

新潟県魚沼地域における自給飼料の生産と利用が酪農経営に与えた効果

栗村美帆¹・吉田智佳子^{2*}

(平成30年1月11日受付)

要約

効率的な生乳生産のため、乳牛は遺伝的改良とともに、高栄養な飼料が多給されている。日本では、飼料の輸入依存度が高くなって久しい。一方、農業生産者の減少や耕作放棄地の拡大は歯止めがかからず、地域では鳥獣害や土砂災害などが増加している。食料生産基盤の安定化のために、耕畜連携の農業生産体系の再構築が望まれる。新潟県は日本最大の稲作地帯であり、稲作と並行して酪農を営む独特の体系が発達してきたが、稲作と酪農の相互の活用は薄く、粗飼料自給率は全国的に見ても低い。本研究では、平成21年(2009年)に新潟県魚沼地域で発足した、酪農家による粗飼料生産組合を事例として、地域の飼料自給率向上の可能性について、組織の概要、自給飼料の品質および自給飼料利用による乳牛の生産性および繁殖成績への影響を評価した。自給飼料利用前(2009年)と利用後(2011年)の状況を調査し、平成24年(2012年)に組合員を対象に、乳牛の繁殖成績のモニタリングを行った。自給飼料生産組合は個々の酪農経営とは独立して運営され、地元JAや関連機関と連携し、地元稲作農家と飼料利用目的の水稲栽培を契約し、飼料生産を行っていた。稲WCSおよびコーンサイレージとも品質は良好で一般的な輸入飼料より安価で販売され、飼料コストが軽減していた。自給飼料利用による乳牛の生産性および繁殖成績への負の影響は見られなかった。組合組織による自給飼料生産は、酪農の収益性が高まるとともに、地域内の耕畜連携が推進され、地域の持続的な農業生産基盤の盤石化につながると考えられた。

新大農研報, 70:29-40, 2018

キーワード：自給飼料、生産組合、新潟県、酪農経営

1. 緒言

酪農は、栄養源としてヒトが利用できない草をウシが食べ、乳や肉などの動物性タンパク源をヒトへ供給する役割を担っている。しかし、食料確保の不安が解消され、購買力の高い先進国では、穀物を濃厚飼料として牛に給与し、育種改良によって実現された高い泌乳能力を発揮するよう飼養管理されている。日本においては、戦後、格安な飼料の輸入が促進され、加工型畜産を主体として発展し、輸入濃厚飼料依存度が高い。飼料穀物の輸入量は2012年には1,398万t、粗飼料の輸入量も2012年には254万tに達した。飼料の自給率は1970年の49.6%から1985年以降は40%以下となり(家畜人工授精講習会テキスト、1998)、2013年には26%であった(濃厚飼料で12%、粗飼料で77%)(農水省生産局生産部畜産振興課、2014)。

酪農経営において、飼料を作付けせずに購入する比率が高い場合、飼料生産用地の制約が無く規模拡大が容易で、家畜管理に集中できるなどの利点がある。反面、飼料に付着した病原菌が場内に潜入する危険性、雑草種子の潜入による地域生態系の異変、飼料の不消化成分が土壌等に蓄積し、生産地の地力が消耗する可能性や、穀物の国際需給と価格、海上運賃の動向に大きく影響を受け、それは経営および畜産物生産の不安定化につながる。(佐藤、2010)。飼料価格の高騰の下、酪農経営における生産費に占める飼料費の割合(乳飼比)は、それ以前が40%の前半であったのが、40%の後半になり(小野、2009)、結果、都府県の酪農家の所得は半減したと推測された(農林総合研究所、2008-9)。平成26年度(2012年)における搾乳牛一頭あたりの生産費は81.5万円であり、そのうち飼料費は48.4%を占めている(農林水産統計)。このことは、飼料にかかる生産

コストの軽減が経営に与える影響が大きいことを示している。

日本で生産される家畜用粗飼料は、青刈りとうもろこしやイタリアンライグラスなどのイネ科及びマメ科の各種牧草が一般的である。近年では、飼料自給率の向上とともに国土の保全が期待されることから、米の減反対象地において、飼料用稲の栽培が制度としても推奨され、全国の飼料用稲の作付面積は、平成13年の2,378haから2012年には25,000haへと継続して拡大している。栽培地域の気候条件に適した飼料用稲の品種改良が進むとともに、輸入粗飼料との代替を検討する研究も行われてきた。たとえば、輸入チモシー乾草を28%混合するTMRにおいて糊熟初期に収穫した稲ホールクロップサイレージ(以下稲WCS)をチモシー乾草と半量および全量を置き換えても、日乳量が30kg程度の泌乳牛においては同等の乾物摂取量、乳生産が得られている(関ら、2007)。平均305日乳量が10,090kgの牛群において、裁断長3cmの稲ホールクロップサイレージ(稲WCS)(乾物20%)の発酵TMRは、配合飼料、購入エンバク、自給粗飼料(イタリアンライグラス)を用いて養分を充足すれば、購入乾草主体TMRを給与した場合と同等の乳量が確保された。また、暑熱期における受胎率は稲TMR区が購入乾草TMR区に比べ高く(37.5%および11.1%)、繁殖成績が維持されたとの報告もある(新出、2010)。サイレージ原料である飼料用稲は、窒素施肥や出穂後早期収穫等の栽培管理を調整することによって、乾乳期の乳牛に給与すると産後早期に卵巣の機能が回復するβ-カロテンの量を高められたと報告されている(関ら、2007;川島、2009)。

一方、畜産が抱える大きな課題は、糞尿の処理である。波田野(2002)によると、近年、畜産経営の急激な大規模化の進行、高齢化に伴う農作業の省力化等を背景に、家畜排せつ物の資源

¹ 新潟大学大学院自然科学研究科

² 新潟大学農学部

* 代表著者：cyoshida@agr.niigata-u.ac.jp

としての利用が困難化しているが、家畜糞尿および糞尿窒素の廃棄や農地の余剰窒素は、地表水や地下水の窒素汚染の原因となる。日本における環境に負荷をかけない持続的な酪農の発展のためにも、海外からの飼料の流入量を減らし、国内での飼料生産量を増加させる、つまり飼料自給率を高めることが必要である。

2010年末における日本の農用地は約467万haで、全国土面積の約12%を占めている。そのうち耕作放棄地の面積は約40万haで耕地全体の10%に達している（農林水産省「農林センサス」2010）。そして、耕地の約20%の93万haが飼料の作付けに利用されている。飼料作物の品目別では、牧草の作付面積が最も多い。日本における飼料作物の作付は主に畑に対してであり、水田の利用率は16%である。近年は、田への作付が増加する傾向にある。この背景には、米の生産調整の影響があると考えられる（谷口ら、2010）。

新潟県が属する北陸地域は、総土地面積に対する耕地の割合（耕地率）は沖縄に次いで15.2%である。そのうち水田率は約90%で、稲作が非常にさかんである。一方、耕地面積に対する飼料作物作付面積は2.3%と全国の中で2番目に低い。しかし、近年徐々に増加している。新潟県も北陸地域と同様の傾向がみられる。総土地面積のうち約16%の173,900haが耕地として利用され、水田率は88.5%である。新潟県の2008年の粗飼料自給率は40%（新潟県、2008）で他県と比較して低いが、北陸地域と同様に近年飼料作物の作付けが徐々に活発になっている。北陸地域および新潟県において、飼料作物の作付面積に対する水田率はそれぞれ61.7%、64.5%と全国的に見て高い。これは、北陸地域や新潟県は耕地における水田率が高いため、米の生産調整による新規需要米への転作に対する行政の取り組みや各種助成の影響が顕著に表れたのではないかと推察される。飼料作物の作付面積に占める酪農家および肉用牛農家の経営耕地面積は、北陸地域および新潟県は、他地域と比較して小さい。都府県酪農においては、酪農家が飼料生産のための経営耕地を持ち、酪農家自身による夏作トウモロコシ、冬作イタリアンライグラスを中心とする通年サイレージ調製・給与体系を定着、拡大してきたが、新潟県やそれを擁する北陸地域はその体系の確立に適していなかったと考えられる。耕地面積の90%近くを水田が占め、酪農家が管理する耕地面積が20%と少ない特徴をもつ新潟県では、独自の飼料生産、利用体系を模索する必要があると考えられる。地域における持続的な生乳生産の実現のためには、酪農経営のコスト軽減による収益性の向上および地域内のバランスのとれた物質循環型農地利用、および自給飼料の利用によって乳牛の生産性および繁殖性が、これまでと同様かそれ以上に維持、向上することが必要である。

このような状況で、2009年度に新潟県魚沼市の酪農家5軒が自給飼料生産組合を組織し、自給粗飼料である稲WCSおよびコーンサイレージを通年給与する体系の飼養管理によって経営が向上した事例が報告された（平成23年度新潟県畜産協会資料）。本研究では、新潟県魚沼地域で酪農家によって運営される自給飼料生産組合の設立と生産された飼料の利用が、酪農経営および乳牛の生産性および繁殖性に与えた影響を総合的に評価することを目的とした。

2. 自給飼料生産組合の運営の概要と飼料自給率増加による経営への影響

(1) 調査対象

U自給粗飼料生産組合と3名の組合員（酪農家A、B、C）の乳牛群。

(2) 調査対象期間

自給粗飼料利用前の調査期間を2009年度（2009年4月～2010年3月）、利用後を平成23年度（2011年4月～2012年3月）の各1年間とした。

(3) 調査内容

飼料生産組合の設立の経緯、運営体制、粗飼料の生産および販売状況等について、調査対象者および生産組合の運営に関して指導的立場である地元JAに、アンケートおよび聞き取り調査を実施した。2011年と2012年に飼料生産組合で生産された稲WCSおよびコーンサイレージの成分について、関係機関によって分析または把握された成分値を用い、日本標準飼料成分表（2009年版）の「イネ（出穂期）」と「トウモロコシ（乳熟期・東日本）」と比較した。各牛群の生産管理チェックシート（一般社団法人中央酪農会議）および新潟県畜産協会が実施した畜産経営診断の資料を参考に、2009年と2011年の搾乳牛への給与飼料の内容と給与量を把握した。日本標準飼料成分表（2009年版）と、成分分析値を用いて、牛群AおよびBにおける、自給飼料利用前後の給与成分の変化を把握した。調査期間内の飼料自給率を算出した。

(4) 魚沼市における飼料生産の概況

魚沼市は、総土地面積に対して林野面積は85%、可住地面積は15%である。信濃川支流の魚野川沿いを中心に破間川、佐梨川、羽根川、田河川等の1級河川流域に住居地が形成され、平均海拔は100mを超える典型的な中山間地域であり、新潟県の平均と比較すると耕地面積が小さい。また、西を魚沼丘陵、東を三国山脈に挟まれた魚沼盆地の北方に位置し、夏は高温多湿、冬は降雪期間が年間の3分の1におよび、3m以上の積雪がある豪雪地帯である（魚沼市、2012）。農業部門は、稲作経営が主体で水田率が85%、米が62%を占めるが、県平均と比較すると水田の面積は小さい。畜産は農業産出額の13%を占める。乳用牛飼養戸数は27戸、乳用牛飼養頭数は750頭で、畜産算出額のうち酪農が47%と多い（2011年現在）。飼料用作物の作付面積は111haで、耕地面積に対する飼料作物の作付け割合は、新潟県（2.3%）とほぼ同じ2.6%で、全国平均（20.4%）に比べると小規模である。牧草の作付面積は県内30市町村のうち16位であるが、青刈りとうもろこしの作付面積は、津南町に次いで2位であった。

(5) 自給飼料生産組合を組織するまでの経緯

U自給飼料生産組合は任意組織で、2009年1月に設立された。組合員数は5軒で、すべて酪農家であった。組合員の経産牛の飼養頭数は13～46頭で5戸の合計は146頭、平均すると29.2頭であった。

U自給飼料生産組合の位置する魚沼市では、組合の組織以前より、それまでの耕作放棄地に加え、中越大地震に起因した耕作放棄地の増加が、農政の課題となっていた。転作田における稲WCSの生産は平成13年（2001年）度から開始され、2010年度には面積が35haまで拡大した。しかし、発酵品質が悪いため廃棄されるものも多く、更に高温下では品質が劣化しやすいため、利用期間が気温の低い10～3月に限られてしまう。そのため、飼料の高品質化が求められていた。そこで新潟県地

域振興局農業振興部から、中越大震災復興基金や、戸別所得補償の助成を活用して、良質な粗飼料生産に必要な牧草の収穫と調整を行う汎用機（カッティングロールベアラおよび自走式ラッピングマシン等）の導入や、稲 WCS への転作の促進を行う提案がされた。地域振興局普及員が管轄地域の酪農家に対して自給飼料生産組合の設立を呼びかけた。その提案に対する酪農家の関心はあったものの、これまで取り組んだことのない事業であることから、実際に参加する者がおらず、いったんは組織化が白紙になる可能性もあった。しかし、泌乳量増加のために輸入飼料の購入量を増加させると却って経営が圧迫されるという慢性的な飼料高騰下で、普及員の熱心な呼びかけに応じた酪農家が集まり、K 農協営農センターにおける話し合いの中で、組合の設立が決定した。U 自給飼料生産組合の設立の目的は、「組合員の自給飼料生産についての協議を図ることにより、その生産性を向上させ、組合員の共同の利益をあげる」こととした。本自給飼料生産組合を設立するにあたって、他県や他地域の事例を参考にはせず、地域と組合員の実状を最大限に考慮して事業内容を決定した。畜産農家側は、安価で品質が安定して良い飼料の要求があった。耕種農家においても、田植えから収穫まで通常の稲作と栽培体系が同じであるため、稲作農家の転作への取り組み安いというメリットがあった。さらに、普及員

に勧められ、稲作農家の転作の手助けをするために組合に加入した組合員もいた。稲の収量が多いほど、飼料用稲の刈り取りの委託料が安くなるため、稲作農家のモチベーションが上がるためだ。これらの需給がかみ合ったことも、組合の設立においては重要であった。新潟県畜産研究センターにおける研究で、稲 WCS を給与しても乳量の低下は見られなかった、という結果があったことも、組合設立を促す要因となった。新潟県畜産研究センターは、U 自給飼料生産組合設立後には、生産された稲 WCS の成分評価や、その給与方法への指導を行うなど、生産組合の運営に関与している（図 1）。

(6) 自給飼料生産組合の各組合員の酪農経営の概要

組合員は 4 名が旧北魚沼郡広神村、1 名が旧入広瀬村で酪農経営を行っていた。飼養頭数は、27～75 頭（平均 51 頭）のうち経産牛頭数は 13～45 頭（平均 29.2 頭）、各農家の家族内酪農従事者数は 1～3 人（平均 2.6 人）であった（表 1.）。飼養頭数は県平均と比較して少なく、小規模な経営体であった。2011 年 11 月まで会社員であった C 以外の 4 軒は酪農経営を収入の主体としており、C も 2011 年 12 月以降、酪農経営が主となった。

自給飼料の組合員の利用量（購入予定）は、年始めの協議で決定する。コーンサイレージは、2011、2012 年ともに組合設

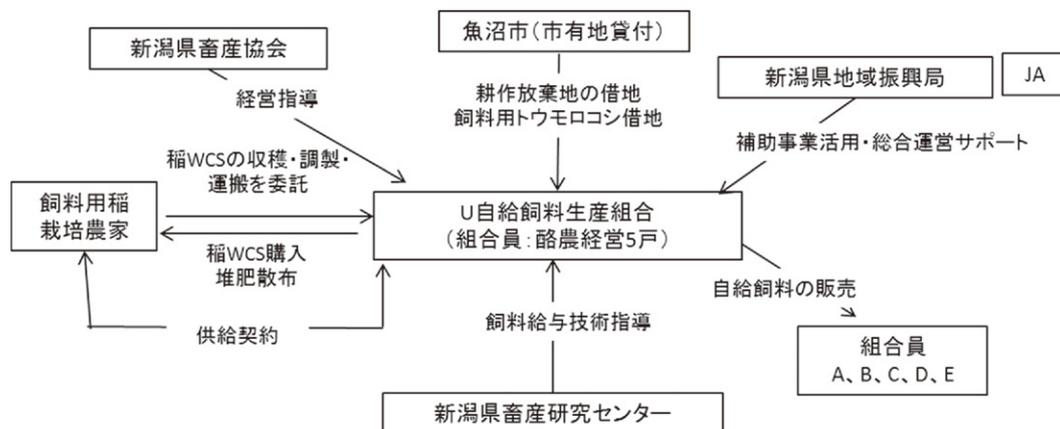


図 1 U 自給飼料生産組合の組織運営体制（参考：新潟県畜産協会資料）

表 1. U 自給飼料生産組合の組合員の酪農経営概要

	A		B		C		D		E	
酪農経営年数										
経営に従事した年	昭和49年		昭和45年		昭和54年		昭和57年		昭和48年	
経営主となった年	昭和49年		昭和45年		昭和54年		昭和57年			
飼料給与方式	TMR		TMR		分離給与		分離給与		分離給与	
牛舎施設	タイストール、対頭式 片側25頭		タイストール、対頭式 片側17頭		タイストール		タイストール、対尻式		タイストール	
糞尿の搬出方式	バンクリーナ、ローダ		ローダ		手作業		ローダ		バンクリーナ	
糞尿堆肥化発酵処理施設	無し		堆肥舎方式		無し		堆肥舎方式		堆肥舎方式	
1日の搾乳回数(回)	2		2		2		2		2	
搾乳開始時間	6:30	18:00	5:30	17:30	6:00~7:00	18:00	6:30	18:30		
	平成20年	平成23年	平成20年	平成23年	平成20年	平成23年	平成20年	平成23年	平成20年	平成23年
酪農従事者(人)	3	3	3	3	2	2	1	1	2	
経産牛頭数(頭)	45	45	38	36	17~18	17~18	20	20		

補足：A、Cは地域の堆肥センターと連携して糞を処理。

表2. 自給飼料の利用による粗飼料コスト低減額

	収穫量 t	風乾物換算量 t ①	自給粗飼料供給価格			チモシー乾草 購入価格 (kg) 円 ③	風 1 kg 当たり コスト低減額 円 ④ = ③ - ②	組合全体の コスト低減額 千円 ⑤ = ① × ④
			ロール 1 個当たり 円	サイレージ 1 kg 当たり 円	風乾物 1 kg 当たり 円 ②			
デントコーン	262	75	8,000	16	56.2	60	3.8	285
稲 WCS	382	110	4,000	13	45.7	60	14.3	1,573
合計	644	185	-	-	-	-	-	1,858

表3. 自給飼料生産組合の経産牛1頭当たり年間飼料費の比較

	平成20年実績			平成23年実績			増減		
	給与量 kg	飼料費 円	kg 単価 円	給与量 kg	飼料費 円	kg 単価 円	給与量 kg	飼料費 円	kg 単価 円
濃厚飼料	3,872	269,106	69.5	3,799	238,372	62.75	-73	-30,734	-6.75
購入粗飼料	5,235	320,544	61.23	4,076	226,046	55.46	-1,159	-94,498	-5.77
自給粗飼料	0	0	-	2,038	96,415	47.31	2,038	96,415	-
粗飼料計	5,235	320,544	61.23	6,114	322,461	52.74	879	1,917	-8.49
合計	9,107	589,650	64.75	9,913	560,833	56.58	806	-28,817	-8.17

立当初から生産作業に参加している A、B、D の 3 戸が利用していた。E は組合とは別に自家産のコーンサイレージを給与していた。A、B、C の 2011 年のコーンサイレージ購入 (利用) 量は、それぞれ 193、190 および 150 個、2012 年は 201、220 および 196 個であった。稲 WCS は、2011 年は A、B、C および D が、2012 年は全員が利用した。2012 年の利用個数はそれぞれ 352、365、127、180 および 81 個であった。

A、B の飼養規模は県平均の 70 頭台、C、D の飼養規模は 20 頭台である。70 頭規模の牛群で自給粗飼料を通年給与するためには、コーンサイレージと稲 WCS を合わせて約 20 t が必要で、そのために必要な栽培面積は約 10ha と試算される。20 頭規模の牛群では、購入乾草と合わせた飼料設計の場合、約 4 t の収量、2.5ha の栽培面積が必要であり、自給粗飼料のみを給与する場合は 13 ~ 15 t の収量、6.7ha の作付面積が必要と試算される。A、B および C は自給粗飼料と購入乾草を組み合わせた飼料設計をし、D は購入乾草を全て自給粗飼料に置き換えて給与していた。

(7) 自給飼料生産組合における飼料生産管理の概要

U 自給飼料生産組合では、前述した汎用機をはじめとした自給飼料生産に係る共同利用施設機械の設置および管理を行っていた。これらの施設機械を用いて、2009 年から耕作放棄地を活用したコーンサイレージの生産 (耕起、栽培、収穫、調製、運搬、収穫畑への堆肥散布)、2012 年から稲発 WCS 生産の受委託 (飼料用稲の栽培の委託、収穫、調製、運搬作業、収穫水田への堆肥散布作業の受託) を行っていた。生産組合では、デントコーン、コシイブキ、コシヒカリの 3 種類のサイレージを生産していた。稲 WCS だけでは、組合の経営に対する補助金の影響が大きくなるため、経営の安定化の意味も含めデントコーンを栽培品種として取り入れていた。コシヒカリとの交雑を回避する目的で、WCS 用に栽培する水稻は、クサユタカなどの飼料専用品種ではなく、コシイブキやコシヒカリといった主食用の品種としていた。降雪期間が長いことから、飼料の収穫および調製が降雪前の 11 月には終わるよう、機械の稼働率

を上げ、更にデントコーンと稲 WCS の収穫調製作業が競合しない様に、早生のコシイブキの作付けや、コシヒカリも早期収穫ができるよう、稲作農家と調整していた。デントコーンの経営耕地面積は、組合設立当初 (2009 年) は須原字浦山・スキー場跡地の 9ha であった。調査を行った 2012 年には福山新田の耕作放棄地 5ha を含め、14ha であった。

組合は酪農経営とは運営を別にし、コーンサイレージと稲 WCS を生産して、組合員に販売した。コーンサイレージは、作付地の耕起、播種、施肥、収穫調製、運搬の全工程を組合が行った。稲 WCS は、4 月に水田利用再生協議会において稲作農家と U 自給飼料生産組合で栽培検討会を開き、稲 WCS 用の水田を決定し、出穂収穫までの栽培管理は稲作農家が行い、組合は収穫、調製、運搬、堆肥の散布を行った。なお、組合は収穫以降の作業を稲作農家から受託し、収穫調整した稲 WCS を買い取る形式であった。

2011 年に生産組合から供給されたコーンサイレージおよび稲 WCS のロール 1 個当たりの価格はそれぞれ 8,000 円、4,000 円で、風乾物 1 kg 当たりでは 56.2 円、45.7 円であった (表 2)。同年のチモシー乾草の購入実績価格 (風乾物 1 kg 当たり) 60 円と比較すると、コーンサイレージでは 3.8 円、稲 WCS では 14.3 円安く調達されていた。このことにより、組合全体のコスト低減額は 1,858 千円、経産牛 1 頭当たり 13 千円の飼料費の節減が図られた。粗飼料 1 kg 当たり単価が自給飼料生産前の 2008 年の 61.23 円から 8.49 円低減され、52.7 円となり、経産牛 1 頭当たり年間飼料費合計額は 28,817 円節減された (表 3)。

(8) 自給粗飼料生産組合で生産された飼料の品質

U 自給飼料生産組合が生産するコーンサイレージおよび稲 WCS は、ともに発酵が良質で、保存期間中にカビの発生等の変敗がほとんどなく、嗜好性に優れており、利用酪農家における品質面の評価は高かった。表 4. および表 5. に、U 自給飼料生産組合で生産された稲 WCS およびコーンサイレージの成分分析結果を示した。稲 WCS は水分含量が高く、可消化養分総量 (TDN)、粗タンパク質 (CP)、酸性デタージェント繊維 (ADF)

表4. 自給飼料生産組合が生産した稲 WCS の成分値

一般成分	水分	乾物	TDN		CP		ADF		NDF		EE		灰分	
			FM	DM	FM	DM	FM	DM	FM	DM	FM	DM	FM	DM
2カ月後	74.9	25.1	15	59.7	2.4	9.5	9.7	38.8	16.8	67	0.8	1.9	7.4	
1年後	77.7	22.3	13.3	59.6	2.1	9.5	9.5	42.4	14.8	66.5	0.9	2.2	10.1	
標準	69.3		15.4	50.1	2.7	8.8	11.4	37.1	18.4	59.9	0.8	4.5	14.7	

ミネラル	カルシウム		リン		マグネシウム		カリウム		K/(Ca+Mg)当量比
	FM	DM	FM	DM	FM	DM	FM	DM	
2カ月後	0.08	0.32	0.05	0.19	0.05	0.2	0.39	1.54	1.22
1年後	0.08	0.37	0.06	0.25	0.04	0.17	0.42	1.89	1.47
標準		0.23		0.19		0.11		1.2	2.85

発酵品質	pH		アンモニア態N		アンモニア態N/全N	酪酸		乳酸		プロピオン酸		V-スコア	VBN/TN%	有機酸組成
	FM	DM	FM	DM	DM	FM	DM	FM	DM	FM	DM			
2カ月後	3.9	3.78	0.01	0.06	3.7	0	0	6.12	6.12	0	0	91.5	43.3	48.2
1年後	4.5		0.03	0.13	8.6	0.07	0.29	2.39	2.39	0.23	1.04			

表5. 自給飼料生産組合が生産したコーンサイレージの成分値

一般成分	水分	乾物	TDN		CP		ADF		NDF		EE		灰分	
			FM	DM	FM	DM	FM	DM	FM	DM	FM	DM	FM	DM
2カ月後	77.98	22.02			1	4.3	8.3	37.8	14.1	63.9	0.5	2.3	0.9	4
1年後	75.1	24.9	15.9	63.6	2	8	8.2	33	14.5	58	0.5	1.8	1.3	5.1
標準	80.4	19.6	12.1	63.7	2	10.2	7.6	38.8	11.9	60.7	0.6	3.1	0.6	3.1

ミネラル	カルシウム		リン		マグネシウム		カリウム		K/(Ca+Mg)当量比
	FM	DM	FM	DM	FM	DM	FM	DM	
1年後	0.04	0.16	0.06	0.26	0.03	0.13	0.31	1.24	1.7
標準		0.27		0.28		0.16		2.52	5.86

発酵品質	pH		アンモニア態N		アンモニア態N/全N	酪酸		乳酸		酢酸		プロピオン酸		V-スコア	VBN/TN%	有機酸組成
	FM	DM	FM	DM	DM	FM	DM	FM	DM	FM	DM	FM	DM			
2カ月後		3.64												91.5	45.1	46.4
1年後	3.6		0.01	0.03	3.6	0	0	2.21	8.85	0.47	1.88	0	0			

表6. 3つの牛群における自給粗飼料利用前後の飼料給与量 (kg/日/頭) と飼料自給率 (%)

	A			B			C		
	H21	H23	増減	H21	H23	増減	H21	H23	増減
飼料給与量	26	27	1	26.1	36.5	10.4	36.7	21.9	-14.8
配合飼料給与量	11	10	-1	19.1	14.5	-4.6	28.7	10.2	-18.5
購入粗飼料給与量	15	11	-4	8.5	7.5	-1	8	5	-3
自給粗飼料給与量	0	6	6	0	14.5	14.5	0	6.7	6.7
飼料自給率 (%)	0	21	21	0	39.7	39.7	0	30.5	30.5
粗飼料自給率 (%)	0	33	33	0	65.9	65.9	0	57.2	57.2

および、総繊維 (NDF) の原物中の含量は標準と比較すると低いが、乾物 (DM) 中の含量は TDN、CP、ADF、NDF いずれも標準を上回った。粗脂肪 (EE) は標準とほぼ同じ値であった。灰分の含量は現物、乾物ともに標準よりも低かった。ミネラルは、全項目において標準よりも高かった。発酵品質に関しては、調製後 2 カ月後と比較して 1 年後に pH が上昇し、アンモニア態 N、アンモニア態 N/全 N、酪酸、プロピオン酸の値が高まり、乳酸の値が低下した。Vスコアは 91.5 と高い値であった。VBN/TN% も 43.4% と高く、有機酸組成は 48.2 であった。

コーンサイレージは標準よりも水分含量が低かった。TDN は乾物ではほぼ同じ値であった。CP、ADF、NDF、EE は現物においては標準と同じもしくはそれを上回る含量であったが、

DM では標準値を下回った。ミネラルは全項目で標準よりも低かった。発酵品質に関しては、調製後 1 年を経ても pH が 3.6 と低い値で、酪酸、プロピオン酸の値は 0%、アンモニア態 N の値は乾草物中 0.03% と低い値であった。乳酸は高い値を維持していた。V-スコアは 91.5 点と高かった。VBN/TN% は 45.1%、有機酸組成は 46.4 であった。

(9) 各牛群の自給粗飼料利用前後の給与飼料の内容と成分の変化

農家 A、B および C の飼養する乳牛のうちの A の経産牛、B および C の搾乳牛における自給粗飼料利用前後の配合および単味飼料、購入乾草、自給粗飼料の給与量および給与量から算出した飼料自給率の変化を算出した (表 6)。A、B、C 全て

表7. 自給粗飼料利用前後の2牛群における濃厚飼料費と乳飼比

	H21		H23		増減	
	生乳100kgに要した濃厚飼料費 円	乳飼比 %	生乳100kgに要した濃厚飼料費 円	乳飼比 %	生乳100kgに要した濃厚飼料費 円	乳飼比 %
B	1,954	19	1,986	18	32	-1
C	1,498	14	1,462	13	-36	-1

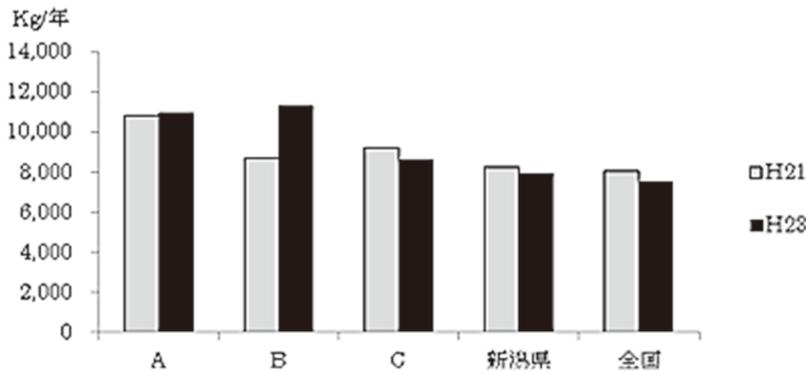


図2 自給粗飼料利用前と利用後の経産牛1頭当たり乳量の比較

の経営において、自給粗飼料の利用と同時に配合飼料および購入粗飼料の給与量が減少した。その結果、飼料自給率（()内は粗飼料自給率）は、利用前の0%から、Aが21.0(33.0)%, Bが39.7(65.9)%, Cが30.5(57.2)%に増加した。乳牛に給与した飼料全体の内容に関しては、自給粗飼料給与後に、A、Bともに配合・単味飼料に由来したCPおよびTDNの量は減少したが、粗飼料の給与量を増してそれを補い、自給粗飼料利用後の方が給与飼料中のCPおよびTDNは高くなった。Aにおいては、粗飼料の単価が2009年の1kg当たり59.34円から2011年には52.74円と6.60円低減し、経産牛1頭当たりの年間飼料費合計額は11,840円節減された。生乳100kgに要した濃厚飼料費は、B、Cとも多少の増減がみられたが、大きな変化はなく、乳飼比（生乳代金に占める濃厚飼料購入額の比率）はともに1%の減少で、飼料コストの軽減は粗飼料購入費に顕著であった（表7）。

3. 自給粗飼料を利用した乳牛群の生産性の評価

(1) 調査対象

U自給飼料生産組合を構成する組合員のうち3戸の飼養する牛群。

(2) 調査対象期間

自給粗飼料利用前の2009～2010年、および利用後の2011～2012年にかけての各1年間。

(3) 乳牛群の生産性の評価方法

牛群検定を行っていた牛群B、Cについては牛群検定成績表の値を用いて、調査対象期間中に分娩した経産牛（産次数2および3）の、分娩後12カ月間の泌乳量（305日乳量）と泌乳曲線、乳成分を算出した。さらに、牛群全体の年間累計乳量を経産牛の月平均の頭数で割って、1頭当たり乳量を算出した。牛群検定を行っていない酪農家においては新潟県畜産協会が実施した畜産経営診断の資料から、2008年および2011年の月別

の乳成分、濃厚飼料給与量およびP/F比の推移と搾乳牛1頭当たり乳量、経産牛1頭当たり乳量を把握した。牛群検定実施の有無に関わらず、乳成分の内容は、乳脂率、タンパク質率、P/F比、無脂固形分率、MUNとした。自給粗飼料利用前の乳量（泌乳曲線、305日乳量）および乳成分を利用後の値と比較した。

(4) 自給粗飼料利用前と利用後の乳量および乳成分の変化

① 自給粗飼料給与前後の乳量の比較

経産牛1頭当たりの乳量は、3牛群全てで自給粗飼料の利用前後とも新潟県および全国の標準を上回った。自給粗飼料利用後にBでは乳量が増加したが、AおよびCでは変化は無かった（図2）。B、C群における分娩後12カ月の乳量の推移（泌乳曲線）を図3に示した。Bは利用後の期間に乳量が減少する傾向がみられ、305日乳量も減少傾向があった（11,222kg/頭および9,859kg/頭、 $P=0.07$ ）。Cは自給粗飼料利用後に2および3産次の乳牛では305日乳量が増加した（7,400kg/頭および8,183kg/頭）。

② 自給粗飼料利用前後の乳成分の変化

乳成分の値は、牛群Aは月別の全頭の平均値、牛群BとCは、牛群検定の成績を用い、産次数2および3の乳牛の、分娩から経過月数に平均を算出した。

乳脂率は分娩後1カ月で5.0%を上回る個体が多かったが、2カ月目以降はいずれも適正值である3.0～5.0%範囲内の変動を示し、自給粗飼料利用前の泌乳期と利用後での明らかな差は無かった。

タンパク質率は全ての牛群で適正值の3.0～4.0%以内の変動だった。およびCにおいては自給粗飼料の利用前と後の差は無かった。牛群Bでは、分娩後1カ月に3.07%で利用前の2.91%よりも高かったが（ $p<0.05$ ）、その後、差は見られなかった。

乳脂率とタンパク質率から導かれるP/F比は、分娩後0.58から0.68を示しその後徐々に増加し、3カ月後に0.80から0.84に達し、横ばいとなった。この傾向は、牛群検定の成績が得られた牛群BおよびCで共通し、自給粗飼料利用前と利用後での

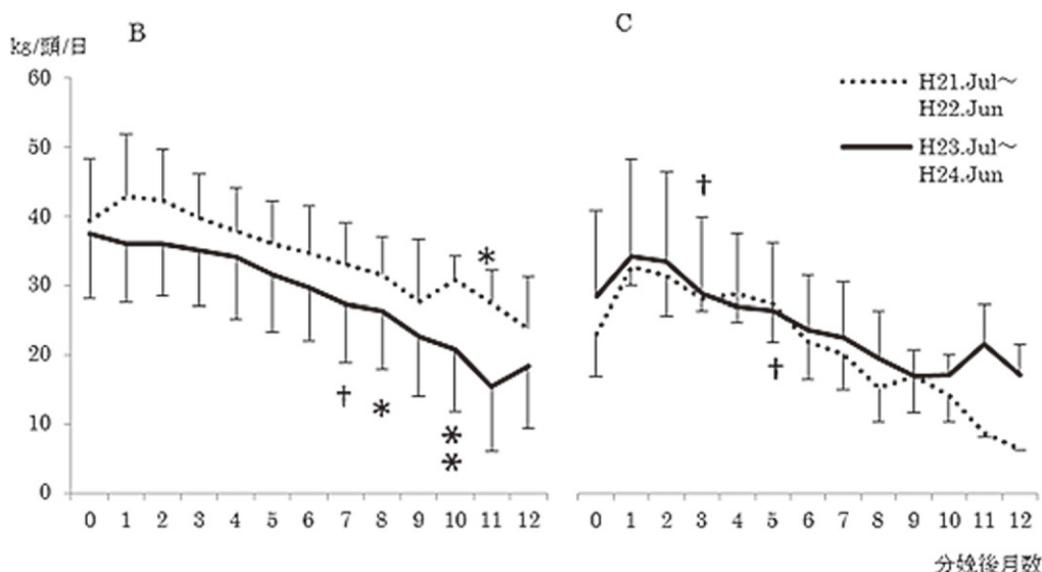


図3 自給粗飼料利用前後の2牛群の2および3産次の泌乳曲線

差は無かった。

無脂肪固形分率は、いずれの牛群も適正值8.5%前後の値で変動し、自給飼料利用による影響は見られなかった。

MUNは、牛群Aでは自給粗飼料利用前には、適正值の14.0mg/dLを上回る高い値を推移していたが、利用後に適正值の範囲の10.0-14.0mg/dLを示すようになった。牛群Bでは自給飼料利用の前と後でMUNに変化はみられなかったが、いずれも9.0-10.0mg/dLの範囲で推移した。牛群Cでは、自給粗飼料利用は6.0mg/dL前後の値を示していたが、利用を開始した時期から適正の適正值の範囲内に改善された。

4. 自給粗飼料を利用した乳牛群の繁殖成績の評価

酪農における乳牛の繁殖管理は、効率的な生乳生産のために最も重要である。乳牛の繁殖管理の指標として、分娩後初回授精日は60～70日、空胎日数85～115日、初回授精受胎率は50～60%、受胎に要する人工授精の回数は1.7～2.2回および分娩間隔は400日程度が望ましいとされる(生産獣医療システム乳牛編1、農文協)。近年、ホルスタイン種の繁殖成績が世界的に低下している(Butler, 1998; Bousquet, *etal.*, 2004; Rajala-Schultz and Frazer, 2003; 中尾, 2005)。繁殖成績の低下には様々な要因があるが、その一つに、高泌乳牛群において、分娩後卵巢機能回復の異常が半数を超え、繁殖成績に負の影響をおよぼしていると報告されている(Opsomer, 2000; Lusy, 2001; Shrestha, *etal.*, 2004; 中尾, 2005)。分娩後卵巢機能回復の異常は、主に初回排卵遅延、黄体期延長、黄体期短縮、卵巢静止の4つに分類され、中でも初回排卵遅延例と黄体期延長例の発生率が高く、分娩間隔を延長する要因となっている(Opsomer, 2000; Shrestha *etal.*, 2004)。初回排卵遅延の原因については分娩後に起こる負のエネルギーバランス(NEB)が原因とされている(Wathes, *etal.*, 2007; van Knegsel, *etal.*, 2007)。一方で、黄体期延長を呈す牛は分娩後の初回排卵は正常例よりも早く起こる傾向にあり、黄体期の延長と併せて、子宮角幅などの回復が遅れること、空胎日数が延長することが報告されている(中尾, 2005; Shrestha, *etal.*, 2004; Ranasinghe,

etal., 2011)。乳牛における分娩後の卵巢機能回復状況は、定期的な超音波診断装置による検査や直腸検査によって診断が可能であるが、比較的一般的に行われているのが、週に2回程度、乳汁中の黄体ホルモン(プロゲステロン)濃度を測定し、その推移から排卵や黄体期をモニタリングする方法である(Nebel, 1988)。

(1) 調査対象

U自給飼料生産組合の組合員3戸(A、B、C)の飼養する牛群。粗飼料利用前後の繁殖成績は、牛群Aでは、新潟県畜産協会が実施した酪農経営診断の資料を用い、BおよびCでは、牛群検定の結果を用いた。更に、分娩後の卵巢機能回復状況の診断を、牛群AおよびBで実施した。

(2) 調査期間

粗飼料利用前後の比較に用いた繁殖成績は、利用前の2009年および利用後の2011年の値を用いた。分娩後の卵巢機能回復状況の把握は、2012年7月から9月にかけて分娩した、2、3産次の牛を対象とした。牛群Aでは、分娩後60日まで、牛群Bでは、分娩後、受胎または11月末日までを対象とした。

(3) 現地調査

牛群検定の成績および経営診断の資料より、分娩間隔、空胎日数、分娩後初回授精日、受胎率、分娩後120日までの妊娠率を算出した。乳牛の分娩後の初回排卵日と卵巢機能の回復状況を明らかにするため、牛群AとBを2週間に1度訪問し、対象牛の乳汁サンプルの回収と発情徴候や人工授精の記録を行った。

(4) 乳汁の採取

搾乳の担当者に依頼し、分娩後7日から60日または11月末日まで、毎週2回、朝または夕方の固定した搾乳時に、ミルク離脱後、4分房から均等に10mlの乳汁を保存料が添加された専用のサンプリングチューブに採取した。乳汁は牧場の冷蔵庫で保存され、調査者が2週間間隔で訪問して受け取った。

(5) 分娩後の卵巢機能回復状況の診断

牛群から採取した乳汁のプロゲステロン濃度を、農学部附属フィールド科学教育研究センター村松ステーションの実験室で、磯部ら(2007)の方法に則り、ELISA法により分析した。乳汁中プロゲステロン濃度の推移から、分娩後卵巢機能の回

表8. 自給粗飼料利用前と利用後の3牛群における繁殖成績の比較

評価項目	基準値	A			B			C		
		H21	H23	増減	H21	H23	増減	H21	H23	増減
分娩間隔 (日)	410	412.9	401.1	-12	415	385.6	-29	414	393	-21
初回人工授精分 娩後日数 (日)	81日以内	77	69	-8	69.8	61.4	-8	83.6	70.6	-13
受胎率 (%)	50~55	83.1	84	1	87.5	70	-18	49.5	69.1	20
空胎日数 (日)	130	132.9	121.1	-12†	135	105.6	-29*	134	113	-21

(† : p < 0.1, * : p < 0.05)

表9. 自給粗飼料を給与する2牛群における分娩後の卵巣機能回復状況

n	卵巣機能回復状況			初回排卵 分娩後日数 平均± S.D.	初回授精 分娩後日数 平均± S.D.	発情発見率
	正常 (%)	初回排卵遅延 (%)	黄体期延長 (%)			
A 10	30	10	60	15.6 ± 11.8	85.3 ± 25.1	61.1
B 7	57.1	42.6	0	32.3 ± 10.6	65.0 ± 21.4	

復状況を3つのタイプに分類した。乳汁中プロゲステロン濃度が、2点以上連続して5.0ng/ml以上の値を示した場合、その期間を黄体期とした。また黄体が形成された日から5日前に排卵したものとした。

- 1) A. 正常例：分娩後35日以内に初回の排卵が確認され、その後、定期的に排卵を繰り返すもの
- 2) 異常例：分娩後の卵巣機能の回復が異常なもの。
 - B. 初回排卵遅延例：分娩後35日以降に初回の排卵が遅れたもの。
 - C. 黄体期延長例：分娩後35日以内に初回の排卵が確認されたが、その後の黄体期が20日間以上延長したもの。
 - D. その他

3牛群における自給粗飼料利用前後の牛群全体の繁殖成績を表8に示した。開始後の2011年は、3牛群すべてで空胎日数、分娩間隔が短縮する傾向にあり、特に牛群Bにおいては空胎日数が有意に減少した。受胎率は、いずれの牛群も69.1~84.0%と良好であった。

分娩後の卵巣機能回復状況は、牛群Aでは、正常例が30.0%で他は黄体期延長例の発生が高かった。分娩後の初回排卵日は15.6 ± 11.8日、初回授精は分娩後85.3 ± 25.1日であった。牛群Bでは、卵巣機能回復正常例は57.1%、その他は初回排卵遅延例であった。初回授精分娩後日数は65.0 ± 21.4日であった(表9)。

5. 考察

(1) 自給飼料生産組合の立地条件および円滑な運営に関する考察

新潟県は長野県と福島県の県境付近において耕作放棄農家の割合が高く、耕作放棄農家の割合が高い地域と、耕作放棄地率の高い地域は一致する(氷見山ら、2006)。U自給飼料生産組合のあるU市は東が福島県との県境であり、地域として耕作放棄地の増加という問題を抱えていた。また、農業部門では稲作経営が主体で、水田率が85.9%と高く、米が農業産出額の

62%をしめていた。そして、転作田における稲発酵粗飼料の高品質化も耕作放棄地と同時に課題となっていた。組合員Dは、中山間地域であるU市において集約的に収益を上げることが可能であることが、酪農を始めるきっかけであったとした。U市は乳用牛飼養戸数は27戸、乳用牛飼養頭数750頭であり、畜産算出額のうち酪農が47%と多く、畜産の中では酪農がさかんであった。このため、粗飼料の需要は存在すると考えられた。U自給飼料生産組合の組合員の飼養規模は新潟県の平均よりも大規模経営が3軒、小規模経営が2軒であった。5軒とも全国平均よりも小規模であり、コントラクター組織が活動する場合は多くの需要を確保することができず、メリットが小さいと考えられた。組合員へのアンケート調査の結果では、組合加入のきっかけとして、「安定供給が可能である」、「安価である」、「品質が一定している」という回答が多かった。「品質が良いこと」、「飼料の地産地消への関心」、「生産地がわかることへの安心感」は生産および利用動機として選ばれなかった。しかし、組合設立以前にU市で生産されていた稲WCSは品質が悪く有効利用されていなかったこと、自給飼料生産組合で生産調製される粗飼料は高品質で嗜好性が良く、生産性、繁殖性が向上もしくは維持され(アンケート調査の結果より)、組合員から利用量増加の要望が高まっていることから、自給粗飼料の生産・利用開始の動機は異なっても、継続要因には生産される粗飼料が高品質であることも含まれると考えられた。高品質の粗飼料生産のためには、汎用型ロールペラーなどの機械施設が必要であり、事業費総額は約4,000万円と多額であった。そのため、粗飼料生産に関心のある組合員はいたが、戸別に低コストで自給粗飼料を調達することは困難であり、生産組織を設立し、補助事業を活用することが必要であった。そのような中で、地域振興局から各種助成金を活用した自給飼料生産組合設立の提案がされ、意欲のある酪農家が集まり、地域振興局、JA、水田利用再生協議会との連携によって自給飼料生産組合の設立および、耕作放棄地や転作田を利用した酪農家による飼料生産が可能となった。諸論で取り上げたU自給飼料生産組合以外の組合の事例においても、各種助成金を有効活用することを目的として、組合が組織されており、粗飼料生産・利用の効果が高品質で嗜好性の良い飼料生産があげられている。自給粗飼料の利用コストの一つに、飼料変更に伴う給与技術や飼養技術の修正

時に発生するスイッチングコストがある。U 自給飼料生産組合は、新潟県畜産研究センターの報告を参考にしており、同センターや新潟県畜産協会が飼料給与技術や経営の指導を行っている。また、全組合員が酪農経営年数 30 年以上である。これらの理由から、スイッチングコストへの懸念が少なかったことも組合設立組合の設立の要因であると推測された。設立後に、粗飼料生産が普及されるための留意点として、以下の 4 点があげられる。

① 補助事業実施計画の早期達成

U 自給飼料生産組合では、栽培・収穫面積の目標を 2 年目で達成し、4 年目の 2012 年には目標の 26.0ha に対し、1.3 倍の 34.4ha に拡大した。計画を達成することで、組合収入の一部を積み立てて、人件費の支払いや、その後の施設機械の管理や買い替えに備えることが可能となった。

② 畜産農家側と耕種農家側の合意形成

稲 WCS の生産は、耕種農家が稲を栽培し稲体を組合に販売する、生産組合は耕種農家から購入した稲をサイレージに調整し、組合員に販売するというしくみであるので、利用する畜産農家側とお互いにメリットのある合意を形成することが重用である。U 自給飼料生産組合では、水田利用再生協議会において、合意形成が図られていた。道路付近への圃場の集約化による効率的な粗飼料生産（これは機械施設の減価償却費が少ないことと合わせて、粗飼料生産の低コスト化の要因となった）、栽培品種の地域間調整、収穫前の水管理、刈り取りスケジュール等の調整による生産物の品質向上が可能となった。また、収量に比例して耕種農家の収益が上がり、転作の意欲向上につながるような稲 WCS の買い取り契約もなされていた。

③ 収穫・調製作業担当者の確保

U 自給飼料生産組合の組合員の酪農経営は全て家族経営であり、酪農従事者数の平均は 2.6 人である。そのため、酪農経営と競合せずに、収穫・調製作業担当者をいかに確保するかが組織を運営する上で課題になる。当該事例では、汎用型飼料収穫機の導入により、少人数での収穫・調製作業を可能とし、組合員 1 名と組合員の若手後継者 2 名、2 戸の酪農経営が常雇している従業員 2 名の 5 名が主体となり、適期での収穫・調製作業を行っていた。後継者が作業に参加している経営では、後継者が飼料生産、組合員本人は堆肥の処理を行うといった、作業の分担が可能であったが、従業員や後継者がいない経営体では、組合での飼料生産と、乳牛の管理作業の調整が困難な様子があった。

④ 経営における重点事項の達成

アンケート調査から、組合員は、生産性、繁殖性を重視した牛群管理をしていた。自給粗飼料利用後に、牛群の生産性および繁殖性は維持もしくは向上したという回答が多く、酪農経営におけるこれらの重点項目が満たされたことが、自給粗飼料の更なる需要につながったと考えられた。

自給粗飼料のコストには、前述したスイッチングコストの他に、ハンドリング・保管コストがある。サイレージはコンパクトな乾草と比較して給与に手間がかかり、ハンドリングコストが発生する。また、必要時必要量の調達可能な乾草とは異なり、サイレージは 1 時期に大量に調製されるため、保管コストが発生する。U 自給飼料生産組合も例外ではなく、ハンドリングコストおよび保管コストが 4 軒の酪農経営において発生していた。特に、分離給与のハンドリングコストの増加が大きかった。

以上のことから、小規模であり、飼料生産のための経営耕地

を有さない酪農経営が地域内に複数存在し、酪農経営サイドに自給飼料生産・利用の意志があった場合、地域内の酪農家が集まり、各種助成金を活用して、地域振興局、JA、水田利用再生協議会との連携によって飼料生産組合の設立が可能であったことがわかった。組合員の酪農経営年数が 30 年以上であったこと、粗飼料生産への意欲、普段の酪農家同士のつながり、関係機関との連携があり、資金の借入れがスムーズに行われたことおよび後継者の存在も好条件として影響したと考えられた。また、設立後の粗飼料の普及条件として、補助事業計画が早期に達成され、組合内における資金経営が可能となること、畜主農家と耕種農家双方にメリットが生じるような合意形成、収穫・調製作業者の確保、酪農経営における重点事項の達成があると考えられた。また、後継者がいない場合の労働力の確保、ハンドリング・保管コストの削減が課題であることが示唆された。

(2) U 自給飼料生産組合が生産した飼料の品質

自給飼料生産組合が生産した稲 WCS は、TDN が 59.7%、タンパク質が 9.5% と標準よりも値が高かった。イネ科牧草の乾物量は、出穂期頃まで増加し、それ以降は減少する。U 自給飼料生産組合における稲 WCS の収穫時期は一般よりも早めであること、収穫時期を早めることを条件に堆肥を多めに散布していることが、高栄養であることに影響していると考えられた。コーンサイレージは、TDN は標準と同等で、63.6%、CP 含量は低く 4% および 8% であった。蔡によると、高品質なサイレージとは、乾物中 CP 含量が 10% 以上、TDN 含量は 65% 以上のものである。これに対し、低品質サイレージは乾物中 CP は 5% 以下、TDN は 50% 以下であり、ウシの嗜好性が低下する。現地調査でウシを観察した限りでは、給与されている自給飼料の嗜好性は高かった。よって、稲 WCS およびコーンサイレージの飼料価値は良好と考えられた。サイレージの適正水分含量は 70% である。McDonald 簡易評価法では、pH4.2 以下が良、pH4.3～4.5 が中、pH4.5 以上は不良となる。V-スコアは、酢酸と酪酸および VBN/TN 比から計算した配点によって評価する値で、評価基準は良 (80 以上)、可 (60～80 点)、不良 (60 点以下) の 3 段階である。また、タンパク質をアンモニア等に分解して、嗜好性を低下させる要因となる酪酸菌が 0.1% 以下は良質とされる。コーンサイレージ、稲 WCS はともに中水分サイレージ (水分含量 60～80%) であった。コーンサイレージは、V-スコアは 91.5 点と高かった。調製後 2 カ月の pH は 3.64、酪酸含量は 0% であり、調製後 1 年を経ても pH3.6、酪酸菌 0% と良品質を維持した。コーンサイレージの乾物中の CP 含量は 5% で発酵品質は大変良好 (高橋、1980) である。以上から、発酵品質は経時的にも良好であると考えられた。稲 WCS は、調製 2 カ月後は pH3.9、酪酸含量が 0%、V-スコアが 91.5 点であり、発酵品質は良好であった。コーンと異なり、経時的な変化が見られ、pH が上昇して 4.5 となり、酪酸の含量も 0.29% となった。しかし、牛群の嗜好性や健康などに影響はみられなかったため、給与に関して問題のない程度の変化であったと考えられた。

(3) 自給粗飼料の利用による飼料自給率の上昇と飼料コストの軽減

A、B、C 全ての牛群において、自給飼料の給与後は配合・単味飼料および購入乾草の給与量が減少した。その結果、飼料自給率は 21～39.7%、粗飼料自給率は 33～65.9% に上昇した。組合員 A の 2011 年の経産牛 1 頭当たり年間飼料費合計額は 560,833 円で、粗飼料の単価が自給飼料生産前の 59.34 円/kg

から52.74円/kgと低減し、一頭当たり11,840円節減された。金額ベースの自給率は、H22年(2010年)の全国および新潟県の自給率を上回った。生乳100kgに要した濃厚飼料費はBにおいて増加し、Cにおいては減少した。組合員B、Cにおいても乳飼費がともに1%減少した。よって、自給粗飼料給与による粗飼料の購入金額の節減が乳飼比の低下に関与したと考えられた。A、Bにおける給与成分の内容に関しては、自給粗飼料給与後に、A、Bともに配合・単味飼料に由来したCPおよびTDNの量は減少したが、粗飼料の給与量が増え、それを補っており、全体では自給粗飼料を利用した給与体系の方が高い値となった。また、CP、TDN以外のEE、CF、ADF、NDF、CAも自給飼料利用後の方が高く、牛群の養分摂取量は増加したと推測された。

(4) 自給粗飼料の利用による乳牛の生産性への影響

経産牛1頭当たりの乳量は、3牛群全てで自給粗飼料の利用前後とも新潟県および全国の標準を上回っていた。自給粗飼料利用後にBでは乳量が増加したが、AおよびCでは変化はなかった。牛群Bでは、経産牛1頭あたりの乳量は自給飼料利用後の2011年に増加したが、2および3産次の個体を抽出して泌乳曲線と比較すると、2011年では減少する傾向が示された。乳牛は産次を重ねるにつれて1泌乳期の泌乳量が向上することから、牛群全体の産次のバランスによる影響があったと思われる。

乳成分には採食した飼料や個体の健康状態が反映する。乳脂率には、濃厚飼料と粗飼料の給与比率が強く影響し、粗飼料の比率が低い場合には、乳脂率は低下し、3.2%以下では、ルーメンアシドーシスなどの代謝障害を要因とした深刻な食欲不振が疑われる。また、乳脂率が高い場合(5以上)はエネルギー不足による体脂肪動員や脂肪肝、飼料中脂肪含量の過多、粗飼料品質の不良発酵等が要因であると考えられる(相原,2011)。B、Cの分娩後0カ月を除き、3牛群で3.3~5%の適正範囲内の変化であったことから、自給粗飼料給与後も、濃厚飼料と粗飼料の比率が適正に維持されたものと考えられた。タンパク質率の変化には、エネルギーの充足率が関与する。食欲不振などによるエネルギー不足時に乳タンパク質率は低下し、逆に高い場合は飼料がエネルギー過多であることが示唆される。タンパク質率は3牛群とも適正値の3.0%~4.0%内の変動を示した。このことから、A、B、Cの牛群で濃厚飼料の給与量は減少したが、炭水化物によるエネルギー供給は適正に保たれたことが考えられた。P/F比は、タンパク質率を乳脂肪率で割った数値で、間接的にルーメン発酵の状態を推測するために利用される。P/F比は正常の範囲内であり、自給粗飼料利用後もルーメンの状態は良好であったと考えられた。無脂肪固形分率は濃厚飼料の充足率を示す値で、8.5を下回る場合は濃厚飼料の不足、高い場合は過剰と考えられる(日産合成工業株式会社学術・開発部,2010)。無脂肪固形分率は、いずれの牛群も適正値の8.5%前後の値で変動し、自給粗飼料利用によって濃厚飼料給与量のバランスを減らしたことの悪影響はなかったと考えられた。MUNはルーメン内の発酵状態を表す指標となる。MUNが高い場合は、飼料中の分解性タンパク質の増加もしくは、濃厚飼料、粗飼料(繊維)の不足、MUNが低い場合はタンパク質の給与量の不足が考えられる(相原,2011)。MUNは、牛群Aでは自給粗飼料利用前は14.20mg/dLで、適正より高い値であったが、給与後は適正になった。B、Cにおいては、自給粗飼料利用前はMUNが適正値を下回っている時期が長かったが、給与後は、B、Cとも0カ月後を除き、増加する傾向を示し、適正値となっ

た。Aにおいては、粗飼料の給与量が増加したことから、NDFが増加し、微生物によるアンモニアの利用が活発になり、MUNが減少したと考えられた。Bでは、CPの給与量が増加したため、MUNの値も上昇したと考えられた。

(5) 自給粗飼料の利用後の牛群の繁殖成績

自給粗飼料で飼養される3牛群の2011年の繁殖成績は、分娩間隔、初回人工授精分娩後日数および受胎率において基準値より良好であり、空胎日数も105.6日~121日と適正であった。自給粗飼料を利用する以前の2009年の成績と比較して向上していた。しかし、調査を行った牛群の分娩後の卵巣機能回復状況は、正常例が30%または57.1%と一定ではなく、異常例のタイプも傾向が異なった。黄体期延長例が多い牛群Aでは、回復正常例が57.1%であった牛群Bに比べて初回排卵分娩後日数が17日程度短く、(15.6±11.8 vs 32.3±10.6日)黄体期延長例で初回排卵日が早いという報告と一致していた(Ranasinghe, *et al.*, 2011)。分娩後の負のエネルギー状態が初回排卵遅延の要因とされるが、初回排卵遅延例が40%であった牛群Bでは、乳成分の結果から、2011年に分娩した2、3産次の牛で、分娩後60日までP/F値が0.7以下を示しており、この時期の栄養不足が示唆された。しかし、牛群Bの初回排卵遅延例においても、分娩後36~53日のうちに排卵があり、初回授精日は平均で65日であったことから、繁殖成績に負の影響をおよぼすほどの異常ではないと考えられた。プロジェステロン濃度の測定結果から確認された排卵時期に、実際に授精した回数で評価した発情発見率は61.1%で、目標値の35%を上回り、全体として繁殖成績は良好であった。

以上の結果から、自給飼料生産組合による飼料生産は地域内の耕種農家と畜産農家の連携を生み、酪農経営にも良好な影響をおよぼしていると考えられた。さらに、乳牛に給与する粗飼料の21~40%を自給粗飼料にした場合でも、乳牛の生産性および繁殖成績を低下させることはなく、むしろ、健康状態の改善や繁殖成績が向上する可能性が示唆された。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、長期にわたって、調査およびサンプリングにご協力をいただきましたU自給飼料生産組合の皆様、北魚沼農業協同組合数神営農センター田沢幹夫様、新潟県地域振興局島影孝様、新潟県畜産協会佐藤栄治様に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 相原光夫. 2011. 新しい牛群検定成績表について(その14) - 乳牛の健康管理について①-(乳脂肪率と蛋白質率), INDEX, No.128, 家畜改良事業団.
- 相原光夫. 2011. 新しい牛群検定成績表について(その16) - 乳牛の健康管理について②-(MUN,P/F比,周産期疾病), 家畜改良事業団
<http://liaj.lin.gr.jp/japanese/liajnews/liaj13025.pdf>
- Bousquet, D., Bouchard, E. and Du Tremblay, D. D. 2004. Decreasing fertility in dairy cows: myth or reality?, *Le Medecin Veterinaire du Quebec* 34: 59-60.
- Butler, W.R. 1998. Review: Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 81: 2533-2539.

- DAIRYMAN. 2002. 飼料自給戦略—基本と実際 安全・安心な生乳生産へのアプローチ, デーリイマン社.
- 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構. 2009. 日本標準飼料成分表 (2009年版). 中央畜産会
- 波田野隆介. 2002. 地域における食糧の生産と消費に伴う窒素の循環と環境への流出, 北海道大学
<http://www.agr.hokudai.ac.jp/env/soilscience/globalchange/eutrophication01.html>
- Isobe, N., Yamada, K. and Yoshimura, Y. 2007. Involvement of plasma progesterone, oestradiol-17b and cortisol in ovulatory response to gonadotropin-releasing hormone in dairy cows with cystic follicles. *Reprod. Dom. Anim.* 42:370-375.
- 柏村文郎・古村圭子・増子孝義監修. 2012. 乳牛管理の基礎と応用. デーリイ・ジャパン社.
- 川島千帆. 2008. 乳牛の血中 β -カロテンと卵巣機能の関係. グリーンテクノ情報, 4(2): 30-36.
- Lucy, M. C. 2001. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where Will It End? *J. Dairy Sci.* 84. 6: 1277-1293.
- 中尾敏彦. 2005. 近年における乳牛の受胎率低下の原因と対策, 山口獣医学雑誌 32: 13-20.
- Nebel, R. L. 1998. On farm milk progesterone test. *J. Dairy Sci.* 71. 6: 1682-1690.
- 日本家畜人工授精師協会. 1998. 家畜人工授精講習会テキスト. 日本家畜人工授精協会.
- 日産合成工業株式会社学術・開発部. 2010. 乳成分検査データの持つ意味, 酪農・豆知識, No.36
<http://www.nissangosei.co.jp/nissan/m036.pdf>
- 農文協. 1999. 生産獣医療を目指して・テキストシリーズ① 生産獣医療システム 乳牛編1
- 農林水産省生産局. 2015. 飼料をめぐる情勢, 平成27年
http://souchi.lin.gr.jp/contractor/situation/pdf/feed_situation2015.pdf
- 農林水産省統計部. 2014. 平成26年度生乳生産費.
- 蔡義民. 2011. サイレージの評価法と簡易な見分け方について. 畜産情報ネットワーク畜産統合検索システム.
http://library.lin.gr.jp/qa_info.php?id=2442
- 佐藤洋. 2010. 雪たねニュース「今後の輸入飼料の動向」. 332: 1
http://www.snowseed.co.jp/yukitane_news/news_hokkaido/nh2010_07/nh2010_0701.pdf
- 関誠・島津是之・高橋英太・伊藤徹三・湯川智行. 2008. 分離給与方式で乳生産に影響しない稲発酵粗飼料の収穫時期, 日本畜産学会第108回大会.
- 清水徹朗. 2008. 飼料価格高騰と日本の畜産・酪農業. 農林中金総合研究所.
<http://www.nochuri.co.jp/report/pdf/nri0809re1.pdf>
- 新出昭吾. 2010. 乳牛における飼料イネ WCS 給与と課題, 日草雑誌, 55: 365
- 谷口信和・梅本雅・千田雅之・李侖美. 2010. 水田活用時代 減反・転作対応から地域産業興しの起点へ. 農文協.
- Opsomer, G. 2000. Risk factors for postpartum ovarian dysfunction in high producing dairy cows in Belgium: A field study. *Theriogenology.* 53. 4 : 841-857.
- Rajala-Schultz, P.J. and Frazer, G.S. 2003. Reproductive performance in Ohio dairy herds in the 1990s. *Anim. Reprod. Sci.* 76: 127-142.
- Ranasinghe, R. M. S. B. K., Nakao, T., Yamada, K., Koike, K., Hayashi, A. and Dematawewa, C. M. B. 2011. Characteristics of prolonged luteal phase identified by milk progesterone concentrations and its effects on reproductive performance in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 94:116-127
- Shrestha, H. K., Nakao, T., Suzuki, T., Higaki, T. and Akita, M. 2004. Effects of abnormal ovarian cycles during pre-service period postpartum on subsequent reproductive performance of high-producing Holstein cows. *Theriogenology.* 61: 1559-1571.
- van Knegsel, A.T.M., van den Brand, H., Dijkstra, J. and Kemp, B. 2007. Effects of dietary energy source on energy balance, metabolites and reproduction variables in dairy cows in early lactation. *Theriogenology* 68S: S274-S280.
- Wathes, D. C., Fenwick, M., Cheng, Z., Bourne, N., Llewellyn, S., Morris, D. G., Kenny, D., Murphy, J. and Fitzpatrick, R. 2007. Influence of negative energy balance on cyclicity and fertility in the high producing dairy cow. *Theriogenology.* 68S: S232-S241

Economic impacts and effects on milk productivity of self-produced forage on commercial dairy farms in Uonuma, Japan

Miho KURIMURA¹, Chikako YOSHIDA^{2*}

(Received January 11, 2018)

Summary

Animal husbandry in Japan utilizes several techniques to efficiently produce dairy milk, including genetic modification of cows and the use of highly nutritious concentrate and forage. However, commercial feed is commonly used and there is a heavy dependence on imports. Niigata Prefecture, which has the country's highest rice production, has a distinctive, improved agricultural practice where farmers pair rice production in paddy fields with milk production in barns. However, the field space for producing forage is relatively limited. To improve sustainability, it is necessary to design an organic and functional agricultural system for this rural area. Against this background, this study evaluated the economic impacts of self-production of forage by dairy farmers and the effects of self-forage on the productivity of dairy cows. The Forage Producer's Association in Uonuma, Niigata Prefecture, was also examined. The aims of self-forage, a general overview of management practices, the quality of forage, and its cost performance were examined by a questionnaire distributed among members of the association and other involved persons in 2012. The effects of self-produced forage on the productivity and reproductive performance of dairy herds were evaluated by comparison with records for 2009. Five dairy farmers from the association participated, and administration of the association was independent of each farm. The association enters into contracts with local rice farms to produce paddy whole-crop silage, as well as corn silage in re-cultivated fields. The self-produced forage was of good quality and was provided to members at relatively low cost, resulting in lower feed costs. The cows maintained milk productivity when fed self-produced forage, and had good reproductive performance. Thus, we conclude that establishment of a local Forage Producer's Association resulted in production of forage of sufficiently high quality and positively affected the feed costs, milk productivity, and reproductive performance of the dairy farms.

Bull.Facul.Agric.Niigata Univ., 70:29-40, 2018

Key words : Dairy farming, Forage Producer's Association, Niigata Prefecture, Self-produced forage

¹ Graduate School for Science and Technology, Niigata University,

² Faculty of Agriculture, Niigata University, Japan

* Corresponding author: cyoshida@agr.niigata-u.ac.jp