想には、むしろ反対の傾向が認められた。供試されたドイツ改良種は、当時ラードタイプからミートタイプへの改良過渡期にあったともいえるので、タイプの影響も明らかにならなかったとも考えられる。

性の影響をみると、去勢雄では増体、飼料効率ともに、雌では飼料効率にのみ温湿度の強い影響が認められた。

さらに季節の影響をみると、冬期間は舎内の暖房のため相対湿度の変動が比較的大で40%位まで低下することがあり、環境の影響は大きかったが、夏は外気を自由に流入させており影響は小さかった。

本試験で得られた適温は22℃であったが、温度低下の影響があまり大きくないことからみれば、40~110Kgの肥育期間の適温として17~22℃の範囲のものが通用し得るといえる。しかし、この検定所では単飼を行っていたことを考えれば、一般農家で群飼を行う場合、これよりさらに低い15~20℃の範囲

が適温といえるだろう。相対湿度については、70～80%が適当といえよう。

(北大農学部 大久保 正 彦)

在庫バックナンバーのお知らせ

下記のバックナンバーが若干部残っています。新入会員その他の方で御希望の向きは事務局まで御申込み下さい。各号とも1部500円です。

第 3 号 主な内容

酪農経営施設設計について(広瀬可恒ほか)

新しいWarm Loose-housing System(松川五郎)

その他,全87頁

第 4 号 主な内容

ヘイレージ調製と品質・栄養価(高野信雄)

牧草調製の機械化体系を組むに当っての概算法(岡村俊民)

パーンクリーナーについて(池内義則)

搾乳機使用状態の診断方法と測定機(小野哲也ほか)

その他,全69頁

初生子豚の栄養と体温調節

Nutrition and thermoregulation in the newborn pig.

L. E. Mount, ARC Institute of Animal Physiology.

Proc. Nutr. Soc., 28:52-56, 1969

子豚は生時1Kg程度の体重であるがその後1週間で体重が倍に増加する。子豚は通常生れてすぐに哺乳を開始し哺乳間隔は1-1.25時間で1回の哺乳量は初め12gであるが2週齢で30gとなる(Barber, Braude and Mitchell, 1955)。初生子豚は典型的な恒温性を示し寒冷時には代謝率が休息時のその3-4倍にも増加する。初生時より体表血管系は寒冷条件に良く反応して収縮が起り震えさえ発現する(Mount, 1964, 1968)。これらの現象から子豚では断熱効率が低いにもかかわらず体温調節が良く発達していると言える。体温調節は熱生産量即ち直接的には栄養条件に関連して来る。

直腸温度：子豚の直腸温度は生後20-30分間で2℃或はそれ以上低下しその後12-24時間で成豚の直腸温(39℃)に回復するがこの回復速度はその時の環境温度に左右される。正常に母豚から哺乳した子豚では生後12時間で38℃前後、2日齢で39℃に近くなるが哺乳しないものでは生後16-24時間でも哺乳したものよりも1-2℃低い37-38℃までしか回復しない。

代謝率：代謝率の増加と同時に体温も上昇する。これはいかなる環境下でも起るが当然温暖な条件下の増加が寒冷下のそれより大である。初生子豚の臨界温度は約34℃であり熱的中性圏で測定した酸素消費量は生時で1分当り8-10ml/Kg体重であるがほぼ2日齢で平均15ml/Kgまで増加する。しかし絶食時の子豚では酸素消費量は増加しない。環境温度15-19℃の条件下では哺乳した子豚もしないものも酸素消費量は1分当り約30ml/Kgにまで増加する。このことから低温条件下では環境温度が熱生産量の決定要因となるが熱的中性圏では栄養条件がその要因となることを示唆する(Newland, Mitchell and Reineke, 1952; Mount, 1959; Morrill, 1952)。

体温調節能：年齢、体重及び栄養条件の異った子豚を環境温度5℃へ曝露して直腸温度、酸素消費量等を測定すると約半数の子豚の体温が急激に低下し他の半数は体温低下の度合が比較的小さかった(Mount, 1961)。このことから年齢及び体重により寒冷耐性の変るとは断言出来ないことがわかる。寒冷に対する耐性はその個体が到達し得る最大の熱生産量即ち代謝能力に大部分負うであろう。更に子豚が哺乳したか否かは上記の環境下での各個体の反応に大きな影響を与えないことも明らかとなった。その例として直腸温度についてみれば第1表の如くなり哺乳したものもしないものもほとんど同様な温度を示している。しかしながらPomeroy(1953)は哺乳してすぐの子豚では生後12時間であっても寒冷曝露に良く耐え得るか哺乳後かなり時間がたった子豚では48時間齢の子豚でも寒冷に対する耐性は低下すると報じている。したがって初生子豚の寒冷に対する反応は哺乳の有無に関係なく起るようであるがその反応の度合は哺乳の有無が関与して来ると考えられる。しかしながら環境温度に関係なく生後の経過時間に関して起る体温の上

昇は前述の如く哺乳時にのみ現われ絶食子豚には認められない。

エネルギー源：初生子豚の体脂は非常に少なく体重の約1%程度である(Widdowson, 1950)が骨格筋中のグリコーゲン量は子緬羊(8.8g/Kg体重)及び子兎(2.3g/Kg)より多く20.9g/Kgである(Dawes and Shelley, 1968)。それ故絶食子豚は主としてその貯蔵グリコーゲンをエネルギー源とする。McCance and Widdowson(1959)は初生子豚を環境温度12℃及び31℃の条件下で絶食させると代謝のパターンはほぼ同じであったと報じている。前記の条件下で代謝された全固形物中の各々6.9%及び6.7%即ち12℃では24.0g/Kg/24時間及び31℃では11.2g/Kg/24時間のグリコーゲンが代謝され体脂の貢献度は小さいことが認められた。絶食初生子豚は炭水化物を主要エネルギー源とするが12℃の条件下では蛋白質も31℃のものより多く代謝されエネルギー供給の一翼を担っていることが認められた。

グルコース代謝：絶食時に最も顕著に現われるのは血糖値の低下である。この状態は特に初生時より数日間が最も著しく現われるが1週齢に至ると血糖値低下に対する抵抗性が増して来る、更にグルコースの注入によっても回復することが認められている(Hanawalt and Sampson, 1947)。Morrill(1952)は低血糖症の発現が環境温度に支配されると報じている。即ち15℃では28時間で仮死状態になるが31℃では84時間でこれが発現する。この事は高温条件下にある場合代謝率が低温時のそれより低く体内蓄積物質をより長く利用出来ることを示唆している。温暖条件下の豚の体重減少は寒冷条件下のそれより大(試験開始時体重の31%及び12%)であることから温暖条件下では寒冷条件下で利用出来ない貯蔵物質も利用することが示唆される。Goodwin(1957)は初生子豚の代謝は血糖値に左右され血糖値が低下すると心搏数、呼吸数及び体温も低下すると報じている。

呼吸商：初生子豚がグルコースにエネルギー源を求めているにもかかわらず呼吸商は必ずしも一定したものではない。生後4時間程度では平均0.90から0.95の値を示すが生後12-24時間で哺乳の有無によらず0.90以下に低下する。このことから炭水化物以外の物質も代謝されていると言える。その後1週間は0.75から0.85の間にある。このことは脂肪の代謝が増加することを示し更に体脂の量も初生時の1%から1週齢で約10%に増加する(Brooks, Fontenot, Vipperman, Thomas and Graham, 1964)。(北大農学部 関根純二郎)

第1表 5℃の環境温度における子豚の直腸温度の低下割合

	哺乳子豚	絶食子豚
供試子豚数	6	5
年齢(時間)	13.5±1.6	9.2±3.8
体重(Kg)	12.6±0.13	11.9±0.09
直腸温の低下割合(℃/時間)	2.37±1.2	2.84±0.64

鶏舎の環境調節がブロイラー生産に与える影響について

Effect of various degrees of environmental control on poultry production

T. R. C. Rokeby and R. M. Smith

Transactions of the ASAE, 8;204-207, 1965.

高温又は低温によるブロイラーのへい死率を下げ、かつ省力によって生産を上げるために、断熱材の使用や自動換気などの方法が提案されている。本研究は実験用鶏舎(4m×4m)4種を使用し鶏舎環境とブロイラー生産について調査を行なった。

1 調査方法

各鶏舎の内容は、№1内部がハードボード仕上げ、外面トタン張り、壁と天井に厚さ5cmの岩綿断熱を施し、3トン容量の空調調節器がついているもの、№2構造は№1と似ているが、外面がハードボードで、2ヶのファンによる強制換気が行なわれている、№3野地板と建築紙からなる普通の木造で屋根はアスファルト、手動調節による換気筒がある。入気は窓による、№4、№3とよく似ているが、屋根はアルミニウムで、換気用の入気孔として窓のほかにたれ戸を設けてある。これら4種の鶏舎を2分し、8個の測定室(ベン)を設けた。鶏舎内には図-1に示すようにガス育雛器、自動給水器、給飼器、熱電対、毛髪湿度計を設置した。育雛器は直径120cmの傘型で発熱量は5040 Kcal/hrであり、鶏の成育にしたがって温度調節ができるようになっている。熱電対は床上35cmの高さにおいた。

№1鶏舎の空調装置にはセルローズのエアフィルター(American Air Filter Co., PL型)がついているが、この前にガラスウールのフィルター(AAF Amerglas prefilter)をとりつけると交換回数が減る。フィルターによって清浄にされた新鮮空気は手動調節で入気量を調節される。空調装置は元々1つの温度調節器がついているが、外気温が低い時は吸気口のダンパー調節によって冷却を行なうための温度調節器を別に取りつけた。更に、寒冷時の試験に当っては空調用のコンプレッサーを外して吸気用のファンを用いた。

№2鶏舎の南側には上下に大(1067 m³/min)、小(270 m³/min)2個の排気扇を設け、何れも温度調節器によって作動するようになっている。冬は大排気扇をはずす。

№3及び№4鶏舎は何れも手動で自然換気の調節を行なう。寒冷時には殆んどすべての入口を閉じ夏は吸気口を開き、通常、窓は取り外す。

鶏の管理は専門家に任せ、夏、秋、冬各期の実験を2~3回繰り返した。各試験区には同日齢の鶏を供し、同じ飼料を与え、飼料消費量、へい死率、体重などを記録した。

鶏舎内温度は熱電対と16打点の記録計により、外気温は百葉槽中の熱電温度計によって測定した。各々、最高、最低温度及び日平均温度を測定した。日平均温度は、その日の最高温度と最低温度の平均値をとった。

2 調査結果

(1) 鶏舎内温度と外気温との関係

舎内温度は育雛器の調節によって変えられるので、日平均温度としては余り意味がないが、外気温の変動との関係は鶏舎の構造によるので重要である。調査結果では、№1鶏舎が最も外気温の変動の影響を受けない。№2鶏舎はほぼ№1鶏舎と同様外気の影響を余り受けない。№3及び№4鶏舎の温度はおおむね外気温の変動に従って変動する。

図-2は、1959年の夏季における№1～№4の鶏舎内最高及び最低温度を示し、図-3は冬季の場合を示す。これらの図からも各鶏舎内の温度が外気温度により影響される程度を知ることができる。

(2) その他の調査結果

鶏舎の違いによる湿度の違いは明らかでなかった。

各鶏舎別の風速は広範囲に違っており、№1及び№2鶏舎の風速が大きく、自然換気の№3及び№4鶏舎の風速は小さい。

鶏舎内の塵埃及びアンモニア濃度は、№1鶏舎が最も大であった。

(3) ブロイラーの体重

各鶏舎における8～9週齢ブロイラーの平均生体重(7回反覆)を表-1に示した。これによると、強制換気式の鶏舎が自然換気式の鶏舎より体重が大きいこともあれば(1957年及び1959年の夏季)、その逆のこともあるが(1957年及び1958年の秋季と1958年～1959年の冬季)、大体、寒冷時は、自然換気式の鶏舎の方が体重は大きいようである。

(4) 飼料効率とへい死率

各鶏舎における飼料効率は、各調査季毎には差は見いだせないが、7調査季を通じてみると№4鶏舎がわずかに良い結果を示した。

鶏舎の様式とへい死率との関係も明確ではないが、平均へい死率は3%であった。

(北大農学部 伊藤和彦)

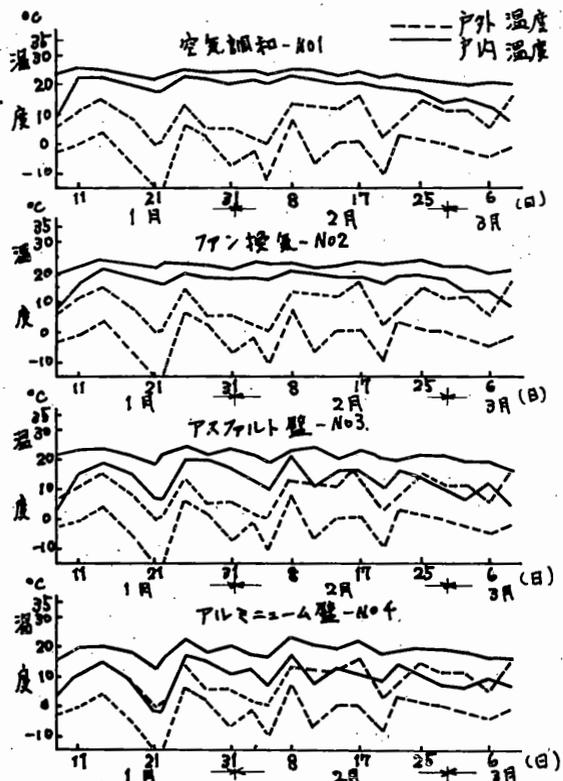


図-3 最高及び最低温度 (1958~1959年冬)

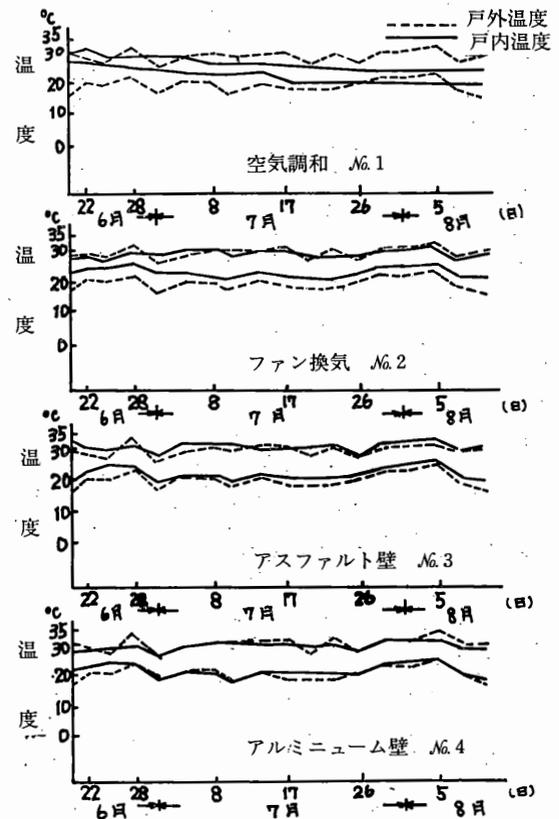


図-2 最高及び最低温度 (1959年 夏)

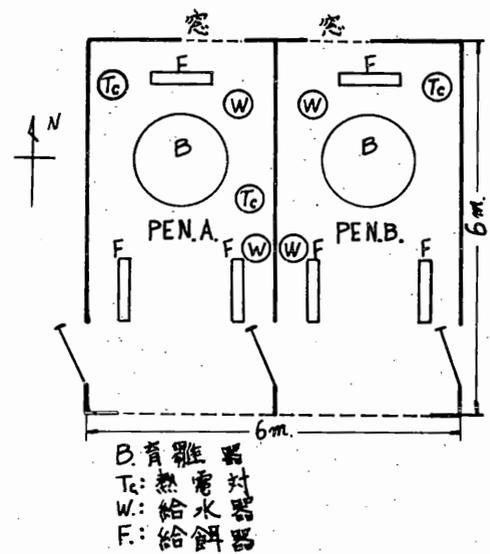


図-1 No.3 鶏舎の平面図 (他の鶏舎もこれに類似している)

表 一 1 鶏の平均体重（単位：Kg）

鶏舎条件	1957年	1957年	57~58	~58	~58	58~59	59
	夏	秋	冬	夏	秋	冬	夏
空 気 調 和	1.32	1.29	1.22	1.17	1.05	1.16	1.25
フ ァ ン 換 気	1.32	1.23	1.22	1.17	1.07	1.15	1.21
アルファルト壁	1.28	1.25	1.23	1.20	1.13	1.20	1.20
アルミニウム壁	1.30	1.24	1.22	1.17	1.11	1.20	1.17

お 知 ら せ

好評頒布中の

酪農経営施設設計指針（付設計図）

はまだ残部に余裕があります。

御希望の方は、代金（送料共1部1,180円）を添えて、研究会事務局まで御申込下さ

い。

札幌市北9条西9丁目

北大農学部内

北海道家畜管理研究会

鶏における外因ストレスとその対処生理機構—温度と呼吸調節—

Environmental stress and physiological compensating mechanisms
in fowl. ——— Temperature and respiratory regulation ———

H.S. Siegel

Poultry Sci., 48;22-30, 1969.

変化した環境に生き残るために生物は適応性の変異をとげる。適応それ自体が生存を決定づけるものではないがその適応性が突であればその生物がある環境に生存し増殖し得る可能性は大となる。適応とは単一機能の変化ではなく多くの機能の総合的变化であり生物の順応能力は内的環境の調節、非ストレス環境へ回復した後の復元機能、行動順応能及びその環境での生存或は個体発生能などの機構に負うところが大きい。順応速度とその漸近値としては応々として各種の対応機構で異なり相互の相関を求める事は困難となる。多くの変動因を決定することによりのみ順応の結果を推定し得る。温度及び呼吸調節の二つの機構はこの多変動因の一要因であり鶏における環境変化に対処する能力の指標となる。しかし一時的或は長期的な馴化の潜在能力及びその感応速度は遺伝的に支配されており又ある環境下の生存能は各個体の総合的な適応性に由来し単なる体温或は呼吸調節機能にのみよるものではないことは一応心にとめておかねばなるまい。

体温調節機構

約7日齢までのヒナは完全に恒温性であり産熱及び放熱を調節する機構を有している。鳥類の深部体温は一般に哺乳類のそれよりも高く4.12℃から4.22℃の範囲にある。King 及びFarner (1961) は深部体温の変動は少なく体表面に近い部位の温度が外界気温により変化すると述べている。熱生産は大部分体深部で行なわれ放熱は体表面部位で起る。熱放散には一般に3つの道がある、即ち輻射、伝導、対流による直接的方法及び水分の蒸散による間接的方法である。

1 直接的熱放散

非発汗動物である鳥類は体表面の水分蒸散による放熱は少なく体表から外界へ直接熱を放散させる。熱放散速度は体表と外気温或は熱放散対照物との温度勾配に支配される。そこで皮膚温調節及び体表層部の断熱能などの機構が重要なポイントとなる。羽毛でおおわれた皮膚温は比較的広範囲の外気温変化にもほぼ深部体温と同様に保たれるが羽毛のない末端部位のそれはかなりの変動を示す。よって羽毛の除去或は欠損は体温の低下をきたし熱放散量は正常鶏の2-3倍にも及ぶため一般に代謝率は高くなる。したがって不随意筋である立毛筋及び皮膚運動一般を司る随意筋の皮筋も熱交換に重要な役割をもつものである。上限臨界温度以下の環境の場合には血液が担体となり循環器系対流が各組織から体表へ熱を移動させる事に大きく貢献している。皮膚中の動静脈吻合は交感神経の収縮刺激に感応して皮膚への血液流量を調節する機能をもち体表層脈管の弛緩は熱放散を増大させる。一方寒冷環境下では収縮して体内に熱を保存する。又皮膚の血液流量調節と同時に働く羽毛調節の生理機構が鳥類では最も効率よく利用されている。羽毛欠損部位における外界

への熱放散には体表血管系の調節が重要である。キジ、鷺鳥などでは足部の血管が対流熱交換器の役割をばたし熱放散に大きく関与している。-18℃の環境温度下では冷順応したキジの大腿部の温度は37.5℃であり飛節部で9.7℃であるのに対し暖順応した鳥類のそれは各々39.9℃及び32.0℃であった。このように羽毛欠損脚部における外気温との温度勾配がゆるくなるように気温順応が働くのである。しかし時々血管拡張が起こり末端部位の凍結を防ぐことが認められている。頭冠も又熱交換に関与していると考えられる。高温下で育成された鶏の頭冠は低温下で育成されたものに比べて大である。頭冠を除去しても高低温いずれの環境下でも体温変化に影響しないが頭冠を除去した鶏は低温下では群衆になる度合が正常のものより小であった。このことは附属器官は直接熱生産に関与しないが高度に脈管系の発達した部位から熱が失なわれること及びその熱損失が個体の行動その他の方法によりおさえられることを示唆している。行動という面では、鳥類は羽毛欠損部位を羽毛部で覆って熱損失をおさえようとする。座ることにより40-50%熱放散を抑制することが出来更に頭部を翼にだき込むことにより約12%熱損失を低下させ得る。更に群衆化することにより熱放散を減少させる。冷環境下では羽毛を立てて空気層を増大させて断熱効果を増し、逆に高温下では羽毛を皮膚近くにねかせる。体表上を通過する空気の色度は熱交換に関する一つの要因である。早い空気の動きは対流による熱交換を増し又さかだてた羽毛を乱すほどの風では羽毛間の空気層を乱だしその断熱効果を低下させる。環境温度40℃まででは風速毎分150mで体温上昇度、呼吸蒸散による熱放散が毎分15mの時のそれよりも小さい。しかし外気温が体温より高いと高風速は害作用を及ぼす。即ち体温は急激に上昇し生存時間も短くなる。

2 間接的熱放散

環境温度が体温以上になると鳥類の熱放散は主に呼吸蒸散により行なわれる。上限臨界温度以下の温度では熱蒸散は呼吸表面積と蒸発表面と空気との蒸気圧差の関数である。熱ストレス下における糞及び尿中の水分の役割については未だ明確になっていない。激動或は高温時の多呼吸によるあえぎでは通常呼吸量が正常時のその約1/3になるが蒸散速度は増加する。通常呼吸量が減少するのは非呼吸体表が過呼吸になることを防ぎ血中から過剰に炭酸ガスが失なわれて起るアルカローシスを予防すると考えられている。Salt and Zeuthen (1960)の肺臓内炭酸ガス張度は多呼吸になっても減少しないという結論は前述の考えの裏付けとなるであろう。しかしながらCalder and Schmidt-Nielsen (1966)及びLinsley and Burger (1964)らは鳩及び鶏で40℃以上でのあえぎでは炭酸ガスがかなり損失しアルカローシスが起ることを認めた。しかし40℃をわずかに下廻る温度での深い呼吸では炭酸ガス分圧に変化の起らないことが認められている。高温環境下では水分の損失(蒸発及び排泄)が代謝水の生産を大きく上廻る。故に高温下での生存は水分を摂取出来るか否かに左右される。White Leghornの高温耐性は多量の水を飲むか否か或はよりよい蒸発冷却機構があるか否かによって決まる。これらが視床下部の制御を受けるか否かは未だ不明である。熱蒸散は環境温度の剰数関数である。湿潤環境では熱蒸散は阻害され熱蒸散と直接に放散される熱との比率は低くなる。鳥類における高い体温と一時的な高熱症に耐える能力とは体温調節時の蒸発による冷却の一助となる。温度勾配が急であることにより直接的熱交換が増すと同様に

蒸気圧勾配が増せば蒸散は大となる。しかし馴化或は遺伝的順応が温度耐性をも増加させるという事実はまだない。

3 生理的調節

低環境温度のために物理的溫度調節機構のみでは深部体温を保てなくなると代謝機構による熱生産が増す。これは筋緊張度の増加及び震え或は意識的な活動に由来する骨格筋活動が増大することにより起る。消化中に起る特異動的作用により鶏では15—18%、鳩では20—30%代謝率が增加する。しかし過熱症時の呼吸活動、脈管系活動による筋運動も又代謝性熱生産を増加させることが知られている。視床下部の中樞で熱生産及び熱放散を調節している。鳩の視床部を直接冷却すると震えが起り間脳を破壊するとこの反応が現われなくなる。視床下部の温度は直腸温度より敏感に環境温度の低下を反映する。又その温度は皮膚温度に近似する。熱性多呼吸は視床部の切除により消失するし実験的に視床部を暖ためることにより熱性多呼吸を発現させ得る。視床下部に到達する以前に血液を冷却すると体温が高くても熱性多呼吸は発現しない。迷走神経は受感経路であると考えられている。何故ならば鳩の迷走神経の両側とも切除すると体温低下が起っても熱生産が増大しないことが認められている。又鶏ではあえぎが完全に起らなくなる。鶏を寒冷下におくと深部体温が低下する以前に震えが発現することから体表上に受容体があると考えられているが頭部が冷やされたことも震えの一因であろう。128時間齢の幼雛は環境温度10℃で体温を一定に保持出来なくなる。これは単に体格が小さいことによるものではなく明らかに寒冷ストレスに対応する調節機構が未発達であることに関連している。128時間齢のヒナのβ交感神経受容体を薬物で処理すると体温維持が不能となるがα部位の処理ではほとんど影響がない。鳥類は熱環境に馴化出来ることが実験的に立証されている。高温処理をした鶏は高温耐性が増大する又逆に寒冷馴化により休息時代謝率が高くなり臨界温度も低くなる。高温馴化した鶏は呼吸数、1分間の呼吸量、脉搏数及び心収縮時或は心弛緩時血圧などが高温で正常鶏より低い値を示す。又その他にもヘマトクリット、血漿量及び血液比重などが低く血管の末端抵抗及び心臓血液搏出量が増大する。これらの変化は品種、性、年齢、その他の要因に影響される。例えば産卵鶏は非産卵鶏より熱耐性が低いことが認められている。

呼吸の調節と順応

鳥類も含めすべての動物の呼吸は水生的である。何故ならば膜通過の際にはO₂は必ず溶液中に溶け込んだ形でなければならぬからである。鳥類は鷺鳥を除いて動静脈血間におけるヘモグロビンの酸素飽和度の差が非常に大きい。このことは酸素の利用効率が鳥類では高いことを示すものであり更に酸素親和度の低い鳥類のヘモグロビンは酸素解離曲線に示される如く組織中へたやすく酸素を放出する。温度、pH及びCO₂張度はO₂-ヘモグロビン解離に影響を及ぼす。したがってヘモグロビン-O₂親和度及び血中CO₂容量は高高度のペルー地方に生棲する鳥類で高い値を示す。低高度に生棲する鳥類をO₂欠乏条件下に長くおくと心内膜に粘液様変性を起し更に退縮性気腫が発現する。更に多血球症、心臓血管系の損傷等を併発し死に至る。ポリビアのラバツ(La Paz) (3292m)で育成されたブロイラーのうち12%のものに心筋炎、臍血及び腹水症様症状が認められた。3094mで数代にわたり育成、選抜された鶏では呼吸数及びヘマトクリット

値が非常に高くなっていることが認められた。酸素消費量は代謝率と関連し甲状腺肥大の鳥では多くなる。孵化後 8 時間で酸素消費量は 50% 増加し以後漸増しほぼ 15 日齢で一定となる。ほぼ 6 日齢までは体温及び代謝率は増加し続け同時に代謝の盛んな組織が吸収した卵黄にとって代る。このことが酸素必要量の増大を促す。鳥類を高酸素環境下に短期間曝露した場合の順応過程については未だ不明確である。大部分の恒温動物では 100% O_2 の大気中におくと呼吸障害を起し死に至る。しかし 2-7 週齢のヒナでは一気圧 100% O_2 下に 4 週間曝露しても斃死或は疾病障害等が起らない。又増体量、呼吸数及び赤血球値の減少等の変化はあるが通常大気中へもどすと回復する。一般に鳥類の CO_2 解離曲線は哺乳類のそれとほぼ同様である。しかし動静脈血間の CO_2 張度は著しく異なりこれが CO_2 の放出を容易にしていると思われる。0.5-0.6% CO_2 の条件下でも鶏、七面鳥の呼吸器系に何の障害も現われなかったという報告がある。鶏を高 CO_2 濃度に曝露すると酸-塩基平衡に影響が現われる。2-5% CO_2 中では呼吸性アシドーシスが 2-3 日で発現する。又血中重炭酸塩が増すが 2-3 週間で低下して来る。5% CO_2 濃度では呼吸が深くなり気管の粘液分泌が増し 12 時間後で鬱血、出血斑が現われる。40% CO_2 に 50 秒曝すと痙攣が起り 60% CO_2 20 秒で死に至る。 CO_2 張度増加に対する順応については未だ不明である。

(北大農学部 関根 純二郎)

研 究 会 記 事

(1) 庶務報告

(会誌第4号に報告以降)

- ① 昭和44年度第2回評議員会(昭和44年7月21日 於北大農学部)
議題: 総会およびシンポジウムの開催期日の延期について
- ② 昭和44年度総会と第8回研究会(昭和44年11月28日 於札幌市 協栄生命ビル)
- ③ 昭和45年度第1回評議員会(昭和45年5月30日 於北大農学部)
議題: 会務報告、昭和45年度事業計画

(2) 会計報告

昭和44年度会計報告

(昭和44年4月1日～昭和45年3月31日)

一 般 会 計

収 入 の 部		支 出 の 部	
前年度より繰越	104,030 ^円	会報第4号発行費	98,000 ^円
個人会費	59,700	研究会大会費	78,870
44年度 300×159		会 議 費	3,900
43 " 300×29		通 信 費	28,285
42 " 300×8		事 務 費	5,831
45 " 300×3		残 高 (次期繰越)	47,946
賛助会費	90,000		
18,000 00 10			
会報売上げ(500×12)	6,000		
銀行利子	3,102		
計	262,832	計	262,832

特 別 会 計

収 入 の 部		支 出 の 部	
前年度より繰越	181,690 ^円	払い戻し分	1,000 ^円
44年度指針売上げ(36冊)	36,000	支払送料	480
受 取 送 料	720	残金(現在高)	216,930
計	218,410	計	218,410

監 査 報 告

昭和44年度の会計監査の結果まちがいないことを認めます。

昭和45年6月12日

監事 小林道彦 (印)

" 桜井 允 (印)

北海道家畜管理研究会々則

- 第 一 条 本会は北海道家畜管理研究会と云い、その事務局を北海道大学農学部に置く。
- 第 二 条 本会は家畜管理等における機械化、省力化、衛生管理並びにその経済性などに関する研究の促進及びその健全な普及を図ることを目的とする。
- 第 三 条 本会は目的を達成するために次の事業を行う。
- 1 講演会及び研究会の開催
 - 2 機関誌の刊行
 - 3 その他本会の目的を達するに必要とする事業
- 第 四 条 本会は本会の目的に賛同する個人及び団体で構成する。
- 第 五 条 本会は役員として会長1名、副会長1名、評議員、幹事、各若干名及び監事2名をおく。役員任期は2ケ年とする。但し再任を妨げない。会長は会務を総理し、本会を代表する。評議員は講演会、研究会その他本会の目的達成に必要とする事業を企画し評議する。幹事は庶務、会計、編集その他日常業務を執行する。なお、本会には顧問をおくことが出来る。
- 第 六 条 評議員、監事は総会において会員より選任する。会長及び副会長は評議員より互選し総会において決定する。幹事は会長の委嘱による。
- 第 七 条 会員を分けて普通会員及び賛助会員とし、普通会員は個人とし、その会費は年800円とする。賛助会員は個人又は団体で、その会費は年1口5,000円、1口以上とする。
- 第 八 条 総会は毎年1回開催し、会の運営に関する重要な事項を決定する。必要に応じ臨時総会を開くことが出来る。
- 第 九 条 本会の会計年度は4月1日より翌年3月31日までとする。
- 第 十 条 本会々則の変更は総会の決議によらなければならない。

役 員 名 簿

顧問 三田村 健太郎 常 松 栄 横 山 偉和夫
北海道農務部長

会 長 広 瀬 可 恒

副 会 長 吉 田 富 穂

評 議 員	在 田 恒 雄	厚 海 忠 夫	遠 藤 清 司
	八 戸 芳 夫	早 川 正 男	早 川 晋 八
	平 賀 即 稔	広 瀬 可 恒	五十嵐 憲 蔵
	上 林 英 治	松 本 達 夫	松 村 宏
	三 浦 四 郎	桃 野 作次郎	森 田 修
	難 波 直 樹	野 村 喬	岡 村 俊 民
	斉 藤 亘	佐 野 清 美	沢 潤 一
	沢 口 義 憲	波 江 東 雲	鈴 木 省 三
	高 橋 俊 行	高 畑 英 彦	高 倉 正 臣
	戸 田 節 郎	鳥 山 正 雄	坪 松 戒 三
	土 田 鶴 吉	上 野 栄	渡 辺 隆
	山 田 勝 美	吉 田 稔	吉 田 富 穂

監 事 小 林 道 彦 桜 井 允

幹 事 池 内 義 則 (会 計) 朝 日 田 康 司 (編 集)
上 山 英 一 (庶 務)

会 員 名 簿

(昭 和 4 5 年 6 月 現 在)

普 通 会 員

氏 名	住 所
(A)	
相 田 隆 男	標津郡中標津町 北海道立根釧農業試験場
相 場 武	旭川市 6 条 9 丁目 旭川市役所
赤 松 勉	檜山郡江差町字水堀 檜山南部地区農業改良普及所
浅 川 英 夫	旭川市 6 条 9 丁目 旭川市役所
浅 原 敬 二	根室市常盤町 根室支庁産業課
朝日田 康 司	札幌市北 9 条西 9 丁目 北大農学部畜産学科
荒 川 裕 一	虻田郡ニセコ町字本通 南羊蹄地区農業改良普及所
在 田 恒 雄	札幌市北 4 条西 1 丁目 北農中央会
厚 海 忠 夫	札幌市北 3 条西 6 丁目 道庁畜産課
(B)	
坂 東 健	標津郡中標津町 北海道立根釧農業試験場
(D)	
堂 腰 純	札幌市北 9 条西 9 丁目 北大農学部農業工学科
(E)	
榎 本 博 司	野村郡別海村西別市街 南根室地区農業改良普及所
遠 藤 清 司	札幌市北 3 条西 6 丁目 道庁農業改良課
遠 藤 工	中川郡豊頃町湧洞
(F)	
古 谷 将	帯広市稲田町 帯広畜産大学
藤 井 甚 作	滝川市東滝川 北海道立滝川畜産試験場
藤 井 健 治	紋別郡雄武町字末広町 雄武町役場
藤 田 裕	帯広市稲田町 帯広畜産大学
藤 田 昭 三	河西郡芽室町 北海道立十勝農業試験場
深 沢 敏 雄	新冠郡新冠町 新冠町役場
福 原 正 人	釧路市材木町 4 3 日配釧路工場
福 家 正 直	虻田郡留寿都村字留寿都 南羊蹄地区農業改良普及所留寿都駐在所

氏名	住所
(G)	
郷 司 明 夫	有珠郡伊達町末永 有珠地区農業改良普及所
(H)	
八 戸 芳 夫	札幌市北 9 条西 9 丁目 北大農学部畜産学科
橋 本 孝 信	標津郡中標津町 北根室地区農業改良普及所
橋 本 均	野村郡別海村中春別市街 根釧パイロット開協
橋 爪 徳 三	帯広市稲田町 帯広畜産大学
早 川 正 男	札幌市北 3 条西 6 丁目 道庁酪農草地課
早 川 晋 八	上川郡新得町 狩勝牧場
早 川 政 市	札幌市羊ヶ丘 北海道農業試験場畜産部
芳 賀 六 男	金沢市諸江町上丁 3 3 8 本多製作所
原 田 伸 之	札幌市大通り西 5 丁目 全販連札幌支所
東 山 啓 三	勇払郡厚真町 東胆振地区農業改良普及所厚真駐在所
広 瀬 可 恒	札幌市北 9 条西 9 丁目 北大農学部畜産学科
平 賀 即 稔	札幌市羊ヶ丘 北海道農業試験場畜産部
平 沢 一 志	滝川市東滝川 北海道滝川畜産試験場
平 山 秀 介	滝川市東滝川 北海道滝川畜産試験場
平 田 征 男	帯広市大通南 7 丁目 4 番地 道東クボタ農機販売 KK
堀 川 泰 彰	松前郡松前町赤神 2 4 8
(I)	
井 上 貞 典	札幌市北 4 条西 7 丁目畜産会館内 北海道畜産会
井 幡 勝 明	常呂郡訓子府町字訓子府 訓子府町役場
今 淵 宗 男	札幌市北 4 条西 1 丁目 ホクレン畜産事業本部
伊 藤 道 秋	札幌市北 9 条西 9 丁目 北大農学部農業工学科
池 田 盛 重	札幌市羊ヶ丘 北海道農業試験場畜産部
池 内 義 則	札幌市北 9 条西 9 丁目 北大農学部農業工学科
石 井 俊 貞	足寄郡足寄町南 5 区 石井有也方
石 本 一	札幌市北 3 条西 7 丁目酪農センター 北海道農業開発公社
五十嵐 憲 蔵	札幌市羊ヶ丘 北海道農業試験場農業経営部
井 谷 定 幸	紋別郡興部町 興部町役場畜産課
市 川 舜	江別市西野幌 5 8 2 酪農学園大学畜産学教室
和 泉 康 史	上川郡新得町 北海道新得畜産試験場

氏名	住所
伊藤和彦	札幌市北9条西9丁目 北大農学部農業工学科
猪野毛好 (K)	江別市2条2丁目 江別地区農業改良普及所
上出純	滝川市東滝川 北海道立滝川畜産試験場
籠田勝基	滝川市東滝川 北海道立滝川畜産試験場
海江田尙信	札幌市北4条西1丁目 ホクレン畜産事業本部
金川博光	帯広市西4条南8丁目 帯広開発建設部開懇課
金川直人	標津郡中標津町 北海道立根釧農業試験場
糟谷泰	滝川市東滝川 北海道立滝川畜産試験場
唐橋需	札幌市羊ヶ丘 北海道農業試験場物理部
柏木甲	札幌市羊ヶ丘 北海道農業試験場畜産部
堅田彰	札幌市羊ヶ丘 北海道農業試験場畜産部
川上忠	上川郡東川町西4号南1番地 東川町農業協同組合
川上克己	江別市西野幌 酪農学園大学
河崎崇	標津郡中標津町字茶志骨パイロット
川島洋三	名寄市大通り南2丁目 名寄地区農業改良普及所
金子忠	虻田郡豊浦町字幸町 豊浦町農協
管野勝己	勇払郡鶴川町字鶴川275 東胆振地区農業改良普及所
上林英治	札幌市北3条西4丁目 北海道開発局農業水産部計画課
北誠	夕張郡栗山町 南空知地区農業改良普及所
北村方男	札幌市羊ヶ丘 北海道農業試験場畜産部
小竹森訓央	札幌市北9条西9丁目 北大農学部酪農科学研究施設
小林久男	札幌市北19条東4丁目 北原電牧KK
小林道彦	札幌市北3条西7丁目 酪農センター内 北海道酪農協会
小林道臣	上川郡新得町 北海道立新得畜産試験場
小南豊	中川郡本別町仙美里 道立農業講習所
小松鉄美	勇払郡厚真町字鹿沼 鹿沼乳牛育成農場
朽木太一	紋別郡興部町 興部地区農業改良普及所
黒沢不二男	滝川市東滝川 北海道立滝川畜産試験場
黒沢道雄	札幌市北9条西9丁目 北大農学部農業工学科
近藤知彦	滝川市東滝川 北海道立滝川畜産試験場
(M)	
松居勝広	札幌市北9条西9丁目 北大農学部農業工学科

氏 名	住 所
松 田 従 三	札幌市北 9 条西 9 丁目 北大農学部農業工学科
松 村 宏	標津郡中標津町 北海道立根釧農業試験場
松 尾 信 三	滝川市東滝川 北海道立滝川畜産試験場
松 井 武 志	阿寒郡鶴居村幌呂 幌呂農業協同組合
松 川 五 郎	札幌市北 4 条西 6 丁目 北 4 条ビル 北海道開発コンサルタントKK 農業課
松 本 圭 右	根室市常盤町 3 丁目 2 8 番地 根室支庁経済部産業課草地係
松 本 達 夫	札幌市南 1 6 条西 1 丁目 開発局職員研修室
松 谷 隆 志	枝幸郡中頓別町 中頓別地区農業改良普及所
増 田 益 男	夕張郡由仁町字由仁 由仁農協
目 黒 勝 春	石狩郡石狩町花畔 石狩中部地区農業改良普及所石狩駐在所
目 黒 義 亮	天塩郡天塩町 天塩町役場産業課
水 戸 東 治	常呂郡端野町 2 区 端野農協
三 浦 四 郎	札幌市北 1 8 条西 9 丁目 北大獣医学部
三 品 賢 二	留萌市高砂町 南留萌地区農業改良普及所
光 本 孝 次	帯広市稲田町 帯広畜産大学酪農学科
宮 本 正 光	札幌市南 3 条西 7 丁目 エルム・ポートリ農場
宮 本 啓 二	帯広市稲田町 帯広畜大農業工学科
宮 沢 香 春	札幌市羊ヶ丘 北海道農業試験場草地開発部
挑 野 作 次 郎	札幌市北 9 条西 9 丁目 北大農学部農業経済学科
森 二 三 男	旭川市 7 条 1 0 丁目 旭川市農業改良普及所
森 勉	天塩郡天塩町川口 北留萌地区農業改良普及所
森 糸 繁 太 郎	虻田郡虻田町字三豊
森 田 修	札幌市北 4 条西 7 丁目 畜産会館 北海道畜産会
森 田 幸 務	札幌市羊ヶ丘 北海道農業試験場畜産部
棟 方 惇 也	札幌市北 1 0 条西 4 丁目 北海道開拓農協連合会
(N)	
奈 田 直 宏	
内 藤 幸 治	枝幸郡歌登町字野辺毛内
中 松 喬 三 郎	札幌市福住 2 6 - 1 1
中 宮 栄 治	亀田郡大野町 渡島中部地区農業改良普及所
中 村 紀 夫	滝川市東滝川 北海道立滝川畜産試験場
中 本 憲 治	札幌市北 4 条西 6 丁目 北 4 条ビル 北海道開発コンサルタントKK

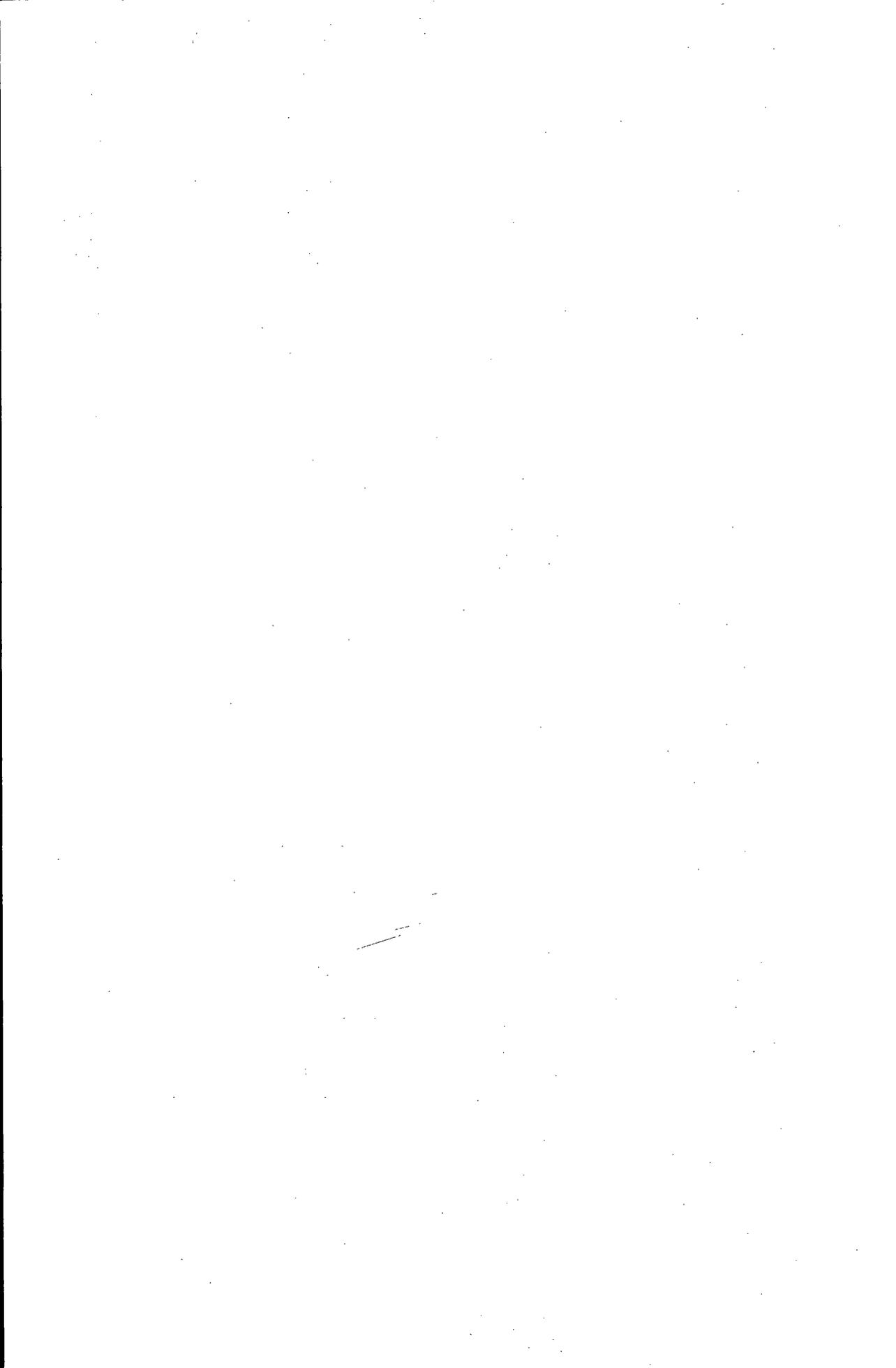
氏名	住所
中 沢 功	札幌市羊ヶ丘 北海道農業試験場草地開発部
南 部 悟	帯広市稲田町 帯広畜産大学農業工学科
難 波 直 樹	滝川市東滝川 北海道立滝川畜産試験場
檜 崎 昇	江別市西野幌 5 8 2 酪農学園大学
西 部 慎 三	札幌市羊ヶ丘 北海道農業試験場畜産部
西 本 義 典	帯広市西 1 条南 9 丁目 北農中央会十勝支部
西 村 充 一	滝川市東滝川 北海道立滝川畜産試験場
西 埜 進	上川郡新得町 北海道立新得畜産試験場
新 田 一 彦	札幌市羊ヶ丘 北海道農業試験場草地開発部
野 村 喬	江別市西野幌 5 8 2 酪農学園大学
(0)	
岡 村 俊 民	札幌市北 9 条西 9 丁目 北大農学部農業工学科
越 智 光 正	網走郡美幌町大通 斜網東部地区農業改良普及所
及 川 寛	上川郡新得町 北海道立新得畜産試験場
小 野 哲 也	帯広市稲田町 帯広畜産大学農業工学科
大 橋 尚 夫	上川郡新得町 北海道立新得畜産試験場
大 橋 讓 二	上川郡清水町石山 大同牧場
大 橋 忠	虻田郡留寿都村字留寿都 南羊蹄地区農業改良普及所留寿都駐在所
大 岩 良	帯広市西 1 4 条南 6 丁目 十勝家畜保健衛生所
大久保 正 彦	札幌市北 9 条西 9 丁目 北大農学部畜産学科
大 沢 貞次郎	上川郡新得町 北海道立新得畜産試験場
大 塚 輝	札幌市北 4 条西 1 丁目 ホクレン畜産事業本部
大 浦 義 教	札幌市北 3 条西 7 丁目酪農センター 北海道酪農検査所
大 川 勇三郎	東京都千代田区大手町 1-8-3 全販連東京業務支所
小 川 博	上川郡美瑛町中町 2 丁目 大雪地区農業改良普及所
小 倉 紀 美	標津郡中標津町 北海道立根釧農業試験場
長 田 家 広	札幌市北 3 条西 6 丁目 道庁農業改良課
(8)	
匂 坂 昭 吾	滝川市東滝川 北海道立滝川畜産試験場
沢 潤 一	札幌市北 3 条西 7 丁目酪農センター 北海道酪農協会
沢 宣 彦	札幌市北 3 条西 6 丁目 道庁農政課
沢 口 明	岩内郡共和村字南幌似村 中後地区農業改良普及所共和村駐在所

氏 名	住 所
沢 口 義 憲	札幌市苗穂町 3 6 雪印乳業 K K 酪農部
斉 藤 亘	河西郡芽室町 北海道立十勝農業試験場
酒 井 義 広	常呂郡端野町字端野 端野農協
桜 井 允	夕張郡長沼町東 6 線北 1 5 号 北海道立中央農業試験場畜産部
佐 藤 博	札幌市北 1 8 条西 9 丁目 北大獣医学部
佐 藤 和 男	滝川市東滝川 北海道立滝川畜産試験場
佐 藤 清 美	札幌市羊ヶ丘 北海道農業試験場農業物理部
佐 藤 繁 雄	野付郡別海村字西別 別海東部開拓管農指導所
佐 藤 実	野付郡別海村字西別 南根室地区農業改良普及所
佐 藤 拓次郎	美唄市美唄 1 6 1 0 - 1 専修大学美唄農工短期大学
佐 藤 秀 雄	上川郡東川町西 4 北 4 大雪地区農業改良普及所東川駐在所
曾 根 章 夫	上川郡新得町 北海道立新得畜産試験場
杉 山 英 夫	札幌市北 4 条西 7 丁目 畜産会館 北海道畜産会
首 藤 新 一	札幌市北 4 条西 1 丁目 ホクレン畜産事業本部
鈴木 省 三	帯広市稲田町 帯広畜産大学酪農学科
鈴木 昇	幌泉郡幌泉町字上歌別 北海道襟裳肉牛牧場
佐々木 健 二	札幌市南 1 条西 1 丁目 5 番地 (北宝ビル) 片倉チツカリン K K 札幌支店
寒河江 洋 一郎	枝幸郡浜頓別町 北海道立天北農業試験場
沢 部 外喜雄	夕張郡由仁町字由仁 由仁地区農業改良普及所
里 明	岩見沢市 5 条西 5 丁目 ホクレン岩見沢支所
関 矢 忠 雄	石狩郡当別町西小川通 石狩北部地区農業改良普及所
白 井 俊 三	札幌市苗穂町 3 6 サツラク農業協同組合
渋谷 江 東 雲	札幌市北 4 条西 1 丁目 北海道農業信用基金協会
品 沢 寛 文	士別市西士別町東ノ沢
篠 原 紀世史	河西郡芽室町新生 北海道立十勝農業試験場
島 田 実 幸	夕張郡長沼町北長沼 北海道立中央農業試験場農業機械部
島 内 満 男	美唄市美唄 1 6 1 0 - 1 専修大学美唄農工短期大学
(T)	
田 中 正 俊	滝川市東滝川 北海道立滝川畜産試験場
高 井 宗 宏	札幌市北 9 条西 9 丁目 北大農学部農業工学科
高 田 正 人	札幌市南 1 条西 1 丁目 5 番地 北宝ビル 片倉チツカリン K K 札幌支店
高 橋 俊 行	札幌市北 3 条西 6 丁目 道庁農業改良課

氏 名	住 所
高 橋 英 紀	札幌市北 9 条西 9 丁目 北大農学部農業工学科
高 橋 義 明	河西郡芽室町新生 北海道立十勝農業試験場
高 畑 英 彦	帯広市稲田町 帯広畜大農業工学科
高 倉 正 臣	枝幸郡浜頓別町 北海道立天北農業試験場
高 野 信 雄	札幌市羊ヶ丘 北海道農業試験場草地開発部
高 野 定 郎	札幌市北 4 条西 7 丁目 畜産会館内 北海道畜産会
高 安 一 郎	弘前市文京町 弘前大学農学部
滝 沢 寛 禎	夕張郡長沼町東 6 線北 1 5 号 北海道立中央農場試験場
蓼 原 定 雄	上川郡東川町西 4 号南 1 番地 東川町農業協同組合
武 田 太 一	弘前市文京町 弘前大学農学部
武 田 博	野付郡別海村西別 南根室地区農業改良普及所
竹 内 寛	札幌市北 3 条西 7 丁目 北海道農業会議
丹 代 建 男	旭川市永山町 北海道立上川農業試験場
谷 口 隆 一	上川郡新得町 北海道立新得畜産試験場
寺 尾 日 出 男	札幌市北 9 条西 9 丁目 北大農学部農業工学科
戸 田 節 郎	河西郡芽室町新生 北海道農業試験場畑作部
戸 口 八 郎 大	美唄市美唄 1 6 1 0 - 1 専修大学美唄農工短期大学
鳶 野 保	標津郡中標津町 北海道立根釧農業試験場
所 和 暢	滝川市東滝川 北海道立滝川畜産試験場
鳥 山 正 雄	札幌市羊ヶ丘 北海道農業試験場
坪 松 戒 三 吉 明	上川郡新得町 北海道立新得畜産試験場 札幌市北 4 条西 7 丁目 畜産会館内 北海道畜産会
土 谷 紀	帯広市西 2 1 条北 1 丁目 土谷特殊農業機具製作所
土 屋 馨	中川郡本別町字仙美里 北海道立農業講習所
塚 本 達	上川郡新得町 北海道立新得畜産試験場
鶴 見 利 司	帯広市東 5 条南 9 丁目
堤 義 雄	札幌市北 9 条西 9 丁目 北大農学部畜産学科
都 築 重 雄	山越郡八雲町 相生町 2 5
常 松 哲	美唄市美唄 1 6 1 0 専修大学美唄農工短期大学
常 松 仁	東京都文京区本郷 6 丁目 1 5 - 1 松田ヒロ方
(U)	
上 田 義 彦	札幌市北 3 条西 7 丁目酪農センター 全酪連札幌出張所
上 山 英 一	札幌市北 9 条西 9 丁目 北大農学部 酪農科学研究施設

氏 名	住 所
宇那木 宏 昌	旭川市永山町7丁目46ノ1 全購連北海道農業機械講習所
上野 栄	札幌市琴似町24軒4 北海道立寒地建築研究所
裏 悦 次	上川郡新得町 北海道立新得畜産試験場
浦上 清	帯広市稲田町 帯広畜産大学
浦島 克 典	中川郡中川町字中川
上岡 一 雄	帯広市西5条南1丁目 共立農業機株式会社 帯広営業所
梅津 典 昭	札幌市北2条西4丁目三井ビル オリオン機械KK
鷓沼 緑 野	留萌市高砂町 南留萌地区農業改良普及所
薄井 泰 弘	東京都大田区大森7丁目450番地 東興精機工業KK
(W)	
和田 忠 雄	夕張郡長沼町東6線北15号 北海道立中央農業試験場
和田 晴	稚内市大黒町 宗谷支庁経済部
渡辺 隆	夕張郡長沼町東6線北15号 北海道立中央農業試験場農業機械部
渡辺 寛	上川郡新得町 北海道立新得畜産試験場
渡辺 正 雄	枝幸郡浜屯別町 浜屯別町畜産センター
渡辺 義 雄	滝川市東滝川 北海道立滝川畜産試験場
(Y)	
山田 勝 美	夕張郡長沼町東6線北15号 北海道立中央農業試験場経営部
山田 正 美	江別市南樹町1の1 道職員1号アパート202号室
山上 重 吉	美唄市美唄1610-1 専修大学美唄農工短期大学
山島 由 光	帯広市稲田町 帯広畜産大学
山崎 了 介	札幌市北4条西7丁目 畜産会館内 北海道畜産会
米内山 昭 和	上川郡新得町 北海道立新得畜産試験場
米田 裕 紀	滝川市東滝川 北海道立滝川畜産試験場
梁川 良	札幌市北18条西9丁目 北大獣医学部
吉田 富 穂	札幌市北9条西9丁目 北大農学部農業工学科
吉田 稔	札幌市北3条西7丁目 酪農センター内 北海道農業開発公社
吉田 寿 一	枝幸郡浜屯別町 浜屯別町役場
吉田 悟	標津郡中標津町 北海道立根釧農業試験場
吉田 一 男	美唄市美唄1610-1 専修大学美唄農工短期大学
吉本 正	滝川市東滝川 北海道立滝川畜産試験場
弓座 澄 夫	常呂郡佐呂間町 東紋東部地区農業改良普及所 佐呂間駐在所

(計286名)





北海道家畜管理研究会報第5号
正 誤 表

ページ		誤	正
9	第3 図表題	…と完環境温度…	…と一定環境温度
#	第6 図表題	子付母豚とし腹子…	子付母豚と一腹子
10	第9 図説明文	…約 / 3 増加…	…約 1 / 3 増加…
33	脚 注	…第5号, 33-48, 1970	…第5号, 33-49, 1970
44	図3 表題	…における斃死濁汰率…	…における斃死淘汰率…