農業気象 (*J. Agr. Met.*) 44 (2): 151-154, 1988

第3回国際家畜環境シンポジウム

皆川秀夫*・干場信司**・佐藤義和**

(* 北里大学獣医畜産学部
** 農林水産省農業土木試験場)

The Third International Livestock Environment Symposium

Hideo MINAGAWA *, Shinji HOSHIBA ** and Yoshikazu SATO **

(* School of Veterinary Medicine and Animal Sciences,
Kitasato University, Towada-shi, Aomori 034
** Agricultural Research Institute of Agricultural Engineering,
Tsukuba, Ibaraki 305)

1. はじめに

アメリカ農業工学会 (ASAE) 主催の国際家畜環境シンポジウム (ILES) は過去2回, Nebraska 大学 (1974年) と Iowa 州立大学 (1982年) でそれぞれ開かれていた。3回目の今回は ASAE とカナダ農業工学会 (CSAE) との共催により, カナダの Toronto にある Constellation Hotel で 1988年4月25日-27日の3日間開催された。参加者は13ヶ国から170名に及び, 日本からは筆者3名のほか, 6名 (北海道大1, 北海道立農試3, 民間2) が参加した。本報ではシンポジウムとポストエクスカーションの概要, およびそれらの後, 日本から参加した9名で行ったアメリカの Minnesota と Colorado における畜産施設見学の要点を述べる。

2. Toronto と Guelph

2.1 シンポジウム

イギリス, フランス, ドイツ, 中国などから多くの移民を受け入れ, People City と称される Toronto は, Ontario 湖に臨む人口約300万のカナダ第一の都市である。シンポジウムの共同組織委員長は, CSAE から Guelph 大学農業工学科長の J. Ogilvie 教授, ASAE からは Wisconsin 大学農業工学科の B. Holmes 助教授がそれぞれ務めた。基調講演の後10のセッションに分かれ, 合計65演題について活発な討論が行われた。プログラムの一部を次に示した。

GENERAL SESSION

LIVESTOCK ENVIRONMENT — AN INTERNATIONAL OVERVIEW - Neptune

9:00 Introduction & Welcome — John R. Ogilvie, Director, School of Engineering, Univ. of Guelph, Guelph, ON

9:15 Livestock Environment Systems — Innovations and Consequences — Norman R. Scott, Director, Cornell Univ. Agr. Experiment Station, Ithaca, NY

9:45 Genetics, Productivity, Health and Livestock Environment Systems — A.J.F. Webster, Dept. of Animal Husbandry, School of Veterinary Medicine, Univ. of Bristol, United Kingdom

10:15 Coffee and Juice Break

10:45 Innovations and Perspectives of European Livestock Systems — Rolf A. Henriksson, Director, Swedish Farm Buildings Research Inst., Swedish Univ. of Agr. Sciences, Lund, Sweden

11:15 Discussion/Announcements — John R. Ogilvie

12-1 Luncheon (Included in registration fee) - Venus

SESSION I

NATURAL & MECHANICAL VENTILATION SYSTEMS FOR ENVIRONMENTAL CONTROL - Jupiter I

Session Chairman: Leslie L. Christianson, Agr. Eng. Dept., Univ. of Illinois, Urbana

1:30 Full Wall Ventilation to Improve Warm Weather Environments in Naturally Ventilated Livestock Buildings — W.G. Bickert, Agr. Eng. Dept. Michigan State Univ., E. Lansing

1:50 Towards a Better Understanding of Relations Between Building Design & Natural Ventilation in Livestock Buildings — A. van't Ooster, Agr. Eng. Dept., Agr. Univ., Wageningen, The Netherlands (A.J. Both)

2:10 Use of a Wind Direction Sensor in the Automatic Control System of a Naturally Ventilated Building — Y. Choiniere, Alfred College of Agr. & Food Tech., Alfred, ON (F. Blais, O. Menard, J.A. Munroe, D. Buckley)

2:30 Performance of Automatic Counterbalanced Air Inlets With and Without Recirculation — J.A. Munroe, Eng. & Statistical Research Center, Agr. Canada, Ottawa, ON (J.E. Turnbull, D.G. Hodgkinson)

2:50 Coffee and Juice Break

3:20 A Method for Testing the Air Flow Rates Through Ventilation Openings Due to Temperature Differences — S. Morsing, Danish Building Res. Inst., Horsholm, Denmark (J.S. Strom)

- 3:40 **Design of Recirculation Ducts for Swine Barn Ventilation Systems** — J.R. Ogilvie, School of Engineering, Univ. of Guelph, Guelph, ON (E.M. Barber, N. Clarke, V. Pavlick)
- 4:00 **Extending the Zone of Influence of Ceiling Fans Using Round Ducts** — R.W. Bottcher, Bio. & Agr. Eng. Dept., North Carolina State Univ., Raleigh (G.R. Baughman)
- 4:20 **The Airflow Performance of Confinement Ventilation Fans Measured in Use** — J.C. Shahan, Agr. Eng. Dept., Iowa State Univ., Ames (D.S. Bundy)
- 4:40 **Discussion**

SESSION II

ENVIRONMENTAL EFFECTS ON SWINE PERFORMANCE - Jupiter II

Session Chairman: Martin L. Hellickson, Agr. Eng. Dept., Oregon State Univ., Corvallis

- 1:30 **Bio-assay Techniques to Assess Environmental Conditions** — J.R. Ogilvie, School of Engineering, Univ. of Guelph, Guelph, ON (W.D. Morrison)
- 1:50 **Environmental Temperature Influences on Heat Production of Ad-lib-fed Nursery & Growing-Finishing Swine** — J.A. Nienaber, USDA-ARS, MARC, Clay Center, NE (G.L. Hahn)
- 2:10 **Swine Growth Model Validation: Predicted Versus Actual Data Under Monitored Environmental Conditions** — J.D. Crenshaw, Animal & Range Science Dept., North Dakota State Univ., Fargo (D.L. Watt, A.D. Marzlot, M. Swanteck, R.L. Harrold)
- 2:30 **Dynamic Responses of Growing Pigs to High Cyclic & Constant Temperature** — J.J.R. Feddes, Agr. Eng. Dept., Univ. of Alberta, Edmonton, AB (J.A. DeShazer, A.M. Parkhurst)
- 2:50 **Coffee and Juice Break**
- 3:20 **Performance & Carcass Composition of Growing-Finishing Swine as Thermal Environment Selection Guides** — G.L. Hahn, USDA-ARS, MARC, Clay Center, NE (J.A. Nienaber)
- 3:40 **Effects of Fluctuating Temperatures & of Humidity on Growing Pigs: An Outline** — G.I. Christison, Animal & Poultry Science Dept., Univ. of Saskatchewan, Saskatoon, SK
- 4:00 **Performance & Immune Response of Nursery Piglets to Fluctuating Air Temperatures & Drafts** — L.D. Jacobson, Agr. Eng. Dept, Univ. of Minnesota, St Paul (J.J. Boedicker, K.A. Janni, E. Noyes)
- 4:20 **Effect of Air Velocity & Temperature on Weaning Pigs** — G.L. Riskowski, Agr. Eng. Dept., Univ. of Illinois, Urbana (D.S. Bundy)

SESSION III

DESIGN MODIFICATION THROUGH PHYSICAL ANALYSES - Jupiter III

Session Chairman: Peter A. Phillips, Agr. Canada Research Branch, Ottawa, ON

- 1:30 **New Concepts in Livestock Handling** — T. Grandin, Animal Science Laboratory, Univ. of Illinois, Urbana
- 1:50 **Farrowing Crate Design Features Affect Sow & Piglet Traits** — S.E. Curtis, Animal Science Dept., Univ. of Illinois, Urbana (R.J. Hurst, K.A. Rohde, H.W. Gonyou, A.H. Jensen, A.J. Muehling, R.P. Kesler, D.P. Bane)
- 2:10 **Horizontal Forces on Livestock Pen Walls** — W.A. Bailey, Marbil Eng. Assoc., Riverdale, MD
- 2:50 **Coffee and Juice Break**
- 3:20 **Developing Improved Designs of Feeding Barriers & Mangers for Cattle From Data Collected From an Instrumental Test Rig** — J. Dumelow, Ministry of Agr., Fisheries & Food, Reading, United Kingdom (T. Sharples)
- 3:40 **Developing Improved Designs of Skid Resistant Floors for Dairy Cattle Buildings** — J. Dumelow, Ministry of Agr., Fisheries & Food, Reading, United Kingdom (R. Abbutt)
- 4:00 **Kinetic Analysis on Walking Behavior of Cows** — Y. Sato, Nat. Res. Inst. of Agr. Eng., Ibaraki, Japan (Y. Tsutsui, H. Shishido, N. Yamagishi, R. Furukawa)
- 4:20 **Measurement of Cattle Body Surface Area by Stereo Photogrammetry** — H. Minagawa, Agr. Eng. Dept., Kitasato Univ., Aomori, Japan

SESSION IV

SIMULATED & MICROPROCESSOR CONTROL OF LIVESTOCK ENVIRONMENT SYSTEMS - Jupiter I

Session Chairman: Brian J. Holmes, Agr. Eng. Dept., Univ. of Wisconsin, Madison

- * 8:30 **A Simulation Model to Value Environmental Control Systems & Strategies for Commercial Laying Hens** — H. Person, Agr. Eng. Dept., Michigan State Univ., E. Lansing (A. Rahn)
- 8:50 **Predicting Air Velocity at the Pig Level** — L.L. Christianson, Agr. Eng. Dept., Univ. of Illinois, Urbana (G.L. Riskowski, J.S. Zhang, R. Koca)
- 9:10 **A Method to Quantify the Suitability of Mechanical Ventilation to Provide Desired Indoor Conditions** — L.D. Albright, Agr. Eng. Dept., Cornell Univ., Ithaca, NY (B.L. Brockett, A.N. Rousseau)
- 9:30 **NCCI Swine: The Environmental & Housing Component** — J.A. DeShazer, Agr. Eng. Dept., Univ. of Nebraska, Lincoln (M.J. Milanuk, D.L. Watt, H. Xin, B. Vansteelandt, R.C. Ewan)
- 9:50 **Coffee and Juice Break**
- 10:20 **Mathematical Modeling the Growth of Swine** — R.C. Ewan, Animal Science Dept., Iowa State Univ., Ames (J.A. DeShazer)
- 10:40 **Selecting Ventilation Units for Livestock Buildings — A Design & Pricing PC Program** — J.S. Strom, Danish Building Research Inst., Horsholm, Denmark (S. Morsing)
- 11:00 **Discussion**
- * Canceled

SESSION V

ENVIRONMENTAL CONTAMINANT MEASUREMENT & CONTROL IN LIVESTOCK CONFINEMENT SYSTEMS - Jupiter II

Session Chairman: Vernon M. Meyer, Ext. Agr. Engr., Iowa State Univ., Ames

- 8:30 **Sampling of Air Contaminants in Commercial Turkey Grower Buildings** — D.S. Bundy, Agr. Eng. Dept., Iowa State Univ., Ames (V.M. Meyer, D.W. Trampel)
- 8:50 **Chlorination of Drinking Water for Broilers** — L.E. Carr, Univ. of Maryland Poultry Res. & Educ. Facility, Princess Anne (D.V. Murphy, C.J. Wabeck)
- 9:10 **Reducing Aerial Ammonia by Adding Micro-Aid to Poultry Diets: Laboratory & On-Farm Evaluations** — S.R. Goodall, Distributors Processing Inc., Porterville, CA (S.E. Curtis, J.M. McFarlane)
- 9:30 **Influence of Environmental Factors on Dust Characteristics in Swine Finishing Houses** — A.J. Heber, Agr. Eng. Dept., Kansas State Univ., Manhattan (M. Strok)
- 9:50 **Coffee and Juice Break**
- 10:20 **Ventilation System to Control Airborne Bacteria, Dust & Ammonia in Intensive Calf Housing** — P.E. Hillman, Agr. Eng. Dept., Cornell Univ., Ithaca, NY (K. Gebremedhin, R.G. Warner)
- 10:40 **Environmental Characteristics of Calf Hutches & Rearrangement of Environmental Factors** — S. Hoshiba, Nat. Res. Inst. of Agr. Eng., Ibaraki, Japan (A. Sone, M. Okamoto, J. Dohkoshi)
- 11:00 **Discussion**

各セッションのトピックを紹介したい。まずⅠでは、Wageningen 農科大の van't Ooster らが豚舎の熱収支および物質収支に自然換気要素を加えた数学モデルを作成、種々の内外気象条件での豚舎の断熱値と換気効果との関係を解析した。次のⅡでは、アメリカ農務省のHahn らがエネルギー効率の観点から、肥育豚の増体に及ぼす環境温度として16.9—18.9℃が最適であるとした。Ⅲでは、イギリス農水省のDumelow らが乳牛の歩行行動を分析、床の表面性状と歩行時のスリップとの関係を考察した。Ⅳでは、Nebraska 大のDeShazer らが環境、栄養、管理に応じた育成・肥育豚の成長予測モデルを開発、そ

のコンピュータプログラム(NCCISWINE)を実用に行っている」と報告した。Vでは、Cornell 大の Hillman 氏が新鮮な空気と保温を必要とする哺育乳牛舎を対象に、空気汚染物質フィルタを付加したダクト送風・排気による熱回収循環換気システムを考案・製作した。3年間舎内で 10-12 頭の子牛の飼養試験を行った結果、呼吸器系の疾病率は 20% 以下となり、肺炎による子牛の死亡事故はないと報告した。

他のセッションとして、家畜のストレス反応(7 演題)、家畜の疾病と生産に及ぼす環境と栄養の影響(7)、新しい家畜飼養システム(4)、生産現場での事例(4)、家畜環境の将来見通し(2)がある。詳細は既に発行されている ILES-III (1988) の Proceedings を参照されたい。なおそれには掲載されていないが、研究・教育用の家畜の取扱基準に関するセッションが設けられた。これは世界的に高まる動物愛護運動に対応したものといえる。日本人による発表は今回が初めてであり、発表会場や晩餐会で我々は歓迎を受けた。次の開催地はイギリスに決定した。ILES 委員会より日本でのシンポジウム開催の要請があった。

2.2 ポストエクスカージョン

シンポジウム終了後の 27 日午後-28 日、Toronto 近郊における畜産施設の研修会が催された。案内役は F. Keins 氏を代表とする Ontario 州農林部の方々と大会委員長の Ogilvie 教授である。参加者は約 40 名であった。

まず 27 日は、家畜の解体と肉の販売を行うパッカー会社(The Canada Packers)の研究農場(The Shur-Gain Research Farm)と、Guelph 大学の養豚施設をそれぞれ見学した。Shur-Gain 農場は約 280 ha の飼料畑を有し、乳・肉用牛、豚、家禽類の栄養、管理、衛生に関する研究を行っている。畜舎は厳寒期の保温と換気に配慮しており、乳牛舎は木製のダクト送風による陽圧換気方式、肥育豚舎と育成乳牛舎は棟部を開放し屋根・壁を断熱した自然換気方式をそれぞれ採用していた。Fig. 1 に自然換気育成乳牛舎の外観を示した。南屋根面は冬期に採光を増大させるため、屋根勾配を大きくとりプラスチックパネルを設置してある。舎内の牛床は糞尿堆積防止のため 1/48 勾配の傾斜床になっていた。次の Guelph 大学では、Arkell Research Station にある養豚施設のうち、豚の糞尿曝気施設およびそれよりメタンなどのバイオガスを取り出す発酵施設を見学した。さらに省エネルギー対策として各種のソーラーコレクタを屋根面に付けた太陽エネルギー利用豚舎を見た。これらの研究は約 10 年前より行われている。

翌 28 日は酪農農家(Raymer Farm、搾乳牛 60 頭、畑 80 ha、借用畑 40 ha)、肉牛繁殖肥育農家(Steckle

Fig. 1 棟上部を開放し雨水浸入防止屋根を取付けた自然換気育成乳牛舎

Farm、年 600 頭出荷、畑 160 ha)、養鶏会社(Ruby Farms LTD、年鶏 40 万羽および七面鳥 1.5 万羽出荷、畑 260 ha)、家畜市場(Ontario Livestock Exchange and Farmers' Market)、養豚会社(Ronon Farms、母豚 2,000 頭、畑 160 ha)の計 5 か所をそれぞれ訪問した。以下に要点を記す。酪農農家の乳牛舎はタイストール式で、棟開放部を手動で開閉できる独自の自然換気を採用していた。平均搾乳量は 7,200 kl / 年・頭である。カナダ政府は余剰乳対策として現在、乳牛に生産割当制度(quota system)を導入、約 5,000 ドル/頭の補助金を支給し乳量制限をしている。肉牛農家では体重 400 kg より牛の肥育を開始、600 kg で出荷していた。肥育効率を上げるため舎内で 1.9-2.2 m²/頭の密飼いし、牛床はスノコ床、換気は棟を開放した自然換気をとっていた。養鶏会社の七面鳥舎(床面積 18×21 m²)は、放射暖房としてプロパンガス燃焼パイプを天井に設置、コンピュータで棟開放部に付けた排気バッフルの開度を調節し舎内熱環境制御を行っていた。牛乳と同様に鶏肉や鶏卵でも生産調整が行われている。養豚会社の肥育豚舎は、傾斜地を利用した半地下式で、天井・壁を 150-200 mm 厚の断熱材で保温し片側側壁を開放した断熱自然換気豚舎となっていた。このため無加温でも保温がよく、厳寒期でも舎内最低気温は 15℃を維持できる。各農場の共通点は、飼料を自給しその配合を独自に行っていること、家畜糞尿を畑地に還元していること、畜舎の断熱と換気を重視していることである。なお家畜市場では Ontario 州の豊富な農畜産物を見物しながら昼食を楽しんだ。

3. Minnesota と Colorado

エクスカージョン終了の翌日、我々は Niagara の滝を見物した後、一路アメリカ中西部の Minnesota に向かった。

新緑が美しい州都 St. Paul の Minnesota 大学農業工学科に畜産施設の権威 D. Bates 名誉教授を訪ねた。ここは筆者の一人干場がかつて留学した地である。4月30日と5月1日の両日、Bates 教授の案内で学内の乳牛舎とカーフハッチを見学、換気の講義を受けた。牛舎は厳寒期の保温のため窓がなく、換気は側壁に取付けた換気扇で行っていた。冬期、外気は棟開口部より入り屋根裏を通り天井と側壁との隙間から舎内に入る。夏期は軒下からも外気を供給できる。Bates 教授は陰圧換気を推奨していた。陽圧換気は陰圧換気に比し、舎内の気流速が不均一なこと、断熱材や防湿層に亀裂があると水蒸気が入り断熱効果の減少や結露を生じ易いことが理由である。Fig.2 に試験中のスーパーカーフハッチを示した。これは、カーフハッチで初生子牛を約8週間育てた後、衛生を維持し集団飼育に順応させるためさらに約5ヶ月間飼養する施設である。8頭飼養し移動もできる。カーフハッチは乳子牛の衛生対策に有効な施設であるが、冬期の管理作業に難がある。

Fig.2 スーパーカーフハッチ (Bates and Anderson, 1984 より寸法を付記して引用)

5月2日、Denver より北約100 km の Fort Collins にある Colorado 州立大学に L. Boyd 教授を訪ねた。教授は7年前来日されたことがあり現在、Western Association of Agricultural Experiment Station Directors に所属し、Director-at-Large の要職にある。Boyd 教授の好意により我々は、畜産学科の T. Stanton 助教授から産学共同で研究中の肉牛生産の概要を聴き、午後その生産現場である近郊の Greely にある大手の肉牛肥育会社 (Monfort of Colorado, Inc.) を

Fig.3 牛の肥育場

降雨時、牛が地面のぬかるみを避けられるように区画の中央に土を盛ってある。

見学した。Fig.3 に同社の屋外の肥育場 (feedlots) を示した。この会社は農場全体で年21万頭出荷しているという。年降水量が約400 mm と少なく乾燥しているため屋根は不要で経済的な肥育ができる。区画の牛の占有面積は約7 m²/頭であった。子牛は繁殖農家などより購入、300-380 kg から濃厚飼料で肥育を開始、500 kg 前後で出荷する。同社はバッカー会社を所有し、徹底した栄養・衛生管理による牛肉の効率的な生産と販売を行っている。広告に、“We don't just feed cattle, we feed the world” という見出しが目についた。肉の王者、牛肉への執着と、生産技術や販売に対する自負の表れと解したい。我々は見渡すかぎりの牛の群れに圧倒され、Greely をあとに無事帰国の途についた。

おわりに、今回の出張では Bates, Boyd 両教授ご夫妻をはじめ多くの方々にお世話になった。また皆川は北里大学より援助を受けた。ここに記して深謝致します。

引用文献

- Bates, D. W. and Anderson, J. F., 1984: Building a super calf hutch. *Agricultural Extension Service, AG-FO-0416*, Univ. of Minnesota, St. Paul, 1-4.
- ILES-III, 1988: Proc. of the third international livestock environment symposium. *American Society of Agricultural Engineers, Pub. 1-88*, St. Josef, Michigan, 1-470.