原 著

肥育豚に発生した *Salmonella* Typhimurium 感染症の経済損失

堀北哲也 渡辺一夫

千葉県農業共済組合連合会 北部家畜診療所

Economic Loss from Outbreak of *Salmonella* Typhimurium
in Fatling Pigs

Tetsuya HORIKITA and Kazuo WATANABE

North District Veterinary Clinical Center, Chiba Prefectural Federation of Agricultural Aid Associations
99-1 Nira-aza-Makino, Yamada-machi, Katori-gun, Chiba 289-0407, Japan

(Received 15 May 1998 / Accepted 15 June 1998)

Summary

From June to July, 1992, outbreak of *Salmonella* Typhimurium in fatling pigs occurred in the farm in Chiba Prefecture, Japan. The cost of economic loss from swine *Salmonella* outbreak in the present farm was analysed. The cost of total economic losses was ¥3,352,945. Total economic loss was divided into two factors: (i) direct output losses for *Salmonella* infected pigs; (ii) secondary loss for veterinary medical treatments or preventions in infected animals. The former was ¥1,842,484 and the latter, ¥1,510,461. Direct output losses; dead animals, prolongation of fatling period of pigs, decreasing of growth weight of pigs and the depreciating price were ¥630,513, ¥854,515, ¥293,148 and ¥64,308, respectively. About half of direct losses was occurred by the prolongation fatling period of pigs. Secondary loss; costs for medicines, veterinary medical treatment and diagnosis were ¥766,145, ¥167,726 and ¥576,590, respectively. Present results indicate that *Salmonella* infection in fatling pigs produce serial economic losses.

近年、疾病の発生状況や対策について経済的な面から検討する経済疫学(地域、国全体が対象)や経営疫学(個々の経営体が対象)が重要視されつつある^{1,3,7,8)}。著者らは、一養豚場における肥育豚の *Salmonella* Typhimurium (以下 *S. Typhi.*) 感染症の集団発生例について、その発生状況および清浄化対策について報告した²⁾。豚や牛のサルモネラ症についての報告は多数あるが^{4,5,9)}、豚で肥育末期に発症したサルモネラ症の経済損失についての報告は少ない。集団発生した疾病について経済的な観点から見ることは、畜産が経済的行為である以上重要なことである。そこで今回、肥育豚の *S. Typhi.* 感染症の集団発生例における経済損失について、損失を収益の損失と対策費用に分けて算出し検討した。

I. 発生状況の概略

管内の一貫経営養豚場(常時飼育繁殖雌豚430頭)のウインドレス肥育豚舎(46豚房×4列, 2,200頭収容)において、1992年6月27日に1豚房(12頭収容)で下痢便を認めた。その後、下痢確認豚房数は増加し、7月1日(第5病日)には24豚房となった(図1)。また、収容頭数の3分の1以上の豚が活力消失した豚房は、7月6日(第10病日)には69豚房にまで拡大した(図2)。なお、発症豚房は、4列(A~D列)ある豚房のうちC列(体重60~80kg)およびD列(体重80~110kg)に局限していた。下痢便や死亡豚の実質臓器から *S. Typhi.* が分離され、分離菌は、カナマイシンやトリメトプリム等に感受性を示した。そこで抗生物質の投与、肥育舎の消毒および換気不良の改善などの清浄化対策を実施した。清浄化対策実施後は、次第に下痢確認豚房数が減少し(図1)、発症豚房数も7月13日(第17病日)には0となった(図2)。なお、死亡頭数は17頭であった。また、発生終息後も、引き続

き豚や豚舎の *S. Typhi*. による汚染状況を調査した。その結果, *S. Typhi*. の検出率は, 7 月 8 日 41.9% (26/62), 7 月 14 日 18.4% (9/49), 10 月 5 日 13.0% (12/92) および 11 月 9 日 0% (0/13) であった。

II. 経済損失の算出

材料および方法

1. 調査項目: 出荷体重, 出荷頭数, 枝肉単価, 飼料単価, 薬剤使用量, 薬剤単価および従業員給与等。
2. 調査期間: 1991 年 1 月～1993 年 12 月。
3. 調査方法: 発生状況記録簿, 農場の管理簿および総勘定元帳から調査。

発生状況記録簿: 初診日 (6 月 29 日) から発生終息日 (7 月 13 日) まで毎日 C, D 列の全ての豚房 (92 豚房) について臨床症状を記録した。特に, 豚房ごとに豚群の活力を下記の基準に従ってレベル分けをし, 発生状況の把握に努めた。すなわち, 収容数の 1/3 未満が元気消失している豚房をレベル A, 収容数の 1/3 以上 2/3 未満が元気消失している豚房をレベル B, 収容数の 2/3 以上が元気消失している豚房をレベル C とした。

4. 算出項目

- 1) 発症頭数: 豚房に収容されている豚を個体識別して発症の有無を確認することは不可能であった。そこで発生状況記録簿を基に以下のように発症頭数を算出した。

すなわち, C, D 列の 92 豚房全てについて発症期間中に達した最悪レベルを調べ, 各レベルごとに豚房の収容頭数を集計し, その頭数にそれぞれのレベルの発症割合を乗じて発症頭数とした。この発症割合は, レベル A の場合, 収容頭数の 1/3 未満の豚が発症したので, 0 と 1/3 の中間値をとって 1/6 とした。またレベル B では 1/3 と 2/3 の中間値 1/2, レベル C では 2/3 と 1 の中間値 5/6 とした。

- 2) 肥育延長日数: 出荷日齢が記録されていなかったため, 肥育延長日数の算出は不可能であった。そこで発症期間を发育停止期間とし, 便宜的にこの日数を肥育延長日数とした。

3) 経済損失

- (1) 収益の損失: 死亡, 出荷日齢の延長, 出荷体重の減少および枝肉単価の減少による損失を求めた。各項目の算出方法を表 1 に示した。

なお, 死亡豚の損失を算出する際に用いた肥育末期の 1 日増体量は 0.7 kg/day とした⁶⁾。

- (2) 対策費用: 薬剤費, 人件費および検査費を求めた。各項目の算出方法を表 2 に示した。

なおカナマイシンの注射頭数は, 正確な頭数が不明

図 1 下痢確認豚房数の推移

図 2 発症豚房数の推移

(1/3 以上が活力消失している豚房)

図 3 平均出荷体重の推移

であるので, 発症頭数とした。また, 体重は C, D 列の体重幅がそれぞれ 60～80 kg, 80～110 kg であったので, 中間値をとって C 列 70 kg, D 列 95 kg とした。同様にトリメトプリムの注射頭数は当時の接種状況を鑑み, 発症頭数の約半数とした。

人件費の従業員の時給単価は, 月給を月の基本労働時間で除して求めた。また, 獣医師の費用を 1 人 1 回あたり 6,000 円とした根拠は, 症状の観察や対策指示等に長時間を要したので, 1 人 1 回の診療で半日を費やしたとし, 当時, 県の獣医師雇い上げ費用が 1 日約 12,000 円であったことからその 1/2 とした。さらに, 検査費の単価は家畜共済点数によった。

- 4) 初期 5 日間 (対策実施前) の収益の損失: 病性が確定し有効な対策を開始した第 5 病日までの初期 5 日間の収益の損失を求めた。なお, 計算式は表 1 に準じた。

成 績

1. 発症頭数

全発症期間を通じてレベルAにとどまった豚房数および収容頭数は、1豚房7頭であった。これに発症割合の1/6を乗じて、レベルAの発症頭数を1.2頭とした。同様に、全発症期間を通じてレベルBに達した豚房数および在庫頭数は、42豚房422頭であった。この422頭にレベル

Bの発症割合の1/2を乗じて、発症頭数を211.0頭とした。また、レベルCは49豚房485頭で、485頭にレベルCの発症割合5/6を乗じて、発症頭数を404.2頭とした。全レベルの合計616頭を発症頭数とした。これを豚房別にみると、C列313頭、D列303頭であった。

2. 肥育延長日数

発症期間が17日間だったので肥育延長日数は17日間とした。

表1 収益の損失の算出方法

項 目	算 出 方 法
死亡豚による損失	死亡頭数×(出荷見込み額－生産費見込み額) 但し、出荷見込み額＝出荷見込み体重×歩留まり×平均枝肉単位 生産費見込み額＝死亡から出荷予定日までの平均日数×1日1頭当たりの平均飼料摂取量×飼料単価
出荷日齢の延長による損失	発症頭数×平均肥育延長日数×1日1頭当たりの平均飼料摂取量×飼料単価
出荷体重の減少による損失	出荷日ごとに下式により求めた損失額の総和 出荷頭数×{(非発症期の平均出荷体重－発症豚の出荷体重)×歩留まり×枝肉単価－生産費見込み額}
枝肉単価の減少による損失	(非発症期の落ち幅)×総出荷体重×歩留まり 但し、落ち幅＝出荷豚の枝肉単価と芝浦上物枝肉単価の差額

表2 対策費用の算出方法

費 用	項 目	算 出 方 法
薬剤費	カナマイシン注射液	体重1 kg 当たりの投与量(成分量)×注射頭数×体重×注射回数×単価
	トリメトプリム注射液	1頭当たりの投与量(製剤量)×注射頭数×注射回数×単価
	オルメトプリム水溶液	使用本数×単価
	ペニシリン・カナマイシン合剤	使用袋数×単価
	パコマ消毒液	使用本数×単価
人件費	飲水投与器	器材費＋設置費
	従業員	時給単価×肥育豚治療にかかった時間
検査費	獣医師	農場に出向いた回数×単価
	病理解剖	検体数×単価
	薬剤感受性試験	検体数×単価
	サルモネラ汚染調査費	検体数×単価

表3 収益の損失の算出額

項 目	算 出 式	金 額
死亡豚による損失	17頭×(38,370円－1,281円) 但し、出荷見込み額＝111kg×65%×531.8円＝38,370円 生産費見込み額＝15.7日×2.4kg×34円＝1,281円	＝630,513円
出荷日齢の延長による損失	616頭×17.0日×2.4kg×34円	＝854,515円
出荷体重の減少による損失	出荷日ごとの合計	＝293,148円
枝肉単価の減少による損失	(51.0円－27.5円)×4,210kg×65%	＝ 64,308円
合 計		1,842,484円

3. 経済損失

1) 収益の損失

収益の損失は合計で1,842,484円であった。その内訳は、死亡豚による損失が630,513円、出荷日齢の延長による損失が854,515円、出荷体重の減少による損失が293,148円および枝肉単価の減少による損失が64,308円であった。収益の損失の46.4%を出荷日齢の延長による

損失が占めた。また、各項目の算出式は表3に示した。

死亡豚の損失の算出の際に、死亡から出荷予定日までの平均日数を15.7日として用いたが、この算出は下記の式から求めた。

(非発症期の平均出荷体重－平均死亡体重)÷肥育末期の1日増体量=(111.0kg－100.0kg)÷0.7kg/day=15.7日

表4 出荷月日別の出荷体重の減少による損失

出荷月日	出荷頭数(a)	平均出荷体重(b)	非発症期の平均出荷体重との差(c) ¹⁾	枝肉単価(d)	損失枝肉単価(e) ²⁾	111kgまでの飼料費(f) ³⁾	損失額 ⁴⁾
6.25	47頭	107.4kg	3.6kg	636円	69,947円	19,724円	50,223円
29	30	106.7	4.3	633	53,077	15,038	38,039
30	30	106.0	5.0	625	60,938	17,486	43,452
7. 6	35	106.9	4.1	631	58,857	16,728	42,129
7	34	110.0	1.0	601	13,282	3,963	9,319
9	40	105.3	5.7	611	90,550	26,578	63,972
14	30	109.0	2.0	539	21,021	6,994	14,027
20	40	109.0	2.0	533	27,716	9,326	18,390
21	40	109.5	1.5	528	20,592	6,994	13,598
合計	326				415,980	122,831	293,148

1) $c=111.0-b$ 2) $e=a \times c \times d \times 0.65$ 3) $f=\text{出荷頭数} \times \text{体重差} / \text{DG} \times 1 \text{日飼料摂取量} \times \text{飼料単価}$
 $=a \times c / 0.7 \text{kg/day} \times 2.4 \text{kg/day} \times 34 \text{円/kg}$ 4) 損失額 $=e-f$

表5 対策費用の算出金額

費用	項目	算出式	
薬剤費	カナマイシン注射液	$10 \text{mg/kg} \times (313 \text{頭} \times 70 \text{kg} + 303 \text{頭} \times 95 \text{kg}) \times 3 \text{回} \times 65 \text{円/g}$	= 98,800円
	トリメトプリム注射液	$(5 \text{ml/頭} \times 150 \text{頭} + 7 \text{ml/頭} \times 150 \text{頭}) \times 3 \text{回} \times 48 \text{円/ml}$	= 259,200円
	オルメトプリム水溶液	$3 \text{本} \times 26,000 \text{円/本}$	= 78,000円
	ペニシリン・カナマイシン合剤	$3 \text{袋} \times 33,000 \text{円/袋}$	= 99,000円
	パコマ消毒液	$1 \text{缶} \times 106,000 \text{円/缶}$	= 106,000円
	飲水投与器	125,145円	= 125,145円
	計		766,145円
人件費	従業員	$31 \text{時間} \times 1,346 \text{円/時}$	= 41,726円
	獣医師	$21 \text{回} \times 6,000 \text{円/回}$	= 126,000円
	計		167,726円
検査費	病理解剖	$5 \text{頭} \times 3,910 \text{円/頭}$	= 19,550円
	薬剤感受性試験	$4 \text{株} \times 3,230 \text{円/株}$	= 12,920円
	サルモネラ汚染調査	$223 \text{検体} \times 2,440 \text{円/株}$	= 544,120円
	計		576,590円
合計			1,510,461円

さらに、本症例では肥育末期の豚に発生したため、出荷体重に達した豚が出荷できず、次期出荷予定の豚を出荷した。その結果、出荷体重の減少を招き(図3)、293,148円の損失を被った。なお各出荷日ごとの損失を表4に示した。

また、1992年の非発症期において、出荷時の枝肉単価と芝浦の上物枝肉単価との差額(以下落ち幅)は平均27.5円/kgであった。一方、7月9日に出荷した40頭(総体重4,210kg、平均体重105.3kg)の落ち幅は、出荷体重の減少などによる上物率の低下のため51.0円/kgと著しく大きくなった。よって非発症期の落ち幅との差23.5円/kg(51.0円/kg-27.5円/kg)による損失は64,308円であった。

2) 対策費用

対策費用は1,510,461円であった。本症が発生した1992年の離乳豚1頭あたりの衛生費は1,744円であり、1991年の1,454円、1993年の1,574円に比べて大幅に増加していた。そのうち *S. Typhi*.対策に直接使用した薬剤費は、766,145円であった。

また人件費は、従業員が41,726円、獣医師が126,000円で計167,726円であった。

そして検査費は、病理解剖が19,550円、薬剤感受性試験が12,920円および汚染調査が544,120円で計576,590円であった。これら各項目の詳細は表5に示した。

4. 初期5日間(対策実施前)の収益の損失

初期5日間の収益の損失は、845,029円であった。その内訳は、死亡豚による損失(5頭死亡)が184,284円、出荷日齢の延長による損失(430頭発症17日間延長)が596,496円および出荷体重の減少による損失(2回出荷)が64,249円であった。また枝肉単価の減少は認められなかった。

考 察

経営疫学では、経営体の経済的な視点から疾病をとらえるが、その際よく用いられている手法の一つに費用便益分析法(Cost-Benefit Analysis)がある⁷⁾。この手法は、対策を実施したときの損失が、実施しなかったときの損失よりいくら小さいかを便益として求め対策効果を分析する。しかし、本症例の場合、対策を実施しないという想定は現実的ではなく、便益の算出は困難であり、費用便益分析法はなじまないと思われた。

また、他の対策と比較して経済的に有効な対策を選ぶという部分査定法

(Partial Budgeting)⁷⁾も、この症例のように突発的に集団発生した場合には、いくつかの対策から最適のひとつを選んでいく時間ではなく、あてはまらない。

このように費用便益分析法や部分査定法などがなじまない場合、発症日から有効な対策が実施された日までの期間の損失を出すことにより、疾病対策の経済評価ができるのではないかと考える。

そこで筆者らは、病性が確定しそれに基づいた対策を実施し始める第5病日までの初期5日間の収益の損失を算出した。この金額は845,029円で、全期間を通しての収益の損失額(1,842,484円)の45.9%を占めた。つまり、今回のように発症後速やかに対策を実施できた場合でも、病性が確定しそれに応じた治療方針が決定されるまで初診から5日を要し、その間の収益の損失は全期間の収益の損失の約46%にもなった。もし有効な対策の実施が遅れた場合、この損失額は加速度的に増したと考えられる。

本症例は、死亡頭数は少なかったものの、発症耐過豚に発育遅延が認められた。このため収益の損失のうち、出荷日齢の延長による損失が約85万円と死亡による損失約63万円に比べて大きかった。しかも、この出荷日齢の延長による損失はさらに大きかった可能性がある。なぜなら、肥育延長日数を発症期間の17日としたが、発症豚の重度の消瘦状況や治癒後の体重回復の程度を観察した結果から、この日数はもっと長いと考えられるからである。しかし出荷日齢の記録は取られておらず、正確な日数は把握できなかった。このように今回出荷日齢についての記録が欠如していたために肥育日数の算出は困難であった。このことから、経営疫学上、豚群あるいは個体毎の移動記録(特に日齢を把握できる情報)は極めて重要であると考えられた。

また、本症例は肥育末期の豚に発生したため、出荷体重に達した豚が出荷できず、次期出荷予定の豚を出荷した。その結果、出荷体重の減少や枝肉の上物率の低下を招き、両者あわせて約36万円と少なからぬ損失を被った。このように、本症例では、間接的な損失も認められた。

本症例では、サルモネラ対策は速やかに行われたと考えている。しかし、結果的に約151万円の対策費を投じ、約184万円の収益の損失を出し、損失総額は約335万円であった。この理由として以下の点が考えられる。

- ・発生初期に豚房間を管理者や豚が移動し、汚染が拡大したこと。

- ・豚房間のしきりが鉄柵のため隣接豚房に感染しやすく、また、ウィンドレス豚舎1棟に4列184豚房もあるという豚舎の構造上、汚染が拡大しやすかったこと。

- ・出荷直前の豚には抗生物質を使用しなかったため発症を完全に防止できなかったこと。

- ・出荷直前の豚が発症したため、次期出荷予定の豚を出荷し、そのため出荷体重の減少や枝肉単価の減少を招いたこと。

- ・抗生物質投与群でも肺炎罹患豚に発症が見られたこと。
- ・発症耐過豚に著しく発育遅延が認められたこと。

以上のように豚のサルモネラ症は肥育末期に発症すると、大きな経済損失をもたらすことが明らかとなった。

今回使用した発生状況記録簿は、獣医師が毎日92豚房全てについて記録したものである。大きな豚舎での発生のため疾病対策を実施しながらの記録作業はかなりの労力を要した。しかし、経済損失を算出する上で、この詳細な記録が役立った。治療対策の効果判定や経済損出の算出にはこの種の記録は不可欠である。

また、経済損失の調査には農場から経理の帳簿を借り受けなければならない、生産者の協力は不可欠であった。そのためにも獣医師と生産者の間に堅固な信頼関係が必要であると思われた。

畜産が経済的活動である以上、治療、予防の費用や効果を金銭面から捉えて検討することは重要である。それらの検討のためには、獣医師側も生産者側も詳細な記録をとることが大切であると考ええる。

要 約

管内のウィンドレス肥育豚舎(2,200頭収容)で肥育末期の豚に *Salmonella* Typhimurium 症が発生した。そこで抗生物質の投与、肥育舎の消毒および換気不良の改善などの清浄化対策を実施した結果、発生は第17病日で終息した。本症における経済損失は3,352,945円であった。そのうち、収益の損失が1,842,484円、費用が1,510,461円であった。収益の損失の内訳は、死亡豚による損失が630,513円、出荷日齢の延長による損失が854,515円、出荷体重の減少による損失が293,148円および枝肉単価の減少による損失が64,308円であった。収益の損失の46.4%を出荷日齢の延長による損失が占めた。費用の内訳は、薬剤費が766,145円、人件費が167,726円および検査費が576,590円であった。本症例は、死亡頭数は少なかったものの、発症耐過豚に発育遅延が認められた。このため収益の損失は、出荷日齢の延長による損失が大きかった。

また、本症例は肥育末期の豚に発生したため、出荷体重に達した豚が出荷できず、その次に出荷予定であった豚を出荷した。その結果、出荷体重の減少や枝肉の上物率の低下を招き損失を被った。以上のように豚のサルモネラ症は肥育末期に発症すると、大きな経済損失をもたらすことが明らかとなった。経済損失の算出には獣医師や生産者が記録した情報が不可欠であった。また、出荷日齢についての記録が欠如していたために肥育日数の算出は困難であった。このことから、経営疫学上、豚群あるいは個体毎の移動記録(特に日齢を把握できる情報)は極めて重要であると考ええる。

参考文献

- 1) 畠山英夫：経済疫学と経営疫学，小川益男ら編，動物疫学，371—381，近代出版，東京，1993。
- 2) 堀北哲也ら：肥育豚における *Salmonella* Typhimurium 感染症の集団発生例(発生状況および清浄化対策について)．家畜診療，**220**，15—20，1994。
- 3) 小沢義博：国際社会における獣医学の重要性．獣医学雑誌，**2**，81—82，1997。
- 4) 佐藤静夫：サルモネラ症．熊谷哲夫ら編集，豚病学，385—387，近代出版，東京，1987。
- 5) 杉山明ら：サルモネラ症発生豚舎の汚染状況と1，2の対策．日獣会誌，**30**，93—96，1977。
- 6) 高橋正也：栄養・飼料．熊谷哲夫ら編集，豚病学，674—685，近代出版，東京，1987。
- 7) 山根逸郎：経済的に最も理想的な衛生対策を選ぶ方法1．臨床獣医，**14**(4)，53—56，1996。
- 8) 山根逸郎：経済的に最も理想的な衛生対策を選ぶ方法2．臨床獣医，**14**(5)，41—48，1996。
- 9) 吉永真二ら：成乳牛における *Salmonella* Typhimurium 感染・発生状況の一症例．獣医学雑誌，**1**，11—16，1997。