

北海道の畜産におけるライフサイクルアセスメント

日向 貴 久 (北海道立根釧農業試験場)

1. はじめに

環境問題に対する国民の関心は今日では非常に高く、新聞を開くと毎日どこかに関連記事が載っているほどである。農業の中でも特に畜産分野では、動物を飼養することもあって、消費者が目や耳から官能的に認識される機会が多く、看過できない。一般に、環境問題という時、従来その影響項目は、環境基本法が規定する典型7公害（大気汚染、水質汚濁、土壌汚染、騒音、振動、地盤沈下、悪臭）のような局所発生的なものであった。しかし、今では酸性雨や地球温暖化といった地域的・地球規模的なトピックも加わり、地球の今後をも左右する極めて重大な問題として世界的に認知されている。このような動きを受けて、研究の分野ではハード・ソフトを問わず、環境にやさしい技術体系の構築が1つの大きな目標となっており、これからもその重要度を増していくだろうと考えられる。

これらの技術を環境影響の見地から正確に評価するためには、評価対象の一連の生産過程全てにわたる総合的な分析と、異なる技術間での比較をするための数値による負荷定量化が必要である。

そこで本報告ではまず環境評価の手法として、ISO規格の1つであるLCAの考え方を提示する。そして、LCAの実際の適用例として道内の草地型酪農地帯を対象に、ふん尿処理の一連の過程が環境に与える負荷の評価を行ない、ふん尿処理の体系が新技術の導入によって温暖化影響にどのような変化をもたらすのかを分析する。

2. 温室効果ガスとLCA

1) 地球温暖化と農業

CO₂（二酸化炭素）に代表される温室効果が

スは、温室のように熱を外に逃さない効果を持つ。地球温暖化とは、大気中に温室効果ガスが増加することによって、大気全体が温まり平均気温が上昇し、異常気象を誘発するとされる現象である。農業生産活動の中で発生する温室効果ガスの種類を表1にまとめた。

表1 農業分野で主に発生する温室効果ガス

化学式	名称	主な発生源	温暖化影響の強さ (CO ₂ =1として)
CO ₂	二酸化炭素	燃焼する化石燃料	1
CH ₄	メタン	嫌気下での有機物	23
N ₂ O	亜酸化窒素	脱窒・硝化アンモニア	296

工業分野などではCH₄とN₂Oは排出の場がかなり限定されており、CO₂と比べて無視されるほど影響が小さい。しかし、農業分野は様々な形態の有機物や窒素を利用するために、これらの放出も多種多様でかつ量も大きく、全世界での発生のそれぞれ4割を占めている。そのため、圃場レベルでの両ガスの複雑な発生メカニズムを解明し、発生量を量ることは、農業において技術の導入が温暖化影響にどのような変化をもたらすかを知る上で重要になってくる。国内の農業系試験研究機関では、こういった基礎データの整備が進んでおり、研究成果も出始めている。

2) LCAについて

LCAはLife Cycle Assessmentの略称である。既存の環境評価は分析対象の製造や消費のみを捉えたものが多く、プロブレム・シフティング（負荷の他工程・他影響項目への転嫁）を考慮することができなかった。LCAではそのような弊害を防ぐため、製品の生産から消費までの全過程について範囲を定めて評価をしている。

また、定量化をすることで比較や減少率の測定が可能となることから、より実用的な環境評価として位置づけられる。LCAは、元々は工業製品を対象とした環境評価分析手法であるが、最近では環境に対する意識の変化から、農業への適用が進んでいる。

3. LCAによるバイオガスプラントの温暖化負荷定量分析

1) ふん尿処理モデル

LCAによる評価の第1歩は、評価対象となる作業の範囲を設定し、作業過程をモデル化することにある。ここではスラリー処理と個別型バイオガスシステムによる処理の2つについて考えることにする。ふん尿処理の各過程に注目し、文献等をもとにどの過程でエネルギー資源が投入され、また温室効果ガスが放出されるかを加えたライフサイクルマテリアルフローが図1、2である。これは同時に、LCAの評価対象範囲を表している。

この中で、網がけ部分については、排出量から除外して考える。これは、バイオマス（ここではふん尿）起源の処理に伴うCO₂排出は、植物により短期的に大気中から吸収されたCO₂と同量とみなされるためであり、IPCCの取り決めに基づいて温室効果ガスの排出には含めないこととされている。これがバイオマスのカーボンニュートラルである。

排出過程のうち、エネルギー利用が原因のものについては、そのエネルギーの使用量を算定できれば、精度の高い温室効果ガス排出原単位を乗じることで、排出量の計算ができる。しかし、ふん尿起源のCH₄とN₂Oは、排出のメカニズムが気象や土壌など外部環境の諸条件によって左右されやすく、全国に一様に適用される原単位ではその不確実性が非常に高い。そのため、地域限定原単位のようなものを作る必要がある。

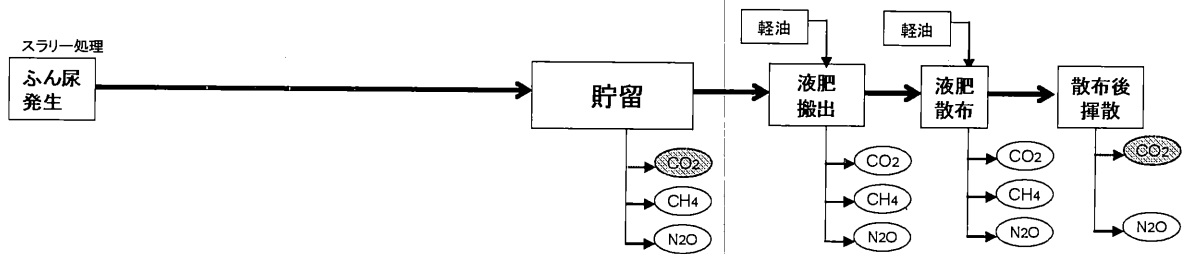


図1 スラリー処理のライフサイクルマテリアルフロー

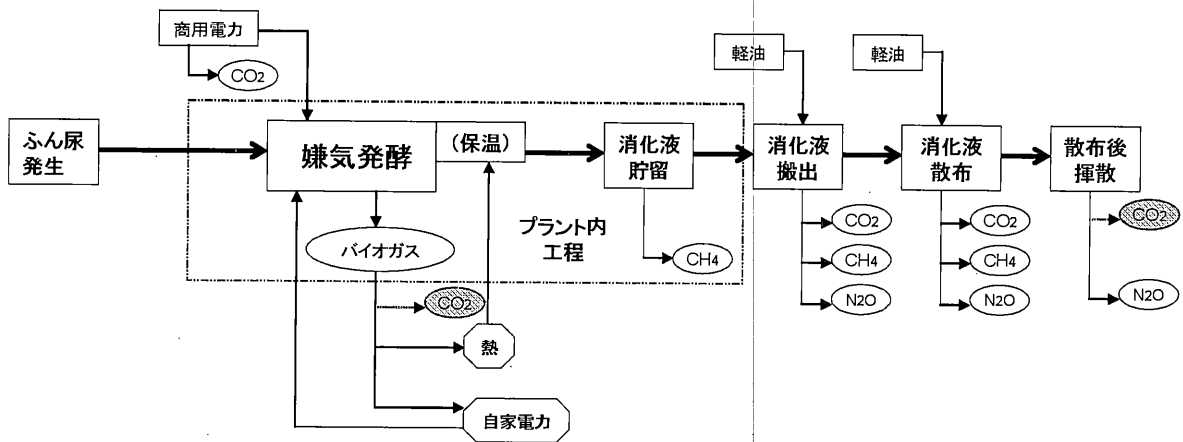


図2 個別型バイオガスプラントのライフサイクルマテリアルフロー

2) 分析結果

経産牛100頭と草地80haを所有する酪農経営を想定し、スラリー処理、バイオガスプラントによってふん尿処理をした時の、年間の温暖化負荷インベントリを表にすると表2、3となる。

表2 スラリー処理経営の発生温暖化負荷

(kg)	CO2	CH4	N2O
タンク貯留	-	2,467	131
圃場揮散	-	-	6
化石燃料	1,599	-	-
計	1,599	2,467	138
c.f	1	23	296
総計	1,599	56,744	40,756
温暖化負荷	99 t-CO2		

表3 バイオガス処理経営の発生温暖化負

(kg)	CO2	CH4	N2O
商用電力	5,472	-	-
消化液揮散	-	396	-
圃場揮散	-	-	7
化石燃料	1,599	-	-
計	7,071	396	7
c.f	1	23	296
総計	7,071	9,106	2,127
温暖化負荷	18 t-CO2		
(利用可能メタン)	35,934 kg		

温暖化負荷はCO₂eq (二酸化炭素等量) で表され、複数の温室効果ガスの効果をCO₂重量で一元化した数値を指す。これによると、スラリー処理で年間99tの負荷が発生し、そのほとんどは貯留中に発生していることがわかる。バイオガス処理ではそれらの発生ガスをうまく利用しているために貯留中の発生が抑えられており、スラリー処理との差はその部分に由来していると言える。

表2, 3より、スラリー処理とバイオガスプラント処理での発生温暖化負荷の差は、年間80 t-CO₂eqほどとなる。これは、ガソリン約3.2万リットルを燃焼させた際に発生するCO₂量に匹敵する。

以上の評価は、システムの運営時に発生するガスのみが対象であり、純粋なLCA評価としてその他の要素を捨象している。その他の要素として挙げられるのは、施設の建設に伴った温暖化負荷の追加発生や、プラントで生産されたエネルギーが従来の熱・電気エネルギーを直接代替したことによる削減がある。これらはプラントの形態や設備、ガスのエネルギーを熱のみで利用するか、熱電併給にするかで大きく異なる。表4は表2, 3と同じ規模の農家の評価した1つの例であるが、結果より、これらも考慮に入れるとこの差はさらに大きくなるだろうと考えられる。

表4 プラントの建設とバイオガス利用で増減する負荷の試算値 (表3の続き)

処理時負荷	18 t-CO2
+ 建設時加算負荷	12 t-CO2
- 熱利用削減負荷	-13 t-CO2
①熱利用時総負荷	17 t-CO2
- 電気利用削減負荷	-16 t-CO2
②熱電併給時総負荷	1 t-CO2

4. おわりに

LCA結果より、バイオガスプラントによるふん尿処理は、主に発酵中に発生するメタンガスを燃焼させることによって、処理の全体を見た時に温室効果ガスの大気中への放出を抑制する効果があると考えられる。この他に河川や地下水の水質に与える効果、悪臭削減効果等に関する研究報告もある。

バイオガスプラントに限らず、新しい技術が試験研究段階から普及へと進む大きなポイントは、その技術の採算性、端的に言えば「もとが取れる」かどうかにかかっている。開発された技術がいくら環境的に優れていたとしても、それを導入するための投資やランニングコストが大きければ、経営者がその技術の導入を選択しないのは必然である。バイオガスプラントについても、現在のところメリットとしては、自前のミルクプラントを所

有するなど、極めて限られた条件の下でしか十分に発揮されない。

近年、京都議定書の発効によって地球温暖化防止の枠組みが国際的に定められ、排出量取引やJI（共同実施）、CDM（クリーン開発メカニズム）など、いわゆる京都メカニズムによる国内排出負荷の削減が認められた。今後、環境に配慮した技術の開発・普及には、京都メカニズムのように従来は外部経済であった価値を市場の中に組み込み、その価値を経済的に評価できるような制度、システムの整備がポイントになってくる。そのためには、住民の立場からは環境保全に関する高い意識を持ち、汚染の防止のためのコスト負担のコンセンサスが醸成されること、研究開発の立場からは負荷の削減を正確に定量化でき、その価値を金銭的に評価できることが絶対条件である。

新技術が環境負荷削減の手段として、また畜産経営の収益源の1つとして環境と経済性の両面に渡って機能するには、自然科学・社会科学の垣根を取り払った包括的な研究をこれからも続けていく必要がある。

本発表は、2003～2005年度NEDO委託研究（代表：酪農学園大学干場教授，共同研究メンバー：北海道大学松田教授，酪農学園大学松中教授・澤本講師，北海道農業研究センター長田サブチーム長，根釧農業試験場高橋主任研究員・木村研究員・関口研究員）の成果の一部を用いたものである。付して感謝申し上げます。