

卒業論文

不確実性下における肉牛繁殖農家の供給行動に関する研究

神戸大学農学部植物資源学科

食料環境経済学講座食料経済学専攻

0486114A

阪本 亮

(指導教員: 草苅 仁)

2008年2月

目次

序章

第一節 研究の背景と課題	1
第二節 各章の構成	2
第一章 わが国の肉牛生産の現状	
第一節 牛肉需給の現状	3
第二節 肥育・繁殖経営の現状	4
第二章 繁殖農家の供給行動と不確実性	11
第三章 先行研究の整理と本研究の位置づけ	
第一節 わが国の牛肉経済に関する先行研究	16
第二節 海外における牛肉経済の先行研究	17
第四章 分析の枠組み	
第一節 理論モデル	20
第二節 実証モデル	25
第三節 実証分析における使用データ	26
第五章 計測結果と考察	35
終章 結論	44

序章

第一節 研究の背景と課題

近年、食の安全性に関する問題が多発していることから、食料自給率の水準に対する国民の懸念や、安全・安心志向による国産農産物需要が顕在化している。BSE の発生による禁輸措置を経験した牛肉についても、これまで以上に国内生産の重要性が高まっていると思われるが、グローバル化の進行にともなって、肉牛生産者の置かれている経済環境は厳しさを増している。

こうしたなかで、わが国の肉牛生産は肥育農家を中心に大規模化、企業経営化などが進められているが、肥育農家の生産費の大部分はもと畜費である。そのため、繁殖農家が低コストで子牛を供給できなければ、肉牛生産全体の競争力は向上しない。しかし、多くの繁殖農家は依然として零細な規模に留まっている。そればかりか、近年では、繁殖めす牛飼養頭数は長期的な減少傾向にあり、子牛の供給が不足基調となって、大規模化を目指す肥育農家の子牛需要との乖離が顕在化しつつある。

このような状況は、今後のわが国の肉牛生産を見通す上で、繁殖農家の供給行動を解明することが重要であることを示唆している。しかしながら、わが国の牛肉経済における計量的研究の多くは、牛肉経済全体の把握や、周期変動の発生メカニズムの解明などを目的としてきた。そのため、これまで繁殖農家の供給行動について十分な研究がなされてきたとは言えない。本稿では繁殖農家の供給行動を分析対象とするが、分析にあたっては以下の 2 点を供給行動の特徴と考える。1 点目は、生産期間が長いため価格変動のリスクに直面する繁殖農家は、子牛価格の動向次第では、繁殖めす牛を淘汰することでリスクをヘッジしようとしている。端的に言えば、子牛価格の低下に見舞われた繁殖農家にとって、繁殖めす牛の淘汰は短期的なリスクヘッジであるが、同時にそれは長期的な生産縮小を意味している。実際に、近年の繁殖めす牛の減少傾向は、繁殖農家がこうした生産縮小プロセスに落ち込みつつあることを示し

ている可能性がある。また 2 点目は、子牛生産の技術制約や資金制約などにより、短期的に繁殖めす牛の飼養頭数を調整するのは困難であることである。以上のこととは、インプリシットにリスク中立的な行動を仮定した静学的利潤最大化の枠組みでは、繁殖農家の供給行動を正確に捉えることに限界があり、価格変動のリスクを考慮した動学的な効用最大化の枠組みが、より望ましいことを示唆している。

本稿では不確実性下における繁殖農家の動学的効用最大化問題から、繁殖めす牛の投資関数、子牛の供給関数、要素需要関数を導出する。実証分析では、それらを理論と整合的に計測し、計測結果から繁殖農家のリスク選好および供給行動を明らかにすることを課題とする。

第二節 各章の構成

はじめに第一章で、わが国の肉牛生産の現状を整理し問題点を指摘する。そのうえで、第二章では分析対象である繁殖農家の供給行動には価格の変動にともなう不確実性が大きく影響することを示す。続く第三章で、先行研究の整理と本研究の位置づけを行い、第四章では分析の枠組みとして、繁殖農家の意思決定を不確実性下での動学的効用最大化問題と捉えた、理論および実証モデルを提示する。最後に、第五章で実証分析における推計結果の考察を行い、終章において本稿で明らかになったことを述べる。

第一章 わが国の肉牛生産の現状

第一節 牛肉需給の現状

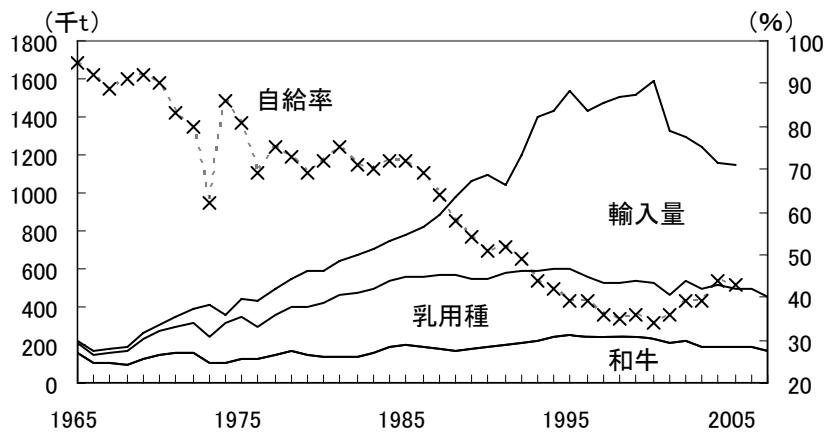


図 1 - 1 牛肉の国内生産量と輸入量、および食料自給率

資料：農林水産省『食料需給表』、『畜産物流通統計』より作成。

注 1) 輸入量および国内生産量はすべて枝肉換算である。

2) 自給率のみ右軸に目盛りをとっている。

図 1 - 1 は、1965 年以降における牛肉の国内生産量（和牛 + 乳用種）、輸入量、食料自給率を示したものである。図 1 - 1 から、1965 年には 95% であった自給率が、2000 年には 34% と大幅に低下していることがわかる。これは、高度経済成長期以降、堅調に増加した国内需要に対して国内生産が対応できず、その不足分が輸入されてきたためである¹⁾。

当然、こうした輸入量の急増には、1991 年の関税化による輸入自由化体制への移行といった政策的な転換も関係している。関税率は 1991 年が 70%、1992 年が 60%、1993～94 年が 50% であったが、ガット・ウルグアイラウンド合意により 1995～2000 年の 6 年間で 50% の関税率が 38.5% まで段階的に引き下げられたことは周知の通りである。その結果、安価な輸入牛肉が大量に流通したため、消費者にとって輸入牛肉は以前よりも身近なものとなり、輸入牛肉よりも国産牛肉の方が安全でおいしいという認識が消費者の間で広まったように思われる。

しかし、2001年9月に国内ではじめてBSE（牛海綿状脳症）感染牛が確認され、国産牛肉は安全であるという消費者の常識が覆された。そのため、2001年以降1人1日当たり供給純食料は減少に転じ、消費者の牛肉離れが進んだのである。ただし、2003年のカナダ、アメリカでのBSE感染牛の確認と輸入禁止措置による輸入牛肉への不信感の高まりや、牛の全頭調査などの国内での安全対策の効果もあって、その後再び牛肉需要に関する消費者の国産回帰現象があったように思われる。また、近年、食に関する様々な事件が多発していることや、食料自給率の水準に対する国民の懸念もあり、国産農産物への期待は高まっている。この点は、牛肉に関しても同様であろう。

一方、国内の牛肉生産量は1965年に209千t、2000年には528千tであり、1965年の220千tから2000年の1585千tと大幅に増加した需要量に対応できなかった。さらに、国内生産の内訳をみると、1965年には和牛肉が国内生産の76%を占めていたのに対して、2000年には和牛肉は45%となり、乳用種牛肉の増加が大きいことがわかる。こうした乳用種牛肉の増加は、1970年代に乳用子牛の大部分が肥育に仕向けられるようになり、子牛段階でのと殺割合が低下したためにもたらされた。しかし、肥育仕向け率が頭うちになったこと、輸入牛肉と品質的に競合関係にある乳用種牛肉の価格が低下したこと、酪農部門の計画生産の実施などが影響して、1988年以降、乳用種牛肉は減少基調にある。そのため、今後乳用種牛肉の生産の増加はほぼ見込めず、国内での生産を維持、拡大するにあたり、肉専用種である和牛に対する期待は大きい。しかし、高度経済成長期以降、需要が堅調に増加したにもかかわらず和牛の生産量は微増に留まること、さらに1994年以降では減少基調にあることを図1-1から見てとれる。

第二節 肥育・繁殖経営の現状

前節では、わが国の牛肉需給を概観したうえで、近年、和牛の生産が減少基調にあることを示した。本節では、こうした和牛の生産は主として肥育農家と繁殖農家によ

って担われていることを踏まえて、肥育農家と繁殖農家を経営規模と生産費の側面から考察する²⁾。

1. 経営規模

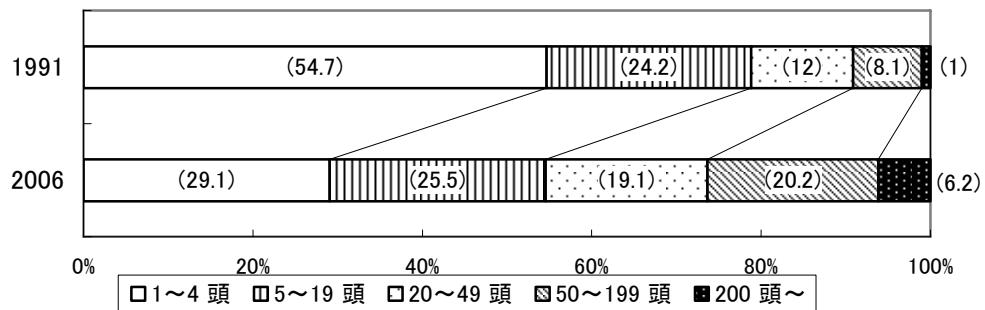


図 1 - 2 肥育用牛飼養頭数規模別 飼養戸数

資料：農林水産省『畜産統計』より作成。

注 1) カッコ内はそれぞれの規模階層が占めるシェア(%)である。

2) 飼養戸数の合計は 1991 年で 39600 戸、2006 年で 13100 戸である。

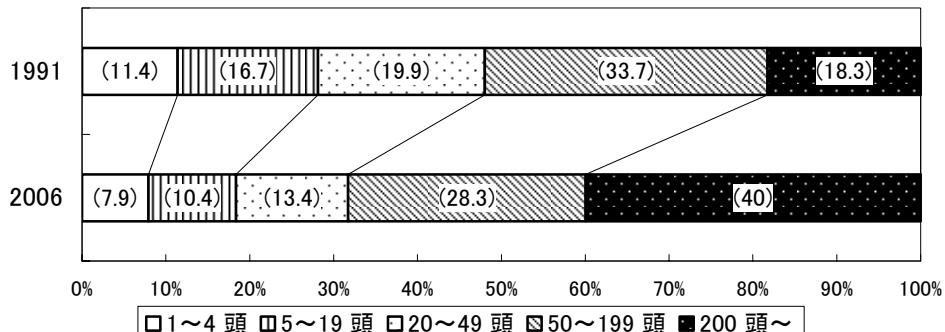


図 1 - 3 肥育用牛飼養頭数規模別 飼養頭数

資料：農林水産省『畜産統計』より作成。

注 1) カッコ内はそれぞれの規模階層が占めるシェア(%)である。

2) 飼養頭数の合計は 1991 年で 1215 千頭、2006 年で 1201 千頭である。

図 1 - 2、図 1 - 3 は 1991 年と 2006 年における、肥育農家の肥育用牛飼養頭数規模別にみた飼養戸数と飼養頭数を示したものである。はじめに飼養戸数であるが、1991 年の 39600 戸から 2006 年には 13100 戸となり 26500 戸も減少していることがわかる。ただし規模別にみると、200 頭以上を飼養する大規模経営の飼養戸数は増加

しており、飼養頭数 50 ~ 199 頭の規模も戸数は減少しているものの、全体の中でのシェアを増加させていることがわかる。そのため、この時期の飼養戸数の減少は主として小規模肥育農家によってもたらされたことがわかる。

次に、規模別の飼養頭数をみると、ここでも 200 頭以上の農家のみが飼養頭数を増加させている。その結果、2006 年には、全肥育用牛の約 40% を飼養戸数でみるとわずか 6.2% である 200 頭以上を飼養する大規模農家が担うようになり、50 ~ 199 頭規模の農家も含めると全体の 70% 近くを占めるようになった。これらのことから、肥育農家の規模拡大はそれなりに進行していると思われる。

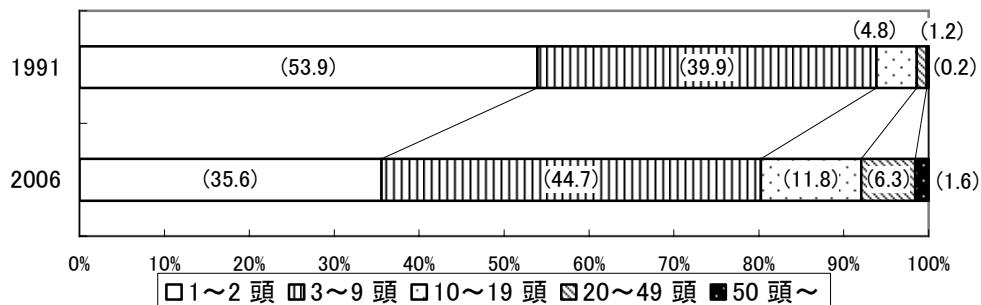


図 1 - 4 子取り用めす牛飼養頭数規模別 飼養戸数

資料：農林水産省『畜産統計』より作成。

注 1) カッコ内はそれぞれの規模階層が占めるシェア(%)である。

2) 飼養戸数の合計は 1991 年で 183300 戸、2006 年で 73400 戸である。

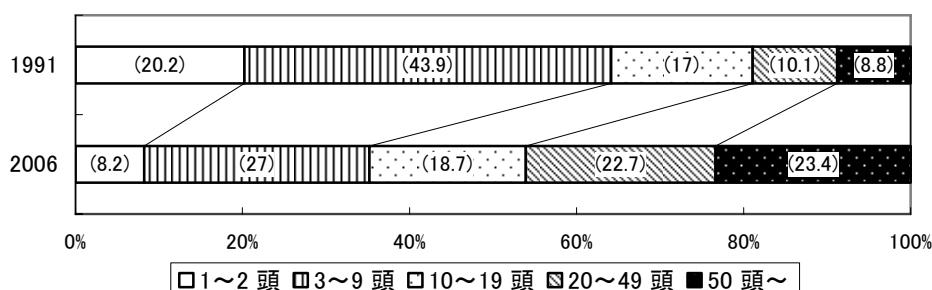


図 1 - 5 子取り用めす牛飼養頭数規模別 飼養頭数

資料：農林水産省『畜産統計』より作成。

注 1) カッコ内はそれぞれの規模階層が占めるシェア(%)である。

2) 飼養頭数の合計は 1991 年で 1324 千頭、2006 年で 1266 千頭である。

繁殖農家について、同様の図を作成したものが図 1 - 4、図 1 - 5 である。はじめに飼養戸数であるが、1991 年の 183300 戸から 2006 年の 73400 戸まで大きく減少し

た。特に、1～2頭、3～9頭の規模階層の戸数の減少は大きく、20頭以上の大規模農家が増加を示していることから、この時期繁殖農家においても規模拡大は進んだことがわかる。ただし、飼養頭数においても同様の傾向を見てとれるが、2006年においても飼養頭数20頭以下の小規模経営が半分以上の繁殖めす牛を飼養している。繁殖経営が専業として成立するには、最低30頭以上の規模は必要であるといわれており、繁殖農家においてもある程度の規模拡大は進行したが、依然として大部分は零細な規模に留まっていることがわかる。

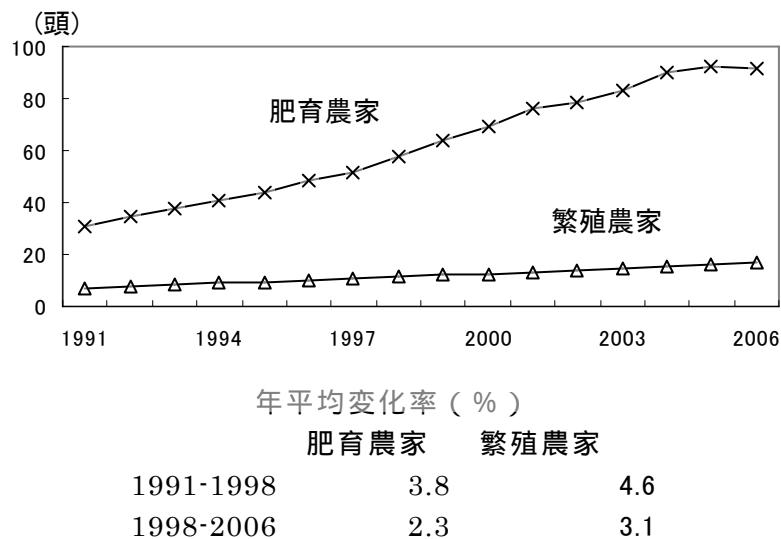


図1-6 肥育農家と繁殖農家の1戸あたりの飼養頭数の推移

資料：農林水産省『畜産統計』より作成。

注) 年平均変化率は、独自に推計した結果である。

ここで、1991年から2006年における肥育農家と繁殖農家の1戸あたり飼養頭数の推移を図1-6に示した。肥育農家と繁殖農家の1戸あたり飼養頭数は1991年にそれぞれ30.7頭、7.2頭であったが、2006年にはそれぞれ91.7頭、17.2頭になった。どちらも増加傾向にあるが、期間を2つに分割して推計した年平均変化率は、規模拡大が鈍化していることを示している。また、輸入自由化後、肥育農家と繁殖農家の差は拡大傾向にあることがわかる。以上のことを整理すると、輸入自由化後、肥育農家と繁殖農家はともに規模拡大を進行させたが、肥育農家と比べ繁殖農家の規模拡大は進んでいないといえよう。

2. 生産費

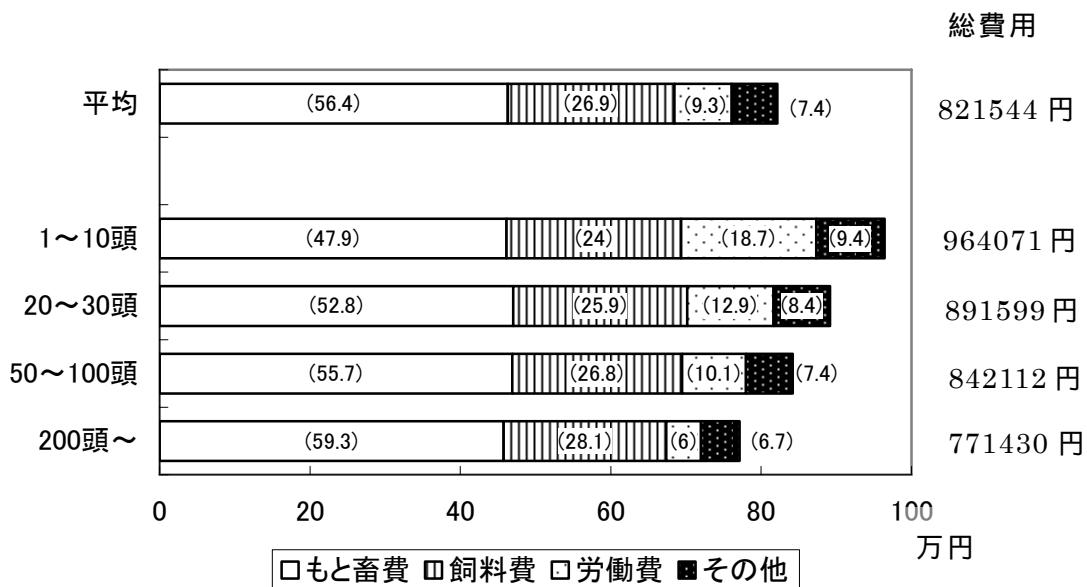


図 1 - 7 肥育農家 飼養頭数規模別生産費の構成

資料：農林水産省『畜産物生産費』「去勢若齢肥育牛生産費」より作成。

注)カッコ内は、それぞれの生産要素が総費用に占めるシェアである。

図 1 - 7 は、肥育農家の飼養頭数規模別にみた去勢若齢肥育牛 1 頭あたり生産費である。はじめに規模別の生産費をみると、1~10 頭未満が 964071 円であるのに対して、200 頭以上は 771430 円であり、規模拡大により費用が遞減していることがわかる。しかし、こうした規模間の格差は主に労働時間の減少による労働費の節減から生じており、総費用のおよそ 80% を占めるもと畜費と飼料費は規模拡大による優位性がほとんど存在していない。特に、およそ 60% 近いシェアのもと畜費は、繁殖農家の供給する子牛の生産コストや供給量によって決まるため、肥育農家は受け身にならざるを得ない。こうしたことは、肥育農家のみが規模を拡大して低コスト経営を目指すことには限界があり、繁殖農家の経営が肥育農家にとっても重要であることを示している³⁾。

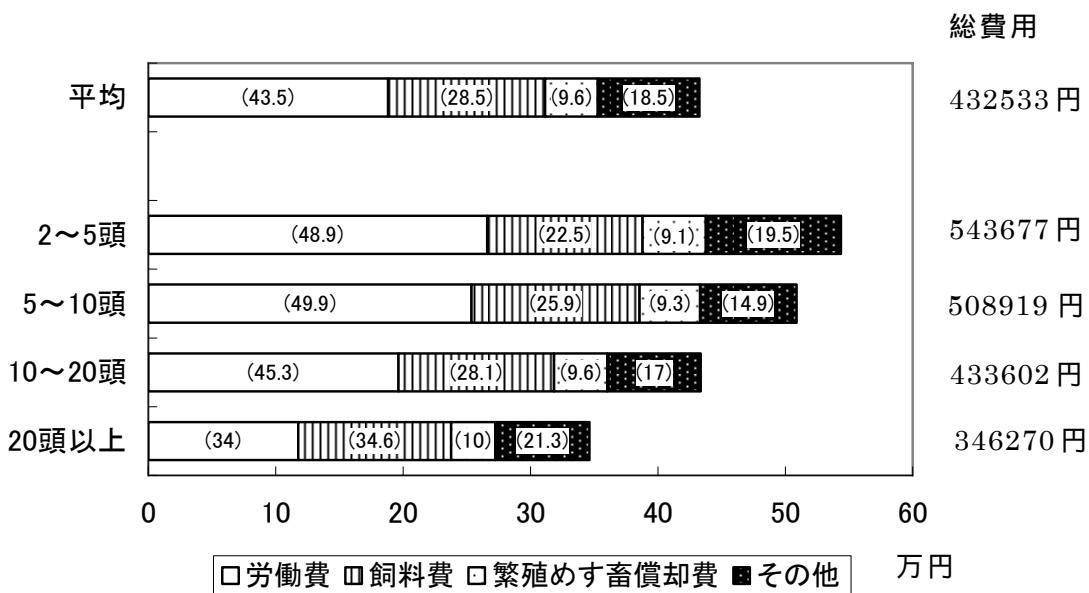


図 1 - 8 繁殖農家 飼養頭数規模別生産費の構成

資料：農林水産省『畜産物生産費』「子牛生産費」より作成。

注) カッコ内は、それぞれの生産要素が総費用に占めるシェアである。

図 1 - 8 は、同様の図を繁殖農家について作成したものである。はじめに、規模別の生産費をみると、2~5頭が 543677 円であるのに対して、20頭以上が 346270 円であり、肥育農家と同様に規模拡大により費用が遞減していることがわかる。ただし、繁殖農家の場合はこうした費用節減が主に労働費からきていることに肥育農家との違いがある。子牛 1 頭当たりの労働時間は 2~5 頭が 208.5 時間であるのに対して、20 頭以上は 83.2 時間と規模拡大にともない大幅に減少している。また、繁殖めす牛償却費についても規模拡大による減少が見られることから、大規模農家は小規模農家と比べて繁殖めす牛の淘汰が遅く安定的な経営を行っているように思われる。こうしたことから、繁殖経営において、自身の規模拡大による費用節減効果は、肥育農家と比べ大きいことがわかるだろう。

注 1) 農林水産省『食料需給表』によると、1 人 1 日当たり供給純食料は 1965 年に 4.1g、2000 年には 20.7g と大幅に増加し、年率に換算すると 2.2%ずつ増加したことになる。

2) 繁殖農家と肥育農家とは別に、一つの経営の中で肥育と繁殖の両方を行う一貫経営がある。2006年の農林水産省『畜産統計』によると、全国で一貫経営の占める割合は飼養戸数で2.6%、飼養頭数で11.5%である。そのため、わが国の和牛生産の大半は繁殖農家と肥育農家にそれぞれの役割が担われていることになる。

3) 井上[1]は、「牛肉全体の低価格化のために、和牛の繁殖めす牛の飼養頭数を増加して肥育素牛の供給量を増し、需給関係を緩和するとともに、素牛生産段階でのコストダウンが基本である」と指摘している。

引用文献

[1]井上 喜一郎「抵コスト肉牛生産の方向づけ」、森島 賢編『農業構造の計量分析』、富民協会、1994、pp. 52~80.

第二章 繁殖農家の供給行動と不確実性

本章では、繁殖農家の規模拡大を阻害した要因として、価格の変動にともなう不確実性の存在を指摘する。その際に、繁殖農家の供給行動の特徴を 繁殖めす牛は子牛の生産要素であると同時に、それ自体が生産物（枝肉）として売買されること¹⁾、意思決定から利潤が確定するまでに他の作物と比較して相対的に長い生産期間を要することの 2 点に整理した。以下では、これらの特徴と不確実性の関係について述べる。

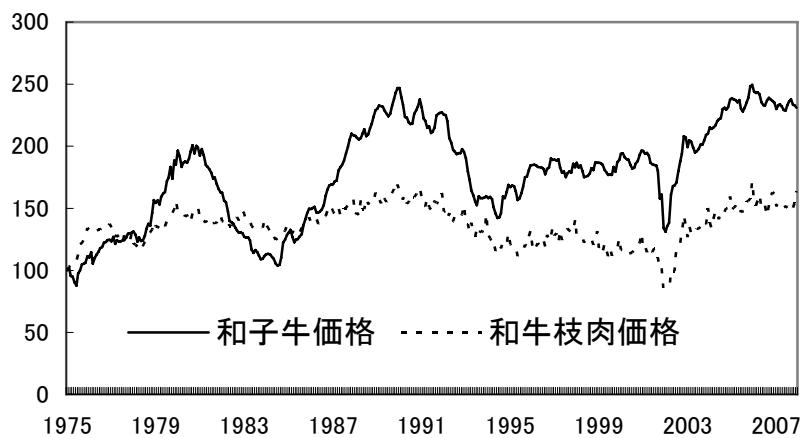


図 2 - 1 和牛枝肉価格と和子牛平均価格の推移（全国）

資料：農林水産省『畜産物流通統計』、『農業物価統計』より作成。

注 1) 和牛枝肉価格は、和牛の 1kg 当たり平均卸売価格である。

2) 和子牛価格は、子牛 1 頭あたり価格である。

3) 1975 年を 100 としている。

はじめに、図 2 - 1 に 1975 年以降の和子牛価格と枝肉価格の推移を示した。図 2 - 1 から、枝肉価格と子牛価格は周期変動を示していることがわかるが、こうした周期変動の存在には前述した繁殖農家の供給行動の特徴が関係している²⁾。

例えば価格が上昇に転じたことにより、繁殖農家が子牛の供給量の増加を計画したとする。はじめに繁殖農家が種付けを行い、妊娠期間と育成期間の合計である 19 ヶ月後に子牛の供給量は増加する。その後、肥育農家が 20 ヶ月肥育するため、価格が上昇に転じてから、枝肉供給量が増えるまで最低でも 40 ヶ月必要となることがわかる。そのため、価格は約 40 ヶ月もの間上昇を続ける³⁾。同様に、価格が低下し始めた

ため繁殖農家が子牛の供給量を減少させようとしても、すでに種付けが終わっているめす牛による子牛の生産や、そのとき育成中の子牛の生産を中断することはできない。肥育農家についても同様である。その結果、価格が低下し始めてから約40ヶ月後によく枝肉供給量が減少し始めるため、それまでは価格が低下し続けることになる。このようにして、価格は約7年の周期変動をしていることがわかる⁴⁾。また、枝肉価格と比べて、子牛価格の変動が大きいことは子牛の生産期間が枝肉の生産期間と比べて短いために、子牛の供給量の方が枝肉供給量よりも大きく変動するためであると思われる。以上の説明は、堀田[2]、森島[5]などの先行研究でも指摘されていることであるが、本稿ではこうした周期変動を発生させている繁殖農家の意思決定自体に着目する。

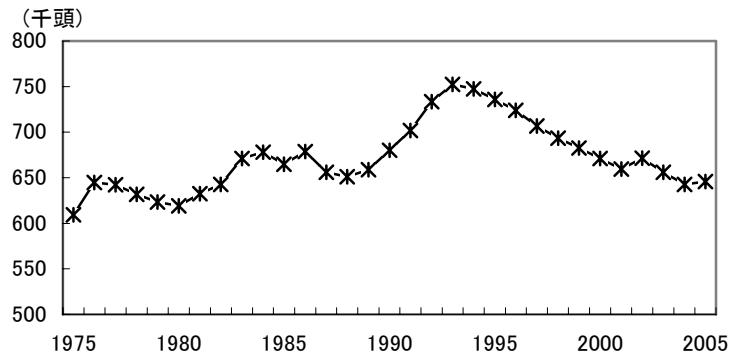


図2-2 肉用種雌2歳以上飼養頭数の推移(全国)

資料：農林水産省『畜産統計』より作成。

ここで、図2-2に1975年以降における肉用種雌2歳以上飼養頭数の推移を示した⁵⁾。図2-2を見ると、めす2歳以上飼養頭数は増加と減少を繰り返していることから、繁殖農家が価格に反応して繁殖めす牛の飼養頭数を調整していたことがわかる。このとき、繁殖農家は繁殖めす牛の飼養頭数を決定するにあたりどのようなことを考慮するのだろうか。

子牛の生産期間が長いために、価格が低下したからといって繁殖農家はその供給量を瞬時に調整できない。そのため、繁殖農家が繁殖めす牛の飼養頭数を決定する際に最も懸念することは、導入後の価格低下による収益悪化である⁶⁾。価格の変動が大きく、繁殖農家にとっての不確実性が大きい場合はさらにこうした懸念が高まると思わ

れる。このとき繁殖めす牛の淘汰を早めることは、将来の収益悪化に対するリスクヘッジの役割を果たしており、繁殖農家がリスク回避的であれば、それだけ繁殖めす牛の淘汰は早まると同時に新たな繁殖めす牛の導入も減少するだろう。これらのことから、リスク回避的な繁殖農家は、価格の変動に応じて繁殖めす牛の飼養頭数を増減させた結果、自ら縮小再生産に陥っていた可能性があると考えられる。なぜなら、こうした子牛の生産と密接な関係にあるリスクヘッジの手段は、短期的な効果しか持ち合わせておらず長期的には繁殖農家自身の生産縮小をもたらし、規模拡大を阻害することは明らかであるためである⁷⁾。

以上のことから、繁殖農家の供給行動には価格の変動にともなう不確実性が大きく影響しており、インプリシットにリスク中立を仮定した利潤最大化モデルでは、繁殖農家の供給行動を正確に捉えることに限界があることがわかる。そのため本稿では、繁殖農家が不確実性下での効用最大化行動を行っているとしてモデルを展開する。モデルの展開の前に、次章において先行研究の整理を行い本稿の位置づけを行う。

注 1) 繁殖めす牛を生産要素であると同時に生産物であると扱った分析は Jarvis[4] や Paarsh[7]、Rosen[8]など多数存在するが、これらの分析の関心は、枝肉価格の上昇に対して枝肉市場のめす和牛が短期的に負の反応を示すといったことにある場合が多い。枝肉価格が上昇すると、繁殖農家は生まれてきためす子牛を新たな繁殖めす牛として導入するため、短期的には枝肉の供給量が減少するのである。

2) これらの変数以外にも、牛肉経済における多くの指標が周期変動を示している。詳しくは、堀田[2]、森島[5]を参照。

3) 子牛価格と枝肉価格は基本的に連動して推移している。そのため、子牛の供給量は 19 ヶ月後に増加するにもかかわらず、枝肉供給量の増加する 40 ヶ月後までは子牛価格も上昇を続ける。

4) 堀田[3]は、子牛価格のもつ約7年の周期性に1990年ごろ異変が起きたことを指摘している。また、その後価格が横ばいに推移したことについて、あくまでも可能性の一つとしてではあるが、輸入牛肉の影響が考えられる。例えば、茅野[1]は、輸入牛肉の増加が、乳用種牛肉など低品質の国産牛肉の価格の低迷を引き起こし、それが和牛などの上位品質の価格に波及することを指摘している。基本的に、枝肉価格と子牛価格は連動しているため、枝肉価格の低迷は子牛価格に波及すると思われる。

5) 繁殖めす牛としては、農林水産省『畜産統計』「子取り用雌牛 2歳以上飼養頭数」を用いるほうが望ましいが、1987年からしか記載されていない。したがって、長期的な推移を見るために同様の動きが予想される「肉用牛雌 2歳以上飼養頭数」を用いた。

6) 一般的に、生産期間が長期になるほど、価格変動のような不確実性が農家の意思決定に与える影響は無視できなくなることが指摘されている。例えば、不確実性に関するサーベイ論文である Moschini *et al* [6]などを参照されたい。

7) 粗飼料基盤の零細性や飼養管理技術の低位性といった要因は、繁殖めす牛飼養頭数の上限に制約をかけていたと思われるが、そのような制約のなかで価格変動に直面した繁殖農家が縮小再生産に陥っている可能性があることを指摘している。

引用文献

- [1] 茅野甚治郎・Arif Haryama「牛肉需要関数の推計と国内価格への影響」『2000年
度 日本農業経済学会論文集』、2000、pp. 68~73.
- [2] 堀田和彦『WTO体制下の牛肉経済の周期変動と将来予測』、農林統計協会、1999.
- [3] 堀田和彦・李 英柱「近年の和牛生産構造の変化とその要因 ビーフサイクルの変
調を中心に」、森島 賢編『農業構造の計量分析』、富民協会、1994、pp. 217~

- [4] Jarvis , L . S . , " Cattle as Capital Goods and Ranchers as Portfolio Managers : An Application to the Argentine Cattle Sector , " *Journal of Political Economy* , Vol . 82 , 1974 , pp . 489 ~ 520 .
- [5] 森島 賢 「牛肉需給の現状」、森島 賢編著『現代牛肉経済の諸問題』、明文書房、1988、pp . 1 ~ 14 .
- [6] Moschini , G . and D . A . Hennessy , " Uncertainty Risk Aversion and Risk Management for Agricultural Products , " *Handbook of Agricultural Economics* , Vol . 1 , 2001 , pp . 87-153 .
- [7] Paarsh , H . , " Micro-Economic Models of Beef Supply , " *Canadian Journal of Economics* , Vol . 18 , 1985 , pp . 636 ~ 651 .
- [8] Rosen , S . , " Dynamic Animal Economics , " *American Journal Agricultural Economics* , vol . 69 , 1987 , pp . 547 ~ 557 .

第三章 先行研究の整理と本研究の位置づけ

第一節 わが国の牛肉経済に関する先行研究

はじめに、わが国の牛肉経済における代表的な計量的研究として、大賀ほか[12]、松原[5][6]、唯是[13]をあげることができる。これらに共通していることは、需要・供給関数を基本とした構造方程式と変数どうしの関係や流れを規定する定義式を用いて、牛肉経済全体の構造の再現を試みていることである。また、松原[5]は加工原料乳に対する不足払い制度と牛肉卸売市場における価格支持制度について、大賀ほか[12]は輸入自由化による影響についてそれぞれシミュレーションを行うなど、これらのモデルを用いた政策的なインプリケーションも多く得られている。さらに門間[10]は、等級別枝肉の価格形成に牛肉輸入が及ぼす影響を考慮できるように大賀ほか[12]のモデルを拡張した分析を行っている。

また、堀田[4]は上記のモデルが牛肉経済に存在する周期変動の再現に十分な注意を払っていないことから、周期変動を再現することを念頭においたモデルを作成している。そのうえで、WTO 体制下における将来予測を行い、和牛と輸入牛肉の競合度合いがこれまで以上に高まった場合、和牛に関しても価格の低迷が予想され和牛肥育経営にとって存続が危ぶまれる状況が発生する可能性があることを示した。

これらの研究に共通した目的は牛肉経済全体の把握や周期変動の発生メカニズムの解明といったことにある。そのため、個々の繁殖農家の供給行動は全体のモデルの中で簡単な回帰式によって計測されただけに留まっており、詳細な分析がなされていない。

一方、繁殖農家の供給行動自体に着目した分析として門間[9]をあげることができる。門間[9]は適応期待モデルによる和牛、乳用種飼養頭数決定反応の計測と、多項式分布ラグモデルによる枝肉市場へのめす和牛出荷反応関数の計測を行っている。適応期待モデルの計測結果から、めす和牛飼養頭数の決定は短期的には子牛価格や飼料価格に

対して非弾力的であるが、長期的には弾力的になることを明らかにした。また、東北と九州の中で、特に子牛生産の盛んな県の供給弾力性が低いことから、こうした県の供給構造が安定的であることを指摘している。多項式分布ラグモデルの計測結果からは、繁殖農家のめす牛の屠殺行動の時間的な遅れを明らかにし、繁殖農家の供給行動を分析するには動学的な視角が不可欠であることを指摘した。

門間[9]のほかに、わが国の繁殖農家の供給行動を明示的に分析したものは私見では見受けられない。したがって、価格変動がわが国の繁殖農家の供給行動に与える影響は実証分析においてまったく扱われていないことになる。本稿ではこうした不確実性の影響を含めた供給行動の分析をおこなう点で既存の計量的研究とは異なる¹⁾。

第二節 海外における牛肉経済の先行研究²⁾

本節では、海外における不確実性下での供給関数を計測した分析について整理する。アメリカの肥育農家を分析した Antonovitz *et al* [1]は、肥育農家がリスク回避的であることを仮定して、期待価格と価格の分散を組み入れた供給関数を計測している。その際に、価格期待の方法として、自己回帰和分移動平均モデル (ARIMA) などの時系列モデルによる期待、静学的期待、適応的期待、合理的期待を仮定して、それらの計測結果の比較、検討を行っている。ほかに、不確実性下における供給関数の計測は、牛肉の卸売段階での分析である Holt[3]や、プロイラー産業（鶏肉）を対象とした Aradhyula *et al* [2]をあげることができる。これらはすべて静学的な分析であるが、肉牛生産者を分析するには動学的な視点が不可欠であるという理由から、Mbaga *et al* [7]は、リスクを加味した Autoregressive Distributed Lag (ADL) モデルを用いてアメリカの肉牛生産者の供給行動を分析している。特に、繁殖農家の子牛供給関数、繁殖めす牛の投資関数を計測していることから、本稿の問題意識と一致する点が多い。ただし、後述する本稿のモデルとの相違点は、Mbaga *et al* [7]はそれぞれの計測式を直接的に ADL モデルで特定化し單一方程式で計測しているのに対して、本稿では不

確実性下における繁殖農家の動学的最適化の理論と整合的な計測を試みているという点である。

注 1) 門間[9]、堀田[4]は、子牛価格変動による収益の低位不安定性が、繁殖めす牛の淘汰の増減を繰り返し、繁殖農家の規模拡大の阻害要因となっていることを指摘しているが、実証分析において不確実性の影響は明示的に扱われていない。

ただし、酪農経営では、中島ほか[11]によって不確実性が酪農家の供給行動に与える影響が分析されている。

2) 海外における牛肉経済の計量的な研究の蓄積は膨大であり、ここでは本稿と関連のある一部を整理するに留まっている。門間[8]、堀田[4]において海外における計量的研究のレビューが行われているため、こちらを参照されたい。

引用文献

- [1] Antonovitz , F . , and R . Green , " Alternative Estimates of Fed Beef Supply Response to Risk , " *American Journal Agricultural Economics* , vol . 72 , 1990 , pp . 475 ~ 487 .
- [2] Aradhyula , S . V . , and M . T . Holt , " Risk Behavior and Rational Expectations in the U . S . Broiler Market , " *American Journal Agricultural Economics* , vol . 71 , 1989、 pp . 892 ~ 902 .
- [3] Holt , M , T . , " Risk Response in the Beef Marketing Channel : A Multivariate Generalized ARCH M Approach , " *American Journal Agricultural Economics* , vol . 75 , 1993 . pp . 559 ~ 571 .
- [4] 堀田和彦『WTO 体制下の牛肉経済の周期変動と将来予測』、農林統計協会、1999 .
- [5] 松原茂昌「牛乳及び牛肉生産の計量経済分析」『農業技術研究所報告』H 第 55 号、1981、 pp . 1 ~ 61 .

- [6] 松原茂昌「牛肉の需給構造と価格形成 計量経済モデルによる分析」、森島 賢
編著『現代牛肉経済の諸問題』、明文書房、1988、pp. 201~230。
- [7] Mbaga, M., and B. T. Coyle, "Beef Supply Responses under Uncertainty: An Autoregressive Distributed Lag Model," *Journal of Agricultural and Resource Economics*, Vol. 28, No. 3, 2003, pp. 519~539.
- [8] 門間敏幸「牛肉経済に関する計量経済学的研究成果の展望」『牛肉の需給構造と市場対応』、明文書房、1984、pp. 14~43。
- [9] 門間敏幸「肉用牛生産農家の供給反応」『牛肉の需給構造と市場対応』、明文書房、1984、pp. 98~132。
- [10] 門間敏幸「等級別枝肉価格変動の計量経済分析 牛肉輸入増大効果の評価」『農業経済研究』第 60巻、1号、1988、pp. 1~13。
- [11] 中島隆博・前田幸嗣「乳価不確実性下における酪農経営の危険回避的行動 平均分散モデルによる計量経済分析」『農業経営研究』40巻 1号、2002、pp. 37~42。
- [12] 大賀圭治・稻葉弘道「牛肉需給の計量分析」『農業総合研究』第 39巻 2号、1985、pp. 1~50。
- [13] 唯是康彦「畜産及び配合飼料の計量経済モデル(1)(2)(3)」『農号総合研究』第 30巻 1、2、3号、1976。

第四章 分析の枠組み

第一節 理論モデル

1. 動学的双対モデル

一般的な静学的利潤最大化モデルでは、限界生産物価値と要素価格が等しくなる水準で生産要素の投入量が決定される。しかし、子牛生産の技術的な問題や繁殖めす牛の導入費用に関する資金的な問題などから、繁殖農家が毎期ごとに限界生産物価値と要素価格が等しくなる水準まで調整しているとは考えづらく、繁殖農家は最適水準に向けて徐々に調整していると考えたほうが現実的である。そのため、繁殖農家の供給行動を正確に捉えるためには、一時点の静学的な最適化問題を離れた動学的な枠組みが必要である。したがって、本稿ではEpstein[5]、Epstein *et al*[6]によって定式化された動学的双対モデルを用いる¹⁾。動学的双対モデルでは、繁殖めす牛のような資本財は「準固定生産要素」として扱われ、長期に最適となる水準に向けて徐々に調整される。すなわち、毎期ごとに完全に調整可能であるものが「可変生産要素」、全く調整されないものが「固定生産要素」、その中間が「準固定生産要素」である。実証分析では、こうした調整の遅れを調整費用の存在によるものとし、生産要素の固定性を明らかにすることができます。

ただし、Epstein[5]のモデルは農家にリスク中立を仮定しているため、不確実性の影響は捨象されている。したがって、本稿では、繁殖農家が利潤最大化ではなく不確実性下での効用最大化を行っているとしてモデルを展開した。こうした不確実性下における動学的双対モデルの適用は、Pietola *et al*[16]、Cahill[2]によっても行われているが、以下で展開する本稿のモデルは基本的にはCahill[2]を参考している²⁾。

2. 関数の定式化

はじめに、繁殖農家の生産関数を(1)式で表す。

$$Y = F(\mathbf{X}, K, I) = F(X_F, X_o, K, I) \quad (1)$$

繁殖農家は可変生産要素である飼料 (X_F)、その他の経常財 (X_o)、準固定生産要素である繁殖めす牛 (K) を用いて、子牛 (Y) を生産する³⁾。このとき、(1)式の生産関数は次の() ~ () の仮定を満たすと仮定する。

仮定 () $\partial F / \partial X_i > 0, i = F, o$ 、 $\partial F / \partial K > 0$

() (\mathbf{X}, K, I) に関して凹関数である。

() $I > 0$ ならば $\partial F / \partial I < 0$ 、 $I < 0$ ならば $\partial F / \partial I > 0$

このとき、() の仮定は繁殖めす牛 (K) の投資 (I) に対する調整費用の存在を含意しており、 $F(\cdot)$ が I について凹関数であるということは、(I) の絶対値に関して調整費用が遞増的であることを意味する⁴⁾。調整費用の存在のもとで、繁殖農家は状態評価関数とよばれる(2)式の右辺を最大化するように、最適投資経路を決定する。

$$\begin{aligned} J(\bar{P}, \mathbf{w}, c, V, K) &= \max_I \int_0^\infty e^{-rt} U(\bar{P}, \mathbf{w}, c, V_p, K, I) dt \\ &= \int_0^\infty e^{-rt} U(\bar{P}, \mathbf{w}, c, V_p, K, I^*) dt \quad (2) \\ \text{s.t. } \dot{K} &= I_t - \delta K_t, K_0 = K(0) \end{aligned}$$

ここで、(\bar{P}) は種付け時、農家が子牛の販売時に実現されると期待している生産物価格、 $\mathbf{w} = (w_F, w_o)$ は飼料価格とその他の経常財価格ベクトル、(c) は繁殖めす牛 1 頭当たりのレンタル費用、(V_p) は生産物価格の分散、 $K_0 = K(0)$ は分析の期首における初期条件である。 $\dot{K} = I_t - \delta K_t$ は準固定生産要素である繁殖めす牛の遷移式を表し、(I_t) は t 期における粗投資 (繁殖用めす子牛の更新頭数 繁殖めす牛のと殺頭数)、(δ) は事故死や自然死などによる減耗率を表す。また、(r) は割引率であり、分析期間で 4% と一定であると仮定する。

次に、(2)式中にある効用関数について説明する。本稿では、不確実性下における繁殖農家の供給行動を分析するため、(2)式の右辺は利潤関数ではなく(3)式で表される Mean-Variance 効用関数である。

$$\begin{aligned}
U(P^e, \mathbf{w}, c, V, K, Z, I, Z) &= \max_x \bar{\pi} - \frac{\alpha}{2} V_\pi \\
&= \max_x \left[\bar{P}Y - \mathbf{w}\mathbf{X} - cK - \frac{\alpha}{2} V_p Y^2 \right] \\
&= \bar{P}Y^* - \mathbf{w}\mathbf{X}^* - cK - \frac{\alpha}{2} V_p (Y^*)^2 \\
s.t. \quad Y &= F(x, K, Z, I)
\end{aligned} \tag{3}$$

(3)式はCoyle[4]によって定式化されたMean-Variance効用関数であり、農家の効用は利潤の主体的な期待値（ $\bar{\pi}$ ）と分散（ V_π ）により決まる。ここで、 α は所得水準に依存せず一定の絶対的リスク回避係数を表し、絶対的リスク回避係数（ α ）がゼロの場合、(3)式は一般的な利潤最大化問題と一致することがわかる⁵⁾。ここで注意すべきことは、(3)式で(I)が外生として与えられているように見えるが、実際には(I)と(\mathbf{X})は同時決定されるということである。

(2)式の右辺を最大化するような最適経路を決定する際に、農家は将来の価格について知ることができないため、何らかの期待を形成しなければならない。価格期待は様々な方法が考えられるが、本稿では農家は現在の価格の水準が将来も続くと考えている静学的な期待を仮定する。また、分散（ V_p ）については、過去5年間の価格の変動が農家の主観的な分散を形成しているとした⁶⁾。

3. 最適化

動学計画法を用いると、(2)式の動学的最適化問題は(4)式で表されるHamilton-Jacobi-Bellmann方程式を解くことと等しい⁷⁾。以後、 $J(\bullet)$ 、 $U(\bullet)$ に関する添え字はその変数に関する偏微分を表すこととする。

$$rJ(\bullet) = \max_I [U(\bullet) + J_K(I - \delta K)] \tag{4}$$

ここで、現在が t 期であるとすると、農家の行動は t 期から将来にわたる(I, \mathbf{X})の最適経路を決定し、それにしたがって t 期の(I, \mathbf{X})を実行することである。その後、 $t+1$ 期になると農家は新しい期待を形成して t 期に決定した投資経路の見直しを行い、

$t+1$ 期から将来にわたる新たな最適投資経路を決定する。つまり、農家は t 期において、 t 期から将来にかけての投資経路を決定するが、実際に実行するのは t 期の(I, \mathbf{X})のみであり、結局は毎期ごとの静学的な問題と同一視することができる。この関係を表しているのが(4)式であり、農家は毎期ごとに(4)式を最大化するよう行動する。

(4)式に関して内点解を仮定すると、最適化の一階条件は $J_K = -U_I$ で表される。このとき、 J_K は K を 1 単位増やしたときの J (現在から将来にかけて得られる効用の最大値の現在割引価値) の増加を表しており、 K のシャドウ・プライスである。つまり、 K のシャドウ・プライスと投資の限界調整費用が等しくなるところで最適解が決定される。

4. 供給関数、要素需要関数、投資関数、絶対的リスク回避係数の導出

(4)式に包絡線定理を用いることにより、繁殖めす牛の投資関数、子牛の供給関数、可変生産要素の需要関数を(5)~(7)式のように導出できる。

(4)式の両辺を(c)で偏微分すると、

$$r \frac{\partial J}{\partial c} = \frac{\partial U(I^*)}{\partial c} + \frac{\partial U(I^*)}{\partial I} \frac{\partial I}{\partial c} + \frac{\partial J_K}{\partial c} (I^* - \delta K) + J_K \frac{\partial I^*}{\partial c}$$

$$rJ_c = \frac{\partial U(I^*)}{\partial c} + J_{Kc} (I^* - \delta K) + (U_I + J_K) \frac{\partial I^*}{\partial c}$$

このとき、 $\partial U(I^*)/\partial c = K$ 、最適化の一階の条件より $U_I + J_K = 0$ なので

$$\begin{aligned} rJ_c &= K + J_{Kc} (I^* - \delta K) \\ (I^* - \delta K) &= J_{Kc}^{-1} (rJ_c - K) \\ \dot{K}^* &= J_{Kc}^{-1} (rJ_c - K) \end{aligned} \tag{5}$$

同様に、(4)式の両辺を(\bar{P})(w_i)で偏微分すると、子牛の供給関数と可変生産要素の需要関数はそれぞれ(6)(7)式で表される。

$$Y^* = rJ_p - J_{Kp} \dot{K} \tag{6}$$

$$X_i^* = J_{Kw_i} \dot{K}^* - r J_{w_i} \quad i = F, o \quad (7)$$

次に、絶対的リスク回避係数を導出する。はじめに、(3)式の両辺を (V_p) で偏微分すると、次式が導出される。

$$\frac{\partial U^*(\bullet)}{\partial V_p} = -\frac{\alpha}{2} (Y^*)^2 \quad (8)$$

(8)式の両辺を \bar{P} で偏微分すると

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 U^*(\bullet)}{\partial \bar{P} \partial V_p} &= -\alpha Y^* \frac{\partial Y^*(\bullet)}{\partial \bar{P}} \\ \alpha &= \frac{-\partial^2 U^*(\bullet)/\partial \bar{P} \partial V_p}{\partial U^*(\bullet)/\partial \bar{P} \partial^2 U^*/\partial \bar{P}^2} \end{aligned} \quad (9)$$

ここで、(4)式から $\frac{\partial U^*(\bullet)}{\partial \bar{P}} = r J_p - J_{pK} \dot{K}^*$ 、 $\frac{\partial^2 U^*(\bullet)}{\partial \bar{P}^2} = r J_{pp}$ 、 $\frac{\partial^2 U^*(\bullet)}{\partial \bar{P} \partial V_p} = r J_{pv}$ が成立する

ため、(9)式は(10)式のように表すことができる。

$$\alpha = -\frac{\partial^2 U^*/\partial p \partial V}{\partial U^*/\partial p \partial^2 U^*/\partial p^2} = -\frac{J_{pv}}{(r J_p - J_{pK} \dot{K}^*) J_{pp}} \quad (10)$$

最後に、上記の最適化問題を簡単に整理すると、繁殖農家は毎期ごとに、現在から将来にわたる繁殖めす牛に対する投資 (I)、可変生産要素の投入量 (\mathbf{X})、子牛の供給量 (Y) の最適経路を決定する。このとき、農家の効用は利潤の主体的な期待値 ($\bar{\pi}$) と分散 (V_π) により決まるため、リスク回避的な農家の最適な生産水準は利潤最大化点と比べて過少になることが期待される。こうした農家のリスク回避行動の程度を表すのが(10)式の絶対的リスク回避係数である。次節では、(2)式の状態評価関数を特化することにより、実証分析における計測式を提示する。

第二節 実証モデル

1. 状態評価関数の特定化

はじめは、(2)式の状態評価関数 $J(\bullet)$ を quadratic functional form で特定化したもの を(11)式で表す。ここで、状態評価関数に一次同次制約をアブリオリに課すため、 (\bar{P}, w_F, c, V_p) はその他の経常財価格 (w_o) で正規化されている⁸⁾。

$$J(\bullet) = (\mathbf{A}_z \quad \alpha_v \quad \alpha_k \quad \alpha_z) \begin{pmatrix} \mathbf{B} \\ V_p / w_o \\ K \\ Z \end{pmatrix} \quad (11)$$

$$+ (1/2) (\mathbf{B}^t \quad V_p / w_o \quad K \quad Z) \begin{pmatrix} \mathbf{A}_{BB} & \mathbf{A}_{BV} & \mathbf{A}_{BK} & \mathbf{A}_{BZ} \\ \mathbf{A}_{VB} & \alpha_{VV} & \alpha_{VK} & \alpha_{VZ} \\ \mathbf{A}_{KB} & \alpha_{KV} & \alpha_{KK} & \alpha_{KZ} \\ \mathbf{A}_{ZB} & \alpha_{ZV} & \alpha_{ZK} & \alpha_{ZZ} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mathbf{B} \\ V_p / w_o \\ K \\ Z \end{pmatrix}$$

ここで、 $\mathbf{B} = (\bar{P} / w_o \quad w_F / w_o \quad c / w_o)$ 、 $\mathbf{A}_z = (\alpha_p \quad \alpha_w \quad \alpha_c)$ 、 $\mathbf{A}_{BV}^t = (\alpha_{PV} \quad \alpha_{WW} \quad \alpha_{CC})$ 、
 $\mathbf{A}_{BK}^t = (\alpha_{PK} \quad \alpha_{WK} \quad \alpha_{CK}^{-1})$ 、 $\mathbf{A}_{BZ}^t = (\alpha_{PZ} \quad \alpha_{WZ} \quad \alpha_{CZ})$ 、 $\mathbf{A}_{VB}^t = (\alpha_{VP} \quad \alpha_{VW} \quad \alpha_{VC})$ 、

$\mathbf{A}_{KB}^t = (\alpha_{KP} \quad \alpha_{KW} \quad \alpha_{KC}^{-1})$ 、 $\mathbf{A}_{ZB}^t = (\alpha_{ZP} \quad \alpha_{ZW} \quad \alpha_{ZC})$ 、 $\mathbf{A}_{BB}^t = \begin{pmatrix} \alpha_{PP} & \alpha_{PW} & \alpha_{PC} \\ \alpha_{WP} & \alpha_{WW} & \alpha_{WC} \\ \alpha_{CP} & \alpha_{CW} & \alpha_{CC} \end{pmatrix}$ である。

ここで、右肩の t はベクトルの転置である。このように $J(\bullet)$ を特定化することにより、(5)～(7)式の繁殖めす牛の投資関数、子牛の供給関数、飼料の需要関数は(12)～(14)式で表すことができる。

$$\dot{K}^* = \alpha_{CK} \{ r(\alpha_c + \alpha_{CP} \bar{P} + \alpha_{CC} q + \alpha_{CW} w + \alpha_{CV} V + \alpha_{CK}^{-1} K + \alpha_{CZ} Z) - K \} \quad (12)$$

$$\dot{y}^* = r(\alpha_p + \alpha_{PP} p + \alpha_{PC} q + \alpha_{PW} w + \alpha_{PV} V + \alpha_{PK} K + \alpha_{PZ} Z) - \alpha_{PK} \dot{K}^* \quad (13)$$

$$\dot{X}_F^* = -r(\alpha_w + \alpha_{WP} p + \alpha_{WC} q + \alpha_{WW} w_F + \alpha_{WV} V + \alpha_{WK} K + \alpha_{WZ} Z) + \alpha_{WK} \dot{K}^* \quad (14)$$

また、(10)式の絶対的リスク回避係数は(15)式で表すことができる。

$$\alpha = -\frac{\alpha_{PV}}{(r(\alpha_p + \alpha_{PP} p + \alpha_{PC} q + \alpha_{PW} w + \alpha_{PV} V + \alpha_{PK} K + \alpha_{PZ} Z) - \alpha_{PK} \dot{K}^*) \alpha_{PP}} \quad (15)$$

2. 繁殖めす牛飼養頭数の長期最適水準

(12)式を整理することにより、(16)式を導出できる。

$$\dot{K}^* = M(K - \bar{K}) \quad (16)$$

ただし、 $M = (r + \alpha_{CK})$
 $\bar{K} = -r(r + \alpha_{CK})^{-1} \alpha_{CK} (\alpha_C + \alpha_{PC} \bar{P} + \alpha_{CC} q + \alpha_{CW} w + \alpha_{CV} V + \alpha_{CZ} Z)$ である。

ここで、 M は調整係数、 \bar{K} は長期に定常となる繁殖めす牛飼養頭数の最適水準である。つまり、準固定生産要素である繁殖めす牛 (K) の投資は、現在の (K) から長期最適水準 (\bar{K}) に向けて徐々に行われると理解できる。このときの一期間の調整スピードを規定するのが調整係数 M であり、 $-1 < (r + \alpha_{CK}) < 0$ であるならば調整過程は定常的とみなせる。例えば、 $M = -1$ ならば、毎期ごとに最適水準まで調整されるため、これは可変生産要素ということになる。逆に、 $M = 0$ ならば、全く調整が行われないため、固定生産要素である。本稿で、飼料を可変生産要素としているのは、飼料に関して $M = -1$ を仮定していることにはかならない。また、実証分析の結果を用いて、(17)式から繁殖めす牛飼養頭数の最適水準変化に関する要因分解を行う。計測は 1 戸あたりのデータを用いるため、各年の飼養戸数 (N) を乗じたうえで全微分している。

$$d(N \times \bar{K}) = \bar{K} dN - r(r + \alpha_{CK})^{-1} \alpha_{CK} (\alpha_{PC} d\bar{P} + \alpha_{CW} dw_F + \alpha_{CC} dc + \alpha_{CV} dV_P) \quad (17)$$

第三節 実証分析における使用データ

本稿で使用するデータは、農林水産省『畜産統計』、農林水産省『畜産物流通統計』、農林水産省『畜産物生産費』、農林水産省『農村物価統計』を以下のように加工した。対象地域は、九州、東北、中国から福岡、山口を除く 16 県で、計測期間は 1989 年から 2003 年の 15 年間とした⁹⁾。したがって、サンプル数は 16×15 で 240 である。

1. 子牛供給量 (Y) と繁殖めす牛 (K) のデータ

はじめに、繁殖農家の供給量のデータに考えられるものとして子牛の家畜市場への出荷量がある。農林水産省『畜産物流通統計』には 1986 年から 2001 年まで、代表的な家畜市場への和子牛上場頭数と 1 頭当たり取引価格を記載している。しかし、数回にわたる調査市場の変更により、データの変動が大きく時系列での連続性が担保されていない恐れがある。また、繁殖農家が自家産の子牛を内部保留という形で更新した場合、その子牛は家畜市場に出荷されないことが多い。自家産の子牛の更新には、そのときの市場価格で評価しただけの機会費用が発生していることから、これらも供給量に加える必要があるが、家畜市場への出荷量ではこれらの動きを捉えることができない¹⁰⁾。

したがって、生まれてきた時点での子牛の頭数を子牛の供給量としたほうが望ましいと考え、子牛の供給量として農林水産省『畜産統計』「肉用種 1 歳未満飼養頭数」を用いることとした¹¹⁾。その理由は以下のとおりである。『畜産統計』には各年の 2 月と 8 月時点での調査結果が公表されているが、「肉用種 1 歳未満飼養頭数」が記載されているのは 2 月時点のみである。ここで、例えば妊娠期間を約 9 ヶ月とすると、1991 年 2 月の「肉用種 1 歳未満飼養頭数」はだいたい 1989 年 4 月から一年間に種付けされたものとみなすことができる。よって、期首を 4 月とし、1989 年に農家が決定した子牛の供給量は 1991 年 2 月のデータを用いることとした¹²⁾。

準固定生産要素である繁殖めす牛 (K) は『畜産統計』「子取り用雌牛 2 歳以上飼養頭数」とし、その純投資頭数は $\dot{K}_t \approx K_{t+1} - K_t$ の関係から近似的に求めた。前述したように、『畜産統計』の値は 2 月時点のものであり供給量のデータとは 2 ヶ月程度のずれが生じている。最後に、こうした求めた子牛の供給量 (Y) と繁殖めす牛 (K) を『畜産統計』「子取り用めす牛飼養戸数」で除して、1 戸あたりに変換した。以下では、すべて期首を 4 月とした 1 戸あたりのデータを作成するものとする。

2. 子牛の期待価格 (\bar{P}) と分散 (V_p) のデータ

子牛の期待価格 (\bar{P}) と分散 (V_p) は農林水産省『農村物価統計』「和子牛雌」と「和子牛雄」の月平均データから以下のように作成した。本稿では、静学的期待を仮定しているので、農家の期待価格は過去 1 年間の平均価格であるとした。このとき、農家はおすとめすが生まれてくる確率をそれぞれ 50%であると考えているとし、おすとめすそれぞれの期待価格に 0.5 を乗じて足し合わせたものを子牛の期待価格 (\bar{P}) とした。『農村物価統計』には、実現した供給量の値でウェイトづけした、おすとめすの平均価格も記載されているが、農家はこうした平均価格より、おすとめすそれぞれの価格を認識していると思われる。子牛価格の分散 (V_p) のデータは過去 5 年間の月別データから、おすとめすそれぞれの不偏分散を計算し、期待価格と同様に 0.5 を乗じて足し合わせたものを用いた。

3. 生産要素のデータ

飼料価格 (w_F) は農林水産省『畜産物生産費』から以下のとおりに作成した。このとき、『畜産物生産費』は農業地域ごとのデータしか存在しないため、同一地域の県で飼料価格は等しい。はじめに、『畜産物生産費』「流通飼料の使用数量と価額（子牛 1 頭当たり）」に数量と価額の両方が記載されている飼料に関して、価額を数量で割り 1kg 当たり価格を求めた。こうして求めた価格を、それぞれの価額でウェイトづけすることにより流通飼料の 1kg 当たり価格とした。「牧草の使用数量と価額（子牛 1 頭当たり）」についても同様の作業を行い、牧草の 1kg 当たり価格を作成した。しかし、『畜産物生産費』は平成 6 年までは自給牧草にかかった労働費も飼料費に計上しているのに対して、平成 7 年からは労働費として飼料費から分離しているためデータが連続していない。したがって、平成 6 年に新旧両方の集計方法によるデータが記載されていることを利用し、データの接続をおこなった。このようにして求めた流通飼料の 1kg 当たり価格と牧草の 1kg 当たり価格を、流通飼料費と牧草費をそれぞれウェイトとして加重平均したものを飼料価格 (w_F) とした。飼料投入量 (X_F) は流通飼料費

と牧草費を合計した飼料費を、先に求めた飼料価格 (w_F) で除したものに、1 戸当たりの子牛供給量のデータを乗じた。当然、1 戸当たりの子牛供給量は県ごとに別々の値をとるため、飼料投入量 (X_F) は県別のデータとなる。また、その他の経常財価格 (w_o) は『農村物価統計』「農村物価指数（生産資材）」とし、計測式に一次同次制約を課すために用いた。

次に、繁殖めす牛のレンタル費用 (c) であるが、農家の投資行動を適切に捉えるデータである必要がある。Buhr *et al* [1]は、更新用の繁殖めす牛の購入価格にその牛を耐用年数、まで飼育するのに必要な飼料費を足したものから、淘汰の際に得ることができる経産牛 1 頭当たり価格を差し引き、それを償却したものを用いている。これに対して、『畜産物生産費』に記載されている繁殖めす牛 1 頭当たりの「減価償却費」は、繁殖めす牛の取得に要した費用を償却したものであり、繁殖めす牛を淘汰した際の取得価額についても処分差損益として加算している。また、『畜産物生産費』の「飼料費」には、繁殖めす牛の飼養に関するものと子牛の育成に要するものが分離されておらず、前述した飼料投入量 (X_F) は両者を合計したものである。そのため、繁殖めす牛のレンタル費用には繁殖めす牛を飼養するのに必要な飼料費が含まれないとし、こうした飼料費は子牛の飼料費とまとめて、($X_F w_F$) であるとした。そのため、『畜産物生産費』の「減価償却費」は Buhr *et al* [1]の用いたレンタル費用と類似したものであり、本稿ではこれを繁殖めす牛のレンタル費用 (c) として用いた。

注 1) 農業経済学の分野で動学的双対モデルを用いた代表的な研究として Vasavada *et al* [18]、アメリカの肉牛部門を分析した Buhr *et al* [1]、酪農部門を分析した Howard *et al* [7]をあげることができる。また、わが国の米作農家を対象として、労働と機械の調整過程を分析した高橋[17]がある。

2) Pietola *et al* [16]は、1994 年のフィンランドの EU 加盟が、養豚生産者にどのような影響を与えたかを価格の変動の面から分析しており、Cahill[2]は EU

の共通農業政策の変更がリスク回避的な農家の作付け行動に与える影響を分析している。これらはいずれも Epstein[5]のモデルを不確実性下に拡張したもののであるが、本稿では集計データを用いるために実証分析への適用がより容易であると思われる Cahill[2]のモデルを用いた。

3)高橋[17]と同様に労働についても準固定生産要素として扱うことを考えたが、実証分析において本稿のサンプル数では解が収束しなかったため、準固定生産要素は繁殖めす牛のみとした。また、労働を可変生産要素とすることについて、繁殖農家の経営が高齢者や女性に多く担われていることを考えると、市場賃金率に対して毎期ごとに限界原理が働いているとは思えない。例えば、短期利潤関数を計測している草薙[11]は、稻作農家の限界生産物価値額と農村雇用賃金との均衡が成立しているとは思えないという理由から、労働を固定生産要素として分類している。本稿は動学的な枠組みであり、労働時間の調整が実際に行われていることを考えると、労働を固定生産要素とするのは仮定が強すぎる。伊藤[8]は動学的な枠組みの中で労働を可変生産要素としているが、使用データは Kuroda[10]が計測した限界生産力を反映した帰属地代である。このように、繁殖農家の限界生産力を反映した適切なデータは存在しない。こうしたことから、本稿では労働を生産要素として含めなかった。この点に関しては今後の課題としたい。

4)繁殖めす牛を準固定生産要素とした場合の調整費用の具体例として、畜舎増設の費用や資金制約、妊娠中の繁殖めす牛はと殺できないことなどをあげることができる。

5) Coyle[4]は絶対的リスク回避係数 (α) を一定と仮定しない一般化モデルを定式化している。本来、所得の水準により農家のリスク回避行動は異なると思われるため、絶対的リスク回避係数を一定とするのは望ましくないと思われる。しかし、仮定しない場合、個々の農家の経済状況を適切に捉えるデータが存在

しないことや計測式が複雑になることなど、実証分析を行う際に問題が生じる。よって、やや強い仮定では本稿では絶対的リスク回避を一定と仮定した。このような仮定は、Oude Lansink [15]でも見られる。また、子牛生産過程における価格変動以外の不確実性に関しても捨象している。

6) Chavas[3]はアメリカの肉牛生産者の 46.7% は静学的期待をもっていることを示しており、Vasavada *et al* [18]、Buhr *et al* [1]などでも静学的期待を仮定していることから、本稿においても同様の仮定を置いた。その他の先行研究の価格期待として、適応的期待(Cahill[2])、時系列モデルによる期待(Luh *et al* [12])などをあげることができる。

7) 詳しくは動学的最適化のテキストである Kamian *et al* [9]や西村[14]を参照されたい。

8) Mahmud *et al* [13]は quadratic functional form で特定化した場合の問題点として、正規化する生産要素の選択によっては頑健な推計結果を得られないことを指摘している。しかし、動学モデルの計測はパラメータが多く実証分析が困難であることを考えると、quadratic functional form による特定化は実証分析における困難さをかなりの程度軽減する役割を果たす。同様の理由から多くの分析において、こうした特定化が行われているためこの点については捨象した。

9) 福岡には繁殖経営がほとんど存在しないこと、山口は計測期間において子牛価格のデータが欠けていたことが、これら 2 県を除いた理由である。

10) 値付けといって、自家産の子牛を更新する場合でも、一度家畜市場に出荷して値をつけてもらうことはある。

11) 和子牛の分娩頭数として長期時系列で利用できるのは、農林水産省『畜産統計』に記載されている全国集計データのみであり、全国集計データではサンプル数が不足することから計測することができない。

12) 子牛の出荷月齢は約 10 ヶ月程度であり、こうしたデータには出荷による移動が含まれる可能性がある。ただし、めす牛は常に妊娠しているわけではなく空胎期間もあることから、これらにより生じる誤差はそこまで深刻ではないと思われる。他に利用可能なデータも存在しないため、やや限定的ではあるがこうしたデータを用いることとした。

引用文献

- [1] Buhr, B. L. and H. Kim, H., "Dynamic Adjustment in Vertically Linked Markets: The Case of the U.S. Beef Industry," *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 79, 1997, pp126 ~ 138.
- [2] Cahill, C., "Modeling the Impact of Agricultural Policies on Farm Investments under Uncertainty: The Case of the CAP Arable Crop regime," OECD papers, 2005.
- [3] Chavas, J. P., "On Information and Market Dynamics: The Case of the U.S. Beef Market," *Journal of Economic Dynamics & Control*, Vol. 24, 2000, pp. 833 ~ 853.
- [4] Coyle, B. T., "Risk Aversion and Yield Uncertainty in Duality Models of Production: A Mean-Variance Approach," *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 81, 1999, pp. 553 ~ 567.
- [5] Epstein, L. G., "Duality Theory and Functional Forms for Dynamic Factor Demands," *Review of Economic Studies*, Vol. 48, No. 1, 1981, pp. 81 ~ 95.
- [6] Epstein, L. G., and M. Denny, "Multivariate Flexible Accelerator Model: Its Empirical Restrictions and an Application to US Manufacturing," *Econometrica*, Vol. 51, 1983, pp. 647 ~ 673.
- [7] Howard, W. H., and C. R. Shumway, "Dynamic Adjustment in the U.S.

Dairy Industry ,” *American Journal of Agricultural Economics* , Vol . 70 , 1988 , pp837 ~ 847 .

[8] 伊藤順一「農家の投資行動 動学的投資関数による接近」『農業経済研究』第62巻、3号、1990、pp . 166 ~ 176 .

[9] Kamien , M . I . and N . L . Schwartz ,; *Dynamic Optimization* . 2nd ed , New York , North Holland , 1991 .

[10] Kuroda , Y . , “ Estimating the Shadow Value of Farmland in Japanese Agriculture , 1958-1985 ,” *Discussion Paper Series* , No . 388 , Institute of Socio-Economic Planning , The University of Tsukuba , 1988 .

[11] 草薙 仁「稻作農家の規模階層からみた減反政策の経済性」『農業経済研究』第61巻、1号、1989、pp . 10 ~ 18 .

[12] Luh , Y . H . , and S . E . Stefanou ,“ Estimating Dynamic Duals Models under Nonstatic Expectations ,” *American Journal of Agricultural Economics* , Vol . 78 , No . 4 , 1996 , pp . 991 ~ 1003 .

[13] Mahmud , S . F . , A . L . Robb , and W . M . Scarth ,“ On Estimating Dynamic Factor Demands ,” *Journal of Applied Economics* , Vol . 2 , 1987 , pp . 69 ~ 75 .

[14] 西村清彦『経済学のための最適化理論入門』、東京大学出版会、1990 .

[15] Oude Lansink , A . , “ Area Allocation under Price Uncertainty on Dutch Arable Farms ,” *Journal of Agricultural Economics* , Vol . 50 , No . 1 , 1999 , pp . 93 ~ 105 .

[16] Pietola , K . S . , and R . J . Myers ,“ Investment under Uncertainty and Dynamic Adjustment in the Finnish Pork Industry ,” *American Journal of Agricultural Economics* , Vol . 82 , No . 4 , 2000 , pp . 956 ~ 967 .

[17] 高橋大輔「戦後日本農業における過剰就業の動学的調整過程」『2006年度日本農業経済学会論文集』、2006、p87 ~ 94 .

[18] Vasavada , U . , and R . G . Chambers , " Investment in U . S . Agriculture ,"
American journal of Agricultural Economics , Vol . 68 , No . 4 , 1986 , pp . 950
~ 960 .

第五章 計測結果と考察

1. 推計結果

計測はそれぞれ(12)~(14)式で表される繁殖めす牛の投資関数、子牛の供給関数、飼料の需要関数の3本を同時推計する¹⁾。計測式がパラメータに関して非線形であるため、3段階最小二乗法でパラメータの初期値を求め、最終的には完全情報最尤法によりパラメータの推計を行うこととした。実際に推計を行ったのは以下の()~()のモデルである²⁾。

- () 制約なしモデル
- () 対称性制約を課したモデル
- () リスク中立制約を課したモデル
- () 対称性制約とリスク中立制約を課したモデル

上記の()~()のモデルの推計結果を用いて、それぞれの制約について尤度比検定を行った。その結果を表5-1に示す。

表5-1 尤度比検定の結果

帰無仮説	LR
対称性制約	5.3197
対称性制約 (同時に、リスク中立制約を課した場合)	4.8008
リスク中立制約	10.5656 *
リスク中立制約 (同時に、対称性制約を課した場合)	10.0467 *

表5-1から、対称性制約については同時にリスク中立制約を課した場合、課さない場合のいずれにおいても10%水準では棄却されないことがわかる。この結果は、状態評価関数 $J(\cdot)$ をテイラー展開の二次項まで近似した quadratic functional form

による特定化を支持している。一方、リスク中立制約については、同時に対称性制約を課した場合、課さない場合のいずれにおいても 5% 水準で棄却された。このことは、繁殖農家が不確実性下において効用最大化行動をとっていることを意味しており、リスク中立を仮定した利潤最大化モデルでは繁殖農家の供給行動を正確に捉えることができないことがわかった。以下では、対称性制約のみを課したモデル（ ）について考察を行う。推計結果は表 5 - 2 に示したとおりである。

表 5 - 2 推定パラメータ

	推定値	<i>t</i> 値		推定値	<i>t</i> 値
α_p	155.597 ***	9.5499	α_{WC}	7.6807	1.1833
α_w	-63.4664 ***	-9.2463	α_{PV}	-10.112 **	-2.4345
α_c	-160.540 ***	-11.0603	α_{WV}	3.8334 **	2.3402
α_{PP}	46.7215 ***	2.8752	α_{CV}	10.1826 **	2.4362
α_{WW}	27.5169 ***	8.3963	α_{PK}	6.7704 ***	7.0404
α_{CC}	35.4299 **	2.1278	α_{WK}	-2.6462 ***	-7.1804
α_{PW}	-16.1216 **	-2.4939	α_{CK}	-0.12757 ***	-8.1137
α_{PC}	-27.4977	-1.6336			

注) *、 **、 *** はそれぞれ 10%、 5%、 1% 水準で統計的にゼロと有意差をもつことを表す。

はじめに、(12)～(14)式の決定係数であるが、それぞれ 0.9878、0.5638、0.5205 でありやや低い値を示していた。一方、パラメータに関しては、ダミー変数を除く 15 個のパラメータのうち 8 個が 1% 水準で有意、13 個が 5% 水準で有意であり、良好な推計結果を得ることができたと判断される。次に状態評価関数が満たすべき理論的条件についての検討を行う。

状態評価関数 $J(\cdot)$ は期待価格 (\bar{P}) について単調増加 ($J_p > 0$)、飼料価格 (w_F) レンタル費用 (c) について単調減少 ($J_w, J_c < 0$) である。推計パラメータを用いて、これらの符号を確認したところ、すべての観測点で満たされていた。次に、(\bar{P}, w_F, c)

に関する凸性は状態評価関数 $J(\cdot)$ を quadratic functional form で特定化していることから、 A_{BB} が正定符号であれば大域的に満たされているということになる。推計パラメータを用いて確認したところ、満たされていることがわかった。これらより、推計結果は状態評価関数 $J(\cdot)$ の理論的な性質をほぼ満たしているといえよう³⁾。

2. 絶対的リスク回避係数

尤度比検定の結果は繁殖農家が不確実性下における効用最大化を行っていることを示していたが、繁殖農家のリスク選好はあらかじめ仮定されているわけではなく、推計された絶対的リスク回避係数の値から判断する必要がある。

表 5 - 3 絶対的リスク回避係数の推計値

	推定値	<i>t</i> 値		推定値	<i>t</i> 値		
青森	0.0235	**	2.0110	佐賀	0.0157	**	2.0215
岩手	0.0469	*	1.9225	長崎	0.0335	**	1.9669
宮城	0.0416	*	1.8981	熊本	0.0306	**	1.9715
秋田	0.0385	**	1.9869	大分	0.0281	*	1.9186
山形	0.0289	**	1.9775	宮崎	0.0255	**	1.9625
福島	0.0505	*	1.8621	鹿児島	0.0276	**	1.9975
島根	0.0332	*	1.9363	全国	0.0347	**	1.9822
鳥取	0.0471	*	1.7932	東北	0.0383	**	1.9850
岡山	0.0420	*	1.9311	中国	0.0412	*	1.9402
広島	0.0426	**	1.9625	九州	0.0268	**	1.9939

注 1) *、**、*** はそれぞれ 10%、5%、1% 水準で統計的にゼロと有意差をもつことを表す。

2) 推定値はすべて、(12)～(14)式の推計パラメータから事後的に算出したものである。

3) 全国はすべての県の標本平均、東北、中国、九州は該当県の標本平均である。

推定パラメータから算出した絶対的リスク回避係数を表 5 - 3 に示した。絶対的リスク回避係数は、全国（東北、中国、九州の合計）で 0.0347（5% 水準で有意）であり、県別の推計値もすべて正の値をとっていることから、繁殖農家がリスク回避的に行動していることがわかった。地域ごとの値を見ると、東北と中国はそれぞれ 0.0383、0.0412 であり、九州の 0.0268 よりも値が大きくなっている。これはあくまでも推測

の域を出ないが、九州の1戸当たりの繁殖めす牛飼養頭数は他地域に比べ大きいことから比較的安定的な経営を行っていることが関係していると思われる。繁殖農家がリスク回避的に行行動していることが明らかになったので、次に標本平均で評価した弾力性の値について考察を行う。

3. 短期・長期の弾力性

標本平均で評価した短期、長期の弾力性の推計値を表5-4に示す。表5-4から、長期の弾力性の絶対値が短期の弾力性の絶対値よりも大きな値をとっていることがわかる。これは、短期の弾力性が短期的には固定的である繁殖めす牛の制約を受けていためであり、ルシャトリエの原理として知られていることである。推計結果は、こうした理論的な要請を満たしている。

表5-4 標本平均で評価した短期、長期弾力性の推計値

	繁殖めす牛		供給量		飼料投入量	
	短期	長期	短期	長期	短期	長期
\bar{P}	0.0316*	0.3612*	0.2638***	0.6611**	0.2735***	0.8145**
	(1.7586)	(1.7586)	(4.9516)	(2.5327)	(3.2992)	(2.2631)
w_F	-0.0088	-0.1009	-0.1090***	-0.2199**	-0.9970***	-1.1481***
	(-1.2536)	(-1.25355)	(-3.4373)	(-2.1618)	(-9.8735)	(-7.1809)
c	-0.04088**	-0.4655**	0.0356	-0.4763*	0.1712**	-0.5258
	(-2.2977)	(-2.2977)	(0.5447)	(-1.7896)	(2.0781)	(-1.4603)
V_p	-0.0117**	-0.1338**	-0.0151	-0.1623**	-0.0158	-0.2161**
	(-2.2715)	(-2.2715)	(-1.2899)	(-2.4356)	(-0.8902)	(-2.3719)

注1) 上段は弾力性の推計値、下段のカッコ内はt値を表す。

2) *、**、***はそれぞれ10%，5%，1%水準で統計的にゼロと有意差をもつことを表す。

繁殖めす牛の投資や子牛の供給量に関する短期の弾力性はいずれも絶対値が小さく、短期的には非弾力的であるといった結果を得られた。このように、繁殖めす牛の飼養

頭数が短期的に非弾力的であることは、新たな繁殖めす牛の導入には多額の資金が必要であることや妊娠中のめす牛はと殺できないことなどと関係していると思われる。

また、子牛の供給量は、子牛の生産がこうした繁殖めす牛と不可分な関係にあることと、子牛の生産にはさらに妊娠・育成期間が必要であることなどが関係して、短期的には非弾力的になる。

次に、繁殖めす牛の投資と子牛の供給量に関する子牛の期待価格弾力性の符号から、繁殖農家は子牛の期待価格の上昇に対して繁殖めす牛の飼養頭数と子牛の供給量を増加させることができた。また、飼料価格、繁殖めす牛のレンタル価格に関する弾力性の符号から、飼料価格、繁殖めす牛のレンタル価格の上昇に対して、繁殖めす牛の飼養頭数と子牛の供給量を減らすことがわかった。これらの反応は理論的に要請されているとおりであり、期待された結果を得られたといえる。

繁殖めす牛の投資の分散弾力性は短期で-0.0117、-0.1338 でどちらも 5% 水準で有意であった。また、短期の子牛の供給量の分散弾力性は、-0.0151 で 10% 水準では有意でないのに対して、長期では-0.1623 となり 5% 水準で有意である。推計値から、リスク回避的な繁殖農家にとって、繁殖めす牛を淘汰するといった行動がリスクヘッジの役割を果たしており、価格の変動が大きいことは繁殖農家の規模拡大の阻害要因となることがわかった。さらに、子牛の供給量は、短期的には非弾力的な繁殖めす牛の飼養頭数そのものに絶対的に起因しているため、価格の変動が子牛供給量に与える影響は長期的には無視できないものになる。これらのことから、リスク回避的な繁殖農家が不確実性下において効用最大化を行った結果、生産の均衡が利潤最大化点から乖離し、繁殖めす牛の飼養頭数、子牛の供給量は過少になっていることがわかった。

4. 繁殖めす牛飼養頭数の調整過程

本稿のモデルでは、繁殖めす牛 (K) を準固定生産要素としており、繁殖農家は動学的な効用最大化に基づき、その飼養頭数を長期に定常となる最適水準に向けて徐々

に調整する。このときに1期間に調整される割合を示すのが調整係数であった。推定パラメータから算出された推定値は-0.0876(1%水準で有意)であり、繁殖めす牛(K)の調整が1年間に8.7%しか行われないことがわかった。先行研究であるBuhr *et al* [1]は11%という結果を得ており、本稿の結果は妥当な値であるといえよう⁴⁾。

次に、計測期間において、実際に繁殖農家がどのように繁殖めす牛を調整してきたかについて考察する。実際の繁殖めす牛の飼養頭数と長期最適水準の関係を図5-1に、長期最適水準の変化の要因分解の結果を表5-5に示した。ここでは、計測期間を7つに分割した要因分解の結果をもとに考察をおこなう⁵⁾。

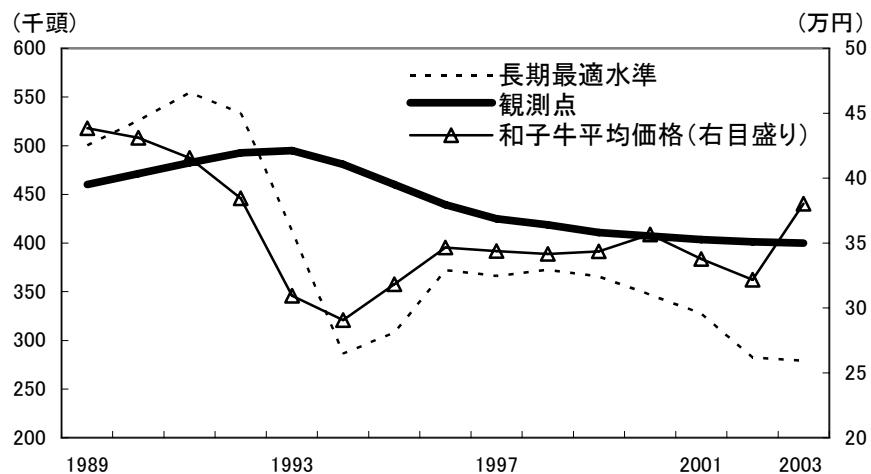


図5-1 繁殖めす牛飼養頭数の最適水準と観測点

注1) 長期最適水準、観測点は計測対象地域の合計の値である。

注2) 和子牛平均価格のみ右軸に目盛りをとっている。

表5-5 最適繁殖めす牛飼養頭数変化の要因分解

期間	変化量 dK	寄与率(%)				
		N	\bar{P}	w_F	c	V_p
1989-1991	51.18	-71.11	-56.71	-6.71	8.63	237.08
1991-1994	-318.46	21.96	28.15	-3.63	29.05	12.85
1994-1995	36.63	-52.17	68.61	-10.43	107.15	-28.44
1995-1996	80.21	-27.82	10.97	-4.84	60.97	30.51
1996-2001	-44.57	244.79	15.08	-4.93	-4.77	-148.22
2001-2002	-42.40	42.20	11.06	1.72	40.65	14.28
2002-2003	1.67	-802.95	1176.82	-12.57	-1.80	-524.28

注1) dK の単位は千頭で、該当期間の変化量を表す。

注2) 各変数の寄与率は、 dK を100%としたときの値である。

はじめに、期間（1989-1991）であるが、この時期は子牛価格の分散が減少したため、農家が直面する不確実性は減少した⁶⁾。そのため、子牛価格は1989年の後半から低下し始めたのに対して、最適水準は1991年まで増加している。要因分解の寄与度は減少傾向の価格が-56.71%に対して、分散は237.08%であり価格の安定はかなりの程度、最適水準の増加に寄与している。観測点はこうした最適水準の増加に伴い、1992年まで増加した。

期間（1991-1994）は、子牛価格が急激に低下した時期である。価格の低下は輸入自由化など外的な要因の影響か、それとも周期変動からくる内的な要因の影響かは判別できないが、この時期最適水準は急激に減少して、観測点を大きく下回っている。実際の観測点は最適水準ほどには減少しなかったが、これは、繁殖めす牛の調整が年率8.7%しか行われないためである。要因分解の寄与度は、価格が28.15%、分散が12.85%であり、価格低下の直接的な影響のほうが大きいが、価格の分散の影響も無視できないことがわかる。また、この時期上昇した繁殖めす牛のレンタルコストは29.05%と子牛価格よりも大きく影響していた。これは、輸入自由化の影響で、輸入牛肉と品質的に競合関係にある淘汰した繁殖めす牛の枝肉価格が大きく低下したことが関係していると思われる。

期間（1994-1995）は、低下を続けていた子牛価格が底値に達し、増加に転じた時期である。それに伴い、繁殖めす牛の長期最適水準も増加に転じ、要因分解による子牛価格の寄与度は60.61%だった。しかし、ここで注目すべきことは、価格 자체は増加傾向にあるのにもかかわらず、前期に急激に低下した子牛価格の影響で農家の直面する不確実性は増大し、-28.44%と最適水準を減少させる方向に作用した。このように、1時点の不確実性の増大はその時期だけではなく、その後の農家の意思決定にも影響していることがわかる。また、繁殖めす牛のレンタルコストは107.15%と最適水準の増加に大きく寄与していた。これは、前期に子牛価格が急激に低下したため、

繁殖農家が繁殖めす牛や繁殖用子牛の導入する際の費用を低く抑えることができたためであると思われる。

期間（1995-1996）は、引き続き上昇した子牛価格や不確実性の減少により、農家にとって比較的良好な経済環境であったように思われる。そのため、最適水準は引き続き増加を続けた。

期間（1996-2001）は、増加傾向にあった子牛価格が横ばいに転じた時期であるが、以前までの子牛価格の周期変動からすると増加幅は明らかに小さかった。要因分解の寄与度をみると、価格が15.08%、分散が-148.22%なのに対して、繁殖めす牛の1戸当たり飼養頭数は244.79%であった⁷⁾。これらから、価格が安定的に推移することによる不確実性の減少は最適水準を増加させる方向に作用したが、1戸当たり飼養頭数の減少はそれを上回り、最適水準が観測点の下側領域で減少に転じたということがわかる。そのため、観測点も引き続き減少を続けている。

期間（2001-2002）（2002-2003）は先に述べた期間～と同様の説明が可能である。すなわち、2001年9月のBSE発生により急激に低下した価格は、価格低下の直接的な効果と分散の増大といった不確実性の効果の両方が期間における最適水準を低下させた。期間には価格が大きく回復したが、BSE発生により増大した不確実性はこの時期にも影響していたことがわかる。

以上のことから、価格の変動の大きさは繁殖めす牛の飼養頭数の決定に大きく影響していたといえる。特に、リスク回避的な繁殖農家にとって、価格の変動に伴う不確実性は繁殖めす牛の飼養頭数を減少させる方向に影響していたことがわかった。

注1) 推計の際、県レベルの集計データを用いるため、(12)～(14)式に当該県を1、それ以外の県をゼロとする県別ダミーと、2002年9月のBSEによる価格の急激な低下を考慮するため、2002年を1、それ以外の年を0とするBSDダミー

を加えた。

2) 対称性制約は ($\alpha_{ij} = \alpha_{ji}$ 、 $i, j = P, W, C, i \neq j$) リスク中立制約は ($\alpha_{iV} = 0$ 、 $i = P, W, C$) である。

3) 厳密には V_p を含めた凸性と、 J_V についての符号の確認を行う必要がある。

しかし、そのためには $J(\cdot)$ 自体を計測式に含め、すべてのパラメータを推計する必要があるが、本稿は利潤関数ではなく MV 効用関数を用いていることにより、右辺に絶対的リスク回避係数と Y の二乗からなる項が存在する。 Y の内生性の問題から、こうした項を含めた計測は極めて困難となることから、本項では採用しなかった。

4) Buhr *et al* [1]は 1970 年から 1990 年のアメリカの繁殖農家を対象としており、四半期データを用いているため調整係数の値は -0.028 であるが、1 年間に換算すると 11% であるとしている。

5) 計測期間の分割は和子牛価格の推移を考慮して行った。

6) 本稿では不確実性を価格の変動のみで捉えているため、1988 年の牛肉自由化合意による繁殖農家の先行き不安などについては捨象されている。

7) 計測期間において、繁殖めす牛の 1 戸当たり飼養頭数は年率 2.8% で一貫して減少しているため、先に述べた期間 ~ においてもこうした 1 戸当たり飼養頭数の減少は最適水準に減少圧力をかけていたことになる。

引用文献

- [1] Buhr, B. L. and H. Kim, H., "Dynamic Adjustment in Vertically Linked Markets: The Case of the U.S. Beef Industry," *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 79, 1997, pp126 ~ 138.

終章 結論

本稿では、不確実性下における繁殖農家の動学的効用最大化問題から、繁殖めす牛の投資関数、子牛の供給関数、要素需要関数を導出し、それらを理論と整合的に計測することにより、繁殖農家のリスク選好、および供給行動を明らかにすることを課題としていた。

第一章では、牛肉の国内需要と国内供給の乖離が顕在化しその不足分が輸入されてきたこと、国内生産の増加は乳用種牛肉の増加によってもたらされており和牛の生産は停滞していることを示した。また、こうした和牛の生産は肥育農家と繁殖農家によって担われており、肉牛生産全体にとって繁殖農家が低成本で子牛を供給することが重要であるが繁殖農家は零細な規模に留まっていることを示した。

第二章では、繁殖農家の供給行動には価格の変動にともなう不確実性が影響していることから、インプリシットにリスク中立を仮定した利潤最大化モデルでは、繁殖農家の供給行動を正確に捉えることに限界があることを指摘した。

第三章では、わが国の牛肉経済における計量的研究の多くは、牛肉経済全体の把握や周期変動の発生メカニズムの解明を目的としてきたため、これまで繁殖農家の供給行動について十分な研究がなされてきたとは言えないことを述べた。特に、わが国において不確実性が繁殖農家の供給行動に与える影響を計量的に分析した研究は、私見では見受けられない。

第四章では、繁殖農家の供給行動を分析する際に適切であると考えた、不確実性下での動学的双対モデルを展開し、実証分析における計測式を提示した。第五章では、実証分析の結果を考察したが、それらを整理すると以下のとおりである。

推計結果は、有意な推計パラメータが多く、状態評価関数の理論的な性質の成立も確認されたため全体的に良好なものであると判断された。尤度比検定の結果、リスク

中立制約は 1% 水準で棄却されたため、繁殖農家の分析には本稿のような不確実性下での枠組みが望ましいことがわかった。そのうえで、推計された絶対的リスク回避係数は 0.0053 と正值であり、繁殖農家はリスク回避的に行動していることがわかった。

繁殖めす牛の飼養頭数に関する調整係数は -0.0876 であり、繁殖めす牛は一年間に 8.8% しか調整されないことがわかった。推計された弾力性も、繁殖めす牛の飼養頭数が短期的には非弾力的であることと整合的であり、理論が要請する短期と長期の関係であるル・シャトリエの原理の成立も確認できた。また、弾力性は期待された符号条件をすべて満たし、繁殖めす牛の投資と子牛供給量に関する分散弾力性はすべて負値であった。このことは、リスク回避的な繁殖農家が不確実性下において効用最大化を行った結果、生産の均衡が利潤最大化点から乖離し繁殖めす牛の飼養頭数と子牛の供給量は過少になっていることがわかった。繁殖めす牛飼養頭数の長期最適水準の推移に関する要因分解の結果も、繁殖農家の供給行動に価格の変動が与える影響は決して小さくないことを示していた。

現在、多くの繁殖農家は依然として零細な規模に留まっている。そればかりか、近年では子牛価格が安定的に推移したにもかかわらず、繁殖めす牛飼養頭数は長期的な減少を続けた。こうした現状は、繁殖農家が長期的には自身の生産縮小をもたらす短期的なリスクヘッジを繰り返し、再生産可能な価格水準の低下を達成できなかつたためにもたらされたと理解できる。その結果、子牛生産の高コスト経営と子牛の供給が不足基調となることが肥育農家の経営を圧迫しており、さらにこうした状況に追い討ちをかけるように飼料価格も高騰を続けている。このような状況が続くと、肥育農家の経営意欲が失われた結果、子牛価格の下落といった形で繁殖農家に返ってくる可能性も否定できない。以上のことから、繁殖農家が短期的な行動による縮小再生産を抜け出し、長期的には低コストでの子牛供給を達成できるかどうかといった点に、今後の肉牛生産の動向はかかっているといえよう。