



農業従事者数の変化が農畜産系バイオマス生産量に及ぼす影響の評価ー兵庫県におけるケーススタディー

左近, 祐佳子
田畑, 智博

(Citation)

土木学会論文集G (環境) , 70(6):II_371-II_380

(Issue Date)

2014

(Resource Type)

journal article

(Version)

Version of Record

(Rights)

©2014 公益社団法人 土木学会

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/90002817>



農業従事者数の変化が農畜産系バイオマス 生産量に及ぼす影響の評価 ー兵庫県におけるケーススタディー

左近 祐佳子¹・田畑 智博²

¹非会員 元神戸大学 発達科学部 (〒657-8501 神戸市灘区鶴甲3-11)

²正会員 神戸大学准教授 人間発達環境学研究所 (〒657-8501 神戸市灘区鶴甲3-11)

E-mail: tabata@people.kobe-u.ac.jp

農畜産系バイオマスのエネルギー利用は、地球温暖化対策の観点から重要である。一方で、現在わが国では農業従事者の高齢化が進行しており、バイオマスの安定生産が見込めないおそれがある。本研究では、農畜産系バイオマス生産量の将来推計モデルを開発するとともに、2010年度から2030年度までの兵庫県のバイオマス生産量を予測した。結果として、2010年度のバイオマス生産量は7,823千tであるのに対し、2030年度では3,786千tと、半分以上に減少することがわかった。次に、雇用増加がバイオマス生産量に及ぼす影響を分析した。その結果、例えば労働年齢(15歳～44歳)の農業従事者数を2015年度から2030年度までそれぞれ20%ずつ増加させた場合、2030年度のバイオマス生産量は約25%改善されることがわかった。

Key Words : *agricultural residues, population and composition of agricultural workers, multiple regression analysis, residue-to-product ratio, cohort-change rate method*

1. はじめに

バイオマスは、地球温暖化対策やエネルギー問題の緩和に資する再生可能エネルギーの一つであり、その利用が重要視されている。例えば、農林水産省¹⁾のバイオマス活用推進基本計画では、バイオマスの活用は、地球温暖化防止だけでなく、農村漁村の活性化や産業の発展及び競争力強化にも繋がると指摘している。

しかし、バイオマスの生産や採取、エネルギー利用には労働集約的な作業が必要である。これらをカバーするための雇用創出対策は、短期的には一定の効果을上げていものの、その効果が長期的に持続するかは未知数である。特に、農作物非食用部や家畜ふん尿等の農畜産系バイオマスに着目すると、これらのバイオマスの供給源は農業である。現在わが国では、農業地域における人口減少や、65歳以上農業従事者数の増加が顕著となっている²⁾。これに伴い、米や野菜、豚肉等の農畜産物の生産量も減少している³⁾。これには、作付面積の減少や農業政策等によるものもあるが、農業従事者数の減少も影響を及ぼしていると考えられる。農畜産物の減少は農畜産系バイオマスの減少にも繋がることから、今後安定してバイオマス生産を確保できる可能性は低い。

現在、わが国では、多くの地方公共団体がバイオマス生産量を推計したり、エネルギー利用に関する計画を策定している。しかし、これらの多くは現状での生産量推計に留まっており、将来動向に関する予測が不十分である。また、農畜産系バイオマスの資源量推計に関する研究は、例えば、井内⁴⁾や澤井⁵⁾が行っている。しかし、これらの研究の多くは現状評価に留まっている。また、農作物については、例えば、Munesue and Masui⁶⁾は世界各国における都市化が耕作地面積の減少に与える影響を予測した研究を行っている。しかし、農業従事者に着目してバイオマス生産量の予測を行った研究は殆どない。

そこで、本研究では、農業従事者数の変化が将来に渡る農畜産系バイオマス生産量にどのような影響を及ぼすのかを予測するとともに、農業従事者数を増加させた場合の生産量の変化分を評価することを目的とする。

なお、本研究では、兵庫県下市町村を対象としたバイオマス生産量の推計を行う。兵庫県は北は日本海、南は瀬戸内海に面し、様々な地形や気候が存在しており、「日本の縮図」といわれている⁷⁾。また、山田錦、神戸牛、淡路島たまねぎ等、全国的にも有名な農畜産物を生産しており、農業が盛んである。その一方で、農業従事者数や経営耕地面積は全国と同じく減少傾向にある。そ

のため、兵庫県を対象として推計手法を開発することで、他都道府県にも適用可能であると考えた。

2. 研究の方法

(1) 推計に関する各種設定

本研究で主に用いた資料は、農林業センサスの兵庫県に関するものである。農林業センサスは、農林水産省が各都道府県への依頼のもとで集計したデータであり、5年おきに公開されている。本センサスは、農業従事者数、目的別土地利用面積、販売額等に関する詳細な項目が掲載されている。また、全ての農家が対象調査であるため、農業の現状と変化を捉えやすい利点がある。2014年2月時点での最新版は、2010年度版である。本センサスでは、農業の担い手は、販売農家、自給的農家、土地持ち非農家、農家以外の農業経営体に分類されている。但し、販売農家以外は調査項目が荒いため、ここでは販売農家のみを対象とした。なお、農家数の割合でみると、販売農家は農業の担い手全体の約7割を占めているため、販売農家のみ対象としても問題ないと判断した。

本研究で対象とする農畜産物を表-1に示す。対象とした農畜産物は、農林業センサスと同年度である2010年度の農業物価統計を参考とした。但し、工芸農作物と花きは、農業残渣発生量に関するデータがみつからなかったために除外した。対象とする農畜産系バイオマスは、食用に適さないものとした。具体的には、表-1の農畜産物に付随して発生する農業残渣(農産物より発生)、畜産ふん尿(畜産物より発生)、規格外や病気や災害等で食用に適さなくなった農産物(以下、不良品。農産物より発生)とした(図-1)。なお、近年は、規格外作物を消費者に販売するルートが複数開拓されているが、ここでは全てエネルギー利用するものと仮定する。

将来推計の対象年度は、2015-2030年度である。対象地域は兵庫県下38市町村である。分析のしやすさを考え、各市町村を表-2に示す10地域に分類した。なお、芦屋市、伊丹市、播磨町は、他市町に比べて農畜産物の販売額が低く、農業従事者数も少なかったために除外した。

(2) 農畜産系バイオマス生産量将来予測モデル

農林業センサスは、農業の現状と変化を捉えやすい利点がある一方で、販売金額、従事者数、経営耕地面積等の項目は農畜産物全体でみたデータとなっており、農畜産物別での詳細な情報を知ることにはできない。そこで、農畜産物全体の販売金額を出発点として、農畜産物別の農畜産系バイオマス生産量を推計するとともに、生産量の将来予測を実施するための農畜産系バイオマス生産量将来予測モデルを構築した。本モデルは、図-2で示され

表-1 対象とした農畜産物の種類

大分類	小分類
米(2種類)	うるち玄米、もち玄米
麦(3種類)	小麦、はだか麦、六条大麦
雑穀(1種類)	そば
豆(4種類)	大豆、小豆、らっかせい、いんげんまめ
いも(2種類)	かんしょ、ばれいしょ
野菜 果菜(10種類)	きゅうり、なす、トマト、かぼちゃ、すいか、いちご、ピーマン、メロン、スイートコーン、オクラ
葉茎菜(15種類)	はくさい、キャベツ、レタス、ほうれんそう、ねぎ、たまねぎ、にら、しゅんぎく、にんにく、ブロッコリー、アスパラガス、みつば、こまつな、チンゲンサイ、おおば
根菜(8種類)	だいこん、にんじん、ごぼう、さといも、かぶ、やまのいも、れんこん、しょうが
まめ科野菜(3種類)	さやえんどう、さやいんげん、えだまめ
果実(13種類)	りんご、みかん、いよかん、日本なし、かき、ぶどう、もも、くり、うめ、キウイフルーツ、おうとう、すもも、しらぬい
畜産物(10種類)	鶏卵、生乳、肉用牛、肉豚、ブロイラー、乳子牛、和子牛、子豚、乳用成牛、肉用成牛



図-1 対象とする農畜産系バイオマスのイメージ

表-2 地域の分類

地域名	市町村名
神戸地域	神戸市
阪神南地域	尼崎市、西宮市
阪神北地域	宝塚市、川西市、三田市、猪名川町
東播磨地域	明石市、加古川市、高砂市、稲美市
北播磨地域	西脇市、三木市、小野市、加西市、加東市、多可町
中播磨地域	姫路市、市川町、福崎町、神河町
西播磨地域	相生市、赤穂市、宍粟市、たつの市、太子町、上郡町、佐用町
相馬地域	豊岡市、養父市、朝来市、香美町、新温泉町
丹波地域	篠山市、丹波市
淡路地域	洲本市、南あわじ市、淡路市

るように5つのサブモデルで構成されている。以下に、各サブモデルの説明を行う。

a) 販売金額の推計

農畜産物の販売額を推計するため、重回帰分析を用いる。ここでは、サンプル数を確保するため、2000年度、2005年度、2010年度の3年度分の農林業センサスを用いた²⁹⁾。本センサスでは、現在の市町村のデータの他に、合併前の旧市町村で分類されたデータも掲載されているため、サンプル数は3年度分で合計633となった。

重回帰分析の実施において、被説明変数は農畜産物全体の販売金額とした。説明変数の選定であるが、農林業センサスに掲載されているデータは約550項目である。これから、農畜産物の販売金額に強い影響を与えられ、考えられる項目を選択し、表-3に示す「労働力要因」、「土地利用要因」、「農業機械要因」の3カテゴリ、計18変数を抽出した。なお、労働力要因の農業従事者数は、

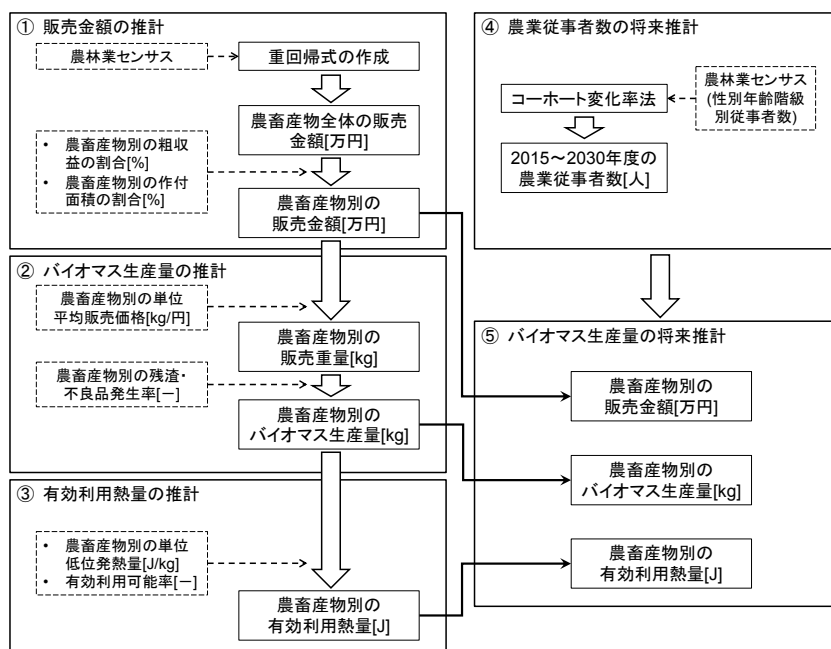


図-2 農畜産系バイオマス生産量将来予測モデル

表-3 抽出された変数

分類	単位	変数
労働力 要因	人	(1) 男性農業従事者数 ((3)+(5)+(7)+(9)), (2) 女性農業従事者数 ((4)+(6)+(8)+(10)), (3) 男性15~29歳農業従事者数, (4) 女性15~29歳農業従事者数, (5) 男性30~44歳農業従事者数, (6) 女性30~44歳農業従事者数, (7) 男性45~64歳農業従事者数, (8) 女性45~64歳農業従事者数, (9) 男性65歳以上農業従事者数, (10) 女性65歳以上農業従事者数
土地利用 要因	a (アール)	(11) 農業系経営耕地面積 ((13)+(14)+(15)), (12) 畜産系経営耕地面積 ((16)+(17)), (13) 田経営耕地面積, (14) 畑経営耕地面積, (15) 樹園地経営耕地面積, (16) 飼料用作物経営耕地面積, (17) 牧草専用地経営耕地面積
農業機械 要因	台	(18) 農業機械所有台数合計

自営農業に主として従事した世帯員数を対象とした。本項目は15歳から75歳以上まで、5歳刻みでデータが掲載されており、後述する農業従事者数の将来推計にも本データを用いることから、重回帰分析の対象とした。

重回帰分析を実施する際、多重共線性を防ぐため、ステップワイズ法を用いて変数を減らす作業を行った。分析は、Excel統計2012(株)社会情報サービス)を用いた。

次に、回帰式により推計された農産物全体の販売金額を、農畜産物全体に占める農畜産物別の農業粗収益の割合を乗じることで、農畜産物別の販売金額に分割した。農業粗収益は、2010年度営農類型別経営統計¹⁰⁾を用いた。なお、農業粗収益は都道府県別でのデータがないため、全国のデータを用いた。但し、農業粗収益は、多くの農畜産物の場合、表-1の大分類でデータが掲載されている。そこで、粗収益を小分類に分割するため、兵庫県内の農畜産物全体に対する各種農畜産物の作付面積の割合を、大分類の粗収益に乘じることで、小分類の粗収益を算出した。

b) バイオマス生産量の推計

先ず、農畜産物別の販売金額に、2010年度農業物価統計¹¹⁾の農畜産物別の単位当たり販売重量を乗じることで、農畜産物別の販売重量を推計した。販売重量を表-4に示す。次に、農畜産物別の販売重量に、農畜産物別の残渣発生率を乗じ、農畜産物別の残渣発生量を推計した。農畜産物別の不良品発生量は、農畜産物別の販売重量と農業残渣発生量を合算したものに、不良品発生率を乗じることで推計した。農業残渣発生量、不良品発生量を合算

したものを、農畜産物別のバイオマス生産量とした。残渣発生率、不良品発生率を、表-4に示す。

残渣発生率、不良品発生率の計算方法を、以下に記す。なお、該当するデータがない農畜産物は、類似する他の農畜産物のデータを用いた。

＜残渣発生率＞

- ・米：農林水産技術情報協会¹²⁾を参考とし、稲わら生産量ともみ殻発生量の合計を、米の総出荷量で除した値を農業残渣発生率とした。もみ殻発生量は、玄米収穫量ともみがら歩合(0.2)を乗じることで算出した。
- ・麦：農林水産技術情報協会¹²⁾を参考とし、麦わら生産量を、麦の総出荷量で除した値を残渣率とした。
- ・いも：長崎県¹³⁾に掲載されているデータを採用した。
- ・野菜：千葉県農林総合研究センターへの問い合わせのもと、2013年12月19日に提供して頂いた野菜副産物係数を採用した。

表-4 バイオマス生産量の推計に用いたデータ

大分類	中分類	小分類	販売重量 [kg/円]	県内生産 の有無	残渣発生率 [-]	不良品発生率 [-]	有効利用可能 率[-]	賦存熱量 [GJ/t]	
米	うるち玄米		0.0048	○	0.12	0.07	0.15	13.60	
	もち玄米		0.0044	×		-			
麦	小麦		0.014	○	0.17	-	0.15	13.60	
	はだか麦		0.012	○					
	六条大麦		0.016	○					
雑穀	そば		0.0027	○	0.17	-	0.80	10.80	
豆	大豆		0.0076	○	2.62	0.15	0.80	10.80	
	小豆		0.0028	○					
	らっかせい		0.0020	×					0.25
	いんげんまめ		0.0037	×					
いも	かんしょ	0.0050	○	0.12	0.30	0.80	10.80		
	ばれいしょ	0.0081	○	0.12	0.20				
野菜	果菜	きゅうり	0.0041	○	0.92	0.20	0.80	10.80	
		なす	0.0036	○					
		トマト	0.0035	○					
		かぼちゃ	0.0068	○					
		ずいか	0.0067	○					
		いちご	0.0012	○					
		ピーマン	0.0025	○					0.15
		メロン	0.0027	○					0.20
		スイートコーン	0.0057	○					
		オクラ	1.59	×					
	葉茎菜	はくさい	0.021	○	0.92	0.20	0	10.80	
		キャベツ	0.014	○					
		レタス	0.0071	○					
		ほうれんそう	0.0025	○		0.10			
		ねぎ	0.0031	○					
		たまねぎ	0.0092	○					
		にら	0.0021	○					
		しゅんぎく	0.0023	×					
		にんにく	0.00093	○					
		ブロッコリー	0.0040	○					
		アスパラガス	0.0012	○					
		みつば	0.0018	○					0.05
		こまつな	0.0036	○					
		チンゲンサイ	0.0043	○					
		おおば	0.00049	×		0.10			
	根菜	だいこん	0.014	○	0.92	0.10	0	10.80	
		にんじん	0.010	○		0.35			
		ごぼう	0.0072	○		0.22			
		さといも	0.0046	○		0.25			
		かぶ	0.0083	○					
		やまのいも	0.0039	○					
		れんこん	0.0029	○					
		しょうが	0.0025	○					
	まめ科野菜	さやえんどう	0.0010	×	0.92	0.25	0.80	10.80	
		さやいんげん	0.0013			0.25			
		えだまめ	0.0018			0.15			
果実	りんご		0.0044	×	-	-	0.80	10.80	
	みかん		0.0081	○		0.50			
	いよかん		0.010	×					
	日本なし		0.0032	○		-			
	かき		0.0040	×					
	ぶどう		0.0017	○					
	もも		0.0027	×					
	ぐり		0.0032	○					
	うめ		0.0033	×					
	キウイフルーツ		0.0039						
	おうとう		0.0006						
	すもも		0.0022						
	しらぬい		0.0041						
畜産物	鶏卵	0.0055	○	1.77	-	0.10	11.50		
	生乳	0.011	○	36.57			5.76		
	肉用牛	0.0024	○	24.08			5.90		
	肉豚	0.0032	○	29.71			7.77		
	ブロイラー	0.0049	○	10.60			16.30		
	乳子牛	0.0035	○	28.00			5.90		
	和子牛	0.00083	○	33.33					
	子豚	0.020	○						
	乳用成牛	0.0013	○				36.57		
	肉用成牛	0.0011	○				18.20	5.90	

(注釈) “-”はデータなしを表す。“○”は、統計資料において生産が確認できる農畜産物を表す。“×”は、統計資料において生産が確認できない農畜産物を表す。

- ・ **果実**：残渣は主に果樹剪定枝であるため、農業系の残渣は発生しないと仮定した。
- ・ **家畜**：中央畜産会¹⁴⁾が堆肥化施設、貯蓄槽の規模算定に用いた家畜排泄物量のデータを用いた。ここでは、

ふん尿の年間合計を各個体の体重の平均値で割り、家畜ふん尿発生率とした。表-5に、計算に使用したふん尿発生量と家畜体重平均値を示す。

＜不良品発生率＞

- ・ 米：農林水産省¹⁵⁾より、2005年度～2012年度における水稻の被害量を用いた。被害量とは、農作物に損傷が生じ、基準収量より減収した量であり、出荷されないまま処分される。ここでは、各年度の被害量を収穫量で割ることで被害率を算出し、その平均値を不良品発生率とした。
- ・ そば・いも・野菜類：東三河地域研究センター¹⁶⁾に掲載されている、規格外品の発生割合を採用した。

c) 有効利用熱量の推計

ここでは、生産されるバイオマスのうち、堆肥化等ですでに有効利用されている分を除外したものを、有効利用熱量と想定した。農畜産物別のバイオマス生産量に、農畜産物別の単位低位発熱量、エネルギーとしての有効利用可能率を乗じることで、農畜産物別の有効利用熱量を推計した。単位低位発熱量、有効利用可能率は、NEDO¹⁷⁾のデータを用いた。これらの値を表-4に示す。

d) 農業従事者数の将来推計

農業従事者数は、コーホート変化率法を用いて推計した。本法は、過去の総人口をもとに、将来の人口推計を行う方法である。ここでは、農林業センサスの2000年度、2005年度、2010年度の3年度分の自営農業に主として従事した男女別の世帯員数のデータ(15歳から75歳以上まで、5歳刻み)を用いた。

農業従事者数の将来推計は、撤退の農村計画¹⁸⁾を参考にして、次の方法で求めた。

まず将来農業従事者数の推計を行う。例えば「2015年20～24歳男性農業従事者数」は、次式で計算する。

$$L_{M20\sim24}^{2015} = L_{M15\sim19}^{2010} \times c_{M15\sim19} \quad (1)$$

但し、 $L_{M20\sim24}^{2015}$ ：2015年20～24歳男性農業従事者数[人]、

$L_{M15\sim19}^{2010}$ ：2010年20～24歳男子農業従事者数[人]、 $c_{M15\sim19}$ ：

15～19歳男性コーホート変化率[-]、

性、年齢別コーホート変化率は、2000年度～2010年度の1期間の平均値とした。

上式を用いて、男女別に75歳以上まで計算する。これにより求められた「2005年40～49歳女性農業従事者数」を用いて「2005年15～19歳農業従事者数」を次式で計算する。

$$L_{T15\sim19}^{2015} = L_{F40\sim49}^{2010} \times r_{PF} \quad (2)$$

但し、 $L_{T15\sim19}^{2015}$ ：2015年15～19歳農業従事者数[人]、 $L_{F40\sim49}^{2010}$ ：

2010年40～49歳女性農業従事者数[人]、 r_{PF} ：現世代次世代比[-]、

次に、次式により男女に分割する。

$$L_{M15\sim19}^{2015} = L_{T15\sim19}^{2015} \times r_F / (1 + r_F) \quad (3)$$

表-5 家畜のふん尿発生量

	平均体重 [kg/頭、羽]	ふん尿発生量 [kg/頭・年、羽・年]
肉用牛	400	8750
肉豚(肥育豚)	70	2080
肉鶏(ブロイラー)	3.0	31.8
乳子牛	300	8,400
和子牛	300	8,400
子豚	16.5	550
乳用成牛	700	25,600
肉用成牛	500	9,100

$$L_{F15\sim19}^{2015} = L_{T15\sim19}^{2015} \times 1 / (1 + r_F) \quad (4)$$

但し、 $L_{M15\sim19}^{2015}$ ：2015年15～19歳男性農業従事者数[人]、 $L_{F15\sim19}^{2015}$ ：2015年15～19歳女性農業従事者数[人]、 r_F ：次世代性比[-]、

上記作業を、2030年度まで繰り返す。なお、現世代次世代比と次世代性比は次式より算出する。

$$r_{PF} = L_{T15\sim19} / L_{F40\sim49} \quad (5)$$

$$r_F = L_{M15\sim19} / L_{F15\sim19} \quad (6)$$

但し、 $L_{T15\sim19}$ ：15～19歳農業従事者数[人]、 $L_{F40\sim49}$ ：40～49歳女性農業従事者数[人]、 $L_{M15\sim19}$ ：15～19歳男性農業従事者数[人]、 $L_{F15\sim19}$ ：15～19歳女性農業従事者数[人]、

現世代次世代比と次世代性比は、2000年度、2005年度、2010年度の3時点の平均値とした。

上式を用いた推計を実施するため、本稿では人口推計ExcelツールVer.2.02(撤退の農村計画¹⁸⁾)を用いた。なお、本来であれば農業従事年数による熟練度の違いを考慮した評価が必要である。しかし、現状の農業参入者は若年者だけでないことから、年齢等を用いた熟練度の評価が困難であったために検討の対象外とした。

e) バイオマス生産量の将来推計

d)で求められた男女の農業従事者数の将来推計結果を、a)で求めた回帰式に代入することで、2015年度～2030年度まで5年ごとの農畜産物別の販売金額を推計する。同様に、b)、c)の手法を用いて、バイオマス発生量、有効利用熱量を推計した。

なお、2015年度～2030年度までの各経営耕地面積は、毎年一定の値で減少するものと仮定した。減少率は、農業センサスをもとに全国の2005年度と2010年度での経営耕地面積の割合より算出した(農業系経営耕地面積:1.63%減少、畜産系経営耕地面積:1.82%減少)。本来であれば兵庫県市町村別で減少率を算出する必要がある。しかし、同様の計算を県全体や市町村別で実施したところ、各市町村で増加率が極端にバラバラな値となったため、十分な分析に耐えないと判断したためでもある。

3. 結果と考察

(1) 重回帰分析の結果

重回帰分析の結果、最終的に、4変数(農業経営耕地面積、畜産系経営耕地面積、男性農業従事者数、女性農業従事者数)が採択された。これを踏まえた回帰式を記す。

$$S = 60.85L_M + 10.33L_F - 0.46A_A + 123.24A_L - 7,084$$

(10.08) (3.09) (-4.31) (15.67) (-1.37)

(7)

但し、 S ：農畜産物販売金額[円]、 L_M ：男性農業従事者数[人]、 L_F ：女性農業従事者数[人]、 A_A ：農業系経営耕地面積[a]、 A_L ：畜産系経営耕地面積[a]。

農業従事者数は、男女とも偏回帰係数がプラスであり、農業従事者数の増加が販売金額の増加に繋がることがわかる。また、畜産系経営耕地面積の偏回帰係数は4変数の中で最も大きい、これは、畜産物の付加価値が農産物に比べて高いためであると考えられる。一方で、農業系経営耕地面積の偏回帰係数はマイナスとなり、農業系経営耕地面積の増加は販売金額にマイナスの影響を及ぼす結果となった。

カッコ内の数値は、 t 値である。各変数とも、 t 値の絶対値は2以上であり、有意な結果となった。修正済み相関係数は0.84である。修正済み決定係数は0.71であり、説明変数の説明力は高いと考えられる。また、多重共線性の確認としてVIF(Variance Inflation Factor)基準を用いたが、各変数ともVIFは10より小さい値となっており、多重共線性の影響は少ないといえる。以上のことから、重回帰分析の結果は当てはまりが非常に高く、これ以降の分析に耐えうると判断した。

なお、農業機械要因の農業機械所有台数は当てはまりが悪く、有意な結果とはならなかった。その理由として、兵庫県は農業の機械化が進んできているものの、経営耕地面積が小さい農家が多く、北海道や欧米に比べて労働集約的な産業形態が主流であるためだと考えられる。

(2) 農業従事者数の将来予測結果

結果を図-3に示す。男女合わせた農業従事者数は、2010年度では約150千人であるのに対し、2030年度では約63千人と、約61%減少している。男女での減少率を見ると、男性は約59%、女性は約63%であり、女性の減少率のほうが男性より若干高い。

年齢階層別でみると、2010年度では、15-44歳の青年期・壮年期の従事者数の割合は約21%であり、45-64歳の中年期、65歳以上の高年期は、それぞれ約39%となっている。これが、2030年度においては、青年期・壮年期

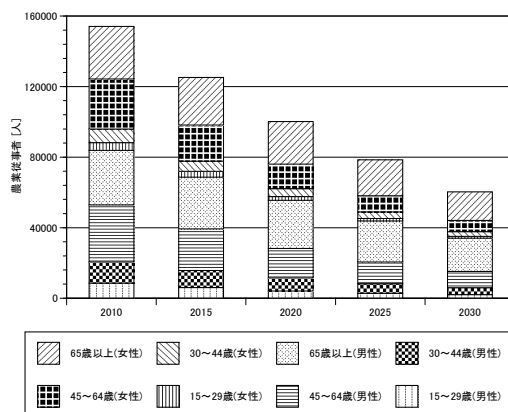


図-3 農業従事者数の将来予測

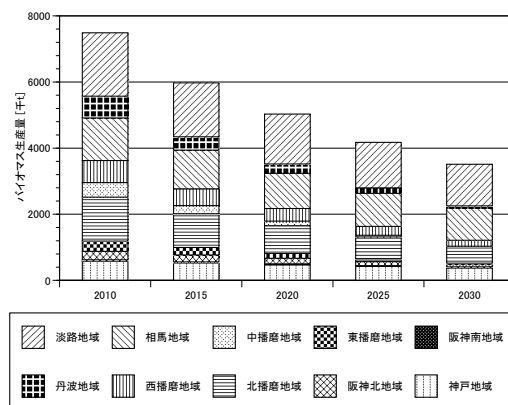


図-4 バイオマス生産量の将来予測

が約16%、中年期が約26%、高年期が約58%となり、青年期・壮年期の農業従事者数の減少と高齢化が顕著となっていることがわかる。これらのことから、今後、青年期・壮年期の雇用を拡大しなければ、農業が立ちゆかなくなる可能性が高いことが示唆される。

(3) バイオマス生産量

モデルを用いて農畜産系バイオマス生産量の予測を行った結果を図-4に示す。2010年度において、バイオマス生産量は7,823千tである。これに対し、農業従事者数の減少に伴いバイオマス生産量も減少し、2030年度においては3,494千tとなり、2010年度と比べて約53%減少する結果となった。なお、バイオマスの内訳としては、畜産物系が全体量の約99.9%と最も大きく、農産物系は0.1%と極めて小さい。

次に、地域別でみると、2030年度時点でバイオマス生産量が最も多いのは淡路地域の1,281千t、次いで相馬地域の979千tである。これらの地域は、農業従事者数の減少率が他地域よりもゆるやかなため、バイオマス生産量の減少度合いも他地域に比べて少ない。その一方で、阪神南地域、東播磨地域、丹波地域は、元々の農業従事者

数が少ないため、2030年度時点で生産量が100千t以下になっている。ただし、中播磨地域については、2030年度時点でバイオマス生産量がマイナスになっている。これは、他地域に比べて本地域の農業従事者数の減少率が大きく、農業従事者数がマイナスになったためである。マイナスになることはありえないため、モデルの改善は必要であるものの、早急に何らかの対策を投じなければ、深刻な状況が発生しうることが示唆される。

なお、結果の妥当性を検証するため、兵庫県バイオマス総合利用計画¹⁹⁾でのバイオマス生産量の2010年度目標値との比較を行った。兵庫県では、廃棄物系バイオマス(畜産ふん尿、生ごみ、食品廃棄物、製材端材、剪定枝、集排汚泥、公共下水汚泥、廃タマネギ)と未利用系バイオマス(間伐材、稲わら、もみ殻)を推計の対象としているこのうち、畜産ふん尿、廃タマネギ、稲わら、もみ殻を比較対象とした結果、兵庫県の目標値は2,226千tであるのに対して本研究の予測値は7,823千tとなり、約3.5倍の差が生じた。その理由の1つは、推計方法の違いである。兵庫県では、栽培面積目や飼養頭羽数の目標値に発生原単位を乗じて算出しており、農業従事者数や土地面積を考慮した推計を実施していない。また、本研究では、不良品もバイオマス生産量として推計していることも、結果の違いに影響していると考えられる。

(4) 有効利用熱量

有効利用熱量の予測結果を図-5に示す。2010年度において有効利用熱量は595GJ、2030年度においては278GJとなり、2010年度と比べて約53%減少する結果となった。減少傾向は図-4と同じであるが、有効利用熱量の減少はエネルギー利用可能量の減少にも繋がるため、バイオマス生産量の維持・拡大は課題であるといえる。

なお、発生した農畜産バイオマス全てエネルギー利用すると考えた場合、有効利用熱量は2010年度において5,928GJとなり、有効利用可能率を考慮した場合の10倍の値になる。現状では、多くの農畜産物は堆肥等に利用されているために全てをエネルギー利用することは現実的ではない。しかし、わが国では稲わらや家畜ふん尿のたい肥利用において過剰施肥の問題が発生していることが指摘されている²⁰⁾。そのため、過剰分をバイオマスとして利用することで、有効利用熱量を向上させることが可能であると考えられる。

(5) 農業従事者数の増加によるバイオマス生産量の改善度合いに関する分析

これまでの結果において、農業従事者数の減少がバイオマス生産量や有効利用熱量に及ぼす影響を明らかにしてきた。コーホート分析の結果より、兵庫県では男女ともに、現状よりも農業従事者数の減少や高齢化が進行す

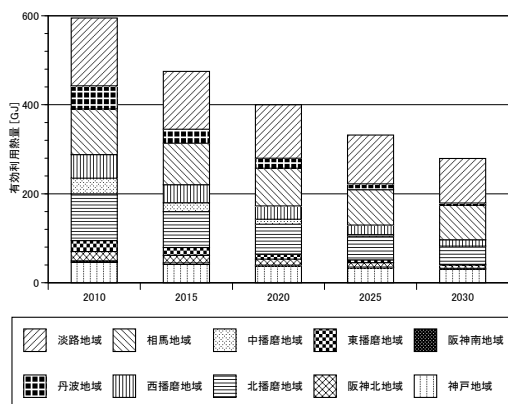


図-5 有効利用熱量の将来予測

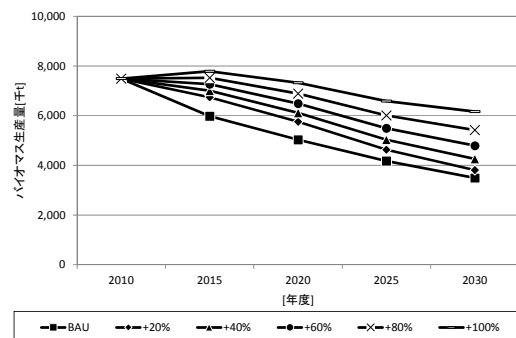


図-6 2015年度のみ農業従事者数を増加させた場合

ると考えられる。バイオマス生産量の維持・拡大のための対策の1つは、農業従事者数の確保である。そこで本節では、労働力の中心である青年期・壮年期(15～44歳)の農業従事者数を増加させることによるバイオマス生産量の改善度合いを、感度解析により分析した。

a) 2015年度のみ農業従事者数を増加させた場合

まず、兵庫県全体を対象として、2015年度のみ農業従事者数を増加させた場合の結果を図-6に示す。ここでは、前述のコーホート分析で得られた2010年度の農業従事者数をもとにして、20～100%まで20%刻みで増加させるシナリオを設定した場合のバイオマス生産量を計算した。なお、100%増加させるということは、農業従事者数かもとの2倍になることを意味している。また、BAU(Business as Usual)は、農業従事者数を増加させなかった場合であり、図-4の合計値と同じである。

結果として、2015年度のみ農業従事者数を増加させることで、2030年度までのバイオマス生産量は、BAUよりも改善が図られることになった。また、農業従事者数をBAUの1.8倍以上増加させることで、2010年度のバイオマス生産量は、BAUよりも多くなった。但し、農業従事者数を例えば20%増加のように多少増加させたとしても、バイオマス生産量の減少に歯止めをかけることはで

きない。また、各シナリオともに、2020年度以降、バイオマス生産量は減少していく結果となるため、農業従事者数の継続的な増加が重要であるといえる。

b) 2015～2030 年度まで農業従事者数を継続的に増加させた場合

同様に、2015～2030年度まで農業従事者数を継続的に増加させた場合の結果を図-7に示す。図-6と同様に、2010年度の農業従事者数をもとにして、5年度ごとに20～100%まで20%刻みで増加させるシナリオを設定した場合のバイオマス生産量を計算した。

結果として、例えば5年度ごとに20%ずつ農業従事者数を増加させるシナリオについてみると、2010年度に対する2030年度のバイオマス生産量の減少率は約28%となっている。BAUの減少率は約53%であり、それに比べて約25%の改善が図られるので、対策の効果は大きいといえる。また、40%増加させるシナリオでは、当初は農業従事者数の減少によりバイオマス生産量は減少した。しかし、徐々に持ち直して、2030年度においては、2010年度時点よりも約25%増加する結果となった。60～100%増加させた場合のシナリオも、同様の結果となった。

2014年6月14日に閣議決定された日本再興戦略²¹⁾の戦略市場創造プランにおいて、10年後に40代以下の農業従事者数を約20万人から約40万人に拡大することが掲げられている。これは、バイオマス生産量の観点からも重要なことである。例えば、本シナリオでは、100%増加シナリオが上記プランに近い。しかしこの場合でも、2020年度までは40代以上の農業従事者数が減少するため、バイオマス生産量は漸減することは避けられず、増加に転じるのは2025年度以降である。また、上記プランでは、継続的な対策は掲げられていない。そのため、一時的に増加させたとしても、(5a)の結果のように、長期的には減少することは避けられない。

大幅に農業従事者数を増加させるシナリオは、社会的な要因により、実現には困難を伴うことはいうまでもない。バイオマス生産量の減少に歯止めをかけるには、持続性のある雇用対策を継続的に講じるとともに、技術効率性の改善策等も実施していく必要があるといえる。

4. おわりに

本研究では、農畜産系バイオマス生産量将来予測モデルを構築するとともに、兵庫県に適用することによって、2015～2030年度までのバイオマス生産量の将来予測を実施した。以下に、得られた知見を記す。

- 1) 農林業センサスに掲載されているデータをもとに、農畜産物販売金額の推計式を重回帰分析により導出した結果、説明変数として、男性農業従事者数、

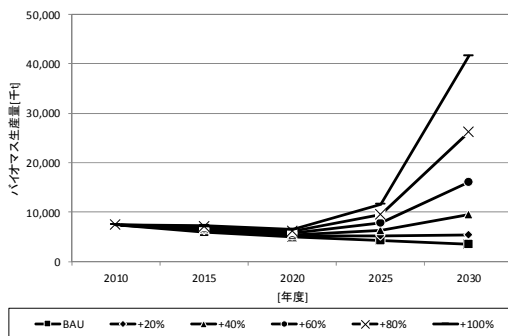


図-7 2015～2030 年度まで農業従事者数を増加させた場合

女性農業従事者数、農業系経営耕地面積、畜産系経営耕地面積の4つが採択された。

- 2) 農畜産系バイオマス生産量を推計した結果、兵庫県全体では、2010年度において7,823千tであった。これに対し、2030年度では3,494千tとなり、2010年度と比べて約53%減少する結果となった。農業従事者数の減少率が大きい地域では、2030年度にバイオマス生産量がマイナスになることから、現状では深刻な状況が発生することが示唆された。
- 3) バイオマスの有効利用熱量は、2010年度では595GJであるのに対し、2030年度では278GJとなった。有効利用熱量の減少はエネルギー利用可能量の減少にも繋がるため、バイオマス生産量の維持・拡大が課題であるといえる。現状では、エネルギー換算でバイオマス発生量の約10%程度しかエネルギー利用に回せない。そのため、過剰に施肥されている分をエネルギー利用に回すことで、有効利用熱量を向上させることができると考えられる。
- 4) 2015～2030年度まで、青年期・壮年期(15～45歳)の農業従事者数を20～100%まで20%刻みで継続的に増加させることによるバイオマス生産量の改善度合いを分析した。その結果、例えば20%ずつ増加させるシナリオでは、BAUに比べて約25%の減少率の改善がみられた。40%以上増加させるシナリオでは、当初は農業従事者数の減少によりバイオマス生産量は減少した。しかし徐々に持ち直して、2030年度では、2010年度時点よりも増加する結果となった。

今回の分析で用いた農業従事者数は、自営農業に主として従事した男女別の世帯員数のデータを用いている。実際の農業従事者には、自営農業に従事していない従業員、収穫期間のみ雇用される従業員、外国人研修生等がいることから、これらの従事者を分析に入れることで、結果は変化することが予想される。しかしながら、以上

の検討より、今後の農業従事者数の減少を考慮に入れて農畜産系バイオマス生産量を推計すると、2010～2030年度の20年間で農畜産系バイオマス生産量は大幅に減少することがわかった。また、この減少傾向を抑制するためには、農業従事者数を増やす雇用対策が有効であることが分かった。

わが国では、農畜産物生産量の維持・拡大が課題となっている。例えば、兵庫県で行われている対策として、農業法人等の求人開拓²²⁾や、建設会社の農業参入²³⁾が挙げられる。これらの対策は、農畜産物の観点からのみならず、バイオマス生産の観点からみても、重要であるといえる。自治体等が実施しているバイオマスのエネルギー利用にポテンシャルに関する推計は、現状では農業従事者数を考慮されていないことが多い。しかし、本研究で開発したモデルを用いて農業従事者数の将来変化とバイオマス生産量との関係性を評価することで、各自治体の農業経営の実態に則したバイオマス計画の策定や評価が可能になると考えられる。

今後の課題としては、農業従事者の熟練度を加味した評価を行うこと、農業残渣発生率や不良品発生率がみつからなかった農畜産物について、データを追加すること等が挙げられる。

謝辞：本研究の一部は、2013年度住友財団環境研究助成による成果である。また、野菜の農業残渣発生率のデータは、千葉県農林総合研究センターより提供を受けた。ここに記して謝意を表す。なお、「野菜副産物係数」の原データは、千葉県農林総合研究センターに帰属する。

参考文献

- 1) 農林水産省：バイオマス活用推進基本計画，2010。
- 2) 農林水産省：平成24年度食料・農業・農村白書，2012。
- 3) 井内正直：バイオマス賦存量の市町村別推計とGISによる地理的分布の把握，電力経済研究，No.53，2005。
- 4) 澤井徹：和歌山県における残渣・廃棄系バイオマスの賦存量とエネルギーポテンシャル，近畿大学生物理工学部紀要，NO.9，pp.65-79，2002。
- 5) Yosuke Munesue, Toshihiko Masui：Long-term Projec-

tions of the Impact of Global Urban Expansion on Cropland and Potential Crop Production, Environmental Science, Vol.24, No.1, pp.1-22, 2011。

- 6) 兵庫県農政環境部農政企画局消費流通課：「ひょうご五国のめぐみ」ブランド戦略の展開，ひょうご自治，No.359，pp.3-6，2014。
- 7) 農林水産省：2000年世界農林業センサス，http://www.maff.go.jp/j/tokei/census/afc/2000/report_archives_01.html
- 8) 農林水産省：2005年農林業センサス，http://www.maff.go.jp/j/tokei/census/afc/2005/report_archives_01.html
- 9) 農林水産省：2010年世界農林業センサス，<http://www.maff.go.jp/j/tokei/census/afc/2010/dai1kan.html>
- 10) 農林水産省：平成22年営農類型別経営統計（個別経営，総合編），http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/noukei/einou_kobetu/
- 11) 農林水産省：平成22年農業物価統計，<http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/noubukka/>
- 12) 農林水産技術情報協会：昭和60年度農林水産業エネルギー対策調査報告書，1986。
- 13) 長崎県：平成16年度長崎バイオマスマスタープラン，2005。
- 14) 中央畜産会：平成14年度畜産環境保全指導マニュアル改訂版，2002。
- 15) 農林水産省：作物統計，<http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/higai/index.html>。
- 16) 東三河地域研究センター：平成20年度「三遠南信流域都市圏」魅力・活力向上に関する調査・農商工連携可能性調査報告書，2008。
- 17) NEDO：バイオマス賦存量・有効利用量の推計，<http://appl.infoc.nedo.go.jp/biomass/>
- 18) 撤退の農村計画：人口推計ツールVer.2.02，<http://tettai.jp/>
- 19) 兵庫県農林水産部：兵庫県バイオマス総合利用計画-提案・資料編，2005。
- 20) 農林水産省：第4回今後の環境保全型農業に関する検討会（資料1），http://www.maff.go.jp/j/study/kankyo_hozen/
- 21) 首相官邸：日本再興戦略(平成25年6月14日)，http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/saikou_jpn.pdf
- 22) 兵庫県：緊急経済・雇用対策の追加実施，<http://web.pref.hyogo.jp/governor/documents/000118798.pdf>
- 23) 近畿農政局：高付加価値農業（6次産業化を含む）を実践している取組150事例，http://www.maff.go.jp/kinki/seisaku/6zi_sangyo/150_rei/

(2014. 7. 28 受付)

EVALUATING THE RELATIONSHIP BETWEEN AGRICULTURAL WORKERS AND AGRICULTURAL RESIDUES PRODUCTION

Yukako SAKON and Tomohiro TABATA

There are technical, economic, and social aspects to the utilization of agricultural residues for energy production, though these are important from the viewpoint of global warming. In addition, the stable supply of agricultural residues in Japan might be difficult in the future because agriculture here employs few young workers, with the proportion of old actually having increased in recent times. In this study, we therefore develop a model to estimate the production of agricultural residues taking into account the population and composition of agricultural workers. This model was applied to Hyogo prefecture as a case study, and the outlook for the production of agricultural residues in the period from fiscal year ending March 2011 (FY2010) to fiscal year ending March 2031 (FY2030) was estimated. It was found that agriculture workforce will reduced from 150 thousand in FY2010 to 63 thousand in FY2030. Accordingly, the production of agricultural residues will decline from 7.8 million tonnes to 3.8 million tonnes. Further, if the proportion of workers aged 14–44 were to be raised by 20%, then agricultural residues production may increase by 25% over FY2010–FY2030.