

## 第4章

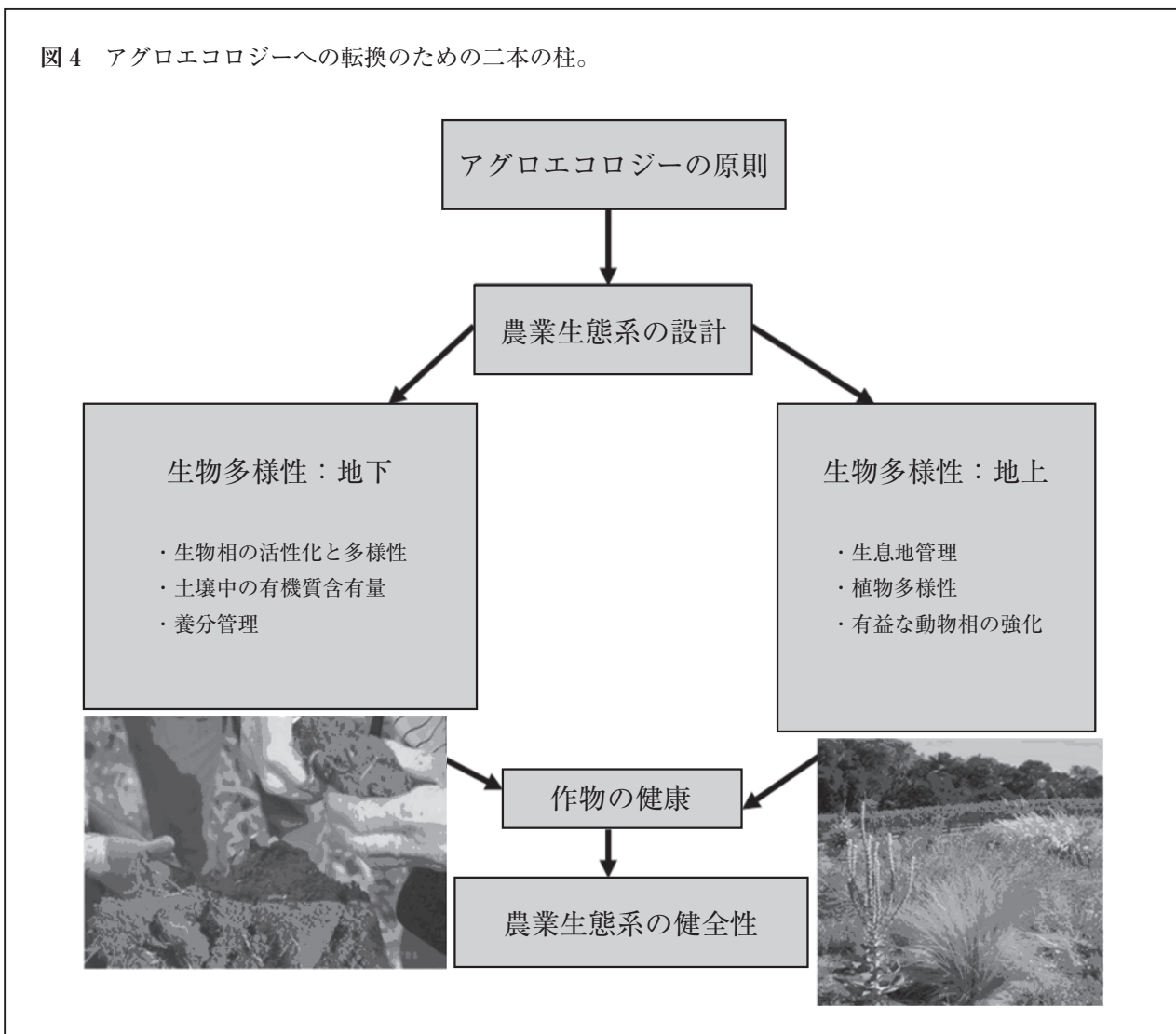
# 農業生態系におけるエコロジカルな害虫管理のための植物多様性の向上

集約的農業は、自然生態系が提供していた多くの生態系サービスを衰退させ、環境汚染や塩害など様々な負の外部性（社会コスト）をもたらした。しかし、ポリカルチャー、天敵保護植生帯（insectary strips）、輪作、境界作物、河畔回廊、自然保護区などの適切な対策を講じることが出来れば、今からでも、区画、農地又は景観レベルで、生態系機能を取り戻すことは可能である。

生態系の機能的生物多様性を構成しているのは、受粉媒介者、捕食者、寄生体、草食動物、作物以外の植物、ミミズ、土壤微小動植物相などの生物群（機能群）であり、これらが、受粉媒介、害虫防除、土壤構造の改善など重要な機能を担っている。機能的多様性を構成する要素とその役割がわかれば、複合農業システムの生物多様性を向上させることは可能だ。難しいのは、どのように機能群を組み合わせて機能的多様性を実現するかである。

アグロエコロジーには二つの重要な柱がある。一つは、土壤の質（地下：有機質と生物活性の向上）、もう一つは、植物の健康（地上：有益な生物相の生息環境改善）である（図4）。両者は、互い

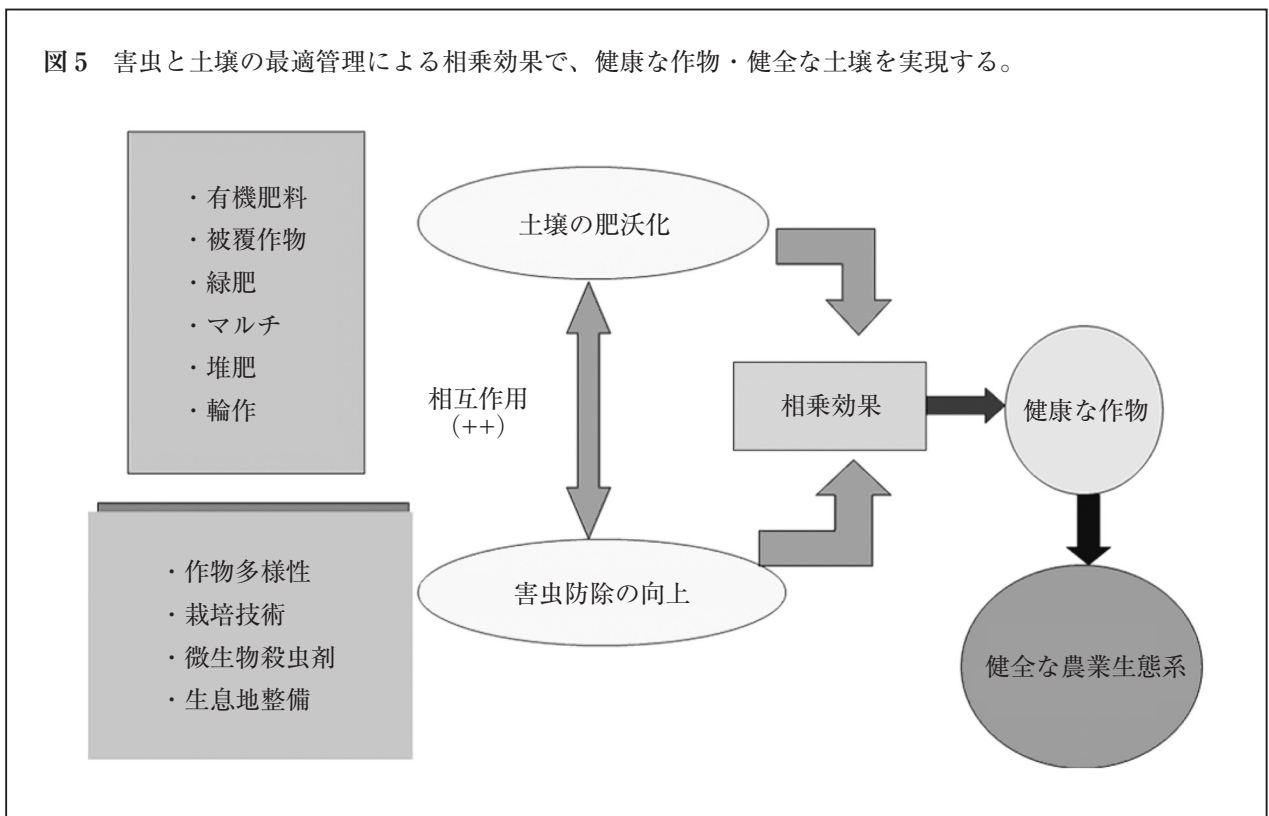
図4 アグロエコロジーへの転換のための二本の柱。



に影響し合い、補完し合っている。土壌の質を改善するには、有機肥料、被覆作物、緑肥、マルチ、堆肥、間作や輪作などの手段が有効である。また、植物の健康に関しては、作物多様性、伝統知、微生物殺虫剤、生息地の整備が、病害虫を減らすことにつながる（図5）。

アグロエコロジーへの転換にあたり、最初にやるべき事は、農場に生物多様性を取り戻し、モノカルチャーと決別することである。多様性が戻ると、有益な相互作用が促進され、資源への依存を減らすことが出来る。植物多様性が、天敵を増やし害虫を抑制する効果があることは、多くの文献も取り上げている。最近の研究から、特定の品種の組み合わせが、草食昆虫（害虫）の生息密度低下に効果があることが明らかになっている。

アグロエコロジーは、治療ではなく、予防に重きを置いている。害虫防除で言えば、まず害虫の侵入を阻止する方法—例えば、害虫の天敵（益虫）を増やす方法—を考える。雑草にも、花の蜜や花粉で天敵を集める能力があるが、雑草の繁殖を嫌う農民が、草が種をつける前に刈り取ってしまう。そこで、天敵が好む花を植えて、栄養や生息場所を与え、天敵を増やす基盤づくりをしている。この際、いくつか心掛けなければならない点がある。例えば、作物の生育期間を通して常に花が咲いている状態を維持する。花は作物より先に植え、害虫が増える前に、益虫（天敵）の数を増やす。害虫がまだ少ないうちであれば、天敵は害虫を数で圧倒し、封じ込めることができる。そのためにも、早い時期から必要な益虫の個体数を確保することが肝心である。



作物の列と列の間、あるいは境界で、花の帯や回廊を設けるだけでも、モノカルチャーからの離脱になる。花は天敵に花粉や蜜を提供し、天敵は隣の作物に移動して、害虫を抑制する。実際に、作物と作物の間に、花の咲く植物を帯状に植え、その蜜や花粉を天敵に利用させ、その生殖や長寿化を助け、害虫を抑制しようという試みが既に始まっている。一般的に使われる花は、ハゼリソウ（*Phacelia*）、ソバ、アリッサム（*Alyssum*）などで、これを作物と一緒に帯状に植えると、ハナアブやテントウムシなど、アブラムシの天敵が増え、結果的に、害虫であるアブラムシを減らすことが出来る。捕食者や捕食寄生者（天敵）は、林縁や回廊から、せいぜい50メートル程度しか移動しないため、回廊は100メートル毎に設けるのが妥当である。花の帯と帯、あるいは回廊と回廊の間の距離は、

昆虫が、飛んで移動するか這って移動するなどによって変わってくる。また、植える花の大きさや形、また花粉の飛散範囲も考慮しなければならない。天敵の種類で、花の好みも違う。一般的には、小さくて、開いていて、扁平な花を好む傾向がある。蜜が吸いやすく、必要な栄養が取りやすいからだ。

なぜ、害虫はモノカルチャーに惹きつけられるのだろうか？ その理由は、害虫の多くが視覚や嗅覚を頼りに作物を探すため、モノカルチャーの畑では（においや目視で）獲物を見つけることが容易だからである。コスタリカでは、ウイルスを媒介するコナジラミが多く、長い間トマトを栽培することができなかった。ところが、ある進取の気性に富んだ農家がトマトを香葉と一緒に植えたところ、見事に栽培に成功した。香葉の存在によって、コナジラミによるトマトの発見が困難になったのである。同様に、トウモロコシの周りに豆やカボチャを植えると、害虫は混乱し、お目当ての獲物にありつけない。カボチャも、優秀な捕獲作物（trap crop）であり、キュウリヒゲナガハムシに効き目がある。ポリカルチャーは、益虫（捕食者、捕食寄生者）が必要とする花粉や蜜を豊富に提供するため、ポリカルチャーにすると、益虫が増えて害虫が抑制される。アフリカで、科学者がプッシュ・プル法という害虫対策を開発した。プッシュ・プル法では、害虫の捕食寄生者を引き付ける植物と害虫をトウモロコシから引き離す作物（捕獲作物）を組み合わせることで、トウモロコシを害虫から守っている。例えば、ネピアグラスやスーダングラスを境界捕獲作物としてトウモロコシ畑の周囲に植えたり、モラセスグラス（molasses grass）やヌスビトハギ（*Desmodium*）を間作しシンクイムシを撃退している（図6）。ヌスビトハギは、寄生植物ストライガ（striga weed）の成長を阻害し、窒素を固定するとともに、優れた飼料として乳牛の生産を向上させる。プッシュ・プル農法は、トウモロコシの15から20%の収量増加に貢献し、1ドル当たり2ドル30セントの投資効果を生んでいる。

雑草も、生態系に貢献していないわけではない。勿論、作物と競合するほど増えるのは問題であり、例えば作物が根付くまで雑草を茂らせいなどの配慮は必要である。しかし、競合を避けるべき時期を把握しその時期さえ外せば、雑草も害虫を捕獲・撃退したり、また益虫に花の蜜や花粉、虫を提供するなど、十分役に立つことができる。

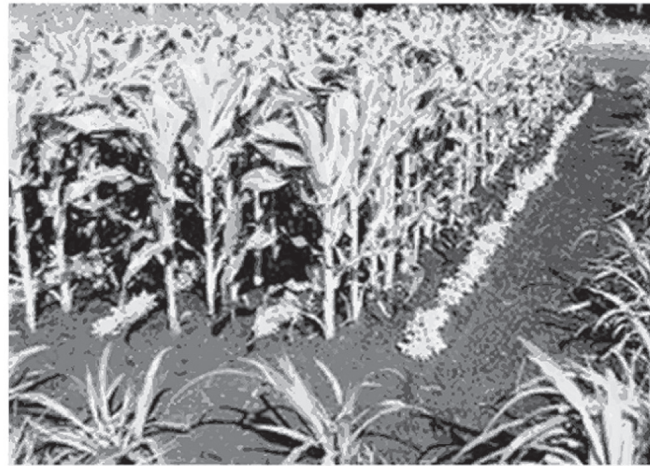
例えば、メキシコでは、トウモロコシを植える際には、害虫が好む雑草（lupin、ルピナス）と一緒に植えている。ルピナスが害虫でいっぱいになると、刈り取って燃やす。キャベツは、アブラナ科の雑草（wild brassica）と一緒に植え、青虫（cabbage worm）や羽虫（flea beetle）など、キャベツにつきやすい害虫から守っている。アブラナ科の雑草にはキャベツの6倍もの精油が含まれていて、害虫を強力に引き付ける点を利用しているのである。コロンビアでは、イネ科雑草（grass weed）を豆の周りに植えている。イネ科雑草は、害虫の嫌う臭いを発散するため、稲の害虫であるヨコバイ（leaf hopper）を撃退する。反対に、害虫に襲われると、SOSの合図を出して、益虫を引き寄せる雑草もある。

キューバでは、大規模なポリカルチャーの成功事例がある。また、どの作物の組み合わせがどの害虫に効果があるかも研究で明らかにされている。例えば、トウモロコシとサツマイモと一緒に栽培すると、サツマイモゾウムシの抑制に効果がある。トウモロコシは、花粉で捕食者を惹きつける働きと、物理的バリアとなってアザミウマなどの害虫の拡散を防ぐ、両方の役目を担っている。カラスノエンドウとトウモロコシも、線虫に効果がある。他にも、トウモロコシと豆のコンビネーションが広く利用されている。様々な作物の組み合わせが、異なる害虫の抑制に力を発揮する。例えば、キャッサバと豆は、キャッサバの害虫を抑制し、またキャベツとゴマは、コナジラミの繁殖を抑える。

被覆作物も、使用される植物の種類によって、土壌構造改善、地力強化、害虫抑制など、異なる役割を果たしている。マメ科植物の主な役割は土壌の肥沃化であるが、草（grass）と組み合わせると土壌構造も改善する。被覆作物は、害虫を退治する益虫（天敵）に生息場所を提供する。テントウムシ、オサムシ、クモ、スズメバチは、有用な天敵（捕食動物）であり、積極的に増加させるのが望ましい。被覆作物は、害虫の個体数がまだ少ない内に、早めに植え、天敵を増やす時間を確保する。被

図6 アフリカにおけるプッシュ・プル農法の事例。

シンクイムシ (stem borer) 対策に有効な、害虫のおとり植物と、寄生捕食者 (寄生バチ) の誘引植物の組み合わせ。



プル

トウモロコシの周囲に帯状に植えられたネビアグラスが揮発性の化学物質を放出し、蛾をおびき寄せ、蛾は卵を産み付ける。

プッシュ

トウモロコシの間に植えたヌスビトハギが、揮発性化学物質を放出し、蛾を追い払う。



ヌスビトハギの根が分泌する化学物質 (イソフラボン) は、トウモロコシの根茎への寄生植物ストライガ (striga) の付着を阻害し、土壌中のストライガの種子は発芽するも自滅に至る。

覆作物は、定期的に刈り取り、捕食者を追い出し、作物のある場所に移動させ、獲物を探そう仕向ける。この移動の時期が肝心で、害虫が最も脆弱になるタイミングに合わせなければならない。そのためには、日頃から個体数の推移を注意深くモニタリングする必要がある。

動物も害虫防除に貢献している。水田に魚を放つと、魚は雑草を食べ、泳ぎ回ってイネから害虫を振り落としてくれる。水中に落下したヨコバイは、転じて、魚の餌となる。合鴨も、害虫の幼虫の抑制に効果的である。

景観の多様性も、害虫防除に有効である。農場周囲の多様な景観は、積極的に利用すべきである。例えば、天敵が自由に畑に出入りできるよう工夫したり、回廊だけでなく島 (island) を設けて、そこに花を植え、天敵に繁殖場所を提供したり、また巣箱や止まり木を設け、鳥を呼び込むのも良い。鳥は、特定の害虫の個体数抑制に、大変有効である。