

## **[成果情報名]エネルギー収支・経済性・環境負荷からみたバイオマス利活用シナリオの評価法**

**[要約]**都市近郊農畜産業地域の地域性やバイオマス変換技術の導入可能性に基づいてバイオマス利活用を推進するためのシナリオを作成し、エネルギー収支、支出・収入、温室効果ガス排出量を現状と比較することにより、シナリオの評価が行える。

**[キーワード]**エネルギー収支、経済性、温室効果ガス排出量、資源作物栽培、メタン発酵

**[担当]**農工研・農村総合研究部・資源循環システム研究チーム

**[代表連絡先]**電話 029-838-7508

**[区分]**バイオマス、農村工学

**[分類]**研究・参考

---

### **[背景・ねらい]**

都市近郊農畜産業地域では、バイオマス利活用によって水田の有効活用、環境負荷の軽減や営農コストの低減等が期待される。また、新たなバイオマス利活用の取組によりエネルギー収支や経済性が現状よりも改善されることが望まれるが、利活用には収集運搬、変換、利用の各段階において多大なコストやエネルギー消費を伴うため、これらを含めたシステム全体での評価が必要である。そこで本研究では、バイオマス利活用システムで想定される技術や物質の移動をシナリオとして作成し、システムの各段階における消費・産出エネルギー、支出・収入、温室効果ガス排出量を試算し、現状と比較する評価法を示す。

### **[成果の内容・特徴]**

1. 実際のバイオマス利活用システムでは、利害関係の異なる主体が各段階を担う、と考えられるため収集運搬、変換等の各段階を「ステージ」として分けて分析する。ステージ別に評価項目を試算することにより、各ステージにおける留意点やシステム全体を円滑に運営するために必要な事項が明らかとなる。
2. 直接エネルギー消費・間接エネルギー消費・産出エネルギーからエネルギー収支を、支出・収入から経済性を、二酸化炭素排出量に換算した温室効果ガス排出量(GHG 排出量)から環境負荷を、ステージ別に試算し、評価する(表1)。試算に用いる基礎的数値などの情報は、発表論文等に詳細に示されている。
3. バイオマス利活用シナリオの評価の手順や方法を示すため、評価例として、千葉県香取市を対象として水田の有効活用を目標としたシナリオ A (活用可能性の高い休耕田において多収米を作付けし、子実を原料としてバイオエタノールを生成する)を作成し、現状 A と比較する(図1)。結果として、シナリオ A で消費されるエネルギーや支出が産出可能なエネルギーや収入を上回り、シナリオ A の各ステージで、さらなる省エネルギー・低コスト化技術の適用が必要であることが示される(表2)。
4. 同様に千葉県香取市を事例として、家畜ふん尿の適切な利用や耕畜連携を図るシナリオ B (市内で発生する乳牛ふん尿の約30%をメタン発酵し、ガス発電と消化液の生成を行う)を作成し、現状 B との比較を行う(図1)。「生成物の運搬・散布」、「生成物の利用」のステージについてもエネルギー等を試算し、比較評価する。比較評価例 B では、シナリオ B のエネルギー消費量が現状 B よりも小さく、GHG 排出量も少ないこと、経済性に関しては現状 B が有利な結果となり、シナリオ B のステージ2、3での低コスト化や高付加価値化等が必要であることが示される(表3)。

### **[成果の活用面・留意点]**

1. バイオマス利活用に伴う環境影響評価や経済性評価を専門とする研究者、バイオマス関連の行政施策担当者にとってもバイオマス利活用シナリオによる影響や課題を明らかにすることができる。
2. 施設や機械等の建設・製造に関わるエネルギーやコスト等は評価の対象としていない。
3. GHG 排出量のうち、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O については、「地球温暖化対策の推進に関する法律施行令」の排出係数一覧表で参照できるもののみを算出対象とする。
4. 設定するシナリオの前提条件は、評価結果の利用目的で、精密さが必要な場合がある。

## [具体的データ]

表1 バイオマス利活用シナリオの評価項目と評価方法

|               | 評価項目      | 評価項目算出方法                                                                                                                        | 評価方法                                    |
|---------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| エネルギー収支       | 直接エネルギー消費 | 生産活動や施設運営に伴う燃料消費量から算出                                                                                                           | システム全体での産出エネルギーと直接エネルギー+間接エネルギーの差を評価    |
|               | 間接エネルギー消費 | 原材料や副資材の製造、サービス等の提供に要する化石エネルギーと見なし、原材料や提供されるサービス等の種類や投入量、金額から産業連関表を基に算出した環境負荷原単位を用いて算出                                          |                                         |
|               | 産出エネルギー   | バイオマスのエネルギー化を想定できる場合には、生成されるバイオ燃料の発熱量を算出                                                                                        |                                         |
| 経済性           | 支出        | 各ステージにおける生産活動や施設運営等のランニングコスト(光熱動力費、原料購入費、消費財購入費、施設等の維持管理費、労働人件費)                                                                | システム全体の支出と収入の差を評価するとともに、各ステージにおける経済性を検討 |
|               | 収入        | サービスや商品の販売による収入。各サービスや製品の価格に生産・生成量を乗じて算出                                                                                        |                                         |
| 環境負荷(GHG 排出量) |           | 各ステージの直接エネルギーや間接エネルギーから二酸化炭素(CO <sub>2</sub> )・メタン(CH <sub>4</sub> )・一酸化二窒素(N <sub>2</sub> O)排出量を算出し、CO <sub>2</sub> 排出量に換算して合計 | 合計値の大きさ                                 |

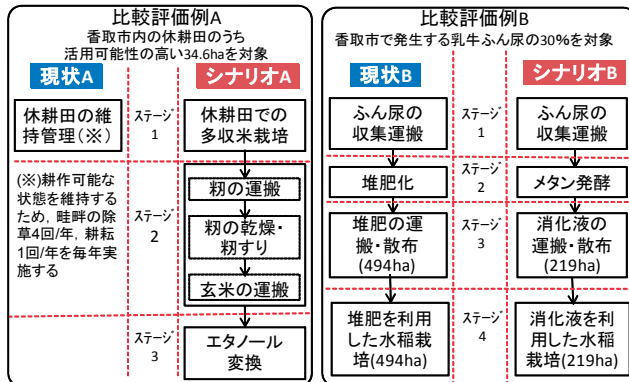


図1 作成シナリオと現状の概要

表2 シナリオAと現状Aの評価結果

| 現状A    | 対象面積 34.6ha                  | シナリオA   |
|--------|------------------------------|---------|
| 167    | 直接エネルギー消費(GJ/年)              | 3,030   |
| 0      | 間接エネルギー消費(GJ/年)              | 689     |
| 0      | 産出エネルギー(GJ/年)                | 2,485   |
| -167   | 産出-直接+間接 (GJ/年)              | -1,234  |
| 3,227  | 支出(千円/年)                     | 48,753  |
| 0      | 収入(千円/年)                     | 37,042  |
| -3,227 | 収入-支出 (千円/年)                 | -11,711 |
| 12     | GHG 排出量(tCO <sub>2</sub> /年) | 389     |

注) 現状Aでは、管理作業を実施しなければ、復田のためのエネルギーやコスト等が必要となる。シナリオAは、玄米収量918kg/10a(実験値)、エタノール変換率0.434kJ/玄米t(理論値)を仮定する。

表3 シナリオBと現状Bの評価結果

| ステージ1: バイオマスの収集運搬                           | ステージ2: バイオマスの変換 |           | ステージ3: 生成物の運搬・散布 |          | ステージ4: 生成物の利用 |            |
|---------------------------------------------|-----------------|-----------|------------------|----------|---------------|------------|
|                                             | 現状B (メタン発酵)     | 現状B (堆肥化) | 現状B (消化液)        | 現状B (堆肥) | 現状B (消化液)※1   | 現状B (堆肥)※2 |
| 日量 25 t 規模の変換                               |                 |           |                  |          |               |            |
| 施設運転                                        | 657             | 4,825     | 300              | 776      | 72,509        | 72,509     |
| 直接エネルギー消費計(GJ/年)                            | 657             | 4,825     | 687              | 1,063    | 77,071        | 77,071     |
| 消費財由来                                       | 28              | 178       |                  |          | 123,931       | 125,586    |
| 施設管理運営・水道                                   | 1,075           | 1,090     |                  |          | 123,931       | 125,586    |
| 間接エネルギー消費計(GJ/年)                            | 1,103           | 1,268     | 0                | 0        | 0             | 0          |
| 産出エネルギー計(GJ/年)                              | 3,384           | 0         | 0                | 0        | 316,250       | 316,250    |
| 光熱動力・水道費                                    | 564             | 14,006    | 2,169            | 3,354    | 1,000,634     | 1,000,634  |
| 労働人件費                                       | 18,000          | 18,000    | 7,884            | 3,528    | 622,715       | 640,310    |
| 消費財購入費                                      | 290             | 6,405     |                  |          | 4,034,892     | 4,034,892  |
| 施設等維持管理費                                    | 5,400           | 5,580     |                  |          | 3,230,879     | 3,230,879  |
| 支出計(千円/年)                                   | 24,254          | 43,991    | 10,053           | 6,882    | 9,268,370     | 9,222,965  |
| 堆肥・消化液販売                                    | 5,702           | 39,252    |                  |          |               |            |
| 電力販売                                        | 449             | 0         |                  |          |               |            |
| ふん尿受入費                                      | 4,984           | 4,984     | 6,570            | 14,820   | 8,767,000     | 8,767,000  |
| 収入計(千円/年)                                   | 11,135          | 44,236    | 6,570            | 14,820   | 8,767,000     | 8,767,000  |
| 施設運転燃料由来                                    | 0.022           | 578       |                  |          | 5,844         | 5,844      |
| 消費財由来                                       | 2               | 11        | 38               | 70       | 306           | 306        |
| 施設管理運営間接的排出                                 | 65              | 65        |                  |          | 7,326         | 7,457      |
| 上水道                                         | 0               | 0         |                  |          | 26,779        | 26,779     |
| 家畜ふん尿処理(CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O) | 0               | 796       | 11               | 5        | 46,278        | 47,586     |
| GHG排出量計(tCO <sub>2</sub> /年)                | 67              | 1,450     | 49               | 75       | 86,533        | 87,972     |

※1: 消化液を散布した219haの水田では、消化液を化学肥料の代替とみなして化学肥料を施用しないと仮定

※2: 堆肥施用水田面積は494ha、ただし肥料効果は勘案していない

## [その他]

研究中課題名: 畜産廃棄物、食品廃棄物等の有機性資源の循環的利用のためのシステム整備技術の開発

実施課題名: 地域バイオマス利用モデルの設計と評価

実施課題 ID: 411-e-00-101-00-I-09-3104

予算区分: 委託プロ (バイオマス)

研究期間: 2007~2011 年度

研究担当者: 清水夏樹、柚山義人、中村真人

発表論文等: 清水ら(2010) 農村計画学会誌、28 巻論文特集号: 243-248.