

農業の歴史と農法

人類の起源と移動

20万年前アフリカに誕生した現生人類は、10万年から10数万年を経たのちアフリカの地を離れ、世界中を移動しはじめ今や完全に地球上を制覇した。地球史上まれにみるわが人類の爆発的繁殖を可能としたのは、これを支えてきた食料の調達方法にあることは言うまでもない。アフリカから世界各地へ移動した背景には、より安定した生活場所を求めて食料を求めて移動したことが推定される。縄文時代を含む以前までは、狩猟・漁撈や野生植物の採取を主とした生活をしていた。一般に狩猟採取民が生業をたてるに際して、一族当たりが必要とするテリトリーが数平

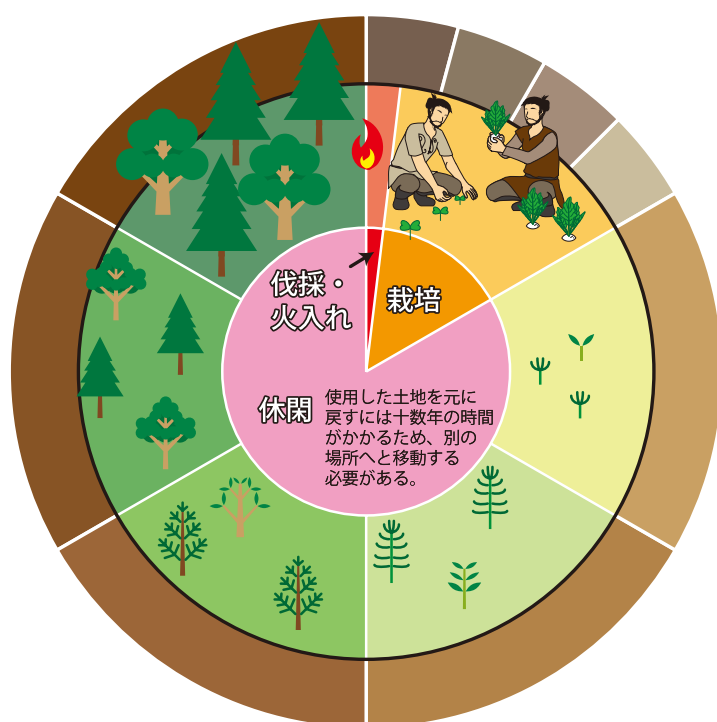
方キロメートルにおよぶとされている。そのため子孫がでる家族が増えた場合には、それまでの縄張り圏を拡大するしか方法はなく、食料を調達できる縄張りの大きさがその家族を維持できる制限要因となっていたと考えられる。したがって、家族が増えれば、さらに良い餌場を求めて移動して行ったものと考えられる。

農耕の起源と焼畑農業

農耕は1万4千年後の後氷河期以降から始まったと言われ、我が国では縄文後期には始まったとされている。農耕は定住生活を前提に身の回りで食料を調達できるシステム（Ⅱ栽培）を確立することである。その原型は我が国や東

南アジアで見られる焼畑農業から推定できる。

焼畑の作業は森林の伐採からはじまり、大木も枝を払い、枝や幹は細かく切って用地一面に広げ、下草とともに乾燥後、火入れを行う。すなわち、現存の植生に火入れをして植物体を灰化してしまう。その結果、地上部分の植物栄養素は無機化して、植物体に吸収されやすい形で土壌表面に均一に施用される。さらに火入れによる土壌温度の上昇による焼土効果により、肥料要素が有効化する。これが焼畑農業における肥料調達方法である。さらに、火入れにより地表や表土中にある雑草の芽や種子を死滅させ、雑草の埋土種子量を減少させ、雑草の根絶にかなりの程度役立っている。



定住生活につながる焼畑農業とそのサイクル



佐合 隆一
(さごう りゅういち)

1973年東京農工大学大学院修士課程農学研究科修了し、同年4月全国農業協同組合連合会（全農）に採用される。1993年茨城大学農学部採用され、同大学フィールドサイエンスセンター長、日本雑草学会会長等を歴任し、2013年3月退職、現在茨城大学名誉教授。



雑草防除のために休閒地を設けた三圃式農業（冬穀－春穀－休閒）のイメージ

る。すなわち、火入れは、作物への雑草害が生じにくい程度に雑草を抑える有効な手段となっている。また、農耕と言っても、このころは土壌を耕転するのではなく、「堀り棒」で播種穴や植穴をあけ、種子に土をかぶせる程度か、せいぜい土をかきならす程度であり、いわゆる現在の「不耕起」栽培である。

しかし、焼畑耕地は森林などに取り囲まれているために、周りから侵入してくる雑草が多く、侵入雑草によって毎年その栽培面積が狭められる。雑草防除が焼畑農業の最も重要な作業であり、この除草作業にかけられる労働量が栽培面積を規定し、ひいては食料生産量を規定することになる。さらに、年数を経ると雑草が徐々に多くなり、防除困難な多年生雑草が繁茂することになる。また、肥料成分が表層に集まっているので、肥料成分が不足することや不耕起栽培では根が浅くなり、連作はいや地現象などで収量が低下することも考えられる。これらの問題点を解決するためには、焼畑の場所を別の場所へ移動する必要がある。

栽培していた農地を休耕（休閒）することとなり、放置する十数年の間に多年生雑草や雑灌木が繁茂することにより、根が作物より深くま

で伸長する。そのため深い土壌層から養分を吸収して地上部の茎葉部に蓄積することになり、やがて火入れにより地上部を枯死させた場合に、肥料養分を地表面へ戻すいわゆる肥料の循環サイクルができる。根部も同様に、多年生や雑灌木は根が深くまで伸長するため、引き抜いたりして枯死させた後は根が土壌層を柔らかくする、いわゆる根耕が行われることになる。

このように、焼畑農業は自然循環機能を生かした農法であるが、それぞれの家族が必要な食料の生産量を維持するためには、1か所ではなく数か所の焼畑用地をもつて、数年ごとに栽培農地を移動する必要がある。広大な農地が必要となる。したがって、焼畑農業で維持できる人口はせいぜい1平方キロメートルあたり30人から40人程度であると推定されている。このことは中世ヨーロッパの三圃式農法にも共通する問題である。

雑草防除のために休閒地を必要とする古代農法

ヨーロッパでは古来三圃式農法と言われる「冬穀（秋播穀物）－春穀（春播穀物）－休閒」の3年循環の作付けが行われてきた。すなわち、

穀物を2年間連作したあと3年目にはその作付けを休ませる農法がとられてきた。この休閑はその年の穀物の収穫を犠牲にするだけでなく、毎年耕地に課せられる貢租や地代を払わなければならなかったといわれている。なぜそこまでして休閑とするか。休閑の意義として、一般に、①排水による災害の防除のために畦を形成する、②土壌を膨軟にする、③除草する、④土壌を肥沃化する、⑤土壌を均平にするなどがあげられている。一方、加用は「休閑耕こそは除草のために独自の機能をもつものである」、これが休閑の唯一の目的である」と述べている。このように畑地で休閑期を必要とした大きな理由は雑草防除のためであった。

わが国の水田においても、雑草防除上の必要性から休耕田または休閑があつたのではないかと推定されている。すなわち、弥生時代から古墳時代の遺跡である静岡市の曲金北遺跡^{せき}から、数ヘクタール以上で数万筆におよぶ水田遺跡が出土している。この遺跡を調査した佐藤は、「全面が水田として使われたのではなく、ある部分は水田として使われ、またある部分は耕作が放棄されていたと考えられる」と述べている。また、江戸時代において、会津農書には、

「田^た莠^{よく}多不生術」として、「草多く生える田は陸田ならば卑泥^{ひどろ}にすべし、2―3年ヒド口田にして、草おおくなれば陸田に返すべし」と記されており、田畑輪換による雑草防除法が記されている。

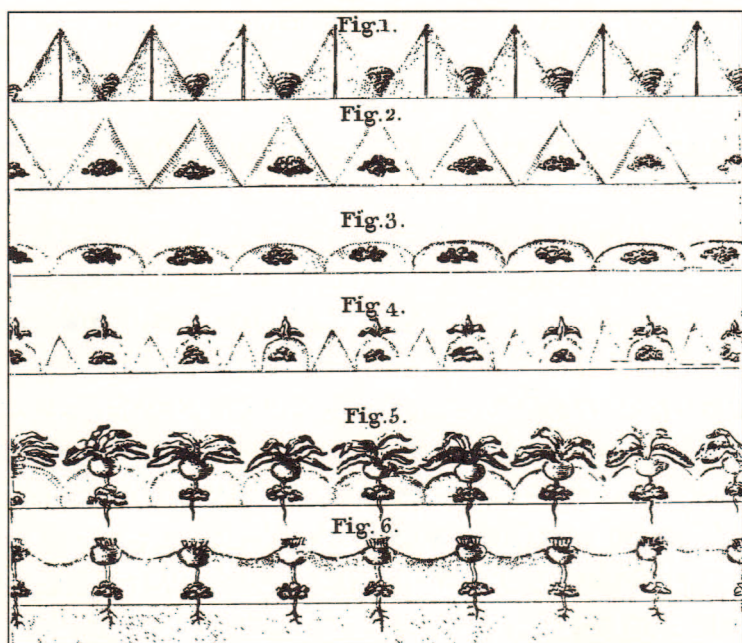
雑草防除上有効な手段である休閑地を設ける農法は、管理している耕地面積当たりの作物生産量は、当然のことながら著しく低く、効率の低い農法である。そのため、西洋では中世に輪^{りん}裁^{さい}式農法に変わることになった。

農業革命としての三圃式農法から輪裁式農法へ

輪裁式農法は有畜農業であり、18世紀から19世紀にかけて西洋で広範囲に展開された農法である。代表的な例としてノーフォーク式農法と呼ばれ、小麦―飼料カブ―大麦―赤クローバの輪作体系であり、休閑がなくなっている。優良な家畜厩肥は、主として飼料カブの播種前に施用され、それが飼料カブの生育に十分な肥料養分を供給するだけでなく、深く多量に投入された厩肥^{きゅうひ}は腐植化され、その後作の大麦はこの残効利用によって栽培される。それに続く赤クローバは、根瘤菌^{こんりゅうきん}による空中窒素の固定作用によって窒素分を補給



小麦―飼料カブ―大麦―赤クローバの輪作による輪裁式（ノーフォーク式）農法のイメージ



図一 飼料カブ栽培の模型図

(注) John Sinclair, *The Code of Agriculture*, 1817による。

カブ栽培による除草の方法（輪栽式農法）

耕起の後のくぼ地に厩肥を投入 (Fig.1)、耕起により三角状の畦を形成 (Fig.2)、畦の播き床にカブを播種することによりカブが生育 (Fig.3～6) 「農法史序説」加用信文著より引用

し、次作の小麦作に好適な肥沃的条件をつくりだすことになる。全体耕地に占める小麦作付けの割合は従来の三分の一から四分の一と減少するが、単収の向上はそれを補っても余りあるものであった。しかも耕地を従来の放牧地であった所にまで拡大することができると、生産の拡大、効率化が行え、新しい農法の普及により麦と家畜、双方の生産が飛躍的に向上したのであった。

この輪栽式農法における雑草防除上の意義について加用は次のように述べている。赤クローバは被覆作物としての機能が優れており、旺盛な生育は野草以上であり、圃場全面を覆うことにより一年生雑草の発生を抑える。また、飼料カブが7月に播種されるが、この播種のために実施される犁耕は土壌を深く耕起し、掘り起こされるために多年生雑草を含めて、露出している根が集められて

焼却するとともに、畦に残された断根は暑熱によつて乾燥して枯死させられる。この輪栽式農法におけるカブの導入は多年生雑草防除に対する除草メカニズムとして近代農法にも生き続けている。

この農法の発展により、非農業従事者たる都市住民の増加を賄うに足る食料増産が可能となつて、18世紀イギリスに起こつた「産業革命」を実現させた。すなわち、今日の欧米型文明が発達した大きな要因の一つに、この農業革命があげられている。同時に中小農民の犠牲の上に地主や富農が益々大きくなつていくという構図も生まれた

我が国の近世農業と農法

日本列島の農地は平安、鎌倉、室町の各時代を通じて、耕地面積約86万ヘクタールであつたものが江戸中期には301万ヘクタールへと約3.5倍に拡大する。そして人口は16世紀までがせいぜい1千万人であつたものが3千万人に飛躍するのである。ちなみに19世紀ヨーロッパでは人間一人養うのに1.5ヘクタールの農地が必要であつたのに対して、日本は江戸時代1.5ヘクタールでは15人養っていることになる。富山は推定している。

江戸中期には、農法を子孫へ伝えるためや藩政の責任者として村人への啓

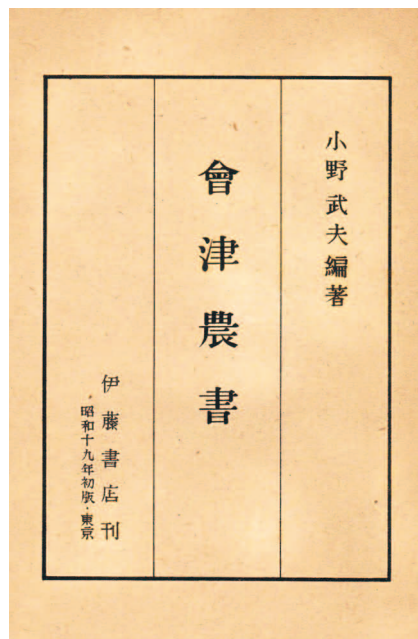
発・普及の必要性から多くの農書がだされている。このような生産性の高い農業を実現した江戸時代の農法について農書から考えてみたい。

我が国最古の農書と言われている土居式部太輔清良（1654年没）著の「清良記」には、土と肥料についての記載があり、古代から江戸のはじめまで、肥料の中心は草肥であり、野山の植物の葉をそのまま水田へ埋め込む、これを「刈敷」と呼ばれた。畑の場合はいったん積み上げておいて腐熟させてから利用するのが普通で、「つみ肥え」と言われた。そういう肥料として特に効能のある野生植物の種類が本著にあげられている。このほかに江戸時代には、人間の排せつ物である人糞尿を用いた下肥や牛馬を飼育することによつて生じる馬屋肥などが用いられていた。さらに、佐瀬与次右衛門著の「会津農書」（1684年）には、土地の種類分けとその土地にあつた品種など、一連の農作業とともに肥料（施肥法）に関する記述がある。すなわち、肥料の種類だけでなく、元肥・追肥といった作物ごとの周到な肥培管理も行われていた。しかし、病気や害虫の存在は「会津歌農書」に歌われているが、防除法にかかわる記載はない。

さらに、土屋又三郎義休著の「耕稼春秋」（1707年）には、栽培技術



復刻版「会津農書」に記載された
原著者「佐瀬與次右衛門」



「会津農書」復刻版表紙（小野武夫編）

の他に「肥料の種類」「病虫害」などの項目がある。筑波氏によると、「耕稼春秋」には次のように記載している。「限られた土地からできるだけ多くの農産物を得ようとすれば、同一の土地に休みなく作物を続けるのが有利である。だがそれは土地の酷使にほかならない。元禄以降そういう傾向がいつそう顕著になってきた。又三郎はこれを批判して土地を休ませながら耕作することこそが『天性の理』すなわち自然の大原則だと主張する。とは言っても農地の絶え間ない利用が不可避である現実を認めないわけにはいかなかった。そこで田畑を続けざまに使用し、地力の消耗を防がなければならぬという課題が生じてくる。肥料は第一に有効な方法である。と同時に作物の種類をうまく組み合わせ、土の中の養分を無駄なく活用する工夫が必要となった。作物を連作するならば、その同一物質だけが土中から著しく消失してしまう。異なる作物を順繰りに栽培して、地力のまんべんない利用

をはかり、あわせて農作業が特定の時期にのみ集中しない方法が探求された。いわゆる輪作である。」これに関する研究が「耕稼春秋」の特に卓越した部分と評価されると筑波氏は述べている。また、「土地の上なるものは必ず塩の性ありと云う」といった記述があり、その性の具体例として「塩硝」すなわち硝酸カリがあげられており、これは化学物質を肥料にむすびつけた日本最初の例として注目される。

さらに江戸後期に、大蔵永常が「除蝗録」（1826年）を著し、「国家が泰平となつてから200年余、食も足りている。しかし、ひとたび洪水、日照りなど天災が起きたときは乗り切れるとは限らない。およそ民の心情としては、しっかりと頼るところがあつて初めて安心して仕事に励むことができる。国による救荒の備えがあるべきである。しかし凶作をもたらす蝗の防除方法に至つてはいまだ確立していない。この書の方法によつてこの世から蝗害

がなくなれば、その功績は絶大である」と序文に記している。「蝗」は「貝原益軒の『大和本草』には4種類で、イナゴの類であると記されているが、実際は10種類いて、その呼び方が地域で異なるが、すべて『ウンカ』と呼ぶところが多い。」と記されている。現在の主要水稻害虫である10種がこの時代にすでに発生していた。元禄時代までは、蝗が発生した年には夕方から人が集まって松明をともし、鐘や太鼓をならして田の畔をまわるよりほかに手だてがなかった。本著では各種油による防除効果が紹介されており、その中では鯨油がもっとも優れており、鯨油を使った防除方法が細かく記されている。さらにこの防除効果について、「享保や天明の凶作も、大暑中に綿入れを着るほどの低温で蝗も発生したが、油を使って駆除した国では、稲がふたたび生氣を取り戻して三、四割り実つたが、何もなかったところでは、すべて腐ってしまった。去年は天明年間ほどの不順な天候では



なかったけれども、近畿から東北の各国にかけて蝗が発生し、稲に大損害を与えた。油を使って防除したところでは、みな半作ほどの収穫をあげることができた。これはひとえに油の効き目によるものである。もしこれから後もこの方法を用いられるならば、このことを印刷して薦めてきた真心も無駄にならないであろう。」と記しており、化学防除の有用性を説いている。さらに大蔵永常おおくらながつねは「農家肥培論」(1859)においては、下肥・水肥・泥肥・魚肥・油

粕・鳥糞・貝類・毛爪草肥など23種類の肥料とその効能を扱っている。江戸時代の幕藩体制のもと、勝手な領地拡大が認められない中で、江戸前期の人口増大に対しては、開墾による農地面積の拡大による農産物の生産量の拡大により支えられてきたが、大飢饉ごとに人口は減少した。また、領内の開墾の余地にも限界があったなかで、農産物の生産量を増大させようとすれば、土地生産性の向上に頼らざるを得なかったと考えられる。そうした中



「除蝗録」復刻版(農文協)に掲載された「蝗(虫)追の図」

で連作栽培を可能とする肥料の施用や害虫の化学的防除などの生産手段が農産物の生産性向上と安定に大きく寄与することとなった。

資本主義時代の農業と農法

貨幣経済が発展し、資本主義時代になると農業は自給するための食料生産だけではなく、余剰農産物を生産して富を蓄積するための農業に変わり、また農業を中心とした社会から工業を中心とした社会に変わると、工業社会へ食料を供給するために農村が利用されることになる。また、資本主義社会の経済原則は、農産物に対しても工業製品と同じような論理で、経済性が追求されることになり、農業所得も非農業者と同等のものを得るような生産性の効率化を求められることになった。さらに、国際化の名のもとに、資本主義の先進国では余剰農産物を発展途上国に輸出し、農業従事者が多く、農業生産の依存度の高い国が農産物を輸入するという矛盾を生じる

ことになる。

こうした社会の中での農業は、生業としての農業存続のために、農法も大きく転換をはかる必要に迫られることになる。すなわち、第一に商品としての農産物は、生産コストの低減による価格競争に追い込まれる。そのため、土地生産性の向上をはかるための地力維持方法、労働生産性を高める効率的作業体系が技術革新の名のもとに進められることになった。第二に商品としての農産物は品質が重視され、まったく同一時期に同一の栽培方法で生産された農産物でも、外部形態によって価格差があり、同一産地で同一成分の栄養価のある農産物でも価格差がある。商品価値の低い農産物は再生産ができないような低価格になり、破棄せざるを得ない状況になる。すなわち、いかに商品化率を高めるかが重要であり、そのための農法へ転換する必要性に迫られることになる。

その結果、耐肥性が高く、収量性の高い品種や、害虫に抵抗性のある遺伝子組み換え

品種などが作付されることになる。また、生産性や品質の向上のために農薬の使用や労働生産性の向上のために機械化がはかられ、除草剤使用を前提とした作業体系が必須のものとなった。こうした生産性を向上させる手段として取り入れられた新技術や資材は、「農家の機械化貧乏」に例えられるように、農業関連産業の拡大には寄与したが、農業者の所得拡大にはつながらないという矛盾が顕在化した。

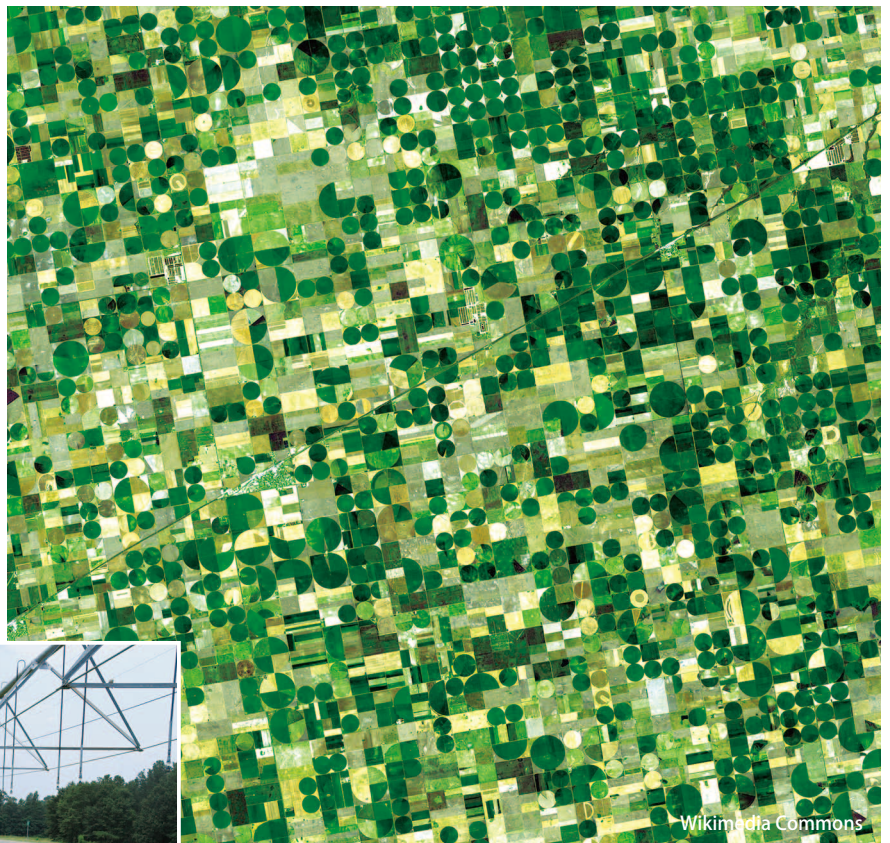
また、伝統的な手作業によるフィリピンフィリピンの稲作の農法とアメリカの現代的稲作農法を比較すると、収量は4・6倍となるが、エネルギー投入量で比較すると、アメリカの現代的農法は375倍消費し、単位収量あたりのエネルギー投入量(100万ジュール/kg)では80倍になる。同様にトウモロコシ栽培についてもアメリカの現代的農法はメキシコの伝統的農法に比べて収量は5・4倍となるが、174倍のエネルギーを消費して、単位収量あたりのエネ

ルギー投入量も32・8倍になるとする報告がある。さらに、季節性のある野菜などは端境期^{はざかいき}に価格が高騰していた。この対策として多くの農産物が周年供給できる生産体系が開発され、需給の安定と価格の安定に寄与している。しかし、夏野菜を冬季の温室で栽培する場合には、農産物1カロリーを生産するのに500カロリー以上の外部エネルギーが消費されている。すなわち、作物にとって必ずしも適期でない期間に栽培するには、さまざまな資材を多用することが前提条件となっている。新たな手段を投入しようとするだけ単位エネルギーあたり農業生産の効率はますます低くなっている。

農業はもともと、大気（炭酸ガス）と水と太陽光を利用してエネルギーを生み出す生業であった。すなわち光合成をする植物を利用して、大地からの栄養素を得て、エネルギーを産出する産業であった。しかし、農業の生産性の向上を追求して開発した生産手段（農法）が、農業をエネルギー消費型の産業に変貌させてしまった。今や現代農業は化石燃料を食用作物に変換させるために太陽光を利用しているとまで言われる事態となり、有限な資源に依存しないで持続的に生産できる農業ではなくなってしまった。

これからの農業と農法

地球とその資源は有限であり、永遠に経済成長が続くと考える政策が幻想であることは自明のことである。しかし、農業先進国の農産物の生産過剰と発展途上国の食料不足という食料のミスマッチを解消するグローバルな政策が必要であるもの



アメリカの現代的農法

- ・カンザス州のセンターピボット（円形灌漑圃場）の衛星写真（右上）
- ・センターピボットの自動かん水装置（左下下）
- ・大型機械による小麦の収穫作業（右下）



の、今後とも食料増産のための努力を欠かすことはできないのは言うまでもない。また、これまでの人類の活動によって、地球規模での環境破壊が起こっている中で、農業においても、これ以上自然環境を破壊して農地を拡大して生産することは困難である。さらに、農業先進国においても、農産物の価格競争に耐えるために経営規模がますます拡大し、労働集約性がどんどん低下している。したがって、資源の持続的利用を前提とした農業への転換と経済政策の変換が地球規模で模索することが求められている。

その際、近世の農法は、今でも十分に通用する英知がたくさんあり、研究を重ね、現代に生かせる技術要素は利用すべきである。

これまでの、我が国の環境保全型農業や有機農業は、それぞれの要素技術を取り上げて、農業・肥料の削減などを推進しているが、代替技術の多くは導入することによってかえってエネルギー消費を増加させたり、環境負荷を増加させたりするなどのトレードオフの関係になっている場合が多い。例えば除草剤の代替としてのマルチ資材の利用や土壌を攪拌（中耕）する機械利用は、エネルギー投入量の増大と土壌構造や生物相の破壊などの環境悪化を招いている。また、わが国の平成15年の化学肥料による窒素投入量は46万3千トンと試算され、これを明治初期に森林で作られる下草や落ち葉、家畜・人糞尿のみで地力維持して調達できた窒素は12万9千トンにすぎず、化学肥料なしで現在の生産量を維持するには量的にもコスト面でもはるかに及

ばないのである。また、有機物施用による人畜共通感染症の循環を、金肥として登場した化学肥料によって遮断できた歴史的事実も忘れてはならない。

こうした中で、決められた有機栽培基準さえ満たしていれば万事OKと農家に思わせてしまうような「基準の罠」にはまってしまう「基準の罠」がある一方、自給自足を理想として近世農法に近い方法で、自然を生かした農業生産を目指している農家も存在している。個別事例として成功例があるが、一般的には農産物の価格が低い中での農家経営は困難な場合が多い。こうした環境を配慮した持続的な農法は、従来の農法よりもリスクが高くコストも高いため、再生産できる価格になるように農産物の価格を保証するシステムが必要となる。

農業はその土地や自然条件の中で成り立つ産業であり、国ごとの自給を原則とすべきものである。イギリスの経済学者シューマッハは、そもそも、農業生産における人間と

自然の関係は、最大利益を求めて世界を移動する自由をもつ企業とは根本的に異なるとして、農業の国際分業論を批判し、農業の目的を次の三つに整理した。①人間と生きた自然との結びつきを保つこと。人間は自然界のごく脆い一部である。②人間を取り巻く生存環境に人間味を与え、これを気高いものにする。③まっとうな生活を営むのに必要な食糧や原料を自らつくり出すこと、の3点である。農業の工業化の方向は農業の目的を三つ目の食料生産だけに限定していて、二つ目を無視している。

また、末原は、同様に文化としての農業から深く考えることが大事であり、①人々の生き方や価値観についての視点、②家や家族とはどうあったらいいのかという視点、③人間の体を形成する食料を安全で確実に生産する方法の視点、④食文化と農業を結びつける視点、⑤地域社会と自然と人々の生活の結びつきの視点、⑥こうした地域社会と人間の結びつきは日本だけでない

く、世界中で同じことが起こっており、それは我々の社会と無関係ではなく直接関係しているという視点が必要である。工業製品でも、安ければ良いものではなく適正な価格があることや再生産できる価格の保証が必要であり、環境負荷の低減によってもたらされる利益は国民に還元されるものとして、その負担に理解をすすめる活動が必要である。

参考文献

- ・小野武夫編著「会津農書」1934、伊藤書店、東京
- ・川島博之「食の歴史と日本人」2010、東洋経済新報社、東京
- ・加用信文「農法史序説」1996、御茶ノ水書房、東京
- ・佐藤洋一郎「森と田んぼの危機」1999、朝日新聞社、東京
- ・末原達郎「人間にとって農業とは何か」2004、世界思想社、東京
- ・筑波常治「日本の農書」1987、中公新書、東京
- ・富山和子「日本の米」1993、中公新書、東京
- ・「日本農書全集」15巻（1977）、30巻（1982）、34巻（1983）、農文協