

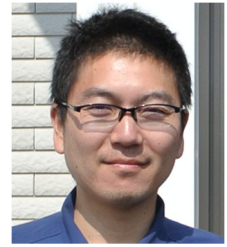
■受領No.1326

インタビューと土壤機能解析を組み合わせた 北海道酪農の栄養バランス向上を目指すための研究

代表研究者

内田 義崇

北海道大学大学院農学研究院 准教授



1. 研究目的

1.1 背景

北海道において、酪農は国際的に見て最高品質の生乳を生み出す産業として知られている。一方で、酪農産業と環境問題（大気や水質の劣化）には深い関係がある。環境問題を防ぐためには、窒素やリンなどの栄養素が農場内で効率よくリサイクルされることが重要であり、そのリサイクル率を計算する方法は「栄養バランス」と言われている。そこで、北海道の酪農場の栄養バランスを計算することに加え、農家の栄養バランスに関する考え方を捉える必要がある。つまり、農家が自らの経営体がどれだけ物質を循環させているのか、という「感覚」とデータとして計算できる「実際の現状」のギャップを本研究で明らかにすることで、実際の政策や農家向けのコンサルなどに役立つ情報が得られることが期待される。

1.2 目的

そのため、本研究では、北海道の酪農場を対象とし、下記を目的とした調査を行った。

- 北海道の酪農家が、農場内の栄養バランスに関してどのような理解・感覚を持っているのかをインタビューを通して明らかにする。
- 購入した飼料や肥料、出荷した生乳や肉などの情報から、酪農経営体の栄養バランスを明らかにする。また糞尿や土壌の分析を通して、農場に「入ったにも関わらず出ない

栄養素」の動態を明らかにする。

- EUなどで既に用いられている栄養バランス基準値と比べ、北海道の酪農家の環境負荷リスクや経営効率に関わる栄養バランスの現状を把握し、改善できる点と、改善するために障害となりうる農家の感覚について明らかにする。

2. 研究内容

本研究では、北海道内の酪農家を対象に、農場を出入りする栄養素データを収集した（入る肥料や飼料、出る生乳や肉に関する情報）。さらに、土壤中、糞尿として土壤中に残る栄養素やマメ科植物による窒素固定について調べた。さらに、酪農家の草地運用に関する感覚（どれほど糞尿を効率よくリサイクルできているか、散布した肥料がきちんと効いており生産性に反映されているか、同じ土地面積でもっと牛数を増やせると思うか、など）を明らかにし、栄養素データと比較した。

研究は、下記の四点を中心に行った。詳細を下記に示す。

2.1 農家の栄養バランスに関する「感覚」情報の収集

酪農家向け勉強会などで交流がある酪農家を中心に、下記についてインタビューした。個人情報が推測できない程度で、結果をまとめてここに報告する。主に、下記に示す三点について調査した。

- 農地面積と牛数のバランス、糞尿量に関して（糞尿が多すぎる／少なすぎる、撒く面積が多い／少ないなどの感覚）
- 持ち込む飼料（輸入飼料など）と自家生産飼料のバランスに関して（もっと自家生産飼料を増やし、栄養素の持ち込みを減らせるとするか、など）

上記二点に関して、北海道の酪農家は、経済効果を優先して農地面積と牛数のバランスを決めている傾向が明らかになった。持ち込む飼料に関しては、酪農家の「持ち込み飼料」と「自家生産飼料」に対する認識の違いが際立った。酪農牛には「濃厚飼料」と呼ばれるたんぱく質の多いエサ（例：穀物類）と「粗飼料」と呼ばれる繊維質の多いエサを組み合わせ用いる場合が主である。北海道で自家生産飼料として多く育てられているのが牧草であるが、酪農家は牧草を粗飼料として用い、濃厚飼料を持ち込み（購入し）組み合わせ用いるという考え方を持っていることがわかってきた。

一方で、一部の農家は、同じ牧草でも収穫時期を変えたり収穫頻度を増やしたり（背丈が低いうちに牧草を収穫する）することで、牧草の質（たんぱく質量）を向上させ、濃厚飼料の代替として用いることができる質の高い牧草を育てることに成功していることも明らかになった。このような牧草の「質」に注目した取り組みを増やすことで、自給飼料率を高めることに繋がるだろう。

- 現時点で糞尿由来栄養素をどれだけ草地や畑地でリサイクルできていると思うか

糞尿栄養素のリサイクル率に関しては、農家の理解は乏しい。まず、糞尿はコンクリートの上で保管し、春から秋にかけて農場に適宜散布さえすればリサイクルされている、と考えられてしまう場合が多く、糞尿散布による土壌や作物の栄養バランスの変化や、糞尿由来栄養素が最も効率的に作物に利用される条件の構築（例：土壌水分や物理性、他肥料との関連性など）が十分理解されていないことがわかった。

2.2 栄養バランス計算シートの構築

栄養バランス計算に必要な飼料、肥料、生乳、子牛販売などのデータは、農協などから発送される伝票ベースで毎月把握出来た。連携している農協にお願いし、個人情報を消したファイル（例：農家名をアルファベットにしたもの）を随時送付していただいているが、まだデータがそろっていないため、ここでは中途経過を示す。

結果として、北海道の酪農形態はあまりにも多様であり、すべての農家が利用できる計算シートを構築するのは不可能であることがわかってきた。例えば、近年北海道で広まりつつあるTMR (Total Mixed Ration) システムでは、複数の農場で収穫された牧草やデントコーンが一度「TMRセンター」と呼ばれる飼料集約管理施設に集められる。そこで、TMRセンター独自の方法で個々の農家からの収穫物(牧草やデントコーン)、さらに輸入飼料(主に穀物)が混合され、それぞれの農家に分配される。そのため、TMRセンターを利用している農家とそうでない農家(個人ベースで輸入飼料を購入している)では、栄養バランス計算に関わる要素が大きく異なることがわかった。糞尿の量、出入り、利用状況や窒素固定など、伝票に出ない栄養バランスの把握

堆肥舎にある堆肥の量の増減は、正確に把握しにくいいため、堆肥舎の中をカメラで撮影し、3D化した上で堆肥の全量を把握できるのかをテストした。堆肥舎に積まれている堆肥の3D化については、デジタルカメラで撮影する方法と、タブレット端末に3Dカメラを取り付ける方法の二通りを試すことが出来た。どちらもある程度の制度で3Dモデル化することが出来た。例えば、図1では、撮影した画像を組み合わせると堆肥の山が3D化されていることがわかる。しかし、デジタルカメラで撮影する方法は何百という写真を撮影する必要があるため、現場で利用するにはやや非現実的である。さらに、糞尿の山をすべての角度から撮影することが必要であるため、特に糞尿が高く積ま



図1. 堆肥の山を様々な角度からデジタルカメラで撮影し、3D画像を構築する様子 (VisualSfMというフリーソフトのキャプチャ画像)。

れている場合などは、上からの撮影が難しく、3Dモデルでは糞尿の山に穴が開いてしまう等の問題があった。

2.3 北海道酪農の栄養バランスの国際的な比較と、今後の改善点の把握

北海道酪農は、極めて多様化しており、申請書で記載した比較法であるEUの基準との比較は難しかった。北海道酪農システムで多くみられる畑作農家との連携(例:堆肥と麦稈の交換や、畑作農地と草地の交換やローテーション)については、独自の評価が必要であると考えた。しかし、このような人と人の信頼関係で成り立っている物々交換のような形態は伝票や数値となって現れない場合が多いため、農家に負担の無い仕方で数値的な把握が出来るように研究が必要である。

3. 発表(研究成果の発表)

招待講演等

- **Yoshitaka Uchida**, Recent trends in Hokkaido style dairy farming in Japan in relation to difficulties in nutrient budgeting, Agriculture Victoria Intensive Animal Industries Symposium (Melbourne, Australia, December 2018).
 - オーストラリアの酪農関係者向けの招待講演。
- **Yoshitaka Uchida**, Recent trends in Hokkaido style dairy farming in Japan in relation to

difficulties in nutrient budgeting, Aarhus University Hokkaido University Joint Summer University 2019 (Skjern, Denmark, 24th June 2019).

- デンマークの研究者、学生、農業関係者向けの講演。
- **内田義崇**、「馬場農場の土～理化学性以外のあれこれ～」、第38回グラスファーマーミングスクール(長沼温泉、由仁町、北海道、2019年7月4日)
 - 日本の放牧酪農家向け講演。