

平成 28 年 5 月 31 日現在

機関番号：10102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25340116

研究課題名 (和文) 地域資源管理ポテンシャルを考慮したバイオマスエネルギーの地域資源管理システム構築

研究課題名 (英文) Local Resource Management System of Biomass Energy with Local Resource Management Potential

研究代表者

川本 清美 (Kawamoto, Kiyomi)

北海道教育大学・教育学部・准教授

研究者番号：90520718

交付決定額 (研究期間全体) : (直接経費) 3,200,000 円

研究成果の概要 (和文) : 本研究では、バイオマスエネルギー管理において①地域資源ポテンシャルを考慮した都市農村圏の最適規模の提示②管理効率値と地域要因の関係を明らかにする③地域資源管理ポテンシャルを活用した地域資源管理システムを検討した。コミュニティにおけるネットワークを示すソーシャル・キャピタル (SC) をフローバイオマス管理ポテンシャル、未利用バイオマスをストックバイオマスポテンシャルと位置付けた。対象としたバイオマスは、農畜産系バイオマスエネルギー、林産系バイオマスエネルギー、廃棄物エネルギーである。

研究成果の概要 (英文) : This study discusses biomass energy management. Following three findings emerged. First, optimum area size of urban and rural area with local resource management potential (LRMP) was suggested. Second, the regional factors which affect the efficiency were clarified. Third, the local resource management system with LRMP was discussed. The networks for communities are considered social capital (SC). In this study, SC was defined as flow of biomass management potential, and unused biomass were defined as stock of biomass management potential. Three kinds of biomass energy; agricultural and livestock biomass energy, forestry biomass and waste energy, were targeted.

研究分野：環境システム工学

キーワード：バイオマス利活用 地域環境システム

1. 研究開始当初の背景

バイオマスエネルギーは、二酸化炭素の排出を抑えるための温暖化対策や、循環型社会の形成、さらに逼迫したエネルギー供給対策に貢献するなどの利点を持つ。さらに、地域での資源循環を促すことから、地域経済の活性化につながるシステムであるとされている。潜在的なバイオマスのポテンシャルは高いものの、収集、運搬、貯蔵のコストが高いといった管理上の課題から、エネルギーの可採量は限定的である。そのため、地域に潜在的に存在する資源を活用しつつ、その管理効率を向上させることが必要である。これまで、エネルギー生成技術の改善には多くの投資や研究が行われてきたものの、農村を含有した都市圏内で地域資源を活用し、管理効率を向上させる地域資源管理システムの醸成は遅れている。

2. 研究の目的

本研究の分析対象は、47 県庁所在都市を中心とした都市農村圏におけるバイオマスエネルギー管理である。研究目的は、①都市農村圏の最適規模の提示 ②管理効率値と地域要因の関係分析 ③地域資源管理システムの提言である。コミュニティにおけるネットワークを示すソーシャル・キャピタル(SC)をフローバイオマス管理ポテンシャル、未利用バイオマスをストックバイオマスポテンシャルと位置付けた。

3. 研究の方法

(1) 対象バイオマスエネルギー

本研究で対象とするバイオマスエネルギーは、農作物の収穫に伴う廃棄物及び家畜の糞尿を利用する農畜産系バイオマスエネルギー、森林の利用率を勘案した林産系バイオマスエネルギー、都市廃棄物の RDF 化による廃棄物エネルギーの 3 種である。

(2) 都市圏の構築

地域での資源管理を考える際、都市圏は、資源管理を行う主体の流動性を加味し、日常

的な往来が可能な規模であることが重要となる。都市圏の定義には明確なものはなく、都市間の関係が強い都市の集合を人口、距離、通勤などの関係によって決定することが一般的である(国土交通省, 2002)。本研究では、奥岡ら(2010)が提唱した都市間の従属性(式 3a)を用いて、エネルギー需要の高い 47 県庁所在都市(東京都は特別区)を核都市とする 47 都市圏を構築した。都市間の従属性は、資源管理を行う主体の日常的な往来規模を示す通勤者データ(国勢調査, 2005)、都市規模を示す人口データ(国勢調査, 2005)及び都市間距離によって表現している。都市圏の境界値を判別する際には、道路距離との関係に着目し、全市町村データより、式 3b を導出した。

$$F_{ij} = \ln(C_{ij}) \frac{\ln(P_j)/\ln(P_i)}{\ln(D_{ij})} \quad (\text{式 3a})$$

F_{ij} : 都市 i の都市 j に対する従属性

C_{ij} : 都市 i から都市 j への通勤者数 (人)

P_i : 都市 i の人口 (人)

P_j : 都市 j の人口 (人)

D_{ij} : 都市 ij 間の距離 (km)

$$F'_{ij} = -0.008R_{ij} + 2.367 \quad (\text{式 3b})$$

但し $R_{ij} = 1.25D_{ij}$

F'_{ij} : 都市 i の都市 j に対する境界値

R_{ij} : 都市 ij 間の道路距離 (km)

構築した 47 都市圏の平均規模は、市町村数 18,277(核都市を含む)、面積 2428.928km²、人口総数 20600003.723 人、人口密度 1062.175 人/km²であった。

(3) 効率値の計測

DEA (包絡分析法) を用いて、バイオマスエネルギー管理の効率性評価を行った。効率値の計測は、入力指向型 BCC モデルを用いた(末吉, 2001)。

事業体の数を n 個、効率値計算の対象事業体を k 番目とする。インプットデータは x_i 、その重みを v_i ($i=1, 2, \dots, m$)、アウトプットデータは y_r 、その重みを u_r ($r=1, 2, \dots, s$) として、DEA の効率値 θ は、次の分数

計画問題を解くことによって定められる。

目的関数

Max θ_o = (u₁y_{1k} + u₂y_{2k} + + u_sy_{sk}) / (v₁x_{1k} + v₂x_{2k} + + v_mx_{mk})

制約式 (u₁y_{1j} + u₂y_{2j} + + u_sy_{sj}) / (v₁x_{1j} + v₂x_{2j} + + v_mx_{mj}) ≤ 1

v₁, v₂, ..., v_m ≥ 0

u₁, u₂, ..., u_s ≥ 0

j = 1, 2, ..., n

(式3c)

k番目の事業体の効率値 θを最大化するように重みv_iとu_rを決めている。θが1のとき、この事業体は効率的となる。インプットは、地域資源管理ポテンシャル要因を含む管理要因とし、アウトプットはバイオマスエネルギー供給水準とした。

2005年10月1日に現存した市町村を分析対象とした。地域資源管理ポテンシャル要因は、現在の利活用は少ないが潜在的に存在するストック要因とフロー要因とした。ストック要因は、未利用資源の、耕作放棄地面積、未利用間伐材、中間処理施設を経ずに直接最終処分場に搬入される直接最終処分量とした。フロー要因は、個人や集団間の信頼やネットワーク状況を示すSCとした。

(4) 地域要因の影響分析

地域資源管理には、需要と供給サイドの地域要因の集積状況が関与する。本研究では、都市圏規模を需要サイドの地域要因とする。さらに、事業要因を供給サイドの地域要因とする。都市圏要因は、総人口(人)、総面積(km²)、人口密度(人/km²)規模の集積状況から計測し、事業要因は、法人化経営体数、事業経営戸数の集積状況から計測する。

分析手法はトービットモデルである。本研究の被説明変数は効率値、説明変数は地域要因である。

4. 研究成果

(1) 地域資源管理ポテンシャル要因の影響
インプットを管理要因とストックポテンシ

ャルとしたところ、効率値にはさほど変化がみられなかった。次に、インプットを管理要因とフローポテンシャルとしたところ、効率値は大きく向上する傾向がみられた。よって、フローポテンシャルであるSCは、バイオマスエネルギー管理の効率性を向上させる強固な要因であることが推察された。表1に、効率値結果の一部を示す。

表1 効率値結果(抜粋)

インプット	農畜産系		林産系		廃棄物	
	農畜産業 就業者数 (人)	農畜産業 就業者数 (人)	林業就業 者数(人)	林業就業 者数(人)	廃棄物管 理職員数 (人)	廃棄物管 理職員数 (人)
	耕地面積 (ha)	耕地面積 (ha)	現況森林 面積(ha)	現況森林 面積(ha)	ごみ総排 出量(t)	ごみ総排 出量(t)
		耕作放棄 地面積 (ha)		未利用間 伐材(t)		直接最終 処分量(t)
アウトプット		SC		SC		SC
	期待可採 量(TJ)	期待可採 量(TJ)	期待可採 量(TJ)	期待可採 量(TJ)	期待可採 量(TJ)	期待可採 量(TJ)
	面積あた り期待可 採量	面積あた り期待可 採量	面積あた り期待可 採量	面積あた り期待可 採量	面積あた り期待可 採量	面積あた り期待可 採量
	(GJ/km ²)	(GJ/km ²)	(GJ/km ²)	(GJ/km ²)	(GJ/km ²)	(GJ/km ²)
都市圏(核都市)	管理効率 値	管理ポテ ンシャル 効率値	管理効率 値	管理ポテ ンシャル 効率値	管理効率 値	管理ポテ ンシャル 効率値
札幌市	0.771	1.000	1.000	1.000	0.875	0.993
青森市	0.571	0.985	0.889	0.986	0.642	0.990
盛岡市	0.489	0.977	0.131	0.974	1.000	1.000
仙台市	0.710	0.976	0.389	0.970	0.744	0.969
秋田市	1.000	1.000	0.111	0.969	0.918	0.991
山形市	0.610	0.984	0.844	0.989	0.729	0.999
福島市	0.578	0.975	1.000	1.000	0.808	0.988
水戸市	0.428	0.979	0.256	0.975	1.000	1.000
宇都宮市	1.000	1.000	1.000	1.000	0.718	1.000
前橋市	0.491	0.996	0.244	0.994	0.667	0.996
さいたま市	0.530	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
千葉市	0.484	0.996	0.353	0.998	0.843	0.993
特別区部	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000	1.000
横浜市	0.514	0.997	0.931	1.000	1.000	1.000
新潟市	1.000	1.000	0.776	0.994	0.651	0.986
富山市	0.874	1.000	0.506	0.992	0.558	0.991
金沢市	1.000	1.000	0.827	0.980	0.763	0.979
福井市	1.000	1.000	0.239	0.978	0.771	1.000
甲府市	0.469	0.968	0.470	0.969	0.833	0.997
長野市	0.426	0.968	0.535	0.969	0.672	0.989
岐阜市	0.655	0.969	0.266	0.968	1.000	1.000
静岡市	0.450	0.978	0.806	0.983	0.798	0.986
名古屋市	0.619	1.000	0.824	0.996	0.876	0.993
津市	0.739	0.980	0.830	0.980	0.601	0.984
大津市	0.886	0.990	0.386	0.976	0.770	0.981
京都市	0.864	1.000	0.536	0.980	0.847	0.982
大阪市	0.853	0.998	1.000	1.000	1.000	1.000
神戸市	0.602	0.993	1.000	1.000	1.000	1.000
奈良市	1.000	1.000	0.772	1.000	1.000	1.000
和歌山市	0.557	0.990	0.988	1.000	0.760	0.995
鳥取市	0.817	0.958	0.356	0.955	1.000	1.000
松江市	0.774	0.947	1.000	1.000	0.805	0.975
岡山市	0.634	0.981	0.467	0.982	0.641	0.978
広島市	0.564	0.987	1.000	1.000	0.819	0.994
下関市	0.854	0.975	0.778	0.982	0.587	0.978
徳島市	0.623	0.985	0.513	0.987	0.765	1.000
高松市	0.742	0.972	0.521	0.983	1.000	1.000
松山市	0.587	0.975	0.855	0.978	1.000	1.000
高知市	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
北九州市	0.634	0.993	0.509	0.993	0.854	0.991
佐賀市	1.000	1.000	0.826	0.976	0.921	1.000
長崎市	0.789	0.972	0.910	0.980	0.583	0.977
熊本市	0.467	0.981	0.758	0.979	0.655	0.980
大分市	0.565	0.973	0.689	0.977	0.775	0.988
宮崎市	0.458	0.958	0.653	0.959	0.574	0.960
鹿児島市	0.447	0.974	0.659	0.977	0.564	0.980
那覇市	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
平均効率値	0.705	0.986	0.689	0.986	0.817	0.991

(2) 地域要因の影響推計結果

トービットモデルによる地域要因の影響
推計結果をもとに、表2に効率値の増加要因

と減少要因を示す。都市圏要因では、面積と人口密度が高い程バイオマスエネルギー管理の効率性は向上し、人口が多い程、バイオマスエネルギー管理の効率性は低下することが明らかになった。事業要因では、法人（地縁）の農業組合と、個人経営体が多い程、農畜産系バイオマスエネルギーの管理ポテンシャル効率値は向上することが明らかになった。また、委託件数が多い程、廃棄物エネルギーの管理効率値と管理ポテンシャル効率値は向上することが明らかになった。

表2 効率値の増加要因と減少要因

		増加要因		減少要因	
		需要	供給	需要	供給
農畜産系	管理効率値	総面積 人口密度		総人口	法人(行政)
	管理ポテンシャル効率値	総面積 人口密度	法人(地縁) 農業組合 個人経営	総人口	法人(行政)
林産系	管理効率値	総面積 人口密度		総人口	
	管理ポテンシャル効率値	総面積 人口密度	法人(行政)	総人口	
廃棄物	管理効率値	総面積 人口密度	事業戸数(委託)	総人口	
	管理ポテンシャル効率値	総面積 人口密度	事業戸数(委託)	総人口	

(3) 地域資源管理システムへの提言

バイオマスエネルギー管理の効率性を向上させるには、フローポテンシャルであるSCが強固な要因である。また、広域かつ人口集中型の都市圏でバイオマスエネルギー管理を行うと効率性を向上できる。

農畜産系バイオマスエネルギーでは、地縁型の法人や個人経営体を活用して未利用資源も含めた地域資源管理を行うと効率性を向上できる。

林産系バイオマスエネルギーでは、地方公共団体主体の法人を活用して未利用資源も含めた地域資源管理を行うと効率性を向上できる。

廃棄物管理事業では、委託形態を推進して廃棄物エネルギー管理を行うと効率性を向上できる。

5. 主な発表論文等 (研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

- 〔雑誌論文〕(計4件)
1. 川本清美、地震災害時の地域内共助行動に影響するソーシャル・キャピタルシュミレーション、地域学研究、査読有、45(3)、2015、293-304
 2. 川本清美、メディアが若年層の地震防災行動形成に与える影響構造分析、社会技術研究論文集、査読有、12、2015、43-50
 3. 川本清美、地域資源管理ポテンシャルを考慮したバイオマスエネルギー管理の効率性評価、地域学研究、査読有、44(3)、2014、327-338
 4. 川本清美、メディア選好が若年層の再生可能エネルギー利用行動形成に影響するメカニズム分析、土木学会論文集G(環境)、査読有、69(5)、2013、217-225

- 〔学会発表〕(計3件)
1. 川本清美、地域資源管理ポテンシャルを考慮したバイオマスエネルギー管理効率性と地域要因に関する研究、第52回年次大会、日本地域学会、2015、岡山大学
 2. 川本清美、メディア選好が若年層の再生可能エネルギー利用行動形成に影響するメカニズム分析、第21回地球環境シンポジウム、土木学会、2013、東北大学
 3. Kiyomi Kawamoto、Efficiency of Biomass Energy Management with Local Resource Management Potential, The 23rd Pacific Conference of Regional Science Association International、2013、Bandung

- ### 6. 研究組織
- (1)研究代表者
川本 清美 (Kawamoto, Kiyomi)
 北海道教育大学、教育学部・准教授
 研究者番号：90520718