

# 第1章

## 工業型農業がもたらす危機

現在、地球は、経済、財政、エネルギー、生態系、そして社会を脅かすさまざまな危機に直面している。これらの危機はすべて、相互に関連しており、気候変動も、生態系を襲う危機の一側面に過ぎない。この状況は偶然の結果ではなく、人や自然、そして地球を顧みずに経済成長ばかり重んじる、搾取的で支配的な資本主義システムによってもたらされたものである。今までのやり方を続けることは、もはや不可能である。なぜなら、自然には、許容できる限界があり、それを超えることは、地球の破たんを意味するからである。

経済発展は、人口の急激な増加と消費の拡大をもたらした。しかし、全ての人々が平等にその恩恵を受けているわけではない。1%の人々が80%の富を手にし、99%の人々が残りの20%を分け合っている、というのが現実である。さらに、経済活動の進展は、二酸化炭素の排出も大幅に増加させた。ここでも、一人当たりの排出量で米国やヨーロッパがアジアやアフリカの小農民の20倍となるなど、温暖化への貢献度に格差が生じている。

経済的発展により、種の絶滅のスピードも加速した。毎日、何千という種がこの地球上から姿を消している。それらの種の一つ一つが生態系の中で重要な役割を担っているが、それらを失うことの意味については、私たちは未だ十分な知識を持ち合わせていない。自然生態系が抱える様々なストレス—森林破壊、土壌浸食、気候変動など—は、全てグローバル経済がもたらしたものである。環境問題は、貧困、不平等、飢餓、環境難民 (ecological refugees) などの、社会経済問題も引き起こしている。そして、その全てが集中しているのが、農業分野である。

農業とは、自然に手を加え、単純化させる行為である。モノカルチャー (単一栽培) では、生態系の重要な機能を担う生物多様性が欠けているため、農薬や化学肥料などの外部資材 (external inputs) や手間のかかる管理が必要になる。モノカルチャーは、慣行農業に限らず、有機農業でもおこなうことが出来るが、その場合も外部資材が必要なことに変わりはない。その種類が、化学系から生物系に代わるだけである。一方、天然林では、こうした介入の必要が全くない。様々な生物の相互作用による自律性が備わっているからである。

残念ながら現在、世界に15億ヘクタールある農地の90%が、大量の農薬、化学肥料やエネルギーを用いる工業型モノカルチャーに代わってしまった。その結果、世界の農産物の大部分は、12種類の穀物と23種の野菜に集約されてしまった。モノカルチャーは、病害虫や気候変動などに対し極めて脆弱で、過去にも深刻な飢饉の引き金となった。かつてインドやアイルランドを襲った大飢饉も、このような遺伝的に均質な農業が招いた結果である。

工業型の農業は、1960年代の緑の革命以降、急速に拡大した。先進国 (北) では、国際的な農業研究が盛んになり、温帯の科学者が熱帯 (南) に派遣され、現地の農民に農業を「指導」した。科学は権力を持つ者の道具となった。政治的課題を達成するための農業関連プロジェクトに巨額の予算がつき、高収量品種が在来種を駆逐していった。

メキシコに端を発した緑の革命は、その後インドなど各地に広がった。緑の革命がもたらした新技術は、小規模農家に適したものではなく、農家の大規模化を促進した。現在にいたるまで、緑の革命が推し進めた農業システムが世界の主流となっている。農家の数が減っている一方で、その規模は大きくなっている。その結果、作物の遺伝的多様性は大きく損なわれた。工業型農業の台頭で、自然に優しく多様性のある農業が次々と姿を消してしまった。

モノカルチャーは、短期的な経済性はあっても、長期的には生態系にとって最適なシステムとは言えない。モノカルチャーでは、主要穀物の大半が遺伝的に均質であるため、病害虫（や気候変動）への抵抗力が著しく低く、農薬依存を招いてしまう。しかも、化学農薬は、害虫や雑草が耐性を獲得すると、その効力を失ってしまう。そのため、新たな農薬を開発し、使用量を増やすという、イタチごっこを繰り返すことになる。さらに、化学肥料に関しては、ある一定の量を超えて与えると、効果が減少するので（収穫逡減の法則）、与えすぎは逆効果になる。

緑の革命には三つの前提条件があった。安価で豊富なエネルギー、変動のない安定した気候、そして豊かな水資源である。これらの前提は、今や全て崩れてしまった。

工業型農業は、土壌中の炭素レベルを低下させ、二酸化炭素、メタン、一酸化窒素など温室効果ガスの17~32%を排出し、気候変動の大きな要因となっている。その気候変動もまた、生物多様性の喪失や収量低下など様々な影響を農業に及ぼしている。2012年に、アメリカ中西部が30年来の記録的干ばつに見舞われた際には、トウモロコシと大豆の収穫量が30%減少し、工業型モノカルチャーの気候変動に対する脆弱さを露呈する結果となった。

農業は、世界の土地の12%と、水資源の70%を使っている。例えば、食物を生産するにあたり、穀物生産では1キロ当たり1,500リットル、フルーツの生産では1,000リットル、牛肉生産に至っては15,000リットルという大量の水を消費している。現在の消費レベルを維持するための水は、もはやない。

また、海では、富栄養化により、デッドゾーン（貧酸素海域）が生じている。農薬や化学肥料に含まれる窒素やリンが河川を通じて海に流出し、その結果、藻が異常発生して、酸素を大量に消費したことが原因である。

以上からもわかる通り、工業型農業は、世界の人々を飢えから救うという当初の目的を実現していない。私たちの口にする食料のわずか30%の生産のために、耕地の70~80%、水資源の70%、また農業で利用する化石燃料の80%が消費されている。しかも、工業型農業は、農作物よりバイオ燃料や飼料の生産を優先している。一方、飢餓に苦しむ人々は世界で増え続け、世界人口の半数が満足な食事にありついていない。世界の34億人が飢えや栄養不良、肥満に苦しんでいる。生産や流通、消費の過程では33%の農産物が有効利用されず廃棄され、穀物の40%が飼料に回されている。

これらの事実が示す通り、飢えの問題は、生産よりも、貧困と不平等に起因している。しかし、食料危機の真の原因は、農業システムが少数の多国籍企業の支配下にあるということである。2008年に、市場による投機買いで食品に記録的高値がつき、一般市民の手に届かなくなるという事態が発生した。その年、カーギル社、ブンゲ社など「穀物メジャー」は、史上最高利益を出した。いわゆる「食糧帝国 (food empire)」は、農家の生産活動から、人々が口にする食物の量や質、価格に至るまで、全てをコントロールしている。生産者と消費者は、ともにこのグローバルな食料システムの犠牲者である。この帝国では、現在でも生産至上主義が幅を利かせている。彼らの目標は、2030年までに食料生産高を倍増させることだ。その切り札となるのが、近年普及が進んでいる遺伝子組み換え作物 (genetically engineered/ genetically modified crops) である。

「食糧帝国」と産業界の密接な結びつきも無視できない。アグリビジネスは、自動車や石油化学企業と手を組み、バイオ燃料の生産に乗り出した。世界のエネルギー資源は、先進17か国によってその50%が消費され、残り50%を175カ国で分けあっている。しかし、石油資源は有限であり、いつかは枯渇する。農耕地の2%に当たる2,500万ヘクタールが、バイオ燃料の生産に転用されている。南米やアフリカ、アジアでは、バイオ燃料の生産が盛んであり、土地の収奪 (land grabbing; 未開発の農地の大がかりな土地買収) も激化している。2010年までに収奪された土地は1億4,000エーカーに及び、その75%がアフリカのサハラ以南に集中している。土地収奪と深刻な飢餓には相関関係がある。

バイオ燃料と関連して話題になるのが遺伝子組み換え作物である。1億8千万ヘクタールの土地で大

豆（全耕作面積の65%）、トウモロコシ、綿、菜種などの遺伝子組み換え作物が栽培され、その大半がバイオ燃料や飼料作物、換金作物として利用されている。企業側は、飢えの撲滅のためには遺伝子組み換え作物は不可欠だと主張しているが、それを裏付ける証拠はない。また、遺伝子組み換え作物は環境問題の解決にも貢献していない。例えば、遺伝子組み換え作物として最も生産量が多いのは、は農薬耐性の大豆である。米国、アルゼンチン、パラグアイやブラジルでは、自生大豆（soybean volunteer）や除草剤グリホサート耐性の雑草が増え続け、より毒性の強い除草剤が使用されている。

「ゴールデンライス」というビタミンAを多く含む遺伝子組み換えイネが開発されて、ビタミンA欠乏症対策に有効であると宣伝されている。しかし、葉物野菜やキャッサバ（タピオカイモ）、マンゴーなどのフルーツの方が、ゴールデンライスよりもビタミンAの含有度は高い。そもそも農村部でビタミンA欠乏症が発生した原因は、水田における生物多様性の喪失にある。かつて水田は、バランスの取れた栄養の供給源であった。今でも、鴨や魚などを利用した環境共生型の米作りを営んでいる農家の米は、ビタミンAを多く含み、栄養価も高い。必要なのは、植物だけでなく、食文化や薬用植物を含めた（遺伝子及び種のレベルでの）農業多様性の回復である。

農業には、健康被害や環境破壊など、外部性（externalities）の問題もある。温室効果ガス排出、水質汚染、生物多様性の喪失、土壌浸食、健康被害、その他の外部性にかかるコストを全て考慮した場合、食料生産にかかる実際のコストは現在言われているよりはるかに高い。英国では、工業型農業の外部コストを、1ヘクタールあたり205ポンドと見積もっている。

気候変動、社会不安、金融危機などの不確実性がある中で、耕作面積を増やすことなく、また石油、水、窒素などの資源を節約しながら、いかにして持続可能かつ十分な食物の増産を実現できるか。それが今後数十年にわたる、農業に課せられた課題だ。農業システムの在り方を見直し、新たなパラダイムへと移行する必要がある。未来の農業システムは、化石燃料に依存せず、環境に優しく、多様な機能を提供し、気候変動などの外的なショックに耐えるものでなければならない。このような農業システムは、レジリエント（気候変動や災害に対する回復力が高いこと）であり、先住民族や地域による技術革新を生かした、地域独自の食料システムの基盤となるべきものである。

アグロエコロジーは、まさにこのようなシステムである。必要とされているのは、生産性や効率が高く、生物多様性に富み、資源循環型で、農薬や化学肥料に依存せず、変化に強く、地域の資源を活用し、高度に相互補完的で統合的システムである。これこそが、「食糧帝国」企業の支配を回避する道である。

アグロエコロジーは、生態学という科学を農業に適用する。その目的は、農薬や化学肥料などの外部資材がなくても、種同士の相互作用のみでシステムが機能するような生態構造を構築することである。例えば、森林に囲まれた農場は、益虫や肥沃な土壌など、森から多くの生態系サービス（自然の恵み）を受けている。綿花などを単一栽培する大規模プランテーションが常に外部エネルギーの投入を必要とするのとは、対照的である。

慣行農業は、モノカルチャーへ転換することで、自然生態系を単純化させている（コラム1）。そもそも農業生態系と自然生態系は別物である。農業生態系が、低い遺伝的多様性と開放的な栄養塩循環に代表されるのに対し、自然生態系は、高い遺伝的多様性と閉鎖的な栄養塩循環を特徴とする。自然生態系には、本来、相互依存性、自己制御性、自己再生性、自己充足性、効率性、多様性などが備わっており、それが強みとなっている。モノカルチャーに移行してしまうと、生態系は単純化され、その強みは失われ、農薬と化学肥料に依存するようになる。アグロエコロジーは、自然生態系が持つ本来の力を農業生態系に取り入れ、復元することを目指している。

## コラム1 慣行農業に影響を与えた学派

慣行農業に影響を与えた学派は4つある。

第一は、デカルトの流れを汲む学派で、全体を部分に還元し、部分ごとに理解しようとする立場をとる。この考え方は農業や科学分野における専門化や特殊化を促した。しかし、科学とは部分を統合するものであり、システムはその全体性で理解しなければならないという視点が欠けている。

第二は、ダーウィンが提唱した適者生存という概念である。ダーウィンが見落としたのは、自然界は、競争よりも協力と相互作用の上に成り立っている、という点である。適者生存の考えは、後の生物学者や経済学者に影響を与え、競争の重要性が過度に強調されることになった。

第三は、フォン・リービッヒ (von Liebig) の学説である。リービッヒは、生産性にはそれを限定する要因 (限定要因) が常に存在し、最適な生産性を実現するには、この限定要因を克服しなければならない、と説いた。つまり、限定要因が窒素ならば窒素を補給し、害虫であれば、害虫を駆除しなければならない。しかし、リービッヒの説明は、限定要因が生態系の機能不全がもたらす症状であり症状を取り除くだけでは問題の根本的解決にはならない、という重要な点を見過ごしている。限定要因を一つ取り除いても、また別の限定要因が生じる。例えば、農薬や化学肥料を使用すると、収量はいったんは増加するが、一定レベルに達すると減少に転じる。収量の増加は、窒素肥料投入量に必ずしも比例しない。慣行農業では、施肥の効果が出ない場合、その原因が品種にあると考えて、新たな品種の開発に走る。しかし、収量が減る真の原因は、化学肥料の大量投入による土壌の酸性化である。土壌が酸性に傾くと、土壌中の微生物群にとって住みにくい環境になるばかりでなく、その他の土壌中の栄養素が植物に吸収されにくくなる。また、化学肥料は水に溶けやすいため窒素がすぐに植物に吸収されてしまうが、吸収された窒素はアミノ酸やたんぱく質に合成されにくい。葉に遊離窒素がたまると、窒素を生殖に利用するアブラムシなどの害虫を引き寄せ活性化してしまう。これに対し、アグロエコロジーでは、症状を克服することではなく、根本原因を取り除くことを重視している。例えば、土壌への窒素の供給にはマメ科植物 (legume) を利用している。この方法では、窒素の移行が緩やかなスピードで行われるため、葉への窒素の過剰な蓄積にはつながらない。葉の組織に可溶性窒素が蓄積すると、アブラムシの生殖や生育が促進されることは、多くの研究で証明されている。また、化学窒素肥料がたんぱく質の合成を阻害し、植物を病害虫に対し脆弱にさせることは、既に1960年代に、フランスの科学者フランシス・シャブスー (F. Chaboussou) が提唱している。

第四は、英国の経済学者、マルサスの学説である。マルサスは、飢えとは人口増加と食料生産力との間の不均衡であり、その解決は食料増産にある、と説いた。この考えは、緑の革命に大きな影響を与え、収量の増加と農業生産性の向上が究極の目的となった。その結果として、慣行農業は、多額の農業補助金の上に成り立っている北の農家の収量と、南の零細農家の収量との差を埋めることばかりを考えるようになった。

アグロエコロジーは、科学であると同時に農業の実践であり、社会運動である (図1)。それは、科学の知見と農民の伝統知に立脚し、生態学と社会・経済を扱う諸分野をつなぐ学際的アプローチである。アグロエコロジーの原則を適用すると、生物学的プロセスが促進される。またその原則は、農民同士の交流を通して共有され、農場、コミュニティ、国、地域まで、様々な規模での実践が可能で

ある。

アグロエコロジーは、農村地域の社会運動と連動して、ボトムアップで、つまり農民主体で行われることが望ましい。また、農村と都市の連携も必要である。小農民や「土地なし農民」が、土地や水、種子などの生産資源と経済的機会の獲得を目指す、食料主権（food sovereignty）という流れの中で、重要な柱となるのがアグロエコロジーである。

図1 アグロエコロジーとは、伝統知と、生態科学・社会科学・農業科学の知見とを統合し、両者の対話から、生物多様性のあるレジリエントな農場をデザイン・経営するための原則を導くものである。

