

## モンスーンアジア北端の日本農業：Satoyama Initiative

河合 明宣\*

### 1 農業の多面的機能を軸とした食料・農業・農村政策の展開

#### 1.1 わが国における稲作の意義：

わが国では、農業のための耕地開拓は山間の谷あい地から始まった。高温多湿のアジア・モンスーン下で、中山間農業地域<sup>1)</sup>における谷地田、谷津田と呼ばれる地形が水田に利用されていった。特徴は、浅い浸食谷周辺の斜面の樹林が接する集水域で、丘陵地の中で一段低くなった谷あいの土地である。中世末までにこうした地形が開発されて主要食物となる稲作が広がっていった。

稲作は新しい集落の形成にともなって、しだいに小河川の下流に普及していった。近世に入ってから沖積平野の開発が下流・河口へと向かって進展する。人口はこうした水田開発とともに増加した。河川や海運を利用した物資の輸送目的で中・大河川河口に港が築かれ、大坂城、江戸城を典型とする城下町が形成されていった。

中山間農業地域における谷地田は、稲の成長に合わせて、灌漑用水を利用し、不要な水を的確に排水するために用排水路の掘削及び管理は村落単位で共同して実施された。村落での共同労働は、道普請、堰普請と呼ばれた。中山間農業地域での稲作にかかわる共同労働の多くは、用水路と排水路管理に費やされていた。河川の流れが沖積平野に達して流速が穏やかになるまでは、上流部である中山間農業地域の無数の小集落による水田及び用排水路管理によって河川全体の保全が保たれていた。

沖積平野での水田は河川の一部であった後背湿地につくられた。洪水を防ぐために輪中や長い堤防の建設等の大規模な土木工事を必要とした。しかし、水田は水を必要とするので河川との間に水の流れを遮断することはしなかった。灌漑水路が後背湿地と河川を繋ぐ細流の役目を果たしたのである（守山：42）。このため、後背湿地に存在した生態系は保全された。

稲作の拡大は集落の形成を伴った。稲作は共同体的

労働を伴う中で、個々の農家世帯を緊密に結びつけ、村落共同体的側面を強くしていった<sup>2)</sup>。屋敷林に囲まれた家屋の周辺には水田や畑が広がる。水田にはドジョウやカエル、トンボ、ホタルなどが生息し、屋敷林はセミや小鳥の生息地となった。こうした里地は生物多様性に富み、稲の良好な生育を願う春祭り、豊作を感謝する秋祭りも行われるようになっていった。

1947年GHQ（連合軍最高司令部）の指揮下で実施された地主制を廃止した農地改革法が1946年に成立した。1952年農地法で農地は所有者が耕作する自作農主義制度改革が確立した。自作農は、1961年の農業基本法によって農業の生産性向上が謳われた。土地改良事業により農業水利などの土地機能の改良が進んだ。農地開発と同時に水利開発が行われ、膨大な量の農業水資源が形成された。

#### 1.2 水田開発：河川上流部から沖積平野の後背湿地

南北に細長く、東西に狭い国土においてモンスーンによる一定期間に集中する降雨によって、2~3,000メートルの山岳地帯から海岸に向かった流れる河川は急峻である。

列島の中央部は、起伏に富んだ急峻な山岳地帯の脊梁山脈となっており、豊かな森林に覆われて、美しい景観と豊穡な水資源の供給源をなしている。この森林から安定して供給される水が、古来水田稲作を中心とした農業経営を支えることによって、安定した地域社会（経済）を形成する源泉となってきた。したがって、農業は森林として一体となって管理され、地域の歴史と文化を育んできたものである。（日本学術会議）。

日本学術会議『地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の多面的な機能の評価について（答申）』では、「農業の多面的機能が発現するメカニズムの源泉を、日本における国土形成と農業発展の歴史的経過に見いだしながら、多面的機能の重要性」（後述）が説明で

\*放送大学特任教授

きるとした（日本学術会議：30）。

こうした気象や地形条件下で河川上流の山間地域において水田として谷地田が開かれた。下流に向かって広がった水田開発に沿って農業集落が形成されていった。水田開発の進展を通して、水稻栽培が農耕の中心となり、米が主食としての地位を占めるようになっていった。わが国の農業は、こうして国土形成と農耕によって生み出された水田を中心とした生活環境（二次的自然）と他産業発展の基盤を作り上げた。これが、『答申』が指摘する農業の多面的機能が発現するメカニズムの源泉である。

1961年の農業基本法下で高度経済成長が実現した。1991年制定の「食料・農業・農村基本法」は、1961年法を廃止した新しい農業基本法である。同法第3条で「多面的機能の発揮」、次の第4条で「農業の持続的発展」を以下のように規定し、多面的機能発揮の重要性を確保するため農業の持続的発展が述べられている。第4条で「農業の自然循環機能」を「農業生産活動が自然界における生物を介在する物質の循環に依存し、かつ、これを促進する機能」と規定し法文化している点は注目される（生源寺：248）。

#### （多面的機能の発揮）

**第三条** 国土の保全、水源のかん養、自然環境の保全、良好な景観の形成、文化の伝承等農村で農業生産活動が行われることにより生ずる食料その他の農産物の供給の機能以外の多面にわたる機能（以下「多面的機能」という。）については、国民生活及び国民経済の安定に果たす役割にかんがみ、将来にわたって、適切かつ十分に発揮されなければならない。

#### （農業の持続的な発展）

**第四条** 農業については、その有する食料その他の農産物の供給の機能及び多面的機能の重要性にかんがみ、必要な農地、農業用水その他の農業資源及び農業の担い手が確保され、地域の特性に応じてこれらが効率的に組み合わされた望ましい農業構造が確立されるとともに、農業の自然循環機能（農業生産活動が自然界における生物を介在する物質の循環に依存し、かつ、これを促進する機能をいう。以下同じ。）が維持増進されることにより、その持続的な発展が図られなければならない。

さらに第35条では、条件不利地である「中山間地域等」を指定し多面的機能の確保を図るために国は、不利を補正するために支援を行うとしている。中山間地域直接所得補償である。

#### （中山間地域等の振興）

**第三十五条** 国は、山間地及びその周辺の地域その他の地勢等の地理的条件が悪く、農業の生産条件が不利な地域（以下「中山間地域等」という。）において、その地域の特性に応じて、新規の作物の導入、地域特産物の生産及び販売等を通じた農業その他の産業の振興による就業機会の増大、生活環境の整備による定住の促進その他必要な施策を講ずるものとする。  
**2** 国は、中山間地域等においては、適切な農業生産活動が継続的に行われるよう農業の生産条件に関する不利を補正するための支援を行うこと等により、多面的機能の確保を特に図るための施策を講ずるものとする。

1993年12月にはGATT・ウルグアイ・ラウンド農業合意が締結された。これは、日本の中山間地域等の振興目的での直接所得補償制度導入を後押しした（谷口：1）。

本稿では、かかる農業が近年の異常気象にどのような適応や対応が可能かについて考察する。上述したように日本農業の特色は、産業活動と生活の空間が集落（里地・里山・天然林）としてまったく重なっている点にある。長い時間を通して、集落において人々と生物とは、広い意味で共生関係を築いていった（**第1図** 1999年白書の多面的機能図）。

#### 1.3 戦後改革：農地改革と農業基本法

わが国では、1950年代半ばから1960年代を通しての工業化推進政策によって高度経済成長が可能となった。しかし、代償は大きかった。悲惨な健康被害・破壊は、四大公害訴訟（1910年代—1970年代前半；三井金属鉱業・神岡鉱山排出のカドミウムによるイタイイタイ病、有機水銀による熊本水俣病1956年頃、1963頃から有機水銀による新潟水俣病、1960—1972年四日市ぜんそく）がその典型であった。

1960年代前半には、農民の農薬被害が問題となった。1947年農地改革によって誕生した約1ha規模所有の自作農は、小作料無しで自らの農地を自由に経営できるインセンティブを持ち、1961年に施行された農業基本法の目標の一つである農工間所得均衡策によって増幅された生産額増大を指向した。化学肥料、殺虫剤・除草剤等の使用面積が急速に拡大していった。

農薬普及を奨励した農業改良普及員を含め、多くの農民が急性毒性の強い有機リン系農薬パラチオンやDDT、BHC等によって健康を破壊され、多くの死亡例が報ぜられた<sup>3)</sup>。





第1図 白書の農業の多面的機能：生物多様性

出所 『食料・農業・農村白書〈平成〉11年度』農林統計協会，2000年，口絵

その後、急性毒性に替わって低毒性農薬が供給されたが、今度は慢性毒性によって癌や肝臓障害が引き起こされた。農薬による健康被害は、レイチェル・カーソン『沈黙の春』（『生と死の妙薬』新潮社，1964年）によって告発された。有吉佐和子『複合汚染』（新潮社，1964年）は、消費者に農薬の健康被害を広く伝えた（大野・天竺：49-54）。こうした流れが農業・化学肥料を使用しない有機農業への関心を深めた。1971年に日本有機農業研究会が発足した。

#### 1.4 近代農法の見直しの契機

日本有機農業研究会の発足によって直ちに有機栽培が増加したのではなかった。水田を生息地とする大型水鳥であるコウノトリとトキが農薬に汚染された餌を食べないように、地元の有志グループがNPOとの連携を通して各々の地域において有機栽培米の生産を始めた。この流れが有機農業普及の原動力の一つとなっていく。

水田は人間が耕作することによって維持される湿地（二次的自然）である。湿地は多くの生き物の生息地となっている。ドジョウ、カエルやメダカ、ホタルなどは、生活に身近な場所の生き物であった。畦畔は、適度な間隔での草刈によってアザミ、カンゾウ等の草

が繁茂し、蜜を吸う昆虫が集まり、虫を捕食する天敵となる様々な昆虫の住処となり、さらに鳥類に餌を提供していた。

こうした人々に親しまれた水田の水生生物を餌としているトキやコウノトリなどが農薬に汚染された餌によって死亡する事例が発生した。1950年代に佐渡や能登で再発見されたトキや但馬のコウノトリは、限定された地域に少数個体で生存していた。人間の生活空間に生息するコウノトリやトキを、野生のままに保護する運動が始まった。

しかし、農薬の使用量は減らず、コウノトリは1971年に野生絶滅した。1981年には、ケージ内増殖を目的に、最後の野生トキ5羽が捕獲された。ケージ内（生息域外）保全が図られたが、それ以前に怪我のため保護されたケージ内飼育のメスの「キン」1羽以外、捕獲したトキは全て死亡してしまった。

こうした顕著な農薬被害に直面し、生息地での保護／増殖を目的に活動していた保護団体は、コウノトリでは生存しているシベリアのアムール川中流域（ハバロフスク）から、トキでは1981年に中国で再発見されたトキの番の譲渡によって、再導入（野生復帰）に向けて活動を始めた（須田）。

## 1.5 我が国における IPM（総合的病害虫・雑草管理）導入と普及の歴史

「農林水産省環境政策の基本方針の概要（令和 2（2020）年 3 月 16 日公表）」は、我が国への IPM の導入と普及の流れを回顧している。FAO は、農薬と化学肥料使用削減を目的として、1965 年にローマで害虫防除の専門家を集めて IPM の概念を提示した。

「豊かな水、農地、森林、海洋を有する我が国は、世界が羨む自然資本大国である。」（農林水産省：2021 年 10 月 5 日アクセス）として、次のように、環境やその自然資本の管理・増大も実現する創造的な産業を目指すべきであるとする。

近年、直面する環境や社会問題を、自然資本を活用することによって効果的に解決しようとする Nature Based Solution（NBS）の考え方も国際的に広まっている。これからの農林水産業・食品産業は、この自然資本大国であることの強みを再認識し、それを劣化させることなくその強みをさらに増大させて次世代に継承することが求められる。・・・これからの農林水産業・食品産業は、その経済的な成長・発展が同時に環境や自然資本の管理・増大も実現する創造的な産業を目指すべきであり、農林水産省の政策もこのような流れを加速するものであるべきである。」（同）と結んでいる。

総合的病害虫・雑草管理とは、次のように要約されている。生態系の攪乱を可能な限り活用し、経済性を考慮して防除技術を総合的に講じ、人の健康へのリスク及び環境への負荷を最小の水準にとどめるものとされる（同）。

利用可能なすべての防除技術を経済性を考慮しつつ慎重に検討し、病虫害・雑草の発生増加を抑えるための適切な手段を総合的に講じるものであり、これを通じ、人の健康に対するリスクと環境への負荷を軽減、あるいは最小の水準にとどめるものである。また、農業を取り巻く生態系の攪乱を可能な限り活用し、安全で消費者に信頼される農作物の安定生産に資するものである。

IPM の概念は、我が国には 1970 年頃導入された。防除手段の合理的な統合に関する概念的な研究も行われるようになり、1971 年からは農林省技術会議において害虫の総合的防除法の研究が始まった。同省植物防疫課においても、環境への負荷の少ない病虫害防除

技術として IPM の概念に注目し、昭和 59（1984）年からの難防除害虫特別対策事業（昭和 61（1986）年組替：高度防除技術推進特別対策事業）等に技術開発、実証等の取り組みが行われてきている（同資料 5）。海外での導入については、1980 年代にアメリカや北ヨーロッパでは、IPM は総合的有害生物管理として作物の生育に影響する作物栄養、農作業、病虫害、雑草管理等の全ての栽培管理を含むシステムアプローチの一要素として受け入れられるようになった。

また、同じ概念である総合生産がスイスで、総合果樹生産がドイツで普及している（同資料 5）。

IPM は導入する地域において、地域独自の農法や我が国の多様な生態系に適合する方法に改良して導入された。都道府県の農業改良普及制度の中で次第に普及し始めていった。

福岡県の農業改良普及員になった宇根豊は 1978 年から「虫見板」を用いた「減農薬稲作」を技術化、理論化して普及させた。1983 年「減農薬米」の産直販売を始めた。さらに 1984 年に、害虫・益虫以外の虫が多いことに気づき、「ただの虫」と名付けた。宇根の減農薬運動は、1985 年『減農薬稲作のすすめ』を自費出版することによって一挙に拡大した。

また田んぼの生き物の観察を続け、日本の赤とんぼの大半は田んぼで生まれることを突き止め、農業生産物にいきものを含めるように提案した。作物同様にいきものを育てる「環境稲作」を技術化した（ウイキペディア、2021 年 10 月 9 日アクセス）。

農地改革及び 1960 年の農業基本法が戦後の農業発展の基盤となった。農水省と農協が補完し合った普及体制を通して推進された農業近代化（機械化、化学化、装置化）の下で農薬・化学肥料の大量投入を続けた。その効果に目を奪われ、農民個人の創意工夫が活かされる余地は少なかった。宇根の減農薬稲作は、「虫見板」を使い個々の圃場の害虫を見つけその被害に応じて防虫策を講ずることに見られるように、農民の創意工夫と主体性を大事にするものであった。

こうした減農薬稲作の考え方の基本は、IPM の概念と共通すると考えられる。1970 年代 80 年代は、農民の主体性を重視する農法を生み出す様々な試みを積み重ねる重要な時期であった。

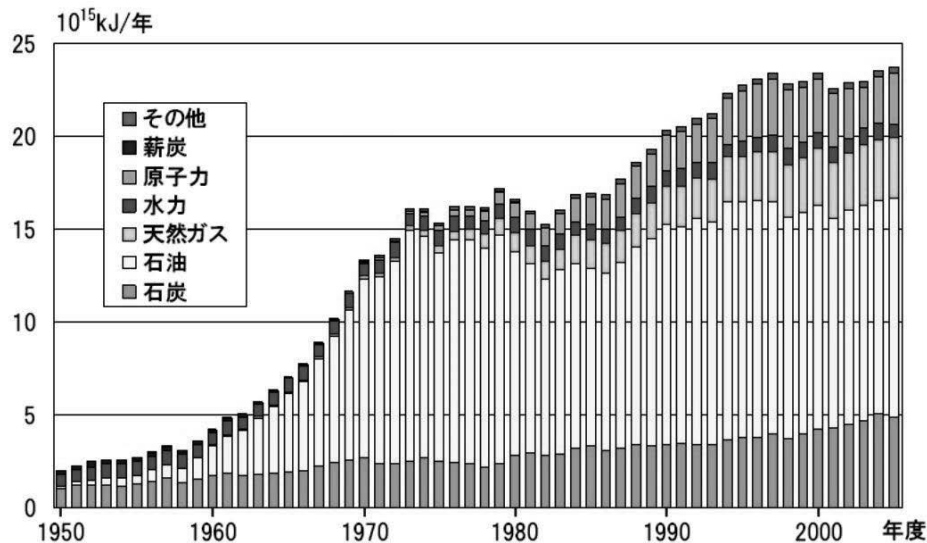
## 1.6 1999 年の新農業基本法制定：農業の多面的機能重視の政策—中山間地過疎化と異常気象による河川の大規模化災害—

水稲の有機栽培への方向を確かなものにしたのは、1992 年リオでの地球サミットにおける、わが国の 2



つの国際条約締結であった。①生物多様性条約は、1993年発効した。本条約の目的は、1) 生物多様性の保全、2) 生物多様性の構成要素の持続可能な利用、3) 遺伝資源の利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分である。他は、1994年発効した気候変動枠組条約である。本条約は、温室効果ガスを通じた地球の温暖化による自然生態系への悪影響を回避するために、大気中の温室効果ガスの濃度の安定化を目的としている。

わが国は、生物多様性条約と気候変動枠組条約の双方の条約を締結した。政府の対応は、温室効果ガス削減には消極的であった。一方、生物多様性条約に対しては積極的であったといえる。日本は、製造業を中心とした第二次産業が外貨を稼ぐ、資源に乏しい工業国であったため製造業から排出される多量な温室効果ガス削減要請は、短期間での実現は困難であるとの認識であった。さらに資源に乏しいが石炭には恵まれ、石炭が第二次産業の発展に欠かせないエネルギー源となっていた。



第2図 日本の一次エネルギー供給の長期的推移

出所：https://atomica.jaea.go.jp/data/detail/dat\_detail\_01-02-02-05.html 2020年11月4日

明治以降の近代化の過程で国産の石炭がエネルギー源として重要な役割を担ってきた。しかし、第二次大戦後、とりわけ1960年代の高度経済成長時代に、急増するエネルギー需要を賄ったのは廉価で利便性の高い輸入石油であった。石炭の利用も続いたが、国産の石炭は採掘条件の悪化と価格競争力の面から生産量が徐々に減少し、輸入炭の利用に移行した。石油危機以降に石油代替エネルギーとして急速に導入が進んだのは天然ガスと原子力である。しかし、エネルギー需給構造の脆弱性を改善するためには、エネルギー源の一層の多様化が必要であり、石炭も石油代替エネルギーの重要な柱として位置付けられ、その利用の拡大が図られてきた。一次エネルギー供給量に占める比率は最近では20%を超える水準となっている。日本の一次エネルギー供給の長期的推移は第2図の通りである。

他方、生物多様性条約に対しての積極的対応の背景には、日本の高度経済成長期、1950年代中頃から1970年代までの期間において農村から臨海工業地帯へ向かう若者の継続的人口移動が存在した。中山間農

村の過疎化が深刻化した。

製造業中心とする産業政策では、鉄鋼、石油等の資源を輸入し、加工した製品を輸出する加工貿易が推進された。太平洋沿岸各地に日本の経済特区ともいえる石油コンビナート・製鉄所を中心とした臨海工業地帯が開発されていった（貝塚他：147）。原燃料及び製品輸送費削減を追求した価格競争であった。他方で、資源・エネルギーの海外依存を推進し、わが国のエネルギー自給率の急速な低下を招いた（小堀 聡「臨海工業地帯と日本の奇跡」[http://www3.grips.ac.jp/~esp/event/group\\_d-event](http://www3.grips.ac.jp/~esp/event/group_d-event) 2021年9月13日アクセス）。

農村では長男が家を継いで農村に残り、次三男は、大半は中学校卒業後、臨海工業地帯の労働者になった。長期的で大規模な向臨海地帯への人口移動の結果、農村人口は減少していった。この時期と人口転換<sup>4)</sup>が重なって、しだいに農村の人口動態は少子高齢化という性格を強くしていった。1960年代半ば頃から「過疎」という言葉が使われ始めた。

### 1.7 農業の多面的機能：異常気象に対応する国土強靱化

高度経済成長と人口転換は、中山間農業地域からの臨海工業地帯への大規模な労働力の移動という顕著な形を取った。他方で、若者が大挙して流出した中山間農業地域では、若者は補充されず、一方的に高齢化が進行した。

中山間農業地域は国土総面積に対して73%、総耕地面積450万haに対して41%を占めている(第3図)。

中山間地農業地域のこうした高齢化は、農村の様々な共同作業の継続を困難にし、農業の衰退をもたらした。中山間農業地域での農村及び農業の衰退は、単に農業の衰退だけでなく、農業を行うことで維持されてきた国土保全が脆弱となり、予期せぬ被害の増大をもたらしたことが大問題となった。

日本の国土の大半は丘陵、山地であり、2~3,000メートル程の山脈に発した河川によって沖積平野が造られ、その河口に大都市圏が形成されている。河川は急峻で、沖積平野に達するまでの流速は速い。守山(35)は、次のように特徴づける。

日本の河川は世界の河川と比べて特別な急流である。この急流、日本海では春に雪解け水が一度に流れ、太平洋側では梅雨明けから台風のシーズンにかけて、集中豪雨による出水のピークが流れ下る。だから日本の河川は洪水を起こしやすい。

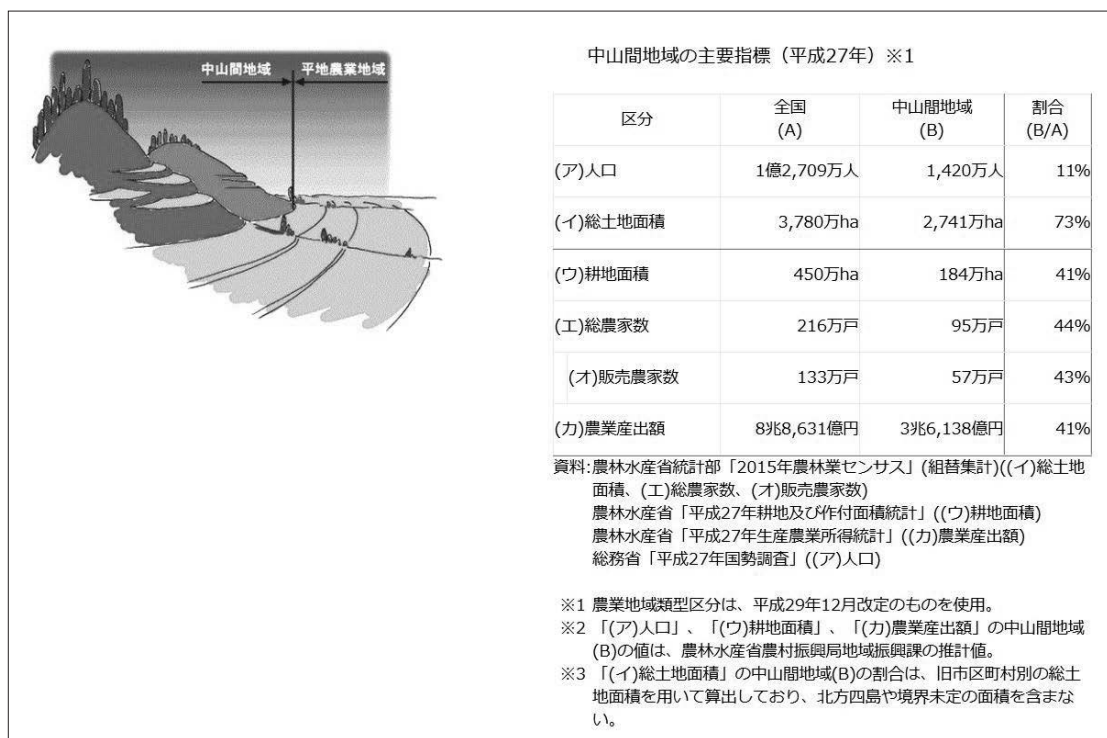
長期化する梅雨や大型台風の襲来による大雨によって中山間農業地域で土石流が崖崩れを引き起こし、沖積平野部では、河床が浅くなっている。流れは堤防を高くしても堤防を越え(越水)、次いで堤防を破壊する大洪水が多発している。

日本学術会議の『答申』に指摘されているように、農業の持つ国土保全機能は農業の多面的機能の中で極めて重要なものと再認識された。そこで中山間農業地域の農業を強化して国土保全に実効を持たせる必要があった。当時内閣官房副長官上杉光弘は、次のように述べている。

水源涵養の機能一つとっても、上流にある山地の森林がもつ水源かん養機能に多大な恩恵をこうむっているのです。山に木を植えて育てる人、中山間地で農業を営む人がいなかったらどうなるでしょうか?さらに上流の森林や田畑は土砂崩れ、河川の氾濫などの自然災害を未然に抑止する役割も担っているのです。

国家存立の基盤は国土です。それを保全し、多面的な機能を維持管理するのがまさに農林業であり、その役割を担った人が農林業者だと私は考えています。

「法律文化」vol.2, No.1. <https://www.lec-jp.com/h-bunka/backnumber.html>



第3図 中産間地

出所: [https://www.maff.go.jp/j/nousin/tyusan/siharai\\_seido/s\\_about/cyusan/](https://www.maff.go.jp/j/nousin/tyusan/siharai_seido/s_about/cyusan/)

「答申」では多面的機能重視の理由が明晰に述べられている。すなわち農業／農村が有する国土保全機能である（日本学術会議：7）。

EU 諸国は、貿易の拡大が環境保全及び地域社会の活力維持等、農業・森林を通じた公共財の提供機能を損なわないための政策を重視し、農林業生産・森林管理活動に付随するいわゆる多面的機能、すなわち国土・環境保全、安らぎ空間の提供、食料保障等々に着目し、農山村を活性化する方向を採ろうとしている。

日本等の小農圏諸国も、この視点をより一層重視しつつある。日本は、高温多湿のアジア・モンスーン圏に属し、多くの村が水田稲作の適地として展開してきた。また日本は中央に高い山脈が走り、崩壊しやすい火山灰土に広く覆われ、河川は急流で、しかもしばしば大雨を伴う台風が襲来する。こうした条件の場所では、協同して適切な自然管理をするために、生産・生活・生態環境が有機的に一体化した地縁社会が形成された。同時に、下流域を意識した森林や里山管理、田畑や水の管理が心掛けられた。そこには、**流域圏思想**とでもいうべき考え方が存在したのである。

### 1.8 国土保全目的の農業の多面的機能重視政策

以上でみた背景によって、リオサミットで締結された2つの条約に対して、国内法を施行し実行するのに大きな差異が生まれた。温室効果ガス削減に対しては妥協的対応、農業の多面的機能重視については積極的対応がとられた。

アジア・モンスーン気候下での日本の水田稲作は、極めて急峻な河川に沿って中山間地域から沖積平野へと広がっていった。徳川幕府の年貢は米現物納であったため水運や海運を利用して全国の米が大坂堂島に集められた。

徳川幕府は利根川河口に本拠地江戸を定め、城を築いた。他の多くの大名も沖積平野に城を築いた。河川の上流部で水田稲作が行われ、網の目のよう張り巡らされた灌漑・排水路が維持管理されることで河川が正常に保たれ、洪水等の自然災害が妨げられた。人口が

集中している沖積平野が安泰であるために上流部の水田稲作が不可欠となった。農業の多面的機能に国土保全を含めることによって都市部を洪水から守ることが考えられた。

### 注

1) 中山間地域とは、農業地域類型区分のうち、中間農業地域と山間農業地域を合わせた地域を指す。山地の多い日本では、このような中山間地域が総土地面積の約7割を占める。

この中山間地域における農業は、全国の耕地面積の約4割、総農家数の約4割を占めるなど、我が国農業の中で重要な位置を占めている。

中山間地域の農業・農村が持つ土の流出を防ぐ機能（土壌侵食防止機能）、土砂崩れを防ぐ機能（土砂崩壊防止機能）などの多面的機能は、国民の大切な財産である。

「中山間地域等について―農林水産省」, [https://www.maff.go.jp/tyusan/s\\_about/cyusan](https://www.maff.go.jp/tyusan/s_about/cyusan) (2021年8月17日アクセス) 参照。

2) 農村コミュニティは次の特色を持った。「農業開発に伴う地域社会の発展は、特に水田稲作を主体とした日本農業が、水管理組織を通じて地域共同体を形成する基礎を築いたことにより、また生産と生活が同じ空間で展開され、それが日本的土地利用と社会形成を特徴づけている。」（『答申』：36）。

3) 「農業生態系における植物に対して最も大きなインパクトを与えたのは除草剤であろう。・・・除草剤の使用が開始されたのは1950年で、その使用面積の推移は、1960年に100万ha、1965年には300万haとほぼ水田全面積に拡大し、現在では（1990年代、河合）500万haと平均2.2回の使用がなされるまでになっている。」（清水：118）。使用された除草剤名、剤型、処理法、人畜・魚介類に対する安全性について清水（117-121）参照。

4) 戦後、出生率も死亡率も高い多産多死の状態であった。しかし、衛生状態や、医療水準の向上とともに、死亡率が減少し、寿命は延びた。多産の状態が高齢化に移行していく。やがて、日本では1970年代以降、少産少子の段階になる。TFR（合計特殊出生率）が、現状維持に必要な1.4を下回り、他方で平均寿命が長くなり。総人口の減少局面に少子高齢化が加わった状態に移行していった。



## 2 里山と生物多様性—喪失と回復—

### コウノトリからトキへ：小農型農業の機械化→里山との共生：SDGs 下のモンスーン日本農業の将来

#### 2.1 コウノトリ育む農法の確立

##### 有機農業の推進

田中（115）は、コウノトリやトキの生息地確保のために環境に優しい農業への取り組みは、有機農業推進法の2006年12月成立にもかかわらず、面的な広がりや困難であった現状を打破したと評価する。わが国の環境に優しい農業は、EU諸国に近いもので、環境保全型農業＝持続的農業を重んずる点では共通しているとする。

食物連鎖の頂点として、環境の影響変化に敏感なトキやコウノトリ等鳥類の保護は、生物多様性への地域ぐるみの取組みの象徴になるとともに、有機農業や環境保全型農業の地域的な取組みとしても注目されている。2000年有機JAS法の成立以降、地域で個別に有機農業を進めることの難しさから、有機農業の推進は低迷が続いていたが、コウノトリやトキを育む農法の確立・普及、それは2006年12月の有機農業推進法の成立を受け、有機農業や環境保全型農業の推進は新しい局面に到達している（田中：124）。

環境に優しい農業の普及は兵庫県・豊岡市の取組みを中心に面的に広がった。

絶滅したコウノトリの回復と野生復帰をめざして、地域における環境にやさしい『環境創造型農業』（兵庫県）への取組みが進められており、「コウノトリと共生する地域」づくりのため支援体制の確立が図られている。取組みは、県・市・地元住民が連携して進められており、県を中心に飼育環境や農業についての研究や技術開発・普及が行われ、市が中心となって現場の教育機関や農業者、JA関係者等地元住民で、地域環境や地元組織等を育む体制を作っている（田中：125）。

田中が指摘するように、自治体豊岡市の野生復帰に対するイニシアティブは注目される。豊岡市は再導入後にコウノトリが生息できる新しい水田農法創出と、用排水路も餌場として機能させる必要性を認識した。2002年に豊岡農林振興事務所、豊岡農業改良普及セ

ンター、豊岡土地改良事務所の中堅職員で構成されたコウノトリプロジェクトチームを但馬県民局内に組織した。2005年には、栽培期間を通して化学肥料と農薬を使わない栽培歴を完成させ、「コウノトリ育む農法」と命名した。

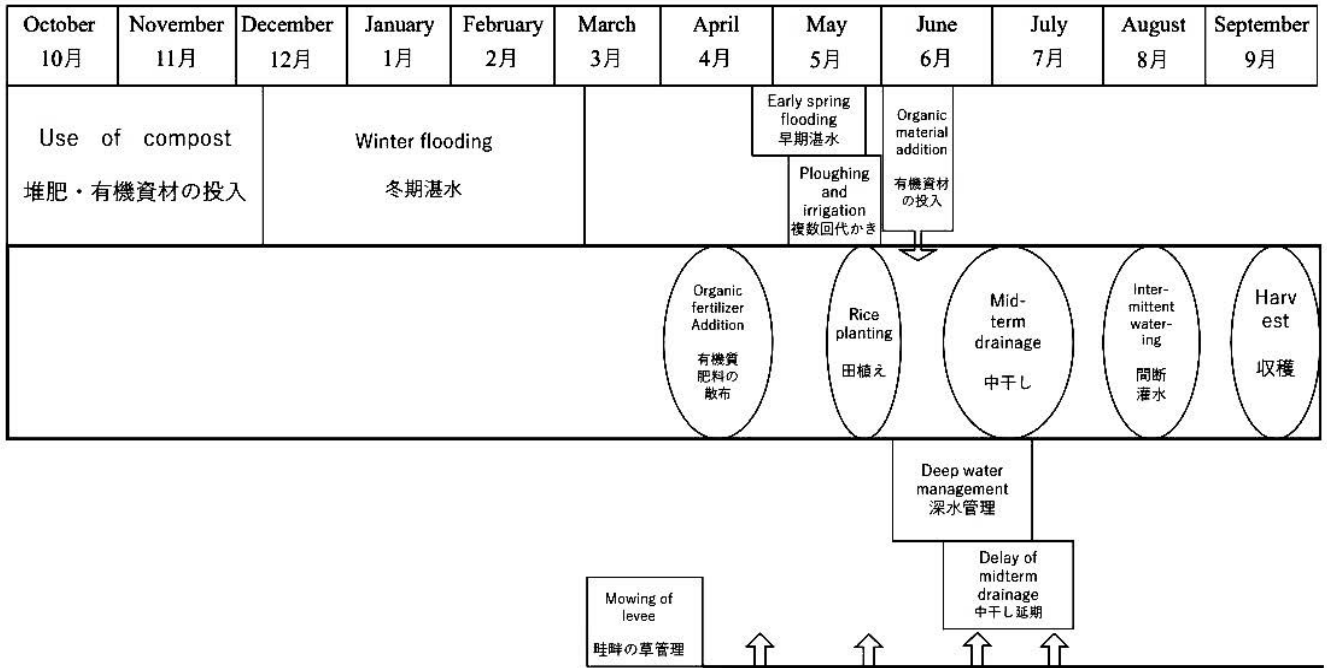
#### 2.2 環境に優しい農業から「コウノトリを育む農法」の確立へ

コウノトリ野生復帰のための有機農業が広がっていった。注目される点は、この有機農業の栽培方法は、実践を通して栽培方法（農法）として体系化されたことである<sup>1)</sup>。田中は、「体系的に完成度の高い総合技術」であると評価する。これが普及の要となった。

この農法は、環境に優しい新しい農法として注目されている。農薬を使わない種子の温湯消毒や減農薬・減化学肥料（慣行の75%減、無農薬・無化学肥料も一部含）を軸に環境への負荷の軽減に取組み、冬季湛水田不耕起栽培法、早期湛水・不耕起栽培法（イトミミズを活用した土づくり）、中干しを遅らす（オタマジャクシがカエルになるまで）等、田圃の生物に優しい配慮が水管理や畦畔管理面にも施され、小糠や糖蜜を使った除草対策も含め、稲作とコウノトリに配慮した体系的に完成度の高い総合技術である。地域に面的な広がりをもって定着してきたところにこの農法普及の大きな意義がある（田中：125-6）。

2006年、有機農業普及目的で、農林水産省による予算額約4億5千万円のオーガニック・モデルタウン事業が実施された。豊岡市は、有機農業への取り組みが早く、市総合計画にコウノトリ野生復帰を位置づけ、その実現に効果的に市行政組織を再編成した。豊岡市は、モデルタウン実施45地区の中で有機稲作は、322ha中49ha、同市の水田比率15.2%と高い（農林水産省2009）。コウノトリの餌場確保という新しい試みは、フィードバックを重視する順応的管理の下で地域資源を活かした農法が見いだされた。「コウノトリとの共生」目標は、コウノトリの記憶を蘇らせ、農民の関心や市民の理解が広がり、面積が増加していった。この点で特筆される。





第4図 コウノトリを育む農法の概念図  
出所：西村，江崎（2019：220）

第4図は、「コウノトリを育む農法」（水稻）の要件である。i) 環境配慮，ii) 水管理，iii) 資源管理，iv) その他と要件が分類されている。生き物に優しい農法の体系性を見るために参考になる（岸：98）。

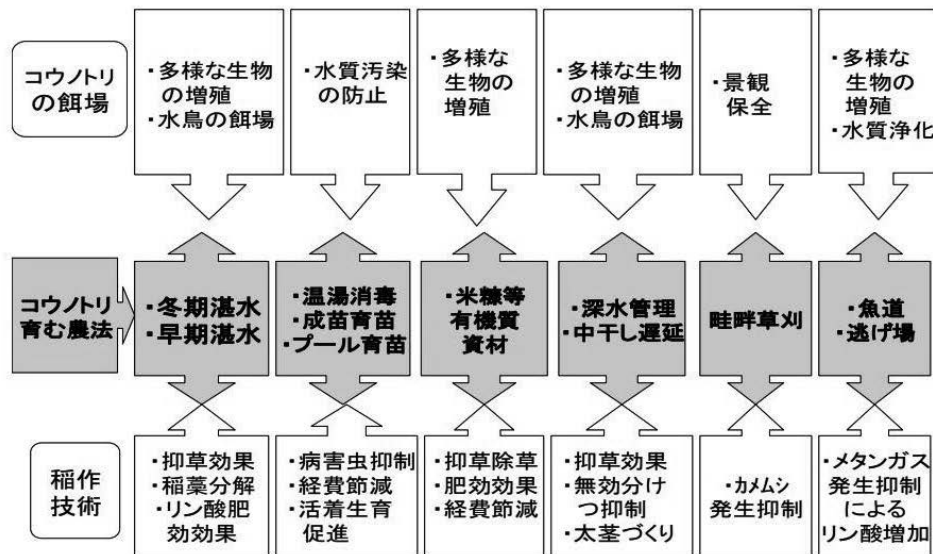
i) 環境配慮の要件は，必須事項として，化学農薬削減（無農薬，減農薬），農薬を使用する場合は普通毒性A類，化学肥料削減（栽培期間中禁止），温湯の種子消毒もしくは食酢消毒，畦草管理となっている。環境配慮要件には努力事項があり，魚道，生きものの逃げ場の設置，抑草技術の導入（米糠など）及び生きもの調査がある。

ii) 水管理として，深水管理，中干し延期，早期湛水。努力事項として冬季湛水がある。

iii) 資源循環では，堆肥・地元有機資材の活用である。

iv) その他。ここで注目されるのは，努力事項として米糠などの抑草技術の導入がある。

コウノトリの絶滅を決定づけた要因である農薬に頼らない抑草・病虫害抑制技術の導入が目指された。西村・江崎（229）は，主な技術を稲刈り後の秋から時系列に並べて，その農法の特徴づけを述べている（第5図）。



第5図 コウノトリ育む農法の技術体系  
出所：西村（2009：278）

主な技術を稲刈り後の秋季から時系列上に並べると、堆肥（牛糞堆肥、発酵鶏糞）と有機資材（米ぬか等）の投入、冬季湛水、早期湛水、複数回代かき、田植え直後の有機資材の投入、深水管理、中干し延期、であり、年に数回行う畦畔の草刈も含まれる。

この農法を特徴づけるのが、以下の3点である。i) 耕畜連携と冬季湛水、ii) 抑草、iii) ユスリカ類とミジンコ類を食物連鎖の基盤とする食物網。

#### i) 耕畜連携と冬季湛水

肥育牛と養鶏が盛んで牛糞や鶏糞の処理が地域の課題。これらを堆肥化し農業還元システムを構築した。栽培試験を繰り返し、堆肥の使用により土壌中のリン酸が増加し、窒素の削減を補い、かついもち病発生を抑制できる窒素の上限確定使用量が特定できた。窒素確定量を基に米糠の散布量を決めた。

#### ii) 抑草

収量に悪影響を与える特定の雑草をターゲットに、雑草の生態を利用した水管理を実施した。稲刈り直後、牛糞堆肥、米糠を散布し、浅く耕耘して、12月上旬以降は5cmの水深を維持する。

この作業により、イトミミズ類が発生し、その糞が雑草の種子を埋没させ、芽生え初期の雑草を倒伏させるトロトロ層が形成される。

3月上旬に冬季湛水を終え、水抜きをする。トロトロ層の表面に酸素が供給され稲藁が分解される。未分解の稲藁から分泌されるモミラクトンが減少する。このためモミラクトンによって覚醒するコナギの発芽が抑制され、発生量が減少するため抑草効果がある。

このトロトロ層から供給される養分が、5月下旬に植え付けられるイネの初期生育を助けて収量の安定につながる（西村・江崎：223）。

#### iii) ユスリカ類とミジンコ類を食物連鎖の基盤とする食物網の形成

この農法はイトミミズ類やユスリカ類、ミジンコ類を増加させる。ユスリカ類は害虫が出現するまでの間クモ等の餌になり、これらを捕食するコウチュウ類も増加する。ミジンコ類は、多くの水生動物の餌になり水田の食物網形成に大きな役割を果たす。

#### iv) 畦畔管理

畦畔管理は、害虫対策と景観形成にとって重要である。4月の早期湛水前と5月の田植え前に、草刈機で刈り取ることでカメムシ類やイネミズゴケの畦畔への侵入を軽減することができる。

6、7月の稲の出穂3週間前、出穂期にも草刈りを

行う。畦畔でのイネ科雑草の出穂を6週間抑制し、斑点米の発生を防ぐ。

生き物に優しい農業として、水生動物の生活史に合わせた水管理、化学農薬や化学肥料の削減、畦畔管理では、適度の草刈による昆虫の多様性保全が必要である。

資源循環の観点では、土中の炭素（C）、窒素（N）、リン（P）等の稲の生育を左右する物質のバランスの崩れ、特定の物質が過多になるのを防ぐための工夫がなされている。

**第4図**は、西村・江崎（2019）によるコウノトリ育む農法の体系的な整理である。

瀬崎（2014）は、豊岡市で「コウノトリ育むお米」の販売促進の課題として価格を適切に設定する必要から、生産農家に、生産費を抑制するために除草／抑草作業の効率化を求めた。「民間企業との連携による機械除草の実験」を提案し、除草剤を使用しない、効率的な機械除草の実現によって労働集約的な除草費用削減を実現した。

西村・江崎（227-8）は、2008年以降を、「コウノトリ育む農法」の充実期としている。この時期には、技術研修が行われると同時に農法に必要な機械導入の支援を行った。除草機の開発導入による除草時間の短縮及び小ロットでも乾燥調製が可能となるカントリーエレベーター導入等によってコウノトリを育むお米部会の会員増加をもたらした。2010年代初め頃から改良された除草機が導入された意義は大きい。

農研機構（2020）は、2008年から2013年までの6年間、高精度水田用除草機による除草作業と米糠散布を組み合わせた除草法を中核とした機械化有機栽培体系を実践し、雑草抑制効果、水稻の生育および収量について慣行栽培と比較した。機械化により除草労働を大幅に削減し、玄米収量は6年間平均で96%程度であった。農業現場への普及に有効な技術体系であると評価できる。機械導入費用を考慮しても、有機農業における大規模有機栽培の優位性を示している。

農研機構は『高能率水田除草機を活用した水稻有機栽培の手引き』（農業・食品技術総合研究機構、2020年）を刊行し、普及を啓蒙している。同「手引き」では、耕起・整地で使われるレーザーレベラー、ロータリーは、機械効率のよい面積の広い水田耕土を均平にし、深水管理にムラが生じないためである。

**第5図**は有機栽培圃場の作業と導入した技術・機械および導入目的の概要である。この有機栽培体系は、コウノトリ育む農法の体系化に貢献した稲葉光圀の「無農薬・有機のイネづくり」の技術は全て取り込まれている。

温湯種子消毒を済ませた種子は、健苗育成目的でプール育苗される。有機肥料の施肥後、雑草抑制のために代かきは2回行われる。2回目の代かきの翌日から2日後に中苗が移植される。同時に、田植え機に取り付けた装置で米糠が散布される。雑草抑制のための水深5~10cm程の湛水管理が実施される。

移植後7日以内に高能率水田用除草機による除草作業が10日おきに2回実施される。同時に米糠散布が行われる。7月上旬に、根への酸素供給等の目的で水田から水を抜く中干しが実施される。中干し後8月上旬に、有機質肥料が追肥される。

従来、労働集約的な除草作業が必要なため、有機栽培は小規模面積で実施されていた。例えば、中山間地における棚田保全目的でのオーナー制は一例である。トキの野生復帰の場である佐渡では、営巣期には平野部を離れて山地で営巣する。海岸沿いの漁村は徒歩で2時間程の距離の山地に棚田を開いて水稻栽培を行っていた。こうした棚田ではトキの採餌の場として有機栽培を行う。この場合も面積は限られている。

一方、高能率水田用除草機による除草作業と米糠散布を組み合わせた除草法を中核とした機械化有機栽培体系では、土地改良事業による造成の大規模区画水田が存在する平野部において一層効果が発揮される。高能率水田用除草機の有機栽培体系では、除草機が同じ場所を2~3回走行する。枕地では旋回によって3~4割程の欠株が生じる。長方形で比較的耕盤が浅い圃場を選択する必要がある（農研機構：3）。条間を合わせる等時間がかかるため、条が長いほど機械化効率は上昇する。

## 新しい展開

この有機農業技術は、移植前の2回の代かきや移植日から日をおかずに、10日おきに2回の高能率水田用除草機の利用、収穫後の早い時期の耕起等によって、土壌の団粒構造が形成、維持されることが知られている。この点は、『手引き』では「圃場の整備と土づくり」で重視されている（農研機構：4）。

農業における土づくりに関しては久保他（2020）の研究による「物質循環型農業」によって、暗黙的な土づくり農法が、土壌成分分析手法で名目知としての把握が可能になってきている。2010年初頭から「コウノトリ育むお米」栽培の普及には、機械除草による労働集約的な除草労働コスト削減が政策課題とされた。耕種的方法を組み合わせた機械除草を通して、土づくりの重要性が理解されていった。除草機械導入を契機に、土壌微生物の働きに着目した物質循環型農業

への関心が高まったことは注目される。

## 「コウノトリを育む農法」の普及とブランド化

2002年：豊岡市企画部内にコウノトリ共生推進課（後にこうのとり共生課）が設置され、「コウノトリを育む農法」普及とブランド化推進が自治体の地域政策として始まった。同年に「コウノトリの郷営農組合」が設立された。2006年には、「コウノトリ育むお米生産部会」が設立され、「JA たじま」がその事務局となることで、普及体制が確立した。

2008年有機農業推進総合事業（オーガニック・モデルタウン）認定によって、「コウノトリ共生農業推進協議会」が設立され、「コウノトリ育む農法」の確立、普及が目指された（有機農業及びモデルタウンを巡る動き—農林水産省 <http://www.maff.go.jp> > 4\_1\_model\_town\_meguji.pdf 2021年8月20日アクセス）。これによって、「減農薬→無農薬→有機農業」の目標が明瞭になった（田中：127）。

## ブランド化戦略

JA「コウノトリ育むお米生産部会」は、JA「コウノトリの贈り物」、県による「兵庫県安心ブランド」、豊岡市「コウノトリ舞」のブランドと、自治体の重層する認証制度の活用によってブランド化の効果が現れてきた。

## 2.3 コウノトリ育む農法の普及

### 2.3.1 水田生態系の特徴

森他（2008：127-8）は、生態系に配慮した農業農村整備事業を進める観点から、水田生態系を定義している。

水田に生息する生物には移住能力の高い種と低い種が存在し、水田生態工学の保全対象となる魚類は移動を水域のみを利用するから、鳥類や昆虫などと比べれば移動能力の劣る動物である（日鷹：1999）。平野部に生息している魚類の中には、恒久的水域から、一時的水域に移動分散し、水路や水田を産卵や生息などの場として利用している種も多く、河川—水田水域を利用する形態と範囲は種によりかなり異なる。さらに、ウグイ、ドジョウおよびタモロコのように、定住する個体と移動する個体がみられ、種内に多様な移動形態が存在している可能性がある。またカエル類の中には成体になると人家や里山を利用している種もある。このように保全の対象となる生物種の移動生態や生活史を考えると、かなり広い



空間に拡張して、土地利用との関わりも含めて水田生態系をとらえる必要がありそうだ。日鷹(1999)は、ランドスケープレベル(landscape)で水田に生息する生物をとらえる必要があると指摘している。

## 畦畔

森他(2008:129)は、水田畦畔の独特の役割を指摘している。

畦畔の存在は河川生態系との相違点である。畦畔は陸界と水界との境界である水際域を創出し、水田で幼生期を過ごす両生類の上陸やカエル類のうち上陸後水田周辺に生息する種の採餌場としての重要な役割を果たす。

こうした環境要因の多様性は、**水田生態系を構成する微小な生態系を創出**(強調, 河合)し、おそらく水生生物の棲み分けと、種の多様性に影響を与えていると考えられる。・・・生息地としての水路環境の評価、保全対策、順応的管理に関する知見の蓄積は、水田生態系の保全・修復工法の質的向上と選択幅の拡大に不可欠である。このためには河川生態系の構造や機能との対比としてとらえることが有用と考えられるが、これに関する研究は見当たらない。・・・

水田以外を含めた一定の空間スケールを持つ空間領域として水田生態系をとらえれば、**水田生態系は異質なモザイクによって構成**(強調, 河合)される。これが水田生態系の第一の特徴である。ランドスケープは物質や生物の移動がある複数の生態系の集合体であり(宮下, 2003)、相対的に大きな大きさを持つ非均質な空間モザイクである(大野, 2004)。本稿の定義の下で水田生態系をランドスケープとみなすことができる。

このモザイク構造は、水田、水路、溜池などの水域と人家、水田近くの畑、里山、草地などの陸域に大別される。両者の境界は、一時的水域の現出に伴い移動する。**ある土地利用の内部には均質性の高いパッチが内在されている**(強調, 河合)。

本報告では、コウノトリとトキの野生復帰活動のための重要な生息地である水田生態系に注目する。水田生態系は異質なモザイクによって構成され、ある土地利用の内部には均質性の高いパッチが内在されている。二次的自然として保全されている水田生態系の特徴を捉えるために、群馬県藤岡市における湧水を水源とする農業用水路に生息するヤリタナゴを事例に加える。

野生で生活していたコウノトリとトキは、高度経済

成長期に野生絶滅し、生息域外保全により増加した個体を放鳥し、今日、野生での繁殖が定着し、生物多様性保全のシンボリック的存在になっている。

二次的自然である水田生態系を重要な生息域とする生物の保護は、水田生態系保全・修復すなわち農薬と化学肥料依存の農業から有機農業への農法転換に依存する。有機農業が長期間継続された地域の水稻栽培技術の変化とその技術がもつ異常気象適応性について考察する。コウノトリを育む農法は、日本農業の歴史の中から体系化された有機農業である。

## 2.3.2 普及の流れ：野田市

豊岡市に次いで、自治体としてコウノトリ野生復帰事業に着手した千葉県野田市において、「コウノトリ育む農法」がどのように受容されたかを見る。

2012年12月から1ペアの飼育を始め、翌年には2羽、2014年には3羽の雛が生まれた。

国交省のイニシアティブによる「広域的な水辺環境のエコロジカル・ネットワークの形成」は、自治体の地域政策である「持続可能な地域づくり」に寄与している(野田市:3)。

コウノトリ・トキのエコロジカル・ネットワークの形成と魅力的な地域づくりの実現を目指し、千葉県のいすみ市でコウノトリ、栃木県小山市ではトキ飼育を目指している。野田市はこうした自治体と連携しながら生息地修復、有機農業普及等を進めている。

夏原(2010:104)は、エコロジカル・ネットワークを次のように説明している。

ネットワークの目的は、種の存続可能性を高めることである。小さな生息場所はローカルレベルでは生態学的に持続的でないかもしれないが、絶滅率より高い再移住率があれば地域(ネットワーク)レベルで持続的であると考えられる。地域内での種の存続は、生育場所となる生態系ネットワークが十分な連結性を提供しているかどうかにかかっている。メタ個体群モデルから得られる予想では、その関係は非線形で、種によって異なる**最少連結閾値**(強調, 河合)がある。これは持続可能なネットワークを計画する際の最低ラインとして用いることができる。ネットワークを実現する代わりに、現存する生育場所の面積を拡大することも考えられる。社会的費用を考慮して選択されることになる。

野田市(2)は、コウノトリの野生復帰事業推進は、以下のような目的を持つとする。絶滅危惧種としての

コウノトリの分布拡大に貢献する。同時に、コウノトリをシンボルとした、人もコウノトリも暮らしやすい「自然と共生する地域づくり」、コウノトリの野生復帰を通じた地域振興・活性化と環境教育・学習の推進、ひいては広域的な水辺環境のエコロジカル・ネットワークの形成に寄与する。

「持続可能な地域づくり」を目的として取り組むものとし、関東におけるコウノトリ個体群の形成に向けて当面の試験放鳥を実施し、個体モニタリングや環境への対応影響について検証を行う。

国交省の「広域的な水辺環境のエコロジカル・ネットワークの形成」の目標は以下に要約されている。人間と生きものとの共生をいうときに、トキとコウノトリはシンボリック的存在になっている。

以下は、関東エコロジカル・ネットワークによる説明、エコネット「なぜコウノトリ・トキなの？」である（「関東地域におけるコウノトリ・トキを指標とした生態系ネットワーク基本構想」（[http://www.ktr.mlit.go.jp/ktr\\_content/content](http://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content), 2021年7月13日アクセス）。

コウノトリは大型の肉食の水鳥であり、里山の生態系ピラミッドの頂点に立つ高次消費者である。高次消費者であるため農薬や殺虫剤等の影響も受けやすく、生物濃縮による繁殖能力の低下や衰弱なども絶滅要因のひとつといわれている。中・大型鳥類であるため、人の目につきやすく、取組みの効果がわかりやすい。

コウノトリが年間を通じて生息し繁殖できるということは、多様な生物が生息できる環境があり、その地域が人間にとっても安心・安全な環境であることを意味する。

一般的な移動交流の範囲が15~30km程とされており、広域スケールの生態系ネットワークの指標となり得る。

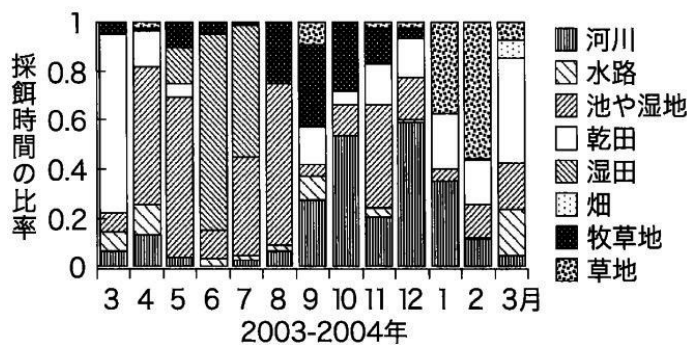
コウノトリとトキは絶滅要因も、また野生復帰の取組も類似している。①江戸期には保護されていたが明治期になって乱獲された。②開発に伴う生息環境の減少・劣化（明治期～現代）。③特に、1950年代半ばから1970年代前半の高度経済成長期に農薬や化学物質等による汚染が生息環境を著しく劣化させた。

一方、トキはコウノトリとは異なる点がある。トキでは、生息地の環境利用は繁殖・営巣期と非繁殖期とで1年間で二分される。非繁殖期は、群れで生活し夜明けに採餌のために時を飛びたち、夕方、時に戻ってくる。繁殖期になるとペアで行動を始め、水田周辺の高木に営巣し産卵、雛の巣立ちまでペア行動は続く。抱卵期から雛の巣立ちまでは、雛の餌に加えて、ペアの餌が必要となるため、周辺に餌が充分にないと繁殖は成功しない。

コウノトリの活動は広域である。生活史に応じて生息域に存在する多様な採餌環境を利用する必要からである。第6図は、トキに比べてコウノトリの土地利用の多様性、複雑性を示している。行動範囲が広域であるのは水田以外に季節に合わせて餌の種類が異なることによる。コウノトリの1日に必要とする餌の量は重さで500グラム程度とされる。以下の引用は、多様な餌を捕食していることを示す。

魚類、カエル類、ヘビ類、鳥類の卵や雛、齧歯類、昆虫などを食べる。水生動物は浅瀬で、ヘビ・鳥類の卵や雛・ネズミや昆虫などは乾燥した草地で捕食する。主にザリガニなどの甲殻類やカエル、魚類を捕食する。ネズミなどの小型哺乳類を捕食することもある。（Wikipedia, <https://ja.wikipedia.org/wiki/コウノトリ>, 2021年7月5日アクセス）。

繁殖期は3月下旬から4月上旬である。抱卵期間は31~35日間、育雛期間は55~70日間、合計で100日前後となる。第6図によると灌漑した水田、湿田は



第6図 野生個体の採餌環境の季節変化  
出所：内藤・菊池・池田（2011：185）

5, 6, 7月に採餌場所に使われるが、年間を通して河川、水路、池や湿地の利用がかなりの比重を占めている。4月から8月の間は河川、水路、池や湿地、湿田が高い利用率である。8月から1月には河川及び池や湿地の利用率が高くなる。

巣立ちは6月下旬から7月上旬となる。1, 2, 3月には草地と乾田の利用が増える。魚類やカエル類に依存するからである。水田（湿田）利用は6, 7月に最も多い。移植後の深水管理が始まり水生動物が増加するからであると考えられる。この2か月は、育雛期間と重なる。8月から1月には河川及び池や湿地の利用率が高くなる。この時期には、雛は自力で採餌する。安定的な水生生物の供給が必要となる時期である。

コウノトリの生活史において、繁殖、産卵、育雛、巣立ち後の子育て等、行動パターンによって様々な環境を複合的に活用しているといえる。餌の種類と採餌量が多いことは、トキとの大きな違いである。

コウノトリが野生復帰するには、その地域に多様な環境（河川、池沼、水田、草原等）があり、かつ、年間を通してそれぞれの環境に生息する餌資源が豊富に存在することが必要となる。水田生態系食物連鎖の頂点にいるコウノトリとトキの野生復帰の進展は、「人間と生きものとの共生」や「持続可能な地域づくり」の明瞭な目標となる。

しかし、コウノトリやトキの野生復帰は、必ずしも生物多様性が保全されていることを意味しない。この点は重要である。水田生態系をランドスケープ・エコロジーの観点から捉えると、前述したように、モザイク構造の各々が保全されている訳ではない。湧水を水源とする僅か数百メートルの環境水路のパッチに生息する藤岡のヤリタナゴは長年の保護活動にも拘わらず自然絶滅の危機を脱していない（掛川：2023）。ヤリタナゴ保護活動を振りかえることで、コウノトリやトキとは異なった保護活動の展開や失敗（課題）を知ることができる。本来生物多様性保全とは在来種間の共生を確保していくことである。この点で、上述した最少連結閾値（しきいち、いきち）<sup>3)</sup>は重要な概念である。

## 2.4 野田市における「コウノトリを育む農法」の展開

豊岡市の「コウノトリを育む農法」は、野田市のようにコウノトリの飼育やコウノトリが飛来する環境を作っていこうとする地域や団体に一つの手本を提供していくことになった。コウノトリの野生復帰の動向を簡単に振り返る。

多摩動物公園では中国から導入した個体が、1988年に国内ではじめて繁殖した。その後も2018年まで

31年連続して繁殖に成功している（<https://www.city.noda.chiba.jp/kurashi/seikatsukankyo> 2021年7月9日アクセス）。野田市は多摩動物園からコウノトリを譲り受け、飼育・繁殖事業に乗り出した。

野田市の場合は、生物と共生する農業に加え、利根川河川敷での湿地造成、本流とは繋がっているが、囲まれて池のようになっているワンド地形（湾処、わんど）等を人工的に作り出している。利根川という流域面積が国内最大の河川のネットワーク機能に注目している。流域の水田に関しては、野田市によると以下のようなものである。「野田市 コウノトリ生息域内保全実施計画—関東地方整備局」（[http://www.ktr.mlit.go.jp/ktr\\_content/content2021](http://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content2021)年7月9日アクセス）

- ① 農業に係る取組の現状 コウノトリと共生できる「環境にやさしい農業」を進め、付加価値の高い農産物の生産を目指している。コウノトリの飼育・繁殖拠点のある江川地区においては、「自然保護対策基本計画」（平成18.3）に基づき、耕作放棄地等を市が出資して設立した（株）野田自然共生ファームが復田や湿地の再生、魚道の整備、環境保全型農業の推進、水田型市民農園の実施等、約90ha規模の生きものの生息に配慮した自然環境の保全・再生・活用を進めている。

稲作では「玄米黒酢農法」と「コウノトリ育む農法」を導入している。無農薬栽培下での抑草目的での使用である。

- ② 玄米黒酢農法による米の生産 野田市では、「玄米黒酢農法」と「ちばエコ」（農薬と化学肥料を半分以下とする）の取得を合わせた黒酢米の取組は、安心・安全な野田市の農産物の代表として、玄米黒酢の散布費用を全て市が負担するなど推進をはかっており、平成20年度は市の農地面積の約半分にあたる約520haで実施されるまでに取組が広がっている。学校給食においても、ブランド米（黒酢米・江川産米）への提供を平成24年産米から実施しており、H24年産米は、2,088俵を給食で使用している。今後、米づくりに畑作も対象として、その拡大を図っていく。

- ③ 冬期湛水モデル水田の取組 冬期間、水田に水をためる「冬期湛水水田」と、生きものの生息に配慮した江と魚道の整備をセットにした「冬期湛水モデル水田」を市内8カ所の水田において農





## 2.5.2 渡良瀬遊水地と国交省の「関東エコロジカル・ネットワーク推進協議会の組織化

2019年に、渡良瀬遊水地に飛来したコウノトリが、野田市にも飛んでくるようになった。コウノトリの場合は行動範囲が広く、点と点が結びついて一定の地域に面的利用が広がっていく事例といえる。国交省が主導するエコロジカル・ネットワークがコウノトリ生息圏拡大につながる可能性を実現しつつある（蘇）。

豊岡市による生息域外保全で増えたコウノトリが渡良瀬遊水地へ飛来するようになった。その定着や野外繁殖につなげるための活動が、渡良瀬遊水地を中心に栃木県で始まっている。同遊水地は2012年にラムサール条約に登録され、2014年秋にコウノトリが飛来した。

遊水地に接する小山市では、2015年から人工巣塔建設を開始した。「コウノトリと人が共生できる環境を整えるため、まず人工巣塔を設置する。その上で環境に優しい農業を推進していきたい」として計画を進める小山市に習って、栃木市も人とコウノトリが共生できる環境整備に乗り出した（「コウノトリと“共生の翼”人工巣塔で定着へ 渡良瀬遊水地」『日本農業新聞』2021年5月26日）。人工巣塔は2021年7月現在、小山市内の遊水地とその周辺に5基ある。栃木市は2021年度中の設置を目指している。

周辺の自治体が、本州以南最大の湿地である同遊水地に飛来するコウノトリとの共生を目指して連携を始めている。

中国大陸の野生コウノトリは、大陸を渡って長距離を飛翔する。採餌環境が複雑で電柱等の人工構造物にも営巣する。ある完結したランドスケープにとどまっているトキの野生復帰とは大きく異なっている（蘇）。

## 2.6 ヤリタナゴ保護の意義

鷺谷（1998：164）は、モンスーン気候で山地の多い日本列島の生態系に関してつぎのように述べている。

日本列島には歴史的に試された生態系管理のシステムが存在する。里山である。そのシステムから持続性のためのヒントを学ばいとまもなく、それが急速に失われようとしている。里山における伝統的な生態系管理にも学びながら、日本列島における生物多様性保全と持続性のための科学的・社会的なしくみの中に新たな生態系管理の思想や順応的管理をうまく取り入れていくことは、日本の保全生態学の大きな課題の1つであるともいえるだろう。

水田生態系に大きく依存するコウノトリとトキを生態系管理の指標にすることで、近代農法から伝統農法（新しい時代の有機農業）が誕生した。しかしヤリタナゴのような種の存続は、水田生態系の閾値として捉えることの必要性を示唆する。ヤリタナゴが一度野生絶滅すれば、存在するそれ以前の「日本列島には歴史的に試された生態系管理のシステム」（鷺谷1998：164）は、永久に失われてしまうことはあり得る。

ヤリタナゴ保全は、保護運動の広がり、組織化、担い手、地域コミュニティ、自治体との関わりにおいて重要な特色を持っている。この点でアサザプロジェクトとコウノトリ野生復帰の広がりを支えるネットワークの広がりを生物多様性保全運動の観点から把握する鷺谷の実践的態度は参考になる。

コウノトリの生息空間としてとらえた関東二大湿地（霞ヶ浦・北浦と渡良瀬遊水地）では、それぞれ自然再生の取り組みが深まっている。霞ヶ浦・北浦アサザプロジェクトの小学校ネットワークと渡良瀬未来プロジェクトの小学校ネットワークが、それぞれの流域範囲に一致する。コウノトリの野生復帰をめざして、流域間のネットワーク構築を行っていく。また八郎湖流域では、アサザプロジェクトをモデルにしたまちづくりの学習プログラムが、秋田県により行われている。

世界規模の環境破壊に取り組むためには、世界中の人々が日常のなかで、“地域”と“地球”という2つの空間を同時に共有する必要がある。その第一歩として、世界各地の湿地を中継する渡り鳥を案内役に、国境を超えた小学校のネットワークを構築する。学区（地域コミュニティ）単位のネットワークが、生きものの道に重なり合うかたちで国境を越えて広がってゆく。・・・

弱者の視点から、日常空間としての“地域コミュニティ”が、活性化され、地域コミュニティ間のネットワークが機能すれば、国境を越えた地球規模での多様な生物や多様な人々の共存が可能になるだろう。（向山・飯島：191-2）。

掛川のヤリタナゴ保全運動は、鷺谷のアサザプロジェクトに相当する「地域コミュニティ」の活性化を果たしながら、河川や湖沼とは異なる生物多様性に富む水田生態系保全の重要性を教える環境教育の場となっている。

国交省が主導するコウノトリ野生復帰プロジェクトである「関東エコロジカル・ネットワーク推進協議会」

の組織化を通して、渡良瀬遊水地でコウノトリの営巣が始まった。また群馬県内の多々良沼にも2018年から3年連続でコウノトリの飛翔が伝えられている(<https://www.pref.gunma.jp/01/z0195563.htm>, 2021年8月5日アクセス)。

水田生態系ランドスケープ内の小さなパッチであるヤリタナゴ生息地、藤岡地環境水路は、多々良沼に近接している。

### 「ヤリタナゴ調査会」発足

埼玉県に隣接する藤岡市で1998年にヤリタナゴが再発見された。そのヤリタナゴを守るために2000年1月に「ヤリタナゴ調査会」が発足し保全活動を始めた。

ヤリタナゴはマツカサガイのえら内に産卵し、ヤリタナゴの幼生は底生魚のヒレなどに一次寄生する。一方、マツカサガイの幼生はホトケドジョウのヒレなどに取りつき1~2週間で稚貝に変態する。生活史の一時期にこの3種の生物が出会わないとヤリタナゴは繁殖することができない。複雑な生活史を持っている。

ヤリタナゴ再発見に対する藤岡市行政の反応は早かった。この背景として、地球サミットで批准した2つの条約、①温暖化防止、②生物多様性保全を国内法に基づき推進する必要があった。①は都市化、人口増で拡大を続ける藤岡市にとって解決すべき課題が多く、②の方が実行しやすかった。

こうした背景のもとで講演会、観察会等に多くの参加者があり、地元紙「上毛新聞」は頻繁にヤリタナゴ保護活動の記事を掲載した（「群馬県藤岡市のヤリタナゴなど保護に関する略年表—主に上毛新聞から見る—」参照）。

2001年に土地改良法が改正され、第2条に環境配慮が加えられた。土地改良事業や河川管理において生物多様性保全に重点をおいた工法を模索する必要があった。事業主体は、連携している環境保護団体による保全活動の成果を検証・学習する目的で順応的管理法が用いられた。

2003年に発足した「やりたなごの会」は、土地改良事業に伴って整備される矢場環境水路の維持管理が目的であった。コウノトリやトキの場合は、生息地保護は水田農家に理解を求め有機栽培への農法転換を進

めることになる。一方、ヤリタナゴ保全は、保全に関心を持つ「ヤリタナゴ調査会」、「カワゲラの会」、「やりたなごの会」（カワゲラの会が主体で2003年発足）等のメンバーが、ヤリタナゴ保全状況に応じて、講演会や観察会を企画し、上毛新聞による広報を通して、学童・生徒や関心ある市民を中心とした保全運動が広がっていった。

圃場整備事業期間には、ヤリタナゴ避難場所として、生息する水路から群馬県水産試験場に移して飼育し、工事終了後、再び放流した。県水産試験場は、ヤリタナゴの人工繁殖に取り組んでいる。県水産試験場と市教育委員会は、希望のあった市内の小中学校に人工繁殖したヤリタナゴの配布を行っている。北高校環境工学の生徒が2020年からビオトープを設置し、ヤリタナゴの飼育を開始している。

環境学習において、このように地域行政と連携して保全活動を行えるのは、行動範囲が狭い特定地域に生息する魚類などの場合である。文部科学省が導入した環境学習がESD法により普及していく過程で、環境教育の実践の場として貴重な場を提供した点は注目される。

限られた特定の農業用水路が生息地であるヤリタナゴは、上述した複雑な生活史を持つ。水田生態系の水田を利用し用水路で移動する魚や広域に飛翔する鳥等は、特定の場所で生活史に応じて観察し、生態を学ぶには多くの工夫が必要であろう。こうした点でヤリタナゴは環境教育のまさに的確な生きた教材の一つであるといえる。

### 注

- 1) 上記の農法の説明はプロジェクトチーム結成の約15年後に報告されたものである。
- 2) 移植後のできるだけ早い時期に米糠やくず大豆等の有機物を土壌表面に散布して雑草を抑制する技術である。発芽に酸素を必要とするアゼナ、タマガヤツリ、キカシグサ等に高い効果がある（農研機構：11-12）。野田市では地域資源として黒酢を使用する。
- 3) ある系に注目する反応をおこさせるとき必要な作用の大きさ・強度の最小値。『広辞苑』。



### 3 水田中耕除草機による環境に優しい農業の実現

#### 3.1 水田中耕除草機：太一車からカルチへ

トキが最後の生息地とした佐渡では、人間とトキとが水田を共同利用していた。伝統農業（農法）から近代農業（農法）への転換は、トキを排除して、イネの生育だけに集中した効率重視の栽培に変わったことである。再び、人間とトキとが水田を共同利用するには、捨て去った伝統農業の技術の一つ一つ拾いあげて体系化し、生き物と共生する農法を取り戻すことであった。「コウノトリ育む農法」では、水田に特有な生態系を蘇らせることとなった。

近代農法では根本的な変化がみられた。機械化により犁耕が浅くなった。自動田植え機に適した幼苗移植等に農法が変わり、田植時期も早まった。さらに、元肥としての堆肥から即効性のある化学肥料への転換によって雑草の種類が変わり、除草剤を使用しなければ抑草、除草が難しくなった。初期の毒性の強い除草剤の大量散布により水田生態系を住処としていた水生生物に大打撃を与えたことは既に指摘した。

このためコウノトリ育む農法では、水田生態系復活の視点が貫かれ、除草剤を含む農薬使用中止ないし削減する農法が試行錯誤の結果生み出された。

有機物に富む堆肥などを即効性の化学肥料に取り替えたことから地力の低下をまねいた。土づくりの重要性が再認識され、土壌の団粒構造の解明が進んだ。団粒構造は土壌微生物が有機物を分解する際に出す分泌物やミミズの糞等が基になって形成される。一方、プラウによる耕起、ロータリーハローによる碎土、大型作業機械による重力で土壌団粒構造が破壊されることが分かってきた（荒井：2017）。土壌微生物を含む土壌生態系の解明という新しい分野の研究が関心を集めている。

藤岡市のヤリタナゴ保存活動や、コウノトリ及びトキの野生復帰活動は、水田生態系の多様性を取り戻すための有機栽培運動である。

本稿では、「コウノトリ育む農法」に体系化された有機農業とその普及と今後の動向について述べる。

この農法は、当初は、単に昔の農業に戻ることはないかと思われやすかった。しかし、「生態学という科学を農業に適応しつつ、地域に特有の生態系を有効に活用した稲作技術」であったことが明らかにされた（西村・江崎：229）。

「コウノトリ育む農法」は、伝統的除草器具・太一車利用と組み合わせることで除草効果が向上した。太一車は、水田除草農具として、江戸期末から明治初期に一般化した<sup>1)</sup>。その再導入であった。今日では、エ

ンジンを搭載し自走する除草機、あるいは数条植え乗用田植え機が除草器具を牽引するタイプも登場している。こうした農機具は、2010年代半ば頃から実用化された（瀬崎：2014）<sup>2)</sup>。

化学肥料の使用中止にもかかわらず、多数回中耕除草による稲収量の改善効果が観察されている。除草器具で水田土壌を掻きまわすことで、土壌が団粒化され、地下に酸素を送り込み、微生物の活動を活性化させることが明らかになってきている。除草爪による回転で稲株の周囲が攪乱され、雑草が根から引き抜かれる。攪乱することで空気中の酸素が上から土中に送られ、稲の根が地下で形成する菌根菌が稲の生育と窒素、二酸化炭素循環に極めて良好な効果をもたらしているのである。

粕淵（2019：216）は、『日本農業全書』（全73巻）において中耕除草の記述を探し、「多数回中耕除草をやるとよい」とする記述を21冊で見つけた。最初に多数回除草を始めたのは、『農書全書』を書いた宮崎安貞たちで、1700年頃に始まった。それが普及し「多数回除草」の記述のある巻の半分以上が1810年以降から幕末の50年ぐらいの間に出版されている。

除草回数が増えると収量が増えて、米の質が良くなるということが書かれている。これは光合成微生物が窒素固定を行って土壌に還元するためである。粕淵（2019：218）は、以下のように述べている。

土を攪乱するとなぜいいのかというと、混合攪拌し、均一化して、分解反応を高速化させるためです。稲は蛋白質を吸収できません。蛋白質を分解して最後にアンモニアになると吸いやすくなるということで、そこまで発酵を進めてやる。そのために攪乱するとよいことになると思います。・・・攪乱すると土の表面が更地になります。更地になってしまうと、そこに新たに光合成微生物が繁殖します。・・・そこに窒素があらたに蓄積する、それを攪乱して土中にいれる。分解が進む、同時に表面は更地になり新しく繁殖できる面が出来る。

塩谷（2017：85）は、除草剤の導入によって、失ってしまった点があると振り返る。「作物と雑草の競合、その過程への人為的介入である作業が及ぼす圃場生態系環境のダイナミズムなどを観察する眼力、思考力を鈍らせることになってしまったのではないかと・・・ところが、これからは“ポスト除草剤”の時代が来るのではないかとと思われる状況が生まれつつある。・・・安全な食品が求められる今、“温故知新”が必要かと思う。」と述べて、「飯沼二郎『風土と歴史』」の日本農

業の発展論に注目する。

飯沼は、乾燥地帯では除草より保水が重視され、除草は二圃式、三圃式による休閑後の犁耕のみで済む。しかし、わが国のようにモンスーン気象下の温暖多湿による雑草の繁茂に対しては複数回の中耕除草が鍵であるとする。

### なぜ中耕除草か：飯沼二郎

中耕とは、立毛中に耕耘することをいう。モンスーン気象下の温暖湿潤な気象条件では雑草が繁茂しやすい。立毛中の除草作業なしでは収穫は期待できない。

粕淵（68-9）は、中耕とは土壌攪乱であるとし、その意義を次のように述べている。

土壌攪拌という単純な作業が持つ『多機能性』である。水田土の物理的な攪拌は混合、均一化、膨軟、透水性の改良、根の切断などを伴う、化学的には分解作用の促進、生物的には除草、光合成細菌群などの表層フローラが攪拌により土中へ導入され、その一方で新たな表面の形成が行われる。この結果、窒素固定量が増大する。生態学的には除草によるイネの優占化が進むとともに、無農薬による動物生態的なヒエラルキーの形成とそれによる虫害の低下などが考えられる。・・・イネの低濃度の養分要求性にも注目する必要がある。・・・イネは水分の多い環境で育ったにも関わらず、無肥料条件では病虫害の被害がでない。これは生態的ヒエラルキーが形成されているためと、イネが病虫害に強い抵抗性を有しているからであり、その最大の理由は多量のケイ酸を含むからと考えられる。・・・これらの諸作用・反応が総合的に作用し収量の増大につながったと考えられる。中耕除草は除草が目的と考えがちである。しかし、それ以外の作用も無視することはできない。

なお、除草剤に関しては、除草だけでなく水面下の微生物の殺菌効果も大きいこともあげなければならない。雑草はなくなったが、同時に窒素固定する光合成細菌類まで抑えてしまうことになるからである。

水田は人工共生系である。水田では基本は光合成細菌類と共生していると考えられることができる。

中耕除草を除草の観点からのみならず、耕種的除草は、土壌微生物を活性化させる。すなわち、無農薬によって土壌中の動物生態的ヒエラルキーを育成し、団粒構造を保全し、窒素固定する光合成細菌類増加で良好な土づくりが進むことに注目している。

### 3.2 中耕除草を通した土づくり：根圏環境の改善

機械除草が普及すると「コウノトリ育む農法」の新たな効果が確認されてきた。それは土づくりという農業の基本に関わる再発見である。

#### 土づくりによる根圏環境の改善

金田（2018）は、**土壌肥料的適応技術**によって気候変動に対する適応技術を追求している。気候変動に対して有機農業により「生産の基盤となる水田の地力を増強すること」を通して適応力を向上させる。土壌の可給態ケイ酸および農業用水からのケイ酸供給は水稻の収量や品質向上に大きな役割を果たす。稲による土壌中のケイ酸や窒素、その吸収を支える重要な役割を担う根圏環境を良好にするための土づくりに注目する。

金田（515）は、ケイ酸とその吸収を支える根圏環境の役割に注目して次のように述べる。

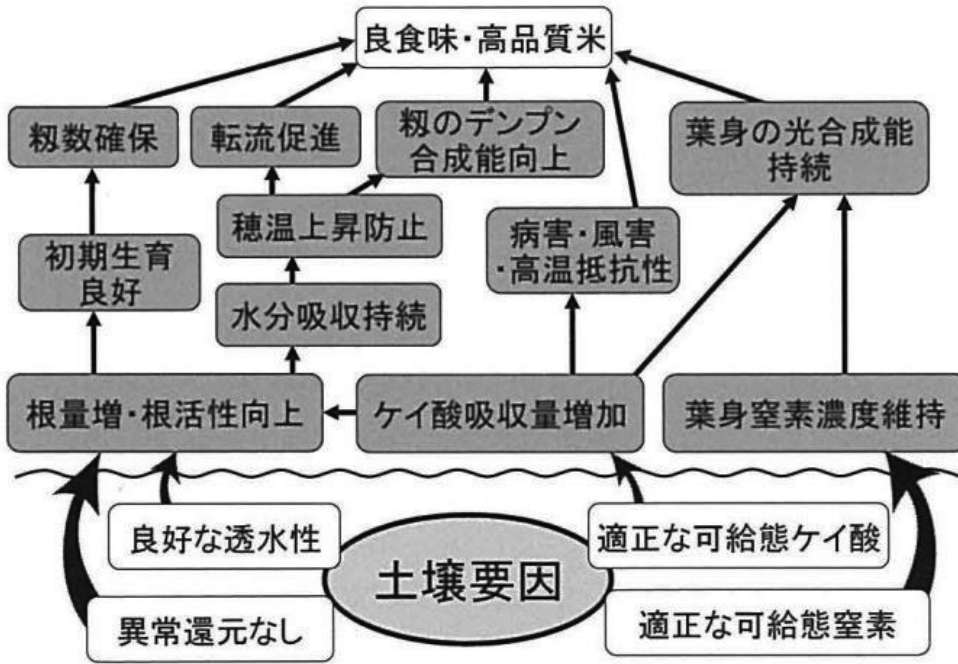
土壌は、有機炭素の貯蔵による気候変動の緩和や作物への養分供給などの機能を持ち、農業生産において最も重要な役割を果たしている。・・・高温などの気象変動下において、単位面積当たりの水稻収量を向上させ高品質米生産を安定して持続するためには、生産の基盤となる水田の地力を増強することが必要となる。ここでは、高温気象下での高品質米安定生産に果たすケイ酸とその吸収を支える根圏環境の役割について述べる。

稲は湛水状態で生育するため、「土壌の可給態ケイ酸および農業用水からのケイ酸供給は水稻の収量や品質向上にとって大きな役割を果たす。」として、土壌中の根からこれらケイ酸が吸収されるという特徴を指摘する。

**第7図**では、「高温気象下で良食味・高品質米生産に関係する土壌の要因を示した。・・・葉茎のケイ酸濃度が増加すると病害・風害・高温に対する抵抗性が高上する。適正な可給態ケイ酸とともにイネの窒素吸収に有効な可給態窒素は、ケイ酸吸収量増加や葉身窒素濃度の維持により光合成能力を維持するために重要である。・・・ケイ酸や窒素などの養分保持と良好な透水性および異常還元がない根圏環境の両方が良好に維持された場合に、高温気象下での良食味・高品質米の持続的生産が実現する。

土壌中のケイ酸や窒素さらにその吸収を支える根圏環境を良好に維持するには土づくりが欠かせない。土づくりは、単に土壌改良資材や土づくり肥料の施肥に限定されたものではなく、根圏環境改善を目的とした機械作





第7図 高温気象下における良食味・高品質米を可能にする土壤要因  
出所：金田 (2018 : 520)

業も含む**総合管理**である。今後は、経営的評価を踏まえながら、作物の安定生産を支える基本技術として土づくりの全国的な展開を期待したい。」(金田：519-20)。

ケイ酸とその吸収を支える根圏環境の役割の改善は、土地づくりという総合管理によってなされる。

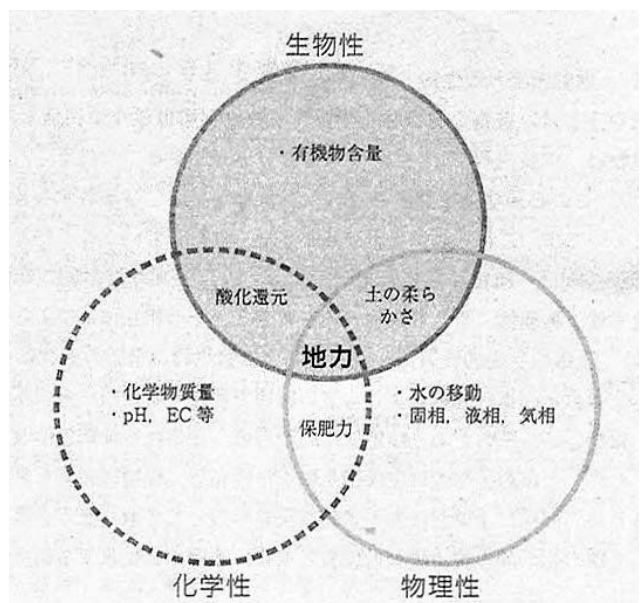
生き物と共生する水田生態系を取り戻すために、太一車による江戸時代の耕種（機械）的除草の実践から土づくりの重要性が再確認された。多数回中耕除草による土づくりとは、良好な根圏環境の形成なのである。

### 3.3 物質循環型農業

久保は、こうした土づくりという総合管理の重要性を認識し、土壤肥沃度指数 (Soil Fertility Index : SOFIX) に辿りついた。著書はしがきで、「土壤中の微生物とバイオマスの『見える化』技術が不可欠となる。この技術構築により、これまで経験と勘に頼っていた有機農業がより確実なものとなる。微生物や地域資源を用いた持続可能な新しい農業システムである『物質循環型農業』は、環境配慮に直結するとともに、より自然で健康的な植物を栽培することにもつながる。」と述べる。このために土壤の生物状況を正確に把握する技術である土壤肥沃度指数に辿りついた。

土壤肥沃度は、植物に栄養素を供給するための『地力』として定義される。地力とは、土壤の化学性、物理性、そして生物性の三要素と、その相互作用による複合的効果の結果である (第8図)。・・・生物

的变化は、化学的变化および物理的变化より短い時間で変化するため、土の生物的状态を詳細に定義することは難しい。そのため土壤肥沃度の改善は、化学性と物理性改善を主として試みられてきた。しかし土壤の生物性は土壤微生物を活性化し、植物に栄養を供給するという大きな役割があるため、同時に土壤肥沃度の重要な決定要因として取り扱う必要がある。つまり土壤肥沃度は、土壤の化学的性質や物理的性質と共に、土壤中に生息する微生物の状況にも大きく依存する。(久保：16)。



第8図 土壤の化学性、物理性、および生物性  
出所：久保 (2020 : 17)



土壌肥沃度は、有機農業の生産力ともいえる。久保(15)は「有機物を使った農業、有機農業の基本は、土壌中の物質循環であり、その物質循環を担う生物が微生物である。」と述べている<sup>3)</sup>。

### 3.3.1 冬季湛水水田（冬水たんぼ）

化学肥料と有機肥料の施肥の違いは地域の水環境に大きな影響を与える。

有機肥料を水田に施肥した場合、有機物自体が水に溶けにくいこと、また無機化が徐々に進行することから、水中への肥料成分の溶け込みは化学肥料施肥と比べると少なくなる。適切に化学肥料を投与した場合、水田中に溶離する肥料分は少ないが、過剰投与の場合には、水中の肥料成分が増大するため、これらが藻類や水草の肥料となり生育が顕著になったものと思われた。水田の水は絶えず流れており、溶離した肥料成分が河川、湖沼、また海へ流出されるため、これらの水圏環境での富栄養化を引き起こし藻類や水草の繁茂を引き起こす原因となる（久保：150）。

適切な有機肥料の施肥は雑草の繁茂を抑える。熊本県益城町では、冬季湛水水田（冬水たんぼ）は、水源涵養目的で、「より豊かな地下水と、水田をめぐるより豊かな自然環境を育む試みである。」（久保：148）。このたんぼの調査結果を紹介する。

冬季湛水することにより、空気中の窒素を取り入れる藻類や窒素固定細菌が継続的に活動し、土壌中への窒素還元や水中への酸素供給を行う。それに伴い植物性プランクトンが発生し、これを餌とする動物性プランクトンが増殖する。その後、メダカ、ドジョウ、カエルなどの小動物が生息するようになり、それらを餌とする水田の生態系の頂点である水鳥が飛来する。このようにして生まれた植（ママ）物連鎖の輪から、生き物の排泄物等が微生物により分解され肥料成分として循環する。（久保：148）。

冬水たんぼの SOFIX 分析結果は、「細菌数は多く、有機物量も一定以上存在しており、冬水たんぼは有機的な環境であることがわかった。一方、C/N 比が 10 と低く、全窒素（TN）も多い結果であった。この水田環境は、冬季に湛水状態を維持しているため、通常の水田と異なり嫌気的環境が長く維持されている。したがって、窒素固定細菌の活動は冬季も継続するため、TN が高くなっていることが推測された。

そこで、C/N 比をできるだけ 20 程度に調整していくことを念頭に、処方箋を考える方針とした。具体的には、TN 比が高いと稲が成長し倒伏の可能性が高まること、また食味に配慮して、数年後に C/N 比を 20 程度にする計画とした。」

この処方箋を 3 年間繰り返し、3 年目で C/N 比は 18.8 まで向上し、他の項目もほぼ理想的な水田環境となった。この水田は化学肥料を使っていないため、夏場でもほとんど水草等は現れない状況であった。また、年々生物多様性が向上していることも明らかとなっている（久保：148-9）。

このように土壌分析により改善のための処方箋を具体的に提示することが可能となった。3 年度には処方箋が実現し、目標である生物多様性は向上した。

### 3.3.2 根内、根圏、及び非根圏での細菌の解析

久保は、根圏の存在と機能に注目する。SOFIX 分析によって、作物の生育しやすい土壌改善のための処方箋を具体的に提示できる。さらに、土壌病害、線虫害、生理傷害等の連作障害の改善も可能である。これらは、土壌中に生息する土壌病原菌が植物根内に移動することにより引き起こされるからである。

この項目は、久保（188）の要約である。土壌中の植物根とその周辺の間を第 9 図に示す。根圏は、「植物の根から有機物が分泌され、土壌微生物に影響を及ぼす領域を示し、それらの影響を受けない領域を非根圏」とする。植物は根圏をつくることで非根圏と区別された外部との物質の授受を自らの利益に沿うように調整している。

根圏の代表的な機能は、次のものである。

植物根は、土壌中栄養分を吸収するだけでなく、植物の成長に伴い生成される有機酸など多くの有機物を分泌する。分泌された有機物は、植物種により種類が



第 9 図 非根菌土壌、根圏、根内の概略図  
出所：久保（2020：188）

異なっている。

分泌された有機物の周辺には、有機物を分解できる微生物が集まる。微生物は、植物根周辺でそれらを分解・代謝し、微生物の数は増加し、それにつれて根圏は植物にとって益々有益な環境になる。

特定の植物種の根圏には、特定の微生物が生息するようになる。有機的土壌環境下の根圏には、多くの微生物が生息し、その中には植物病原菌に対する拮抗菌の存在も多くなることが指摘されている。例えば、菌数が多い土壌の方が、根こぶ病が抑えられていたことが分かっている。

SOFIX 分析を通して、土壌中から植物根内への微生物移動やそれらの微生物の解析が可能となり、植物病害を抑える手掛かりを探ることができる。

### 3.3.3 SDGs 目標達成に貢献する環境保全型農業

農書全書から太一車による多数回除草の記述を拾い出して、既に条植えされていた田植機に装着する機械除草機が開発された。この高性能除草機は、体系化されたコウノトリ育む農法に取り入れられ、手労働による除草作業を大型機械作業に代替していった。農総研による6年間の圃場試験の結果、省力化を実現し、収量も遜色が無い結果を得た。

有機栽培における地力、土づくり、土壌の団粒構造への注目から農業における土壌微生物の役割の解明に繋がった。久保による土壌肥沃度指数 (SOFIX) の開発は、暗黙知的な有機農業を、数値化し目標とする数値へ過不足する要素を調整することを可能にした。再現性のある農業技術である。

EU は SDGs に向けて有機栽培普及を加速させている。2023 年から 2027 年までの次期共通農業政策 (CAP) は、2050 年に温暖化ガス排出量ゼロを目標とし、農業の温暖化対策は不可欠であるとする。環境に配慮した農業や酪農経営者に直接支払い額を拡充する。二酸化炭素を吸収する湿地保全・回復や有機農業などが例示されている (『EU、農家に 51 兆円支援』『日本経済新聞社』2021 年 7 月 3 日)。

わが国の生物多様性保全を目指したコウノトリ育む農法は、SDGs の達成目標と一致する。

胡 (2021 : 299) は、有機農業は、SDGs に掲げる「持続可能な食料生産」(目標 2)、「包括的かつ持続可能な産業化」促進、「環境に配慮した技術・産業プロセスの導入拡大」(目標 9)、「生物多様性と生態系の保全と持続的な利用」(目標 15) 等に合致すると述べる。

体系化されたコウノトリ育む農業は、耕種的除草を目的とする高能率水田用除草機の開発導入と、SOFIX

を活用した物質循環的農業の実践により、SDGs 目標達成に大きく貢献すると考えられる。わが国の農業就業人口の高齢化が農業経営の規模拡大を後押ししている側面も見逃すことができない。

胡 (2021 : 301) は、今日、有機 JAS 認証取得農家数や有機農業面積世帯の遅々として進まない有機農業像がある一方、「経営現場で確かな深化を遂げ、高水準の技術力・経営力に達した逞しい有機農業者は確実に増えている。」と述べている。

大規模経営農家の獲得した「高水準の技術力・経営力」は、水田有機栽培の場合は高能率水田用除草機の貢献が大きい。耕種技術による機械除草機は、当初畑作で開発され稲作に応用されている。胡が指摘するように畑作を含めて大規模経営層の有機農業化が進展する環境は整ってきている。

SDGs2050 目標達成には、新しい農業基本法「食料・農業・農村基本法 1999 年」による環境直接支払の枠組みの下で、納税者の大多数を占めている消費者及び農業・農村に関心を持つ「関係人口」の動向が注目される (田中 : 2021)。

### 注

1) 太一車は、中井太郎が考案した 2 列の稲株の間を人力で押して除草する器具であった。太一車は 2 条に改良され、さらにエンジンを付けた 6 や 8 条の器具も登場している。根が深いクロクワイ等にも効果があるが、同時にチェーンを引きずることも行われる。

「中耕除草機はわが国稲作史を飾る重大発明のひとつである。・・・明治 17 年 (1884)、中井はまず「田植定規」を考案する。ハシゴの片側をはずしたような簡単な構造だが、これが正常植の普及に役立った。中耕除草機はこの田植定規とセットをなすもの。・・・わが国稲作栽培技術の近代化は、中井の太一車を突破口としてはじめて達成されたといつて、過言でないだろう。」。乗用田植機等は正常植を前提にして考案された。「日本型稲づくりの基本をつくった中井太郎の中耕除草機『太一車』」(<https://www.jataff.jp/senjin3/4.html>, 2020/12/20)。

2) 瀬崎 (2014) は、豊岡市で「コウノトリ育むお米」生産農家に、徐草 (抑草) の効率化のために「民間企業との連携による機械除草の実験」を提案している。

3) 「筆者等も数年前から従来以上に有機物を活用した生態系活用型稲作技術の開発研究に取り組んでいる。今後、自然環境の保全と安全な食糧生産を考慮した永続性のある稲作技術を発展するためには、最大の課題になると考えられる雑草対策に、植物の生態的特性を利用した雑草制御法の確立が必要である。」(佐々木等, 1994 : 27)。



## 4 まとめ

第1節では、農業の多面的機能を軸とした食料・農業・農村政策の展開について述べた。

わが国の稲作は山間の谷あい地から始まり、新しい集落の形成にもなって、しだいに小河川の下流に普及していった。中山間地から沖積平野に至る水田での稲作のための用排水路の管理を通じて、沖積平野の後背湿地に存在した生態系が保全された。わが国の農業は、こうして国土形成と農耕によって生み出された水田を中心とした生活環境（二次的自然）、つまり生物多様性に富む「里山」が基盤となっており、これが農業の多面的機能が発現するメカニズムの源泉となっている。

1991年制定の「食料・農業・農村基本法」は、第3条で「多面的機能の発揮」、第4条では「農業の持続的発展」を規定し、その中で「農業の自然循環機能」を「農業生産活動が自然界における生物を介在する物質の循環に依存し、かつ、これを促進する機能」としている。また、第35条では、条件不利地である「中山間地域等」を指定し多面的機能の確保を図るために国は、不利を補正するために支援を行うとしている。

この農業基本法の多面的機能重視の背景には、1992年リオでの地球サミットにおいて署名が開始された生物多様性条約と気候変動枠組み条約の2つの国際条約の締結があると考えられる。

エネルギー資源に乏しい工業国であった日本は、この2つの条約への対応に関して、温室効果ガス削減に対しては妥協的対応をとらざるを得なかった一方で、生物多様性の保全や農業の多面的機能重視については積極的対応をとることができた。

生物多様性に関しては、かつて健康被害をもたらした農薬が、低毒化が進んだものの、すでに絶滅の危機にあったコウノトリやトキに悪影響を及ぼしたことから、IPM（総合的妨害中・雑草管理）や有機農業への関心が高まっていった。

農業の多面的機能に関しては、中山間地農業地域の高齢化が、単に農業・農村の衰退だけでなく、農業を行うことで維持されてきた国土保全が脆弱となり、予期せぬ被害の増大をもたらす中で、河川の上流部に水田稲作が行われ、用排水路が維持管理されることで河川が正常に保たれ、洪水等の自然災害を防ぐことができた。人口が集中している沖積平野の安全のためには上流部の水田稲作が不可欠となり、農業の多面的機能に国土保全を含めることによって都市部が洪水から守られた。

第2節では、里山と生物多様性の喪失と回復について、コウノトリからトキ、さらにはヤリタナゴの保護を事例に取り上げて述べた。

兵庫県豊岡市は、コウノトリの野生復帰に対するイニシアティブを取り、再導入後にコウノトリが生息できる新しい水田農法を創出し、用排水路も餌場として機能させた。豊岡農林振興事務所、豊岡農業改良普及センター、豊岡土地改良事務所の中堅職員で構成されたコウノトリプロジェクトチームを但馬県民局内に組織し、栽培期間を通して化学肥料と農薬を使わない栽培歴を完成させ、「コウノトリ育む農法」と命名した。この農法を特徴づけるのが、i) 耕畜連携と冬季湛水、ii) 抑草、iii) ユスリカ類とミジンコ類を食物連鎖の基盤とする食物網の3つである。また、畦畔管理も、害虫対策と景観形成にとって重要である。

さらに、ブランド化戦略として、JA「コウノトリ育むお米生産部会」は、JA「コウノトリの贈り物」、県による「兵庫県安心ブランド」、豊岡市「コウノトリ舞」のブランドと、自治体の重層する認証制度を活用した。

豊岡市に次いで、千葉県野田市も、コウノトリの野生復帰事業を推進した。野田市では、絶滅危惧種としてのコウノトリの分布拡大に貢献すると同時に、コウノトリをシンボルとした、人もコウノトリも暮らしやすい「自然と共生する地域づくり」、コウノトリの野生復帰を通じた地域振興・活性化と環境教育・学習の推進、ひいては広域的な水辺環境のエコロジカル・ネットワークの形成に寄与することを目的とした。このため、玄米黒酢農法による米の生産、冬期湛水モデル水田など生物と共生する農業に加え、利根川河川敷での湿地となるワンド地形等を人工的に作り出した。野田市のコウノトリ・プロジェクトは、自治体が主体になり、豊岡の経験を活かして、東日本で初めて放鳥を視野に入れ、河川管理主体である国交省との連携を作っていた点で注目される。

コウノトリの野生絶滅の10年後の1981年にトキが野生絶滅した。トキの繁殖・野生復帰は1993年に施行された「種の保存法」に基づき、環境省が直接管理する佐渡のトキ保護センターが行った。

佐渡のトキ野生復帰に関心を持っていた埼玉県鴻巣市在住の川島秀雄氏は、鴻巣市に鴻伝説が伝わり、トキの田んぼを守る会の活動から地元鴻巣市でのコウノトリ野生復帰に関心を移し、2006年に、「鴻巣コウノトリ育む会」を発足させた。

佐渡市や豊岡市の関係者との交流が契機となって2013年2月に鴻巣市主催で「環境にやさしいふるさ



とづくり」講演会が開催され、豊岡市や佐渡市でコウノトリ育む農法の指導経験を持つ、NPO 民間稲作研究所稲葉光圀氏が講演した。鴻巣市内では、この農法に基づいて 2014 年に有機栽培田を開始した。

豊岡市による生息域外保全で増えたコウノトリが渡良瀬遊水地へ飛来するようになり、その定着や野外繁殖につなげるための活動が、渡良瀬遊水地を中心に栃木県で始まった。遊水地に接する小山市では、2015 年から人工巣塔建設を開始した。

トキもコウノトリも二次的自然として保全されている水田生態系を重要な生息地としているが、中国大陸の野生コウノトリは、大陸を渡って長距離を飛翔し、採餌環境が複雑で、電柱等の人工構造物にも営巣する。ある完結したランドスケープにとどまっているトキとはこの点で大きく異なっている。

また、群馬県藤岡市における湧水を水源とする農業用水路に生息するヤリタナゴの保護も、二次的自然として保全されている水田生態系の特徴を捉えるために重要な事例である。

藤岡市では、1998 年に再発見されたヤリタナゴを守るために、2000 年 1 月に「ヤリタナゴ調査会」が発足し保全活動が始まった。ヤリタナゴはマツカサガイのえら内に産卵し、幼生が底生魚のヒレなどに一次寄生する。一方、マツカサガイの幼生はホトケドジョウのヒレなどに取りつき 1~2 週間で稚貝に変態する。生活史の一時期にこの 3 種の生物が出会わないとヤリタナゴは繁殖することができない。

このヤリタナゴが圃場整備事業のために絶滅の危機に瀕した。しかし、2001 年に土地改良法が改正され、第 2 条に環境配慮が加えられたことから、土地改良事業に伴って整備される矢場環境水路の維持管理が目的に 2003 年に発足した「やりたなごの会」などが中心となって、講演会や観察会を企画し、上毛新聞による広報を通して、学童・生徒や関心ある市民を中心とした保全運動が広がっていった。

このヤリタナゴ保全は、保護運動の広がり、組織化、担い手、地域コミュニティ、自治体との関わりにおいて重要な特色を持っている。

第 3 節では、水田中耕除草機による環境に優しい農業の実現について述べた。

佐渡では、長い間、人間とトキとが水田を共同利用していたが、伝統農業（農法）から近代農業（農法）に転換したことで、トキを排除して、イネの生育だけに集中した効率重視の栽培に変わった。再び、人間とトキとが水田を共同利用するには、捨て去った伝統農

業の技術の一つ一つ拾いあげて体系化し、生き物と共生する農法を取り戻す必要があった。「コウノトリ育む農法」では、水田に特有な生態系を蘇らせた。

豊岡市の「コウノトリ育む農法」では、伝統的除草器具・太一車利用と組み合わせることで除草効果を向上させた。太一車は、水田除草農具として、江戸期末から明治初期に一般化したもので、その再導入であった。今日では、エンジンを搭載し自走する除草機、あるいは数条植え乗用田植え機が除草器具を牽引するタイプも登場している。

豊岡市では、化学肥料の使用中止にもかかわらず、多数回中耕除草による稲収量の改善効果が観察された。除草器具で水田土壌を掻きまわすことで、土壌が団粒化され、地下に酸素を送り込み、微生物の活動を活性化させることが明らかになっている。除草爪による回転で雑草が根から引き抜かれるが、その際に稲株の周囲が攪乱されることで空気中の酸素が土中に送り込まれ、稲の根が地下で形成する菌根圏が稲の生育と窒素、二酸化炭素循環に極めて良好な効果をもたらすのである。

生き物と共生する水田生態系を取り戻すための太一車による江戸時代の耕種（機械）的除草の実践から、土づくりの重要性が再確認された。多数回中耕除草による土づくりとは、良好な菌根環境の形成なのである。

久保によって開発された「土壌肥沃度指数」（Soil Fertility Index：SOFIX）は、これまで経験と勘に頼っていた有機農業をより確実なものにした。SOFIX 分析を通して、土壌中から植物根内への微生物移動やそれらの微生物の解析が可能となり、植物病害を抑える手掛かりを探ることができるのである。

これにより、根圏の機能が明らかになった。植物根は、土壌中栄養分を吸収するだけでなく、植物の成長に伴い生成される有機酸など多くの有機物を分泌する。分泌された有機物の周辺には、有機物を分解できる微生物が集まる。微生物は、植物根周辺でそれらを分解・代謝し、微生物の数は増加し、それにつれて根圏は植物にとって益々有益な環境になる。

特定の植物種の根圏には、特定の微生物が生息するようになる。有機的土壌環境下の根圏には、多くの微生物が生息し、その中には植物病原菌に対する拮抗菌の存在も多くなるのである。

わが国の生物多様性保全を目指したコウノトリ育む農法は、SDGs の達成目標と一致する。体系化されたコウノトリ育む農業は、耕種的除草を目的とする高能率水田用除草機の開発導入と、SOFIX を活用した物質循環的農業の実践により、SDGs 目標達成に大きく貢献すると考えられる。

## 文献

- 荒井見和 (2017) 「土壌生態系サービスを支える土壌動物の役割 2. ミミズによる土壌団粒の形成」『日本土壌肥料科学雑誌』(88) 5.
- 飯沼二郎 (1970) 『風土と歴史』 岩波新書.
- 宇根豊 (2011) 『百姓宣言：経済を中心にした生き方』(シリーズ地域の再生) 農文協.
- 大野和興・天笠啓祐 (2020) 『農と食の戦後史—敗戦からポスト・コロナまで』 緑風出版.
- 貝塚爽平・広瀬 洋・太田陽子 (1985) 『日本の平野と海岸く日本の自然4』 岩波書店.
- 掛川優子 (2023) 「農業と生物保護について—群馬県藤岡市におけるほ場整備事業の現場から—」本報告書所収.
- 粕淵辰昭・荒生秀紀・安田弘法 (2016) 「江戸時代農書における水田の多数回中耕除草とその効果」『土壌の物理性』No.132.
- 粕淵辰昭 (2019) 「無肥料・無農薬で多数回中耕除草による水稲栽培—10年間の結果から考えたこと—」『北陸』第86(3) p/215.
- 粕淵辰昭・荒生秀紀・安田弘法 (2019) 「肥料や農薬に依存した現代農業への警鐘—江戸時代に開発された水田の多数回中耕除草法が意味するもの—」『土壌の物理性』No.141.
- 金田吉弘 (2018) 「水稲作における気候変動への土壌肥料的適応技術 5. 高温気象下での高品質安定に果たすケイ酸と根圏環境の役割」『日本土壌肥料科学雑誌』89(6).
- 河合明宣 (2017) 「行政連携型：NPO 環境ネットワーク埼玉」河合明宣・大橋正明編『新訂 NPO マネジメント』放送大学教育振興会.
- 岸康彦 (2010) 「コウノトリと共に生きる農業—兵庫県豊岡市の挑戦—」『農業研究』日本農業研究所報告.
- 久保 幹 (2020) 『SOFIX 物質循環型農業—有機農業・減農薬・減化学肥料への指標—』 共立出版.
- 鴻巣市 (2015) 『コウノトリの里づくり基本計画』 鴻巣市.
- 小松崎将一 (2018) 「有機農業と環境保全：特別栽培から持続型農業の本流としての有機農業」『有機農業研究』vol.10(1).
- 佐々木康之・阿部聖一・市川岳史 (1994) 「深水管理と中耕処理による水田雑草の防除」『新潟県農業試験場研究報告』(40).
- 清水矩宏 (1998) 「水田生態系における植物の多様性とは何か」農林水産省農業環境研究所編『水田生態系における生物多様性』 養賢堂.
- 塩谷哲夫 (2017) 「農作業における雑草管理を考える」『農業研究』52(2).
- 生源寺真一 (1999) 「キーワード紹介『食料・農業・農村基本法』」『農村計画学会誌』18(3).
- 須田中夫 (2018) 『回想録 トキと人間と』 日中朱鷺保護研究会
- 瀬崎晃久 (2014) 「コウノトリ育むお米生産の現状と課題〜コウノトリ野生復帰に挑戦する豊岡市における環境創造型農業の現状と課題〜」平成26年5月22日(木) 農林水産政策研究セミナー室・豊岡市コウノトリ共生部農林水産課 環境農業推進係, 農林水産省 <http://maff.go.jp/prima/aff/koho/seminar/attach/pdf>, 2021年1月27日.
- 蘇 雲山 (2021) 「大陸のコウノトリおよびその生息地」『どうぶつと動物園』Winter, 上野動物園.
- 田中修 (2011) 『食と農とスローフード』 筑波書房.
- 田中輝美 (2021) 『関係人口の社会学』 大阪大学出版会.
- 谷口憲治 (2000) 「食料・農業・農村基本法の成立過程にみる特質と課題」『農業生産技術学会誌』7(1).
- 内藤和明・菊地直樹・池田 啓 (2011) 「コウノトリの再導入—IUCN ガイドラインに基づく放鳥の準備と環境修復—」『保全生態学研究』16, p.185.
- 中野光議 (2017) 「農業水路における魚類の保全生態学的研究：現状と課題」『保全生態学研究』22.
- 夏原由博 (2010) 「空間の保全生態学」 鷲谷等 (2010) 所収.
- 西田瑞彦 (2018) 「水稲作における気象変動への土壌不良的適応技術 6. 気候変動下における水稲栽培の安定生産と有機物施用」『日本土壌肥料科学雑誌』89(6).
- 西村いつき (2009) 「コウノトリ育む農法の意義と将来展望」『日本作物学会記事』78.
- 西村いつき・江崎保男 (2019) 「コウノトリ育む農法の確立—野生復帰を支える農業を目指して—」『日本鳥学会誌』68(2).
- 日本学術会議 (2001) 『地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の多面的な機能の評価について(答申)』.
- 農研機構 (2020) 『高能率水田除草機を活用した水稲有機栽培の手引き』 農業・食品技術総合研究機構.
- 農林水産省 (2003) 農水省循環型社会構築・地球温暖化対策推進本部「農林水産省循環政策の基本方針」決定, 平成15(2003)年12月.
- 農林水産省生産局農業環境対策課 (2009) 「有機農業モデルタウンをめぐる動き」, [http://www.maff.go.jp/4\\_1\\_model\\_town\\_meguji](http://www.maff.go.jp/4_1_model_town_meguji), 2021年8月26日.
- 農林水産省農業環境研究書編『水田生態系における生物多様性(野環研シリーズ)』 養賢堂.
- 野田市『コウノトリの生息域内保全実施計画(試験放鳥編)』野田市平成27年3月 (<https://www.city.noda.chiba.jp/res/ikinaihozen>, 2021年8月20日).
- 日鷹一雅 (1999) 「水田における生物多様性とその修復」, 江崎保男・田中哲夫(編)『水辺環境の保全—生物群集の視点から—』 朝倉書店.
- 胡 柏 hubai (2021) 「有機農業は大きく進展するのか—高水準環境保全型農業の到達点, 生産者意識と行動を踏まえて—」『農業経済研究』92(4).

三浦重典他 (2015) 「機械除草と米ぬか散布等を組み合わせた水稲有機栽培体系の抑草効果と収量性」『中央農研研究報告』(34).

水野信彦・御勢久右衛門 (1972) 『河川の生態学』筑地書房.

向山玲衣・飯島博 (2007) 「市民モニタリングが拓く新しいまちづくりの可能性」鷺谷・鬼頭編『自然再生のための生物多様性モニタリング』東京大学出版会.

森 淳・水谷正一・高橋順二 (2008) 「水田生態系の特色と変質」『農業農村工学会論文集 254 号』.

森 淳 (2017) 「水田生態系に生息する魚類の生物多様性と保全」『農村計画学会誌』35 (4).

守山弘 (1998) 「水田生態系における生物多様性」農林水産省農業環境研究所編『水田生態系における生物多様性』(農環研シリーズ, 第 10 号) 養賢堂.

ヤリタナゴ調査会 (2002) 『やりたなごフォーラム—小川の未来を考える—』ヤリタナゴ調査会.

横山和成 (1998) 「水田生態系における昆虫の多様性とは何か」農林水産省農業環境研究所編.

鷺谷いづみ (1998) 「生態系管理における順応的管理」『保全生態学研究』3.

鷺谷いづみ・鬼頭秀一編 (2007) 『自然再生のための生物多様性モニタリング』東京大学出版会.

鷺谷いづみ・椿 宜高・夏原由博・松田裕之 ((2010) 『地球環境と保全生態学』岩波書店.

## 付表 日本における水田の生物多様性を指標にした有機農業

- ・1955 年：コウノトリ保護協賛会
- ・1971 年：コウノトリ, 最後の個体捕獲 (野生個体群の絶滅)
- ・1971 年：日本有機農業研究会発足
- ・1981 年：野生トキ 5 羽捕獲, ケージ内繁殖の開始
- ・1985 年：ハバロフスクからコウノトリ 6 個体譲渡
- ・1987 年：通称「ブルントラント報告」: 『“Our Common Future” 地球の未来を守るために』)
- ・1989 年：コウノトリ, 飼育下でのふ化成功
- ・1992 年：地球サミット, 「生物多様性条約」93 年発効, 「気象変動枠組条約」94 年発効→「循環型社会形成推進基本法」(3R 関連) 施行
- ・1995 年：IUCN (国際自然保護連合) 再導入のためのガイドライン
- ・1995 年：生物多様性国家戦略策定

- ・1999 年：食料・農業・農村基本法施行 (新農業基本法)
- ・1999 年：兵庫県立コウノトリの郷公園設立
- ・1999 年：中国 1 つがいトキの贈与
- ・2000 年：中山間地域等直接支払制度導入
- ・2000 年：ミレニアム開発目標: 「7. 環境の持続性確保」
- ・2002 年：改正土地改良法施行, 環境配慮明示, 田んぼの生き物調査実施
- ・2002 年：GIAHS (世界農業遺産登録)  
「伝統的な農業や林業・漁業と [2], 農林漁業によって生まれ, 維持されてきた, 土地利用 (農地やため池・水利施設などの灌漑), 技術, 文化風習などを一体的に認定し, 次世代への継承を図る目的」2002 年に FAO が創設「二次的自然」の積極的保全 (Wikipedia:2020 年 6 月 9 日)
- ・2002 年：豊岡市企画部内にコウノトリ共生推進課 (このとり共生課に改名する), コウノトリの郷営農組合の設立
- ・2003 年：コウノトリ野生復帰推進計画, コウノトリ野生復帰推進連絡協議会発足
- ・2005 年：豊岡盆地, コウノトリ放鳥
- ・2006 年：有機農業の推進に関する法律 (平成 18 年)
- ・2006 年：コウノトリ育むお米生産部会設, 「JA たじま事務局」普及体制整備
- ・2006 年 12 月：有機農業推進法の成立を受け, 有機農業や環境保全型農業は新しい局面に到達している。それは具体的には「オーガニック・モデルタウン事業」や「農地・水・環境対策事業」の推進などにも関係している。」(田中: 124)。
- ・2007 年：コウノトリ野外での巣立ち
- ・2008 年：佐渡, トキ放鳥
- ・2008 年：有機農業推進総合事業 (オーガニック・モデルタウン) 認定によりコウノトリ共生農業推進協議会設立, 「コウノトリを育む農業」の確立・普及を目標
- ・2011 年：佐渡, 能登の先進国で始めて GIAS 認定。
- ・2014 年：有機農業の推進に関する基本的な方針 (平成 26 年)
- ・2015 年：SDGs
- ・2015 年：農研機構「機械除草技術を中心とした水稲有機栽培技術マニュアル」Web 上に公開。高効率水田除草機と耕種の抑草技術を組み合わせた有機機械栽培体系 (技術: 農法) を開発。
- ・2018 年：環境基本法に基づく第五次環境基本計画