

## 耕畜連携による穀物生産を基軸とした循環型農村経済圏の構築を目指して

山形大学農学部附属やまがたフィールド科学センター教授

浦川 修司

### はじめに

近年の世界レベルの異常気象とその常態化，世界有数の穀倉地帯であるウクライナへのロシアによる軍事進攻の長期化などの社会情勢の不安定化，原油価格の高騰や歴史的な円安状況下において，トウモロコシなどの輸入飼料やコムギなどの加工用穀物価格の高騰が続いており，特に輸入飼料に極端に依存してきたわが国の畜産経営は非常に厳しい状況に追い込まれている。このような状況は一過性のものではなく，今後とも頻繁に起こり得る問題である。そのため，根本的にトウモロコシ等の飼料用穀物だけでなく，コムギやダイズ等の加工用穀物の調達構造の転換を図ることが急務である。そこで，本稿では山形大学が中心となって取り組んでいる循環型農村経済圏（スマート・テロワール）の構築を目指した取り組みの概略を紹介するとともに，今後の展望について検討することにした。

### 1. 循環型農村経済圏 “スマート・テロワール” とは

スマート・テロワールのテロワール (terroir) とは，ワインの世界で用いられることが多く，土壌や地質や地形，気候などのブドウ（農産物）が生育する土地の自然環境を意味する語句であり，それに英語のスマート (smart) を付けた造語である。山形大学では，地域の自然環境に農業技術や加工技術等の生産技術と，消費者の評価や購入等の消費活動を加え，これらを共有するユニットのことをスマート・テロワール（以下，スマテロと略す）と定義している。特に地域住民の共創活動によって構築するコンパクトな循環型農村経済圏をスマテロと呼んでおり，山形県庄内地域（2市3町）をフィールドとして 2016 年度から構想の実現に向けた様々な実証実験に取り組んでいる。具体的な取り組みとしては，耕種農家と畜産農家が連携して土壌を改善しながら農畜産物を生産する（耕畜連携）。次に農業者と地域の加工業者が連携して，生産した農畜産物を原料とした加工食品を製造する（農工連携）。さらに，加工業者と地域のスーパーマーケットなどの小売店が連携して，その加工食品を地域内で販売する（工商連携）。そして地域の消費者が望む商品として地域の消費者に提供する（地消地産）。以上のようにスマテロ構想では，大手加工メーカーが輸入原料を用いて郊外で製造し，地方へ流通させている加工食品を地域に戻す取り組みである。このような取り組みは 6 次産業と類似しているように思われるが，一般的な 6 次産業は農業者が農畜産物の加工や販売も手がけることから，いわゆる「個人戦」であることが多い。一方，スマテロはそれぞれの専門分野（専門業種）の技術や保有する設備などを活かし，それぞれの役割を担って地域全体で取り組むことにある。そのため，スマテロはステークホルダーの共創活動による「団体総力戦」と称している。

## 2. 耕畜連携で取組む穀物生産

山形大学が中心となって山形県庄内地域で導入している作物は、飼料用穀物としては子実トウモロコシと飼料用米、加工用穀物ではコムギとダイズである。飼料用米と子実トウモロコシは水田転作作物として導入している他に、月山山麓の畑作地帯ではコムギとダイズ、子実トウモロコシを中心に、それぞれの耕種農家がニンジンやダイコンなどの根菜類や、バレイショやエダマメなどを輪作体系に組み入れている。なお、当該地域の畜産は庄内豚の銘柄豚の産地でもあることから養豚業を対象としている。

### (1) 子実トウモロコシ導入の意義

飼料用米は耕種農家が生産する国産飼料用穀類として、コメの生産調整施策と密接な関係の中で推進されてきたが、基幹的農業者の高齢化や稲作農家の減少によって、地域の農地（水田）が担い手農家に集まりつつある。しかし、集まってくる農地を、飼料用米を含めた水稻栽培によって維持していくことには限界がある。そこで、注目されつつあるのが労働生産性の極めて高い子実トウモロコシである。耕種サイドにとっての子実トウモロコシの導入意義は、耕畜連携による家畜堆肥等の地域肥料資源の活用に加え、トウモロコシ収穫後の多量の有機物の圃場還元による土壌の質の改善効果に求め、後作のダイズやコムギ等の増収や品質向上に期待する。著者らが行った国産ハーベスタを用いた子実トウモロコシ収穫後の茎葉部等の圃場還元量の調査では、乾物重量で 900kg/10a 以上の有機物が圃場に還元されたことにより、土壌の窒素循環活性の向上が図られた。さらにトウモロコシの根は土中の深くまで伸長し、耕盤を破壊することによる水捌けの改善効果等も認められていることから、子実トウモロコシは単作で収益を求めずにはせず、畑（圃場）への投資作物として位置付けることによって少しでも安価に、そして安定的に畜産農家へ供給していただくことに期待したい。畜産サイドは耕種農家が生産する飼料用米や子実トウモロコシの他、加工用穀物の余剰品や副産物などを地域産飼料資源として活用し続け、純国産（地域産）の畜産物を生産することに専念していただくことに期待する。そして、このような体制を維持していくには、飼料用米や子実トウモロコシなどの飼料用穀物については、社会情勢などの変化によって影響されることなく、安定的に畜産農家へ供給する体制（サプライチェーン）の整備が極めて重要な課題である。

### (2) 子実トウモロコシ生産の現状と課題

子実トウモロコシの品種選定にあたっては、子実が多収であることは当然のことながら、耕畜連携で取組むためには、水稻やダイズ作との作業競合を回避した作型が組めることも重要な項目である。また、子実利用ではカビ毒の汚染リスクが高まることから、赤カビ病の耐病性があることも重要な条件になる。

収穫作業においては、子実トウモロコシ対応の普通型コンバインと、そのコンバインに装着するコーンヘッドの実用化によって作業能率や作業精度は飛躍時に向上した。特に子実トウモロコシ対応の 70ps 級の中型コンバインの登場は（写真 1）、都府県の中山間地域の水田でも十分に利用が可能である。実証実験における子実トウモロコシの実収量（水

分 15%換算収量)の現状は、最低反収から最高反収までの圃場間によるバラツキが非常に大きい(図1)。その要因の一つは水田転換畑では排水不良による湿害の影響である。一方、畑地や乾田化した水田転換畑においての低収量の要因として、放棄地となつてからの年数の経過やダイズの極端な連作、過去の来歴に有機物の投入が行われていないなどの土壌の質の劣化が挙げられる。その他、品種に適した栽植密度が十分に確保されていないことも低収につながっている大きな要因である。当該地域では耕種農家が子実トウモロコシを導入する場合、ダイズの播種に用いている目皿式播種機を活用することが多く、目皿の孔径と種子のサイズや形状が合わないことにより、目皿に種子が詰まって極端な疎植になり、十分な栽植本数が確保できていないことが実収量の大きな減収の要因となっている。



写真1. 中型汎用型コンバインによる収穫

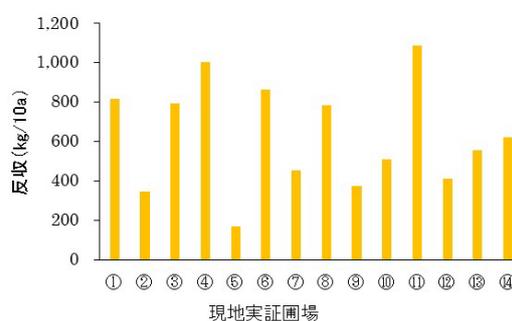


図1. 現地実証実験による子実トウモロコシの実収量(15%換算)

収穫したトウモロコシ子実は、主に乾燥調製されて保管される。北海道や府県の大規模生産農家では、海外製の移動式乾燥機の導入事例もみられるが、都府県では稲やムギ、ダイズ等に用いる循環式汎用乾燥機の利用が中心である。何れにしても、乾燥調製経費は生産物に掛かる経費であり、多収になるほど乾燥経費は高くなる。そのため、トウモロコシ子実の効率的な乾燥調製プログラムの策定も今後の重要な課題である。乾燥調製されたトウモロコシ子実は翌年のトウモロコシが収穫されるまで保管する必要があるが、共同集荷体制や保管施設が整備されるまでは個別保管が基本となる。特に常温倉庫内においてフレコン袋の荷姿で約1年間を通じて安定した品質を維持することが重要であるが、著者らが行った常温倉庫における保管試験では、カビ毒濃度が上昇することは少なかったものの、梅雨時期以降になるとメイガ類の幼虫が確認され、その後、成虫が大発生したことから、カビの発生を抑制する技術とともに貯穀害虫の対策技術も重要な課題である。

### (3) 輪作体系で取組む当該地域におけるダイズとコムギの現状

庄内地域(鶴岡市)の転作作物としては、備蓄米を含む非主食用米と大豆、枝豆、そばが多く、これらの作物が転作面積の約80%を占めている。しかしダイズについては、連作障害による著しい生育不良や、近年のゲリラ豪雨に加えて長雨などの影響によって収量や品質の低下がみられ、ダイズの安定生産に向けた対策が重要な課題になっている。そこで、排水対策や有機物の還元、連作障害の回避に向けて子実トウモロコシの導入が検討される

ようになってきた。一方、コムギについては、山形県（庄内地域）はコムギ不毛の地と言われるように、コムギの作付面積は極端に少なく、山形県全域でもコムギの作付面積は約100ha、年間200t程度である。一方、山形県はラーメン王国とも言われ、全国でもトップクラスのラーメン消費量の県であり、庄内地域の酒田ラーメンが2023年度ご当地ラーメン選手権で日本一になった実績もある。その他にも麦きり（庄内うどん）などの麺文化が盛んな地域であるが、重く湿った雪の影響で病原菌が発生しやすいことなどから、前述のようにコムギの生産が進んでいないのが現状である。そのため、スマテロでは子実トウモロコシを組入れた輪作体系にコムギを導入し、その生産拡大に向けた取組みを進めている。

### 3. 農工連携と工商連携による加工食品の開発

耕畜連携で生産した農畜産物を原料とした加工食品の開発にあって、スマテロの取組みでは、各原料を単位としたチームを編成し（チームMD（Team Merchandising）：消費者の要求に合った商品を適切な数量、適切な価格、適切なタイミングで提供するため、製造業者、卸売業者、小売業者などがチームを編成して取組む手法）、商品開発や販売戦略、販促活動などを行っている。豚肉を原料とした畜肉チームMDを例にすると、畜肉加工業者をチームリーダーとして、生産者（養豚農家）、規格肉製造業者、スーパーマーケットのバイヤー等がチームの構成員となり、どのような加工食品を作るのか、その販売数量はどれぐらいにするのか、パッケージをどうするのか、販売価格をどうするのか等を検討する。このような取組みから、あらびきウインナー（写真2）、ロースハム、ベーコンスライスが商品化されている。なお、現時点では山形大学が豚肉加工品のサプライヤー的な役割を担っており、社会実装に向けて、その役割を現地に担っていただけるような体制の整備が課題である。なお、地域産コムギの製粉副産物（フスマ）を家畜飼料として利用できるようになったことから、この取組みにおける肥育豚（スマテロ豚）用の配合飼料の地域産飼料資源の利用率は85%を超えており（表1）、今後、屑ダイズや屑コムギの活用も検討している。なお、豚肉チームMDの豚肉加工品の他に、大豆チームMDからは味噌や納豆、小麦チームMDからは地域産コムギを県内の製粉メーカーで製粉し、そのコムギ粉を使ったラーメンや麦きりが市販化されている。



写真2. スマテロ構想から生まれたあらびきウインナー

表1. スマテロ豚の配合飼料の例

飼料名	乾物%
地域産飼料資源	
トウモロコシ子実	50.1
飼料用米(玄米)	25.1
フスマ(小麦製粉副産物)	10.3
輸入飼料	
大豆粕	10.2
アルファルファミール	2.1
サプリメント	2.1
地域産飼料資源の利用率	85.5

### 4. スマテロ構想が目指す循環型農村経済圏

スマテロ構想では、取り残されがちな地方の中小規模経営体（農畜産業者、加工業者、小売業者）が連携し、ステークホルダーの共創活動によって、食と農に関する経済を地域

内で循環・完結させ、地域住民の消費をベースとした持続可能な循環型農村経済圏を構築することを目指している。これは、SDGsの『誰ひとり取り残さない』と言う概念にも合致する。また、国連では2019年から28年を『家族農業の10年』と位置づけ、生産性や経済性を優先する価値観から、「持続可能な社会」、「人間と自然が調和した社会」への転換を図ること求めている。特にスマテロ構想において対象としている畜産経営体は、企業的な大規模経営体ではなく、家族労働を中心とした中小規模の経営体である。大家畜経営における支援組織としてTMRセンターがあるように、中小規模の養豚経営体を強力に支援する組織として、「地域産飼料資源配合供給センター（仮称）」の設立を想定し、その組織体を資源循環の中心に位置づけている（図1）。また、近年の肥料価格の高騰に対して、家畜堆肥の利用は当然のことながら、山形大学では下水道資源（下水処理水や下水汚泥コンポスト）を地域肥料資源

源として位置づけ、その利用に関する実証実験も開始している。なお、資源循環の中に下水道資源を組入れることは、ヒトを含めた大きな循環型社会の形成につながるものと考えている。

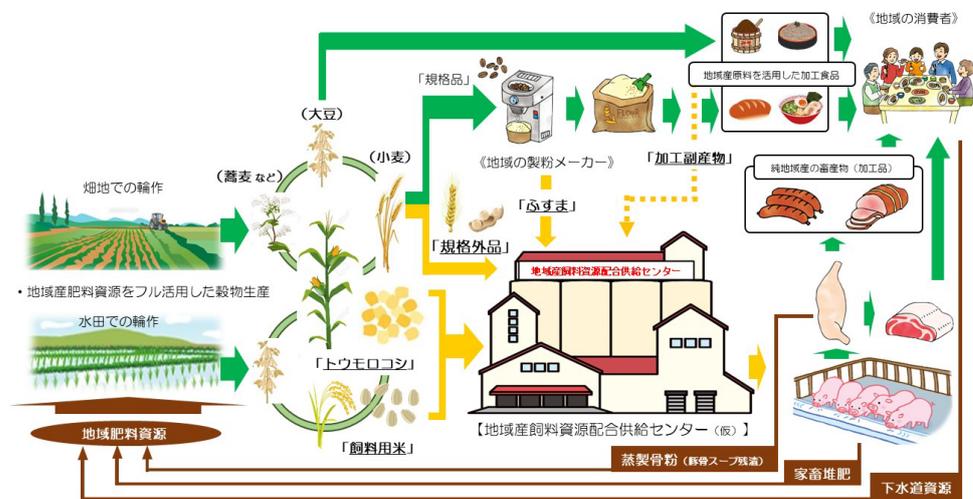


図2. 地域飼料資源配合供給センターを核とした地域循環共生圏のイメージ図

## おわりに

山形県庄内地域におけるスマテロ構想では、穀物としてはコムギとダイズ、トウモロコシと飼料用米を、畜産としては養豚を選定して実証実験を行っているが、他の地域においては、それぞれの気候や風土などの自然環境、社会情勢などに合った作物や畜種、加工アイテムなどを選定し、20~40万人程度の広域農村連合体として、全国に50カ所程度のスマテロ（循環型農村経済圏）を構築し、各地域のスマテロの連携を図ることができれば、わが国の食料自給率の向上と食料安全保障に大きく貢献できるものと考えている。

## 付記

本実証実験の一部は日本中央競馬会特別振興資金助成事業及び環境研究総合推進費等を活用して実施している。