

酪農経営における投資限界の経済性に関するリスク分析

—飼養頭数と増頭数—

亀山 宏

Economic Efficiency of Investment Limit in Dairy Farming Management using Risk Analysis: Number of Cows and Increment

Hiroshi Kameyama

Abstract

Dairy farming in Japan has required a longer work and an intensive investment. Those are the primary reason that farmers do not handle management succession or new farming. Regarding the economic evaluation measurement of investment, the net present value (NPV) is mainly used, but uncertainty is not explicitly taken into consideration. Unlike another business model, in farm management analysis, the risk analysis framework has seldom been applied.

This study aimed to illustrate to apply it to one dairy farm using cash flows in the financial statement. The simulation was employed by setting the number of cows and increment as input.

The result showed that there was not a significant difference between deterministic and stochastic settings. The timing of the year was around five years when cumulative capital recovery amount by the cow that increased and is less than investment limit. As the advantage of this research, the output was visualized by the probability distribution function.

Key words : investment limit, dairy farm, risk analysis, externalization of management

緒 言

酪農経営の規模拡大の過程で、飼養頭数の増加による投資資本の回収と牛群の日常的な観察（飼養管理、健康管理、発情、妊娠管理）による成果の達成にはトレードオフがあり、飼養頭数の決定は経営者にとっての重要な意思決定である。本稿は、頭数の設定が投資の回収に及ぼす影響の可視化を目的とする。

背 景

近年、わが国の酪農は近年、多様な農業の分野のなかでも特に生産基盤の弱体化が憂慮されている。政府は2015年3月に「酪農及び肉用牛生産の近代化を図るための基本方針」を打ち出した。そのなかで「畜産クラスター」の構築に対する支援をあげておりその効果が期待される。わが国の酪農は、他の農業分野に比べて周年就業など労働時間が長く、事業展開に多額の設備投資を有

するなど経営には負担が大きく、経営の継承や新規就農をはばんでいる（堀⁽¹⁾）。

こうしたなか、全国において農業法人による第六次産業化への取り組みが注目されている。高付加価値ジェラードの開発・製造・販売、耕畜連携に基づく加工販売や加工体験による観光スポット、道の駅での販売、経営の多角化・安定化などの様々な展開方向を模索している（農林水産省総合食料局⁽²⁾）。人材の確保・育成では有効である反面、こうした高付加価値化、安全安心への志向は、自給飼料生産を必要とし、労働経費の多投から飼料費の上昇を伴う。

先行研究

既存研究を概観すると、第1に、酪農経営の生産関数に基づいた分析や生産に関する分析である（拉西・永木⁽³⁾）は、中国地域の酪農経営の特徴を明らかにし、個別酪農経営の効率性分析を行っている。鎌田⁽⁴⁾は、

北海道酪農において労働制約が規模拡大においてどれだけ生じているのかについて潜在価格を測り検討している。長命他⁽⁵⁾は、個別経営において所得確保のために重視している項目を明らかにし、飼養管理意識への方策を検討している。

第2に、リスクに関わる定量的分析である。棧敷他⁽⁶⁾は、わが国における農業投資の経済性評価には正味現在価値（NPV）が主に用いられたが不確実性が明示的に考慮されていないことを指摘し、不確実性要因を明示的に考慮した投資分析手法の一つとして、リアル・オプション分析をあげ、北海道の酪農経営を対象に分析した。

第3に、これに先立ち農業経営における農業投資の経済性評価については、亀谷⁽⁷⁾、矢尾板⁽⁸⁾など労働的基準、資本的基準などの指標の組合せのスペースで投資の意思決定を検討する先行研究が多数ある。

第4に、本研究で用いるリスク分析であるが、MBAの定量分析の方法としては代表的なものである。欧米では、Hardaker et al.⁽¹⁰⁾などの酪農経営への適用がテキストとして出版されているほか、学術論文としては、Bewley et al.⁽¹¹⁾が、搾乳牛の牛群管理などの技術的面で、Bewley et al.⁽¹²⁾、Bewley⁽¹³⁾は、経営、経済的な面からミルクパーラーからロボット搾乳などへと技術進歩が速いなかで、家族的経営が設備投資への意思決定を行い、新たな革新的技術を採用するのかについて支援システムを提示している。Neyhard⁽¹⁴⁾は、酪農産業におけるボラティリティの分析と共に決算書を用いた本研究のリスク分析を適用している。一方、わが国の農業経営学分野ではみられていない。唯一、耕野⁽⁹⁾が酪農経営における搾乳牛の管理について乳房炎の発症リスクに適用したのみである。これは、通常の統計学的分析（多数の観測値を要する）とは異なっているためにトレーニングされる機会がないためである。

第5に、本研究に用いるリスク分析に先立つ研究として、亀山他⁽¹⁵⁾がタイにおけるキャッサバ生産についての収益性の地域間比較に、亀山他⁽¹⁶⁾がレタス作経営、Ghimire et al.⁽¹⁷⁾がネパール東部の開発の進んだ地域での野菜作経営の比較研究、などに取り組んでいる。

以上から本研究では、高度経済成長期以降盛んであった第3の農業投資の経済性評価に、第4と5のリスク分析を明示的に組み込み、酪農経営の技術面と経営面とのトレードオフ関係に注目してリスク分析を適用することをめざす。酪農経営における重要な意思決定である、搾乳頭数と導入頭数についての意思決定が設備投資の計画に及ぼす影響を検討の課題とする。

データおよび方法

本研究で取り上げるリスク分析は、何らかのリスクの確率や潜在的な影響の大きさを定性的あるいは定量的に明示し、直面している問題の不確実性や変動を一体的に取り扱い、問題全体の不確実性を現実的に評価する正確かつ強力な手法、である。これらは、経営科学の分野で広範に用いられている基本的な分析である（Winston and Albright⁽¹⁸⁾）。

適用される分野は、プロジェクトの開始に遅滞を生じたときの総利益へのインパクト、プロジェクトを期日までに予算枠内で完了できる確率、などへの定量分析など、リスクと不確実性の分析を行う分野である。ソフトはPalisade社の@riskを用いた。

データと分析方法

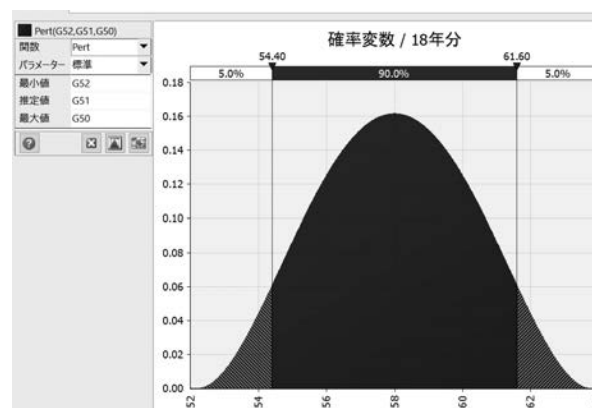
データと基礎的な分析は泉保⁽¹⁹⁾を用いる。

分析には、モンテカルロ・シミュレーションを用い確率的なシミュレーションを行った。逆算しても答えが求められないようなモデルについて、乱数を用いて計算を繰り返し、起こりうるすべての組み合わせを検討し、統計的に答えを出す手法である（澤田・佐藤⁽²⁰⁾、Vose⁽²¹⁾）。

分析手順は次のとおりである。不確実要素に確率分布を定義し、コンピュータ上で乱数を発生させて確率分布からランダムに値を抽出する。この実験を繰り返し、その結果得られた測定値から評価指標の分布を推定する。

入力と出力の定義

入力：年ごとの頭数と増頭数とし、確率分布にはpert確率分布関数を用い、パラメータには各年次の実際値を最尤値に、最小値と最大値とを用いる（第1図）。出力：意思決定に必要な項目（ここでは各年の資本回収額）を出力（シミュレーションの結果指標）として設定する。



第1図 pert確率分布関数

平成19年から25年までの資本の累計とした。シナリオには、頭数と増頭数について第1は最尤値に1割増し、第2は2割増し、の2つを用いる。

結果と考察

泉保（2014）⁽¹⁹⁾の先行研究では、資本の累計を出力としている。本研究では、①資本回収額の累計（平成19年）＝資本回収額（平成18年）＋資本回収額（平成19年）。②各年の資本回収額（C）＝一頭当たり資本回収額（A）×増頭数（B）を算出する（第1表）。

キャッシュフロー表のうち営業活動によるキャッシュフローだけをを用いる。各年の一頭当たり資本回収額＝（営業活動によるキャッシュフロー－営業外収入補助金等）÷頭数より、具体的には（18年分）（48,259千円－7,351千円）÷138頭＝296千円。

平成25年、26年の規模拡大前年2年間の一頭当たりの実績（千円）では、収益1,027、所得217、資本利子5、減価償却費64、建物37、構築物4、機械23。これより毎年平均資本回収額（資本収益）は減価償却費64＋資本利子5＝69である。

一頭当たりの投資限界をCとすると資本回収額（資本収益など）でカバーできる額

$$C = 69 \frac{(1 + 0.0195)^{15} - 1}{0.0195 (1 + 0.0195)^{15}}$$

年利1.95%の15年償還、年金現価係数

C＝890千円

890千円×200頭＝178,000千円

これが、平成22年計画頭数200頭での投資限界である。実際の設備投資額をみると、建物59,372千円、構築物3,332千円、機械装置46,988千円（うち18,850千円は補助金）で合計109,692千円である。これに対して、実質の設備投資額は90,842千円である。

これは、投資限界の約50%（90,842千円÷178,000千円）で設備投資を行っている。補助金なしで計算しても約62%になる。

200頭での設備投資額が90,842千円、5年までの資本累計額が106,089千円であり、これを超えるためには増頭しても5年で完了する。

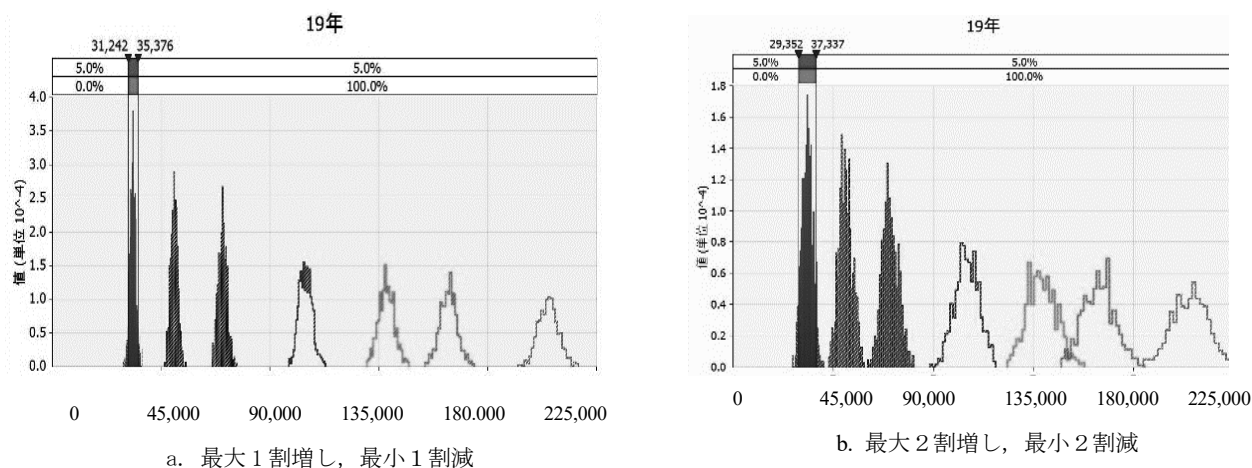
第2図は増頭した牛が回収した資本の累計額を示す。モンテカルロ・シミュレーションの結果により作成した。第1図の「増頭した牛が回収した資本の累計」について、左から平成19年から25年値を図示した。シナリオ1（最大1割増し、最小1割減）の結果はaに、シナリオ2（最大2割増し、最小2割減）の結果は同bに示した。a、bのそれぞれの確率分布は各年の額を示す。これを比較すると、シナリオ1よりも2の結果の方が幅が広がっている。bの方が確率分布の広がりが大きく、それぞれの年において、現実値（最尤値）の両側に幅がみられ、現実値を下回る場合に取りうる「増頭した牛が回収した資

第1表 資本の回収額の累計の推移

（単位：万円、頭数）

事業年度（平成）		17年	18年	19年	20年	21年	22年	23年	24年	25年
営業外収入補助金など（ア）		291	735	928	2,017	1,346	1,874	2,449	2,249	1,476
営業活動によるキャッシュフロー（イ）		1,730	4,825	3,601	4,807	4,649	6,846	7,410	4,954	6,211
純キャッシュフロー（NCF）（ア－イ）		1,438	4,090	2,673	2,789	3,303	4,971	4,960	2,705	3,735
頭数	最大		152	219	224	223	223	272	202	222
	最尤		138	199	204	203	203	247	184	202
	最小		124	179	184	183	183	222	166	182
増頭数（B）	最大		64	131	136	135	154	184	191	194
	最尤		58	119	124	123	140	167	174	176
	最小		52	107	112	111	126	150	157	158
一頭当たり資本回収額（A）（NCF÷頭数）			296	127	142	172	234	197	143	228
増頭した牛が回収した資本 C＝A×B			1,578	1,590	1,743	2,117	3,579	3,255	2,537	3,879
増頭した牛が回収した資本の累計				3,168	4,912	7,029	10,608	13,864	16,402	20,281

注：出力は数値が表示されているが、実際には第2図のような確率分布の情報が各セルに組み込まれている。



第2図 資本回収額

本の累計額」が図示されている。

以上, 本研究において農業投資の経済性評価にリスク分析の枠組みを導入する試論をみた。従来, 意思決定の変数を決定変数として扱ってきたものに, 確率分布を仮定して確率変数にすることで, 導入頭数, 飼養頭数などの意思決定がどのように設備投資計画, 事業計画に波及するのか, ビジネスモデル策定にあたり関係者が有する知識をもちより, 課題を共有し取り組む分析に取り組むことができる。

わが国酪農経営は中小規模で高脂肪乳の生産をめざすべき欧州型でありながら, 乳業産業として北海道を念頭に大規模経営で低脂肪乳生産をめざす米国型にもとづいて生産基盤整備を進めてきた。規模の大型な北海道などで乾燥牧草を給餌する飼養態勢ならば飼料コストの大幅な削減は可能であるが, 北海道以外では低脂肪乳を念頭に乳製品を生産されることも経営の展開方向としてありうる。酪農経営においてより多くの飼料資源を必要とするビジネスモデルであると, 経営として自給飼料生産基盤部門に労働を配分することになり生産コストを引き上げている。

一方で, 地域農業のなかでは耕畜連携による不耕作地への対応や自給飼料生産基盤の確保をもめざした包括的なFMRなどの展開によって, 飼料生産の外部依存を高めることで生産コストの削減が期待されている。

さらには, 飼料も乾燥牧草の自給生産よりは, 乳酸発酵による高カロリーな飼料を給餌するなど, 飼料供給業会社からの飼料の調達などにより経営の外部依存度を高め, 飼料の調達プロセスを分業化することが検討する。その場合, 酪農経営は増頭により搾乳牛の管理に特化した技術体系が有効であろう。そして頭数と増頭数の意思決定が経営の各方面にどのように影響するのかを評価するシステムの構築が今後の課題となる。

謝 辞

本研究では, 税理士法人共同経営センター代表役員泉保繁美氏と原ゆき子氏には, 毎年の決算検討会にてご指導, ご協力を頂き, 記して感謝の意を表する。

摘 要

わが国の酪農は長時間労働と建物・機械・施設などへの資本投資が必要で, 農家の経営継承と新規就農を阻んできた。設備投資による収益性の向上が期待される。事前の投資の経済評価測定には, 一般的に正味現在価値(NPV)が主に用いられている。本稿では, 飼養頭数の増減が投下資金の回収にどのように影響を及ぼすのかについて定量分析を行った。

引 用 文 献

- (1) 堀千珠: 酪農生産基盤の強化に向けて, みずほインサイト, 8月12日, 1-6, みずほ総合研究所(2015)。
- (2) 農林水産省総合食料局: 6次産業化の取り組み事例集100事例」(2011)。
- (3) 拉西德吉徳, 永木正和: 中国地域における酪農経営の経営成果評価に関するDEA分析. 農林業問題研究, 32, 143-148 (1997)。

- (4) 鎌田譲：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, 183, 198-203 (2011).
- (5) 長命洋佑・林和徳・福井弘之：酪農経営における飼養管理意識に関する分析—徳島県の牛群検定農家を対象に一, 農林業問題研究, 189, 437-447 (2013).
- (6) 棧敷孝浩・神野洋一・山本康貴：不確実性下における酪農投資の経済性評価—リアル・オプション分析からの接近一, 農林業問題研究, 174, 37-41 (2009).
- (7) 亀谷 昱：『農業投資の経済理論』農林統計協会 (1975).
- (8) 矢尾板日出臣：農業投資の方法と実際, 明文書房 (1980).
- (9) 耕野拓一：酪農経営における乳房炎管理のリスク・シミュレーション分析, 平成18年度帯広畜産大学後援会報告, 35, 7-9 (2007).
- (10) Hardaker, J. B., Huirne, R. B. M., Anderson, J. R. and Lien, G.: (Eds.) Stochastic Simulation. In: Coping with risk in agriculture. Cambridge: CABI Publishing, 157-180 (2004).
- (11) Bewley, M. J., Boyce, R. E., Roberts, D. J., Coffey, M. P. and Schultz, M. M.: Comparison of two methods of assessing dairy cow body condition score. *J. of Dairy Research*, 77 (1), 95-98 (2010).
- (12) Bewley, M. J., Boehlje, D. M., Gray, W. A., Hogeveen, H., Kenyon, J. S., Eicher, D. S. and Schutz, M. M.: Stochastic Simulation Using @Risk for Dairy Business Investment Decision. *Agricultural Financial Reviews*, 70 (1), 97-125 (2010).
- (13) Bewley, M. J.: A Stochastic Simulation Model for Dairy Business Investment Decision, Palisade Webcast (2014).
- (14) Neyhard, H. J.: Analysis of risk management strategies in the dairy Industry using Monte Carlo simulation Techniques. Master Degree Thesis, Cornell Theses and Dissertations, eCommons Cornell's digital repository, Cornell University, 1-154 (2010).
- (15) 亀山宏・ヌガソムスク カモル・伊東正一・トッドサデイ アリラット：キャッサバ生産の収益性のリスク分析による地域間比較, 個別報告, 地域農林経済学会 (2013).
- (16) 亀山宏・佐藤孝治・西智司・今城慶太：レタス栽培経営の収益性に関するリスク分析, 香川大学農学部学術報告, 67, 1-5 (2015).
- (17) Ghimire, P., Nakayasu, A., Matsuoka, A., and Kameyama, H.: Market Margin Study of Off-season Cabbage Value Chain in the Eastern Development Region of Nepal. *Asian Journal of Agriculture and Development*, proceedings of the 8th Asian Society of Agricultural Economists International Conference, (12) 3, 24-25 (2015).
- (18) Winston, A. L. and Albright, S. C.: Introduction to simulation modeling. In: Practical management science. South Western Cengage Learning, 551-620 (2011).
- (19) 泉保繁美：A牧場の経営診断, 決算検討会配布資料, 1-41, 税理士法人共同研究センター (2014).
- (20) 澤田美樹子・佐藤夕子：不確実性下の意思決定のためのリスク分析手法, テクニカルレポート, 8, 日立東日本ソリューションズ (2002).
- (21) Vose, D.: Risk analysis: A quantitative guide, 1st ed. (長谷川専・堤盛人訳『入門リスク分析—基礎から実践』勁草書房, 2003), (2000).

