

スマート農業

未定稿

はじめに

食料自給率40%、食品廃棄物4割、食品偽装、農村の過疎化、農家の高齢化と減少など日本における農業と農村を巡る課題を目にすることが多くなっています。その一方で世界的には人口増加と食料の不足、砂漠化・地球温暖化等による食料の生産環境の悪化などが問題となっています。

J T生命誌研究館館長の中村桂子氏は、現代の地球環境問題の深刻さと殺伐とした人間関係の事件の多発は、今や具体的に地球環境と人間の心という形で暗示され、この現象を「実はこの二つはそれぞれ「外の自然」と「内の自然」の崩壊であり、生命の危機という共通の側面を持っている」、そしてこの打開のためには、「自然(循環)を生かして暮らす」という単純な選択をすれば良いと言われています。

農業や農村においても、「水土の知」という、循環という自然の科学的機能を最大限活かした技術(知恵)があります。21世紀初頭に立つ私たちは、人口爆発、温暖化の進行、生態系の破壊、資源濫用など地球規模の危機に直面しています。これらの事態は近い将来人類の存立を脅かすまでになっており、いわば人類は自らが生み出した文明の帰結に押しひしげられつつあるといえます。

今日の文明が直面している地球規模の危機に対しては、個別的、部分的な対応では不十分です。このため、①人間のみなならず自然も生存の権利を持っています、②現世代は後世代の生存可能性を狭めてはなりません、③地球は有限であるという環境倫理の確立が望まれるとともに、さまざまな水や物質の循環系、あるいは生態系を回復していくような全体的な対応と価値観の転換が必要です。

私たちは、食料生産の基本である農業とそれを育む水土を通じて、生命を律する「循環の原理」に関わってきました。水土の全体性を理解し、科学/技術に成果を蓄積してきました。物質的に有限な系である地球に住む人類の活動を持続させるため、その経験を活かし、率先して行動することが可能であるし、しなければなりません。これ

は水土の知の担い手の文明や文化に対する責務であり、私たちはそのことを自覚すべきです。また、高い倫理を持った後継者を育成していくことが、社会への大きな貢献であることも忘れてはなりません。この「水土の知」を生かした循環の営みが農村社会のあるべき姿であると考え、それに資する技術開発を行い、それを駆使する人材育成を含めた成果の技術移転が、地球環境の保全という外の自然と人々の心の豊かさという内なる自然を育む原動力になると痛感しています。

農業と農村をとりまく状況は一段と厳しく、今や誰が農業を担うのかという基本的な問題も答えに窮する事態になつているとも言われています。そのため、これまでの技術開発の方向を堅持するだけでは持続可能な社会の発展は困難であるという認識に立ち、技術開発の理念を含めて、これからの生命と地球のための農業と農村の明日の技術は価値観を変えていく、生活重視の具体的な社会貢献として、どのようなありべきかをまとめたものです。ある意味では、国民全体、一人ひとりが自然循環機能を感じることができる農産物を作る、水と土を生き生きとさせることに考えています。これは新しい政権がめざす、グリーンイノベーション・新たな公共の創設への貢献に果たす役割は大きいものがあると考えています。

そのため、当然のことながら、現在取り組んでいるより低コストな、効率的な、効果的な技術開発など現在の延長線上にある様々な課題については含まず、価値観を変えるために望まれる新しい技術の開発に焦点を絞ってとりまとめたいと思います。広く国民に理解頂き、またご意見・ご批判を受けながら持続可能な社会の形成に貢献できれば幸いです。

目次
第一章

- 農業と農村の技術と特色
 - 自然とは生命循環なり
 - 生命循環と生物多様性
 - 環境容量を踏まえて自然の恵みを活かす
 - 多面的機能の評価とその発揮が農業と農村を作る
 - 水と土を活かした農の営み
 - 自然の驚異を緩和し、活用する日々の農業の営み
 - 地域の特色ある文化を育む
- 第二章
- これからの技術のビジョン
 - 今の農業を問う
 - 世界の水を奪う食料輸入大国日本
 - デジタル化の科学／技術における意味
 - これからは生命と水と土の時代
 - 地球環境問題の本質に迫る

第三章

- 1 技術開発の目標（具体的な社会貢献）
- 2 土・水・生物の機能を生かした水田が安全と美味しさを実現
- 3 超粗放的な栽培技術と耕畜連携が水田の多面的機能を守る
- 4 地下からの灌漑で水と土の力をフル活用して食料自給力アップ
- 5 “温室効果”でクリーンな農業を目指し地球温暖化を防げ
- 6 食料自給力を維持・増進して未来の食卓を守ろう
- 7 再資源炭等で畑の土壌環境を科学してエコ農業
- 8 世界的なリン資源の枯渇に応えるリン回収技術

第四章

- 未来を切り開く科学／技術のイノベーション
- 基本的視点

- 8 未利用資源を活用したバイオマスエネルギーの地産地消
- 9 気候変動に適応した用水管理技術
- 10 農地が地球を温暖化から救う
- 11 食材の供給に必要なエネルギーと自然の資源の見える化
- 12 身近に「春の小川」のある社会
- 13 ローテクのフル活用で自然に調和した農業用水をつくる
- 14 脱コンクリート用水技術で人と自然に優しい農村
- 15 水田と共存した街づくりで快適な生活を実現
- 16 地下水のエネルギーでエコな生活を実現
- 17 ラクラク水管理で農業用水のゼロ・エミッション
- 18 小水力発電を軸にしたエネルギー自立型農村
- 19 遺伝子技術で生物多様性の本質を農村に活かす
- 20 農村の「豊か」な生態系をネットワークの視点から保全する
- 21 「生きもの」へのまなざしが農村の可能性を作り出す
- 22 五感で感じ、営みを知り、農村景観を守り育てる
- 23 生態系の災害からの保全
- 24 オーダーメイドなITによる新しい共助避難誘導システム
- 25 可視化技術で地盤トラブルを解決
- 26 関係者のコミュニケーションによるオーダーメイドな公共施設の設計・施工技術
- 27 「農」を楽しむ、活用できるむらをつくる
- 28 多種多様な「農」が共存するしくみをつくる
- 29 新たな社会システムを支える価値の変革

- 地域の現状評価システムの開発
- 動的地域変動予測モデルの開発
- 対策技術の開発
- 農工連携の新たな技術開発
- 水土の知に求められるアートな思想

第五章

参考資料

- 水土の知のビジョン
- 農村をめぐる現状と振興の方向
- 産学官連携のための技術開発ポータルサイト
- 広い視野をもった人材の育成

おわりに

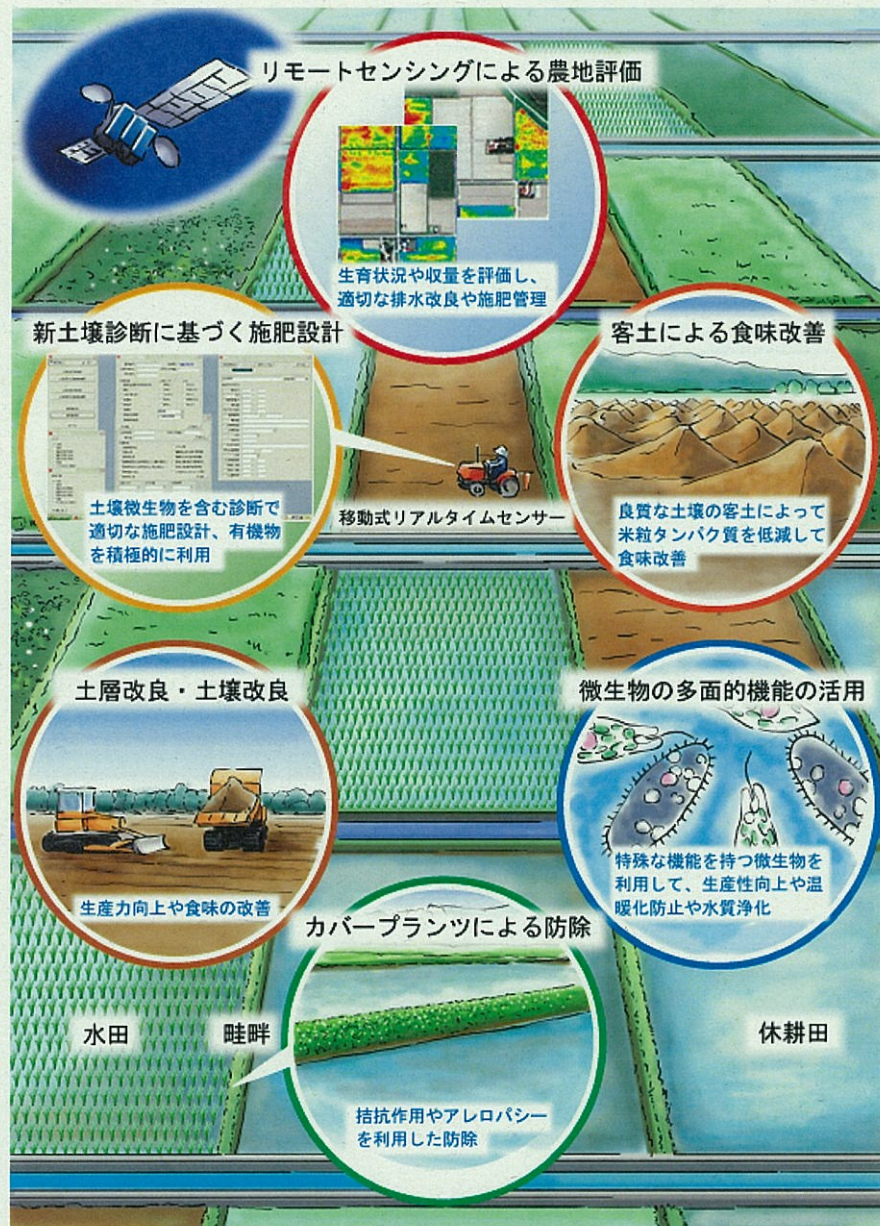
第一章 農業と農村の技術と特色

■ 自然とは生命循環なり

森の中の木陰をゆっくりと歩いて大きな木の傍らに立ち、落ちている小枝を拾って木の下を軽く掘ってみると、そこには朽ちた葉っぱや木の小枝、花などからなる多量の落ち葉がフワフワとした状態で堆積されています。そしてさらに掘り進めると、そこには昆虫や小さな生き物がいることがわかります。森林は植物の他にもこうした数百万のさまざまな生き物が住み家としており、それらの排泄物や死骸が、描物の落葉とともに土壌の『腐食化』に多大な貢献をしているのです。

木の葉が枯れ落ち、小枝が風に折られ、樹木の幹が倒れて横たわり、動植物たちによつて徐々に食いつくされていきます。やがてこれらの微小な動植物たちも死を迎え、他の有機廃棄物とともに地上に集積します。そしてミミズや蟻がこれら地上に集積した腐食物を運び去ります。この集積された蓄積物が腐食化されてゆくプロセスこそが、新しい生命（誕生）のはじまりであり、自然の循環の法則です。生命の誕生↓成長↓成熟↓死↓腐食↓誕生という循環を形成しています。そのため、自然とは循環という言葉と同等ではないかと思われれます。

私達の周囲の自然の生命の多様性は、子供たちの想像力を強く感動させるものです。子供たちは、至る所で自然の生物を見て感動します。家の近くの野原や雑木林で、いつも遊んでいる小川や海岸の浅瀬で、また、そのような日当たりのよい遊び場のない街の子供たちも、粗末な裏庭や公園において、めまぐるしい変化や驚きに満ちた動物の世界や、欲しいままに選べる草花や材木などを見て感動します。つまり、子供たち自身、その一部である宇宙の自然として永久に受け入れるに当たり、初めて、そしてこの上もなく力強い序曲ともいえるべき多種多様な生物を見て感動するのです。肉眼で見ても限りなく多様な形状は、顕微鏡下ではさらに目覚ましいものがあります。自然と共存し、円滑な生命循環を活かすことに農業と農村に関わる技術の基本があります。



①土・水・生物の機能を生かした水田が安全と美味しさを実現

リービッチ（ドイツの化学者）の無機栄養説や近代農業技術である農薬の登場は、食料生産量を革新的に増やし、人類の生存に大きく貢献しています。アジアモンスーン地帯に広がる水田は、その地域の気候や風土に適した農業であり、地下水かん養や気候変動を緩和するといった多面的な機能があります。一方で、化学肥料や農薬が過剰に投入されており、水や土の富栄養化や汚染、残留農薬による人体への悪影響などもたらしています。

そこで、これからはむやみに化学物質を投入せず、土や水の状態に応じた農業が必要で、人間生活から排出される資源を水田が基軸となつて循環利用する技術や、自然の力で病害虫や雑草を排除する技術、本来の土と水、生物の機能を存分に引き出し、より安全と美味しさを追求する技術などによって、化学肥料や農薬に頼らずに、自然の循環機能によって人と環境に優しい科学農業を実現します。そのためには、土壌診断・水質モニタリングやリモートセンシングによる農地評価と、それに基づく農地整備による土と水の質の改善が必要です。土壌改良・土層改良、排水改良などによる土壌生産力及び米粒タンパク質を低減する食味改善、用水の水質保全や水路整備による水環境保全は、農産物の品質向上と化学肥料や農薬の削減が可能となります。また、生物の拮抗作用や他感作用（アレロパシー）を利用してカバープランツ導入などによって雑草繁茂や害虫発生を防除したり、特殊な機能を持つ微生物を活用して生産性向上や温暖化防止、水質浄化すること、より環境に優しい農業が実現可能となります。

これらのクリーン農地整備や自然の機能を活用した技術は、現在の資材を多投入した高コストな農業技術と一線を画し、安全で美味しい農産物を低投入・低コストな農業で提供できるようにします。



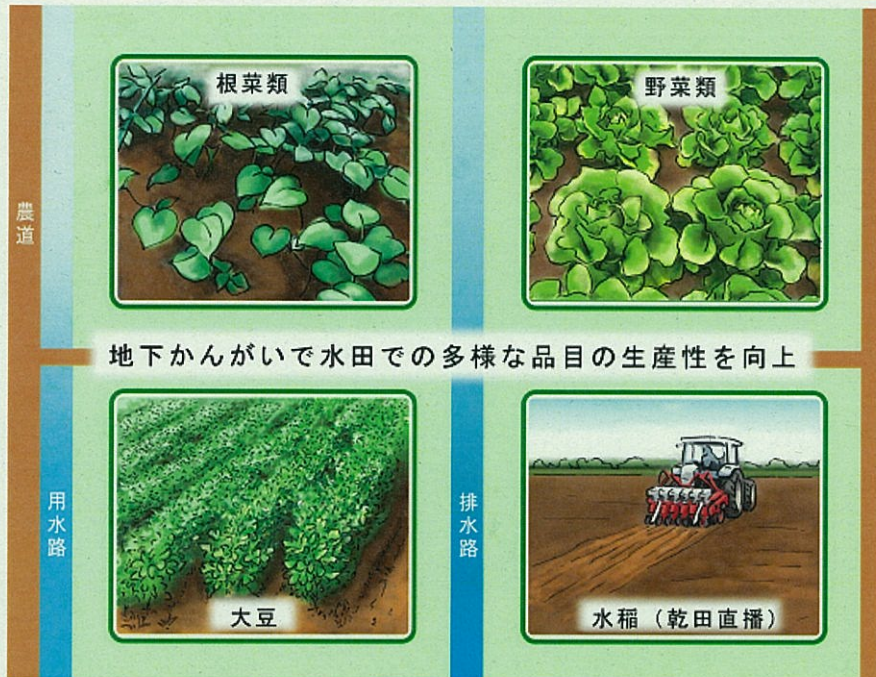
② 超粗放的な栽培技術と耕畜連携が水田の多面的機能を守る

弥生時代から始まったとされる我が国の水稲栽培は、収量や食味、作業性といった観点から、近年、栽培方法が急速に変化しています。そのため、長い時間をかけて水田農業に適応してきた生物の生息環境を変化させてしまっています。殺虫剤や除草剤といった直接的な影響はもちろんのこと、田植えの時期が変わったことにより力エルの産卵時期に水田に水がなかったり、機械作業をするための乾田化によって水生生物の生息を困難にしたりしています。さらに、農村の過疎・高齢化によって耕作放棄地（国内に約39万ha）も増え、水田そのものが消滅している地域も多くあります。

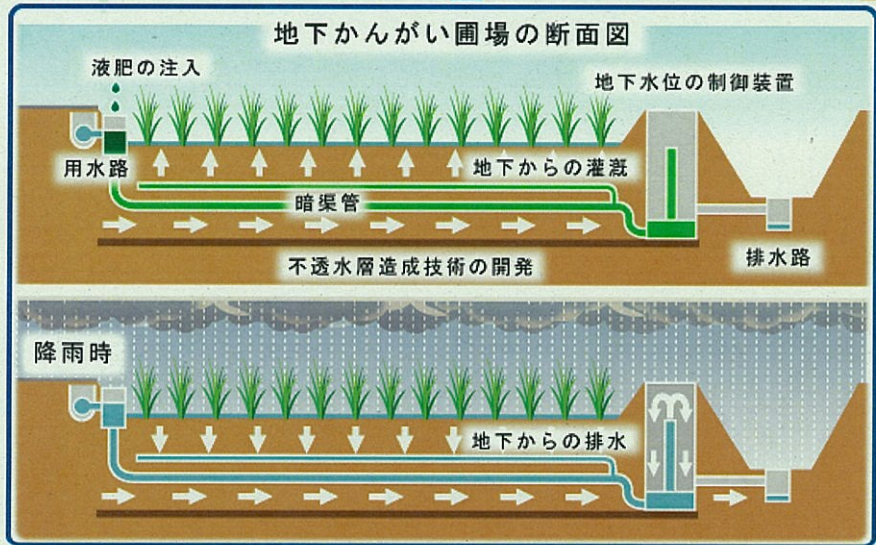
そこで、収量や食味を重要視しない飼料米などを用いて、水田に直接たねを播く直播栽培（苗作りや代掻き、田植え作業が省略できる）などの省力化技術と大型機械の導入及び農薬や化学肥料の経費を節約し、環境保全にも寄与する無農薬・有機栽培を組み合わせることで、自然の循環機能を発揮しながら、生態系保全や食料自給力向上、耕作放棄地発生抑制といった効果を発揮します。また、従来は遠隔地や小規模の耕畜連携がほとんどでしたが、平野部における新しい形の大規模経営同士の耕畜連携を図ることができ、さらに効率の良い連携が可能となります。

そのためには長期間、水田に水を張っても大型機械が沈まないようにする硬盤形成技術の開発が必要となります。また、飼料米による省力的、かつ低コストな超粗放型栽培体系及び生態系に配慮した栽培体系の確立、さらに新しい耕畜連携を可能とする圃場管理技術やブロックローテーション技術を開発する必要があります。

これらの栽培体系の組合せとそれを可能とする水田基盤を整備することで、過疎・高齢化が進む農村においても貴重な水田の多面的機能（生物多様性や癒しの空間、洪水防止、地下水かん養、ヒートアイランド防止など）を守ることが可能になります。



地下かんがい水田での多様な品目の生産性を向上



③ 地下からの灌漑で水と土の力をフル活用して食料自給力アップ

食生活の変化などから主食であるお米の消費量は半減(年間約60kg/人)しており、結果として国内の水田面積の約半分がお米以外の畑作物を作らなくてはならない状況となつています。しかし、水田は元々水を貯めるための基盤が揃っているため、雨が降ると水が溜まり畑作物に湿害が発生してしまいます。また、整備された畑地とは異なり、スプリングクラーなどのかんがいはできないため夏季や日照りが続いた時には干ばつ害が発生してしまい、水田で水稲以外の作物を作るのはプロである農家でも難しいとされています。

そこで、従来から排水のみを目的に整備されてきた暗渠排水(地下に排水用のパイプを埋設して余分な水を排出する)をかんがいに利用し、湿害と干ばつ害の両方に強い水田をつくり、水田の土と水の力をフル活用して食料自給力の増進を図ります。そのためには、地下から効率的に排水する技術の開発が必要になります。また、作物ごとの最適地下水位の解明や栽培体系の確立、品種選定が必要になります。さらに、地下に不透水層を形成する技術を開発することで、用水量を最小限に抑えることが可能です。更に、施肥時期には地下かんがいで用水に液肥を混入させることで、ほとんどの労力を掛けずに養分を根に直接投与することができ、施肥量も最小限に抑えることが可能となります。

これらの技術開発によって、湿害や干ばつ害を防ぐことができ、困難とされてきた水田での安定的で省力的な畑作物栽培が可能となります。特に自給率の低い麦や大豆の栽培、また換金性の高い野菜類などの栽培が自由に選べるため、93%まで低下した農地の利用率(昭和35年は13.4%であった)を上げ、食料自給力の向上、更には農家所得の向上に大きく寄与します。