

第5章

高エネルギー飼料生産・利用技術と地域的飼料生産システムを活用した自給飼料活用型酪農モデル

1 はじめに

日本の酪農業は、大規模化、高泌乳化を目指す一方で、飼料生産部門の拡大が追い付かず、特に大規模酪農経営では購入飼料に依存する傾向にある。しかし、近年、飼料用穀物および流通乾草の価格が高騰・変動し、購入飼料依存型の酪農経営はそのリスクが非常に高くなってきている。このような購入飼料価格の上昇傾向は今後も緩和されることはないと考えられ、為替レートの変動も含めた輸入飼料依存リスクは今後ますます高まると予想される。

このような輸入飼料依存リスクの高まりに対して、飼料・粗飼料自給率の向上は大きな効果を持つと考えられるが、一般的に、都府県型酪農はその土地制約から自給飼料生産の拡大には限界がある。しかし、西南暖地ではその温暖な気候を利用して、以前よりトウモロコシ2期作栽培が広く取り組まれており、コントラクター組織を設立・展開することで、さらに土地利用率の向上を図る動きも見られる。

例えば、熊本県D地域では、3つの広域・大型のトウモロコシ収穫コントラクターが展開しており、これらのコントラクターにより、同地域の2期作収穫延べ面積は900haにも達する。近年、地球温暖化の影響で2期作栽培適地は東日本へと拡大しつつあり、将来的には南関東を含む広い範囲で「2期作+コントラクター」体系が効果を持つことが期待できる。

本章では、西南暖地における、トウモロコシ2期作生産技術とコントラクターを活用した大規模酪農経営を事例に、自給飼料活用型酪農経営モデルを提示する。

2 トウモロコシ2期作技術の概要とその課題

1) 酪農経営における牧草・飼料作物と、そのパフォーマンス

飼料用トウモロコシは、他飼料作物、例えばソルガムや他牧草と比較して収量と栄養価が高く、酪農経営においてはもっとも重要な自給飼料作物と言える。

表1にイタリアンライグラス、ソルガム、飼料用トウモロコシの単収、栄養価、費用価を示す。これらは酪農経営の自給飼料作物として主要な3作物であるが、単収、栄養価ともに大きく異なる。イタリアンライグラスは牧草型飼料作物の中で一般的な草種であり、近年のロールバールサイレージの普及によって、個別経営ではもっとも取り組みやすい草種と言える。対して、ソルガムおよびトウモロコシは長大作物の部類に入り、一般的にはハーベスタによる刈取、運搬、バンカーサイロでの貯蔵といった作業行程が必要となる。一方で、単収については、イタリアンライグラスの549kgDM/10aに対して、ソルガムは846kgDM/10a、トウモロコシでは1038kgDM/10aと、長大作物で高い。また、TDN含量についても、長大作物、特にトウモロコシは高い水準にあり、収量・栄養価ともに優れた飼料作物であることがわかる。

西日本地域では、これらの草種を土地条件、労働条件等に応じて組み合わせた、飼料作の多毛作体系が一般的であり、組み合わせとしては、

- ①トウモロコシ (5-8月) → イタリアンライグラス (9-5月)
- ②トウモロコシ・ソルガム混播 (5-9月) → イタリアンライグラス (10-5月)
- ③トウモロコシ (4-8月) → トウモロコシ (8-11月)

等が広く見られる。うち③のトウモロコシ2期作体系は、表1からも分かるように、収量、栄養価、コ

表1 飼料作物の単収、栄養価、費用価 (都府県)

	原物単収 (kg)	原物kg当たり 費用価(円)	乾物率	TDN含有率 (原物当たり)	乾物単収 (DMkg/10a)	TDN単収 (TDNkg/10a)	乾物kg当たり 費用価(円)	TDNkg当たり 費用価(円)
イタリアンライグラス	2,307	14.2	24%	13%	549	305	59.7	107.7
ソルガム	3,571	12.7	24%	15%	846	521	53.6	87.0
トウモロコシ	3,930	9.7	26%	17%	1038	684	36.7	55.7

資料：農林水産省「畜産物生産費調査」、中央畜産会「日本標準飼料成分表」

ストの面で大きな優位性をもっており、気候の温暖な西南暖地では広く取り組みがみられる。

2) トウモロコシ二期作における技術的課題

収量・栄養価ともに優れたトウモロコシ二期作体系であるが、前述の通り、トウモロコシの収穫はハーベスタによる収穫→ダンプによる運搬→バンカーサイロでの密封作業、といった複数の工程を同時期に行う必要があり、個別経営における取組の一つの制約要因となっている。表2にトウモロコシ二期作体系の一例を示す。

トウモロコシ二期作は収量・栄養価がともに高いが、要求される積算温度も高く、1作目、2作目それぞれで10℃以上で1200℃の有効積算気温が必要となる。これには、1作目播種を3月下旬から4月上旬に行い、収穫を8月上旬に、2作目の耕耘～整地～播種を8月上中旬に行い、収穫を11月下旬に行う必要がある。この作業暦の中の1作目収穫と2作目の耕耘～整地～播種の作業競合が非常に厳しく、個別経営における取組では二期作栽培面積拡大の阻害要因となっている。

3) 大型自走式ハーベスタによる収穫作業と不耕起播種技術の活用

前記の問題に対して、西南暖地の酪農地帯では、コントラクターやハーベスタ共同利用・共同収穫組織での大型自走式ハーベスタの活用や、不耕起播種の導入が見られる。大型自走式ハーベスタは言うまでもなく、収穫作業の効率化・迅速化が可能になり、不耕起播種は1作目収穫後の耕耘・整地作業を省略することで、1作目収穫と2作目耕耘・整地作業の作業競合を緩和するものである。

表3と表4に不耕起播種機と大型自走式ハーベスタの作業実績と性能例を示す。

表3は、海外製メーカーの6条播種機を4条に改造後、さらに液体化成肥料のタンクを取り付けた改造機の作業実績である。播種溝をディスクで切り、種子を溝に落とし（フィンガーピックアップ方式）、覆土輪で覆土すると同時に液体化成肥料を散布する機構となっている。播種精度が非常に高く、圃場内を高速で作業可能で、圃場内直進速度は10.3km/h、1日当たり作業面積は4.5ha（コントラクターにおける平均日作業面積）と作業効率が高い。2作目播種時にはトラクター前面部に除草剤タンクを装着し、施肥・播種・除草剤散布の3工程を同時に行うことが可能である。種子ホッパーとタンクを満タンにすれば5haの作業が可能なので、資材補給人員を確保する必要がない。これにより1作目収穫の後に迅速に播種作業を行うことが可能になり、その作業能率の高さから、調査現地では1作目の播種作業にも利用されている。

6条自走式ハーベスタ（500ps）の作業実績を表4に示す。10a当たりの作業時間が5.5分と短く、1日当たりの作業面積は5.1ha/日である。前述の不耕起播種作業と1日当たりの作業面積がほぼ拮抗しており、収穫作業と播種作業を同程度のペースで進めることができる。このため、1組の不耕起播種機と大型自走式ハーベスタで二期作栽培を大規模に取り組むことが可能となっている。また、ハーベスタはコーンクラッシャーも装備しており、これによる雌穂の破碎で子実の消化率が向上するとともに、コーンコブ（トウモロコシの穂軸）の利用率も向上している。

表2 トウモロコシ二期作における作業暦例

時期	作業名	主な使用作業機
冬季	堆肥散布	マニユアスプレッター
冬季	尿散布	バッキュームカー
冬季	耕耘作業	プラウ
3月下旬	石灰散布	ライムソー
4月上旬	碎土整地	パワーハロー
4月上旬	播種・施肥	プランター
4月中旬～5月中旬	除草剤散布	スプレイヤー
7月下旬	収穫	ハーベスタ
8月上旬	耕耘作業	ロータリー
8月上旬	碎土整地	パワーハロー
8月上旬	尿散布	バッキュームカー
8月上旬	播種・施肥	プランター
8月中下旬	除草剤散布	スプレイヤー
11月下旬	収穫	ハーベスタ

表3 不耕起播種の作業実績と性能

年間延べ作業面積： 118.1ha
延べ作業日数： 26日間
圃場内直進速度： 10.3km/h
10a当たり作業時間： 6.5分
1日当たり作業面積： 4.5ha/日

表4 自走式ハーベスタの作業実績と性能

年間延べ作業面積： 131.5ha
延べ作業日数： 26日間
圃場内直進速度： 7.3km/h
10a当たり作業時間： 5.5分
1日当たり作業面積： 5.1ha/日

4) 不耕起播種・大型自走式ハーベスタの活用によるトウモロコシ二期作栽培の経費

以上の不耕起播種，大型ハーベスタを活用した場合の二期作栽培経費を表5に，その他の流通飼料価格との比較を表6に示す。なお，経費算出については，播種，収穫ともにコントラクターへの委託を前提とし，作業料金や収量・栄養価水準については現地調査（熊本県菊池市）データを用いる。

1作目と2作目合計でトウモロコシサイレージの原物，乾物およびTDNkg当たり経費はそれぞれ8.2円/原物kg，27.2円/乾物kg，38.9円/TDNkgである。これを流通飼料価格と比較すると（表6），チモシーのような輸入粗飼料だけではなく，圧ぺんとうもろこしや配合飼料に対してもTDNkg当たり単価で優位性を持つことが分かる。トウモロコシサイレージは粗飼料として認識されることが多いが，その栄養価の高さから粗飼料と濃厚飼料の中間的な性質を持つ。近年の世界的穀物飼料の価格高騰・変動状況を考慮すると，栄養価の高いトウモロコシサイレージを安価・大量に生産可能な二期作栽培技術は，今後の酪農経営にとって飼料費削減および経営収支安定に効果をもたらすと考えられる。

3 現地における活用事例と導入効果

コントラクターへの委託を前提とした，大型自走式ハーベスタ，不耕起播種の活用事例を示す。調査対象事例の概要を表7に，対象における二期作栽培作業暦を表8に示す。

対象経営Dは熊本県の酪農地帯であるD市の西部に位置し，自給飼料生産を重視した酪農経営を営む。労働力構成は経営主夫婦，後継者夫婦，雇用2人で，搾乳規模は110頭を超える。飼養形態はフリーストール，搾乳方式はミルクパーラー方式で，糞尿はバースクレーパーで収集した後に固液分離し，固体を堆肥化し，液肥とともにトウモロコシ畑に散布している。

飼料生産は二期作栽培が中心で，水田3haと畑地13haの計16haでほぼ全面二期作栽培を行う。搾乳牛1頭当たりの延べトウモロコシ作付面積は27aにおよび，1日1頭当たりのトウモロコシサイレージ給与量は通年で30kg（原物）水準を達成している。乾乳牛用の粗飼料として水田の冬季借地によりイタリアンライグラスを約3ha栽培しているが，育成牛をすべて外部に預託しているため，このほかの牧草の栽培は行っていない。

経営主が酪農に就農した1976年当時は搾乳規模19～30頭の中規模経営であり，飼料生産はイタリアンライグラス，えん麦，トウモロコシと牧草の混播，飼料カブ等，様々な取り組みを行っていた。しかし，収量・品質が安定するのがトウモロコシだったため，就農10年後ほどからは二期作を中心とした飼料生産体系に移行した。当初は1条刈り，2条刈りハーベスタを共同購入・共同利用し，年間延べ栽培面積は10～15haほどであった。機械の故障を契機に近隣のコントラクター（トウモロコシ収穫受託組織）に収穫を委託することを決めた。このコ

表5 二期作に係る経費（二期作計）

資材費	20,269
苦土石灰	1,650
種子	5,509
化成肥料	4,054
除草剤	5,544
サイレージ添加剤	3,513
作業委託費	17,400
施肥同時播種	4,400
収穫・運搬	13,000
借地料	13,400
労働費	7,852
燃料費	1,978
変動費小計	60,898
減価償却費	20,704
トラクタ	7,358
バック्यूムカー	2,307
マニユアスプレッダー	2,256
肥料散布機	642
プラウ	1,073
パワーハロー	1,547
ブームスプレーヤ	733
バンカーサイロ	4,789
計	81,602
トウモロコシ原物kg費用価	8.2
トウモロコシ乾物kg費用価	27.2
トウモロコシTDNkg費用価	38.9

- 注：1) 単位は円/10a.
- 2) 労働費は時給単価1,500円/時で評価.
- 3) 減価償却費は，全ての農機具が償却中，補助無しを前提に，農機具価格ガイドの標準的な価格で評価.
- 4) 資材費，借地料，労働費，燃料費は事例農家の発生費用を計上.
- 5) 播種作業の委託費には，播種機の費用を含む.
- 6) TDN含量は70%を前提とする.

表6 トウモロコシサイレージと流通飼料の費用価

飼料名	DMkg 単価	TDN/ DMkg	TDNkg 単価
配合飼料	53.6	90%	59.7
圧ぺん とうもろこし	42.3	92%	45.8
チモシー	62.4	63%	99.6
イタリアン ライグラス サイレージ	39.2	58%	68.1
トウモロコシ サイレージ (TDN70%)	27.2	70%	38.9
トウモロコシ サイレージ (TDN68%)	27.2	68%	40.0
トウモロコシ サイレージ (TDN65%)	27.2	65%	41.8

注：配合飼料，圧ぺんとうもろこし，チモシーの価格は，事例農家の平成21年～平成23年の平均購入単価を使用。イタリアンライグラスサイレージの費用価は「畜産物生産費調査」における自給イタリアンライグラスサイレージ費用価の平成21年～22年平均値。

ントラクターでは大型ハーベスタを導入しており、対象経営ではここにトウモロコシ収穫を委託することで8haの収穫作業が1日で終わるようになった。これと同時期に民間種苗メーカーの勧めで不耕起播種に取り組むようになり、1作目収穫作業と2作目播種作業の競合を克服し、家族労働では限界のあった二期作栽培面積の拡大につながった。収穫作業をコントラクターに委託し播種作業を不耕起播種機で行うという二期作パターンがこの後、同地域で急速に広まった。

その後、利用者の増加によりコントラクター側の対応が難しくなってきたため、2000年に経営主自らが近隣酪農経営を募って新規にコントラクターを設立し、現在の対象経営の原型が完成する。

対象経営の収益性について、生産費調査の100頭以上層との比較を行ったものを表9に示す。対象経営では、コントラクターを活用したトウモロコシ二期作栽培により積極的に自給飼料生産に取り組み、その結果、購入飼料費の削減に成功している。乳代に対する購入飼料費の割合は生産費調査結果の40%と比較して、35%、32%と低い水準であり、生乳100kg当たり所得についても、2009年度、2010年度それぞれで14%、12%の所得増効果が表れている。

4 今後の技術開発方向

最後に今後の技術開発方向に関連して、以下2点について技術的課題を指摘する。

第1点目は、高額な大型自走式ハーベスタと不耕起播種機の導入を可能にする、地域的飼料生産組織のモデル化である。本章で紹介した酪農経営事例は、自らコントラクターを設立・運営し、域内の他酪農経営を巻き込む形で効率的な機械共同利用・共同作業体制を構築している。しかし、このようなコントラクターに類似した組織運営モデルについては、これまでのところ必ずしも明確な収支モデルが示されておらず、助成金に依存した設立と、機械更新時期での崩壊事例が見られる。酪農経営側から見たコントラクター利用のメリットは明確であるが、今後は、酪農経営を支えるコントラクターおよび類似の地域飼料生産組織のモデル化が必要である。

第2点目に、二期作栽培後の、トウモロコシサイレージ多給技術の開発が挙げられる。事例では、大規模に生産したトウモロコシサイレー

表7 D経営の概要

売上	生乳：120.6百万円 子牛：2.8百万円
労働力構成	経営主夫婦、後継者夫婦、雇用（2人）、ヘルパー利用
経営耕地	面積：15.8ha 筆数：29筆 (自作地：3.2ha) (畑：11.1ha)
畜種構成	経産牛：135頭 搾乳牛：116頭 育成牛：0頭（全頭預託）
牛群産次	2.5
日乳量/頭	29.3kg
年間補正乳量	9764kg
飼料生産	トウモロコシ二期作：30ha（年間延べ） イタリアン（水田冬季借地）：3ha 野草採草地 + a
飼養形態	フリーストール、TMR給餌
堆肥処理	固液分離後に堆肥舎（171m ² ）で堆肥化
生産技術の特徴	トウモロコシ二期作栽培 不耕起播種 プラウ耕による排水性改善 コントラクターの利用 コーンサイレージ多給（30kg/日/頭）による濃厚飼料削減

表8 D経営における二期作栽培作業暦

時期	作業名	使用作業機
冬季	堆肥散布	マニユアスプレッダー
冬季	尿散布	バックキュムカー
冬季	耕耘作業	プラウ
3月下旬	石灰散布	ライムソー
4月上旬	砕土整地	パワーハロー
4月上旬	播種・施肥*	不耕起プランター
4月中旬～ 5月中旬	除草剤散布	スプレイアー
7月下旬	収穫*	自走式6条ハーベスタ
8月上旬	尿散布	バックキュムカー
8月上旬	播種・施肥・除草*	不耕起プランター
8月中下旬	除草剤散布	スプレイアー
11月下旬	収穫*	自走式6条ハーベスタ

注：*はコントラクターでの共同利用。

表9 生乳100kg当たりの費用と収益性

	D経営		生産費調査	
	2009	2010	2009	2010
購入飼料費	¥3,183	¥2,968	¥3,664	¥3,615
乳代	¥9,100	¥9,200	¥9,100	¥9,200
乳飼比	35%	32%	40%	39%
総飼料費	¥3,660	¥3,466	¥3,886	¥3,829
総飼料費/乳代	40%	38%	43%	42%
所得	¥2,050	¥2,375	¥1,767	¥2,118
上昇率	14%	12%		

注1) データ出所「畜産物生産費調査」

2) 生産費調査の対象は都府県100頭以上規模層。

ジを, 1頭当たりで30kgFM/日の給与を行っており, これが飼料費削減に大きな効果を挙げている. しかし, この水準の給与については, 他現地でも事例が少なく, 試験データとしても蓄積が少ない. 栽培したトウモロコシサイレージをいかに多給するか, いかに濃厚飼料との代替を行うか, トウモロコシサイレージの多給技術の開発が望まれる.

(農林水産省農林水産技術会議事務局・西村 和志)