

## 第2章 アグロエコロジー：概念と原則

### 2.1 原則

アグロエコロジーは、社会科学、生物科学、農業科学に立脚し、それを伝統知や農民の知恵と融合させた科学である。そこから導かれた一連の原則と、原則を実現する技術によって構成される。アグロエコロジーの真髄は、地域の生態系を模倣した農業生態系の構築にある。自然生態系の持つ、効率的な栄養循環、複雑な構造、豊かな生物多様性を再現することで、農業生態系が、自然と同等の生産性、害虫耐性、栄養利用効率を獲得することが期待されている。自然に倣うことで、農業生態系の相互作用や相乗効果を最大限引き出し、再循環と生物的防除を促進させ、農薬やエネルギーの使用を最小限に抑える。その結果、高い総合効率と環境保全力を有する農業生態系が実現する。

アグロエコロジーは、農場およびその周辺の景観に多様性を取り戻すことが、持続可能な農業実現のカギであると考えられる。そのため、農場レベルでは、多品種混合栽培 (variety mixtures)、輪作、ポリカルチャー (混合栽培)、アグロフォレストリー (農林複合)、作物畜産複合農業 (crop-livestock integration)、また景観レベルでは、生け垣 (hedgerow)、回廊 (corridor) を含む様々な手法を提供している。生産者は、季節に応じて場所ごとにこれらの選択肢を組み合わせる。農業生態系に多様性が加わると、生態系機能が働き始め、地力の回復や、作物の生産、害虫防除が自律的に行われるようになる。アグロエコロジーに即した農業は、農業生態系の多様性や複雑性を強化することで、土壌の品質、植物の健康、そして作物の生産性を向上させる基盤づくりをしている。

アグロエコロジーは、生態学のベースに自然生態系の知見を取り入れ、それを人為的な農業生態系と対比させたものである。生態学には6つの原則がある：

- ネットワーク：自然とは生物系 (living systems) のネットワークである。一つの生物系は他の生物系と入れ子構造を形成し、関連し合っている。
- サイクル (循環)：物質は、生きとし生けるもの間を常に循環する。よって、生態系に無駄は存在しない。
- 太陽エネルギー：あらゆる生態系循環の原動力である (アグロエコロジーが植物の多様性を重視するのは、太陽エネルギーを化学エネルギーに変換し生態系や食物網に供給しているのが植物だからである)。
- パートナリシップ (協力関係)：生態系内のエネルギーや資源のやり取りは、競争ではなく、広範な協力関係によって支えられている (そのため、農業システムは、その相乗効果を高めるよう設計されなければならない)。
- 多様性：豊かな多様性は、生態系の安定性とレジリエンス (回復力・弾力性) に貢献する。
- 動的バランス：生態系は柔軟であり、常に変化している。

以上の生態学の原則を踏まえた上で、農業システム的设计に、次の5つのアグロエコロジーの原則を適用する：

- バイオマスの再循環を促すことで、養分を最適化し、バランスのとれた栄養循環を実現する。

- 有機質の調整と生物活性の促進により、植物の生育に最適な土壌の状態を確保する。
- 微気候の調整、集水、覆土による土壌の管理により、日射や風雨による損失を最小化する。
- 農業生態系における種および遺伝的形質の時空間的な多様性を、農場と景観レベルで向上させる。
- 農業生物多様性の要素間の有用な相互作用と相乗効果を引き出すことで、重要な生態系プロセスやサービスを促進させる。

アグロエコロジーでは、様々な技術や手法を用いて、上記の諸原則を実践している。例えば、農場の時空間的な多様性の実現には、ポリカルチャーという手法を用いている。アグロエコロジーの技術や手法は、農業生態系が機能する上で不可欠なプロセス—栄養循環、害虫防除、アレロパシー（他感作用）による雑草抑制など—の促進を意図している。アグロエコロジーの効果は、土壌の質や植物の健康状態を見ることでわかる。それらは、アグロエコロジーの原則が正しく適用され、システムが健全である事を示す、重要なバロメーターである。

技術や手法は、地域固有の伝統知とその論理的根拠（rationale）に合致していなければ適切とは言えない。経済的に実現可能・アクセス可能で、資源の現地調達も可能、環境に優しく、社会、文化、ジェンダーへの配慮があり、リスク回避的で、異質な状況に対する適応力に優れ、農場全体の生産性と安定性を高めるものでなければならない。また、農民を受動的な情報の受け手とみる従来のトップダウン型のアプローチは改めなければならない。代わりに、農民ネットワークを活用した情報の交換と共有を奨励し、また、その活動を支援する体制を整備すべきである。

## 2.2 アグロエコロジーの実践と農業システム

自然は、本来、より複雑な方向へ流れる傾向を持っている。そのため、工業型農業は、化学物質という「壁」を設けて、モノカルチャーや単純なシステムを維持している。アグロエコロジーが目指しているのは、自然の持つ複雑性の志向を取り入れ、より複雑な農業生態系を構築することである。そのための手段として、輪作、被覆作物、作物畜産複合農業、アグロフォレストリー、ポリカルチャー、間作、多系品種（multi-lines）、多品種混合栽培（遺伝的多様化）、作物境界の多様化（field crop border diversification）、農場と自然の植生を繋ぐ回廊など、様々な戦略を提供している。いずれの技術や手法も、農場や景観の植物多様性の復元に有効であり、生産者が、時空間的に多様な家畜と作物を組み合わせることを可能にする。

多様性のある農業システムを設計する主な目的は、作物、動物、土壌による有用な相乗効果を引き出し、生態系サービスを確保することである。農業生態系の生態系機能が弱っている場合には、これを強化するために、外部の資材（農薬等）を内部の資材（生物由来のもの）に徐々に置き換える。その後、生態系の能力を最大限に引き出すよう農場システムを再設計し、農薬や化学肥料の使用そのものを段階的に停止する。多様性のある農場は、生態系の力だけで、土壌を肥沃にし、害虫を排除し、生産力を維持することができるものである。

農業生態系の多様性や複雑性は、土壌の品質や植物の健康、作物の生産性の土台となるものであり、アグロエコロジーでは、様々な方法でその向上に取り組んでいる。特に力を入れているのが、間作、アグロシルボパストラル・システム（agrosilvopastoral systems；林業＋農業＋畜産業）、輪作やマメ科植物などの被覆作物、水田養魚など、自然の再生力を利用した手法である（コラム2）。

多様性のある農業生態系は、自然の恵みの宝庫である。多様性は、有益な相互作用や資源の効率的利用を促進させ、栄養循環を向上させる。また外部からの侵入者に対しても、単独の場合より、連携して抵抗力を高める。農場に多様性を導入する際に、生物条件と非生物条件（土壌、小気候など）の両方が改善されるような設計にすると、システムや生態系プロセスの質は高まり、農場は健全で生産

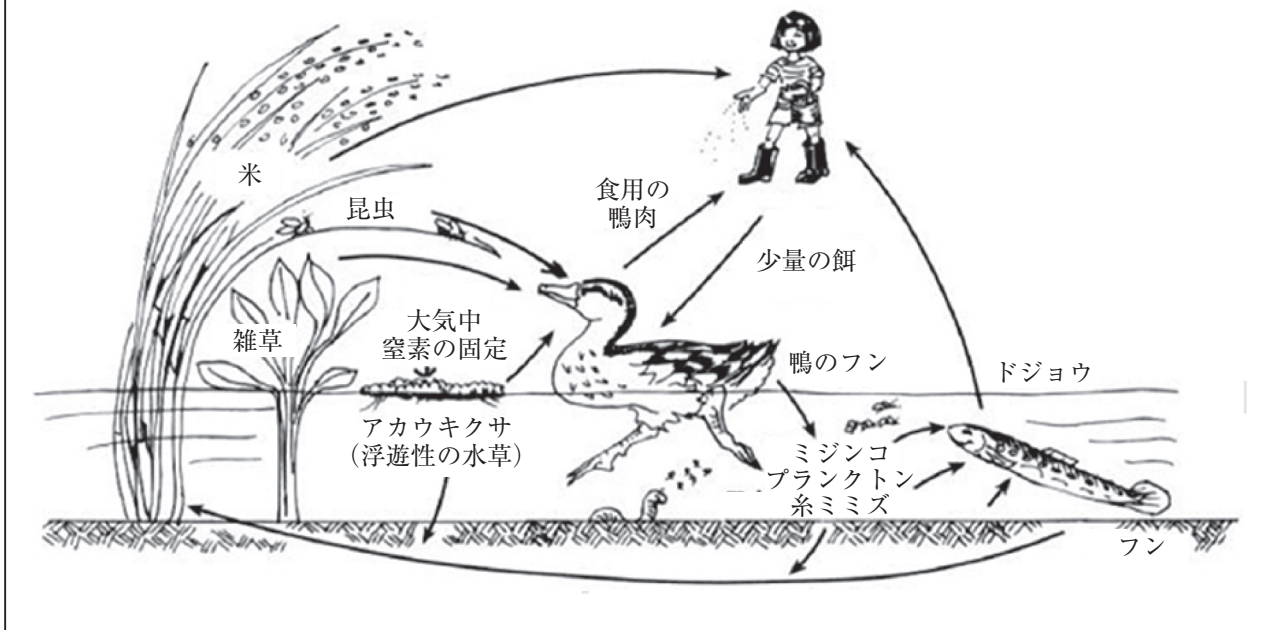
的になる。自然の仕組みを真似て、土壌、植物、動物による相互作用を引き出すと、農場は、自力で土壌の力を高め、害虫を防除できるようになる。図2に、多様性のある水田を示す。田んぼでは、イネが、雑草や昆虫、魚、鴨などと共生しており、その相互作用で栄養循環や害虫抑制などの重要なプロセスが促進され、農薬や化学肥料なしで、水田機能が保たれている。

## コラム2 多様性に富む農業システムの時空間的設計、およびアグロエコロジーの主要な効果

- 輪作 (crop rotations) : 穀物とマメ科植物を交互に栽培し、時間的多様性を実現する。一年を通し養分のバランスが良好に保たれ、害虫、病原菌、雑草のライフサイクルは断絶される。
- ポリカルチャー (混合栽培) : 近接する空間内で2つ以上の作物種を栽培すると、生物学的な補完関係が促進され、栄養の効率的利用や害虫防除、収量の安定化を図ることができる。
- アグロフォレストリー (農林複合) : 樹木と一年生作物と一緒に栽培することで、微気候の改善と土壌の肥沃化を図る。アグロフォレストリーでは、窒素固定や土壌深部からの栄養吸収に代表されるように、樹木が重要な役割を担っている。また、その落ち葉 (litter) も、土壌へ養分や有機質を補給し、土壌の複雑な食物網を支えている。
- 被覆作物 (cover crops) とマルチ (mulching) : 果樹の下草として、草 (grass) とマメ科植物を単一または組み合わせて植えることにより、土壌の流出を防ぎ、養分を補給し、また生物学的に害虫を防除する。土壌表面を被覆作物で覆う手法は、環境保全型農業 (conservation farming) でも、土壌の浸食防止と土壌中の水分や温度の安定化、土壌の質の改善や、雑草抑制の目的で利用されており、生産性も上げている。
- 緑肥 (green manures) : 裸地に成長の早い植物を植え、その落ち葉が地上の雑草の生育を抑え、その根が土壌の流失を抑える。まだ緑の葉をつけている間に地中に鋤き込むことで、土壌に栄養を補給し、土壌構造を改善する。
- 作物-畜産複合農業 (crop-livestock mixtures) : 作物と家畜と一緒に生産すると、バイオマスが増加し、栄養循環が促進される。具体的には、飼料用の灌木を密に植林し、成長の早い牧草や材木用樹木と間作し、そこに家畜を放牧する。この手法により、農薬や化学肥料に依存することなく、トータルな生産性を高めることができる。

アグロエコロジーは、農地、農場、景観 (近接する農地、周辺環境の植生を含む) など、異なる規模やレベルで実践することが可能である。まずは、数区画から始めて、その後、農場で実際に行うのも良い。現実の農場は、景観から様々な影響を受けていて、その生態系も、より複雑だ。アグロエコロジーの原則を、大規模な農場の設計に適用することも可能であるが、その際には、社会・政治的な諸側面について慎重な検討が必要である。いずれにせよ、大規模農場も持続可能な経営に取り組むべき時が来ている。

図2 水田における多様な生物間の相互作用が、水田の生産性に不可欠な栄養循環や害虫予防などのプロセスを担っている。



### 2.3 アグロエコロジーと農民の伝統知

社会システムと生態系が相互作用を繰り返す中で、農業生態系は進化してきた。私たちは、人々が農業生態系の設計に込めた思いや意図、さらに、その維持管理のために必要な知識を理解する必要がある。農業システムは、何世紀にも渡る、自然と社会による相互作用と進化の産物である。ここでは、相互作用の質が、農業システムの質を決定する。例えば、南米アンデス地方では、ワルワル (waru waru) という伝統農法が、高地特有の霜害に強いということで再び脚光を浴び、数百ヘクタールの規模で復活している。ワルワル農法では、嵩上げた土地の周辺に水を巡らせ、水による昼夜の熱交換を行う（水が昼間に熱を吸収し、夜間に放出する）ことで霜を予防し、海拔4,000メートルという高地での作物栽培を可能にしている。このように、文化の多様性が、作物や遺伝子レベルの多様性を支えている事例は多い。農業生物多様性は、文化や伝統によって守られているのである。

伝統的な小農民たちは、長い年月をかけて、様々な農業の形を作ってきた。エコロジカルな（生態系に配慮した）農業とは、小農民たちの生態系への理解とその論理的根拠に基づいた農業のことである。その多くは、生物多様性に富み、農薬に頼らず、年間を通して食料を地域住民に安定供給することが可能な、持続性のある有望な農業モデルである。農民たちは、長年に渡る自然の観察と試行錯誤の繰り返しの中で、地域や文化圏に固有な動植物と土壌に関する、深い理解を養ってきた。農業システムの進化を支えてきたのは、このような農民たちの伝統知— 経験的実践的知恵— である。成功事例は世代を超えて継承され、新技術は農村コミュニティで広く共有されてきた。

アグロエコロジーにおけるイノベーション（技術革新）は、農業の現場で、農民の参画と水平的な交流の中で生まれている。その技術は、画一的ではなく柔軟性に富み、状況に応じた適用が可能である。小農民の社会・経済的実情や地域の生態系に適した新しい農業の形を模索するアグロエコロジストにとって、伝統的な農業の営みの数々は、まさに宝の山である。伝統的生態学的知識（伝統知； traditional ecological knowledge、略称 TEK）を回復し正しく活用することができれば、その恩恵は計り知れない。

伝統知には以下が含まれる。

- 地域固有の生産資源や環境（土壌、植物、降水量等）に関する詳細な知識。
- アグロエコロジー的介入に必須の、地域に関する詳細かつ長年かけて実証された知識。
- 最適な農家実践例の特定と、他の農家や地域への水平展開。
- 地域に適した作物種や動物種の利用。
- 地域の課題や優先事項、ジェンダーを考慮した技術開発の基準。
- 新技術の地域適合性を評価するための基準。

自然と共存し自然と関わる生活をしている農民たちは、地域の生態系に関する深い知識と知恵を持っている。現在、その貴重な伝統知の多くが、忘れられ、失われようとしている。今、必要とされているのは、農民に対し西洋的価値観や科学を押し付ける事ではなく、知恵の対話を促すことである。もちろん、伝統知を過大評価することはできない。気候変動の進展で環境は大きく変化し、伝統知だけで新たな問題を解決することは難しいかもしれない。アグロエコロジーと伝統農業を融合させることこそ、最適なシステムと高いレジリエンスを獲得するための、より確実な道である。

## 2.4 アグロエコロジーと農村の社会運動

アグロエコロジーは中立的な科学ではない。その基本的な考え方は、国際的な小農民運動「ビア・カンペシーナ」(La Via Campesina) が主張する「食料主権」の概念と結びついている。アグロエコロジーの最終ゴールは、農家の自立と自治であり、農家自らが発展のモデルを選択することである。アグロエコロジーは、工業的農業モデルからの脱却を目指す農村社会運動の重要な柱となっている。工業型農業がもたらした環境破壊的な農業形態や不健康な食品に代わる選択肢（オルタナティブ）として、アグロエコロジーに大きな関心が集まっている。土地の占拠（land occupation）や土地再分配政策により、土地の所有権や入会権を取り戻した小農民たちは、小作農や家族農をめぐる土地改革の一環として、アグロエコロジーを取り入れた。

小農民や家族農家とその運動にとって、アグロエコロジーとは、不利益な市場や政策から自立を守り、劣化した土壌や農地、コミュニティの生産性を回復させる手段である。

農村運動は、社会的プロセスや農民同士の交流（知識や新技術の水平展開）を通し、アグロエコロジーという選択肢を急速に広めることに貢献した。

アグロエコロジーは、農民のこれまでの論理的根拠（rationale）とも合致し、また以下の理由で、食料主権の主要な技術戦略にも適合する。

- アグロエコロジーは、農村コミュニティの必要性や実情に合った技術開発の方法論を提示している。
- アグロエコロジーは、そのデザインや技術が広範な農家の参画を前提としているため、社会活性化の手段となる。
- アグロエコロジーの技術は、農民のこれまでの伝統知の論理的根拠と矛盾しないため、文化的融和性が高い。農民の伝統知を積極的に採用し、それを近代農業と融合させている。
- その実践方法は、農業生態系を過度に改変・変容させないものであり、生態系に優しい。管理の方法を工夫することで生産の最適化を図っている。
- アグロエコロジーの手法は、地元の資源や資材を活用することにより、経済的な負担が少なく、技術依存を断ち切ることが可能である。

アグロエコロジーの普及に必要なのは、実効性のある政策、公平な市場、教育啓蒙、参加型研究、農民同士の交流である。最終目標は、小～中規模の農家またはコミュニティ単位の、生物学的にも文化的にも多様な、生産者と消費者を強く結びつける新しい有機農業の形である。

アグロエコロジーは高度に知識集約的である。その技術は、上から与えられたものではなく、農民が伝統知や経験をベースに獲得するものである。そのため、アグロエコロジーでは、農村コミュニティ自体が、新しい技術を実験・実証・実用化する力量を持ち、その能力を草の根の研究や教育の場で生かすことを重視している。アグロエコロジーのキーワードは、技術面では、「多様性」、「相乗作用」、「再循環」、「統合」であり、また社会面では、「コミュニティの参画」である。すなわち、アグロエコロジーでは、人材育成こそが、農村の人々、特に零細な農民がより多くの選択肢を手にする上で最も重要な手段であると考えられる。アグロエコロジーは、コミュニティを重視する。メンバーの生活を保障し、自立を促し、生産と消費を近づける地産地消を推奨する。

南米を中心に普及したアグロエコロジーは、人々の認識、技術、社会政治面に新しい変革をもたらし、革新的政府の誕生や農民・先住民族によるレジスタンス運動（抵抗運動）など、新たな政治の流れを形成した。すなわち、アグロエコロジーという新しい科学技術パラダイムは、政治や社会の動きと密接に関わり合いながら誕生したのである。

アグロエコロジーは、政治的には中立ではなく、内省的（self-reflexive）で、慣行・工業型農業に対する批判の先鋒となっている。技術的には、種子と農薬・化学肥料のパッケージ販売や「特効薬」の提供を得意とする緑の革命および技術集約型農業とは対極にあり、地域や農家の社会・経済的必要性や生物・物理学的条件に合った複数の選択肢を提供する。アグロエコロジーの技術革新（イノベーション）は、農民参画によってもたらされ、水平的に展開される。その技術には柔軟性があり、地域に合わせた適用が可能である。