

循環型社会と環境保全型農業

第6部会員 熊澤喜久雄

1 はじめに

地球温暖化の進行は温室効果ガスの発生抑制を世界的に取り組むべき緊急課題とし、当面京都議定書の批准と遵守が強く求められてきた。我が国も京都議定書の批准はしたが、そこで約束をしている二酸化炭素発生量を1990年レベルに比較して2010年までに6%減少させることは容易ではない。そのためには二酸化炭素発生減少に結びつくあらゆる対策が講じられる必要がある。太陽熱、風力、水力、バイオマス等のいわゆる再生可能エネルギー源の開発を図る必要性が大きくなった。

とくにバイオマスについては、その生産の主な担い手は農林水産業であるため、政府は農水省を中心にして各省連携のもとに「バイオマス・ニッポン」総合戦略を進め、有機性廃棄物を含むバイオマスの全面的な循環的利用をすすめ、有機性の有用物生産の道を拡大するとともに、できるだけエネルギーを回収しながら、しかも環境に対する負荷を最小限に抑えようとしている。

バイオマスはもともと太陽エネルギーを利用して大気中の二酸化炭素を固定して作られた植物性の有機物を起源としているので、最終的にそのエネルギーの利用による化石エネルギーの節減を図ろうとするのであるが、実際のバイオマスには炭素の他に窒素やリンを始めとした多くの無機物とくに重金属などが含まれているので、環境汚染などを生じないように循環をスムーズに行う必要がある。

生物圏におけるバイオマスの循環は、土壌中の養分と水、大気中の二酸化炭素の吸収にはじまり、土壌への有機性廃棄物、動植物遺体、残さなどの投入と土壌中での分解による土壌養分の回復を基調として行われているのであるが、もし、土壌養分がそこでの植物（作物）の生育に対して必要以上に供給されると、様々な土壌由来の環境汚染を引き起こすことになる。

一方で我が国においては、1980年代以来環境保全型農業が推進されている。ここでは有機物の土壌還元による地力の培養を基本として、環境負荷を最小限とする農業が求められている。すなわち、環境保全型農業の推進と有機物供給、あるいはバイオマス循環が円滑に結びつくことにより、初めて我が国の循環型社会の構築も可能になるという状況になってきている。

2 バイオマス総合戦略

「バイオマス・ニッポン総合戦略は、農林水産資源、有機性廃棄物などの生物由来の有機性資源であるバイオマスを、エネルギーや製品として総合的に利活用する社会「バイオマス・ニッポン」を実現するための戦略である。」

「バイオマス」とは生物資源（量）を表す概念で、「再生可能な、生物由来の有機性資源で化石資源を除いたもの」の総称である。

1) バイオマス総合戦略推進の理由

(1) 地球温暖化の防止

地球温暖化問題は、次世代に豊かな資源と美しい環境に囲まれた地球を残していくため、人類が早急に取り組まなければならない最も重要な環境問題の一つである。我が国も、京都議定書の締結により、温室効果ガスの削減に本格的に取り組まなければならない。二酸化炭素（CO₂）の排出源である化石資源由来のエネルギーや製品を、カーボンニュートラル注という特性を持つバイオマスで代替することにより、CO₂の発生を抑制し、地球温暖化の防止に貢献することが急務となっている。

(2) 循環型社会の形成

大量生産、大量消費、大量廃棄の社会から、廃棄物の発生を抑制し、限りある資源を有効活用することにより循環型社会へと移行していくことが求められている。この循環型社会の形成に向けて、バイオマスは重要な役割を担うものであり、その総合的な利活用を通じ、循環型社会への移行を加速化していくことが必要となっている。

(3) 農山漁村に豊富に存在するバイオマスの利活用

化石資源、鉱物資源等の天然資源の乏しい我が国であるが、アジアモンスーン地帯に属し温暖・多雨な気候条件のおかげで、自然の恵みを受けて成長するバイオマスが豊富であり、その多くは農山漁村に存在している。また、家畜排せつ物、稲わら、林地残材等農林漁業から発生するバイオマスを有効活用することにより、農林漁業の自然循環機能を維持増進し、その持続的な発展を図るとともに、都市部と農山漁村のバイオマスの利活用を有機的に連携させることにより、都市と農山漁村の共生・対流を促進することが期待されている。農林漁業、農山漁村をバイオマス生産、利活用の場として再活性化することが求められている。

(4) 競争力のある新たな戦略的産業の育成

大きな転換点にある我が国の経済社会において、90年代初めと比べて大幅に低下している産業競争力を再生することが経済活性化の鍵となっている。バイオマスを新たにエネルギーや製品に利活用することにより、革新的な技術・製品の開発、ノウハウの蓄積、先駆的なビジネス・モデルの創出等が可能となり、全く新しい環境調和型産業とそれに伴う新たな雇用の創出が期待できる。このバイオマス関連産業を日本発の戦略的産業として育成することにより、我が国の産業競争力を再構築していくことが必要となっている。

2) 我が国のバイオマスの利活用の状況

(1) バイオマス資源

農水省の取りまとめによると我が国のバイオマスの利活用についての正確な統計データは整備されていないが、その現況は次のようであるという。

家畜排せつ物については、年間発生量約 9,100 万トンのうち、約 80%が利用されており、その大半はたい肥としての利用である。

食品廃棄物については、年間排出量約 2,000 万トンのうち、約 90%が焼却・埋立されており、利用は 10%に満たないが、その大半はたい肥、飼料としての利用である。

木質系廃材・未利用材については、製材工場等残材（約 1,500 万 m³）はほぼ再生利用されているが、間伐材・被害木を含む林地残材（約 1,000 万 m³）のほとんど、今後発生量の増加が見込まれる建設発生木材（約 1,250 万 m³）の約 6 割は未利用である。利用については、原材料（製紙原料、家畜敷料等）利用（約 6 割）と直接燃焼利用（約 4 割）である。

下水汚泥については、年間排出量約 7,300 万トンのうち、約 42%が埋立されており、残り約 58%は建設資材やたい肥として利用されている。

農業集落排水汚泥については、年間排出量約 62 万トンのうち、約 78%が焼却・埋立されており、利用の大半はたい肥としての利用である。

(2) 主な利活用の方策

バイオマス利用はマテリアル利用とエネルギー利用の両側面をもっている。

マテリアル利用面からは、肥料（たい肥）、飼料（家畜用、水産用）、木質系素材（リサイクルボード、木質プラスチック複合資材）、工業用原料（生分解性素材、機能性食品用原料）方面での利用がされている。

エネルギー利用では直接燃焼（ペレットストーブ、バガスボイラーによる発電）気体燃料（湿式メタン発酵）液化燃料（バイオディーゼル）などに利活用されているが、今後の技術開発により、コジェネレーション、家畜排せつ物の炭化処理、乾式メタン発酵、メタノール変換などが進むことが予測され、発酵廃液などの液肥利用なども見込まれている。

下水汚泥、メタン発酵液などを含めて、量的に多いのは飼料・肥料・コンポストなどへの変換を通しての都市と農村との間の有機物循環を介しての利活用である。すなわち農業の自然循環機能を生かして廃棄物は有用物生産資源として利活用され、新たなバイオマスの生産に向けられることになる。

土壌中の炭素の蓄積や肥料成分の有効利用、バイオマスの持続的生産を確保する観点から、たい肥の投入等による土づくりを適切に行う持続型農業を推進するとともに、都市で発生する食品廃棄物等からできたたい肥を利用して栽培する有機農産物を、都市のスーパーで販売することによる都市と農山漁村の共生・対流の促進、都市部から発生するエネルギーの施設園芸、畜舎等へ

の供給、木材乾燥熱源としての利用などが考えられる。

3 環境保全型農業と循環型社会

1) 環境保全型農業と持続可能な農業

環境保全型農業は人類社会の持続可能な発展を目指す持続可能な農業の一形態である。また、バイオマス循環と環境保全型農業とは密接不可分の関係にある。

持続可能な農業 (sustainable agriculture) が確立するためには、(1) 経済的に実行可能であること。(2) 環境保全的であること。(3) 社会的に受け入れられること。が必要であり、その具体的内容は世界の国々の置かれている条件により様々である。いわゆる大規模化、単作化、化学化、機械化等の進行に起因する環境負荷の増大という点で共通性のある先進諸国の農業政策は、米国における低投入・持続型農業、EUにおける低集約化・持続型農業、日本における環境保全・持続型農業のような特徴がある。

我が国の「環境保全型農業」は「農業の持つ物質循環機能を生かし、生産性との調和などに留意しつつ、土づくり等を通じて化学肥料、農薬の使用等による環境負荷の軽減に配慮した持続的な農業」と表現される。

環境保全型農業に関連する法律としては、食料・農業・農村基本法、持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律、肥料取締法の一部を改正する法律、家畜排泄物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律、農林物資の規格化及び品質表示の適正化に関する法律の一部を改正する法律（有機農産物の検査認証・表示制度の創設）、食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律（食品リサイクル法）等がある。

2) 環境保全型農業の現状

現在環境保全型農業に取り組んでいる農家戸数は全農家の 21.5% に上っているが、その内容は様々である。有機栽培及び特別栽培農産物の栽培に取り組んでいる農家はその中の 8 割程度を占めている。

平成 11 年に成立した「持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律」は、「持続性の高い農業生産方式の導入を促進するための措置を講ずることにより、環境と調和のとれた農業生産の確保を図り、もって農業の健全な発展に寄与することを目的とする」ものであるが、この法律において「持続性の高い農業生産方式」とは、土壌の性質に由来する農地の生産力の維持増進その他良好な営農環境の確保に資すると認められる合理的な農業の生産方式であって、次に掲げる技術のすべてを用いて行われるものをいっている。

たい肥その他の有機質資材の施用に関する技術であって、土壌の性質を改善する効果が高いもの、肥料の施用に関する技術であって、化学的に合成された肥料の施用を減少させる効果が高

いもの 有害動植物の防除に関する技術であって、化学的に合成された農薬の使用を減少させる効果が高いもの、として農林水産省令で定めるもの。

都道府県は、当該都道府県における持続性の高い農業生産方式の導入に関する指針を都道府県における主要な種類の農作物について、都道府県の区域又は自然的条件を考慮して都道府県の区域を分けて定める区域ごとに、当該農作物及び地域の特性に即して定める必要があるとされている。

ここで、持続性の高い農業生産方式を構成する具体的な技術の内容としてあげられているのは、(1)土づくりに関する技術：たい肥等有機質資材施用技術、緑肥作物利用技術、(2)化学肥料低減技術：局所施肥技術、肥効調節型肥料施用技術、有機質肥料施用技術、(3)化学農薬低減技術：機械除草技術、除草用動物利用技術、生物農薬利用技術、対抗植物利用技術、被覆栽培技術、フェロモン剤利用技術、マルチ栽培技術、等である。

この法律によって認定された農業者にエコファーマーの愛称が与えられるが、平成14年8月末現在で14461名に達し、平成13年6月調査では、その経営規模は平均3.5haで、取り組み作物の面積割合は水稻44%、工芸作物22%、果樹13%、葉茎菜類7%、根菜類35%、果菜類7%となっている。

エコファーマーは環境に優しい農業生産方式を行っている農業者であるので、その生産物は環境に優しい農産物ということが出来る。

3) 農業による環境負荷

当面の農業による環境負荷の重要なものとしては、地下水の硝酸性窒素汚染問題が挙げられ、生物多様性影響も含めて、環境に及ぼす影響対策指標としては化学肥料および農薬の使用量あるいは販売金額が上げられている。

化学肥料

日本の化学肥料の施用量は1974年を最大値として、漸減している。一方で汚泥肥料の生産量は1980年以後急速に増大してきた。水稻および小麦に対する堆厩肥施用量は相変わらず低水準に停滞している。また、稲、麦に対する単位面積あたり施肥量は1985年前後より漸減し、窒素は8kg/10a程度に近づいている。

一方で化学肥料による環境汚染の象徴とも言える地下水の硝酸性窒素汚染は、相変わらず高く、平成12(2000)年度では、地下水の環境基準を超えている硝酸性及び亜硝酸性窒素を含む地下水は調査地点の6.1%にも上っている。

地下水の硝酸性窒素汚染の主な原因は農耕地への窒素施肥量の過剰と畜産廃棄物のす堀貯留や屋外貯蔵のような不適正な処理方法が挙げられている。

この事態に対する対策として、中央環境審議会の答申(平成12年12月14日)においては、

「硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素については、従来の有害物質と異なり、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素は土壤中に蓄積されず、降雨等によって速やかに下層に移行し土壌から溶脱する性質を有しており、これが地下水汚染の原因となっていること 土壌中の硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素は、他の形態の窒素成分に変化し、またその量は土壌条件（物理化学性、微生物性）や気象条件によって異なること さらに、農用地については、農作物によって土壌中から吸収される硝酸性窒素の量が作物種や品種によって大きく異なること 等から、対策を進める目標として一律の土壌環境基準を設定することは技術的に困難である。」とした。硝酸性及び亜硝酸性窒素に係る水質汚濁防止対策としては、「多種多様な発生源を対象とした全国一律的な対策と地域における重点的な対策を効果的に実施するために、対象地域の選定、計画策定、実施体制等に関する一定の対策要綱等を国が提示すること」とされている。

OECD 諸国との比較においては、我が国の窒素の面積あたり投入量は255kg/haであり、オランダ、韓国、ベルギーに次ぐ高水準に留まっている。また窒素源中の無機肥料の構成率は41%と改善はされているが、投入窒素効率は47%であり、堆厩肥を含み窒素効率の向上に対しては、努力をする余地があることを示している。

実際に土壌に投入された窒素のうち作物に利用されなかったものは畑地においては溶脱により硝酸性窒素として地下水へ、水田においては脱窒により、窒素あるいは亜酸化窒素ガスとして空气中に逃げていると推定される。

従って特に畑作物においては有機質・無機質肥料を含めて、施肥法の改善とともに、その総投入量の削減に配慮する必要がある。

環境保全型農業において推進している側条施肥、肥効調節型肥料の施肥も一定の進展を示しているといえる。

農薬

農薬使用量は減少しているが、販売額は増大している。中毒死も一定数ありその施用に関する使用者の関心の高いことと対応を示している。

環境保全型農業で推進している天敵農薬の使用面積は、1998年現在、施設栽培の総面積4151ヘクタール中の510ヘクタールに留まっているが、フェロモンについては、果樹園、野菜を中心に1999年現在12,650ヘクタールに達しており、急速な伸びが分かる。

環境保全型農業においては、農薬の使用は出来る限りゼロに近いのが望ましいのであるが、自然における多様な病害虫、雑草との相克の中においては、的確な農薬の使用が必要とされる。有機農産物栽培においてもやむを得ない場合に使用可能とする農薬のリストが示されている。

農薬の使用に際しては、使用者に対する安全性と生産物の安全性に対する考慮とともに、環境生物に対する安全性に一層の注意が払われる必要がある。

また近年問題になっているいわゆる「環境ホルモン」作用を持つ恐れがあるのではないかと疑われている化学物質の中の多くのものが農薬として使用されているものであり、さらに一時は多量に優良な農薬として使用されていたものも、研究の進展により有害作用が認められ、使用禁止や製造中止になったものも多いことを考慮すると、化学合成農薬の使用量には絶対的な限界量は存在せず、出来る限り減少させるように努力する必要がある。

農薬の生物多様性に対する影響を生産点において認識するシステムとしては、生産地でのトンボ、ほたる、みみず等の小動物の生息調査による環境安全確認法は一層普及すべきであろう。

フェロモンや天敵利用を重視する IPM すなわち総合的害虫防除法は標的害虫に対する的確な選択性農薬の適時使用などにより土着天敵の数を維持し、総合的に病害虫の防除に大きな効果を上げている。

しかし、我が国の面積当たり農薬使用量は OECD 報告にあるように世界最高水準であることを考えると、化学合成農薬の使用の低減に関してはさらに一層の推進が必要とされている。とくに 2005 年までに全面禁止される臭化メチル問題を含め、連作障害対策などで使用される土壤消毒剤の使用削減が大きな課題となる。蒸気熱殺菌、太陽熱消毒などの研究普及が望まれる。

4) 地域資源循環と地産地消

環境保全型農業は農業の人間環境に及ぼす様々な負の影響を軽減すると共に、人間活動により生じている環境汚染を浄化することにより、環境の保全に貢献するという、人間社会にとって欠くことの出来ない役割を演じている。

長井市のレインボープランに見られるような、地域からも支持される農業は地域行政や地域住民の支持と信頼を得て、地域に対する安全・安心な農産物の供給、地産地消の確立をすることにより、環境保全型農産物の生産供給を安定化することにより、持続可能な農業への展望を開くものである。

市町村などの住民生活、景観保全、ビオトープの保全、地域産業の持続的発展計画などを盛り込んだ、地域環境保全計画の樹立が要求されるが、農業計画はその核心部分を形成する。とくに、市町村段階における、地下水の汚染状況等の調査と結合して、その対策としての地域環境保全型農業を確立する必要がある。

例えば、ゴミ焼却問題との関連における生ゴミ処理、し尿・下水処理、畜産廃棄物の処理、安全で良質な農産物の生産と供給、連作障害の回避と地力の維持、化学肥料・農薬の施用削減、景観の維持、グリーンツーリズムの発展などを踏まえて、地域における自然生態系の維持とともに地下水資源の量と質の確保計画が樹立される必要がある。

近年における農村における生活環境の改善は著しいものがある。とくにし尿と生活排水処理施設の整備が大きく貢献していることは言うまでもない。その結果はまた、美しい景観の下で清潔

な環境を実現し、農村に憩いを求める人々を惹きつけ、グリーンツーリズムや民宿など、都市と農村との交流の場を広げることも出来るようになってきた。

安全・安心な農産物の供給と、地産・地消、都市と農村とのバイオマス循環・人的交流、農業の多面的機能の認識の高まり、食糧自給率の向上、地域環境保全、地球環境問題への対応など、多くの課題が、環境保全型農業の確立、バイオマス循環、循環型社会の形成問題の核心として位置づけられてくる。

循環型社会形成に向けての都市と農村との連携

第6部会員 松田藤四郎

1 巨大都市と循環型社会

現在の環境問題の多くは巨大都市から生じている。ヨーロッパ大陸の諸国には巨大都市はあまり見られず、特にドイツは中小都市と農村とのバランスが比較的よくとれている例である。いまでもハウードの田園都市の思想が生き続けているように思われる。日本でも江戸中期の江戸は、人口100万人に達し、世界1の大都市であったが武家地、社寺、火除け地などが多く、江戸の街の半分は緑地帯であったし、近郊の農村から野菜など農産物の供給、市街からのし尿の農村への還元など、農村と都市との物質循環が比較的スムーズにおこなわれていた。

現在の東京は1人当たり公園面積7㎡、都全体の農地面積は、9,000ヘクタールしかない。住宅地、商業用地、工業用地が占める過密マンモス都市であり、そこから排出される産業廃棄物、一般廃棄物、さらに大気有害物質は膨大な量になる。「循環型社会形成基本法」をはじめ各種リサイクル法は、リデュース、リユース、リサイクル、いわゆる「3R原則」によって、資源循環システムを構築しようとしているが、巨大都市自身で解決できるものではない。因に首都圏では廃棄物の9割が産業廃棄物であるが、その量は平成10年度で約1,380万トンもあり、埋立処分場の残余年数は0.8年分しかない。

巨大都市こそ真の循環型社会の形成に対する最大ネックとなっている。自ら自然の物質循環をコントロールできなくなった巨大都市にもかかわらず、アメーバのようにまだ肥大を続けている。世界人口の約75%が都市人口である（国連人口活動基金報告）。その多くの部分を巨大都市が占めている。そして、その巨大都市は先進国に限らず、むしろアジア、中南米などの発展途上国において、すさまじい勢いで膨張しているのである。巨大都市は産業廃棄物、一般廃棄物、大気汚染などの環境問題を顕在化させているばかりか、犯罪、人間関係の希薄化、教育の荒廃など様々な社会問題を惹起させている。人類は巨大都市によって滅亡するのではないかとさえ危惧される。

東京都は都市のグリーン化に積極的に取り組んでいるが、廃棄物処理については、前述のように危機的状況にある。巨大都市をどう制限し改造していくか。また、産業構造の変化に対応した都市と農村との土地利用のあり方など多方面からの議論が展開され集約される必要がある。

2 農村と循環型社会

工業、商業を中心とする巨大都市とは較べるべくもないが、農村の主要産業である農業・畜産業も20世紀近代農法の進展によってまた環境に負荷を与えている。メタンや亜酸化窒素の生成

による地球温暖化、硝酸性窒素による地下水汚染の増大、農薬による生物多様性への影響などがある。これらの問題を解決するために、国は持続性の高い農業生産方式導入の促進に関する法律（平成11年7月）により物質循環を重視した「環境保全型農業」の促進を図っている。しかし、これもエコロジーとエコノミーの調和を目指す、真の農村循環型社会形成の過渡的措置にすぎない。

いずれにしろ20世紀近代農法がもたらした環境に対する負の遺産を解決し、循環型社会を形成しなければならない。農村もまた環境汚染と無関係ではなく、食への安心、安全に対する不安さえ払拭できない状況を真の循環型社会の形成に向け解消しなければならない。

3 都市と農村との関連（広域循環システムの構築）

循環型社会に向けて解決しなければならない問題は、都市と農村では質的にも量的にも異なる。農村はその気になって諸施設を実施すれば環境型社会は独自にでも形成できよう。しかし、巨大都市は内部のみでは解決が困難である。一般廃棄物のうち、生ごみは水分があり腐敗しやすいので、遠距離輸送ができず、都市内の焼却施設で焼却されているが、コンポスト化・ディスポーザー（家庭用生ごみ粉碎機）の導入などによって堆肥化、メタン発酵によるエネルギーへの転換も考えられる。生ごみや下水汚泥などからの堆肥は農業に還元できる。

生ごみ以外の一般廃棄物（廃家電、空き缶、ガラスビン、包装、古新聞など）や産業廃棄物（金属、ガラス建築材、建設系鉱物、木屑等可燃性建築物、製鉄所、石炭火力発電所、排水処理施設等の副産物など）はマテリアルサイクルやサーマルリサイクルとして再利用できる。

再利用できる廃棄物は再処理のための施設が必要であり、これら静脈産業は巨大都市内での立地が困難になっている。農村を含めた広域圏での対応が不可欠である。そのためには、循環資源を収集、運搬する広域的な鉄道、海上輸送による静脈物流システムの構築が必要であろう。またホストコミュニティ（廃棄物を受入れる自治体に廃棄物搬入トン当たりを支払う費用）制度の導入が図られれば、都市と農村との関連がより容易になり、一体化が促進されるであろう。

巨大都市の改造を図るとともに都市における動脈産業のグリーン化を技術開発をとおして、一層進めることが必要である。他方、静脈産業を種類ごとに分類し、その種類ごとの立地を輸送コスト等経済性を考慮して農村（地域）に立地配置して連携を深めることが、真の循環型社会の形成にとって重要である。静脈産業の技術開発、物流システム、輸送システムの確立が図られれば、新たな地域産業の活性化にもつながろう。地域から歓迎されるような静脈産業の技術開発や都市サイドからのアプローチが鍵となる。