



雪の白樺林 編集部

## 目 次

### 特集 再生可能エネルギー定着・発展の可能性と課題

再生可能エネルギー定着・発展の可能性と課題

—特集によせて—……………小林 信一 (4)

再生可能エネルギー政策について

～東日本大震災を踏まえた

民主党環境部門会議での議論～……………田島 一成 (8)

再生可能エネルギーの現状と政策課題……日引 聡・庫川 幸秀 (15)

ドイツにおける再生可能エネルギーの現状……………淡路 和則 (23)

デンマークにおける再生可能エネルギーの現状

—特にバイオガスについて—……………ブライアン・ヤコブセン (36)

### 農業研究最前線からの報告⑭

グレンジドリルを用いた寒冷地向け乾田直播技術……大谷 隆二 (48)

〔時評〕 青年就農給付金とその意義 …………… (KY) (2)

☆表紙写真 冬の高原 編集部

「農村と都市をむすぶ」2012年2月号(第62巻2号)通巻724

## 青年就農給付金とその意義



二〇一二年年度農林水産予算案は、東日本大震災からの復旧復興とあわせて、「食と農林漁業の再生」を旗印にして編成された。その要となるのが「地域農業マスタープラン」(人・農地プラン)づくりである(東日本大震災の被災地五〇市町村では「経営再開マスタープラン」)。

「人・農地プラン」は、高齢化や後継者不足、耕作放棄地の増加などにより、五年後、一〇年後の展望が描けない集落・地域が増えているとして、「人と農地の問題」を解決するためのプランを集落・地域の話し合いによって作成しようというものである。どのような経営が中心になって地域農業を引っ張っていくのか。中心になる経営にどのように農地の利用を集めていくのか。どのようにして青年就農者を地域に定着させていくのか。——こうしたことを話し合って、地域農業の将来をプランとして描こうというものである。これまでもあった地域農業づくりの手法ではあるが、農水省は「人・農地プラン」の実効をあげるための手だてを準備した。

そのひとつが、プラン実現のために農地集積に協力する者(農地の出し手)に農地集積協力を金を一戸あたり三〇万七〇万円交付するというもの。

もうひとつが、原則四五歳未満の新規就農者に対し、農業研修期間から経営が定着するまでの最長七年間、「青年就農給付金」(年間一五〇万円)を給付するものだ。

青年就農給付金には、「準備型」と「経営開始型」の二つがある。「準備型」は、就農予定時に四五歳未満の者が県立農業大学校や先進農家・農業法人などで独立・自営就農や農業法人への雇用就農のために農業研修をおこなう場合、一〜二年間、年間一五〇万円を給付するもの。「経営開始型」は、原則四五歳未満の者が独立・自営就農する場合、農業をはじめから経営が安定するまで最長五年間、年間一五〇万円を給付するもの。

青年就農給付金「経営開始型」の給付を受ける者は、前述したような「人・農地プラン」(もしくは「経営再開マスタープラン」)に位置づけられていることが必要になる。親元で就農する場合も、親の経営に従事してから五年以内に経営を継承する場合や、親の経営とは独立した部門の経営をおこなう場合には、その時点から給付の対象になる。また、夫婦で就農する場合は、家族経営協定や経営資源の共有などで共同経営者であることがはっきりしていれば、一・五人分が給付される。複数の新規就農者が法人を新設して共同経営をおこなう場合は、人数分が法人に給付される。

全国新規就農相談センター「新規就農者(新規参入者)

実態調査」によれば、農業をはじめてから経営が定着するまでに最短でも三～五年かかっている。新規参入して独立自営の農業をはじめた場合、農業所得で生計が成り立っている者の割合は、農業開始から五年以上たっている者でも、北海道で五六%、都府県では四〇%である(二〇一〇年度調査)。こうした新規就農者の実態からすると、経営が安定するまでの最長五年間(前年度の農業所得が二五〇万円以上になると給付を打ち切り)の青年就農給付金の意義は大きい。

農水省が新規就農対策に手を染め始めたのは、一九八七年の新規就農ガイド事業からである。主として新規参入希望者に対する初の相談窓口設置であった。新規就農対策の本格的な開始は、九五年青年就農促進法による就農支援資金制度からであった。就農支援資金といっても、当初は技術修得のために必要な研修資金を研修期間中の二年間、月額一五万円を無利子融資する研修資金が主であった。経営開始のときに必要な機械・施設・家畜の購入費など初期投資に必要な資金制度は、九八年度から就農施設等資金(無利子)としてはじめた。

当時、農業・農民団体は、新規就農者には技術習得研修とともに経営開始のための初期投資が相当額必要であることを、資金融資ではなく、資金の給付を求めた。フランスでは、長く青年農業者就農助成金が制度化され

ており、農業近代化法改正でその青年就農促進対策が強化され、青年就農促進憲章がいわば「社会契約」のかたちで制定されたりしていたからである。フランスの青年就農助成金は、給付対象が青年農業経営者であり、経営の開始から定着までの投資を支援する性格をもっている。その助成根拠は、農業経営の確立を促進することとともに、農業経営を持続することが環境保全などの多面的な機能を発揮する役割を担っているという「社会的な評価」である。

農水省の就農対策は、厚労省の雇用・就労対策と協力連携を強め、現在では、農業法人などに雇用されて農業実践研修をおこなう「農」の雇用事業が実施されている。

「農」の雇用事業は、農業法人と雇用契約を結んで実践研修をおこなう者一人あたり月額九・七万円の研修経費一部助成を雇用者側の農業法人に支払うものである。

青年就農給付金は、農水省の就農対策の経過からしても画期的な事業といえる。気になる点は、給付金(年間一五〇万円)の算定が「最低賃金約八二〇円×一八〇〇時間」と、所得補償的な性格が強いことである。相当額の初期投資が必要な大規模な土地利用型農業や酪農・畜産経営への就農促進のためには、別の投資支援措置が必要になってくる。

(KY)

# 再生可能エネルギー定着・発展の可能性と課題

―特集によせて―

日本大学生物資源科学部教授 小林 信一

## 一、再生可能エネルギー法の特徴

福島第一原発事故以降、再生可能エネルギーへの関心が高まってきている。管政権の置き土産ともいえるべき「再生可能エネルギー特別措置法」も昨年八月二六日に成立し、二〇一二年七月一日から施行されることになった。

再生可能エネルギー法の特徴は、①従来の太陽光だけではなく、バイオマス、風力、地熱、水力（中小規模）を含めた再生可能エネルギー全体を対象とした点、②固定価格で長期間電力会社が買い取る義務を持つ「固定価格買取制度」(Feed-in Tariff)である点、③従来の住宅用太陽光発電のみではなく、事業者による発電を対象としている点、④余剰電力買取ではなく、再生可能エネルギーで発電された全ての電力を対象としたこと、⑤買取価格や期間の設定は、経済産業省などの審議会ではなく、国会での承認が必要な中立的な第三者機関である「調達価格等算定委員会」で行う点、⑥電力会社が買い取るコストは、サーチャージとして電力料金に上乘せされ、電気の利用者全て（個人、事業者）が電気の使用量に応じて負担するが、その際費用負担調整機関を設置し、全国一律のサーチャージを課する点、⑦電力会社が電気の円滑な供給に支障が生じると判断したときは、買取を拒否できる点、などがあげられる。

## 二、再生可能エネルギー法への期待と危惧

この法律の最大の特徴は、太陽光、バイオマス、風力、地熱、水力などの再生可能エネルギーによって発電された電力を、政府の定める価格で一定期間、全量を買収することを電力会社に義務付けたことである。これまでは、自民

党政権下で成立した「エネルギー供給構造高度化法」によって太陽光発電に対してのみ、二〇〇九年一月から固定価格での買い取りが行われてきたが、本年七月からは太陽光だけではなく、再生可能エネルギー全体を対象とした固定価格買取制度に移行する。また、従来対象は住宅用の太陽光発電システムで発電した電気であったが、今回は法律の正式名称が「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」であるように、事業者が行う大規模な発電についても対象とする点で、産業としての再生可能エネルギーの発展が期待される。さらに、従来も固定価格（二〇一一年度は一kwhあたり四二円）で一〇年間の買い取りを行うものではあったが、あくまでも自家消費用に使用した後の余剰電力の買い取りである「余剰電力買取制度」であったが、特措法では再生可能エネルギーから作った電気全てを、国が定めた単価（固定価格）で、一定の期間、電力会社を買取することを義務付けるといふ点で大きく異なる（ただし、住宅用太陽光発電については、従来の余剰買取制のまま）。

再生可能エネルギーの多くは初期コストが嵩み、またこれまでは電力会社との相対取引で価格を決めるため、十分な収益性が確保できなかった事業者が多かったが、これにより、発電事業者は長期に安定的な価格で、発電した電気を売却できるようになる。価格と期間の決定は、衆参両議院の同意を得て任命された委員で構成される「調達価格等算定委員会」の意見を尊重して毎年度発電源ごとに決めるが、「調達価格は、当該再生可能エネルギー発電設備による再生可能エネルギー電気の供給を調達期間にわたり安定的に行うことを可能とする価格」として適正な利潤が確保できる水準とし、また調達期間は、「当該再生可能エネルギー発電設備による再生可能エネルギー電気の供給の開始の時から、その供給の開始後最初に行われる再生可能エネルギー発電設備の重要な部分の更新の時までの標準的な期間を勘案して定める」と明確に規定している。さらに設置コストなどの変化によって必要がある場合は半年毎に決めることができ、施行後三年間は買取価格を定めるに当たり、事業者の利潤に特に配慮するとしている。

また買い取りコストは、電気の利用者全て（個人、事業者）が、電気の使用量に応じて負担するが、二つのケースで例外が設けられている。一つは電力のヘビィユーザーの事業所については、一定基準を上回る場合はサーチャージの八割以上が減免される。二つ目は、東日本大震災で著しい被害を受けた企業や家計は、二〇一三年三月末まではサーチャージが請求されない。

以上のように、再生エネルギー法によって今後再生可能エネルギーが大きく伸びることが期待される一方、いくつ

かの危惧もある。まず、本年早々にも決定されるという固定価格の水準と期間についてである。前述したように、この決定に当たっては、当初案を修正して設置が決まった衆参両院で委員が承認される「調達価格等算定委員会委員」の役割が大きい。しかし、昨年一月一七日の議院運営委員会両院合同代表者会議で提示された委員は、全五名のうち三名までが法案の成立や固定価格買取制度に否定的だったり、直接の利害関係者であったりしてきた人であることから、再生可能エネルギーの普及を促進するような価格や期間の設定にはならないのでは、との危惧が広がっている点である。この人事案は、結局昨年末の国会で不採択になったが、年明け早々にも決まるとされていた価格と期間の決定見直しは立っておらず、参入を検討している事業者も事業計画が立たない状況にある。

さらに、電力会社は再生可能エネルギーで発電された電力の買い取りを拒否できないとされているが、「電気の円滑な供給の確保に支障が生ずるおそれがあるときは、電力の買取を拒否できる」と例外条項を設けている点である。太陽光発電や風力発電などの自然エネルギーは供給が不安定な面があることは否定できないが、電力会社が例外条項を理由に買電に消極的になる可能性がある。またそもそも、買い取り対象の設備や方法については、経済産業大臣による認定が必要であり、「安定的かつ効率的に再生可能エネルギー源を用いて発電を行う設備である」かどうかの点から評価され、認定されなければ、買取対象にはならない。

以上のように、再生可能エネルギー法は今後の運用の仕方によって、再生可能エネルギーを促進させるばかりではなく、抑制的にも働く可能性があるのである。

### 三、再生可能エネルギーの発展のために

日本において再生可能エネルギーは、一九七三年の第一次石油ショックによる原油価格高騰時に風力や太陽光発電に対する関心が高まって以降、何度か注目されてきたが、常に一過的な「ブーム」で終わっている。それは、研究開発投資も含め、システムとして再生可能エネルギーを位置づけて来なかった自民党政権のエネルギー政策が大きく影響している。電力会社は再生可能エネルギーによる電力を「汚い」ものとする一方で、原子力発電を「クリーンエネルギー」と主張し続けてきた。

民主党はマニフェスト（インデックス二〇〇九）の中で、「一次エネルギーの総供給量に占める再生可能エネルギー

の割合を、二〇二〇年までに一〇%程度の水準まで引き上げる」など、地球温暖化防止京都プロトコルの約束達成もあり、再生可能エネルギー重視の方向を打ち出した。ちなみに固定価格買取制度導入も、このマニフェストの項目である。「エネルギー基本計画」(二〇一〇年六月一八日)でも、二〇三〇年までにゼロ・エミッション電源比率を現状の三四%から約七〇%に引き上げるとしているが、「原子力の新增設(少なくとも一四基以上)及び設備利用率の引き上げ(約九〇%)・・・が前提」としており、実際には原子力発電が五〇%を占めるなど、再生可能エネルギーの比率は高いものではなかった。福島第一原発事故を踏まえて、再生可能エネルギー重視政策が本物かどうかを検証する試金石として、再生可能エネルギー法の行方がある。

さらに、基本計画で「原子力は、供給安定性・環境適合性・経済効率性を同時に満たす基幹エネルギーである。」として、エネルギー源の中心に据え、原子力発電所の「新增設の推進、設備利用率の向上等により、積極的な利用拡大を図る」としたことを、「安全の確保を大前提として、国民の理解と信頼を得つつ」行うことが、福島第一原発事故で困難になった現時点で、どの様に原子力発電を見直すのかも問われているだろう。

本特集では、以上の現状を踏まえ、まず元環境副大臣、前民主党環境部門会議座長である田島一成衆議院議員から、再生可能エネルギー政策について、東日本大震災を踏まえた民主党環境部門会議での議論を中心に論述していただいた。次に日引聡国立環境研究所社会環境システム研究センター環境経済政策研究室長から「再生可能エネルギーの現状と政策課題」と題して、再生可能エネルギーの現状と政策課題を俯瞰していただく。さらに、再生可能エネルギーが電力の一八%を占め、二〇二〇年には全エネルギーの二〇%を賄うと予想される再生可能エネルギー先進地であるヨーロッパの実情について、淡路和則名古屋大学准教授(ドイツ)、ブライアン・ヤコブセン・コペンハーゲン大学食料資源経済学研究所首席研究員(デンマーク)から論じていただいた。

# 再生可能エネルギー政策について

『東日本大震災を踏まえた民主党環境部門会議での議論』

元環境副大臣・前民主党環境部門会議議長

衆議院議員 田島 一成

## 1、はじめに

二〇一一年三月一日に発生した東日本大震災は、東北・関東地方の太平洋沿岸域を中心とした各地に甚大な被害を引き起こし、また、東京電力福島第一原子力発電所では大規模な原子力事故が発生させました。これらの被害は多くの人々に精神的、肉体的、経済的な苦痛を与え続けており、大規模発電所である原子力発電所の被災・事故により、放射性物質による汚染に加え、防災拠点や医療機関などの重要拠点も含め、広範な地域で一斉にエネルギー供給力が不足し、国民生活や産業活動に大きな影響を与えています。

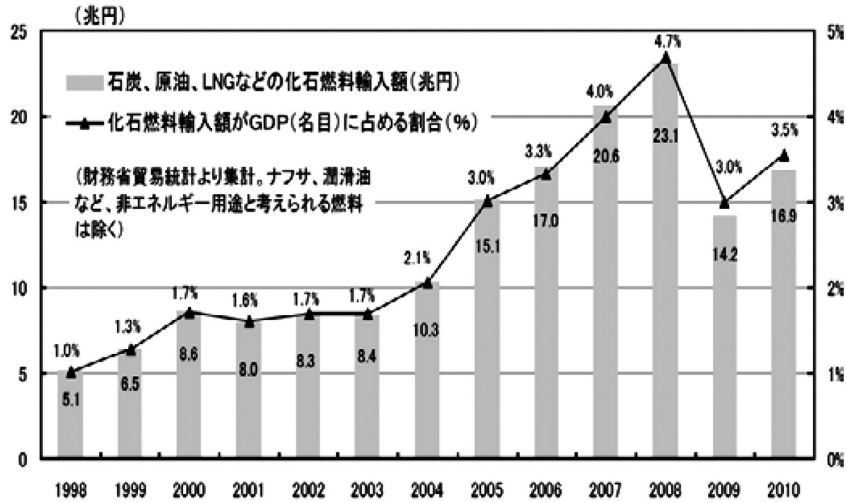
このため政府は、新成長戦略実現会議のもとに設置したエネルギー・環境会議（議長・古川元久国家戦略担当大臣）において、こうしたエネルギーシステムの歪み・

脆弱性を是正し、安全・安定供給・効率・環境の要請に応える短期・中期・長期からなる革新的エネルギー・環境戦略を検討しています。中でも原子力発電への依存度は下がらざるを得ないことから、その代替エネルギー源の確保が極めて重要な課題となっており、エネルギー・環境会議においても、エネルギー源に関する新たなベスト・ミックスの実現を提示すべき具体的方向性の一番目に掲げています<sup>(1)</sup>。

代替エネルギー源として、短期的には化石燃料への依存度が高くなることは避けられませんが、化石燃料への依存は、地球温暖化のリスクを増大させるのみならず、国富の流出や価格高騰リスクという点でも大きな課題があります。実際、化石燃料単価の上昇により、東京電力管内では標準家庭の電気料金が二〇一一年二月から二月にかけて月額六六三円上昇し、六、八九七円になると



図1 我が国の化石燃料輸入額の推移



(出典：2011年7月11日中央環境審議会地球環境部会 資料2  
<http://www.env.go.jp/council/06earth/y060-93/mat02.pdf>)

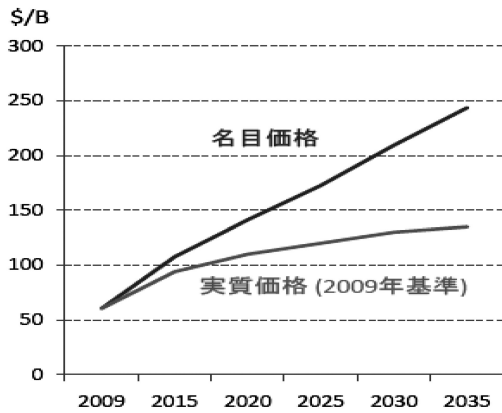
の発表がなされています。この上昇幅は、二〇一一年八月に成立した再生可能エネルギー特別措置法（電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法）の法案審議過程において、固定価格買取制度（Feed-In-Tariff）の導入により、標準家庭の電気料金が一年間で一五〇〜二〇〇円程度上昇することの経済的影響を懸念する意見がありました。この金額の三〜四倍、スピードは四〇〜六〇倍という強烈なものです。【図1及び図2】

そこで、徹底した省エネルギーの実施と再生可能エネルギーの導入拡大に向けた道筋の確保が喫緊の課題となっていると考え、私が座長を務めた民主党環境部門会議の下に再生可能エネルギー推進ワーキングチーム（座長：大谷信盛衆議院議員）を設置し、東日本大震災後、合計一七回にわたり、関係分野の学識者、専門家の意見を伺い、また、現地を視察し、議論を重ねて参りました。本稿では、こうした議論の結果を整理して紹介いたします。

## 2、再生可能エネルギーへの期待

再生可能エネルギーは、「自然環境の中で繰り返し起こる現象から取り出すエネルギーの総称」であり基本的に枯渇のおそれがありません。また、今般の東日本大震災でも実証されたように風車や太陽光パネルなどの施設自

図2 原油価格の見通し



(出典：IEA Energy Outlook2010)

※ 図は現行政策シナリオに基づくもの

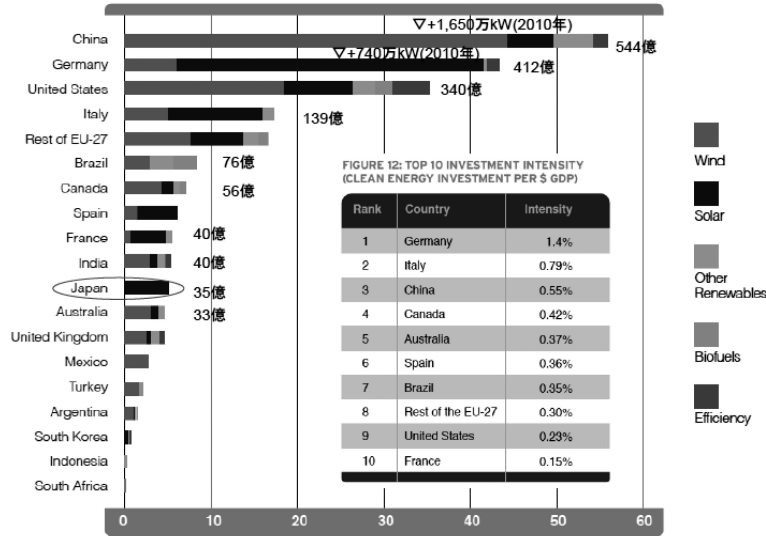
身が災害に強く、分散型供給体制の構築により、非常時でもエネルギー供給体制の広範な崩壊を回避できます。さらに、大規模発電所は、原子力発電所はもとより火力発電所についても設置に向けたリードタイムが長いものですが、太陽光発電や風力発電は相対的には短期間で運転開始が可能というメリットもあります。

また、再生可能エネルギーは世界的に見ても急成長している産業分野であり、二〇一〇年の世界全体の投資額は二、四三〇億ドルにのぼり(世界経済フォーラム調べ)、

この五年間で約四倍に成長しています。また、再生可能エネルギー発電は、従来の火力発電や原子力発電に比して雇用創出効果が高いと言われており、例えば、ドイツでは、二〇一一年三月現在、再生可能エネルギー関係の就業者は三七万人に及んでいます(二〇〇四年比二一万人増、ドイツ連邦環境省調べ)。このような経済活性化効果、雇用創出効果は、被災地域、さらには我が国の復興を牽引するエンジンとしても大きく期待できると考えられます。逆の観点から言えば、諸外国が再生可能エネルギーへの取り組みを進めている中、我が国の遅れが決定的なものになれば、エネルギー源自体は海外に依存しない再生可能エネルギーも、これを活用する技術や機器は海外に依存せざるを得ない事態も想定されます。**【図3】**

一方、火力発電はコストの大部分を燃料費が占めるため、そのほとんどが産油国等に流出する構造となっています。このため、みずほコーポレート銀行によれば、現行の化石燃料価格を前提としても、新規原発等に期待していた電力量の全てを火力で代替する場合は、化石燃料費用という形で国富が流出し、GDPを二〇二〇年までに累計一二兆円、二〇四〇年までに累計四九兆円押し下げるのに対して、新規原発等に期待していた電力量の半分を風力発電で代替する場合は、GDPを二〇二〇年までに累計五兆円押し上げ、二〇四〇年までもGDPの

図3 2010年におけるG20各国の再生可能エネルギーへの投資額



(出典：The Pew Charitable Trusts)

押し下げは累計一四兆円に留まると試算されています②。

再生可能エネルギーは、現状では発電電力量の約一割（八七〇億kwh）しか賄っておらず、その大部分は水力発電（七六〇億kwh）であり、それ以外の太陽光発電、風力発電、地熱発電等は一％程度に過ぎない状況にあります。再生可能エネルギーは、環境省が二〇一一年四月に公表した調査結果によれば、我が国にも膨大な導入ポテンシャルがあり③、この恵みを十分享受できるように、政治主導により実効性のある制度を構築していく必要があります。

### 3、再生可能エネルギーの導入拡大のための基本的施策

再生可能エネルギーの導入を進めるため、既に各国では多様な施策が講じられていますが、この中で最も効果的とされているものが固定価格買取制度であり、二〇一〇年初頭までに少なくとも七五の国と地域が導入し（REN21調べ）、我が国においても二〇一一年八月に再生可能エネルギー特別措置法が全会一致で成立したところです④。

今後、買取価格及び買取期間について、再生可能エネルギーの種類、設置形態、規模に応じて、また、経済産業大臣が関係大臣（農林水産大臣、国土交通大臣、環境

大臣、消費者担当大臣)に協議・意見聴取した上で、中立的な第三者委員会(委員は国会の同意を得た上で任命)の意見を聴いて決定することとなっておりますが、その際には、再生可能エネルギーと化石燃料の中長期の価格動向や経済活性化効果、雇用創出効果等も吟味する必要があります。こうした分析を急ぎ、再生可能エネルギーの導入拡大に資するような実効性のある制度を構築していく必要があります。

また、再生可能エネルギーの導入拡大に向けて、施設の設定や系統への接続の際に必要な手続き等の見直し、電力会社による系統接続義務の徹底、再生可能エネルギー電源の優先給電ルールの確保などが必要であり、このための検討も急ぐ必要があります。

さらに、再生可能エネルギーの導入拡大に向けては、導入ポテンシャルが大きい太陽光発電や風力発電が天候等に依存し、電力需要の変化に対応した発電ができないことから、こうした課題を克服するため、どの地域でどの程度の系統への接続が可能か、さらにこの障壁を超えるためにどのような系統強化措置が必要かを明らかにしつつ、復興特区制度なども活用しながら、必要なインフラを整備していく必要があります。なお、再生可能エネルギー導入のための施策を講じていくためには、一定程度の財源が必要であり、その財源を確保するためにも「地

球温暖化対策のための税」を一刻も早く導入すべきと考えています。

#### 4、早急に検討、実施すべき施策

##### ① 電力連系の強化

風力発電については、導入ポテンシャルが大きい東北地方と電力需要が大きい関東地方を一体的に運用する仕組みがなく、このことが風力発電の導入の大きな制限要素となっています<sup>⑤</sup>。北海道電力、東北電力及び東京電力は、三社で協調して運用することを目指し、地域間連系線を活用して、風力発電導入拡大に向けた実証試験を行うことを発表<sup>⑥</sup>していますが、今後とも、異なる電力会社間の連系強化を検討していく必要があります。

また、今般の東日本大震災の影響を踏まえると、再生可能エネルギーのみならず、各需要家が所有する分散型発電システムも有機的に系統に接続し、災害に強いエネルギー供給体制に作り替えることが必要であり、必要なインフラとして国が直接、あるいは事業者を支援し、計画的に整備する仕組みを早急に確立すべきです。

##### ② 金融などの支援の仕組みの構築

再生可能エネルギーの導入は緒に付いたばかりであり、事業を進める上で不確定な要素もあることから、出融資など金融面での支援策が重要となります。

また、再生可能エネルギーは、施設稼働後の経済的負担は小さいものの、資源探査や施設設置にかかる経済的負担が大きいという特性があり、こうした特性に応じた支援策の構築も急ぐ必要があります。

### ③ 再生可能エネルギーの導入ポテンシャルを活かした東北の復興

東日本大震災で大きな被害を受けた東北地方は、再生可能エネルギーの導入ポテンシャルが極めて大きく、我が国の再生可能エネルギーの一大拠点となり得る地域です。

また、再生可能エネルギーは復興のエンジンとなり得る産業であり、例えば太陽光発電は特許件数ベースで見ても我が国の優位性が高い産業であり、風力発電の主軸受や地熱発電のタービンも我が国の世界シェアが極めて高くなっています。さらに風力発電は二万点もの部品から構成される巨大な装置の組立産業であり、需要の創出により大きな雇用創出効果が期待できます。

再生可能エネルギーを東北の貴重な地域資源ととらえ、各地域の意向をベースに、税制、財政支援、事業計画の支援、関係企業・研究開発拠点・認証試験センターの誘致・設置等あらゆる施策により集中的に支援し、東北の復興を図る必要があります。

### ④ 再生可能エネルギー関係技術の普及のための取り組みの加速

再生可能エネルギーは世界各国が効率化、低コスト化、財政的支援など、普及のための様々な施策に取り組んでいる成長分野であり、我が国もこうした取り組みを加速していく必要があります。その際、革新的技術に関する研究開発から、市場投入が近い技術の実証による関係制度の検証、初期需要の創出、初期費用負担の軽減、さらには事業リスクの低減までを切れ目なく実施することが重要となります。

太陽光発電については、初期費用負担の軽減、大量需要の創出、研究開発の一層の加速によるコスト低減が重要です。

風力発電については、事業リスクを軽減するための取り組み、例えば風況、落雷、自然環境等に関する情報の整備、利害関係者との調整が必要となります。また、事業地に関するゾーニング情報の整備に努め、事業者による適切な立地選定を誘導すること等によって、環境保全上の支障の回避、低減を図ることが重要です。さらに、気象予測と組み合わせた系統制御・管理システムや洋上風力発電システムの促進・実用化のための取り組みを加速する必要があります。

地熱発電については、事業リスクを軽減するための取り組み、例えば石油や金属資源開発と同様の政府出資、債務保証を行っていくことが必要となります。さらには

温泉との共生や傾斜掘削の低コスト化など、地熱発電特有の諸問題に対応する技術開発も着実に進める必要があります。

中小水力発電については、地域による適地の抽出への支援と装置の標準化による低コスト化が重要です。

また、発電系だけでなく、熱利用に関する再生可能エネルギーも重要であり、太陽熱や地中熱、バイオマス（廃木材等の木質系バイオマス、バイオエタノール、バイオディーゼル、藻類生成油分など）に関する取り組み（例えば初期投資の軽減、木質系バイオマスの搬出に関する支援、研究開発の促進）が重要となってきます。

## 5、終わりに

かつて、石油ショックや厳しい自動車排出ガス規制が我が国の省エネルギー技術や環境技術について、世界をリードする水準まで高めたことは周知の事実です。今回の厳しい制約も将来の成長の糧として活かせるよう、我々は努力していく必要があると考えます。

東日本大震災の結果、国民一人一人が将来のエネルギーのあり方について考えを巡らせざるを得ない状況に至っています。今後のエネルギー需給体制には、防災の視点から地産地消的な要素も相当程度入ってくると見込まれ、地域がエネルギー源を選択し、それに応じた産業構

造を築いていく社会へと変革していく可能性があります。

このようにエネルギー政策の有り様は、東日本大震災以前とは大きく様変わりしており、国民のコンセンサスを得つつ、安全・安定供給・効率・環境の要請に応える適切な絵姿を早急に描き、実行していく必要があります。

今回の民主党の環境部門会議における議論では、再生可能エネルギーの導入促進のために必要な基本的施策から、東日本大震災を踏まえ早急に検討、実施すべき施策まで言及し提言としてまとめております。今後、エネルギー戦略等の議論が深まっていく中で、この提言が適切な絵姿を描くための一助となると考えますし、再生可能エネルギー政策を後押すものとなるよう働きかけていかなければならないと考えております。(二〇一一年二月現在)

- (1) <http://www.npu.go.jp/policy/policy09/pdf/20111003/siryō.pdf>
- (2) [http://www.nizahochk.co.jp/fin\\_info/industry/sangyou/pdf/mif\\_99.pdf](http://www.nizahochk.co.jp/fin_info/industry/sangyou/pdf/mif_99.pdf)
- (3) <http://www.env.go.jp/earth/report/h23-03/index.html>
- (4) <http://www.enecho.meti.go.jp/saene/katori/whole.html>
- (5) <http://www.tohoku-epco.co.jp/oshirase/newene/04/index.html>
- (6) [http://www.tohoku-epco.co.jp/news/normal/1183529\\_1049.html](http://www.tohoku-epco.co.jp/news/normal/1183529_1049.html)

# 再生可能エネルギーの現状と政策課題

国立環境研究所社会環境システム研究センター 日引 聡

東京工業大学大学院社会理工学研究科 庫川 幸秀

## 第一節 はじめに

地球温暖化を防止するために、二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスの排出削減が国際的に重要な政策課題になっている。二酸化炭素の排出削減を促進するための方策の一つとして、太陽光発電、風力発電など再生可能エネルギーの導入促進が期待されている。特に、昨年、三月に東日本大震災によって発生した原子力発電所の事故以来、日本では、原子力発電への依存からの脱却を求める声が大きくなっており、それに代わるエネルギー源として、再生可能エネルギーの導入促進に対する期待は大きい。

自然エネルギーは、化石燃料を中心とした従来のエネルギーに比べて、環境負荷が小さいというメリットがある一方で、コスト高、発電の不安定性の問題があるため、その導入が社会的に望ましいものであったとしても、政

府による政策支援がなければ、十分普及しない。このため、近年、再生可能エネルギーの導入を促進するための方策として、固定料金買取(Feed-in Tariff、以下では、FITと略称する)制度や再生可能エネルギー利用割合基準制度(Renewables Portfolio Standard、以下ではRPSと略称する)を導入する国が増えつつある。

本稿では、二節で、再生可能エネルギーの導入状況、及び、再生可能エネルギーの導入促進策としてのFIT制度やRPS制度の導入の現状を概観し、三節では、日本で導入が検討されている全量固定料金買取制度について説明する。四節では、今後の政策課題について議論する。

## 第二節 再生可能エネルギーの導入状況と導入促進策の現状

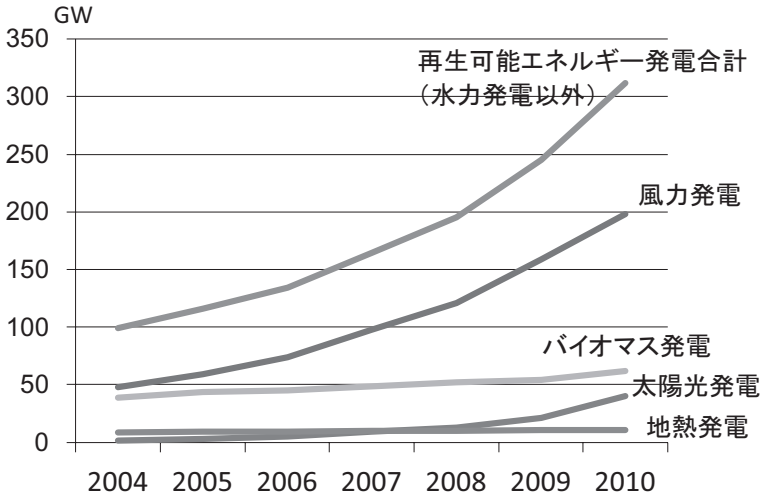
再生可能エネルギーとは、太陽光、風力、波力、潮力、

地熱、バイオマスなどから得られるエネルギーをいい、太陽光発電、風力発電、地熱発電などは、再生可能エネルギーの利用形態の一つである。

二〇〇八年時点で、全世界の最終エネルギー消費の三％が伝統的バイオマス、三・二％が水力、〇・七％が風力・太陽光・バイオマス・地熱による発電であり、約一九％が再生可能エネルギーによるものとなっている（REN21(Renewable Energy Policy Network for the 21st Century)、“Renewables 2011 Global Status Report”<sup>(3)</sup>）。このことからわかるように、「水力を除くと、再生可能エネルギーの中でも、太陽光、風力、地熱などへの依存度は、非常に低い。ただ、近年、世界で新設される発電所に占める再生可能エネルギー発電割合は急速に伸びている。とりわけ、**図1**に示すように、バイオマスや地熱はあまり増加していないが、風力発電や太陽光発電は伸びており、特に風力発電の伸びは顕著である。

風力発電の世界全体の導入量は一九・七万メガワットであり、太陽光発電の約五倍の規模に達している。これに対して、日本では、二〇一〇年末時点の風力導入量は〇・二四万メガワット、太陽光発電導入量は〇・四万メガワットである。風力については、最も導入が進んでいる中国では、四万メガワットを超えており、国の規模の違いを考慮に入れても、大きな差がある。また、日本で

図1 世界の再生可能エネルギー発電設備容量の推移



(出所) REN21, “Renewable Global Status Report (2004~2011)” より作成



は、世界全体の傾向とは逆に、風力発電よりも太陽光発電の導入が相対的に進んでいるという特徴がある。

世界的に風力発電の導入が太陽光発電に比べて進んでいる理由は、太陽光の発電コストが四九円／キロワット時なのに対して、風力の発電コストが一〇～一四円／キロワット時であり、風力発電の方がコスト優位にあることに起因している。しかし、日本では、風力に対する政策支援が太陽光に比べて十分でないことが、風力発電の導入が進まない要因となっている。たとえば、住宅向けの太陽光発電に対しては、初期投資に対する補助金制度があるが、風力発電建設の初期投資への補助金は、現在打ち切られている。また、太陽光発電や風力発電を対象にした余剰電力買取制度において、太陽光発電の買い取り価格が四二円／キロワット時であるのに対し、風力発電の買い取り価格は平均で一〇円／キロワット時程度となっており、風力の買い取り価格は太陽光に比べて低く設定されている。

次に、最も導入量の多い風力発電について、国別の動向を見てみると、上位一〇ヶ国（中国、米国、ドイツ、スペイン、インド、イタリア、フランス、英国、カナダ、デンマーク）で累積導入量の八六％を占め、中でも、中国では、その導入量が米国を越え、最も風力発電の導入が進んでいる。特に、近年、中国での新規導入が活発で

あり、二〇一〇年において世界全体で新規に導入された風力発電のほぼ半分が中国であった（GWEC, "Global wind report Annual market update 2010"<sup>⑨</sup>）。

再生可能エネルギーの導入を促進する政策手段には、設備導入に対する補助金やFIT制度、RPS制度など、様々なものがある。中でも、近年注目されている政策手段に、FIT制度とRPS制度がある。

FIT制度は、再生可能エネルギーによる発電に対して、通常の電気料金より高い料金を設定して、発電事業者から買い取る制度をいう。この制度を導入したドイツでは、電力総発電量に対する再生可能エネルギー発電割合が二〇〇〇年に六・三％であったものが、二〇〇七年末には倍増し、導入促進に大きな役割を果たしたと評価されている。

一方、RPS制度は、電気事業者に対して、その販売量に応じて一定割合以上の再生可能エネルギーによる発電量の購入あるいは自らの発電を義務づけるものである。再生可能エネルギー発電の電力価格は、政府によって決められるのではなく、再生可能エネルギー発電市場の需給を反映して決定されるという特徴がある。

REN21のRenewables 2011 Global Status Report ([http://www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/REN21\\_GSR2011.pdf](http://www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/REN21_GSR2011.pdf))によると、世界九九ヶ国のうち

ち五ヶ国でFIT制度を導入し、一七ヶ国でRPS制度を導入しており、FIT制度の導入に比べてRPS制度の導入が少ない。

### 第三節 日本の再生可能エネルギー発電促進政策

日本では、現在、再生可能エネルギーによる発電を促進するために、余剰電力買取制度や電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法（二〇〇三年四月一日から施行）に基づくRPS制度が実施されている。また、今年七月一日から再生可能エネルギー全量買取制度が実施される予定である。

#### （RPS制度）

この制度は、以下のように設計されている<sup>③</sup>。

(1) 電気事業者は、その販売量に応じて、その一定割合について、①自ら再生可能エネルギー発電を行うか、②他の事業者から再生可能エネルギーによる電力を購入するか、③上記の①及び②でも義務量を達成できない事業者は「再生可能エネルギー電気相当量（グリーン証書）」を、過剰に再生可能エネルギーを発電した事業者から取得（購入）するか、の三つのうちのいずれかの義務を果たさなければならない。

(2) 太陽光発電、風力発電、バイオマス発電、一〇〇〇

kW以下の水力発電を再生可能エネルギー発電の対象とする。

(3) グリーン証書の売買は、排出権取引制度と同様の制度となっている。資源エネルギー庁によるグリーン証書の価格に関する調査によると、平成一七〜二二年の証書価格は、五円前後で安定的に推移している。なお、証書と同時に、電力も購入する場合の価格は、風力で、一〇〜一円／キロワット時、水力で、七〜九円／キロワット時、バイオマスで、八〜九円／キロワット時前後となっている<sup>④</sup>。

上記の制度による、再生利用可能エネルギー発電の利用目標は、平成二三年度で一・二八・二億キロワット時であり、平成二二年度の一般電気事業者一〇社の電力量九八七六・七億キロワット時に対して一・三％である。このため、この制度による再生可能エネルギー発電の促進効果は限定的であるといわざるを得ない。

#### （余剰電力買取制度）

固定料金買取制度の一つの形態として、太陽光発電のみを対象とした余剰電力買取制度が、平成二一年一月から実施されている。この制度の下では、自宅などで太陽光発電のシステムを導入し、自らが使う電気を上回る量を発電した場合、その余剰分を一キロワット時あた

表1 平成23年度買取価格

|          | 設置した太陽光パネルと出力 |             |               |
|----------|---------------|-------------|---------------|
|          | 10kW 未満       | 10～500kW 未満 | 500kW 以上      |
| 住宅用      | 42 円/kWh      | 40 円/kWh    | 電力会社との相対契約で決定 |
| 工場・事業所など | 40 円/kWh      |             | 電力会社との相対契約で決定 |

(出所) 資源エネルギー庁<http://www.enecho.meti.go.jp/saieo/kaitori/23kakaku.html>

り、一定の固定価格で一〇年間電力会社に売却することができ(平成二三年度の買取価格については、表1を参照)。電力会社は、余剰電力を買い取るための資金を、電力価格に太陽光発電促進付加金(太陽光サーチャージ)<sup>(6)</sup>として上乗せすることによって徴収している。

**(全量買取制度)**

固定料金買取制度のもう一つの形態に、全量買取制度がある。昨年八月二六日に「再生可能エネルギー特別法案」が成立し、今年の七月一日から施行されることになった。これにもなっており、七月一日から再生可能エネルギー全量買取制度が導入されることになっており、現在、その制度設計が検討されている。

経済産業省は、「再生可能エネ

ルギーの全量買取に関するプロジェクトチーム」を設立し、二〇一〇年八月に再生可能エネルギーの全量買取制度の基本的な考え方を取りまとめている<sup>(6)</sup>。それによると、以下のような制度設計が検討されていた。

- ① 購入対象を太陽光だけでなく、風力、中小水力、地熱、バイオマスなどにも広げ、より広い再生可能エネルギーの導入を促進する<sup>(7)</sup>。
  - ② メガソーラ等の発電事業用太陽光発電設備については、全量買取制度を適用し、住宅等における小規模な太陽光発電については、省エネインセンティブを与え、という観点から、現在の余剰買取制度を適用する。
  - ③ 買取価格は、太陽光発電以外の再生可能エネルギー発電については、企業の国際的な価格競争力に配慮して、一五～二〇円/キロワット時程度を想定している。
  - ④ 買取期間は、一五年から二〇年が検討されている
  - ⑤ 電力会社は、買取のための財源として、電力価格にサーチャージを課すことが認められる。
  - ⑥ 〇・五～三・四円/キロワット時程度のサーチャージが予想される。
- 以上のような制度設計の結果、①再生可能エネルギーが三二〇〇万～三五〇〇万キロワット時程度増加し、②二酸化炭素が、二四〇〇～二九〇〇万トン程度(国内排出量の一・八～二・二%程度)削減されることが期待さ

れている。

さて、全量買取制度と余剰電力買取制度の違いはなんだろうか？。

全量買取制度は、余剰電力買取制度と違い、自家消費とは関係なく、発電したすべての電気を売電できる制度である。したがって、自家消費分については通常通り、電力会社から電力を購入し、再生可能エネルギーによる発電分については、全量電力会社に売却することになる。

余剰電力買取制度の場合、太陽光発電のシステムを導入しても、自家消費量が多く、余剰電力を発生させない発電者には、何のメリットも生じない。このため、環境にやさしい発電を行っていても、自家消費量が多く、余剰電力を発生させない発電者や、余剰電力を発生させたとしてもその量が少ない発電者には、太陽光発電システムの導入を促進する効果をもたない、あるいは、小さいという欠点がある。その一方で、多くの余剰電力を発生させている発電者に対しては、より大きな節電のインセンティブを与えるというメリットがある。なぜなら、買取価格が、通常の電力料金の二〜三倍程度の価格に設定されているからである。余剰電力を発生させていない発電者にとって、一キロワット時の電力を節約するメリットは、キロワット時当たりの電力料金であるが、余剰電

力を発生させている発電者にとって、一キロワット時の電力を節約するメリットは、買取価格（通常の電気料金の二〜三倍）に等しい。なぜなら、一キロワット時の電力消費を節約することで、それを四〇〜四二円で売電できるからである。

一方、全量買取制度の場合、電力の自家消費量に関係なく、再生可能エネルギーの発電量に応じて、電力料金より高い価格で売却できるので、再生可能エネルギーの発電を行うインセンティブは、もし同じ買取価格を設定するならば、余剰電力買い取り制度よりも大きくなる。ただし、全量買取制度の場合、余剰電力買取制度と異なり、節電のインセンティブが弱いという点に注意する必要がある。全量買取制度の場合、節電のインセンティブは、消費量を減らすことで節約できる電力料金と等しい。しかし、先にも述べたように、余剰電力買取制度の場合、節電のインセンティブは、余剰電力を発生させていない人は、電力料金と等しいが、余剰電力を発生させている人の場合、買取価格と等しくなるので、一部の電力消費者により強い節電インセンティブを与えることができる。

温室効果ガスの排出量を削減するという観点からは、化石燃料による発電を減らすことが、再生可能エネルギーの導入を促進するのと同様に重要な意味をもつ。した

が、余剰電力買取制度と全量買取制度を比較した場合、どちらが望ましいか一概に結論を出すことはできない。すなわち、余剰電力買取制度による節電効果が、全量買取制度による再生可能エネルギー発電の導入効果を上回るならば、余剰電力買取制度の方が望ましく、逆の場合に、全量買取制度が望ましくなるからである。したがって、今後、定量的な分析によって、この点を解明していくことが、より望ましい制度設計を考える上で重要な視点となる。

#### 第四節 今後の検討課題

再生可能エネルギーは、従来のエネルギーと比較して費用が高いために、政策的な支援なしでは、その普及が困難である。このため、FIT制度やRPS制度などを導入することで、その促進を図る必要がある。しかし、再生可能エネルギーの導入を促進するためには、次のように、他にも解決すべき課題がある。

(1) 日本の地熱発電に適した地域の八〇％は、国立公園にある。国立公園は、土地利用を制限するため、国立公園での地熱発電は困難である。このため、今後地熱発電を促進するためには、FIT制度やRPS制度だけでなく、国立公園法などの法律の改正を検討する必要がある。

(2) 風力発電の場合、そのために必要な土地を確保することが難しく、特に、住宅地周辺の建設は容易ではない。なぜなら、風力発電の場合、低周波騒音による健康被害が問題視されているからである。また、山間部で建設する場合、建材の搬入路を造る必要がある。その場合、工事に伴って、森林を伐採する必要がある、生物多様性保全やCO<sub>2</sub>吸収などの観点から別の環境問題の原因となる可能性がある。このような要因は、風力発電の促進を阻む可能性がある。風力発電を促進する場合、他の環境問題との関係を明らかにしたうえで、どの場所での程度風力発電を実施していいのかを明らかにしていくことが、重要な政策課題となる。

このように、再生可能エネルギーの導入を促進していくためには、今後、全量買取制度の導入を検討するだけでなく、同時並行で、再生可能エネルギーの導入の障害になっている法律などが存在しないか、そのような法律をどうのように改正していくべきかを検討していくことが重要になる。

- (1) <http://www.ren21.net/REN21Activities/Publications/GlobalStatusReport/tabid/5434/Default.aspx> より入手可能
- (2) [http://www.gwec.net/fileadmin/documents/Publications/Global\\_Wind\\_2007\\_report/GWEC%20Global%20Wind%20Report%202010%20low](http://www.gwec.net/fileadmin/documents/Publications/Global_Wind_2007_report/GWEC%20Global%20Wind%20Report%202010%20low)

920res.pdf から入手できる。

- (3) 詳細は、RPS法ホームページ (<http://www.rps.go.jp/RPS/new-contents/top/main.html>) を参照。
- (4) [http://www.rps.go.jp/RPS/new-contents/pdf/chosa\\_kekka\\_H22.pdf](http://www.rps.go.jp/RPS/new-contents/pdf/chosa_kekka_H22.pdf) を参照。
- (5) サーチチャージの額は、電力会社によって異なり、北海道電力及び北陸電力は〇・〇一円／キロワット時、東北電力、東京電力、関西電力は〇・〇三元／キロワット時、中部電力、中国電力、四国電力、沖縄電力は〇・〇六円／キロワット時、九州電力は〇・〇七円／キロワット時となっている。
- (6) 詳細は、[http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004629/frame\\_work.html](http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004629/frame_work.html) を参照。
- (7) 全量買取制度が導入された後も、住宅用太陽光に関しては余剰電力の買取制度が継続される。

# ドイツにおける再生可能エネルギーの現状

名古屋大学生命農学研究科准教授 淡路 和則

## はじめに

ドイツは再生可能エネルギー先進国として注目を集めている。二〇〇〇年の再生可能エネルギー法がきっかけとなってブームといわれるほどの関連施設投資を誘発し、再生可能エネルギー供給の裾野が急激に広がった。そのなかで、農業・農村と深く関わるバイオマスエネルギーに焦点を据えてその展開動向をみることにしたい。

## 1 再生可能エネルギーの位置

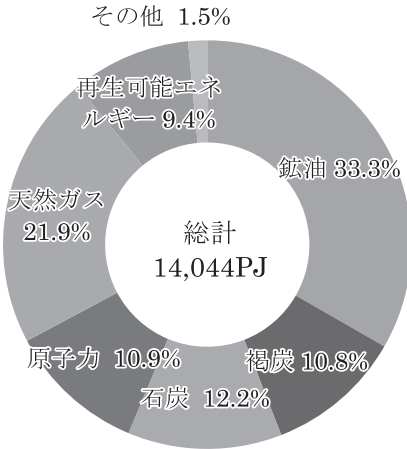
ドイツのエネルギーの供給構造をみたものが第1図である。一次エネルギーに占める石油等鉱油の割合は三三・三%、天然ガスは二一・九%であり、石炭、褐炭の占める割合も比較的高く、両者を合わせると二三%となっている。こうしたなかで再生可能エネルギーの割合は九・四%と、廃止の方向が定まった原子力と肩を並べるほ

どになっている。

再生可能エネルギーの内訳(第1表)をみると、最も多く一二四TWh、次いで電気一〇五TWh、燃料三五TWhとなっており、その割合は、それぞれ四七・〇%、三九・七%、一三・三%となっている。そして、その再生可能エネルギーは、現在輸入している化石エネルギー原料のうちの七四億ユーロ分と代替しており、エネルギーの国内自給を高める効果をもっている。さらに、再生可能エネルギーの利用によって二酸化炭素が一六・三万トン削減されている。

この再生可能エネルギーの現在のシェアは一割程度であるが、伸長の途上にある(第2図)。二〇〇〇年以前は四%に満たなかったシェアが、この一〇年で二・八倍に伸びているのである。さらに、ドイツ政府は、二〇二〇年までに最終エネルギー消費に占める再生可能エネルギーの割合を一八%にする目標を立てている。つまりあと

第1図 エネルギーの供給構造



## 2 再生可能エネルギーの経済規模

エネルギー市場での再生可能エネルギーの規模をみて

一〇年で再生可能エネルギーのシェアを現行水準の二倍にしようというものである。これは政府の公式な目標であるが、再生可能エネルギーの推進を担う組織の試算によれば、二〇二〇年までにシェアを二八％に引き上げることが可能としている。

第1表 再生可能エネルギーの内訳

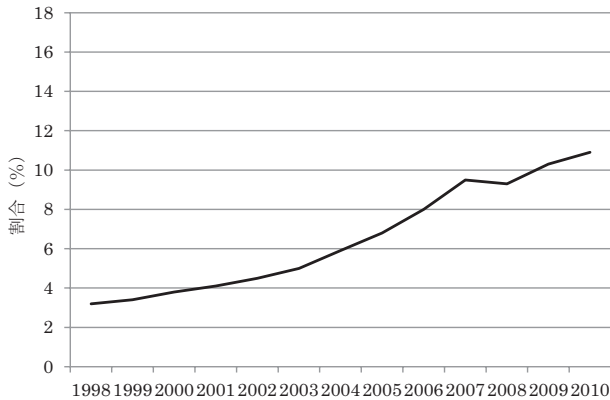
|                  |         |       |        |       |         |
|------------------|---------|-------|--------|-------|---------|
| 再生可能エネルギー 計      | TWh     | 264.7 | (100%) |       |         |
|                  | 内訳      | 電気    | TWh    | 105.2 | (39.7%) |
|                  |         | 熱     | TWh    | 124.3 | (47.0%) |
|                  |         | 燃料    | TWh    | 35.2  | (13.3%) |
| 最終エネルギー消費に占める割合  | %       | 10.5  |        |       |         |
| 1次エネルギーに占める割合    | %       | 9.4   |        |       |         |
| CO2 排出削減量        | 百万t     | 116.3 |        |       |         |
| 輸入化石エネルギー原料との代替額 | 10 億ユーロ | 7.4   |        |       |         |
| 外部費用削減額          | 10 億ユーロ | 8.3   |        |       |         |

おきたい。供給したエネルギーの売上額を示したものが第2表である。再生可能エネルギー全体では、三三三億ユーロ（約四兆円）に相当する。そのなかで最も大きいのが太陽光であり、次いで大きいのがバイオマスであり、両者で七五％を占めている。

再生可能エネルギーの拡大に必要な投資額をみても著しく増大していることがわかる。二〇〇五年に一〇六億ユーロだった投資額が、二〇一〇年には二八六億ユーロ



第2図 再生可能エネルギーのシェアの推移



と五年間で二・五倍に伸びている(第3図)。投資が増え、再生可能エネルギーの供給施設が増えることによってエネルギー市場での売上高も増大するという拡大構造がみてとれる。

こうした投資が活発になされることによって雇用も拡大する。再生可能エネルギーに関わるプランニング、製

第2表 再生可能エネルギーの売上高

|       | 売上高<br>(百万ユーロ) | 割合<br>(%) |
|-------|----------------|-----------|
| 地熱    | 1,003          | 3.0%      |
| 風力    | 5,650          | 16.9%     |
| 水力    | 1,420          | 4.3%      |
| 太陽光   | 13,900         | 41.7%     |
| バイオマス | 11,400         | 34.2%     |
| 計     | 33,373         | 100.0%    |

可能エネルギーの割合を一八%にするという目標年である二〇二〇年には、五〇万人の雇用となる見込みである。国民経済全体に閉塞感さえある停滞状態のなかで、成長が期待できるホットな分野となっている。

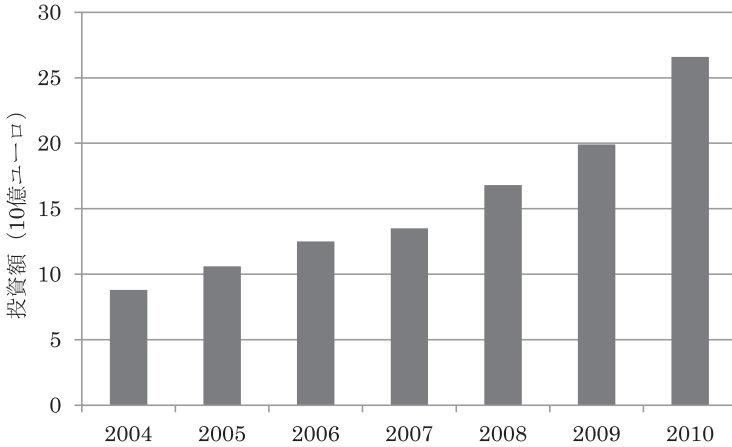
このように、再生可能エネルギーは、環境と資源の観点からのみならず、社会経済的観点からも大きなインパクトをもつものとなっている。

3 バイオマスエネルギーへの期待

再生可能エネルギーの伸長は著しく、今後も拡大させ

造、販売、施工などの業務に二〇〇八年で約二七万八千人が従事していると推計されている。これは、その一〇年前の一九九八年時点と比べると四倍の伸びとみられており、二〇〇八年だけでも二万八千人の増加となっている。再生

第3図 再生可能エネルギー分野への投資額



ることが政策目標に掲げられていないなかで、重要な柱となり今後の進展においても期待されているのが、バイオマスエネルギーである。現在、再生可能エネルギーの七

第3表 再生可能エネルギーの構成割合

|             |       |
|-------------|-------|
| 水力          | 7.5%  |
| 風力          | 13.7% |
| バイオマス(動力燃料) | 13.0% |
| バイオマス(発電)   | 12.1% |
| バイオマス(熱)    | 45.5% |
| 太陽熱         | 1.9%  |
| 地熱          | 2.0%  |
| 太陽光         | 4.2%  |

割をバイオマスエネルギーが担っている(第3表)。表には示していないが、電力、熱、動力燃料の利用種別に再生可能エネルギーのなかでのバイオマスエネルギーのシェアをみると、電力三〇%、熱九二%、動力燃料一〇〇%となっている。

#### 4 エネルギー供給と農地利用

このバイオマスエネルギーで注目を集めているのがエネルギー作物である。エネルギー利用されるバイオマスには、有機性廃棄物や森林資源など多様なものがあるが、農地利用という観点からエネルギー作物の振興は興味深い。エネルギー作物とは、エネルギー生産に供されることを目的に栽培

される作物である。ドイツでは、バイオディーゼル燃料生産に仕向けられるナタネ、バイオエタノール原料となる小麦や甜菜、バイオガスプラントでメタン発酵のために用いられるとうもろこし、穀類

などがそれにあたる(第4図)。バイオガスパラントについては、説明を加えておきたい。バイオガスパラントは畜産分野で導入が進んでいるが、家畜糞尿のみではバイオガスの発生量が少ないため、とうもろこしなどと混合発酵させてガスを量が高めることが一般的に行われている。

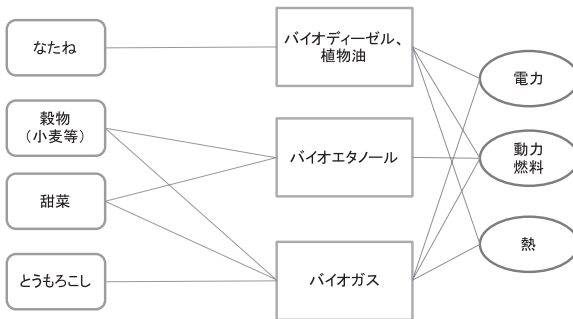
このようにエネルギー生産のために農地で生産される作物が利用されているのである。そこで農地利用の観点から、再生可能エネルギー供給をみることにしたい。

ドイツにおいて農用地は国土の約半分を占めている。この土地資源を利用してエネルギーを供給しようという考えである(第5図)では、現在、この農用地がどのように使われているかをみると、農用地一八八〇万haのうち飼料生産に一〇二〇万ha(五四%)、食料生産に四五〇万ha(二四%)が利用されており、エネルギー作物には八・五%に当たる一六〇万haの農地が利用されている。農用地の約八割がフードセクターでの利用であり、残りの部分の半分近くがエネルギーセクターでの利用に割かれていることになる。

そのエネルギー作物の仕向先は、バイオディーゼル燃料(BDF)、バイオガス、バイオエタノールである。それぞれの作付構成をみると、最も多いのがBDF用のナタネであり、エネルギー作物作付の五六%を占めている。

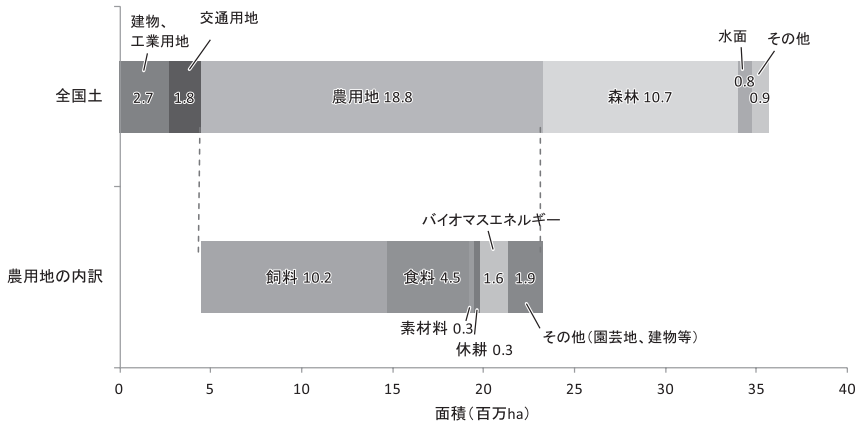
(第6図)。ドイツのBDFは、ナタネから搾油した油を直接バイオディーゼル燃料化しており、日本で主流となっている廃食用油の利用は多くはない。このナタネは食用以外の目的に利用されることを前提として生産されているため、食用油に仕向けることはできない。次いで多いのが、バイオガス向けのとうもろこし、穀物の作付であり、エネルギー作物の作付面積の三一%を占める。これらも上記ナタネと同様に、エネルギー生産のためにバイオガスパラントに投入することを前提に生産されており、食用あるいは飼料用に利用することはできない。ドイツでは、バイオエタノールよりもBDFの取り組みが進んでおり、エタノール用の穀物、甜菜の作付面積の割合は一三%程

第4図 エネルギー作物の用途

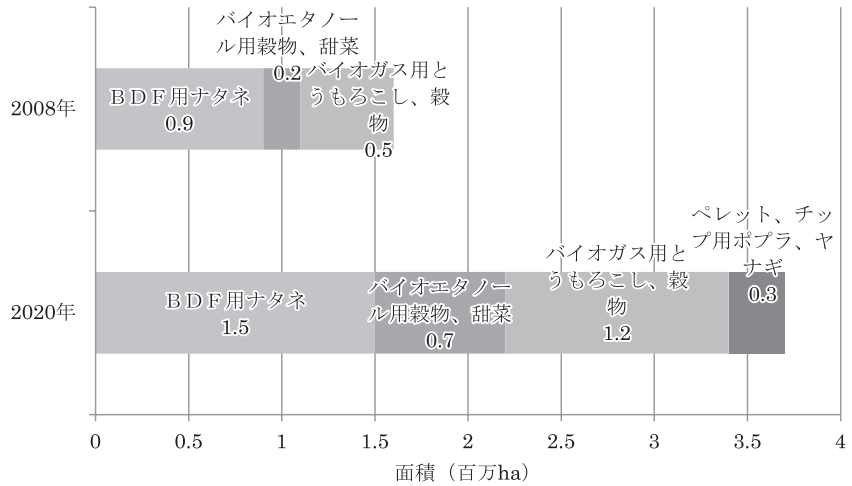


面積の三一%を占める。これらも上記ナタネと同様に、エネルギー生産のためにバイオガスパラントに投入することを前提に生産されており、食用あるいは飼料用に利用することはできない。ドイツでは、バイオエタノールよりもBDFの取り組みが進んでおり、エタノール用の穀物、甜菜の作付面積の割合は一三%程

第5図 ドイツの国土利用



第6図 エネルギー作物の作付規模の現状と見込み



である。今後、農用地でのエネルギー作物生産をどのように伸ばしていくかを示しているのが第4表である。二〇二〇年までに、エネルギー作物の作付面積を三七〇万haにする目標が掲げられている。二〇〇八年時点の二・三倍の面積である。この面積増加は、次の四つの要因を踏まえて算出されたものである。第一に、技術進歩等による増収効果により、食料、飼料生産に向けられる

第4表 バイオエネルギーへの農地利用の増加見込み  
(百万 ha)

|                          |                          |      |
|--------------------------|--------------------------|------|
| バイオエネルギー向け農地利用面積 (2008年) |                          | 1.6  |
| 増<br>減                   | 増収効果による面積増加              | +1.0 |
|                          | 休耕地、その他農地の利用             | +0.8 |
|                          | 人口減少に伴う飼料、食料の需要減少による面積増加 | +0.4 |
|                          | 住居、交通用地への利用転換による減少       | -0.1 |
| バイオエネルギー向け農地利用面積 (2020年) |                          | 3.7  |

農地が節約され、その分エネルギー作物の生産に向けられる面積であり、一〇〇万 haが見込まれている。第二に、休耕地、未利用地をエネルギー作物生産に向けることであり、八〇万 haの増加が見込まれている。第三に、人口減少に伴う食料需要の減少から、食料、飼料生産からエネルギー作物生産へシフトされる面積であり、四〇万 ha

の増加と計算されている。逆に面積が減る要因として、宅地化や道路な交通用地への転換が挙げられており、一〇万 haの減少が予想されている。これらの要因による増減の結果、二〇二〇年の三七〇万 haという農地利用面積がエネルギー作物生産に向けられる計画である。その作付内訳は、第6図に示された通りである。すべてのエネルギー作物の作付面積の増加が見込まれているが、供給に減退がみられる BDF の伸び率は相対的に小さく、バイオガス、バイオエタノールに向けられるエネルギー作物の伸びは大きく見積もられ

ている。また、ヤナギやポプラの一種である樹木類の多年生植物の作付も新規的なエネルギー作物として増加が見込まれている。

### 5 再生可能エネルギー法

この再生可能エネルギーの普及に深く関わっている法律が、二〇〇〇年四月に施行された再生可能エネルギー法である。再生可能エネルギーを拡大するために、同法は再生可能エネルギーによって生産された電力を固定価格で買い取ることを電力供給事業者に義務づけている。買取義務は二〇年間に及ぶものであり、これによって発電へのインセンティブが高められた。多少前史的なことに触れると、買取義務自体は、再生可能エネルギー法以前の一九九一年に施行された電力供給法によって導入されていたが、その買取価格は固定化価格ではなく、電力の小売価格に対する比率で定められおり、しかも電力市場の自由化によって電力の小売価格は下がる傾向にあった。そのようななかで、電力供給法に替わって再生可能エネルギー法が導入されたのである。同法の施行によって長期的に高い買取価格が設定され、ラッシュといわれるほど再生可能エネルギーへの投資が盛んに行われた。買取価格は、総コストの回収可能性を考慮してエネルギー源によって異なった単価が設定されてい

る(第5表)。太陽光が飛び抜けて高く、次いでバイオマスであるが、太陽光の五分の一に満たない水準である。とはいえ、電力供給法下よりも三割以上の上昇となっており、関連投資へのインセンティブが高められた。

この法で、消費エネルギーに占める再生可能エネルギーの割合を二〇一〇年までに二倍にするという目標が掲げられた。二〇〇〇年当時一次エネルギーで二・九%だった再生可能エネルギーの割合が、二〇一〇年に九・四%となっていることからすれば、当初の目標は達成されているといえる。

以下、ドイツで特徴的なバイオガスとバイオディーゼルを事例として、この法とバイオマスエネルギーの進展をみていくことにしたい。

### 6 再生可能エネルギー法とバイオガスプラントの進展 投資誘因となったエネルギー関連法

農業セクターにおけるバイオガスプラントは、家畜糞尿に食品残さなどの有機性廃棄物を混合して嫌気発酵させてバイオガスを回収し、そのエネルギーを利用しようというものである。

バイオガスプラント自体は、真新しいものではなく第二次大戦後の燃料不足やオイルショックに直面して一時ではあるが注目を集めた。しかしながらエネルギーの

不足や価格の問題が過ぎれば忘れ去られてしまい普及には至らなかった。

このバイオガスプラントが広く普及する契機となったのは、一九九〇年の電力供給法の導入である。これ以降、バイオガスプラントが徐々に増加していったのである(第7図)。また、同法によってバイオガスのエネルギーの利用形態も変化した。一九九〇年以前のバイオガスプラントは主としてガスを直接燃焼させて熱を自家利用するものであったが、電力供給法の導入を機に電気と熱を供給する電熱併給の形が主流となって行ったのである。

第5表 再生可能エネルギー法(2000年)による電力の買取価格

|                     |              | マルク表示<br>(ペニヒ/kWh) | ユーロ表示<br>(セント/kWh) |
|---------------------|--------------|--------------------|--------------------|
| 太陽光                 |              | 99.0               | 50.62              |
| バイオマス               | 出力           |                    |                    |
|                     | 500kW まで     | 20.0               | 10.23              |
|                     | 500kW 超—5MW  | 18.0               | 9.20               |
|                     | 5MW—20MW     | 17.0               | 8.69               |
| 風力                  | 運転年数         |                    |                    |
|                     | 1—5 年(地域差あり) | 17.8               | 9.10               |
|                     | 60—20 年      | 12.1               | 6.19               |
| 水力、ごみ集積ガス、坑内ガス、下水ガス | 出力           |                    |                    |
|                     | 500kW まで     | 15.0               | 7.67               |
|                     | 500kW 超      | 15.0               | 7.67               |
| 地熱                  | 出力           |                    |                    |
|                     | 20MW まで      | 17.5               | 8.95               |
|                     | 20MW 超       | 14.0               | 7.16               |

注：1) 2001年から運転開始年次が1年遅くなるごとに買取価格は1%低減することになっている。

2) ユーロ導入時の換算レート1ユーロ=1.95583マルクを利用。

## ドイツにおける再生可能エネルギーの現状

さらに普及を加速させたのが、上記の再生可能エネルギー法（二〇〇〇年施行）である。電力買取り価格が三割ほど上がり、しかも二〇年間固定されることになり、投資を誘発した。

高い補償価格水準によって、バイオガスプラントを普及させることに成功したといつてよい。

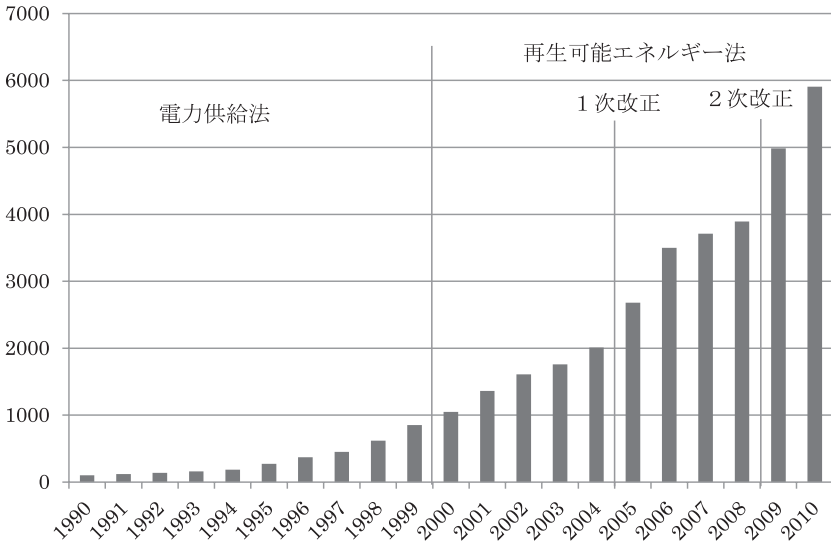
### (2) エネルギー効率の向上と農地利用とのリンク

二〇〇四年に再生可能エネルギー法は全面改定された。改定再生可能エネルギー法では、電力消費に占める再生可能エネルギーの割合を二〇一〇年までに一二・五%、二〇二〇年までに二〇%にするという目標の引き上げがなされた。

バイオマスによる発電電力の買取り価格に対しては、出力クラスが細分化され小規模クラスの「一五〇キロワットまで」のクラスが創設され、最も高い買取り単価が設定されている。また、上限についても撤廃された。敢えて単純化するならば、小規模と大規模への優遇がなされたとみることができる（第6表）。そして、ガス利用についても、ガス系統に供されたガスをバイオマスの量に熱換算して買い取りの対象としたのである。

さらに注目すべきポイントは、三種類のボーナス加算が創設されたことである。これはバイオガス利用において大きな意味をもつものであった。

第7図 バイオガスプラント数の増加



ひとつの目は、利用するバイオマスに対する加算であり、エネルギー作物の利用の場合に一kWhにつき六ユーロセントを上乗せするというものである。これによって、エネルギー作物を利用する優位性が高められた。それまでは、バイオガスのガス発生効率を高める食品残さ等の有機性廃棄物を求めて過当な獲得競争が繰り広げられていた。排出者においては廃棄物や副産物である残さの需要に応じて主産物の生産量を調整することがないため、残さ等の量的確保が難しくなったのである。しかし、エネルギー作物であれば、計画的に安定的に供給が可能である。また、エネルギー作物の生産においてバイオガスパラントの発酵残さを液肥として利用できることから、資源循環が形成される。こうした意味から、エネルギー作物利用に対するボーナス加算は、バイオガス生産と土地利用の結合を高めたものとみることができ、二つ目は、熱利用を高めるための誘導であり、電熱併給に対してボーナス加算を創設したことである。電熱併給が決められた基準を満たしていると認められたプラントの電力の単価に対して二セント／kWhを上乗せするというものである。これまで電力の買取り価格の高さが誘因となってバイオガスパラントが急増したのであるが、電力を売ることに関心が集中して電熱併給システムになっていくにも関わらず熱利用に対する関心が薄かっ

第6表 改正再生可能エネルギー法（2004年）による電力買取価格

(ユーロセント/kWh)

|             |            | 150kWまで | 500kWまで | 5MWまで | 5MW超 |
|-------------|------------|---------|---------|-------|------|
| 基本買れ価格      | 既存プラント     | 10.23   |         | 9.20  | 8.69 |
|             | 2004年導入    | 11.50   | 9.90    | 8.90  | 8.40 |
|             | 2005年導入    | 11.33   | 9.75    | 8.77  | 8.27 |
|             | 2006年導入    | 11.16   | 9.60    | 8.64  | 8.15 |
| エネルギー作物ボーナス | 全プラント対象    | 6       | 6       | 4     | —    |
| 電熱併給ボーナス    | 既存プラントは適用外 | 2       | 2       | 2     | 2    |
| 技術ボーナス      | 既存プラントは適用外 | 2       | 2       | 2     | —    |

たことは否めない。エネルギー利用効率の観点からは、発電で利用されるエネルギーは三〇％台であり、効率を上げる工夫が必要がある。そこで、熱利用を高め、文字通りの電熱併給の形をつくることで得られたエネルギー



を有効に利用することを目標としたのである。

三つ目は、環境にやさしく発電の効率が高い技術に対するボーナスである。電熱併給を行っており、かつ電力が燃料電池、ガスタービンエンジン、スチームエンジンなど指定された発電の技術システムが導入されている場合に二セント／kWhの加算がなされるといふものである。

再生可能エネルギー法はさらに二〇〇八年に改正され、二〇一〇年八月からの買取り価格の基本部分が若干引き下げられ、エネルギー作物、電熱併給へのボーナス加算を厚くした形となっている。また、小規模プラントへの優遇がなされている。さらに、同年に再生可能エネルギー・熱法が施行され、二〇〇九年以降に建築する建物施設について、利用する熱の一定割合以上を再生可能エネルギーによって供給されることが義務づけられた。これにより、熱利用への動きがさらに加速した。

## 7 バイオディーゼルの展開と関連法制度

### (1) 休耕地を利用したナタネ生産とバイオディーゼル燃料

ナタネとバイオディーゼル燃料(BDF)生産はドイツにおけるバイオマス利用で特徴的のものひとつとなっている。地球温暖化対策、化石エネルギー依存の低下

という目標に加え、ナタネの景観形成機能が評価され、普及拡大が進められてきた。ドイツの農村を美しく彩るナタネの黄色の絨毯は、環境にやさしい美しい油田となっている。

日本でのBDFは、多くが廃食用油をメチルエステル化して製造したものであるが、ドイツでは搾油したナタネ油を直接BDFにしたものがほとんどである。このことは、原料であるナタネが、休耕地で作付され、エネルギー利用することを前提に生産されていることと大きく関わっている。

一九九二年にEUで穀物の供給過剰問題を回避するために休耕義務が導入されていたが、二〇〇三年のEU農政改革でエネルギー作物を休耕地に作付することが認められた。飼料・食料に供するものではない非食用としての用途を契約することによって作物を休耕地で生産することができるようになったのである。さらに、エネルギー作物の推進のための支援措置として、四五ユーロ/haの助成がなされた。これがBDFのナタネ生産を促進する要因のひとつとなっている。

### (2) BDF普及に関わる二つの制度

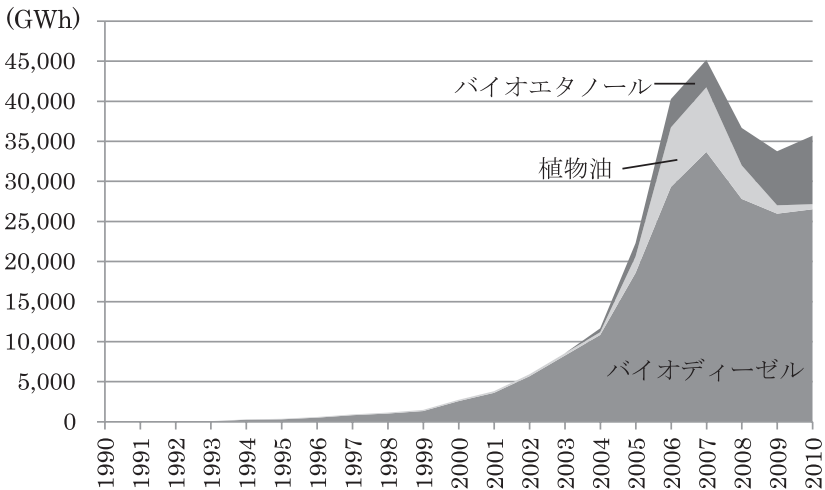
ドイツでのBDF供給の推移は第8図に示されている。二〇〇〇年頃から急速に供給量が増加したことは、鉱油税(環境税)の一五ユーロセント/リットルが

非課税であることが大きく関わっている。これにより、課税対象である軽油よりも低価格で販売され、BDFへの関心を高める要因となったのである。さらに、二〇〇四年に一般軽油にBDFを五%まで混合することが認められ、普及に拍車を掛けたのである。

非課税措置によって一般の軽油に比べて価格を低く設定して利用者を伸ばしてきたBDFであるが、二〇〇七年以降、純粋なBDF(B100)にリットル当たり九ユーロセントのエネルギー税が課税されることになり、価格の優位性が小さくなった。それにもなつてBDFの売り上げが減少することが起こった。しかしその一方で、二〇〇七年一月からBDFの混合が義務化され、一般軽油にBDFが四・四%混合されるようになった。

混合義務とエネルギー税課税という追い風と逆風が同時に吹く状況といえるが、混合義務が二〇一四年まで四・四%で固定化されている一方で、エネルギー税は段階的に引き上げられることになり(第7表)、大幅な需要増加が見通しづらくなった。また、二〇〇七年からエネルギー作物の助成金が三割カットされ、二〇〇九年産で終了となった。このような状況は、生産を刺激するものではなくなっている。それに対して、二〇一五年まで無課税となっているバイオエタノールは増加傾向にある。

第8図 バイオ燃料供給量の推移



第7表 バイオディーゼルへの  
エネルギー税額

| 年次        | 課税額<br>(セント/リットル) |
|-----------|-------------------|
| 2006      | 9.00              |
| 2007      | 9.00              |
| 2008      | 14.88             |
| 2009      | 14.29             |
| 2010-2012 | 18.60             |
| 2013-2014 | 45.03             |
| 一般軽油課税額   | 47.04             |

8 むすび

電気、熱、燃料のいずれの供給にもキーとなっているバイオマス利用は、再生可能エネルギー普及拡大において主力としての役割を担っている。そのなかで注目されるのは、農地の利用である。農産物過剰問題から休耕が求められる農地をエネルギー生産にシフトさせる戦略である。これには、食料自給率が高いドイツにおいても「燃料か食料か」の議論がある。しかしながら、再生可能エネルギー分野で雇用を創出し、農業経営の新たな収入源となっていること、さらには地域内での所得増加に結びついていることは事実である。

法整備についてみると、二〇〇〇年の再生可能エネルギー法によって長期で固定的な高水準の買取価格が示され、再生可能エネルギーへの投資が急増した。量的な普及・拡大が実現したといえる。そして、二〇〇四年の改正再生可能エネルギー法では、エネルギーの利用効率が考慮された体系となり、再生可能エネルギーの推進は拡大のフェイズから新たに利用効率を上げるフェイズに入ったとみることができる。そのなかで、エネルギー作物を軸に農地利用とのリンクが明確化したといえる。

また、小規模な単位を優遇する措置がなされているのは、エネルギー利用について小規模分散構造が考えられているからである。再生可能エネルギーの生産とそれにとりまなう副産物利用などを含めて、資源循環を基本に地域内で付加価値を形成し、地域の経済を活性化させる目的が政策に含まれているのである。バイオマスエネルギー分野は、農業生産所得が縮小するなかで、農業・農村を支える柱として期待されている。

# デンマークにおける再生可能エネルギーの現状 —特にバイオガスについて—

コペンハーゲン大学食料資源経済学研究所 主席研究員 ブライアン・ヤコブセン

訳者：猪尾 祥一（東京大学大学院農学生命科学研究科  
・資源経済学専攻修士課程一年）

## 1、背景

ヨーロッパの再生可能エネルギー生産の割合は、電力の一八％、輸送の五％、熱生産の一四％に達している。この割合は年々安定的に増加しており、二〇二〇年には主にバイオマスによって、電力の三七％、輸送の一〇％、熱生産の二〇％に達すると予測されている。これは、一九九〇年から二〇二〇年の間にCO<sub>2</sub>排出量を二〇％削減するというEUの提言に適合していると言いう事が出来るだろう。EU全体での目標は二〇二〇年時点で再生可能エネルギーが全エネルギー消費の二〇％を賄うようにする事である。デンマークでは使用エネルギーにおける再生可能エネルギーに基づく部分の割合を、現在の二〇％から二〇二〇年までに三〇％にし、かつ二〇五〇年まで

化石燃料の利用を漸次的に廃止することを目標に定めている。

再生可能テクノロジーに着手するに当たっては、単位当たりコストが下がるまでは経済的なサポートが必要であると、欧州委員会が結論付けているように、そうした変化のためには各種政策が必要である。そうしたサポートは、人々の行動の望ましい変化を促すためには納税者負担によってではなく、消費者負担によって賄われるべきである。

以上のことから農業セクターは、バイオエネルギー・バイオガスを供給し、そしてそれが輸送、電力および熱生産に使われるという点で重要な役割を担っている。ここでの論点はいかにして農業セクターはグリーンエネルギーを供給し、かつ環境に親和した解決策を打ち出す事

が出来るかという点、そしてそれと同時に、農産物生産量を維持・拡大し、増大していく人口に対して食料を提供しなければならぬという点である。

本稿では、まずデンマークにおけるバイオガス生産の発展、およびドイツ・スウェーデンといった他のEU諸国における発展に目を向ける。その後、デンマーク・ヨーロッパにおける農業生産およびグリーンエネルギーに関する将来のトレンドについていくつかの考察を加えるのに先立って、バイオガス生産に関して、農業部門における論点について議論する。

## 2、ヨーロッパにおけるバイオガスの発展

### 2・1、デンマーク

デンマークは四四〇〇〇km<sup>2</sup>の面積を抱え、そのうち農用地は二・六百万haである。およそ三分の二の農業生産物は輸出されている。畜産の生産物は主に乳牛と豚の生産であり、家畜の密度はおよそ一ha当たり一家畜単位があり、乳牛は一頭一・三家畜単位である（一家畜単位＝一〇〇kg 窒素量）。

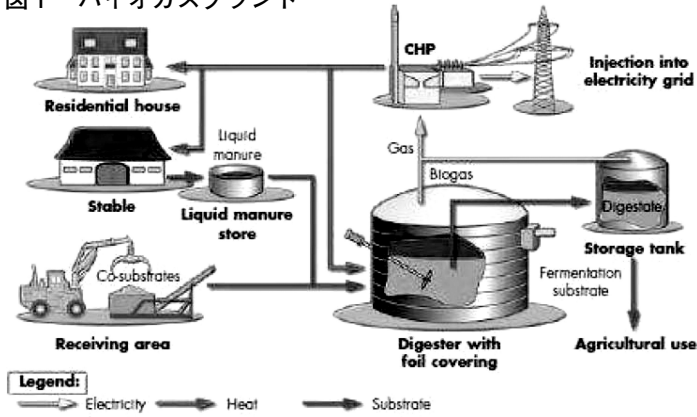
農業による環境負荷を軽減するため、過去二〇年で幾つかの計画が採択されてきた。各種排出量への影響を見つめると、窒素の放出は一九八〇年代の水準から五〇％の削減、アンモニアと二酸化炭素については一九九〇年

代の水準からアンモニア三八％、二酸化炭素二八％の削減を実現してきた。そして、これらは農業生産物の減少なくして実現されてきているのである。このような発展にも関わらず、ヨーロッパの水、アンモニア、二酸化炭素排出に関する二〇二〇年目標 (European 2020 requirements on Water, Ammonia and CO<sub>2</sub>-emissions) に応えるにはさらなる削減が求められる。

デンマークは大規模な共同利用型バイオガスプラントの発展における先進国の一つになっている。バイオガスプラントの増加は、一九八〇年代と一九九〇年代に様々な事情の結果として生じた事象である。一つの要因は、ガス生産を促進する廃棄物（魚油や屠畜場からの廃棄物など）の利用が容易だったことであり、それは地域独自の熱生産の存在と結びついていた。他の要因としては、革新的な農場経営者の存在と、成果を素早く広めるためのシステムが整っていたことが挙げられ、その事はシステムの改善に役立った。徹底的なテストプログラムは、その成果によるバイオガスプラントの効率性と収益性の向上を確かなものにする助けとなった。そして最後に、良好で安定的な投資のための環境を作り出すために、政策的なバックアップがなされたというのも要因の一つである。

共同利用型バイオガスプラントからの利益は一九八〇年代から一九九〇年代まで上昇しており、工場は次第に

図1 バイオガスプラント



お互いから学習し合う事によって効率的になっていった。工場は一日に一〇〇km<sup>3</sup>〜四〇〇km<sup>3</sup>のバイオマスを投入され、投入一m<sup>3</sup>毎に二五m<sup>3</sup>〜一〇〇m<sup>3</sup>のメタンを生成した。バイオガスプラントのプロジェクトは時に許可を受けるのに四、五年を要し、さらに地域の熱電併給プラントへのバイオガス販売や、他の農場経営者への対応といった手間も必要としたため、多くの場合プロジェクトは有力で熱心な農場経営者たちによって設立された。バイオガスプラントの建設者が

受けるのに四、五年を要し、さらに地域の熱電併給プラントへのバイオガス販売や、他の農場経営者への対応といった手間も必要としたため、多くの場合プロジェクトは有力で熱心な農場経営者たちによって設立された。バイオガスプラントの建設者が

表1 EU27ヶ国におけるバイオガスの生産(2009年)

|           | バイオガス (ktoe) | 人口1人当生産量 (ktoe/1000inbab.) | 電気 (GWh) | 熱 (ktoe) |
|-----------|--------------|----------------------------|----------|----------|
| ドイツ       | 4,213        | 52                         | 12,562   | 31       |
| 英国        | 1,724        | 28                         | 5,592    | 0        |
| スウェーデン    | 109          | 12                         | 34       | 16       |
| デンマーク     | 100          | 18                         | 325      | 26       |
| EU-27ヶ国合計 | 8,346        | 17                         | 25,174   | 174      |

出所： Eurobserv'er (2010). Biogas barometer. <http://www.eurobserv-er.org/pdf/baro200b.pdf>

想定する期待生産量は、多くの場合実際のバイオガス生産量を大きく上回っていたというのは当初においても明らかであった。デンマークでは一九九八年から二〇〇八年にかけて、新たな共同利用型バイオガスプラントへの投資は行われなかった。それにはいくつか理由がある。一つの要因は、

ガス生産を促進する廃棄物の利用が難しくなった事が挙げられる。バイオガスプラントは以前まで廃棄物を受け取る際には代金が支払われていたのだが、今は代金を払って廃棄物を買わねばならなくなったからである。この事は収入の低下を招いた。現在、デンマークのバイオガスプラントは電力の代金として kWh 当たり 10・4€ を得ており、そのうち 6€ は補助金である。補助金はグリーン電力に対する追加料金という形で消費者から支払われている。その額は次第に高まっているものの、大規模プロジェクトの収益性を高め、銀行からの資金調達を可能にするためには未だ十分な水準ではない。もう一つの要因は、工場の近隣住民は悪臭や、増加する輸送による騒音を嫌がるため、バイオガスプラントをどこに建設するかが問題になるということである。二酸化炭素排出の削減を実現するグリーン電力に対する補助金の水準は、バイオガスを利用したものに対する補助金額が、他の手段によるものへの額より大きくならないように設定されている。この手法は、デンマークにおけるグリーン電力への補助金の水準はドイツにおける水準よりも低いという事を示している。

代替案として、二つの異なる方向が試みられている。一つ目は市町村において家庭から出る廃棄物を利用する方法であるが、これは十分成功したとは決して言えない

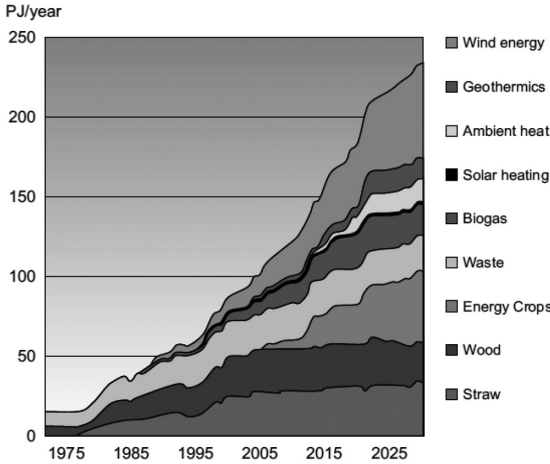
ものであった。生産量は十分では無かったし、工場から出る匂いは受け入れがたいものであった。二つ目の方法は、共同利用型バイオガスプラントに対する個別処理型バイオガスプラントの普及であった。農場のサイズの拡大につれて、この発展は自然な進歩であった。個別処理型プラントの数は一九九四年の五基から、二〇〇二年には三六基、そして二〇一〇年にはおよそ六〇基になった。

デンマークでは、バイオガスは熱と電力を生産し、さらにその他にも幅広い有益な効果（堆肥散布の際の匂いの軽減、少ない二酸化炭素排出、よりよいリン（P）のバランスなど）をもたらす多機能な技術である。さらに、バイオガス生産は畜産農場間の伝染病拡散リスクを下げることもできる。五五度以上かつ長時間にわたる熱処理は多くの病原体を殺す事ができる。現在のデンマークのバイオガス生産は四PJ（ペタジュール）であり、政府はそれを二〇二〇年までに一二PJまで伸ばしたい考えである。現在全スラリーの四〇五%が使われているが、目標は二〇二〇年には五〇%のスラリーをバイオガス生産に生かすことである。現在の進捗状況から見ると、それは非常にチャレンジングな課題であると言わざるを得ない。

## 2・2、ヨーロッパにおけるバイオガス

再生可能エネルギーの総生産量は二〇〇五年時点で一〇三Mtoeであり、これは二〇二〇年には二一七Mt

図 2 再生可能エネルギーの発展計画 (2030年)



Renewable energy development until year 2030.  
Source: Energy 21, the Danish Governments Action Plan for Energy.

出所：エネルギー21、デンマーク政府エネルギー行動計画

o eに達すると見られている (toe=tonne oil equivalent [t2G]).ヨーロッパのバイオガス生産は二〇〇九年時点で八、三四六k t o eであった。総生産量のうち、五二パーセントは農業バイオガス、三六%がランドフィルガス(ゴミ埋立地で発生するガス)、残りが下水ガスである。EU内で生産されるバイオガスの半分はドイツで生産されている。イギリスは最大のランドフィルガス生産

国であり、電力生産におけるランドフィルガスの利用促進に取り組んでいる。デンマークでは、一〇〇k t o eの七四%が農業バイオガスに由来している。ドイツはまたEU内のバイオガスによって生産される電力の五〇%を生産しているが、バイオガスによって生産される熱に關してはEU内での生産の一八%を生産するにすぎない。二〇〇九年、デンマークはバイオガスを利用して生産された熱量においてドイツにほぼ並んだ。その理由は、ドイツの多くのプラントは電力だけを生産するものだったのに対し、デンマークにおける熱電併給のコンセプトが高い熱生産をもたらしたからであった。そのためドイツのコンセプトによるエネルギーの効率性はデンマークよりも低く、八五%程度であった(うち四〇%のエネルギーは電力に、四五%は熱に使われた)。

イギリスでは農業バイオガスに關してはほとんど進歩がなく、酪農場から出るスラリーを用いたバイオガスプラントが最も効率性が高いという事が分析によって示されている。トウモロコシのようなエネルギー作物の高い割合での利用は経済的なりターンの上昇は望めないが、もしより高いエネルギー生産を目的とするのであれば、エネルギー作物もエネルギー生産の手段として含まれてしかるべきである。

## 2・3、ドイツ



ヨーロッパの多くの国はエネルギーにおいてロシアやその近隣の国々に依存しており、そのためヨーロッパ各国はそうした一者の巨大供給者への高い依存度から脱却しようと試みている。一九七〇年代のデンマークのエネルギー戦略はその一例である。そしてそれは、グリーン電力への高価格設定に見られるようなバイオガスを支援する枠組みの導入に繋がっていった。ドイツにおけるバイオガスのポテンシャルは総エネルギー消費の三％（四一七PJ）程度であると推定されている。

ドイツは総生産量、および一人当たり生産量の両方においてヨーロッパで最大のバイオガス生産国である。デンマークとは対照的に、近年のドイツでのバイオガス生産は拡大してきている。二〇〇九年におけるプラント数四、一〇〇基であり、二〇〇四年から二倍に拡大している。これらのプラントは主に中規模な個別処理型プラントであり、一基当たり二〇〇から四〇〇kWhの生産が可能である。多く（一、四〇〇基）はバイエルン（南ドイツ）に建てられている。この拡大の要因は高い電力価格であった。電力補助金はプラントのサイズ・原料の種類によって変わる基本部分・加算部分によって構成されている。熱電併給システムへのプレミアムは三€ / kWhである。最も多くのプレミアムは一五〇kWh以下の小規模なプラントでの生産に与えられ、kWh当たり〇・

二五€が加算される。大規模プラント（五〇〇〜一五〇〇kWh）にはkWh当たり〇・一五€が加算される。基本金額はkWh当たり前者で〇・一二€、後者で〇・〇八€である。kWh当たり一三および七€という補助金の金額は、デンマークにおけるkWh当たり六€という金額と比較されてしかるべきである。オランダでは、分析によれば、トータル電力価格はkWh当たり〇・一五€である。

二〇〇四年までドイツのバイオガスプラントは有機廃棄物や糞尿を利用するものであった。二〇〇五年からは（ドイツのバイオガスプラントは）穀物の蒸解（*digestion*）を利用した物になった（糞尿は利用する物もしない物もあった）。ガス生産の向上のために、副産物が加えられたのである。自身の農場から出る糞尿を利用したバイオガス生産は経済的な観点から見て持続性を持たないという結論がここで導かれた。ドイツのバイオガス生産は現在トウモロコシやエネルギー作物を利用して行われている。およそ三〇〇、〇〇〇haの穀物がバイオガスのために使用されていると推定されている。

新しいプラントのいくつかはガスグリッド（配管網）に向けてメタンガスを生産している。バイオガスの大幅な拡大は、バイオガスプラント建造コストの著しい上昇と穀物価格の高騰を招いている。このことはデンマーク

の地価にも影響を与えた。国境近くのデンマークの農場経営者はドイツのバイオガスプラント向けのトウモロコシを生産し高い収益を上げていたのである。トウモロコシ利用によるガス生産量は、トウモロコシ1t当たりおよそメタン300m<sup>3</sup>であり、耕地1ha当たりでは1ha当たり20tのトウモロコシ生産を反映し、6、000m<sup>3</sup>である。また電力から見た1ha当たりの生産水準は、電力生産量でみると、電力の三五%を生産するのに利用されて1ha当たり21、000kWhを生産し、価格で見ると、kWh当たり16€の価格設定を反映して1ha当たり3300€である。これはデンマークで予想される水準のほとんど二倍に相当し、しかもより少ないトウモロコシ消費とより低い電力価格を実現している。

ドイツにおける補助金額は非常に高いので、補助金を使って二酸化炭素排出量を削減することによる社会・消費者への負担を分析するということは理にかなったことである。しかしながら、二〇一二年のバイオガス由来の電力への補助金の額は下がることになりそうである。

## 2・4、スウェーデン

スウェーデンは異なった方向を選択しており、バイオガスを輸送に利用している。その理由は、スウェーデンにおける電力は多くが水力発電によって生産されており、安価だからである。スウェーデンではバイオガスの

多くは家庭からの廃棄物を利用して生産されており、エネルギー作物を利用しておらず、畜産密度が非常に低いことから動物からの堆肥もあまり利用していない。この事は各国における異なる事情がエネルギー政策やバイオガスの利用に対し、いかに影響するかという事を示している。今日、バイオガスは輸送用燃料の〇・三%をカバーしているが、バイオ燃料に由来する(バイオ燃料を五%混合したガソリン)bio九五は二%をカバーしている。バイオガスを輸送に使用されるガスに変換するのに必要なのはバイオガスを天然ガスの配管網を通じて配給出来るようにするのに必要な事と同様である。このスイスのアプローチは、韓国での蔚山からの都市廃棄物を使う取組でも見る事ができる。韓国は二〇一三年から廃棄物の海洋廃棄を禁じられる事になっているのである。

## 3、デンマークにおける今後のバイオガス生産

将来への解決策を見つげるにあたって、よりバイオガスを広めていくことの意義をはっきりさせておく事は重要である。上記のような、デンマークにおけるバイオガス技術は熱と電力の両方を生産し、さらに様々な有用な機能(糞尿散布の際の匂い削減、二酸化炭素削減、好ましいリン(P)バランス)を持つ多機能な技術である。

Nielsen et al.(2002)の分析は、こうした副次的な機能

を含めて考えた場合のバイオガス生産の社会経済的コストはその他の形式のエネルギーと変わらない事を示している。また、二酸化炭素削減のコストの観点から見ると、バイオガスへの取り組みは非常に効率的であると評価できる (Dulgaard et al. 2009)。この非常に肯定的な評価の理由は、この評価が天然ガスの価格が将来的に物価上昇率を超えて高騰する事を想定するエネルギー省 (Ministry of Energy) の予想に基づいているからである。この前提なしでも、バイオガスのコストは1 t CO<sub>2</sub>e 当たり一三〜二〇€と算定され、それでもまだ採算の取れる水準である。しかし副次的な効果を考慮に入れない場合、バイオガスのコストは非常に高く、採算が取れないという事になってしまう。以上より、効果的な補助金がいられるのであれば、バイオガスは社会経済的に効率的だという事が出来る。そのために必要な補助金とは、バイオガスの生産をエネルギー効率の高い形で促進し、かつ同時に価格メカニズムを通じて消費者による効率的なエネルギー使用ももたらす事のできる補助金でなくてはならない。

農業経営者間の緊密な協力と綿密な計画を必要とするという点で、共同利用型プラントへの投資には困難が存在するという事を、デンマークにおける発展の状況は示している。しかし一方で、個別処理型プラントは熱とし

ての利用度が低い。どちらのプラントも、熱を必要としない夏にも熱を生産してしまうという欠点を抱えている。共同利用型バイオガスプラントのもう一つの合理性は、より好ましい栄養素の配分をもたらすことである。多くの農場経営者はバイオガスプラントから栄養素を受け取り、それによって肥料の過剰投入を回避、天然肥料の購入の削減がもたらされているからである。

栄養素の過剰な農場はバイオガスプラントを通じて他の農場に栄養素を送る事が出来るようになった。農場はガス生産に使われたスラリーを受け取りたいと思っている。ガス生産後のものは匂いも少なく、栄養素の構成も確かだからである。動物の糞尿を利用するバイオガスプラントにとって、輸送の問題は重要である。各農場でのスラリーの固液分離は一つの選択肢であり、輸送されるものを固形のもののみにする事が出来る。固形の状態においては、重さは一五%になるが、バイオガスポテンシャルは八〇%を維持できる。しかしながら、個別農場における分離は、バイオガスプラントでの分離より規模の経済の点でコストが高くかかる事が分析によって示されている。バイオガスプラントはおよそ一日一、〇〇〇 t の糞尿投入による運用が効率的であるが、プラントが畜産農場の集まっているところに建てられているのでなければ、輸送費の問題は重大な障害となる。個別処理型プ

ラントは小規模だが、その規模は一日一〇〇〜三〇〇tはほしい。全糞尿の五〇%をバイオガスプラントを通じて処理するという目標のもとでは、平均的なプラントは一日一、〇〇〇tというエネルギー省によって提示されている規模の投入による運用はおそらく出来ない。豚および乳牛からのスラリー投入によるバイオガス生産において、予想される生産量は投入一t当たり一二〜二〇m程度であろうと推計されている。

### 3・1、デンマークにおいて今日採用されている構想

Morso Bionergyは、主にスラリーを用いたバイオガス生産という今日採用されているデンマークの新バイオガス構想の好例である。そのプラントの目的は全体を通じて、持続可能な方法で農畜産業の環境を改善することである。企業の目的は利益だが、しかしそれだけでなく彼らの地元の地域であるMorsが解決策を提示出来るという事を示そうとしている。そのねらいは環境と農場経営双方を利用するような栄養素の好ましい分配である。プラントは年に二三二、〇〇〇t、一日に六五〇tのスラリーを扱うが、そのうちのいくらかはバイオガスプラントに回される前に農場で分離される。表2に示されているように、一七〇、〇〇〇tのスラリーが、移動式上澄水排出技術を利用して分離されている。この技術は一t当たりの分離にかかるコストを削減するのに役に立って

いる。バイオガスプラントには総量の一二%に当たる分離物が投入される。

分離後における固形部分からは高いガス収量を実現している(表3参照)。年に受け取る原料の総量は八一、〇〇〇tである。プラントからの排出物も分離され、固形部分については、エリア内の良好なリンバランスを確保するためエリア外に持っていかれる。この構想は改良されてきており、今では三九〇、〇〇〇tのスラリーを扱うようになっている。この構想によって、農場経営者は一ha当たりでより多くの畜産糞尿由来の窒素を利用する事ができ、そしてそれによって天然由来の窒素の購入を

表2 Morso バイオガスプラントにおける投入産出 (2009年)

|                | 農場      | バイオガスプラントでの受入 |
|----------------|---------|---------------|
| バイオガスプラントへの受入  |         |               |
| スラリー           | 170,000 | 52,000        |
| 農場段階で分離された固形物  |         | 19,000        |
| 家畜糞尿以外のバイオマス   |         | 1,000         |
| 合計             |         | 81,000        |
| バイオガスプラントからの産出 |         |               |
| 液状物            | 54,000  |               |
| 繊維/固形物         | 11,700  |               |

出所： Morso, 2009 <http://www.biogasdk.dk/download/semdec07/Morsoe-Bioenergi.pdf>

減らす事が出来る。一ha当たりの窒素の最大使用限度はデンマークの窒素規制によって制限されており、そのため畜産が集中的に行われている地域で経営を行っているからといって、それ以上の肥料を利用する事は出来ない。法の要求する液体での窒素利用の割合は高く、八五〜九五%である。土壌注入による窒素の利用はアンモニアの排出を減らし、バイオガスプラントの導入以前よりも匂いが軽減される。固形部分については近隣の畜産集約度の低い地域に送られるが、受け取る側の農場経営者の送られて来た肥料に対する需要は高くない事も多い。バイオガスプラントは一時間当たり一、四〇〇kwの熱と一、八〇〇kwの電力を生産する。熱生産に関連する問題は、それが地域の分配施設を必要とし、これが値段を規定してしまう事である。そのため、熱に対する支払額はデンマーク内で著しく異なっている。より多くの共同型プラントはこの構想に基づく方法で建設されているが(例: Maabjerg Bioenergy, 2005) 想定通りの経済的リターンがあるかどうかの検証は将来の評価を待つしかない。

3・2、将来への展望

新しいプラントの検討は、投入する原料のタイプと関連している。ガスポテンシャルは乾物の内容如何に伴って上昇するからである。バイオガス生産に関する現行の

電力補助金では、農場にとって経営的に成り立たないことが、分析によって示されている。エネルギー作物への投入原料の変更か、農場で発生する鶏糞を使うかというのが選択肢であり、それによってバイオガス生産を上昇させる事が出来る(表3参照)。また、固形原料を使う事で、スラリーを使った場合の三〜四倍のバイオガス生産量を得る事が出来る。生産量は九〇日間貯蔵したものが三〇日間貯蔵したものより多いと言えるが、貯蔵時間が長くなるにつれ利益が増加するかは、投入物の内容によって変化する。

3・2・1、バイオガスの天然ガスへの変換

表3 1トン当のバイオガス生産量

|           | 乾物割合(%) | バイオガス生産量<br>(m <sup>3</sup> メタン/投入トン) |
|-----------|---------|---------------------------------------|
| スラリー(豚)   | 3.5-4.5 | 8-20                                  |
| スラリー(乳牛)  | 7-8     | 12-25                                 |
| 鶏糞        |         | 100-120                               |
| 固形物(豚)    |         | 50-80                                 |
| トウモロコシ    |         | 300                                   |
| 魚油        |         | 100-1,000                             |
| 屠畜場からの廃棄物 |         | 40-100                                |

出所: Jacobsen, B.H. (2011). Reducing ammonia emission in Europe? Costs, Regulation and targets with focus on Denmark. Paper for the 18th IFMA conference in Christchurch, New Zealand.

デンマークにおけるバイオガスの拡大のためには、現行の天然ガス配管網を通じて配給する事が出来るようにバイオガスを変換する事が必要であるという事が出来る。これは幾つかのヨーロッパの国では既に行われている（イギリス、ドイツ等）。バイオガスは五〇〜七〇%のメタン、二五〜五〇%の二酸化炭素、〇〜一〇%の窒素で構成されている。この変換のためには、大部分の二酸化炭素と硫化水素を取り除き、変換後の物質が九八%のメタンで構成されているようにする必要がある。

デンマークにおける天然ガスを使用するのにかかる費用はおよそメタン一m<sup>3</sup>当たり〇・四€である。スラリーを利用したバイオガス生産の費用はおよそメタン一m<sup>3</sup>当たり〇・五四€であり、変換が行われる場合、メタン一m<sup>3</sup>当たり〇・六七€に上昇する。もし現在グリーンメタン生産に支払われるとすれば、その費用は一m<sup>3</sup>当たり〇・四€まで下げる事が出来る。そうなれば、バイオガスの地域における熱利用と、天然ガス配管網による配給という条件のもとでも、バイオガス企業はすぐにこの選択肢の利用に関心を持つだろうと言われている。さらに、変換にかかるコストを下げるための実験が行われている。変換したガスを利用するにあたっての利点は、バイオガスをメインとする供給者にも売れる事が出来るという点と、

一年中利用する事が出来るという点がある。Danish Gas Centreは、熱生産者はバイオガスと天然ガスの両方を利用する事を選ぶとの分析結果を提示している。夏の間はバイオガスを天然ガスに変換して使い、冬の間にはバイオガスと天然ガスの両方を熱生産のために使うのである。その変換には、変換する量にもよるがメタン一m<sup>3</sup>当たりでおよそ〇・一三〜〇・二€程度かかると見込まれている。量が多いほど、単価は下がっていく。オランダについてはなされた分析でも、グリーンガス生産、もしくはバイオガスの共同変換はバイオガスプラントを利益の出るものにするが、一方、それは現行の電力価格（kW h当たり〇・一五€）の下では熱電供給プラントにおいては難しいという事を示している。

### 3・2・2、将来のエネルギー供給における農業

デンマークのプラントの未来の形は、全国向けガスグリッドに適応する形への変換の可能性を考慮に入れると、畜産集約的な地域における熱電併給型プラントである。二〇三〇年に向けたデンマークのエネルギープランでは、異なったタイプのグリーンエネルギーがどのように使われるべきかについて述べられている。目標は意欲的だが、その一方で優先性が求められている。現状の変革は現状それ自身から起こるということはないのである。また、例えばピークアワーを外した電力使用の促進

などを図るため、電力の配分についても評価を行うべきである。電力使用のピークアワーはヨーロッパ各国で異なる事からわかるように、大規模で効率的な送電網（全欧州、全アジア、全アメリカなどの）は電力使用のピークを下げるのに効果的だろう。そして効率的な送電網は風力や太陽光エネルギーのように変動があり、バイオガスと同じく貯蔵することが難しいエネルギーの利用にも効果的である。

デンマークにおける新バイオガスパラントに関わる焦点は、

- ・ ガス生産高の最大化(投入原料の二ステップの再循環)
  - ・ ランニングコストの最小化
  - ・ 収入の向上(エネルギー／熱を必要な時に生産する)
  - ・ エネルギーの貯蔵法の開発
  - ・ 経験の集積とプラント間の共有を確実にを行うこと
  - ・ 投資に対して十分なリターンを与える事である。
- 国にとっての状況には、石油価格上昇や二酸化炭素排出削減の戦略といった国際的なトレンドも絡み合っている。

#### 4、結論

グリーンソリューション (Green Solutions) を視野に入れると、廃棄物利用とエネルギー生産に関する効率的な解決策は非常に重要である。窒素の排出を削減すると

いうデンマークの行動計画 (The Danish Action plan) は二酸化炭素やアンモニアの排出削減に効果的であり、また有益な副次的効果も非常に重要である。糞尿がガスや有用な養分へと変えていくには時間がかかり、かつ新たな解決策、インセンティブ、公的規制を必要としている。本稿では、各国での解決策は廃棄物の種類、畜産集約度や代替エネルギーの選択肢などによって異なるという事を示した。各国は各々の環境によって異なる方針を採るのである。デンマークでは、農業部門はバイオガス・エネルギー作物・バイオ燃料 (アブラナ) といったグリーンエネルギー供給にとっても重要であるが、一方バイオエタノールの生産は非常に限定的である。しかしながら、知識の集積、特に多数の小規模経営からの集積が重要である。こうした知識の国レベルでの体系化は、ベストな実践を促進するためのセミナーや、またバイオガスを利用したエネルギー生産の実際のコストの計測・記録によって可能になる。グリーンな電力や熱生産に対しては、より多くの消費者負担によるサポートがあるべきであり、そしてバイオガスを全国レベルの配管網で利用できる形への転換は、エネルギーのより広範な利用をもたらすのに資するだろう。その基礎となるのは、「利用されるべき資源としての廃棄物」という理念である。

# グレーンドリルを用いた寒冷地向け乾田直播技術

農研機構 東北農業研究センター 大谷 隆二

## 1、はじめに

水稲直播栽培の普及面積は一〇年前の約二倍に増え、水稲作付け面積全体に占める割合は一％を越えた。東北地域の普及面積は約四、八〇〇haであり、湛水直播が圧倒的に多いが、青森県、宮城県、山形県では乾田直播が増加傾向にある。乾田直播の取り組みが増える背景には、五〇haを越えるような大規模農家が増加する生産構造の急速な変化がある。

これまでの湛水直播の場合、移植に比べて生産費の低減は一割程度であり、単収が概ね一割減収する（鈴木二〇〇六）ことから、六〇kg当たり生産費でみれば、技術自体のコスト低減効果は必ずしも大きくない。また、一〇〇万haの生産調整が行われている現状では、水稲のみを対象とした技術開発ではなく、ムギ・ダイズなどの転作物も含めた輪作稲作体系の開発が求められる。さらに、五〇haを越えるような大規模経営では、適期作業

を行うために今後は高速作業が必須条件と言える。

このようなことから、東北農業研究センターでは大規模畑作でムギの高速播種に用いられるグレーンドリルを利用した乾田直播体系の開発を行ってきた。東北農業研究センター所内の一・九haの大区画水田（三八〇×五〇m）で技術開発し、二〇〇七年から五年間にわたり、岩手県花巻市の大規模経営農家で、営農規模の体系化試験を実施した。ここでは、その技術の要点と現地実証の概要を述べる。

## 2、圃場の準備

乾田直播で苗立ちを良くするには、播種前に土壌を十分乾燥させることが重要である。そのため、前年秋にプラウ耕を実施し（図1）、春の融雪とともに土壌を乾燥させ播種床をつくるための準備をする。寒冷地でプラウ耕を行なうと、冬の間土壌が凍結と融解を繰り返すことで、「自然の力で砕土」が行なわれる。



図1 秋のプラウ耕



めには畔塗り作業は必須であり、これに、畦畔際のトラクタ車輪による踏圧作業を組み合わせることで、畦畔漏水を防ぐことができる(図2)。

### 3、グレーンドリルを用いた播種体系

#### ①グレーンドリルの特徴

グレーンドリルは、東北地域でもムギの大規模生産で一定の普及があり、ムギ類、ソバ、ナタネ、小粒ダイズなどに利用できる(図3)。条間は一二・五〜一九cm程度

春の融雪後、

圃場が乾燥したら、ディスクハローあるいは縦軸駆動ハローで整地を行なう。

田面の高低差が一〇cm以上ある場合は、レーザレベラーで均平作業を行う。

代かきに頼らないで畦畔からの漏水を防ぐた

で、条間を広く

したい場合には、種子ホッパーのシャッタを一条おきに閉めるなどで対応でき、同時施肥が可能な機種が多い。

グレーンドリルの特徴は、第一に速度一〇km/時程度の高速で播種できると、第二に種子・肥料の繰出し精度がきわめて高く、繰出し量の調整も容易なこと、第三に耐久性が高いことである。

作業幅二・五mクラスのグレーンドリルは六〇PSクラスのトラクタで作業可能である。種子ホッパーには一〇〇kg程度の種子を搭載でき、播種量五kg/一〇aの設定なら、無補給で二haを播種できる。

#### ②播種床を硬くつくる

グレーンドリルを寒冷地の乾田直播に用いるための第

図2 トラクタ車輪による畦畔際の踏圧



図3 グレーンドリルによる播種



一のポイントとは、播種床を硬く作ることである。寒冷地の乾田直播では、斉一な出芽・苗立ちを確保するために一五mm程度の深さに播種する必要がある。グレーンドリルには播種ディスクオープナの作溝深さをバネの強度で調整する機構が備わっているが、もともとムギ用であるため、この調整だけでは一五mm程度の浅い深さに播種することはできない。目標深さ一五mm程度に播種するためには、人が片足のかかとに全体重をかけて踏み込んだときの沈下量(足跡深さ)で四〇mm程度に播種床を硬く仕上げる必要がある(図4)。

播種床造成に縦軸回転ハローを用いる場合は、ハロー本体に対し鎮圧輪を極力下げて鎮圧強度を強く調整し浅耕すること、足跡深さ四〇mm程度の硬い播種床を造成す

ることができ。ロータリ耕などで軟らかい場合はカルチバックで鎮圧する方法もある。図5のようなハローバックを用いると、足跡深さ四〇mm程度の硬い播種床を高能率に造成することができ。このハローバックは、へら状のティンと突起をもつ鎮圧リングから構成され、へら状のティンで土壌表面を平らにし、その後、鎮圧リングで碎土・鎮圧する構造となっている。

③播種後の鎮圧  
第二のポイントは、播種後の鎮圧である。播種後のカル

図4 播種前の矩形板沈下量(mm)

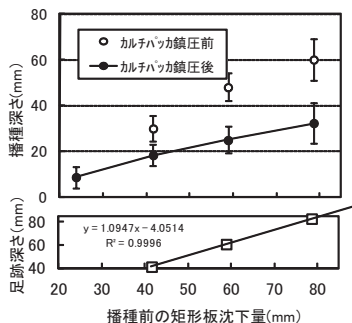


図5 ハローバックによる播種床造成



図6 カルチバックによる播種後の鎮圧



チバックによる鎮圧は(図6)、土壤水分にもよるが10%程度の碎土率向上効果があり、種子と土壤の密着性を高め、苗立ちの安定化に寄与する。鎮圧作業には、カルチバックのほか、ケンブリッジローラ、平滑ローラなどが利用できる。

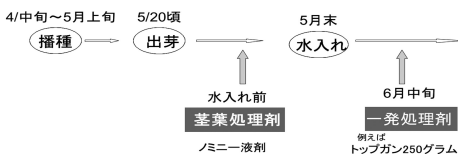
④作業能率

播種床造成から播種・鎮圧までの作業能率は、ハローバック(四・五m幅)による播種床造成(縦横二回かけ)が〇・八h/ha、グレーンドリル(二・五m幅)による播種が一h/ha、カルチバックによる播種後の鎮圧が〇・六h/ha、トータルで二・四h/ha程度である。

4、管理作業

播種作業は、東北地域で比較的気候が安定している四

図7 茎葉処理剤と一発処理剤による除草体系



月中旬を目標とし、五月上旬までに終了するように計画する。この期間の播種であれば、出芽は五月二〇前後であり、水入れは五月下旬となる。苗は一週間は以上水没していると枯死するので、最初の水入れは浅水管理とし、苗の伸張とともに徐々に深くしていく。

除草体系は図7に示すように、ノビエ五葉期まで効果のある茎葉処理剤と、水入れ後の一発処理剤を組み合わせた二回体系を基本とする。雑草の発生量が多いと予想される圃場では、播種直後の土壤処理剤など、雑草の発生量がある程度予測して圃場ごとの対応が必要である。

肥培管理では、代かきをしないため基肥に施用した肥料は脱窒・流亡しやすく、従来の施肥体系では窒素吸収量が不足する。そのため、肥効調節型肥料の利用が基本となる。さらに、代かき栽培法に比べ地力窒素の発現が遅れるので、寒冷地では初期生育確保のため、苗立ち数に応じた初期の肥培管理が重要となる。

## 5、大規模農家での実証試験

### ①実証農家の経営概要

実証農家の二〇一一年現在の経営は、水稲一五・〇ha、コムギ二八・三ha、ダイズ一三・七ha、ジャガイモ二・八ha、ハトムギ一・五ha、ニンジン〇・六ha合計六一・九haであり、実際に直播栽培の導入が必要な経営である。

この経営では、コムギ播種用に二〇年前からグレーンドリル(作業幅二・五m、条間一九cm)を使用しており、麦踏み用にカルチパッカ(二・五m幅)も所有している。さらに、ムギ・ダイズではプラウによる深耕や積極的な堆肥施用を行っており、本乾田直播体系の導入に際し新たに生じた機械コストはハローパッカとレーザー均平機のみである。

### ②実証概要

初年目の二〇〇七年は六〇a区画二筆の一・二haで実施したところ、グレーンドリルが乾田直播に使えることが実証された。二年目以降、面積を徐々に増やし、二〇一一年は九・四ha、一七筆で水稲作付面積の約六割まで拡大した。

様々な立地条件の圃場があり、耕起法、播種床造成方法、苗立ちまでの圃場管理、漏水力所の特定、除草体系、

肥培管理など、実証担当農家と共同で問題解決に当たった。

### ③苗立ちおよび収量

播種量は、当初七kg/一〇aで開始し、苗立ち確保の見通しがたった三年目以降は五kg/一〇aとした。グレーンドリルの条間はムギの設定のままの一九cmである。

苗立ちまでの水管理は、圃場にキレットが入るほど過乾燥になった場合や、激しい降雨の後に乾燥して土壌クラストが生じた場合には、間断的に水入れ(フラッシング)した。出芽直後からイネミズゾウムシによる食害で苗立ちが低下した場合もあったが、五年間の全圃場における苗立ち率の平均値は七三%であった。

直播適性品種「萌えみのり」で単収一〇俵を目標に肥培管理したが、圃場合筆による大区画化による切土側・

表1

| 年度   | 穂数               | 籾数               | 精玄米重   | 千粒重  | 登熟歩合 | 全刈り収量  |
|------|------------------|------------------|--------|------|------|--------|
|      | 本/m <sup>2</sup> | 粒/m <sup>2</sup> | kg/10a | g    | %    | kg/10a |
| 2008 | 546              | 31784            | 691    | 24.5 | 88.7 | 610    |
| 2009 | 591              | 33063            | 639    | 24.0 | 80.8 | 633    |
| 2010 | 492              | 31314            | 636    | 24.1 | 85.5 | 615    |
| 2011 | 509              | 36925            | 667    | 24.2 | 75.4 | 611    |

注1)面積67.3a, 2007年に合筆, 注2)品種「萌えみのり」

盛土側での生育ムラが生じ、高収量を得るには生育ムラのは正が課題であった。そのような条件で、比較的生育ムラが小さかった圃場では、四年連続全刈り収量が六〇〇kg/一〇aを越えた(表1)。

この圃場の二〇一一年の作業体系、投入資材、収量データを用いて生産コストを試算したところ、六〇kg当たり生産コストは六四七七円となった。これは二〇一〇年「東北平均」の五四%に相当する。コスト低減効果が大きいのは労働時間であり、乾田直播の一〇a当たり労働時間は六時間程度で、これは同経営の移植栽培の四五%である。

## 6、おわりに

本乾田直播技術は、青森、宮城、山形、さらに北海道でも普及し始め、二〇一一年現在の普及面積は一五〇ha程度と推定される。導入農家は、本文中で紹介したようなムギなどの畑作物を経営に取り入れている大規模なプロ農家である。

宮城県石巻市でも本体系を導入しているプロ農家がいくつかあり、地元の普及センター、JAの依頼で数年前から関わっている。沿岸部は東日本大震災で甚大な被害が出た地域であるが、浸水被害のなかった内陸部は乾田直播の栽培面積が二〇一一年に大幅に増加している。

東北農業研究センターは、このようなプロ農家と連携して技術の一層のブラッシュアップに取り組み、東北地域の水稻直播栽培の生育・収量の安定化に向けて支援していきたい。

### 参考文献

鈴木富男・二〇〇六年・水稻直播栽培の普及状況と今後の推進方向・農業技術・六一(11)・四八一〜四八七

## 編集後記

大震災が引き金となって起きた原発事故は、その規模もさることながら自然界に累々とおよぶ被害の甚大さが人々に大きな衝撃を与えている。衝撃の大きさ故、脱原発への市民運動は最盛の勢いをみせているが、一方で安全神話を喧伝してきたマスコミは「原発は日本の生命線」、「国民総生産の激減・五〇万人失職」と、依然として推進トーンは変わっていない。自然の猛威を力でねじ伏せようとして招いた今回の事故だが、今後の国のあり方や、私たちの生き方の転換を迫るものとなるのか注目していきたい。

原子力発電が推進されてきた大きな背景に、「クリーン性」と「経済性」が語られてきた。しかし、今日その寄って立つ論拠となる電源毎の費用計算での水増しや不積算の実態が明らかにされてきている。経済面では原子力の建設費や耐用年数の恣意的な加減、原子力交付金や使用済み核燃料の処理費用等を試算に含めていないなどだ。加えて、いわく太陽光はコストが高い、火力はCO<sub>2</sub>を大量に排出す、地熱発電は地中のヒ素を大気中に放出す、水力はこれ以上無理・・等々再生可能エネルギー拡大への人々の気運を冷やし続けてきた。わが国の再生可能エネルギーの普及が諸外国に比べて格段に立ち後れて

きたのも、そうしたマスコミによる恣意的な世論誘導があげられよう。

それでも、原発事故を契機に、原発や電力会社に頼りっぱなしの現代の生活様式を見直そうという動きが各地でほうはいと湧き上がってきているように感じる。

〇二年に政府が「バイオマス日本総合戦略」を閣議決定して以降、生物由来の有機物「バイオマス」の利活用が全国で試みられている。自治体や地域で廃食用油、家畜の排泄物、廃材や稲わら・籾殻を活かしてバイオディーゼル燃料を製造、市営バス・ゴミ収集車の燃料に活用したり、地域を流れる農業用水路で小水力発電し組合員の賦課金を安くあげている土地改良区など、エネルギーの地産地消の動きは各地に広がっている。とりわけ、農地を含め農村は再生可能エネルギーの宝庫であり、本号の淡路氏が論じるように、農業生産所得が減少する中では、農業・農村を支える事業ともなろう。

日本の電力は、原発を除くと自給率は僅か四%といわれている。再生可能エネルギーについても、長い間「コストが高い」、「供給も不安定」などの「神話」が作られてきた。固定価格買取制度が七月からスタートし、初期コストの高さが一定克服出来ると思われるこの機に、再生可能エネルギー製造・消費の計画づくりが全国で野火の如く広まることを期待したい。

(太田)