

第5章 総合考察

5-1. まえがき

以上前章まで、「果樹作を中心とした被覆不耕起栽培」について、筑波山腹圃場および筑波大学農林技術センター圃場における試験結果を記した。作物の生育・収量結果と、土壌の物理・化学性および生物相の調査結果との関連から、総じてまとめると、不耕起は非攪乱的な働きかけであり、適度の被覆は豊かな生物群集の形成を促進し、生物社会の安定を積極的に創造していくこと、そしてその適切なバランスで保持された生物相を有することが持続的な作物再生産を可能にすることが示唆された。

この2つの試験圃場の他に、筆者は「観察眼」を養い、比較する姿勢を重視する意図から、被覆不耕起栽培の体験圃場を計6筆、つくば市内に開設し、栽培管理を継続してきた。その圃場の概要および圃場の位置を付表-1と付図-1に表し、そして作物生育量や土壌・雑草植生・土壌動物相の調査結果を、筑波大学農林技術センター圃場と比較する形で付表-2～付表-5に示した。それらの結果からも、圃場間で作物の生育量は異なるものの、被覆不耕起管理下では、雑草植生や土壌動物相はすべての圃場で非常に多様で豊富な相を保持していることが確認できた。つまり同一地域内の数圃場で、同様な管理を3～7年間継続してきた結果から、被覆不耕起栽培の有効性が明らかに示されたことになる。筑波山腹圃場および筑波大学農林技術センター圃場での各種試験から得られたデータは、個々を見ると現在の科学分野で要求される精度や厳密さ、再現性に欠けるかもしれないが、それらは数々の体験圃場の実践から得られた事実の、丹念な観察の継続から生まれたものであることをつけ加えておく。

前章までは作物生育とその他の調査項目との関係を、要因・要素との関係に短絡的に結びつけた部分も少なくなかった。以下、本試験結果をもう少し多くの側面から総合的に考察し、「果樹作を中心とした被覆不耕起栽培」の可能性をより深く考えてみたい。

5-2. 小規模農業の適応への可能性

自給的家庭菜園を自身で営んでいる作家の灰谷氏の、「人間の寸法」に合った漁業や農業で暮らしを立ててきた沖縄の人々について記した手記に答える形で、同じく作家の水上氏は以下のように述べている。「人間の寸法なら、足はばは三尺足らずですね。とてもこんどあなたの島の近くに架った大橋（瀬戸大橋）を突進する電車や、自動車の力にはかないません。生まれてくる人はみな、たった三尺の足はばの人生を生きるしかないのです。しかしながらたいがいの人間は、足はば三尺の歩行に満足できず、海に橋を架け、本土から四国へ車や飛行機を使って月にまで出かけたようです。そのうらで、人が苦しんだり悲しんだりしているのをないがしろにしようとも。…」(水上・灰谷, 1993)。

緒言でも述べたように、筆者は今後の日本の農業の進むべき方向として、分散・多様・循環・適量生産の考えに基づいた小規模な農業を重視し、その割合をより高めていくことが望ましいと考えた。小規模とは上記の人間の寸法にあたる規模の概念であり、この小規模農業は、生産の種や個体の相互関係のもとに生物界が成立していることを重視した生産方式である。単作よりも混作・輪作、化学肥料よりも緑肥、大規模よりも小規模の適量生産を求めるものであり、集中・均一・解放・最大生産を指向した画一的な機械化・大規模農業とは異なるものである(岡島, 1991)。

大規模農業を肯定した事例として、五十崎(1983)の農地工学的立場からの大胆な提言があげられる。氏は水稻生産性向上のための水田畦畔撤去による大区画水田(200m×300m)における省力化農業を提起している。これに対して、小規模農業については、近代の科学農業の反省から、とくに近年多くの論者がその意義を説いている。主なものを以下にあげると、「小農はなぜ強いのか」(守田, 1975), 「規模拡大は日本を亡ぼす」(飯沼, 1994), 「二十一世紀は『小さい農業』の時代—世界が日本農業の生産革命に期待する—」(農文協論説委員会, 1994), 「小さい農業—山間地農村からの探求」(津野, 1995), 「日本小農論の系譜」(玉, 1995)等である。

これらの多くは小規模農業が成立するためには、「新農政」のいう組織経営体と個別経営体、あるいは「生きがい農業」にしても、兼業農家の切り捨てとして実現するのではなく、「大」と「小」の相補的な社会システムを充実させることによって、両者および非農家の共存できる、好ましい住み場所づくりとして実現

していくことを目標としている。したがって環境保全型農業・持続的農業と大規模化を単に対立するものとみるのではなく、うまく調和させていくために、まず単作型の利潤追求農業を改めて、高度な作付体系をもつ複合経営が基本であるという考え方が多くみられる（堀尾ら，1995）。以下、このような視点から様々な栽培技術について本試験結果との関連でみていきたい。

5-3. 各栽培技術との関係

1) 被覆不耕起栽培の技術体系

不耕起栽培の特徴として、Phillips (1980) は、①風食や水食を軽減できる、②エネルギーを節約できる、③播種時期や収穫時期が改善できる。すなわち、不耕起が慣行の耕うん法よりも広範囲の土壤水分量を保持していることから、よく排水された土地でも播種できる。④土壤からの水分蒸発を減少したり、土壤中への水分の浸入が増加するので、土壤水が有効に利用できる、⑤農業機械への投資が軽減できる、等の利点をあげている。しかし、⑥適切な管理が必要、⑦マルチに覆われることにより、春には地温が低いこともある、等の不利な点も指摘している。

この中の②、③および⑤については、大型機械による画一的な大規模農業についての視点が色濃く出ており、また作物・雑草の残根による土壤改善効果や生物相の保全といった視点は見られず、欧米の農業の特質を反映しているものと思われる。同様に、現段階のわが国の不耕起栽培の実際・研究についても、その省力化の側面に注目したものが多く、積極的に作物根系の土壤改善・維持特性を活かすという観点から不耕起栽培を評価している事例は少ない。

これに対してLal (1989) は新しい耕うん方式の概念として、保全耕うんシステム (Conservation tillage systems) を提起し、その基準としてa)作物残渣マルチが存在すること、b)土壤の保全、水の保全に効果的であること、c)土壤構造や有機物量を好適な水準まで維持できるか、あるいは改善できること、d)生産性を高度に、かつ経済的な水準に維持できること、e)化学的な土壤改良剤や殺虫剤への要求を最小にすること、f)生態的安定性の保護、g)天然水および環境への最小の汚染、を含んでいることが前提であるとしている。どちらかという、後者のLalによる保全耕うんシステムの基準の方が本栽培法の基本構想（第2章-2）と類

似した点が多い。とくにa)の作物残渣マルチの存在については、本栽培法では「被覆＋不耕起」として、不耕起栽培に必然の、最も重要な条件と考えた。

Allmars・Dowdy (1985) は保全耕うんシステムは、表面の少なくとも30%が残渣で覆われていることとしており、本試験ではMNT (被覆不耕起) 区で平均50%、MMNT (多被覆不耕起) 区で平均80%に達していた (雑草植生調査時に同時に測定)。米国でとくに重要とされる土壌侵食抑制効果について、わが国でも山間地では同様に問題とされるが、四国の急傾斜畑地 (勾配27%) における敷きワラ被覆の土壌侵食防止効果をみた試験では、0.3 t/10 aの被覆量では土壌の侵食と堆積が生じたが、1 t/10 aではほぼ土壌の流出を止めたとしている (山本ら, 1995)。被覆マルチの効用については、一般的にこの侵食抑制効果の面が強調されるが、筆者は土壌動物相の保全や適度な雑草防止効果等に注目し、その効果があること、さらに被覆に加えて不耕起の条件下でより効果が高くなることを示した。このように耕うん法と密接に関連する様々の栽培技術の中で、とくに有機物・堆肥施用、緑肥作物および作付体系について順に検討した。

2) 有機物・堆肥の施用

中村 (1995) は、畑作における不耕起栽培における育土の試験を、とくにミミズ等の土壌動物に注目して、約25年間研究してきた結果、有機物施用と無農業管理は不耕起栽培と密接に関連し、各々切り放すことのできない技術であるとしている。有機物施用の継続は、一般的に化学肥料の単用に比べて、土壌の物理的性質および生物性を大きく改善することが特徴とされる。本試験では、系内自給を基本としたが、被覆効果をみるために、圃場に隣接した雑木林 (AG区) から林床有機物の移入を行った試験区を作った (MMRT区・MMNT区)。これらの多被覆試験区、とくにMMNT (多被覆不耕起) 区はMNT区と比較して、明らかに作物の生育・収量増が確認され (表3-12)、また土壌の化学分析結果からもほぼすべての測定項目で増加を示した (表3-17, 3-18)。上沢 (1991) は化学肥料や有機物の連用が土壌・作物収量に与える影響の全国的解析を行った結果、有機物施用が収量増に寄与する場合には、全炭素、全窒素、可給態リン酸、CEC、交換性カルシウムが有意に増加していたとしており、本試験の結果と一致するものであった。すなわち、土壌有機物の集積が土壌養分保持能、保持量の増加に寄与し、結果的に生

育量・収量増に結びついただけと判断した。

また本試験圃場の養分含有量は一番高いMMNT区でも一般の畑作地と比較するとかなり低いレベルであり、過度の養分富化といった問題は当然みられなかった。しかし現在の低投入持続的農業の論議の中では、現行の施肥基準や有機物施用基準が、土壤に過剰な養分の蓄積を招くことはないか、溶脱した硝酸態窒素等による地下水汚染の問題はないか、等の視点が必要とされている（上沢，1994）。それらに対応した技術として、降水による肥料溶脱を軽減するために耕うん・畦立て法からのアプローチ（雁野，1992）や、異種の有機質資材の混合施用法や年間の作付体系の中で作付ごとに資材の種類を変えるリレー施用法、すなわち複合的施用技術（二見ら，1995）等の新しい技術がみられる。

いわゆる「有機農業」は、化学合成無機物以外は系外より多量に系内に有機物を持ち込む農法であり、例えば堆肥といえども、連年そこで作られる作物により吸収除去される以上に多量施用すると、そこから過剰な養分が環境汚染因子となることは化学肥料と全く同じである（吉野，1993）。一方、「自然農法」は、作付体系や作物による空中窒素固定等を利用し、系外よりの投入エネルギー量をできるだけ少なくする農法であり、本試験でも隣接雑木林も広く含めた系内自給を基本とした。したがって地力維持や土壤物理性の改善等のために、以下に項目として掲げた緑肥作物を利用した。

3) 緑肥作物

昭和30年代半ばに始まった農業の近代化による化学肥料の利用増大とともに、土壤に還元される有機物は減少の一途をたどり、地力の減耗が指摘されるようになって久しい。近年、その反動ともいえるべく種々雑多な有機物が農地に投入されるようになり、「有機物施用＝有機農業」といった、有機農業を矮小化した理解も一部で生じている。先述したように、過度の有機物の農地への投入は、重金属汚染、作物生育阻害物質の蓄積、病虫害の蔓延化等、土壤および作物への影響は広範囲にわたり、多くの問題をはらんでいると思われる。

緑肥作物は、このような系外からの有機物とは異なり、安全性の面では問題が少なく、また有機物を搬入する労力を省略できる、といった有機物補給の点に加えて、畑作地帯で深刻な問題とされる連作障害の回避効果をもつ点、さらに土壤

保全・環境美化等の観点から、ここ数年栽培面積が増加している（橋爪，1995）。その利用方法として、C/N比に起因するマメ科・イネ科等の緑肥作物の分解性の違いに配慮し、様々な形態や組合せを試験した事例が見られる（今野ら，1992；渡辺，1989）。しかし、これらはすべて緑肥作物の鋤込みの試験，つまりロータリ耕うん等で土壌中に緑肥作物を混入したものであり，不耕起管理下での刈敷き利用は，試験研究，さらには現場でもほとんど見あたらない。

本試験では，イネ科のムギ類（エンバク・ライムギ・コムギ）やソルゴー，マメ科のクロタラリアとセスバニア等を中心に栽培を行った。緑肥作物を刈敷き被覆利用したMNT区は，緑肥作物を土壌中に鋤込んだIRT（鋤込み耕起）区に比べて，有意に地上部生育量が優れ，また地下部も乾物重が重く，細根割合や呼吸量が高い特徴が確認された（表3-11～3-14）。刈敷き被覆利用における緑肥作物の分解は，鋤込み利用と比較して，分解速度が緩やかで，しかも土壌下層部への溶出が少なく効率のいいことが予想されるが，両者の分解過程がどのように異なるのかについての研究も，今後必要であると思われる。

また，不耕起管理下では耕うんによる土壌の攪乱がないため，根の侵入時につくられた亀裂や残根が原因となって形成された透水性・通気性に優れるもろい部分（Ellisら，1976）を長期間維持していたことがあげられ，マメ科のクロタラリアを中心に比較的深根性の緑肥作物を導入した本試験ではとくに緑肥作物の物理性改善効果が予想された。多孔質体としての土壌の機能に注目している加藤（1992）は，環境保全上都合のよい土壌は，毛管力による吸水・伝達能力の大きな土壌であり，団粒構造を発達させ，踏圧等による土壌構造の破壊を避け，収縮しがたい土壌をつくり出すという古典的な方法の優れていることを確認している。

4) 作付体系

図2-9に前作のムギ類と後作ダイズの作付様式・方式の実際の様子を写真で示したが，被覆不耕起管理では，前作物の立毛中にその畝間に次作物を同時に作付することが可能になる。作物残渣を土壌中に鋤込んだ場合は，その分解初期に糖類を分解するピシウム菌が増殖し，それが後作物の発芽や生育に障害をきたす危険があるため，とくにC/N比の低いマメ科作物では腐熟期間を3週間程度設けることが必要とされる（橋爪，1995）。一方，被覆不耕起栽培では圃場全面耕うんに

よる画一的な残渣の鋤込みや播種床の整地作業が行われないため、高度に発達した作付体系の創出，例えば作物の固有な特性を活かした窪（1977）の提唱する2年7作の作付体系等の作出が時空間的に容易となる。

また本試験でも試作的に一部取入れた根菜類を，被覆不耕起栽培の作付体系に導入すると，収穫目的物が深層へと伸長するため，収穫作業を通じて，結果的に深耕することになる。事実ゴボウを計画的に作付し，作土を深化させ，ニンジンやカブ，ダイコンなどの根菜類の多収化と品質改良を行っている農家が少なくない（大久保，1984）。つまり，多種類の作物を作付体系に取入れることを基本とする筆者の考える被覆不耕起栽培法では，当然根菜類も例えば5年間に一回の割合で作付に加えることになり，厳密には圃場すべてを永久的に「不耕起」状態に継続することは非現実的となる。しかし重要なことは，慣行農法にみられるような圃場全面を対象とした一斉耕うんを実施せずに，常時圃場内に不耕起部分を残すことであると考え。その意味からすれば，果樹作を取入れた本栽培法では果樹栽植部分は必然的に不耕起状態で維持されるわけで，永続的な不耕起部分を含む安定した土壌管理方式であると思われる。

坂井（1992）は，11年間にわたる連続不耕起栽培により，土壌状態や作物収量の面から継続限界と推定し，その不耕起圃場に対して，耕うんによる「更新」を試み，その回復効果を調べたが，わずか一度の耕うんを実施することで慣行の耕うん栽培の収量レベルまで回復可能であることを明らかにした。「不耕起栽培には限界があり，更新する必要がある」という点に関しては，どの圃場（土壌）でもあてはまることとは思えない。しかし仮に不耕起栽培の連続により，収量低下という現象が発生した場合でも，根菜類を含む多種類の作物を輪作するという前提条件での不耕起栽培であれば，この「一度の耕うんで収量レベルが回復した」という結果は根菜類の収穫作業時における耕うんで代用され，不耕起栽培の持続性が保障され则认为。

以上，「不耕起栽培」という条件設定により，「被覆物の導入」・「有機物の施用」・「緑肥作物の利用」・「作付体系の作出」といった個々の栽培技術の意味や方法は従来のものとは異なる部分が多いこと，また慣行の耕うん栽培よりも，より密接にすべての技術が「不耕起」と関連し，切り放すことのできない，「不

耕起」とセットの技術であることが確認された。これは第2章-2で述べた「果樹作を中心とした被覆不耕起栽培」の基本構想を支持するものである。

5-4. 多様な生物相の形成

いままでは被覆不耕起栽培の技術体系について、土壌の化学・物理性の側面を中心に考察してきたが、つぎに本試験で最も注目した生物相について検討したい。

1) 雑草植生

草薙(1994)は、耕地の雑草群落は生態学的には1年生・多年生草本期の遷移段階で二次遷移の始相に当たるとし、雑草の管理は「作物に好ましい生産環境を確保するため」に自然の植生遷移の発展方向を人為的に阻止することであるとしている。このように一般的には「作物にとって」、つまり「人間にとって」都合よく雑草管理するという考え方であり、このことは確かに短期的にみれば正しいと思われる。しかしこの発想は、雑草を無差別に100%全滅させる防除技術の推進につながり、また雑草防除を極めて省力的にした除草剤が、生産の安定に果たした役割の大きいことだけが強調されることが予想される。除草剤による生産コストの上昇や生態系への影響など雑草管理に関わる様々な問題点が指摘される中、真に人間にとって永続的な雑草管理は、より積極的に雑草の存在を評価し、作物も含めた生物社会全体にとって望ましい状態を維持するという視点から生まれるものだと考える。

最近よく耳にする「総合的防除」は生態・機械・物理・生物・化学的防除手段の組合せ効果の検討・評価を基盤にしたものであるが、筆者は除草剤使用の有無はともかく、雑草の捉え方をまず変革することが先決であると考え、具体的には、一発処理剤に代表される省力化効果を重視する除草剤防除や、文字通り「根たやし(根絶)」する無差別的な耕うんによる防除ではなく、本栽培法ではまず輪作・混作等の作付体系を基本とした刈敷き(被覆不耕起で地下部は残す)管理で雑草とつき合うことが大切であると考えた。

雑草(ここでは広義に人里植物や野草も含める)を、積極的に利用する立場から見たものとして、馬場ら(1991)による山間地水田雑草植生の実態を明らかにした研究があげられる。彼らは山間地水田土手の野草種は比較的豊富であったが、水田基盤整備による土手の改造によって消滅する野生種が出てくる危険性がある

ことを明らかにした。また大窪・前中（1995）も、畦畔雑草は個々の規模は小さいものの多様な半自然草地が成立し、農地生態系において多様な生物のすみかとして位置づけている。そして大規模な基盤整備が行われた地域の群落は、帰化率が高く多様性が低いという特徴がみられるが、基盤整備が行われていない地域では帰化率が低く、多様性の高い群落から低い群落まで、多様なタイプの群落が存在することを示している。

さらに馬場ら（1991）は、現在も水田土手に生育している在来種のうち、例えば花の美しいヤブカンゾウや食用等として利用されるフキ・アキカラマツ等を、草刈りの時期や頻度によって維持・育成することが可能であることも予測している。この刈取り頻度と雑草植生との関連を詳細に調査した事例は多いが、例えば浅見（1995）は河川堤防植生を調査し、刈取り頻度に対応して草丈の増減、季節性（1年生雑草の出現種数による）の有無、種多様性の高低が生じることを認めた。そして堤防管理の安全性、景観性および種多様性などの環境機能の条件を勘案した結果、堤防植生はチガヤ型で、その管理は年2回の刈取り方法を行うのが望ましいと指摘している。

以上の事例は、単に雑草管理作業の効率性や省力化という視点ではなく、土壌保全機能、生物の生息空間、緑地資源、環境教育（自然観察や野草摘み等）、レクリエーション等の環境機能といった非常に多面的な視野に立った上での意見であることが注目される。これは作物生産としての意味をもつ田畑・果樹園でも十分に考慮すべき問題である、という考えで筆者はすでに論じてきた。

本試験では、耕うん法の相違により草種が大きく変わることで、耕うんや作物栽培等の人為の働きかけの程度が大きいほど出現種数、被度および群落多様性が減少すること、そして帰化雑草種によって人為の攪乱程度の影響が異なること等を示した。また被覆不耕起管理では、筑波山腹圃場等でみられたようにタラノメやウド、サンショウ、ノビル等の有用な自生植物の保持ができることも確認している。さらに群落多様性の高い本被覆不耕起管理圃場で確認された、春季にみられる各種雑草の花々、例えばホトケノザの紅紫色、オオイヌノフグリのコバルト色、ハハコグサの黄色、ハコベの白色等から受ける圃場の印象は、画一的な除草剤管理によるコムギの単作圃場や、一斉に代かきされた大区画の水田からとは全く異なる環境教育・人間性回復機能を与えることも考えられる。そして最近とくに注

目されているものとして、農地のもつ地震時における避難場所・土壌保全効果があげられるが、筑波山腹圃場等で作物生育にとって問題となったアズマネザサについては、古来からその強健な地下部による土壌保全効果は知られている。

また本試験では当初、帰化植物の侵入については考慮していなかったため、緑肥作物として、クリムソクローバやマリーゴールド等の外国産の作物を作付したが、それが自生・野生化する現象がみられた。鷺谷・森本（1993）は河原にコスモスやポピー等の園芸植物を植えることは、それ自体、あるいはその行為に付随して帰化植物の繁殖を助長する危険のあることを危惧し、ノウルシやフジバカマ等の河原本来の植生の維持・復元を提案している。侵入生物の問題が必ずしも深刻な問題として捉えられているとはいえないわが国では、外国からの生物の導入が極めて安易に行われているが、今後は帰化生物にも十分配慮した適度な群落多様性を考えていく必要があるであろう。

2) 各種動物相

従来、農耕地生態系は攪乱後の遷移初期段階の生態系であるため生物相が貧弱でその社会は不安定だと理解されることが多い（日鷹，1990）。本栽培法は自然の遷移の発展方向を阻止することについては、耕うん作業を必然とする慣行の農法と変わらないが、その阻止段階をもう少し自然が潜在的にもつ極相側にシフトさせ、またその幅を広くもたせて組合せることが、生物社会をより多様に安定した状態にすると考えた。

中村（1986）や藤田（1987）は重粘性土壌畑の土壌動物による育土を10年間継続調査した結果、生産力を持続させるために必要な課題として、①圃場を裸地状態にしないこと、②できるだけ地表面を破壊しないこと、③堆肥や被覆材料などの有機物は化学肥料や人為合成農薬等が使用されていないものを選ぶこと、④堆肥材料や被覆材料の質・量に留意すること、⑤耕作者自身が作物（植物）および土壌生物（動物・微生物）のことを理解し、管理作業の中でそれを反映させること、をあげている。⑤については後に触れるとして、①と②については本被覆不耕起栽培にそのままあてはまる管理法であり、また③と④についても有機物は隣接雑木林から投入し（筑波大学圃場をはじめすべての圃場において）、小規模循環を意図した。

また圃場環境以外の動物相の調査は比較的多くみられ、林内節足動物相と林地の残存量との関係を調べた事例（橋本ら，1994）では、それらの間には強い正の相関があり、残存面積が10,000m²以下の孤立林では林内湿潤地の消失や林床の貧弱化など環境の劣化が起こっていることが示されている。さらに残存する小規模の緑地が鳥類にとってどのような意味をもつのか調べた事例（葉山，1992）では、集落内の緑地空間は規模の大小を問わず、生態系の維持にとって多様な側面で重要であることが明らかにされた。

本試験では、圃場内という局所的な空間について調査をしてきたわけだが、上記したような圃場周囲の林地との関連、そして農村集落全体での位置づけが重要になってくると考える。島嶼生物地理学は、島の面積や大陸からの距離により生物の絶滅と移入の速度が決まり、それが釣り合ったところでその島の生物の種類数が決まるという「移入－絶滅平衡説」という考え方（伊藤ら，1992）を応用したものである。そして海上と同様に陸上でも、生息地の面積と他の生息地との結びつきの程度が動物群集に強く影響していることが明らかにされている。加藤（1995）は生物の生息地間の連結性を作成する生態的回廊の重要性を指摘し、その条件として①植生の構造，②回廊の幅，③回廊の長さ，④回廊の連続性，⑤回廊に対する人為的インパクトがそれぞれ適切であることとしている。

5-5. 問題点と課題の整理

上述したような、異なる生息地の間が生物の移動を通して機能的に結び付けられているという視点に立てば、各圃場間の連結性についての研究が今後必要になるだろう。「果樹作を中心とした被覆不耕起栽培」の実際面への応用を提言する前に、このような本栽培法の今後の課題について、様々な点から以下に簡単に整理した。

1) 果樹のもつ各種機能について

果樹を含む多様な作付体系の作出にあたり、果樹と他作物との間の光の競合、養分・水分の競合、物理的競合について詳細な調査をし、さらには共生・共栄関係（土屋・大野，1988）にまで及びたいと考える。そしてこれらの因子に、他感作用（アレロパシー）、つまり植物から放出される化学物質が他の生物に何らかの影響を与える現象も加えて総合的に、雑草制御や作物生産の向上に利用したい

と考えている。

永年樹は単年生植物に比べて、アレロパシー物質が同一場所に蓄積し易いため、その識別が比較的容易であるといわれる。林木ではクログルミやオーク類、マツ類で、果樹ではモモやリンゴ、カンキツ等で1940年代から様々な研究が行われており、わが国では平野（1977）による8種類の果樹の根分泌物と苗木の生育との関連を試験したものが有名である。

他感作用について長年研究してきた藤井（1995）は被覆作物における他感作用の利用、とくにマメ科牧草のヘアリーベッチの雑草制御効果に現在注目し、休耕地・耕作放棄地や果樹園への活用を考えている。筆者は1種類ではなく数種の、かつ在来種の緑肥・被覆作物の組合せを探索し、果樹との関連をみていきたいと考えている。

2) 農地のもつ緑地機能の評価について

緒言でも述べたように、農業・農村の役割について祖田（1987）は、①経済的役割、②生態的役割、③社会的・文化的役割に分類しているが、筆者はこの①経済的効果のうちの効率的食糧生産の側面を重視してきた従来の農政・農学研究を批判し、②生態的役割に位置する国土保全のうち、とくに生物相保全に注目してきた。最終的には、③社会的・文化的役割（福祉的・教育的機能や人間性回復機能等）にも及んで「農」のもつ意味を総合的に検討していきたいと考えているが、その前段階としてまず、②生態的役割の中の生活環境保全機能、とくに農地のもつ緑地機能（景観形成、自然供給、微気象調節、利用機能）について考慮していきたいと考えている。

景観等の緑地機能の評価は、評価の根拠として人間による主観的な評価を用いた、アンケート調査法を軸にして行われることが多い（山本・横張，1991）。アンケート調査法の中で、具体的な評価対象を提示せずに行ったものとして、例えば回答者の住居から半径10～250mの範囲内の田畑率でみた事例（田中，1993）や、回答者の住む地区の農地の存在形態の違い（集積しているか分散しているか、水田利用か畑利用か等）で比較した事例（山本ら，1994）があげられる。また具体的な評価対象を写真や地図等で提示してアンケート調査したものとして、農村景観の評価を地形特性や土地利用特性でみた事例がある（増田ら，1995）。筆者は、

水田・畑・樹園地・牧草地といった土地利用形態に加えて、作付体系の相違、例えば単作と混作、果樹作の有無や土壌管理（被覆・耕うん）法の相違による景観・風景の評価を行いたいと考えている。

辻（1994）は欧米とアジアにおける農村空間の基本的な「構図」の違いは、構図を形成する「線」の違い、「水利」の違い、空間の「広がり」の違いによるものだとしている。つまり欧米の構図が「直線」的で、流れの速い「用排水」であり、どこまでも続く「広がり」であるのに対して、アジアのそれは「曲線」で、小川の「せせらぎ」であり、山や家並みで遮られた狭い「広がり」だという。そして小規模な多目的生産空間は「曲線」や「せせらぎ」を重視する自然農法の論理を優先する生産空間であり、大規模な生産空間で追求される「機能美」よりも、「自然美」によって形成される生産空間になると続けている。この意見は非常に興味深く、大規模農業と小規模農業が適正バランスで並存するためには、生産景観がどうあるべきなのか、機能美と自然美をどのように調和していけばよいのか等、注目していきたいと考える。

3) 実践における問題点

先述したように、中村（1986）は土壌動物による育土を考慮し、かつ生産力を高めるために必要な課題のひとつとして、「耕作者自身が作物（植物）および土壌生物（動物、微生物）のことを理解し、管理作業の中でそれを反映させること」、つまり「育ちゆく土」のしくみを個々の耕作者が知ることが大切であると述べている。近代農法における化学肥料や農薬の施用は、普及員や営農指導員の作成する栽培暦・防除暦による上からの一方的な指導で行われることが多く、耕作者自身の主体性が消失していることを、自身が普及員で、「減農薬イナ作」の仕掛人である宇根（1987）は述べている。そしてその反省から、「虫見板」というイナ株上の虫を百姓自身が観察するための簡単な道具の普及・改良やその教科書となる「田の虫図鑑」を作成し、そのうえで、個々の百姓が試験田を一部つくり、比較する姿勢が大切だとしている（宇根ら、1989）。

本試験において大形土壌動物の観察・調査を行った理由のひとつは、栄養段階の上位に位置する大型の動物の生息状態をまず調べることにより、全体の概要を把握するためであることを第4章に記した。さらに、観察するために顕微鏡の必

要な微生物ではなく、肉眼でほぼ判別可能な大形土壌動物や雑草植生に注目したもうひとつの理由は、「農」に携わる一人一人が、「圃場」で虫や草を観察しながら畑の生物社会の状況を判断し、その後の手入れの意志決定を自身で行うことを意図したことにある。

最近よく流行している各種微生物・ミネラル資材の施用を伴った各種技術についても、メーカーの宣伝文句をそのまま取入れ、使用者自身の理解がない利用方法であったならば、その資材自身の効果がたとえ優れたものであっても、画一的な農薬や化学肥料の施用と本質的に変わらないのではないかと筆者は考える。つまり技術を考える上で大切なことは、「どんな技術であるか」ということよりも、その技術がどれだけ順応性をもち、異なる圃場・栽培者によってどれだけ異なる選択の幅があるか、ということではないであろうか。

「果樹作を中心とした被覆不耕起栽培」は、「果樹を含む多様な作付体系」＋「不耕起」＋「被覆」という条件下で、多様な生物社会を有することがわかったが、その意味として、①生物相そのものの保全効果、②持続的な作物再生産を可能にする効果の他に、さらに③個々の圃場で実践者が主体的に観察し、比較する材料としての「草や虫」を豊富に有していることにも大きく関連していることがあげられる。今後、わかりやすい指標生物の提示や、いわゆる「畑の虫・草図鑑」等の作成をめざした、実践者が主体的に、楽しく豊かに農に取り組める、人間味のある技術としていきたい。

5-6. 「果樹作を中心とした被覆不耕起栽培」の実践への適用

以上述べてきた農業技術のあり方について岡島（1991）は、「立地条件や目的に応じて集中と分散の両視点を生かして複眼的に多様な技術をもつことが大切であり、技術の選択肢を多くすることが農業の柔軟性を高める」としている。また栗原（1988）も、農業技術は、作物と農地生態系との間にみられる合則性に長期的に関わり、かつ多面的に効果を発現するものほど重要であり、「時間的・空間的広がりとしての風土と深い関わりをもった技術ほど根幹をなすもの」と述べている。筆者もこれらの「長期的・多面的な効果を有する技術」を重要視しする考えを支持し、個々の圃場で実践する「農」に携わる人々が各々、主体性をもって取り組むことのできる技術が大切であると考えている。

最後に、「安定した生物社会の創出」を考慮した「果樹作を中心とした被覆不耕起栽培」の実践へのひとつの適用法を提示する。繰り返すが、これは個々が主体的に、かつ長期的・多面的技術を創出しようのために、技術の選択肢を多く含む圃場環境をまず設定する、という意図をもつものであり、そして持続的な作物生産を可能とするものとして、適度に多様性のある雑草や土壌動物等の生物社会を有する作付体系である。

圃場を4つの帯状部分に分けて想定する。まず①果樹栽培帯（樹冠下は被覆）を基本に設定し、そしてその樹間内は②間作物栽培帯、③植物残渣による被覆帯および④緑肥作物栽培を含む雑草草生帯とする。①帯の樹冠下と③帯を土壌動物の繁殖・養成部分として、①帯の樹冠周囲と④帯を圃場内有機物生産および植生の種構成を豊富にする部分として位置づける。そして次作付時に②帯→草生帯、③帯→栽培帯、④帯→被覆帯のように移動させ、これを繰り返して作物生産を営む方式である。

適度な密度、筆者は例えば10a当たり成木で約5～10樹で果樹を配置することが望ましいと考えるが、もし多列状栽植が困難であれば、英国の伝統的な圃場周囲の生け垣（Tivy, 1994）のようなイメージで、比較的大きな規模の圃場でもその周囲の一部を果樹で配することは可能であろう。多様な生物相を永続的に維持するためには、この永年生作物である、その土地の風土に適した果樹が、先述したように圃場内または圃場に隣接して、立体的に適度な連続性をもって存在すること、さらに適切に管理された二次林や公園緑地、川原などが豊かな生物群の供給源・拡散基地として圃場の周辺環境にあることが大切だと考えられる（守山, 1990）。

そしてその「なかみ」としての構成種の質にも配慮し、伝統的に保持されてきた在来種を重要視し、とくに他種を駆逐することによって多様性を減少させるような帰化生物は適切な管理を加える必要があると思われる。

従来のような生産力拡大路線上での生産システムだけを内容とする狭義の作付体系ではなく、作物生産システムと環境保全システムを同時に組込んだ、いわば「生物的環境保全システム」（辻, 1995）としての新たな作付体系として、「果樹作を中心とした被覆不耕起栽培」を提言する。これは農業労働力の減少や高齢化によって、中山間地域を中心に増加しつつある耕作放棄地や全国的に広がりを

みせる市民農園等において，つまり，農業生産を通じて心の安らぎや生産の喜び，さらには生きがいといった経済的には評価できない，新たな価値を追求する生産空間で，より活かされるシステムであると考える。