

生乳生産の費用構造[†]

——個票データによる概観——

吉 見 太 洋^{*}
佐 藤 綾 野^{**}

1. はじめに
2. データについて
3. 費用構造の概観
4. 農家の規模と生産費用
5. 農家年齢と費用構造
6. おわりに

1. はじめに

本稿は、農林水産省農業経営統計調査・牛乳生産費統計の個票データを用いて、日本における生乳生産の費用構造を検証するものである。日本の酪農部門は、人手不足の深刻化、飼養頭数の減少といった生乳生産基盤の弱体化、飼料価格の高騰など、多くの課題を抱えている。これを踏まえ、政府は概ね5年ごとに『酪農及び肉用牛生産の近代化を図るための基本方針』（以下、酪肉近基本方針）の見直しを行い、酪農および肉用牛生産の振興・家畜の改良施策に関する、中長期的な方針を示している。本稿で我々は、さらなる日本の酪農業の振興に向けた具体的示唆を得ることを目的とし、個票データを用いた生乳の費用構造の検証に取り組む。

日本の酪農業の費用構造に焦点を当てた研究は多数存在している。例えば金川（1983）は、北海道十勝地域中札内村の経産牛飼養農家19戸を対象とした分析に基づき、乳牛の飼養管理の在り方と自給飼料生産の規模や生産性における差が、農家間の生乳生産費用の差を生み出していることを指摘している。また、藤井・近藤（2001）は、『農家経済調査』から得られた1968年から1994年

† 本研究は、高崎経済大学研究奨励費の助成を受けて実施されたものである。本研究の遂行にあたって、農林水産省より個票データの提供を受けた。また、伊藤隆敏氏（コロンビア大学）からは研究の方向性や分析の手法について、多くのコメントをいただいた。ここに記して御礼を申し上げたい。ただし、データの整理・分析および執筆はすべて吉見と佐藤によって行われた。したがって、本稿の内容に関する責任と誤りは、すべて筆者に属するものである。

までの北海道酪農単一経営農家のデータに基づき、地代や購入飼料価格が自給飼料生産や草地需要に重要な影響を与えていたこと、農家の規模拡大が生乳生産の平均費用逓減に寄与していたことを明らかにしている。また、鎌田（2011）は、『営農類別経営統計』の前身である『農業経営部門別統計』から得られた、1995年から2003年の北海道酪農単一経営農家データを利用し、費用関数と利潤関数の推計を行っている。そこから、北海道の農家では規模に対して労働人数が過少になっている可能性を指摘し、労働制約の改善と追加的な労働力の取り込みが、酪農経営の利益改善につながるとの示唆を導き出している。

本稿はこれらの研究と主に二つの点で異なっている。一つ目の違いは、上記の研究がいずれも集計データを用いたものであるのに対し、我々は牛乳生産費統計における農家の個票データを用いて、酪農農家の費用構造を分析している点である。これまで集計データを用いた多くの研究が行われてきたが、我々の知る限りにおいて、日本の酪農農家に関する集計前の包括的な個票データを用いた分析は存在していない¹⁾。個票データを用いることのメリットとしては、多くのサンプル数が確保できることに加え、飼養頭数や労働時間など、個別農家の性質と費用構造の関係をより直接的かつ厳密に検証できることが挙げられる。二つ目の違いは、本稿では北海道の農家だけではなく、都府県の農家も分析対象とする点である。これにより、これまで盛んに研究されてきた北海道の農家には、都府県の農家とどういった面で相違点や共通点があるのかを把握することができる。

本稿は以下のように構成される。第2節で、牛乳生産費統計の概略と、本論で用いるパネルデータの構築方法について説明する。第3節で、費用構造の概観を行う。第4節で、生産規模と生産費用の関係について見ていく。第5節で、農家年齢と費用構造の関係について検証する。最後に第6節で、将来的な研究課題に触れるとともに、本稿を締めくくる。

2. データについて

2.1. 牛乳生産費統計の概略

牛乳生産費統計は、農林水産省統計部において実施されている農業経営統計調査・畜産物生産費統計の一環として実施されてきたものである。統計法に基づく日本の酪農に関する基幹統計の

1) 日本以外の国における、農家の個別情報を用いた酪農農家研究として、例えば、Tauer（2001）は、1999年における米国ニューヨーク州の314農家の情報を用いて、小規模農家の生産性に着目した研究を行っている。また、Kompas and Che（2006）は、1996年、1998年、2000年における豪州ニューサウスウェールズ州およびビクトリア州の252農家の情報を用いて、農家の生産効率性を検証している。さらに、de Frahan et al.（2011）は、1996年から2006年におけるベルギーのワロン地域の143農家の情報を用いて、生産割当撤廃と所得補償増額が農家の生産と所得に与えた影響を検証している。

一つであり、調査対象者に対しては報告を拒んだり、虚偽の報告をしたりした場合の罰則も規定されている（統計法第13条、第61条第1号）。畜産物生産費統計では、牛乳の他にも、子牛、乳用雄育成牛、交雑種育成牛、去勢若齢肥育牛、乳用雄肥育牛、交雑種肥育牛及び肥育豚の生産費に関して調査が行われているが、中でも牛乳生産費統計は1951年から開始された最も歴史の長い統計調査である。牛乳生産費統計の調査対象は、搾乳牛を1頭以上飼養し、生乳を販売する経営体である²⁾。牛乳生産費統計は、各農家の生産状況や費用内訳、農業従事者の概況等について把握することを目的とし、調査票に基づいて各農家が回答をする形式で行われている。具体的な調査事項には、各農家の主産物および副産物の数量と価額に加え、生産のために投入した費目別の費用、作業別労働時間、飼料等の品目別数量と価額など、詳細な事項が含まれている。また、農業就業者数、経営土地面積、建物、自動車・農機具の所有台数等に関する事項などについても調査が行われている。牛乳生産費統計は、日本の乳用牛飼養農家について、個別農家ごとの詳細な情報を含む唯一の統計であり、わが国の酪農業の現状や課題を検証する上で最も有益な統計の一つである。

牛乳生産費統計は全数調査ではなく層別標本調査である。各都道府県の標本数の決定は以下の手順で行われる³⁾。

- A. 全算入生産費⁴⁾の標準誤差率1.0%を目標精度とし、北海道および都府県の標本数を決定する。結果として、北海道249農家、都府県251農家（全国合計500農家）が標本となる。
- B. センサスにおける北海道と都府県の乳用牛（2歳以上）飼養農家数をもとに、最適配分によって、北海道と都府県それぞれにおける飼養頭数規模別標本数を決定する。
- C. 都府県について、Bにより定めた飼養頭数規模別標本数を、センサスによる飼養頭数規模別の農家数に応じて、各都府県に比例配分する。

つまり、Aによってまず母集団（センサス）に対する生産費の標準誤差率が1.0%におさまるように、北海道と都府県それぞれの標本数を決める。次にBで、最適配分に基づき、北海道と都府県それぞれの飼養頭数区分別標本数を決定する。北海道については、Bまでのプロセスで、各飼養頭

2) ここで「経営体」とは、農林業センサスの農業経営体のうち、世帯による農業経営を行い、農作業の受託事業のみを行う農業経営体を除く経営体を指す。本研究で対象とする経営体は牛乳生産農家であるため、本稿では「農家」という呼称を経営体と互換的に用いる。

3) 農林水産省ウェブサイトの記述に基づき、筆者が整理した。

(https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/noukei/seisanhi_tikusan/gaiyou/index.html#1)

4) 「全算入生産費」とは、牛乳生産費統計の調査結果から得られた、北海道および都府県平均の生乳100kgあたり（乳脂肪分3.5%換算）資本利子地代全額算入生産費を指す。なお、本稿で生乳量とは、乳脂肪分3.5%換算乳量を指す。

数区分の標本数が決定する。一方、都府県については、Bまでのプロセスで都府県全体の飼養頭数区分別標本数が決定するが、各都府県の標本数は決定しない。したがってCにおいて、センサスにおける各飼養頭数区分の都府県別シェアを算出し、このシェアに比例するように、各飼養頭数区分の中で、各都府県から何農家が選ばれるかが決定されている。最後に、上記A、B、Cを通じて決定された、都道府県・飼養頭数区分ごとの標本数に応じて、母集団から無作為抽出することで標本が構成されている。

2.2. パネルデータの構築

本研究では、2008年度から2017年度にかけての牛乳生産費統計の個票データを利用し、パネルデータセットを構築する。既に述べた通り、牛乳生産費統計は標本調査であるため、各年のデータにおける標本農家は必ずしも共通していない。我々は牛乳生産費統計における、前年客体番号やその他の情報に基づき、標本農家の連続性について確認を行い、(アンバランス)パネルデータを構築した。表1は標本期間全体における指定団体別の標本数と飼養頭数、および生乳量の平均値、中央値、標準偏差を表している⁵⁾。標本全体のうち約半数を北海道が占めている。平均飼養頭数、平均生乳量ともに北海道が都府県の約1.7倍であり、飼養頭数の面でも生乳量の面でも北海道の農家は都府県の農家に比べて大規模であることが分かる。北海道以外の標本数では、関東生乳販売農業協同組合連合会(以下、関東)が最も大きく、北陸酪農業協同組合連合会(以下、北陸)が最も小さい。また、北海道以外の平均飼養頭数では、東海酪農業協同組合連合会(以下、東海)が最も大きく、北陸が最も小さい。飼養頭数と生乳量の相関は高く、相関係数は0.98である。したがって、平均生乳量の傾向も平均飼養頭数の傾向と同様で、北海道を除けば東海が最も大きく、北陸が最も小さい。

本稿のパネルデータセットに掲載されている農家の数は北海道で389、都府県で441であり、農家数の面でも約半分を北海道が占めている⁶⁾。表2は、掲載年数ごとの農家数に加え、2年度ごとに連続で掲載されている農家の数、毎年に入れ替え率を示している。標本期間のすべてで掲載されている農家の数は213であり、標本に含まれる企業のうち、四分の一程度がすべての標本期間に含まれていることが分かる。連続する2年度における農家の入れ替え率は、「2011年度と2012年度」、「2016年度と2017年度」以外の期間において7%を下回る。これは、原則として標本農家の

5) 本稿では、標本数の少ない都府県において、個別農家の特定が可能となることを回避するため、都道府県ごとの集計結果は掲載せず、指定団体ごとの集計、あるいは北海道(ホクレン農業協同組合連合会)と都府県の区分での集計に基づいて考察を行う。各指定団体の該当都道府県は表1に示されている。沖縄県酪農業協同組合の該当都府県は沖縄県のみとなり、標本数が小さくなるため、当該組合については九州生乳販売農業協同組合連合会と一括りにして結果を掲載する。

6) 標本に一回以上掲載されている農家の数を計算した。

表1 指定団体別の農家規模

指定団体	都道府県	標本数		飼養頭数	生乳量 (100kg)
ホクレン農業協同組合連合会 都府県	北海道	2,428	平均値	66.6	6,222
			中央値	58.4	5,228
			標準偏差	39.8	4,345
	北海道以外	2,428	平均値	39.2	3,667
			中央値	30.8	2,825
			標準偏差	33.0	3,388
東北生乳販売農業協同組合連合会	青森県, 岩手県, 宮城県, 秋田県, 山形県, 福島県	525	平均値 中央値 標準偏差	30.1 26.1 20.6	2,679 2,202 2,044
北陸酪農業協同組合連合会	新潟県, 富山県, 石川県, 福井県	60	平均値 中央値 標準偏差	26.5 27.7 11.3	2,438 2,377 1,103
関東生乳販売農業協同組合連合会	茨城県, 栃木県, 群馬県, 埼玉県, 千葉県, 東京都, 神奈川県, 山梨県, 静岡県	752	平均値 中央値 標準偏差	42.9 32.7 42.1	4,026 2,868 4,378
東海酪農業協同組合連合会	岐阜県, 愛知県, 三重県, 長野県	215	平均値 中央値 標準偏差	51.0 42.2 38.8	4,979 4,408 3,811
近畿生乳販売農業協同組合連合会	滋賀県, 京都府, 大阪府, 兵庫県, 奈良県, 和歌山県	140	平均値 中央値 標準偏差	36.6 30.0 26.5	3,376 2,852 2,512
四国生乳販売農業協同組合連合会	徳島県, 香川県, 愛媛県, 高知県	85	平均値 中央値 標準偏差	28.3 27.9 15.0	2,635 2,616 1,485
中国生乳販売農業協同組合連合会	鳥取県, 島根県, 岡山県, 広島県, 山口県	182	平均値 中央値 標準偏差	38.4 29.5 29.5	3,710 2,842 3,288
九州生乳販売農業協同組合連合会 および沖縄県酪農業協同組合	福岡県, 佐賀県, 長崎県, 熊本県, 大分県, 宮崎県, 鹿児島県, 沖縄県	469	平均値 中央値 標準偏差	42.7 35.5 28.4	4,010 3,279 2,865
全国		4,856	平均値 中央値 標準偏差	52.9 44.1 39.1	4,945 4,018 4,100

注：サンプル期間全体（2008年度～2017年度）の記述統計を掲載している。標本農家数は標本に一度以上含まれる農家の数を示している。

出所：個票データに基づき筆者が作成した。

変更が、5年ごとのセンサス改訂に合わせて実施されていることに起因している。牛乳生産費統計の標本農家見直しは、センサス改訂の2年後に行われる。2010年と2015年においてセンサスの改訂が行われたため、これを受けてそれぞれの2年後となる2012年度、2017年度では標本農家の入れ替え率が高くなっている。その他の年については基本的に標本農家の変更は行われていないが、廃業などを理由として一部の農家について変更が生じている。

表2 標本農家の掲載頻度と連続性

掲載頻度		連続性		
掲載年数	農家数	期間	連続掲載農家数	入れ替え率 (%)
1年度のみ	111	2008年度と2009年度	463	6.5
2年度	66	2009年度と2010年度	457	6.0
3年度	67	2010年度と2011年度	467	4.5
4年度	102	2011年度と2012年度	411	15.4
5年度	73	2012年度と2013年度	461	6.1
6年度	58	2013年度と2014年度	458	6.5
7年度	34	2014年度と2015年度	460	5.2
8年度	31	2015年度と2016年度	474	3.9
9年度	75	2016年度と2017年度	374	23.7
10年度すべて	213			

注：入れ替え率は、「1年度目に掲載されている農家のうち、2年度目に掲載されていない農家の割合」として定義されている。例えば、期間「2008年度と2009年度」の行における入れ替え率は、「2008年度に掲載されている農家のうち、2009年度に掲載されていない農家の割合」として算出されている。

出所：個票データに基づき筆者が作成した。

3. 費用構造の概観

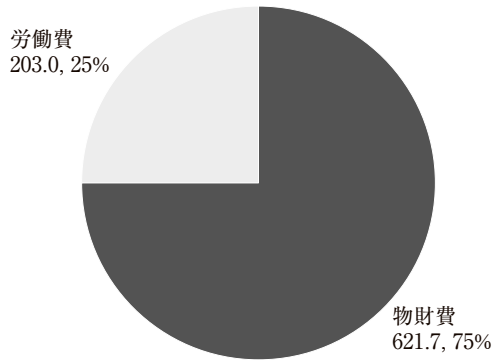
本節では、標本農家の生産費用のうち、主要な項目はどういったものか、北海道と都府県の間で費用構造の違いはあるか、サンプル期間内に時系列的な変化は観察されるかといった点を検証する。また、農家経営においては、自分の農家で生産した牧草やサイレージ（草やトウモロコシなどの飼料作物をサイロで乳酸発酵させたもの）等の中間投入財（自給生産要素）を使うケースと、外部から購入した中間投入財（購入生産要素）を使うケースがある。ここでは、自給生産要素と購入生産要素がそれぞれどのくらい使われているのかを見ることで、中間投入財の自給割合についても検証する。

3.1. 主要な費用項目

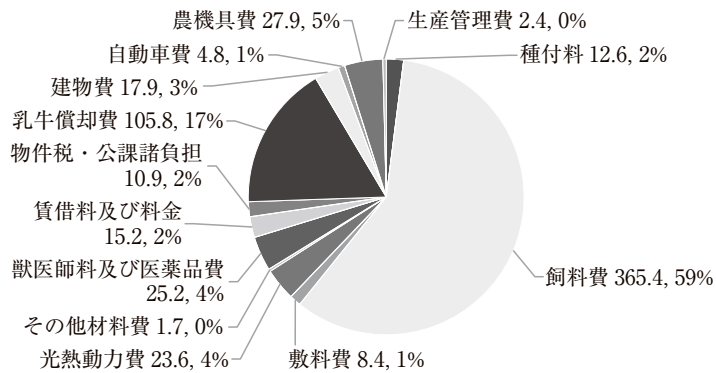
図1～3はそれぞれ、搾乳牛通年換算1頭あたりで見た、サンプル期間全体における、全国、北海道、都府県の農家の生産費用の内訳（平均値）を示している。費用合計（物財費+労働費）は、全国で82.5万円、北海道で75.6万円、都府県で89.4万円となっている。ここから、北海道では1頭当たりで換算した生乳の費用が、都府県よりも13.8万円低いことが分かる。費用合計のうち、物財費と労働費が占める割合は全国で見ると、それぞれ75.4%、25.6%である。この傾向は北海道と都府県で概ね共通している。

物財費の合計は北海道で57.7万円、都府県で66.7万円であり、北海道が都府県よりも9万円低い。物財費は、種付料、飼料費、敷料費、光熱動力費、その他材料費、獣医師料および医薬品

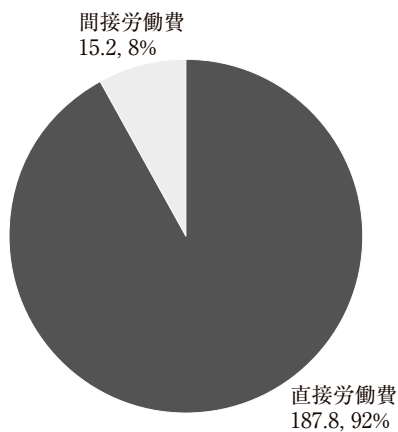
図1 生産費用の構成（全国，搾乳牛1頭あたり）
（費用合計内訳）



（物財費内訳）

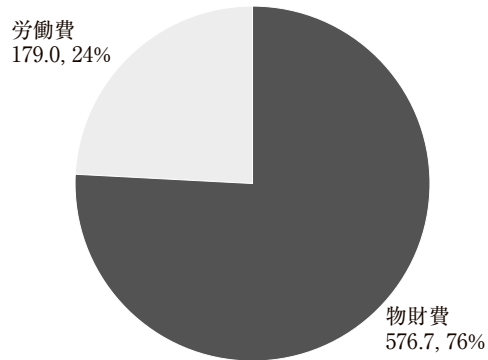


（労働費内訳）

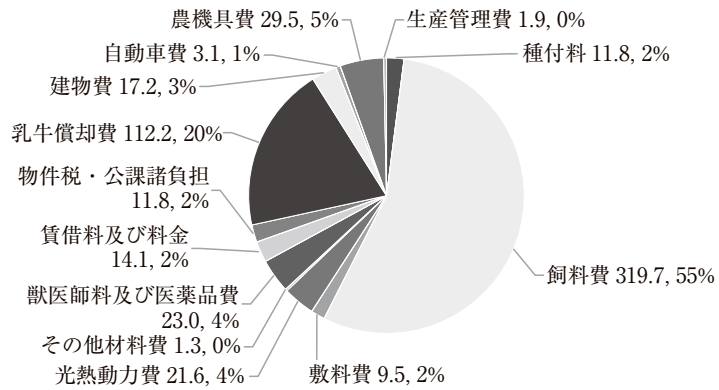


注：各費用項目につき，平均金額（千円）とシェアを記載している。
出所：個票データに基づき筆者が作成。

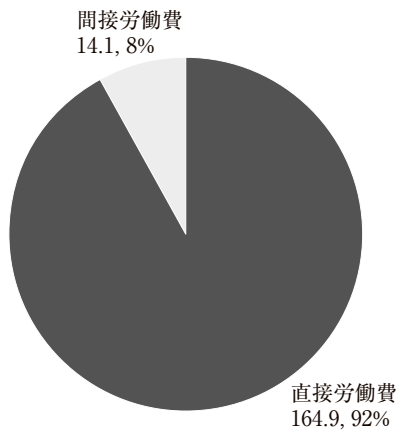
図2 生産費用の構成（北海道，搾乳牛1頭あたり）
（費用合計内訳）



（物財費内訳）

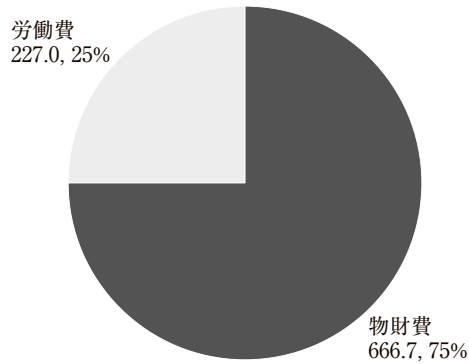


（労働費内訳）

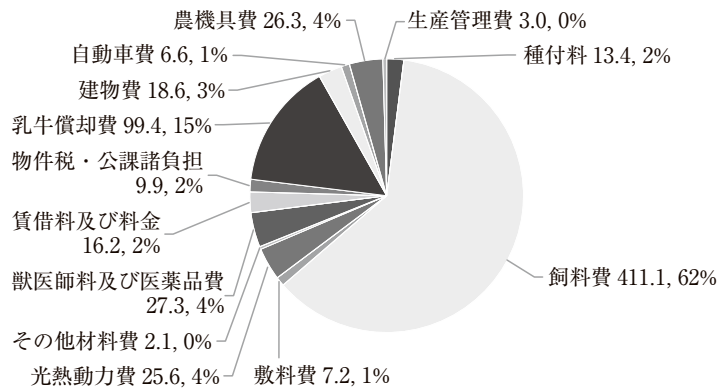


注：各費用項目につき，平均金額（千円）とシェアを記載している。
出所：個票データに基づき筆者が作成。

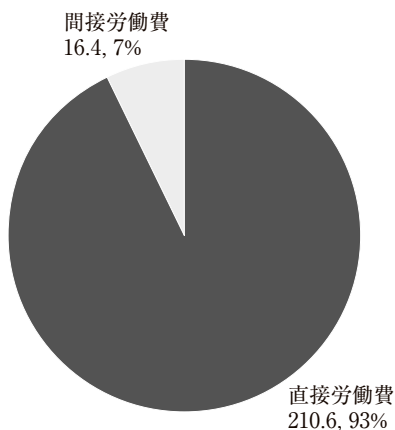
図3 生産費用の構成（都府県，搾乳牛1頭あたり）
（費用合計内訳）



（物財費内訳）



（労働費内訳）



注：各費用項目につき，平均金額（千円）とシェアを記載している。
出所：個票データに基づき筆者が作成。

費、賃借料および料金、物件税・公課諸負担、乳牛償却費、建物費、自動車費、農機具費、生産管理費に分けられる。中でも飼料費と乳牛償却費が北海道か都府県かにかかわらず大きく、全国平均で見た場合、それぞれ物財費のうち59%、17%を占めている⁷⁾。ただし、飼料費が物財費に占める割合は、北海道で55%であるのに対して、都府県では62%と8%高い。ここから、都府県の農家では北海道の農家に比べて、1頭あたりの飼料費負担が大きいことが分かる。また、北海道で三番目に大きい物財費項目が農機具費であるのに対して、都府県で三番目に大きい項目は獣医師料および医薬品費である。また、費用合計に占める農機具費シェアの平均値は、北海道で3.9%、都府県で2.9%であり、北海道の方が1%高い⁸⁾。搾乳牛1頭あたりの水準で比較した場合、北海道で3.0万円、都府県で2.6万円と、4千円程度の差がある。これは、北海道の農家において都府県の農家よりも機械化が進んでいることを反映したものと考えられる。

労働費は、直接労働費と間接労働費に分けられる。直接労働費とは、搾乳や乳牛への餌付けなど、生乳生産に直接関わる労働にかかった労働費を表している。対して間接労働費とは、農機具の手入れや自給飼料の生産など、間接的に生乳生産に資する労働にかかった費用を表している。労働費に占める直接労働費と間接労働費の割合は、全国平均で見ると前者が92.5%、後者が7.5%である。この傾向については、北海道と都府県の間に大きな違いはない。

費用項目として大きいものは、(額の大きい順に)飼料費、直接労働費、乳牛償却費であり、これら三項目が費用全体に占める割合は北海道、都府県にかかわらず80%程度である。ただし、北海道では1頭あたり飼料費が都府県よりも9.1万円小さい。これは北海道において自給飼料が多く使われていることに起因していると考えられる。また、北海道では都府県に比べて乳牛償却費が平均で1.3万円大きい。この原因のひとつとして、北海道では都府県に比べて乳牛の取得価額が大きいことが挙げられる⁹⁾。

3.2. 費用構造の時系列的変遷

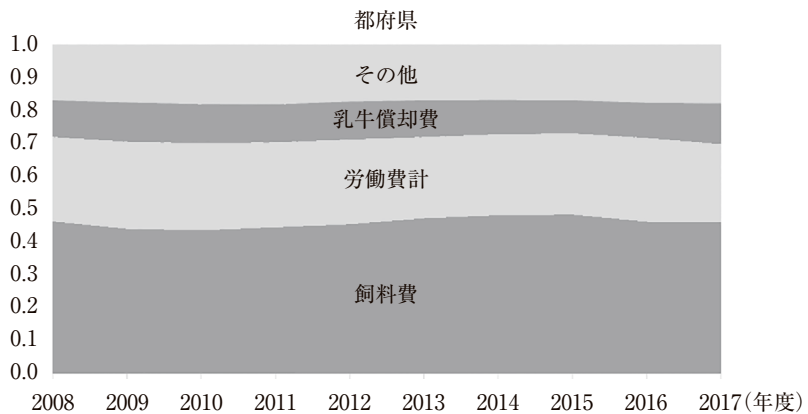
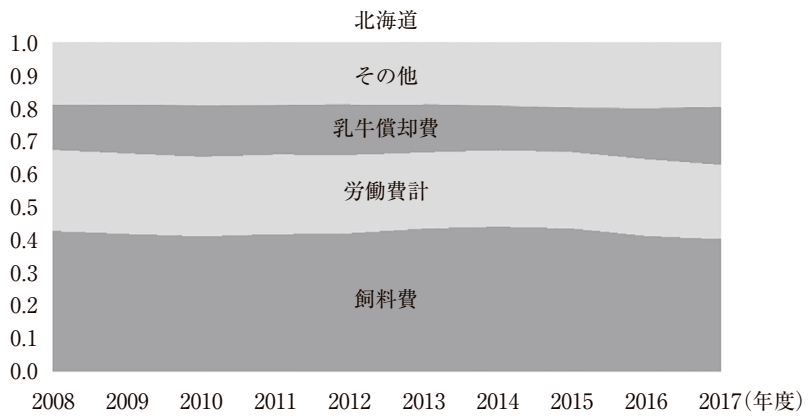
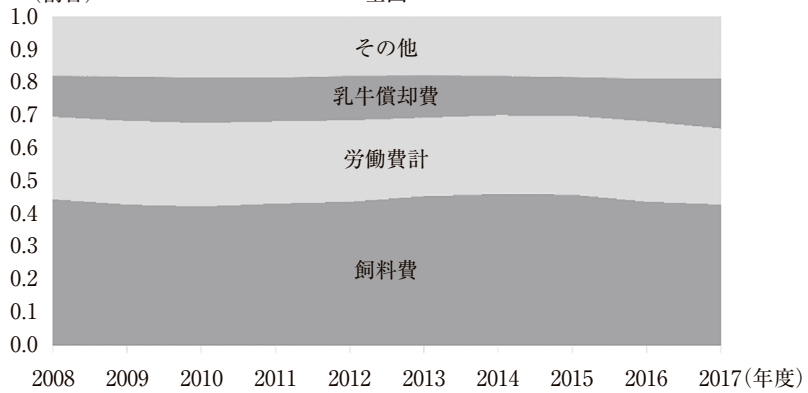
図4は、主要な生産費用項目である飼料費、労働費計、乳牛償却費が、生産費用全体に占める

7) 生乳生産において乳牛は生産資本とみなされ、減価償却期間は4年間と決められている。

8) 北海道と都府県の農機具費シェアは、有意水準1%の平均値の差の検定に基づき、有意に異なると判定される。

9) 我々のデータにおいて、搾乳牛の取得価額総額を調査期間関係頭数で除すると、1頭あたりの取得価額は北海道で49.1万円、都府県で43.4万円となり、この差は有意水準1%の平均の差の検定によって、有意と判断される。これらの差を乳牛の減価償却期間である4年で除すると1.4万円となり、北海道と都府県の間の1頭あたり償却費の違い(1.3万円)に近い値が得られる。したがって、北海道と都府県の間で1頭あたり償却費に差が生まれる原因は主に、乳牛の取得価額の差にあると推測することができる。ただし、乳牛償却費には、乳牛を廃用した場合の処分差損益も含まれるため、必ずしも取得価額を減価償却期間で除した商と一致する訳ではない。この点には留意が必要となる。

図4 主要費用項目シェアの時系列的推移（搾乳牛1頭あたり）
（割合） 全国



出所：個票データに基づき筆者が作成。

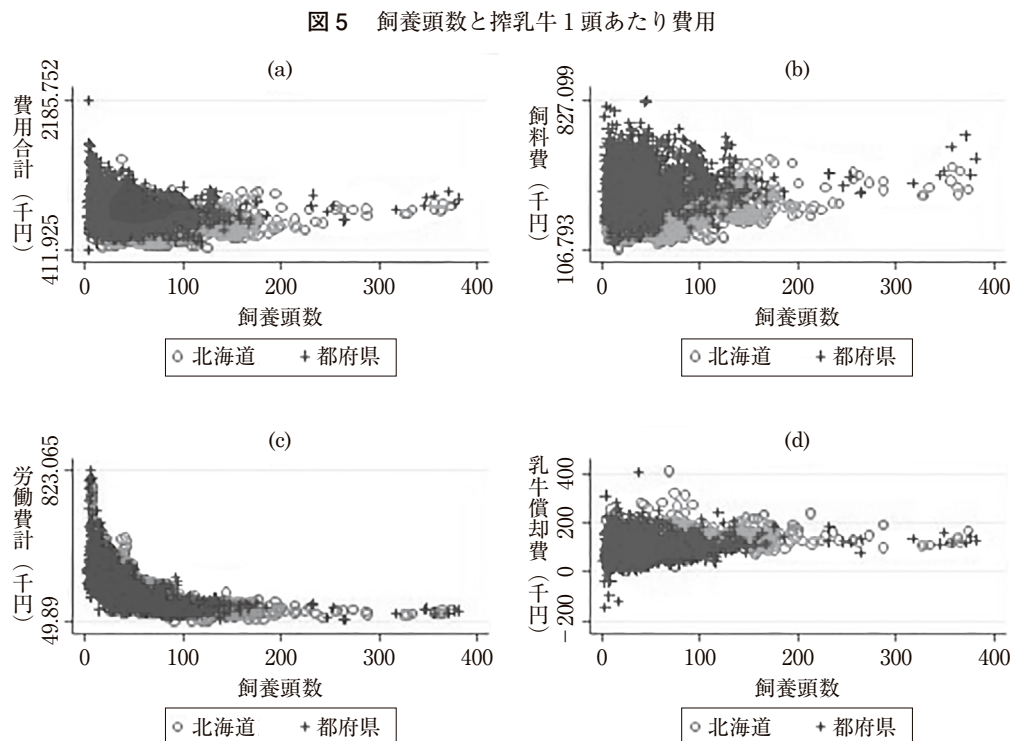
シェアの時系列的変遷を示している。これら主要三項目以外の費用項目は「その他」として集計している。サンプル期間内において、これら主要三項目のシェアはそれほど大きく変化していない。飼料費シェアについては、全国、北海道、都府県にかかわらず、2010年度に若干の低下、2014年度に若干の上昇が見られる。ただし、サンプル期間を通じて、傾向的にこれら主要三項目のシェアが変化している様子は見られない。前節でも見た通り、北海道では都府県に比べて飼料費のシェアが低く、乳牛償却費のシェアが高い。こうした北海道と都府県の違いもサンプル期間を通じて一貫している。

4. 農家の規模と生産費用

本節では、飼養頭数や生産量といった「農家の規模」が、生乳生産における平均費用や、生産要素の自給割合といった費用構造とどのような関係を持っているか検証する。

4.1. 規模による生産費用の違い

図5(a)は、搾乳牛通年換算1頭あたりの費用合計と飼養頭数の関係をグラフにしたものであ



出所：個票データに基づき筆者が作成。

る。つまり、搾乳牛1頭あたりの平均費用が、飼養頭数とどのような関係を持っているかを示している。縦軸の費用単位は千円、横軸の頭数単位は1頭である。ここでは、飼養頭数200頭近辺までは飼養頭数と1頭あたり費用合計が右下がりの関係にある一方で、200頭近辺からは若干ながら右上がりの関係が存在することが分かる¹⁰⁾。実際に、すべての標本を用いた場合、1頭あたり費用合計と飼養頭数の相関係数は -0.24 で、有意にゼロと異なる¹¹⁾。ただし、飼養頭数200頭未満の標本に絞ると相関係数は -0.31 、200頭以上の標本に絞ると 0.59 で、それぞれ有意にゼロと異なる。つまり、200頭未満と200頭以上では、飼養頭数と1頭あたり費用合計の相関係数は反対の符号をとる。ここから、飼養頭数で見た規模の経済は、200頭近辺までは有意に観察される一方、これを超える規模では観察されず、むしろ飼養頭数の増大に応じて平均費用が上昇する傾向があることが示唆される。こうした傾向は、北海道と都府県の間で共通している。

このような1頭あたり生産費用と飼養頭数の関係をより詳細に考察するため、図5(b)~(d)では、それぞれ縦軸に主要費用項目である飼料費、労働費計、乳牛償却費（すべて1頭あたり）をとっている。図5(b)から、最大の費用項目である飼料費と飼養頭数の間にも、全体として右下がりの関係が存在しているように見える。実際に、1頭あたり飼料費と飼養頭数の相関係数は -0.05 で、有意にゼロと異なる。しかしながら、北海道と都府県で別々に分析した場合、どちらの地域においても相関係数は正で、有意にゼロと異なる（北海道で 0.21 、都府県で 0.08 ）。標本全体で有意な負の相関係数が得られる理由は、都府県の農家では飼養頭数が小さく、総飼料費が大きい農家が多い（グラフの左上に都府県の標本が多い）のに対して、北海道では相対的に飼養頭数が大きく、総飼料費が小さい農家が多い（グラフの右下に北海道の標本が多い）ところにある。したがって、すべての標本を用いた場合、左上の都府県標本と右下の北海道標本の関係を拾ってしまう結果、負の相関が導き出される。反対に、北海道と都府県を分けて行った場合、どちらの地域でも、有意な正の相関が得られる。総飼料費の水準の違いも含め、北海道と都府県の農家では費用構造に無視できない違いが存在する。したがって、本稿では北海道と都府県を分けた推定の結果をより信頼性の高いものと判断する。つまり、飼養頭数と1頭あたり飼料費には、有意な正の相関があるとの分析結果を、より妥当なものとして判断する。当該分析結果の背景として、飼養頭数を増やす際に、割高な購入飼料を増やす必要が高まることが考えられる。こうした自給飼料と購入飼料の問題については、4.2節で詳しく検討する。

10) 本稿では、飼養頭数何頭から変数間の関係に構造変化が発生するか、厳密な検証は行っていない。したがって、飼養頭数200頭は、あくまで視覚的に変化が見られる一つの目安であり、厳密な構造変化の閾値ではない。また、生乳量についても、200万 kg 近辺での相関の変化について議論するが、これも厳密な構造変化の閾値ではなく、一つの目安であることに留意されたい。

11) 本稿では文中の複数箇所相関の有意性に触れるが、特にことわりのない場合には、有意水準1%のt検定で、無相関の帰無仮説が棄却される場合において、「有意にゼロと異なる」と議論する。

図5(c)は、縦軸に1頭あたり労働費計、横軸に飼養頭数をとったものである。両者の間には明確な右下がりの関係が見られ、標本全体の相関係数も -0.58 で有意にゼロと異なる。こうした右下がりの関係は、北海道か都府県かに依存せず頑健なものである。ただし、両変数間の相関は、飼養頭数200頭未満の標本については有意に負(-0.63)である一方、200頭以上の標本では(有意水準10%でも)有意にゼロと異ならない。図5(c)を見ても、費用の減少幅が飼養頭数の上昇に伴って逓減していることが分かる。したがって、労働費については飼養頭数で見た規模の経済が働いているが、その程度は飼養頭数の上昇に応じて弱まり、少なくとも200頭を超える規模では観察されないということが分かる。

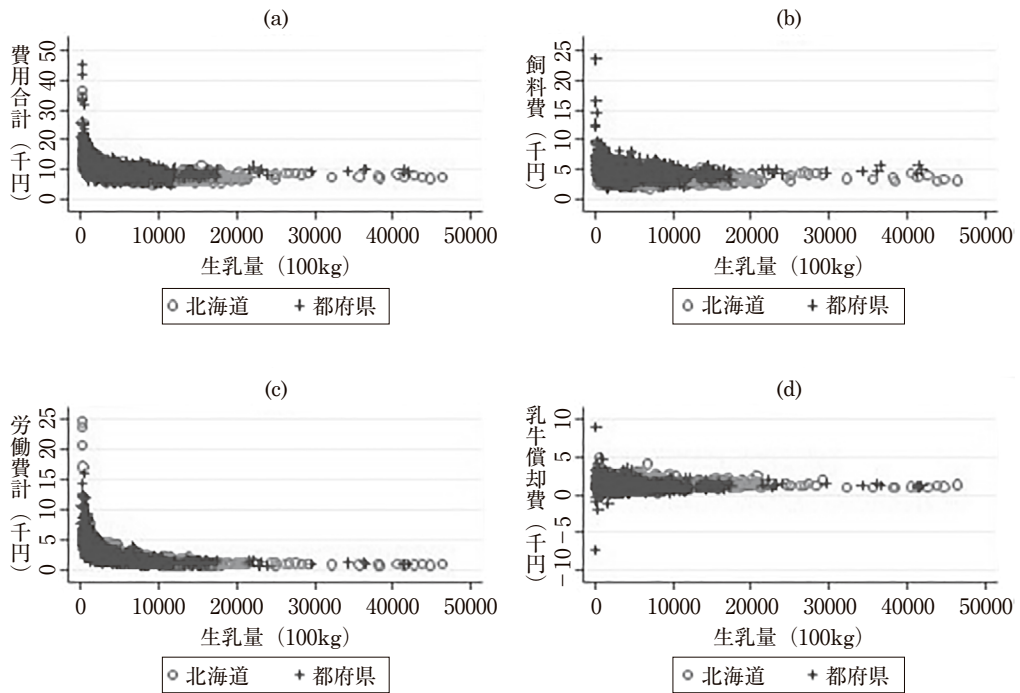
図5(d)は、1頭あたりの乳牛償却費と飼養頭数の関係を見たものである¹²⁾。飼料費、労働費計とは対照的に、標本全体で1頭あたり乳牛償却費と飼養頭数の相関係数を求めると、 0.23 で有意にゼロと異なる。標本を北海道と都府県に分けて分析した場合にも、相関係数は有意に正となる。したがって、1頭あたりの乳牛償却費は、(北海道か都府県かにかかわらず)飼養頭数の増大に応じて上昇する傾向があるといえることができる。乳牛償却費は、乳牛の取得価額を減価償却期間である4年で除して求められる費用項目である。償却期間が4年未満である場合には、残りの償却年数分の償却費用総額を、償却年における費用としてすべて算入する。したがって、取得価額が高い、あるいは償却期間を迎える前に乳牛を処分している場合は、1頭あたりの乳牛償却費が大きくなる。反対に、償却期間を超えて乳牛が飼養されている場合は、乳牛償却費は小さくなる。したがって、可能性の一つとして、飼養頭数が少ない農家では多い農家に比べて乳牛の回転率が低く、償却期間を超えて乳牛が飼養される傾向があることが考えられる。ただし、今回はこの点について検証可能なデータが得られていないため、より慎重な検討を要する。また、飼養頭数200頭以上の標本に絞って推定を行った場合には、飼養頭数と1頭あたり乳牛償却費の間に、(有意水準10%でも)有意にゼロと異なる相関係数を得ることはできない。

図6は、横軸を生乳量(単位は100kg)として、縦軸に生乳100kgあたりの費用をとったものである。図6(c)の労働費計に関しては、飼養頭数で見た図5(c)と概ね似通った形状をしており、有意な負の相関係数が得られる。また、生乳量の上昇に伴って、平均費用の減少幅が逓減する点も、図5(c)と共通している。したがって、労働費については、飼養頭数で見ても生乳量で見ても、明確な規模の経済が働いていると推測することができる。

一方で、図6(b)に示された飼料費と生乳量の関係は、飼養頭数で見た図5(b)と異なっている。具体的には、生乳100kgあたり飼料費は、北海道か都府県かにかかわらず、生乳量と有意な負

12) 脚注10で述べた通り、牛乳生産費統計の乳牛償却費には、乳牛を廃用した場合の処分差損益も含まれる。したがって、処分差益が減価償却費を上回る場合、乳牛償却費は負値として記録される。図5(d)において、複数の標本で乳牛償却費が負値をとっているのはこのためである。

図6 生乳量と生乳100kgあたり費用



出所：個票データに基づき筆者が作成。

の相関を持っている（北海道で -0.09 ，都府県で -0.16 ）¹³。先に述べた通り，飼養頭数を増やすには追加的な飼料の投入が不可欠であり，一定以上の飼養頭数拡大には，割高な購入飼料の利用が必要と考えられる。一方，生乳量の増大には，搾乳牛の品種改良や資本設備の導入，搾乳回数増加など，飼料の追加投入以外の方法も存在する。したがって，飼養頭数の拡大とは対照的に，生乳量の拡大は必ずしも平均飼料費の増大を伴わず，むしろ規模の経済性が顕著に観察されると考えられる。

図6 (d)は生乳100kgあたりの乳牛償却費と生乳量の間を示している。両変数間の相関係数は，北海道で -0.07 （有意水準1%で有意にゼロと異なる），都府県で -0.04 （有意水準10%で有意にゼロと異なる）である¹⁴。したがって，生乳量が大きいくほど，生乳量あたりの乳牛償却費は小さい傾向があると言える。ただし，相関係数の値は絶対値で0.1にも満たず非常に低いため，生乳量拡大に伴う生乳100kgあたり乳牛償却費の通減効果はそれほど大きくないと考えられる。

13) ここで得られた相関係数の負の有意性は，図6 (b)の左上に観測される四つの外れ値を排除しても変わらない。

14) 都府県における相関係数は，図6 (d)の左上と左下に観測される二つの外れ値を排除すると -0.04 （有意水準5%で有意にゼロと異なる）となる。

図5(a)の費用合計では、はっきりとした規模の経済の存在が観察され、北海道か都府県かにかかわらず、生乳量と生乳100kgあたり費用合計の間には有意な負の関係が存在している。これは、主要な費用項目である飼料費、労働費計、乳牛償却費のすべてにおいて、規模の拡大に応じて平均費用が減少するという規模の経済が働いていることを反映した結果といえる。ただし、生乳量200万kgを超える標本については、相関係数は有意にゼロと異なる。これは、飼養頭数200頭を超える標本について、飼養頭数と1頭あたり費用合計の間に有意な正の相関が得られたのとは対照的である。

農家の規模と平均費用の関係を分析したここまでの結果は以下のように整理することができる。

- ・労働費については、飼養頭数か生乳量かにかかわらず、有意な規模の経済の存在が示唆される。ただし、規模の経済の程度は規模の拡大に伴って弱まる。
- ・飼養頭数1頭あたりの飼料費と乳牛償却費は、飼養頭数と有意な正の相関を持つ。
- ・生乳100kgあたりの飼料費と乳牛償却費は、生乳量と有意な負の相関を持つ。
- ・1頭あたり費用合計、生乳100kgあたり費用合計はそれぞれ、飼養頭数、生乳量と負の有意な相関を持つ。ただし、1頭あたり費用合計は、飼養頭数200頭近辺以降、飼養頭数の上昇に伴って上昇する傾向にある。

次節では、上記のような規模の経済がなぜ発生するのか、生産要素の自給割合に着目して検証を進める。

4.2. 規模と生産要素の自給割合

4.2.1. 労働費の自給割合

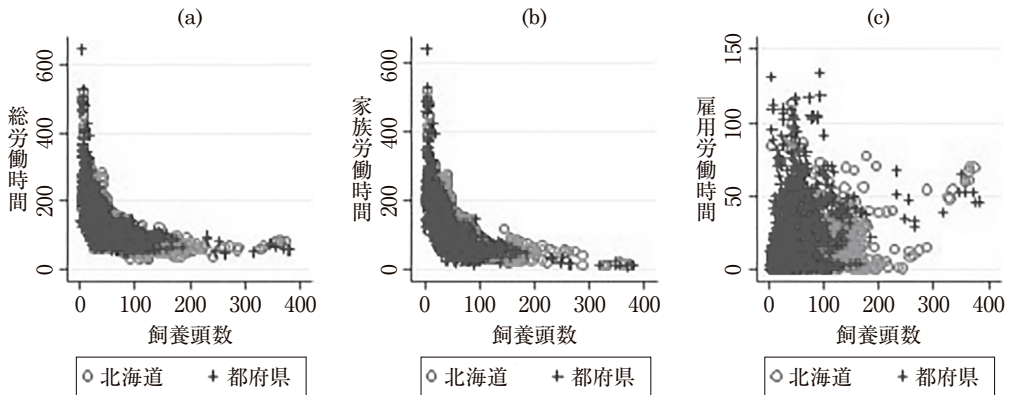
図5、図6から、費用合計における規模の経済の源泉の一つが労働費にあることが明らかになった。図7(a)は、1頭あたりで見た総労働時間と飼養頭数の関係をグラフ化したものである。図7(a)から、飼養頭数の増大に伴い、1頭あたりの総労働時間は減少していることが分かる。ここから、生乳生産においては、飼養頭数の増大には必ずしも労働時間の比例的増大を伴わないことが示唆される。この背景として、機械設備の導入や生産の効率化が、労働時間の増大と代替的な関係にあることが推測される。図5(c)、図6(c)では、労働費における規模の経済の程度が、規模拡大に応じて弱まっていることが指摘された。こうした規模の経済性の低下については、労働費の自給割合に着目することで解釈が可能である。

牛乳生産費統計に基づけば、労働は大きく家族労働と雇用労働の2種類に分けることができる。前者が労働における自給部分、後者が外部からの調達部分と解釈できる。図7(b)、(c)ではそれぞれ、1頭あたりの家族労働時間、雇用労働時間と飼養頭数の関係を示している。ここか

ら、家族労働（自給労働）については明らかな右下がりの関係が存在している一方で、雇用労働と飼養頭数の関係は家族労働ほど明確でないことが分かる。ただし、飼養頭数と1頭あたり家族労働時間との相関係数は負で有意にゼロと異なり（ -0.61 ）、飼養頭数と1頭あたり雇用労働時間との相関係数は正で有意にゼロと異なる（ 0.26 ）。この傾向は、北海道と都府県で共通している。したがって、全体的な傾向として、飼養頭数が大きいほど、1頭あたりの家族労働時間が小さく、雇用労働時間は大きいと言える。図8は図7の縦軸を1頭あたりの労働費（単位は千円）に変更したものである¹⁵⁾。ここでも、飼養頭数との関係は図7と大きく変わらず、飼養頭数の増大に応じて、1頭あたりの家族労働費は減少し、雇用労働費は増大する傾向が見られる。

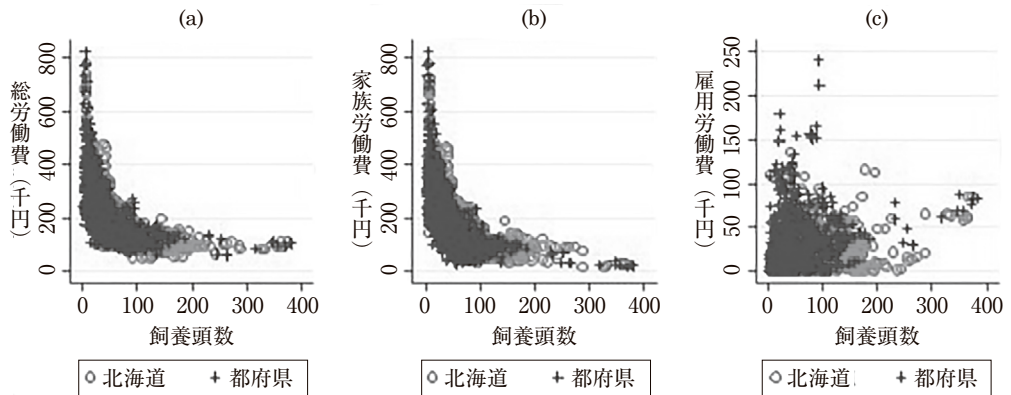
図9(a)は、総労働時間（家族労働時間+雇用労働時間）に占める家族労働時間のシェアと飼養頭

図7 飼養頭数と1頭あたり労働時間



出所：個票データに基づき筆者が作成。

図8 飼養頭数と1頭あたり労働費



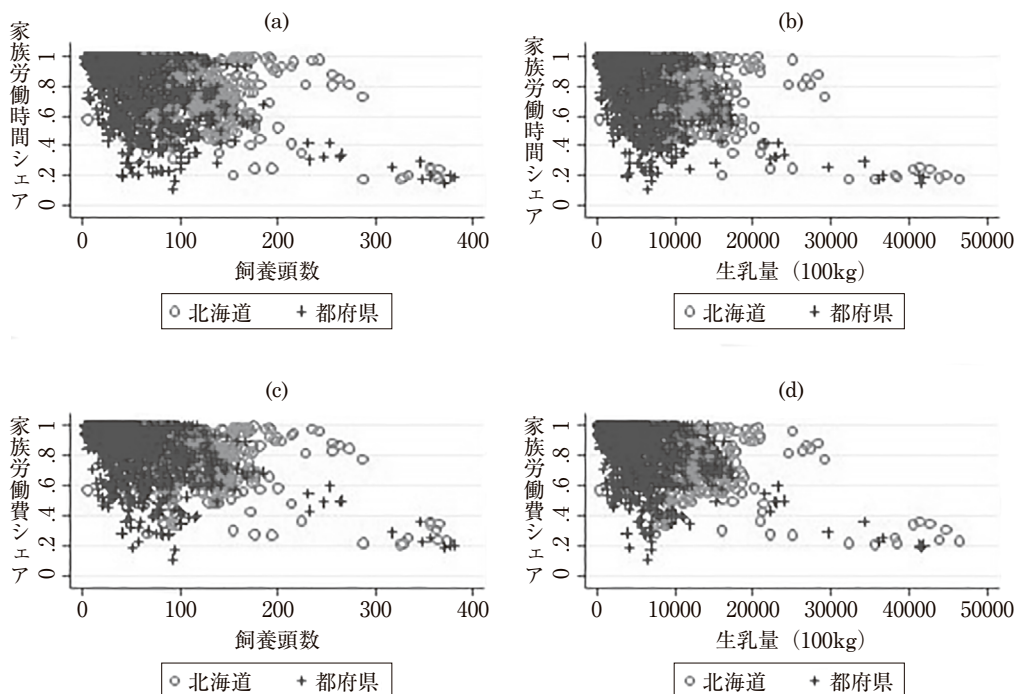
出所：個票データに基づき筆者が作成。

15) 図8(a)は図5(c)と同じものである。

数との関係をグラフ化したものである。ここから、家族労働のみで経営を行っている農家（家族労働時間シェアが1の農家）のほとんどは、飼養頭数で200頭未満の範囲に属していることが分かる。ここから、家族労働のみでの経営では、飼養頭数200頭近辺が上限となることが推測される。また、飼養頭数と家族労働時間シェアの間には、右下がりの関係が存在していることが窺われる。実際に、北海道か都府県か、飼養頭数が200頭未満か200頭以上かにかかわらず、家族労働費シェアと飼養頭数の間には有意な負の関係が推定される。ここから、規模や地域にかかわらず、飼養頭数の拡大には雇用労働の導入が不可欠となる状況が示唆される。こうした傾向は、横軸に生乳量をとった図9 (b) および、縦軸を家族労働費のシェアとした図9 (c), (d)においても同様である。

ここまで、飼養頭数、生乳量にかかわらず、農家の規模拡大に伴い雇用労働の利用シェアが上昇する傾向があることを見た。我々のパネルデータから計算される、家族労働の1時間あたり費用が全国平均で1573.3円であるのに対し、雇用労働の1時間あたり費用は1843.4円である¹⁶⁾。した

図9 農家の規模と家族労働時間・家族労働費のシェア



出所：個票データに基づき筆者が作成。

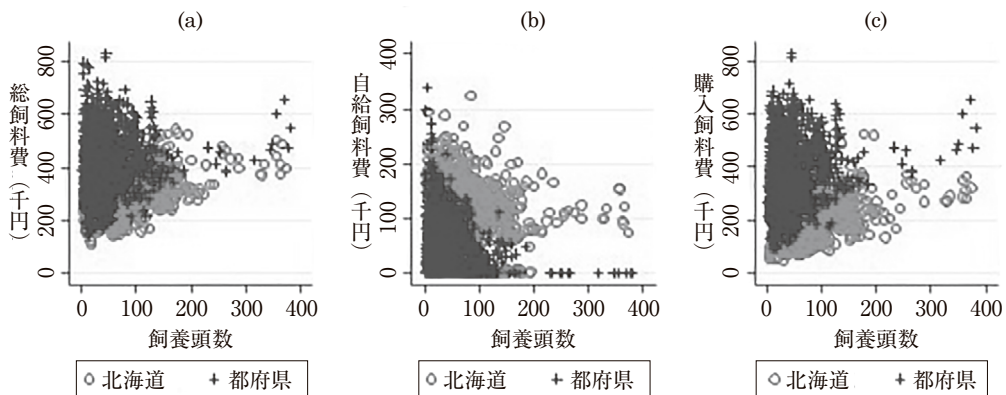
16) 農林水産省ウェブサイトの記述によれば、牛乳生産費統計において家族労働費は、「家族労働時間に「毎月勤労統計調査」(厚生労働省)の「建設業」,「製造業」および「運輸業,郵便業」に属する5~29人規模の事業所における賃金データ(都道府県単位)をもとに算出した男女同一単価(当該地域で男女を問わず実際に支払われた平均賃金)を乗じて評価したもの」として計算される。

がって、総労働時間を所与とすれば、労働時間全体に占める雇用労働のシェア上昇は、労働費計を上昇させる。図7(a)および図8(a)においても、飼養頭数が200頭を超えるあたりから、1頭あたりの総労働時間と総労働費に若干の上昇が見られる。これらの傾向は、規模拡大に伴う雇用労働の増大と、それに伴う費用の増大を反映していると考えられる。したがって、図5(c)、図6(c)で見られた、労働費に関する規模の経済性の低下には、ここで見られた外部労働の導入が寄与しているとみることができる。

4.2.2. 飼料費の自給割合

図5(b)では、1頭あたりの飼料費が、飼養頭数の増大とともに上昇する傾向が観察された。一方、図6(b)では、生乳量と生乳100kg飼料費の間には有意な負の関係があることが示された。ここでは、労働と同様に、飼料費の自給率に注目することで、これらの現象について検証を行う。図10は、1頭あたりの総飼料費計、自給飼料費、購入飼料費と飼養頭数の関係をグラフ化したものである。ここで、図10(a)は図5(b)と同じものである。図10(a)から、都府県における1頭あたり飼料費は、北海道よりも高いことが分かる。具体的には、図2と図3に示されている通り、都府県における1頭あたり飼料費計は、平均411.1千円であるのに対して、北海道では平均319.7千円である。飼料費の内訳に着目すると、1頭あたり自給飼料費の平均値は、北海道で都府県よりも大きく（北海道で114.7千円、都府県で44.5千円）、購入飼料費の平均値は北海道で都府県よりも小さい（北海道で205.0千円、都府県で366.6千円）。したがって、都府県では北海道に比べて、1頭あたりの飼養においてより多くの購入飼料が投入されていることが分かる。自給飼料が購入飼料よりも割安であると仮定すれば、購入飼料が多く利用されている都府県では、自給飼料の利用割合が

図10 飼養頭数と1頭あたり飼料費

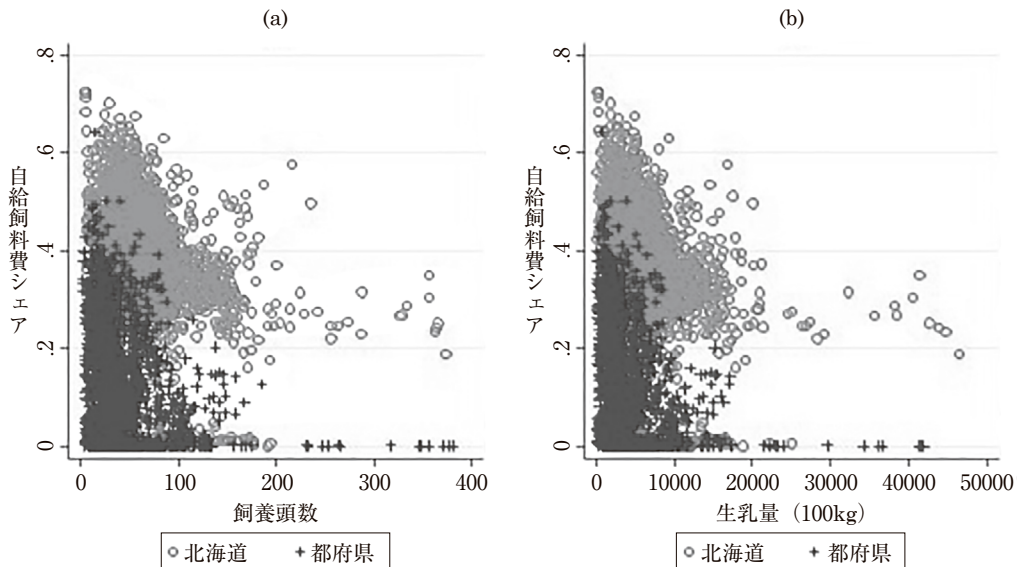


出所：個票データに基づき筆者が作成。

高い北海道よりも、1頭あたりの飼料費計が大きくなることが予想される¹⁷⁾。1頭あたり飼料費計の北海道・都府県間の違いを生む可能性の一つとして、こうした飼料の自給割合の違いを挙げることができる。

以下、飼料の自給割合と農家の規模の関係について検証する。図11は、総飼料費に占める自給飼料費のシェアと、飼養頭数および生乳量の関係を示したものである。図11から、北海道では都府県より自給飼料費のシェアが高いことが分かる。これは既に見た通り、北海道の農家では都府県の農家よりも、自給飼料中心の農家経営が行われていることを示している。また、北海道と都府県を分けて分析すると、自給飼料費シェアと、飼養頭数および生乳量との相関係数は有意に負となる¹⁸⁾。したがって、農家の規模拡大に応じて、自給飼料費が総飼料費に占める割合が低下する傾向がある。これは、規模拡大に応じて自給飼料だけではなく、購入飼料を利用する必要性が高まることを示している。また、北海道の農家では、飼養頭数200頭以上、生乳量200万kg以上に規模が拡大しても、ほとんどの農家で自給飼料費シェアが30%近辺に留まっている。一方、都府県では飼養頭数200頭以上、生乳量200万kg以上のすべての標本農家において、自給飼料費シェア

図11 農家の規模と自給飼料費シェア



出所：個票データに基づき筆者が作成。

17) 我々のデータセットでは、自給飼料と購入飼料の単価を直接比較する情報が不足しているため、実際に自給飼料と購入飼料で単価がどの程度異なるかについては検証していない。

18) すべての標本を用いた推定では、自給飼料費シェアと飼養頭数および生乳量の間には、有意な正の相関が得られる。ただし、図11から見られる通り、北海道と都府県では自給飼料費シェアに大幅な乖離があるため、本稿では(4.1節と同様に)両者を分けた推定結果を、より信頼性の高いものと判断する。

がゼロとなっている。したがって、都府県の大規模農家では飼料のほとんどを購入により賄っている一方、北海道の大規模農家は購入飼料と自給飼料の両方を利用していると言える。

4.1節で見た通り、1頭あたりの総飼料費と飼養頭数の間には、有意な正の相関がある。つまり、飼養頭数が多い農家であるほど、1頭あたりの総飼料費が高い傾向がある。こうした傾向が自給飼料費と購入飼料費のどちらによってもたらされているかを確認するため、北海道と都府県のそれぞれについて、飼養頭数と1頭あたり自給飼料費・購入飼料費の間の相関を求めると、北海道か都府県かにかかわらず、自給飼料費については有意な負の相関が、購入飼料費については有意な正の相関が得られる¹⁹⁾。つまり、飼養頭数が大きいほど、1頭あたりの購入飼料費が大きいものに対して、自給飼料費は小さい。この分析結果は、図11からも示唆される通り、飼養頭数が多いほど、自給飼料を購入飼料よりも多く用いる傾向があることを反映している。したがって、仮に購入飼料が自給飼料よりも割高であるとすれば、飼養頭数拡大に伴う自給飼料から購入飼料へのシフトは、全体として飼料費を増大させ、1頭あたり総飼料費と飼養頭数の間の正の相関を生み出すことが推測される²⁰⁾。

ここまでの分析から、一定範囲までの飼養頭数・生乳量の拡大で観察される規模の経済性は、主に単位あたり労働費の逓減によってもたらされていることが示唆された。これは、一定範囲での飼養頭数・生乳量の拡大であれば、必ずしも追加的な労働力の投入を必要としないという生乳生産の特性を反映したものと言える。一方で、一定範囲を超えた規模拡大では、自給生産要素に対して相対的に割高と考えられる家族以外の労働者の追加雇用や、購入飼料の利用が必要となり、規模の経済性が弱められる傾向が観察された。ただし、この結果は日本の酪農業振興に向けた規模拡大の重要性を否定するものではない。なぜなら、日本以外の酪農大国では、日本の農家よりもはるかに大規模な経営が行われているケースもある。したがって、日本の農家においてもさらなる規模拡大を進めることで、外部生産要素の利用に伴う平均費用の上昇を上回る規模の経済性を実現できる可能性があるためである。例えば、Kompas and Che (2006)によれば、豪州における繁忙期の搾乳牛飼養頭数の平均値は211頭、最大値は980頭であるのに対して、本稿の標本

19) 4.1節と同様、これらの分析結果は北海道と都府県を分けた推定で得られるものである。すべての標本を用いた分析では、自給飼料について有意な正の相関が、購入飼料について有意な負の相関が得られる。

20) 図6 (b)が示す通り、生乳100kgあたり総飼料費は生乳量と有意な負の関係を持っている。一方、図11 (b)が示す通り、生乳量と自給飼料費シェアを負の相関を持っている。自給飼料費シェアの低下は、総飼料費を増大させると考えられるため、これらの分析結果は一見矛盾しているように見える。ただし、4.1節で論じた通り、生乳量を増大させるためには、飼養頭数を増大させるのとは異なり、必ずしも投入飼料の増大を要するものではない。したがって、購入飼料シェアの上昇に伴う総飼料費の増大の影響は、飼養頭数で見た場合よりも小さいことが予想される。結果として、生乳量の増大においてはむしろ飼料費における規模の経済が観察されやすくなっていると解釈することができる。ただし、この点については本稿で厳密な検証を行っておらず、さらなる検討が必要である。

農家の通年換算飼養頭数の平均値は52.9頭、最大値は381.5頭である。また、彼らは豪州において飼養頭数の大きい農家ほど生産性が高いとの結論を得ている。したがって、日本の酪農業においても、現在の上限を超える規模拡大を進めることで、規模の経済の実現や生産性の改善を実現できる可能性がある。

5. 農家年齢と費用構造

本節では、農家の年齢が費用構造とどのような関係を持っているか概観する。Tauer (1993) は、1987年の米国農業センサスデータを用いて、農業経営者の年齢と農家の生産性の間に逆 U 字型の関係があることを示している。これは、経営者のノウハウ蓄積によって一定の年齢までは農家の生産性が向上するものの、ピークを超えると肉体的負担などの影響から、生産性が下落に転じることを反映している。より具体的には、経営者の年齢が25歳から35歳の間にある農家で生産性が最も高く、それ以降は年齢とともに生産性が低下することが示されている。特に、経営者年齢が65歳を超える農家では生産性が極端に低く、農家の高齢化が農業振興に深刻な影響を与えることが示されている²¹⁾。牛乳生産費統計では、家族内の労働者に関して年齢と労働時間を調査し、65歳未満家族労働者による労働時間、65歳以上70歳未満家族労働者による労働時間、70歳以上75歳未満家族労働者による労働時間、75歳以上家族労働者による労働時間ごとの集計が行われている。我々はこの情報を利用し、家族労働時間のすべてが65歳未満家族労働者による標本（以下、65歳未満農家）と、家族労働時間のすべてが65歳以上家族労働者による標本（以下、65歳以上農家）の間の費用構造の違いを検証する。

表3は、全標本、65歳未満農家、65歳以上農家のそれぞれについて、費用情報をまとめたものである。第一に、1頭あたり、生乳100kgあたりにかかわらず、65歳以上農家で65歳未満農家よりも費用合計の平均値が高い。これは、65歳以上農家で65歳未満農家よりも雇用労働費シェアが5%高いことにより、労働費が全体として多くかかっていることに起因していると考えられる。第二に、65歳以上農家では65歳未満農家よりも、購入飼料費シェアが12%高い。これら第一と第二の特徴に見られる外部生産要素利用の大きさが、生産費用の上昇をもたらしていると考えられる。これらの結果は、農家年齢の上昇が、家族労働や自給飼料のみによる経営を難しくすることを示唆している。さらに第三の特徴として、65歳以上農家では65歳未満農家よりも、乳牛償却費のシェアが3%低いことが挙げられる²²⁾。ここから、65歳未満農家よりも65歳以上農家では乳牛への

21) Tauer (1993) の分析には、酪農業以外の農家も含まれている点に留意されたい。また、1978年のデータを用いた分析でも、経営者年齢と生産性の間の逆 U 字型の関係が得られているが、当該年における生産性のピークは35歳から45歳の農家である。

22) これらの65歳以上農家と65歳未満農家の間の差はいずれも、平均値の差の検定（有意水準1%）に

表3 労働者年齢別の費用構成

全標本						
項目	標本数	平均値	標準偏差	最小値	最大値	
費用合計（1頭あたり）	4,856	824,703	165,257	411,925	2,185,752	
費用合計（生乳100kgあたり）	4,856	9,375	2,457	5,114	44,996	
飼料費シェア	4,856	0.44	0.06	0.16	0.67	
労働費シェア	4,856	0.24	0.08	0.07	0.72	
乳牛償却費シェア	4,856	0.13	0.05	-0.35	0.36	
その他費用シェア	4,856	0.18	0.04	0.03	0.61	
自給労働費シェア	4,856	0.91	0.13	0.11	1.00	
雇用労働費シェア	4,856	0.09	0.13	0.00	0.89	
自給飼料費シェア	4,856	0.24	0.18	0.00	0.72	
購入飼料費シェア	4,856	0.76	0.18	0.28	1.00	
65歳未満労働者のみ						
項目	標本数	平均値	標準偏差	最小値	最大値	
費用合計（1頭あたり）	2,816	810,503	160,241	411,925	1,651,293	
費用合計（生乳100kgあたり）	2,816	9,187	2,262	5,114	44,996	
飼料費シェア	2,816	0.44	0.06	0.21	0.64	
労働費シェア	2,816	0.24	0.07	0.07	0.57	
乳牛償却費シェア	2,816	0.13	0.04	-0.35	0.36	
その他費用シェア	2,816	0.18	0.04	0.03	0.38	
自給労働費シェア	2,816	0.91	0.13	0.11	1.00	
雇用労働費シェア	2,816	0.09	0.13	0.00	0.89	
自給飼料費シェア	2,816	0.25	0.18	0.00	0.72	
購入飼料費シェア	2,816	0.75	0.18	0.28	1.00	
65歳以上労働者のみ						
項目	標本数	平均値	標準偏差	最小値	最大値	
費用合計（1頭あたり）	182	957,533	236,393	508,954	2,185,752	
費用合計（生乳100kgあたり）	182	11,757	3,493	6,671	33,655	
飼料費シェア	182	0.44	0.09	0.16	0.63	
労働費シェア	182	0.29	0.11	0.11	0.58	
乳牛償却費シェア	182	0.10	0.05	-0.07	0.28	
その他費用シェア	182	0.17	0.05	0.05	0.61	
自給労働費シェア	182	0.86	0.21	0.19	1.00	
雇用労働費シェア	182	0.14	0.21	0.00	0.81	
自給飼料費シェア	182	0.13	0.14	0.00	0.52	
購入飼料費シェア	182	0.87	0.14	0.48	1.00	

出所：個票データに基づき筆者が作成した。

投資が活発でなく、乳牛の回転率が低いことが示唆されるが、この点について我々は検証可能なデータを有していないため、慎重な検討が必要である。また、ここでは農家年齢をあくまで家族労働者の年齢によって類別しており、雇用労働者の年齢については勘定に入れていない。この点についても留意が必要である。

よって有意と判断できる。

6. おわりに

本稿では、牛乳生産費統計の個票データに基づき、日本の生乳生産の費用構造を分析した。主要な分析結果は以下の通りである。第一に、飼養頭数や生乳生産量の増大に伴い、生乳生産の平均費用は下落する。この主な原因は、平均労働費の低下である。ただし、一定以上に飼養頭数や生乳生産量が拡大すると、雇用労働や購入飼料の利用が必要となり、こうした規模の経済の影響が弱められる。ただし、日本の酪農農家の規模は国際的には必ずしも大規模とは言えない。したがって、豪州等の酪農大国並の規模拡大を行った場合に、十分な規模の経済性が得られるかどうかについては別途慎重な検討が必要である。酪肉近基本方針においても、生産構造の転換によるさらなる規模の拡大の重要性が指摘されている。本稿の分析結果は、十分な規模の経済性を実現するためには、規模拡大と並んで、柔軟な雇用労働の確保を可能とすること、割高な外部飼料に頼らない経営構造を構築することの重要性を示唆している。また、農家年齢の高齢化が雇用労働と購入飼料の利用シェアを高め、平均費用を上昇させる傾向も観察された。新規就農者の確保と育成の重要性についても酪肉近基本方針で議論されているところであるが、本稿の分析結果からも、その重要性が改めて確認されたと言える。

参考文献

- 金川三代治 (1983) 「牛乳生産における生産費格差形成の要因分析」『農業経営研究』第9号, 21-42ページ.
- 鎌田譲 (2011) 「酪農における規模拡大と労働制約及び潜在価格の変化」『農林業問題研究』47巻2号, 198-203ページ.
- 藤井陽子, 近藤巧 (2001) 「北海道における酪農の総合生産性と草地需要に関する分析」『農経論叢』第57号, 45-56ページ.
- de Frahan, Bruno Henry, Alexandre Baudry, Rembert de Blander, Philippe Polomé and Richard Howitt (2011) "Dairy farms without quotas in Belgium: estimation and simulation with a flexible cost function," *European Review of Agricultural Economics*, Vol. 38, pp. 469-495.
- Kompas, Tom and Nhu Che (2006) "Technology choice and efficiency on Australian dairy farms," *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, Vol. 50, pp. 65-83.
- Tauer, Loren William (1993) "Farmer productivity at various ages," Cornell Agricultural Economics Staff Paper, No. 93-8.
- Tauer, Loren William (2001) "Efficiency and competitiveness of the small New York dairy farm," *Journal of Dairy Science*, Vol. 84, pp. 2573-2576.

(*中央大学経済学部准教授)

(**高崎経済大学経済学部教授)