

バイオマス利活用システムの持続可能性評価指標に関する考察 Indices to Evaluate Sustainability of Biomass Use System

柚山義人¹⁾・中村真人¹⁾・清水夏樹¹⁾・藤川智紀¹⁾・土井和之²⁾

YUYAMA Yoshito, NAKAMURA Masato, SHIMIZU Natsuki, FUJIKAWA Tomonori and DOI Kazuyuki

1. はじめに

バイオマス利活用システムの設計にあたって重要なキーワードは「持続可能性」である。バイオマス生産の基盤である農林業が持続可能であること、バイオマスの利活用を行う工業生産が持続可能であること、生産される製品やエネルギーの市場や需要が持続可能であること、また、これらを支えるバイオマスタウンとしての社会基盤が持続可能であることなどが必要条件である¹⁾。本研究では、地域において想定されるバイオマス利活用計画が持続可能であるかどうかを、どのように見極めるべきかについて考察する。

2. バイオマス利活用の評価指標

バイオマス利活用推進施策の実施は、経済性、物質・エネルギー収支、環境への影響、安全性、運営組織からみた妥当性、地域の社会・経済への波及効果から総合的に判断する必要がある^{2)~4)}。利活用システムとしては、発生(生産)・収集・再資源化(変換)・配送・利用の全プロセスを通して化石資源使用と環境負荷が小さいシステムが選択されることが望ましい。

農業から見た評価指標としては、単位面積当りの堆肥・液肥による化学肥料代替度、生産資材投入量の減少度(収量は維持)、土壌の健全化度、有機性廃棄物の最終処分量の減少度及び再資源化率の増加度、農地・畜産施設から水域への流出負荷量の減少度及び温室効果ガス発生量の減少度、耕種農業への投入化石資源の減少度、地域内食料自給率の上昇度などが候補となる。

3. 農業・農地の持続性

農業・農地が持続的であるためには、土壌の物理・化学・生物性が適切であり続ける必要がある。これらは土壌診断に委ねられる。持続性が保たれ

るためには、地域の自然・土壌条件、栽培作物の種類や連作状況に応じて投入する農業生産資材(堆肥、液肥、土壌改良材、農薬など)の質及び量が調整される必要がある。例えば、窒素の「化学肥料相当施肥量 - 作物持出量 脱窒量」は、大気や水域への環境負荷量の説明変数の1つになると考えられる。図1において、「化学肥料相当施肥量 x 」は、「化学肥料施用量」と「堆肥や液肥等の施用による化学肥料相当の肥効量」の和である。「作物持出量」は、「作物による吸収量」と「作物残さの農地還元量」の差である。 x と作物の窒素利用率 y_1 、 x と作物単収 y_2 について図1に示すような関係が成り立つとすると、施肥量の増大とともに窒素利用率は低下し、単収を最大にする最適施肥量 F_s が存在する。この量は、施肥基準量と解釈できる。この値を越えると過剰施肥ということになり、環境への負荷を増大させる。持続可能なシステム構築のために営農をより環境保全的に誘導する場合には、少し収量を落としてでも環境保全と両立する施肥量 F_T にまで下げることが望ましいと判断される。例えば、 $F_T = 0.8F_s$ とし環境負荷量を小さくしようという考え方である。

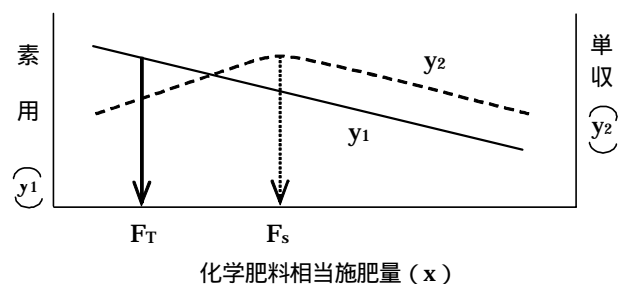


図1 施肥量と作物の窒素利用率、単収の関係

4. 山田区を対象とした解析事例

「バイオマス資源循環利用診断モデル」⁴⁾を發

1)農業工学研究所 National Institute for Rural Engineering 2)内外エンジニアリング株式会社 Naigai Engineering Co. Ltd.
キーワード：物質循環，環境保全，農村振興

展させた「農林業物質循環モデル」により、仮想地区として千葉県香取市山田区域（旧山田町）を対象とし、現状の物質収支とメタン発酵及び炭化による変換プラントを導入した場合の物質収支を計算した。この際、GIS とのリンクにより空間表現力を高めるため、山田区域を大角ユニット流域と新里ユニット流域に分割した。これにより変換施設や再生資源（堆肥や液肥等）を施用した農地からの排水が地域の水質環境に与える影響をより詳細に解析できるようになった。

解析結果を要約した例を図1に示す。また、現状と仮想計画による計算結果の比較を表1に示す。計算結果は、2.の指標の一部に数値を入れることを可能にしている。モデルは、モノの流れと蓄

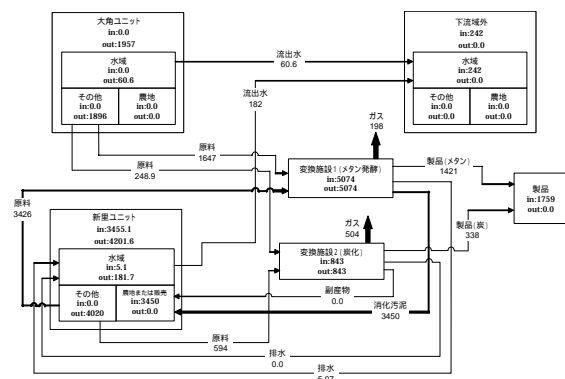


図1 バイオマス変換施設導入（仮想計画）に基づく窒素収支

表1 農林業物質循環モデルへの入力条件及び計算結果（一部）

		山田区全域		大角ユニット		新里ユニット	
		現状	現状	対策後	現状	対策後	
地区面積		ha	5154	1225	1225	2967	2967
農地面積	水田	ha	1086	133	133	450	450
	(作付外)	ha	1064	313	313	763.3	763.3
人口		人	11249	3838	3838	5651	5651
河川流量		千 t/年	24195	5112	5112	12910	12978
水田以外	地域内堆肥	tN/年	69.50	21.53	21.53	50.02	50.02
	農地	消化汚泥	tN/年			21.50	50.11
	化学肥料	tN/年	139.58	43.29	21.64	100.13	50.07
廃棄		tN/年	15.78	5.68	2.40	9.74	2.97
水域負荷		tN/年	77.11	12.76	12.76	36.81	51.66
	濃度換算	mg/NL	3.19	2.50	2.50	2.85	3.98
揮散		tN/年	84.82	19.03	19.03	47.51	47.51
系外搬出	家畜ふん尿	tN/年	1105	305		608	
	脱水消化汚泥	tN/年					522
新規利用	家畜ふん尿	tN/年		0.0	305	0.0	608
	生ごみ	tN/年		0.0	2.71	0.0	4.7
	もみから	tN/年			0.57		2.08
バイオマス製品	メタン	tN/年					0.0
	炭化物	tN/年					75.5

積の評価という点でバイオマス利活用計画の持続性判定に役立つ。

5. おわりに

バイオマス利活用システムを持続可能性という観点から評価するための研究に着手した。経済性の面からは、変換施設の耐用年数を考慮したライフサイクルコストが重要となる。また、外部経済、外部不経済を組み込んだ環境・経済統合勘定の手法が説明力を発揮する。一方、現行の経済価値に基づく評価が将来にわたって正しいことは言えないことに注意が必要である。

バイオマスの利活用による物質収支は4.のモデルで計算可能となる。バイオマスの変換によって得られる堆肥や液肥等を農地で利用する場合の持続可能性の検討には、様々な条件下での土壌中の有効蓄積量（可給態窒素・リン等）の上・下限を設定することが必要となる。これには、土壤肥料や作物分野の知見の導入が不可欠である。同時に、モデルの有用性と限界を認識する必要がある。

評価指標は定量可能なものであるべきだが、バイオマス利活用を通して「豊かさ」を実現することが究極の目標であるとする、社会科学的アプローチとの協働も重要となる。マンパワーや時間の評価も大切にしたい。

本研究には、科学技術振興調整費「バイオマス利活用システムの設計・評価手法」(代表;藤江幸一 豊橋技術科学大学教授)の一部を用いた。

参考文献

- 1) 迫田章義・望月和博・柚山義人：バイオマス利活用の展望，講座「バイオマス利活用」(その8)，農士誌，74(1)，pp.53-58，2006
- 2) 柚山義人：バイオマス利活用のための地域診断，講座「バイオマス利活用」(その1)，農士誌，73(6)，pp.37-42，2005
- 3) 小林 久・島田和宏・小島浩司・柚山義人：バイオマス利活用の評価手法，講座「バイオマス利活用」(その7)，農士誌，73(12)，pp.59-64，2005
- 4) 農林水産バイオリサイクル研究「システム化サブチーム」：バイオマス利活用システムの設計と評価，2006