

産業動物獣医療における生産指標測定的重要性

瀬 瀬 雄 三

(明治大学農学部：〒214-8571 神奈川県川崎市多摩区東三田1-1-1)

Koketsu, Y. (2002) Importance of productivity measurements in agriculture animal veterinary medicine.

Proc. Jpn. Pig Vet. Soc., 40, 8-13.

産業動物の生産構造の変化と獣医医療の変化

アメリカでは産業動物生産において急速な多頭飼育が進む中で、生産システムと飼養技術が変化してきた。産業動物獣医師は従来の個別治療とともに、生産者のために生産管理 (production management) と群健康管理 (herd health) を要求されるようになった。大学も臨床獣医師からの要望で生産についての研究と教育が求められるようになった。農場の大型化に伴い、個別治療用の研究だけでなく動物を群としてどう扱うかという研究の必要性が出てきたのだ。とくに生産部門は幅広くマネジメントが影響するため、獣医学分野の病気の研究や、動物科学の実験研究とは違う研究アプローチが必要であった。

ミネソタ大学のコンピューター生産記録と産業動物臨床

今後の産業動物分野での獣医臨床、教育、生産向上のための生産者指導にはコンピューター生産記録が不可欠という展望のもと、米国ミネソタ大学獣医学部は1985年にコンピューター生産記録ソフト (Pig-CHAMP: ピッグチャンプ) を開発した¹⁾。英語から他の12言語にも訳され世界55カ国の生産者に使用され現在にいたっている。生産に関する測定記録、特にコンピューター化された記録を生産データ (production data) と呼んでいる。

生産者はピッグチャンプで記録された生産データを使い (1)生産プロセスの管理、(2)モニタリング、(3)問題発見と診断、(4)生産予測を行うことができる。臨床獣医師は農場訪問と各種定期検査や病理診断の記録と生産データを総合分析する中で、群としての健康と生産性を測り、生産プログラムを作成、さらに農場が直面している問題点を指摘し、その農場の生産性と利潤の向上に貢献することができる。臨床獣医師にとって群管理の臨床を行うためには、農場の生産データでの生産指標測定とモニタリングからの分析と臨床的解釈と現場での応用が必須である。

上述した個々の農場で使用する以外にも生産データ

は、多数の農場からデータを収集できればデータベースとしても使用できる。ミネソタ大学は1992年から養豚生産者からの大掛かりなデータ収集を始め、1996年からデータベースを作成し分析をしはじめた。こうして収集された生産データが、研究・教育・臨床・イクステンションに役立っている。

生産指標測定と生産研究

産業動物の病気以外の生産に関する研究を広く生産研究 (production research) と呼んでいる。生産現場からの強い要望の中で発展してきた。どうすれば群の中にいる動物をうまく管理・生産できるかを研究する分野であり、急性の感染症以外はなんでも扱うという幅広い分野でもある。この研究は従来の獣医系の病気主体や畜産の単一の学問分野でなく、多彩な学問領域からの知識を総合して動物生産に役立てることを目的としている。細分化した学術分野を生産現場に役立てるという観点から研究するのだ。対象として繁殖と肥育の生産性分析を始めとして、生産システム、アニマルサイエンスの育種・栄養、飼育環境コントロール、飼養管理、糞尿処理さらに生産での意思決定や生産物マーケティングがある。現在では経営管理、財務管理まで含めている。その中でも生産指標の測定は、動物群を客観的に観察するために重要である。そして臨床獣医師は、生産の現場を知り、動物群を知る専門家として生産研究に適任である。

生産研究の武器：生産データと疫学的手法

大部分の養豚農場は日々の生産管理のなかで生産データを使い保存している。農場で保存されている生産データの活用にサイエンスと客観性を取り入れることができれば、野外農場が持つ生産データは様々な発展性を持つ事になる。豚も飼料も実際に使われているものばかりであり、応用もしやすく、生産に役立つ応用研究ができる。農場を一共同体の集団 (population) とし、生産指標の定期的測定 (monitoring)、データベースの作成、その分析と臨床的解釈と現場対応のた

めに疫学が応用されてきている⁹⁾。疫学の手法は生産研究に有用である。疫学は人医学では人の群における病気を扱う学問であるが、生産研究では疫学の手法を産業動物の生産を記述し、説明し、予測しコントロールするために応用してきている。

生産研究のアプローチ

アプローチとしては野外での観察研究 (observational study) のほかにコントロールされた再現実験、野外での介入研究がある。ラボや研究農場での研究は、野外での問題をモデルとして作り、その因果関係を検証するために有効である。中でも現場での生産データは応用しやすいので有効である。生産データを利用して、群の繁殖・肥育成績やその他生産パターンの量と分布を記述する方法と、リスク因子を決定し定量する分析法がある⁹⁾。

生産データとベンチマーキング

生産データの活用法の一つに、ベンチマーキングがある。農場生産性向上のために、アメリカ養豚業界で近年盛んになった。ベンチマーキングとは農場生産性を定期的に測定しそれを同業界の標準値や目標値と比べ、自農場の生産性が同業界のどの位置にあるかを知り、どうしたら改善できるかを探索するプロセスである^{6, 8)}。同一記録ソフトで記録し、同業他社と比較検討し、農場成績を改善していく技術である。ミネソタ大学のデータベースは、中立の機関にデータを供給し、そこからでるベンチマーキングを自分達の農場診断に活かしていく、という生産者の強い需要によって存続している。自農場のプロセス管理だけでなく、ベンチマーキングは生産性指標測定のもう一つの意義である。日本の産業動物生産者にとってもっとも必要なものの一つである。もちろんこのベンチマーキングには多くの農場の参加が必要である。

このようにして生産研究で畜産農家に直接役立つ情報をだしていくのも大学や研究機関の大切な役割と思われる。現在の養豚では以下3種の分野のベンチマーキングがある。

- ・繁殖生産性ベンチマーキング
- ・肥育生産性ベンチマーキング
- ・財務経営ベンチマーキング

繁殖生産性ベンチマーキング

測定指標ごとに平均値と目標値とする百分位値(上位10%や25%値)を出すのは簡単である。しかし、そうして計算された上位値は、不自然で実現不可能な高値ばかりが集まってしまい、生産者指導に応用できない。そこで、農場での繁殖生産性を表す最もよい基準指標を決め、米国の685農場を順位で並べその上位10%を高生産性農場とし、残りをその他の農場に分けて、標準値と目標値とした(表1)。農場での繁殖生産性の最良指標基準値としては、年間種付け雌豚当たり離乳子豚数とした。分母を種付け雌豚として計算した。

年間種付け雌豚当たり離乳子豚数を最高指標とした生産性ツリーとして表した(図1)^{5, 6)}。このツリー状の図(生産性ツリー)は生産者への指標間の関連性の説明によく用いている。各生産性指標間の数字は相関係数であり、群管理上の関連の強さを表している。ツリーでは豚の繁殖性は年間の雌豚当たり分娩腹数と離乳母豚当たり離乳母豚数の2つに分枝し、豚の繁殖の2面性が表されている。従来、この分娩腹数と分娩雌豚当たり離乳頭数は独立している、つまり両方改善できる、と言われてきたが、高生産性農場では、負の相

表1. 米国高生産性農場(年間種付け雌豚当たり離乳子豚数の上位10%の70農場)とその他615農場を使用しての繁殖生産性ベンチマーキング;

測定指標	高生産性農場 上位10%平均	その他農場 平均
種付け成績		
再発種付け率(%)	9.4	14.8
離乳後初回種付けまでの日数	6.8	8.7
繁殖用雌豚非生産日数	62	93
分娩時成績		
分娩間隔	143	50
分娩率	82.3	73.4
1腹当たり生存産子数	10.6	10.0
1腹当たり死産子数	1.0	1.0
年間種付け母豚当たりの分娩腹数	2.47	2.20
離乳時成績		
哺乳中子豚死亡率(%)	10.4	12.9
離乳母豚当たり離乳子豚数	9.5	8.7
補正21日齢一腹当たり子豚総体重(kg)	56	56
年間種付け雌豚当たり離乳子豚数	23.5	19.1
雌豚生涯生産離乳子豚数	30.8	26.8
分娩豚房利用率		
年間分娩豚房当たり分娩腹数	15.1	13.6
群・管理		
平均繁殖雌豚数	1098	708
雌豚中未種付け若雌豚(%)	6.6	7.3
平均授乳日数	17.2	18.5
淘汰率(%)	40.1	46.0
更新率(%)	56.1	60.1
繁殖雌豚死亡率(%)	5.20	5.67

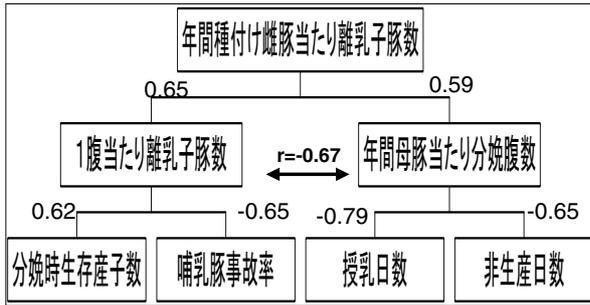


図1 年間種付け雌豚当たり離乳子豚数を頂点とした生産性ツリー(数字は指標間相関係数。米国685農場。矢印は高生産性70農場で、負の相関が見られた)

関が発見された。後述するが高生産性農場の分娩腹数は極限まで高められているせいと思われる。

群繁殖成績の理解のために

指標の中心値や、動物・場所・年 (animal, place, time) など特性での繁殖性の平均と分布を測定、さらに生産性分析することによって、生産者や現場の獣医師が生産システムを考える一助になる。動物の特性例としては産歴による比較、場所として国または地方別による比較、年としては季節別比較や5年の傾向で分

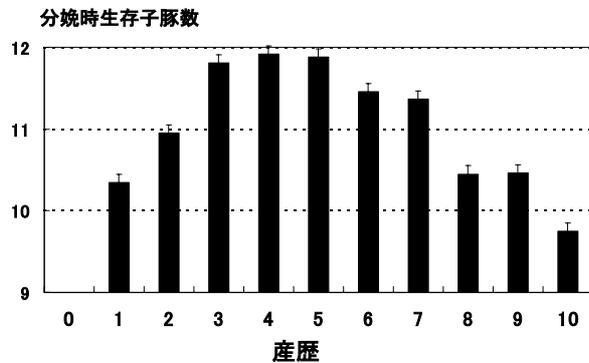


図2 産歴による分娩時生存子豚数 (33農場の2453繁殖母豚)

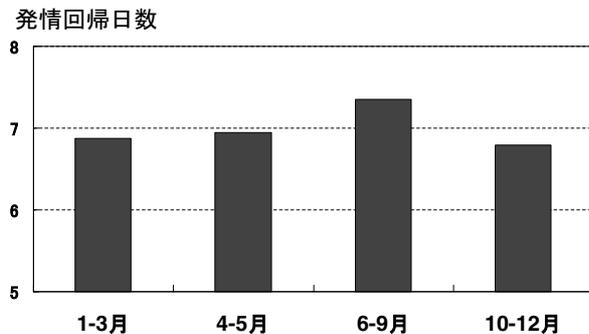


図3 分娩季節による離乳後発情回帰日数 (米国148農場)

析する方法がある。例を上げると産歴の3から5産の分娩生存子豚数は他の産歴より多い(図2)³⁾。分娩季節が夏の母豚は、離乳後発情回帰日数が延びる(図3)⁴⁾

ある生産者グループを5年の傾向でみると分娩生存子豚数が96年から増加していた(図4)⁴⁾。こういった観察研究では原因の特定はできないが、この子豚数増加の要因としてこのグループの飼料配合の変化を示唆した。また、5年以上のデータを保持する農場を調べたところ1993年から1997年までで、飼養規模は大きくなる一方、母豚の事故率が増加していることがわかった(図5)⁷⁾。そのため急速な飼養頭数の増加の中でも、個体観察の重要性を教える従業員教育の大切さを訴えた。

疫学では、病気に関係する因子(リスク因子)という概念がある。病気でないが、繁殖成績低下における主なリスク因子として、産歴(初産と高産歴)、短い授乳期間、季節(とくに夏)、授乳期の飼料摂取量が少ないこと、妊娠期での飼料過剰給与、1発情期での交配回数の少なさがある^{1, 2)}。そしてリスク因子間で繁殖成績に対する相互作用も存在する。さらに特殊なマネジメント因子としての農場規模がある。例を示すと、雌豚規模が増えるに従って、農場生産性を示す年間雌豚当たり離乳子豚数は増加するとされているが、そ

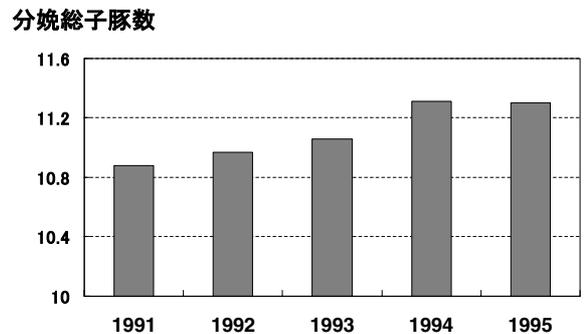


図4 5年間での米国148農場の分娩総子豚数の変化

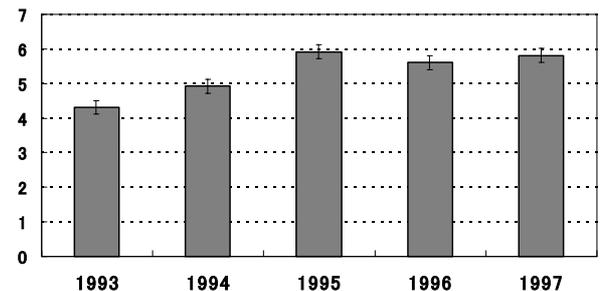


図5 5年間の農場内母豚事故率の変化 (米国270農場)

これは主に年間の雌豚当たり分娩腹数によることがわかった(図6)¹⁾。大規模農場は、母豚あたりの分娩腹数を増やすシステムで生産性を改善していることが示唆された。

雌豚当たり分娩腹数

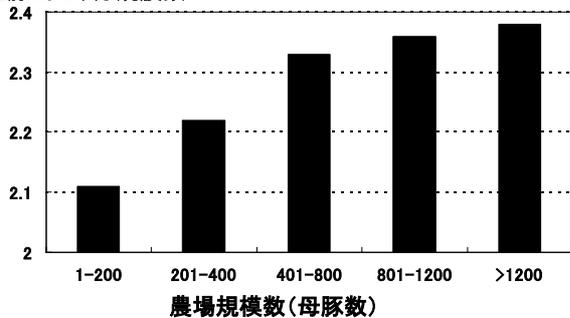


図6 巨大企業養豚の強さ：農場規模と年間雌豚分娩腹数の関係

繁殖生産性ベンチマーキングでの高生産性農場とその他の比較

生産性ツリーの指標ごとに自農場の測定値を並べ高生産性農場と比較すれば、自農場の改善ポイントが発見できる。さらに高生産性農場とその他の農場を比較してどこが違うのかを見つけることもベンチマーキングの一つである (best-practice benchmarking)^{6, 8)}。

高生産性農場とその他農場グループでは、平均授乳期間が年間雌豚当たり分娩腹数(雌豚回転数)と母豚当たり離乳子豚数に及ぼす影響が違うことを示した⁶⁾。アメリカの高生産性農場では、授乳期間が短くなっても雌豚回転数は変化しないが、離乳母豚あたり離乳頭数が少なくなる。一方、その他農場では、授乳期間が短くなっても母豚あたり離乳頭数は変化しないが、雌豚回転数は少なくなる。雌豚回転数と母豚当たり離乳子豚数について授乳期間との関係がちょうど反対になるのである。さらに、高生産性農場では、雌豚回転数と母豚当たり離乳子豚数に負の相関があるのがわかった(図1)。これは高成績性農場で、雌豚回転数が極限まで高められているためと考えられ、農場による必要マネジメントの違いを示す臨床的指導のための好例となった。日本の養豚農場では、授乳期間でなく分娩間隔で同様なことが見られた⁸⁾。

肥育生産性ベンチマーキング

肥育生産性は、農場単位とグループ単位で測定される。米国ではグループ単位が、日本では農場単位が一般的である。グループ肥育生産性の測定・比較の困難

さは、肥育成績(飼料要求率・平均増体・平均飼料摂取量・事故率)は、初期と移動または出荷体重で大きく影響されることである(図7)。初期と出荷体重が違っていれば、比較の意味がないことになる。初期と移動体重のよく似たグループを集めて比較するようにしている。例として、離乳から出荷までの一貫飼育(ウィーン・トゥ・フィニッシュ)をしている米国38農場の360肥育グループの成績を表2に示した。ウィーン・トゥ・フィニッシュなら初期体重と出荷体重による影響はあまり考えなくてよいと考えたからである。日当たり平均増体の25%上位グループとそれ以外を分けた。増体量でランキングしたのは、日本や米国では不断給餌での飼育が一般的だからである。また飼料要求率で上位グループを選択すると、飼料摂取量の少なく、増体の少ないものになるからである。

アメリカ養豚の肥育成績9年間(各年5,000から10,000肥育グループ)の履歴データでみる傾向は、出荷体重を重量化(図8)しつつも日当たり平均増体量(図9)と飼料要求率の改善(図10)そして死亡率の減少(図11)によって生産性を上げ、米国産ポークの国際競争力をつけてきている。品種改良による赤肉脂身比率の改善、オールイン・オールアウト生産、性別給餌、フェーズフィーディングの技術が寄与していると思われる。

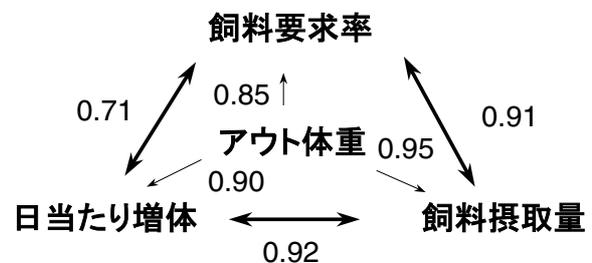


図7 各肥育生産性指標の相関関係(米国268農場16123肥育グループ)

表2 米国の離乳から出荷一貫飼育(ウィーン・トゥ・フィニッシュ: Wean-to-Finish)での肥育成績

	高生産性グループ	その他
初期体重(kg)	4.99	4.87
出荷体重(kg)	115.1	108.0
事故率(%)	3.22	4.04
日当たり平均飼料摂取量(g)	1867	1697
日当たり増体(g)	705	612
飼料要求率	2.74	2.78
	166	175

* 38農場の360出荷グループを内、増体上位25%で高生産性グループ(97グループ)とその他(263グループ)した。

出荷体重 (kg)

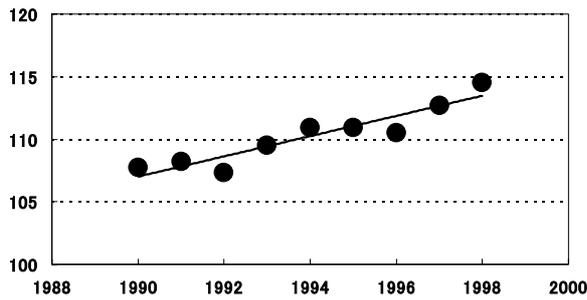


図8 ミネソタ大学データベース履歴データで見る米国9年間の出荷体重の変化

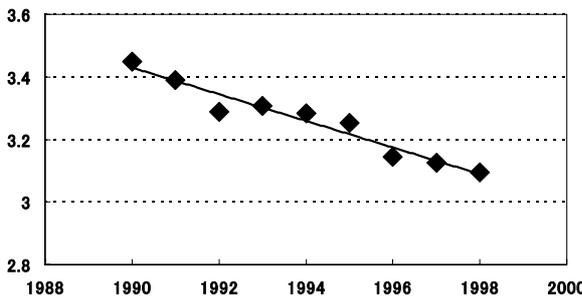


図9 ミネソタ大学データベース履歴データで見る米国9年間の飼料要求率の変化

日当たり平均増体量g

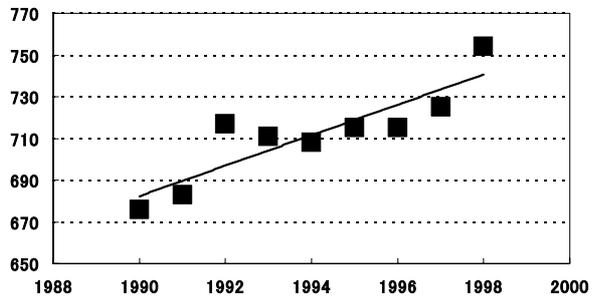


図10 ミネソタ大学データベース履歴データで見る米国9年間の日当たり平均増体量 (g) の変化

肥育豚事故率 (%)

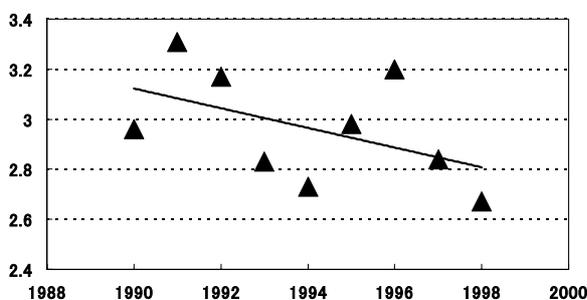


図11 ミネソタ大学データベース履歴データで見る米国9年間の肥育豚事故率の変化

財務経営ベンチマーキング

農場の経営分析を進め、企業として効率よく運営していく経営技術を確立する一助として有効である。総資本経常利益率 (ROA: 経常利益 ÷ 総資本) を中心にベンチマークしていくことを提案している¹⁰⁾。ある養豚グループ23農場の経営指標の分析で、ROAの標準値は7.38%、目標値は18.8%となった。ROAは売上高経常利益率との間に正の相関が ($r=0.94, P<0.01$)、さらに支出合計、とくに飼料費との間に負の相関があった ($r=-0.46, P<0.01$)。しかし、ROAは母豚規模や枝肉当たり売上との間に相関関係はなかった。このことから、大規模農場がまだその規模を生かす経営をしていないこと、また中小規模農場も支出を下げる、つまり生産コストを下げる経営をすればまだ生き残れることを示唆した。

生産データの臨床現場と研究部門での活用のために

標準値と目標値を決めることや、高生産性農場の特徴を探ること、最良測定指標で農場の順位を決めるベンチマーキングはどの産業動物界でも有用である。さらに動物・場所・時間等の特性から農場を分析し、違った目で農場成績を見るのに役立つ。ベンチマーキングのみならず生産研究は養豚だけでなく酪農や肉牛また養鶏の各種産業動物にも必要である。中立機関である大学や研究所が産業界へ貢献することができる分野である。

繁殖を始めとする生産分野は、観察研究や介入研究に大いなる可能性がある。とくに野外試験は研究目的だけでなく、生産現場で研究ニーズを知ること、さらに生産者への刺激としても重要である。生産研究の実践には、まず「測定しなければ、コントロールできない」として農場におけるコンピューター記録ソフトの使用を促す農場を広げること、そして生産データ収集及びデータベース作成と分析が急務である。

引用文献

1. King, V. L., Y. Koketsu, D. Reeves, J.L. Xue, G. D. Dial. : Management factors associated with swine breeding herd productivity in the USA. *Prev. Vet. Med.* 35:255-264, 1998.
2. Koketsu, Y and G. D. Dial. : Quantitative relationships between reproductive performance in sows and its risk factors. *Pig News Infor.* 18(2):47N-52N, 1997.
3. Koketsu, Y., H. Takahashi and K. Akachi. : Longevity, lifetime pig production, and age at first mating in a cohort of gilts over 6 years. *J. Vet. Med. Sci.* 61(42):1001-1005, 1999.
4. Koketsu, Y.: Transforming data into knowledge. *PigCHAMP*. University of Minnesota. St Paul, 1997.
5. Koketsu, Y.: Global benchmarking in Swine Herds. *PigCHAMP* publication. *PigCHAMP Inc.*, Apple Valley, 2000.
6. Koketsu, Y.: Productivity characteristics of high-performing swine farms. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 215(2):376-379, 2000.
7. Koketsu, Y.: Retrospective analysis of trends and production factors associated with sow mortality on swine breeding farms in the U.S.A. *Prev. Vet. Med.* 46:249-256, 2000.
8. Koketsu, Y.: Reproductive productivity measurements in Japanese swine breeding herds. *J. Vet. Med. Sci.* 64(3):195-198, 2002.
9. 瀬瀬雄三. 獣医疫学雑誌. 繁殖疫学の基礎と応用. 2002. In press.
10. 近藤嵩幸・阿部慎吾・瀬瀬雄三. 日本養豚学会要旨. 企業養豚農場における経営指標のベンチマーキング. 77:36, 2002.
11. *PigCHAMP Reports Manual*. University of Minnesota, St. Paul, 1996.