

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 20 日現在

機関番号：32682

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25450336

研究課題名(和文) EU諸国のバイオマスエネルギー利用拡大に関する実証的研究

研究課題名(英文) An empirical Study on Utilization of Biomass Energy in EU countries

研究代表者

市田 知子 (ICHIDA, Tomoko)

明治大学・農学部・教授

研究者番号：00356304

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円

研究成果の概要(和文)：EU諸国、とくにドイツでは2000年以降、電力の固定価格買取制度および市民参加型の地域運営によって支えられ、バイオマスによる発電、温水供給が農村部を中心に急激に拡大している。こうした動向に対し、競争原理の欠如、電気料金等による消費者への負担、飼料用トウモロコシの生産拡大による農地への環境負荷などの問題点が指摘されている。ドイツでは再生可能エネルギー法(EEG)の近年の改訂により、バイオガスプラントの増加に歯止めがかけられ、飼料用トウモロコシの偏重から脱しつつあること、デンマークでは当初より食品産業の廃棄物など多様な原料が利用され、バイオガスの都市ガス利用が進められていることが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：The Common Agricultural Policy of EU promotes the use of the biomass derived from agriculture in order to reduce the greenhouse-gas and to mitigate climate change. Since 2000 generation by the biomass has been extended in rural areas, supported by the Feed-in Tariff system for the renewable energy and especially in Germany by the biogas-plants managed by local people. This caused production expansion of silage corn and some environmental problems. German government amended the federal law for renewable energy (EEG) and switches from silage corn to the organic wastes as manure, while Denmark government has been continuously using many sorts of organic wastes not only from individual farms but from food industry.

研究分野：農業政策、農村社会学

キーワード：農業由来バイオマス バイオガスプラント 固定価格買取制度 ドイツ デンマーク フランス

様式 C-19、F-19、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) バイオマスエネルギーの急速な拡大

EU 諸国、とくにドイツ、デンマーク等では 2000 年以降、バイオマスによる発電、温熱供給が農村部を中心に急激に拡大している。とくにドイツの再生可能エネルギー政策は 1991 年以降、再生可能エネルギー法 (EEG) に基づいて行われ、とくにバイオマスは優遇されている。

(2) バイオマスエネルギー拡大の問題点

バイオマスエネルギーの急速な拡大に対しては問題点も指摘されている。第一に消費者への負担である。第二に農地への環境負荷である。バイオマス発電の原料の 95% は飼料用トウモロコシである。トウモロコシ栽培面積の拡大により多様な農村景観や植生、草地が失われている。第三に、酪農の経営状況の悪化である。酪農地域ではエネルギー作物生産が急速に広がったことによって地代が上昇している。

2. 研究の目的

EU 諸国におけるバイオマスエネルギー利用の急速な拡大についてはこれまで消費者への負担、EU の農業環境政策やクロス・コンプライアンスとの矛盾、酪農の経営状況の悪化という問題点が指摘されている。しかし、これらの問題点の現れ方や程度は国、地域によって異なることから、代表的な国や地域について正確な情報収集と分析を行う必要がある。

また、EU の「ポスト 2013 年」農政改革や牛乳の生産数量制限 (クオータ) の廃止が見込まれている。本研究では、農業政策の大きな転換とバイオマスエネルギー利用がどのように関連し、また、それらが農業経営や農村社会に与える影響について、所得や農村の多面的機能に与える影響について、現地地の研究者の協力を得ながら明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 現地調査

本研究の調査対象国はドイツ、デンマーク、フランスとし、それぞれ現地調査を行う。

ドイツでは北部のニーダーザクセン州を調査対象とする。連邦政府の農村・森林・漁業研究所 (J. H. von Thuenen 研究所) の協力を得て、バイオマスエネルギー利用拡大の実態と問題点について、聴き取りと資料収集を行う。また同州の食料・農林省および環境省において、州政府独自の対応策について聴き取りと資料収集を行う。

デンマークでは、農業省、環境省をはじめ、デンマークバイオガス協会 (Danish Biogas Association)、農業技術および食品開発研究所 (Institute for Agri Technology and Food Innovation) 等の関連機関を訪ね、同国におけるバイオマスエネルギー利用拡大の実態と

問題点について、聴き取りと資料収集を行う。

さらにフランスでは、農業・食料・漁業・農村省および環境省にて、バイオマスエネルギー利用の実態と国のエネルギー政策の中での位置づけについて聴き取りと資料収集を行う。また、国立農学研究所 (INRA) の協力を得て、パリ盆地南部のペリーニベルネ地方において、小麦等の穀物によるバイオエタノール生産の現状と問題点について、聴き取りと資料収集を行う。

(2) とりまとめ

ドイツ、デンマーク、フランスそれぞれにおけるバイオマスエネルギー利用拡大による消費者負担、飼料用トウモロコシの生産拡大による農地への環境負荷、それらの回避のための対応策について、さらに EU の「ポスト 2013 年」農政改革や農業環境政策とバイオエネルギー利用の関連性について明らかにする。さらに、国の「バイオマス事業化戦略」、自治体独自の取組に関して時宜を得た情報提供および政策提言を行う。

4. 研究成果

(1) ドイツにおけるバイオガスプラントの動向と課題

欧州諸国では 2000 年以降、バイオガスによる発電が農村部を中心に急速に拡大して

表 欧州各国のバイオガスプラントの数 (抜粋)

ドイツ	10,786
イタリア	1491
イギリス	813
フランス	736
スイス	633
チェコ	554
オーストリア	436
スウェーデン	279
ポーランド	277
オランダ	252
ベルギー	184
デンマーク	155

原注：2014 年 12 月 31 日時点のプラント総数は 17、240、発電総量は 8、293 メガワットである。

資料：European Biogas Association (2014)。

様式 C-19、F-19、Z-19 (共通)

いる。これは、風力、太陽光等、他の再生可能エネルギーと同様、1990年代に始まる電力の固定価格買取制度によって支えられているところが多い。とくにドイツでは、バイオガスプラント数が欧州の中でも突出して多く、表に示すように1万を超えている。

ドイツの再生可能エネルギー政策は、連邦法である再生可能エネルギー法 (Erneuerbare Energien Gesetz, 略して EEG) に基づいて行われている。この法律は、1991年に制定された電力供給法に代わるものとして2000年に制定され、2004年、2009年、2012年、2014年と、四度の改正を経ている。

2009年 EEG は、2005年の政権交代、すなわちメルケル首相率いるキリスト教民主同盟 (CDU)、キリスト教社会同盟 (CSU) および社会民主党による大連立政権下で制定された。2004年 EEG で掲げた再生可能エネルギー割合の達成目標 (2010年までに12.5%) は2007年には達成見込みであった。また、2007年に EU が「再生可能資源のエネルギー利用促進に関する欧州議会指令」(2009/28/EC) により、再生可能エネルギーの割合を2020年までに20%とすることが決定されたこともあり、ドイツの2009年 EEG では「2020年までに30%」という、さらに高い目標が掲げられた。

バイオマス発電に対する補償金は、基本額は7.79~11.67セントと、全体的に引き下げられたが、いわゆるボーナス (追加額) は拡充された。ボーナスは、革新的な技術を導入した場合と、主原料以外の再生可能原料および家畜糞尿を用いた場合に加わる。また、主原料であるトウモロコシなど原料コストが上昇したため、逡減率が1.5%から1%に縮小した。

2000年の EEG 制定以降、再生可能エネルギーによる発電量は急速に伸び、総供給電力に占める割合は2010年には16.8%、うちバイオガスの割合は2.1% (再生可能エネルギーの12.5%) を占めるほどになった。バイオガスプラントの数は2010年の時点で6,268ヶ所、電力供給量は2,291MW にまで増加した。2000年時点の数字と比べると、プラント数は約8倍、電力供給量は実に20倍以上にもなる。

このような急増の要因としては、EEG の改訂、とくに2009年 EEG によるボーナスの拡充が挙げられる。図に示すとおり、EEG に基づく平均補償金額は、2006年頃を境に太陽光では減少しているのに対し、バイオマスでは逆に増加している。

バイオガスプラントが急増するにつれ、環境面での弊害が指摘されるようになる。2010年の時点で、飼料用トウモロコシおよび実取りトウモロコシの栽培面積は230万 ha あり、そのうちバイオガス用には約2割にあたる50万 ha で栽培されていた。トウモロコシ栽培面積の拡大は、多様な農村景観や植生、草地

の維持を進めてきた CAP の方針、とくにクロス・コンプライアンスや農業環境政策と矛盾する。

2012年の EEG 改訂では、この弊害を解消するために「バイオガス生成のために飼料用

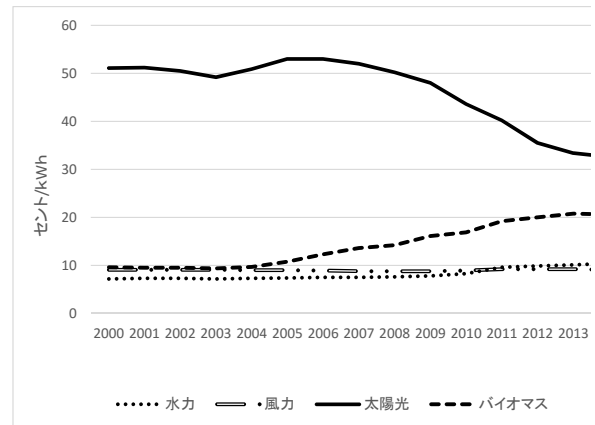


図 EEG に基づく平均補償金額の推移

資料 : Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2016)。

トウモロコシ及び実取りトウモロコシを使用する場合には、その割合が年平均で60%以下の場合に限る」という要件を追加した。また、2009年に拡充したボーナスを大幅に見直し、代わりに熱電併給 (コジェネレーション) を前提とした基本額の増額、有機廃棄物を平均90%以上含む施設、および家畜糞尿を平均80%以上使用する75kW以下の小規模発電施設に対する優遇がなされることとなった。逡減率は2%に引き上げられている。

さらに2014年の改訂では、100kWを超える施設の場合は、施設の設定容量の50%相当分のみ補償金 (買取) の対象とするなど、バイオガスプラントの新設や拡大に歯止めをかけている。バイオガスプラントに限らず、2014年 EEG は100kW超の新設の発電施設の場合は電力市場での販売を義務付けるなど、固定価格買取制度による消費者の負担 (賦課金) を軽減しようとしている。

バイオガスプラントの新設数は2011年には1,499ヶ所あったのが、2012年には446ヶ所に激減し、その後も減り続けている。また、2015年時点でバイオガス用作物栽培面積は140万 ha であり、うちトウモロコシ畑は約90万 ha と依然7割を占めているが、その割合は減少傾向にある。

(2)デンマークにおけるバイオガスプラントの動向

デンマークのエネルギー消費は横ばいないし微減傾向にあるが、再生可能エネルギーの生産は増加している。2012年の国内での一次エネルギー生産量80万テラジュール (TJ)

様式 C-19、F-19、Z-19 (共通)

の17.2%が再生可能エネルギーによるものである。バイオガスによる一次エネルギー生産量は4,383TJと、1990年の4.8倍に増加しているものの、再生可能エネルギーに占めるシェアは3.2%にとどまっている。参考までに、他のバイオマスは62.5%、風力は26.9%である。

また、消費電力をエネルギー源別に見ると、バイオガスのシェアは2012年で1.1% (再生可能エネルギー全体では43.1%) となっている。

再生可能エネルギー関連政策は1970年代の石油危機後に始まる。バイオガスは化石燃料に代わるエネルギー源のひとつとして注目され、家畜糞尿を主原料とするプラントが建設された。だが、技術的に未成熟で採算が合わなかったため、操業を停止した。

その後、1988年から1999年にかけて、集中型のプラントが国内で20基建設された。これらのプラントは現在も操業を続けている。また、個別型のプラントもあり、現在では60基以上存在する。このほかに、2012年の時点で下水汚泥を原料とするプラントが68、埋め立て地のメタンガスを使うプラントが32、その他(製糖工場など)が9となっている。

1980年代末から1990年にかけて、それまで停止していたプラント建設が再開した背景には、環境規制の強化がある。とくに1985年以降、家畜糞尿の施用量や施用時期・方法に関する規制が徐々に導入され、農地面積あたりの家畜頭数も規制されるようになった。冬期の施用ができなくなり、畜産農家は9ヶ月間、糞尿を保管することが義務づけられた。糞尿処理の必要性に迫られたことがバイオガスプラント建設の誘因となった。また、発酵後の消化液は糞尿を搬入した農家に戻すのが一般的だが、消化液は糞尿の直接施用に比べて、窒素の利用率が高まる、成分が均質化する、雑草の種子や病原菌が死滅する、などの利点がある。さらに、プラント建設への補助金が支給されるとともに、売電価格にも補助金が上乗せされた。

安定したバイオガス生産のためには副資材の投入が鍵となる。廃棄物処理の規制強化などから、食品廃棄物のリサイクル手法の一つとしてバイオガスプラントでの利用が選択され、プラントの採算性向上に貢献した。2000年以降は、再生可能エネルギーに関する政策に大きな変化がなかったことと、バイオガスに関しては副資材としての食品廃棄物の供給元の新規開拓が困難になってきたことなどから、集中型のプラントの建設は止まった。

だが、2009年の「緑の成長戦略」の策定を契機に新たな展開が始まった。この戦略では、再生可能エネルギーの供給源として農業を位置づけ、2020年までに家畜糞尿の50%をバイオガスの原料として利用するという目

標を設定した。この目標を受け、プラントへの建設補助金が再び支給されるとともに、再生可能エネルギーによる電力に対する上乗せ額も増額された。新規の集中型プラントはMaabjergをはじめ数基あり、計画中のものがあるが、家畜糞尿の半分を利用するには集中型があと50基必要とされ、目標はかなり意欲的と受け止められている。

さらに、2011年の「エネルギー戦略2050」では、2050年までに化石燃料に依存せず、再生可能エネルギーのみで賄うという長期目標を掲げた。バイオガスはこれまで熱電併給の燃料として使われてきたが、こうした動きに対応し、ガスとしての利用が始まっている。これには、都市ガス網への注入と天然ガス自動車の燃料としての利用の2つがあり、いずれも精製技術には改善の余地が残っているが期待されている。ガス会社の一つNature Energyはバイオガスの製造にも乗り出している。2014年9月の訪問時には、3基が建設中で4基が計画中とのことであった。

バイオガスをガスとして使う場合、固定価格買取制度が適用されている。ドイツの電気の場合と異なり原料による価格の差はなく、用途によって価格が設定されている。

(3) フランスにおけるバイオマスエネルギー利用の動向

フランスでは、2012年12月、社会党政権となって就任したルフォール農相が「アグロエコロジー構想」を打ち出した。これにより、「窒素自給・メタンエネルギー計画」が有機農業の推進、農薬使用の半減、抗生物質の使用抑制などとならび、持続的農業の推進のための重要政策として位置づけられた。作物生産における窒素投入の削減や窒素肥料の自給の促進、家畜飼養における糞尿の有効利用、とりわけ農場内のメタン発酵施設の普及が主要政策課題とされている。

<引用文献>

① European Biogas Association: EBA Biomethane & Biogas Report 2015 published!

<<http://european-biogas.eu/2015/12/16/biogasreport2015/>>

2016年5月18日

② Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2016): Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen, Fakten, Grafiken(2016), 69.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計10件)

①市田 知子、ポスト2013年CAP改革とドイツでの実施の方向、農村と都市をむすぶ、65(2)、2015、52-61、査読無

②市田 知子、EUの食と農—「ヨーロッパ農

様式 C-19、F-19、Z-19 (共通)

業モデル」は実現するのか?—、国際問題、639、2015、36-45、査読無

③石井 圭一、2013年CAP改革とフランス農業—畜産重視の制度設計—、農村と都市をむすぶ、65(3)、2015、56-62、査読無

④石井 圭一、世界の食料と農業(18)フランス農業をめぐる昨今の政策課題、農村と都市をむすぶ、64(4)、2014、43-46、査読無

⑤石井 圭一、フランスに見る家族経営の変容と存続、農業と経済、80(8)、2014、70-76、査読無

⑥石井 圭一、次期CAPへの適応と深まる環境配慮、日本農業年報、60、2014、141-154、査読無

⑦西澤 栄一郎、農業環境政策の展開—EU? アメリカとの比較—、80(9)、2014、16-25、査読無

⑧市田 知子、「ポスト2013年」農政改革と農家の選択—EUの環境保全型農業の取り組みを注視する年—、50(1)、畜産コンサルタント、2014、62-63

⑨市田 知子、EUの「ポスト2013年」改革と環境保全、農業と経済、80(2)、2014、19-28、査読無

⑩市田 知子、農業懇話会 EU農業政策の動向と日欧比較の視点、農業、1576、2013、6-17、査読無

[学会発表] (計4件)

①西澤 栄一郎、農業環境支払いの費用効率性をめぐる議論と実践、2016年度日本農業経済学会個別報告(2016年3月30日)、秋田県立大学秋田キャンパス

②市田 知子、EUの農村地域振興政策—コミュニティ主導型政策への流れ—、平成26年度農林水産政策研究所シンポジウム「農村におけるイノベーションを担う人材とその育成—EU・韓国・日本の動き—」(招待講演)(2015年3月9日)、KDDIホール

③市田 知子、中山間地域の持続性と農業政策、農村研究フォーラム2014「中山間地域の振興のための技術開発」(招待講演)(2014年11月12日)、秋葉原コンベンションホール

④石井 圭一、フランスの家族農業経営の変容と継承、2014年度農業問題研究会秋季大会(2014年11月16日)明治大学駿河台校舎

[図書] (計9件)

①和泉 真理・市田 知子、ヨーロッパ農業の多角化—それを支える地域と制度—、筑波書房、2016、2-6

②石井 圭一、ヨーロッパの有機農業—発展途上のフランスを中心に—、中島紀一他著、有機農業がひらく可能性—アジア・アメリカ・ヨーロッパ—、ミネルヴァ書房、2015、179-232

③市田 知子・和泉 真理・平澤 明彦訳、アルリンド・クーニャ、アラン・スウィンバ

ンク著、EU共通農業政策改革の内幕—マクシャリー改革、アジェンダ2000、フィシュラー改革—、農林統計出版、288(総頁数)

④石井 圭一、EUの農政改革と直接支払制度、星勉他著、我が国の水田農業を考える(上巻)—EUの直接支払制度と日本への示唆—(JC総研ブックレットNo.7)、筑波書房、2014年、2-39

⑤西澤 栄一郎、オランダにおける家畜ふん尿政策と家畜ふん尿の利用、矢部光保編著、高水分バイオマスの液肥利用—環境影響評価と日中欧の比較—、筑波書房、2014、270-285

⑥石井 圭一、EUの農業政策と生産権取引—牛乳生産割当を例に—、堀口健治編著、再生可能資源と役立つ市場取引、御茶の水書房、2014、119-142

⑦市田 知子、ドイツにおけるバイオマスエネルギー利用とその実態、茂野隆一他編、復興から地域循環型社会の構築へ—農業・農村の持続的発展—、農林統計出版、2013、317-330

⑧石井 圭一、フランス農村における近隣政府の制度的基礎—議会選挙と住民参加—、茂野隆一他編著、復興から地域循環型社会の構築へ—農業・農村の持続的発展—、農林統計出版、2013、389-406

⑨西澤 栄一郎、オランダの環境共同組合、茂野隆一他編著、復興から地域循環型社会の構築へ—農業・農村の持続的発展—、農林統計出版、2013、349-364

[産業財産権]

○出願状況(計0件)

○取得状況(計0件)

[その他]

ホームページ等

なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

市田 知子 (ICHIDA, Tomoko)

明治大学・農学部・教授

研究者番号: 00356304

(2)研究分担者

石井 圭一 (ISHII, Keiichi)

東北大学・(連合)農学研究科(研究院)・

准教授

研究者番号: 20356322

西澤 栄一郎 (Nishizawa, Eiichiro)

法政大学・経済学部・教授

研究者番号: 30328900