

家畜排せつ物利活用方策評価検討システム (LEIOMANUTEC) の紹介

(独)農業・食品産業総合研究機構フェロー
渡邊 昭三

まえがき：家畜排せつ物利活用方策評価検討システムが開発された背景

家畜排せつ物の全国的状況をみると「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律（家畜排せつ物法）」が平成11年11月1日に施行され、管理基準の一部については、施設整備に要する期間を考慮して5年間の適用猶予期間が設けられ、平成16年11月1日をもって完全施行になった。

平成11年度には家畜排せつ物約9,000万トンのうち約10%、約900万トンが野積み・素掘りという不適切な処理に仕向けられていた。その後、畜産環境対策の促進を図った結果、平成16年時点では、不適切処理が大幅に減少するとともに発生量8,890万トンのうち90%約8,000万トンが堆肥化处理・液肥化处理等に、8%約700万トンが浄化・炭化・焼却処理に仕向けられている。家畜排せつ物の発生量は、平成9年度以降同18年まで約7%減少している。

農林水産省は平成19年3月30日先に家畜排せつ物法に基づき策定された「家畜排せつ物の利用の促進を図るための基本方針」の見直しを行い、新たな基本方針を策定公表した。新基本方針は平成27年度を目標年度とし、①耕畜連携の強化、②ニーズに即した堆肥作り、③家畜排せつ物のエネルギーとしての利用等の推進がポイントになっている。

一方、平成15年12月には「農林水産環境政策の基本方針」（農林水産省環境型社会構築・地球温暖化対策推進本部）が決定され、家畜排せつ物の需給に基づいた利活用のあるべき姿を示す計画の策定に速やかに着手することが求められている。

これらの方針を実行するためには、行政・普及教育に携わる関係者が管轄地域の家畜排せつ物栄養素発生量とその耕種における受け入れ可能量の実態を正確に把握することが必須である。そのため(財)畜産環境整備機構は、農林水産省生産局畜産部畜産企画課畜産環

境・経営安定対策室の指導のもとに全国競馬・畜産振興会の助成を得て、平成17～19年の間「家畜排せつ物利活用方策評価検討システム構築事業」を実施し、国及び都道府県の行政担当者が行う、家畜排せつ物利用促進のための計画策定を支援するシステム「家畜排せつ物利活用方策評価検討システム、LEIOMANUTEC」（以下LEIOMANUTEC）を開発した。

注）：LEIOMANUTEC：LEIO Manure Nutrient Utilization, Environmental Effect and Cost Analysis

1. LEIOMANUTECの狙い、構成と機能、利用者の使い易さへの配慮

1) LEIOMANUTECの狙い

LEIOMANUTECは、国及び都道府県の行政担当者等が管内の営農計画等の策定・推進に当たって、家畜排せつ物利用促進のための計画策定を支援するツールとして開発された。分析を行う対象単位地区（単位地区）は、都道府県における農業行政と技術普及が行われる単位である複数の市町村から構成される地域ブロックとした。これを積み上げて、全県、地方農政局、全国レベルの情報が得られるようにしてある。

2) LEIOMANUTECの構成

LEIOMANUTECの全体構成を示すと、図1のよう

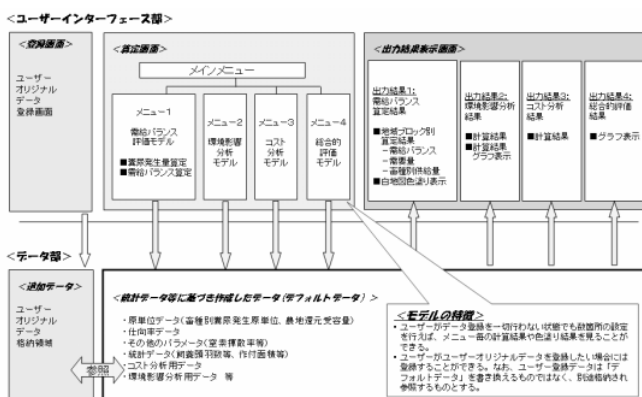


図1 システムの全体構成

になる。中央線より上のボックスはユーザーインターフェイス部で解析のための3本の算定メニュー（モデル）①需給バランス評価ツール、②環境影響分析ツール、③コスト分析ツールとその結果の出力表示の構成を示している。同じく下部はこのシステムのデータの格納部を示している。

3) 利用者の使い易さへの配慮

右下の吹き出しには、本システムにおけるユーザーの算定作業の前提条件が示されている。このことは利用者にとってLEIOMANUTECを利用し易くするための配慮を示している。更に説明を加えると、本システムの構築に当たって利用者にモデルを利用し易くするために次の事項に配慮している。

■データ入力の省力化：分析に必要なとなる基礎データのうち、既存の統計資料や調査データなどで現状把握できる限りのものをデフォルト値として入力している。また、プルダウンメニュー形式などにより、入力データ項目数や数値の入力、計算方式の選択の手間を低減している。

■検討の流れにそったプログラムの構成：自治体へのヒヤリングなどを通して、利用者の視点で需給マッチングの計算の流れや利用方法など実態に合わせてプログラムや画面遷移を構成している。

■試行情報の一覧性：入力データ、出力結果を画面上で分かり易く一覧化して表示している。

■試行管理の容易性：試行ごとに入力・分析結果データをファイルに出力・保存する機能を具備するため利用者は試行結果の管理をし易い。

■使い慣れたExcelでの運用：エクセルをベースで作成しているため、最終利用者のPCに左右されにくく、データの編集なども容易である。

4) 本システムに登録しているデータ

本システムでは、需給バランス評価、環境影響分析、コストの分析を実施するため次のデータを登録している。

<家畜排せつ物供給量>

畜種別飼養頭羽数、原単位データ（畜種別ふん尿発生量）、処理仕向率データ（処理・保管方法別仕向率）、パラメータ（窒素の揮散率等）

<家畜排せつ物需用量>

農地還元受容量（①堆肥施用基準からみた受容量、②肥効率・代替率からみた受容量、③窒素収支からみた受容量、④畑地における土壤腐植水準からみた受容量）、作物作付け面積

<環境影響分析用データ>

処理方法別環境負荷データ（運用段階）、輸送プロセスでの環境負荷データ

<コスト分析用データ>

処理方法別コストデータ（施設償却費、維持管理費）、輸送単価

これらのうちには、ユーザーオリジナルデータで変更することが可能なものがあり、後述するように、変更プログラムが準備されている。

2. LEIOMANUTECの構成モデルと機能及び操作

前述のようにLEIOMANUTECは3本のモデルから構成されている。以下にそれらの内容の概略と操作法を説明する。

1) 需給バランス評価モデル：家畜排せつ物需給バランス現状解析

地域ブロック内で発生する家畜排せつ物栄養素量と、同地区内での耕種側の受け入れ可能量を対比し、栄養素のバランスを解析する。図2に家畜排せつ物の供給可能量の計算フローを示した。

(1) 家畜排せつ物の栄養素の発生量：供給可能量の算定

地域ブロックの畜産統計による家畜頭羽数と家畜別排せつ物原単位表、窒素、リン、カリの成分原単位表を基礎に、同地区内に行われている表1に示した各種家畜排せつ物処理方式とそれらに仕向けられる家畜ふん尿の割合（仕向け率）、各種処理方式における処理歩留まりを通じて産生される栄養素量を合算する。計算の考え方を窒素について示すと

地域の窒素の供給可能量 = 地域の家畜の頭羽数 × 排せつ量原単位 × (1 - 畜舎内での揮散率) × 各種家畜排せつ物処理方式への仕向け率 × (1 - 処理中の揮散率) の合計 × 農地還元仕向け率 (地域ブロック内で農地還元以外の処理方式例えば燃焼・炭化等に

仕向けられた量を除く)となる。
供給可能量の計算フローは図2に示す通りである。

不適切な処理保管方法	1) 野積み 2) 素ぼり
管理施設を用いない方法	3) 廃棄物処理業者への委託処分 4) 畜舎から直接農地散布 5) 周年放牧 6) その他
管理施設を用いる方法	7) 炭化・焼却処理によるエネルギー利用 8) 堆肥舎・堆肥化処理施設 9) 強制発酵・堆肥化処理 10) 乾燥処理 11) 貯蔵槽・貯留保管 12) 液肥化施設、液肥化処理 13) 汚水浄化施設、浄化処理 14) 簡易対応、簡易対応保管

表1 データベースで取り上げる処理保管方法の種類

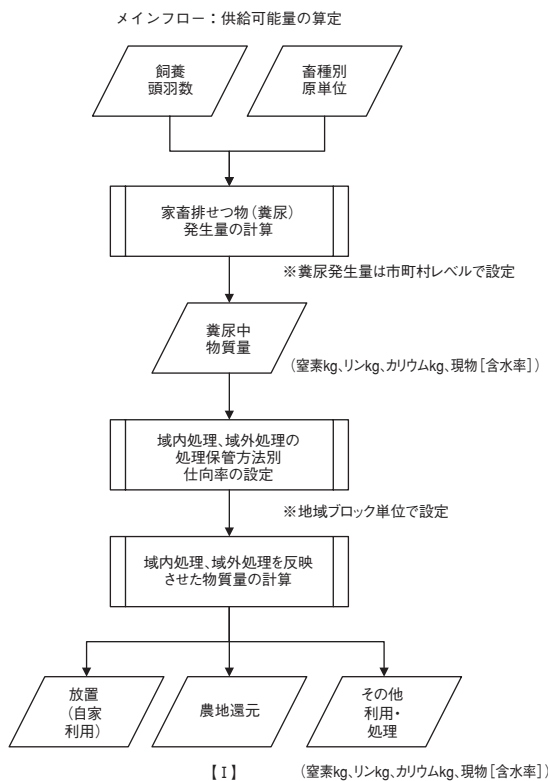


図2 供給側の計算フロー

(2) 耕種側の受け入れ可能量の積算：農地還元利用過程

地域ブロック内の作物の種類とそれらの作付面積統計を基礎に、今回独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構中央総合農業研究センターが、従来の各都

道府県の作物施肥基準等の精粗を踏まえて開発した「農地による家畜ふん堆肥受容量分布データベース」により、作物毎の栄養素必要量を算出し、そのうち家畜排せつ物及び処理物が充足することができる栄養素の量を求め合算する。

今回LEIOMANUTECの開発に当たっての大きな特色は、前述データベースでいわゆる耕畜連携の科学的インターフェイスをより明確にした点である。すなわち4本の柱、①堆肥の施用基準、②肥効率・代替率からみた受容量、③窒素収支からみた受容量、④畑地における土壤腐植水準からみた受容量から構成され、それぞれの考え方は表2に示す通りである。

家畜排せつ物の受容量の算定フローは図3に示した。

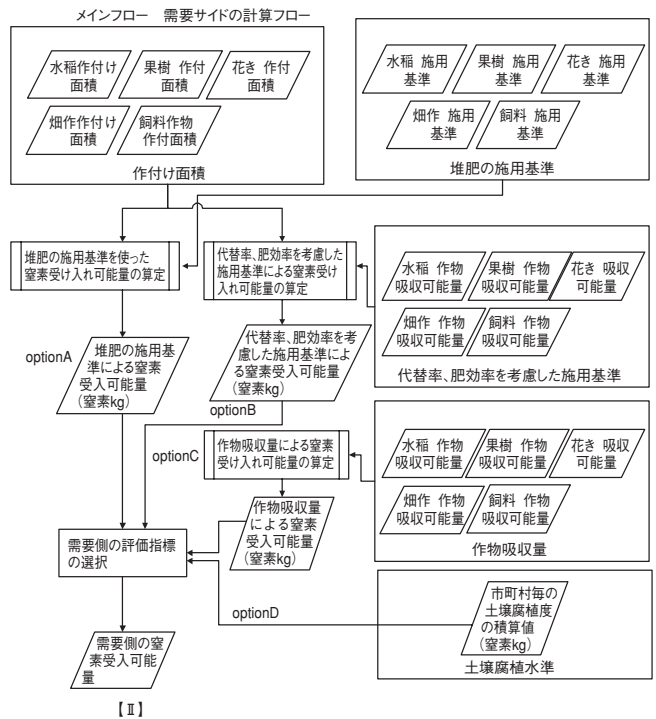


図3 受容側の計算フロー

(3) 単位地区内の家畜排せつ物栄養素の需給バランスの検討

地域ブロック内の家畜排せつ物栄養素発生量と耕種側の受け入れ可能量を対比し、バランスを確認し、地区内の腐植の受容量を参考にして、過剰・不足に応じた対策をとる。

PC上の需給バランス評価モデルでは、成分量ベー

スでユーザーの選択したオプションにより計算された需要量（需用量計算オプション：堆肥施要基準等4通りによる）と供給量（家畜排せつ物発生量のうち、農地還元仕向け量）を算定し、両者の数値を比較する。この基本的考え方は図4に示した。

①堆肥施要基準からみた需要量

堆肥施用基準は、土作り等を目的として、作物毎に各都道府県等で設定されている堆肥の現物投入量の基準である。

②肥効率・代替率からみた需要量

肥効率とは、化学肥料の肥効を1とした場合の、家畜ふん堆肥の肥料的効果の割合である。代替率とは、必要肥料成分の施用量脳つい、家畜ふん堆肥からの供給しようとする量が占める割合である。作物毎の肥料成分の基準である施肥基準量に、代替率と、肥効率の逆数を乗ずれば、投入可能な堆肥の肥料成分量が明らかになる。

③窒素収支からみた需要量

窒素の収支上、圃場外に出る窒素の上限を「収穫物に含まれる窒素+降雨による地下水への溶脱許容窒素量（80kg/ha/年）」とした際、施肥基準の窒素量を堆肥による代替率上限値（規定値は窒素の施肥量の50%）以下の割合で代替できる量を受容量とする考え方。

④畑地における土壤腐植水準からみた受容量

堆肥を5年連用するという条件の下で、地力を維持するために、非黒ボク治定土では、地力増進法の腐植水準（腐植3%、土壤炭素が入率1.74%）に近づけ、維持するために要する堆肥の量、黒ボク土では、腐植水準が高いので、元々の腐植水準を維持するために要する堆肥の量を需要量とする考え方。

表2 需給バランス（潜在的な農地還元需要量）の基本的考え方

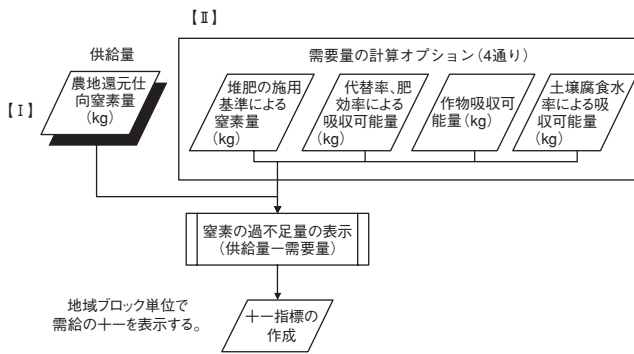


図4 需給バランス評価の基本的考え方

需給バランス評価モデルの操作方法

【需給バランス評価モデルの操作方法】

1) 需給バランスモデルの起動

インストール先フォルダより「需給バランス評価モ

デル.xls」を起動すると、メイン画面（図5）が表示される。この画面により供給側の計算、需要側の計算を行うことができる。

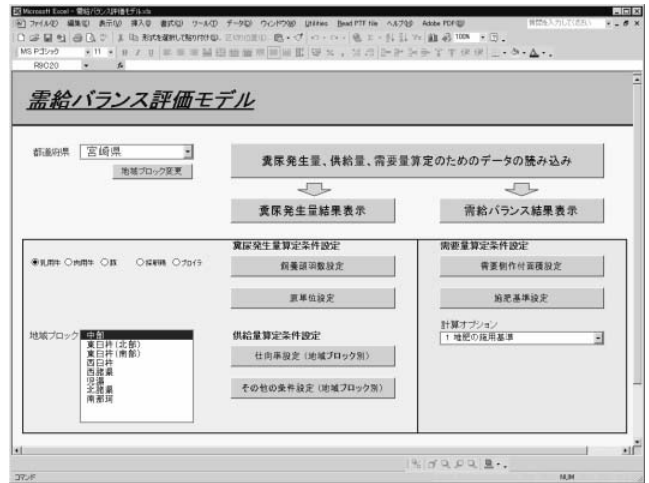


図5 需給バランス評価モデルのメイン画面

2) 評価対象都道府県の設定

①メイン画面で評価対象とする都道府県の指定を「都道府県プルダウンメニュー」から選択する。

3) データ読み込み

①メイン画面の「糞尿発生量、供給量、需要量算定のためのデータの読み込み」ボタンをクリックすると、糞尿発生量、供給量、需要量算定に必要なデータが読み込まれる。

4) 糞尿発生量の結果表示

①メイン画面の「糞尿発生量結果表示」ボタンをクリックすると、糞尿発生量結果：発生量が地域ブロック別に現物、窒素、リン、カリが糞尿別に表

地域名	現物量 (kg)		窒素 (kg)		リン (kg)		721 (kg)	
	供給	需要	供給	需要	供給	需要	供給	需要
1)中部	257,012,089	-	1,211,449	229,894	908,833	344,276	1,817,599	320,781
2)東北(北)	127,738,617	-	1,168,632	293,826	604,230	432,817	981,566	423,781
3)東北(南)	57,709,862	-	482,733	731,840	159,029	265,536	4,091,715	878,204
4)西日本	878,348,768	-	4,218,854	3,928,232	2,811,937	454,855	4,703,234	426,252
5)西経路	811,698,209	-	5,121,541	790,769	4,450,446	989,929	5,695,026	962,681
6)東経路	31,202,538	-	159,206	1,132,161	52,317	1,212,400	1,871,917	1,287,034
7)社経路	689,159,281	-	3,483,049	283,577	3,280,837	308,581	4,822,402	363,099
8)無処理	362,376,041	-	1,778,289	898,110	1,051,523	608,187	2,326,266	897,789

図6 需給バランス結果画面

示される。(図6)

- ② ①の図6の糞尿発生量結果「発生量」画面で窒素の「詳細」ボタンをクリックすると、地域ブロック別に発生量(窒素)の畜種毎の詳細結果が表示される。
- ⑤発生量(窒素)画面で「戻る」ボタンをクリックするとメニュー画面に戻る。

5) 需給バランスの結果表示

(1) 計算オプションで「4 土壤腐植水準」以外を選択した場合

- ①メイン画面(図5)の「需給バランス結果表示」ボタンをクリックすると需給バランス算定結果画面が表示される。(図6)
- ②①の図6の需給バランス算定結果：供給量と需要量の画面で成分毎の「詳細」ボタンを押すと、その成分の畜種毎の「供給量と需要量(成分)」の表で地域ブロック別に各畜種の窒素供給量、供給量合計、需要量が表示される。同じくリン、カリについても同様に操作する。
- ③②の成分毎の供給量と需要量の詳細結果画面毎に畜種別の詳細結果が表示される。窒素、リン、カリにおいては、「グラフ表示」のボタンをクリックすると、地域ブロック別に「供給量と需要量の棒グラフ(窒素)」が表示される(図7)

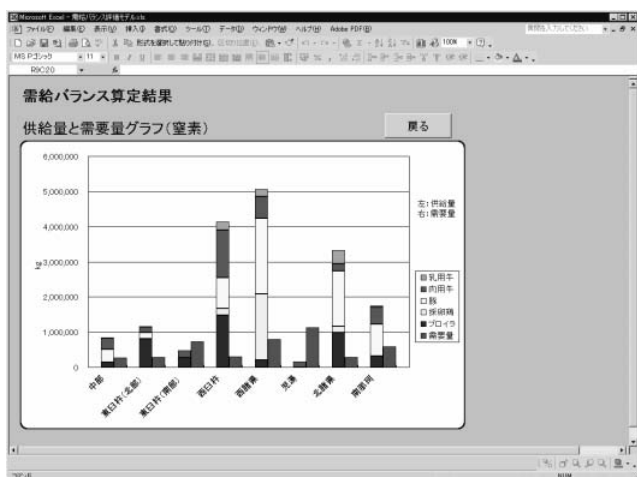


図7 供給量と需要量のグラフ表示(堆肥施用基準による窒素の例)

- ④③の図7の「供給量と需要量の棒グラフ(窒素)」の「戻る」ボタンをクリックすると、前図に戻る。

前図「戻る」をクリックすると前前図に戻る。

- ⑤余剰量についての結果を表示する場合は、④の供給量と需要量に戻り、「余剰量表示」のボタンをクリックすると、「余剰量」が地域ブロック別に窒素・リン・カリ毎に表示される。
- ⑥⑤の余剰量について、窒素、リン、カリの3成分の、最大余剰量となるものをグラフ表示させる場合、余剰量の算定結果画面で「グラフ表示」をクリックすると「余剰量(換算窒素)グラフ」が表示される。(図8)

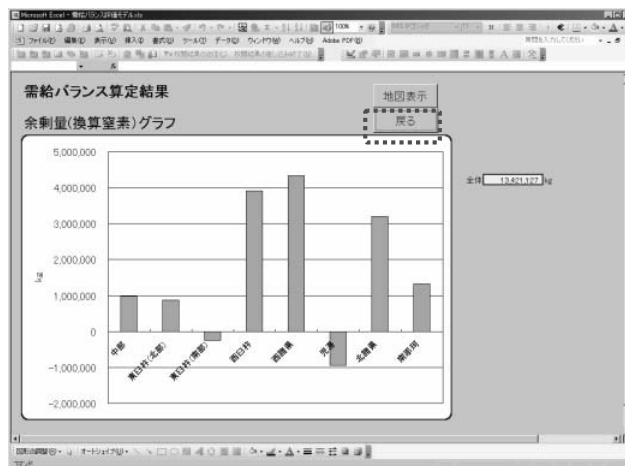


図8 「最大余剰量グラフ」表示

- ⑦⑥の図8余剰量(換算窒素)グラフについて「戻る」ボタンをクリックすると前画面に戻る。さらに「戻る」ボタンをクリックすると、メニュー画面に戻る。

(2) 計算オプションで「4 土壤腐植水準」を選択した場合

- ①メイン画面の「需給バランス結果表示」ボタンをクリックすると「供給量と需要量(現物)」に地域ブロック別、畜種毎の家畜糞尿現物の供給量と畑地における腐植の需要量(堆肥)を現物量に換算した値が表示される。
- ②①の表供給量と需要量(現物)の表のグラフ表示をクリックすると、地域ブロック別に供給量と需要量の棒グラフが表示される。(図9)
- ③②の図9供給量と需要量の棒グラフの「戻る」ボタンを押すと、供給量と需要量(現物)の表に戻る。

- ④ ③の供給量と需要量（現物）の表で「戻る」ボタンを押すと、メニュー画面に戻る。

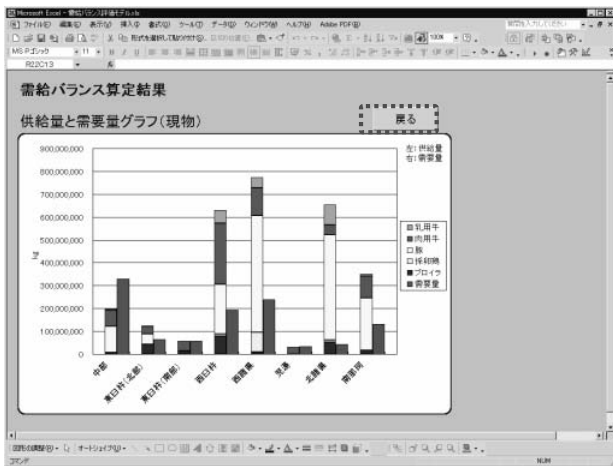


図9 供給量と需要量のグラフ表示

[自給バランス評価モデルにおけるユーザーオリジナルデータの設定方法]

1) 地域ブロックの変更

・地域ブロックの所属市町村の変更が必要な場合は、市町村と地域ブロックとの対応関係を変更することができる。ただし、地図表示には、変更は反映されない。

- ①地域ブロックの所属市町村を変更する場合には、需給バランス評価モデルのメイン画面で「地域ブロック変更」ボタンをクリックすると「地域ブロック変更」画面が表示される。以下画面に従って操作する。

2) 飼養頭羽数の設定

・市町村別の各畜種頭羽数については、ユーザーオリジナルデータを設定することができる。

- ①メイン画面のラジオボタンでデータを設定する畜種を選択する。次に同画面で飼養頭羽数設定ボタンをクリックする。飼養頭羽数の設定画面が表示されると、最後に保存したデータが表示される。デフォルト値を表示させたい場合には、「デフォルト」ボタンをクリックする。なお、初めて設定を行う場合には、設定画面が表示された時点でデフォルト値が表示される。以下画面に従って操作する。

3) 原単位の設定

・地域ブロック別の原単位については、ユーザーオリジナルデータを設定することが可能である。

- ①メイン画面で「原単位設定」ボタンをクリックし、同様にして原単位の設定ができる。以下画面に従って操作。

4) 仕向率の設定

・発生した家畜排せつ物を域内への処理と域外への処理に振り分ける仕向率について、ユーザーオリジナルデータを設定することが可能である。

・処理仕向率は、畜種、地域ブロック毎に設定する。

- ①メイン画面のラジオボタンで畜種を選定する。
②メイン画面の「地域ブロック」のリストから設定する地域ブロックを選択する。

- ③メイン画面の「仕向率設定」ボタンをクリックすると、仕向率設定画面が表示される。最後に保存したデータが表示される。デフォルト値を表示させたい場合には、「デフォルト」ボタンをクリックする。なお、初めて設定を行う場合には、設定画面が表示された時点でデフォルト値が表示される。以下画面に従って操作する。

- ④ ③の仕向率設定画面でデータ入力箇所（白色部分）に数値を入力し、「戻る」ボタンをクリックする。なお、数値はパーセント（1～100）で入力し、画面下に表示される入力の合計値が100となるようにする。以下画面に従い操作する。

5) その他の条件設定

・振り分けられた処理方法別に糞尿発生量や需給バランスを算定するために必要な条件については、ユーザーオリジナルデータを設定することができる。

・その他の条件設定は、畜種地域ブロック毎に行う。

- ①メイン画面のラジオボタンで、編集する畜種を選択する。以下画面に従い操作する。

6) 作付面積の施定

・需要量を算出するための作付面積について、ユーザーオリジナルデータを設定することが可能である。

- ①メイン画面の「需要側作付面積設定」ボタンをクリックすると県内市町村別の作付面積画面全作物と作付面積一覧表が表示される。

作付面積の設定画面が表示されると、最後に保存したデータが表示される。デフォルト値を表示

させたい場合、「デフォルト」ボタンをクリックする。なお、初めて変更する場合、設定画面が表示された時点では、デフォルト値が表示されている。

- ② ①の作付面積でデータ入力箇所（白色部分）に数値を入力し、「戻る」をクリックすると、保存の確認問い合わせ画面がでるので保存する場合は「はい」をクリックする。データ入力が完成したら「戻る」のボタンをクリックする。

7) 施肥基準の設定

・需要量を算出するための施肥基準について、ユーザーオリジナルデータを設定することができる。

- ①メイン画面の「施肥基準設定」ボタンをクリックする。作物毎の計算オプションの「施肥基準」の設定画面が表示される。最後に保存したデータが表示される。デフォルト値を表示させたい場合、「デフォルト」ボタンをクリックする。なお、初めて変更する場合、設定画面が表示された時点では、デフォルト値が表示されている。(図10)。

- ② ①の図10でデータ入力箇所（白色部分）に数値を入力し、入力が完了したら「戻る」をクリックすると、保存の確認問い合わせ画面がでるので保存する場合には「はい」をクリックする。データ入力が完成したら「戻る」のボタンをクリックする。

8) 需要量算定における計算オプション（農地還元需要量）の設定

・メイン画面の計算オプションをクリックする。

- ①表示された計算オプションリストから、目的の計算オプションを選択する。(農地還元需要量の考え方については、表2を参照すること。)

なお、需給バランス評価モデルの解析結果について、色塗り分け地図作成機能の操作法が記載されているが、本紹介では割愛した。

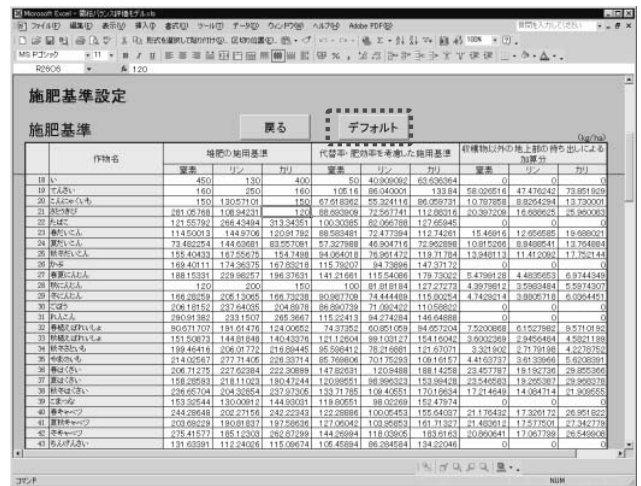


図10 施肥基準の設定画面

2) 環境影響分析モデル：家畜排せつ物処理利用計画（シナリオ）の大気環境等に及ぼす影響

家畜排せつ物処理利用システムの現状、その需給調整対策シナリオについて発生する温室効果ガスの発生量を算出し、そのシナリオと現状を比較し、対策の選択に役立てる。家畜排せつ物処理利用の環境影響分析モデルの概要は図11に示した。

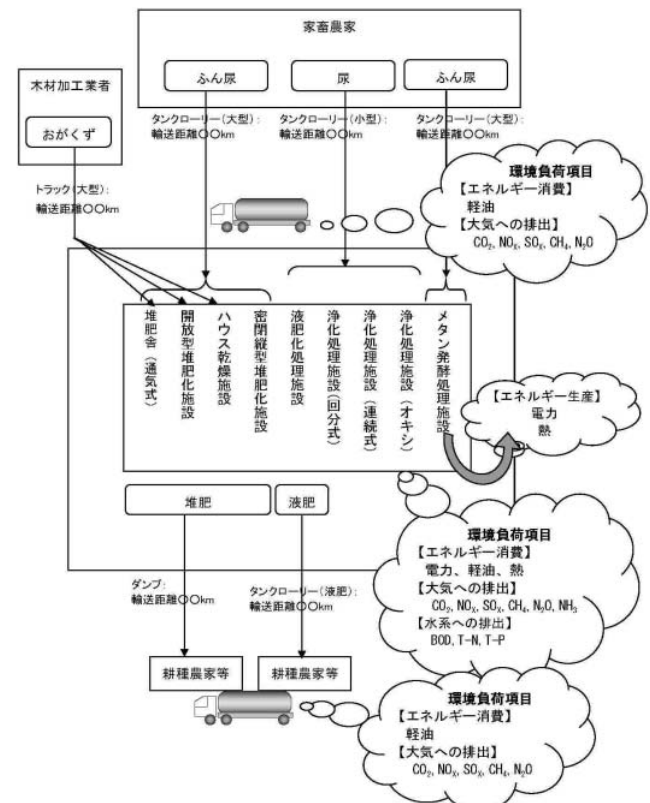


図11 家畜排せつ物処理の環境影響分析モデルの概要

(1) 現状の家畜排せつ物処理利用システムの温室効果ガス発生量等の算出

現状の各処理システムについて、畜舎内から処理完了までの各段階のガス発生量を算出し、総合温室効果指数に換算する。

(2) 各対策シナリオにおけるガス発生量の算出

前項と同様に各対策シナリオ（堆肥流通のための輸送を含む）のガス発生量等を算出し、総合温室効果指数等に換算する。

(3) 現状の各処理システムと各対策シナリオの総合温室効果指数の比較

現状の各処理システムを基礎（100）として、各対策シナリオの総合温室効果指数の高低を比較し、対策シナリオ選択の判断材料とする。

環境影響分析モデルの基本的考え方を示すと次の通りである。

■作物施肥—土壌・地下水・大気係へのミクロレベルの環境影響分析は開発途上の段階にあり、又、個々の対策の状況や環境による差異が極めて大きいため、汎用的なモデルへの取り込みを志向することは現実的でない。

■一方で、地球温暖化をはじめとする地球規模の環境問題への対応はあらゆる生産活動や事業活動において重視される課題となっており、家畜排せつ物の処理や利活用の分野においてもそれは例外ではない。

■特に、コスト分析モデルで評価の対象とする輸送プロセス等の施設の運用、運転がもたらす影響については多方面からの関心が高い。

■以上に基づき、利活用促進施策評価システムにおいては、環境襟強分析モデルの範囲として「家畜排せつ物処理の運用段階に係る地球環境への影響」を考えることとする。

■なお、地球環境影響の評価に当たっては、ライフサイクルアセスメント（LCA）の分野

で様々な主体によって研究が進められているインベントリ分析の考え方やインパクト評価モデルを活用していくこととする。

環境影響分析モデルの操作方法

1) 環境影響分析モデルの起動

- ①インストール先フォルダより、「環境影響分析モデル.xls」を起動すると、環境影響分析モデル図12の環境影響分析モデルについて（必ずお読みください）ボタンをクリックし、環境影響分析モデルについて画面を開く。



図12 環境影響分析モデルのメイン画面

2) 条件設定

- ①メイン画面の条件設定で、シナリオ毎に糞尿発生量、投入割合、施設までの輸送距離、施設からの輸送距離を入力する。なお、画面下にスクロールするとシナリオ3つまで設定する事ができる。ここでは、全量を堆肥舎（通気式）に投入し、施設までの輸送距離と施設からの輸送距離をそれぞれ0 km、10km、50kmとした場合（I-27に示したシナリオ1-1、1-4、1-5）のシナリオ①、②、③の入力画面を示す。

3) 環境影響分析の結果表示

- ①全ての入力完了し、メイン画面の「環境影響分析の結果表示」ボタンをクリックすると、計算結果一覧に算定結果（物質別）が表示される。（図13）
- ② ①の図13計算結果一覧に算定結果（物質別）において、「表示切替」ボタンをクリックすると、計算結果一覧は「物質別」と「工程別」の2種類があり、「表示切替」ボタンをクリックするたびに画面が交互に切り替わる。
- ③ ①の図13計算結果一覧画面で各分析結果表の右にある「グラフ表示」ボタンをクリックすると、クリックした項目のグラフが表示される。（図14）
- ④ ③の図14二酸化炭素排出量グラフ（工程別）の

「戻るボタンをクリックすると、メニュー画面図13に戻る。

ここでのシナリオ毎のLIME統合による環境影響の評価額表は総合的評価モデルで利用される。

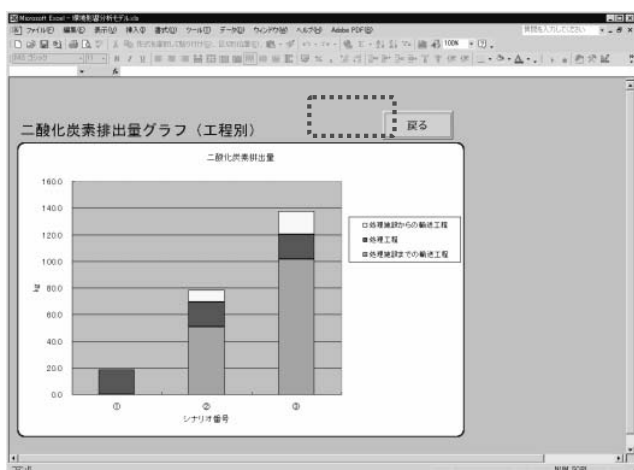


図13 環境影響分析モデルの計算結果一覧 (物質別)

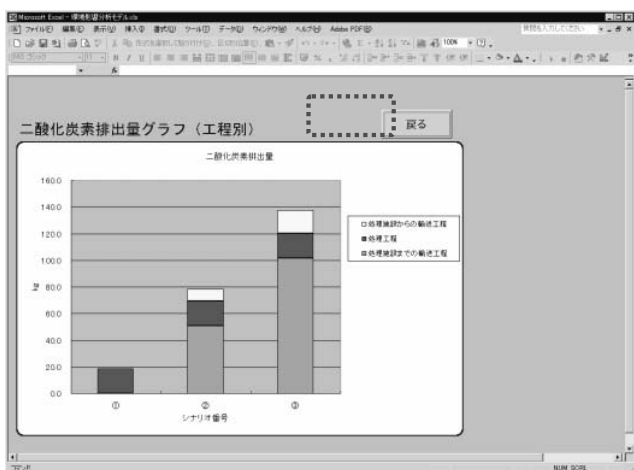


図14 環境影響分析モデルでのグラフ表示

4) 処理・輸送係数の変更

①堆肥化処理施設のインベントリ、液肥化・浄化処理施設のインベントリ、メタン発酵処理施設のインベントリを変更する場合は、メイン画面の「処理・輸送係数変更」ボタンをクリックする。

② ①のメイン画面の「処理・輸送係数変更」ボタンをクリックすると、処理・輸送係数設定画面：堆肥化処理施設のインベントリが表示され、最後に保存したデータが表示される。デフォルト値を表示させたい場合、「デフォルト」ボタンをクリックする。なお、初めて設定を行う場合は、デフォルト値が表

示される。

③ ②の処理・輸送係数設定画面：堆肥化処理施設のインベントリで、データ入力箇所 (白色部分) に数値を入力し、入力完了したら、「戻る」ボタンをクリックする。保存の確認問い合わせ画面がでるので変更内容を保存する場合は「はい」をクリックする。データ入力完了したら「戻る」のボタンをクリックする。(データを変更していない場合も確認問い合わせが表示される。)

5) 特性化係数・LIMEによる統合 特性化係数の変更

①特性化係数・LIMEによる統合化係数の変更する場合は、メイン画面 (図12) の「特性化係数・LIMEによる統合化係数の変更」ボタンをクリックする。特性化係数が表示される。

② ①に特性化係数・LIMEによる統合化係数の設定画面が表示されると、最後に保存したデータが表示される。デフォルト値を表示させたい場合、「デフォルト」ボタンをクリックする。初めて設定を行う場合は、デフォルト値が表示される。

③ ②の特性化係数・LIMEによる統合化係数の設定画面において、データ入力箇所 (白色部分) に数値を入れ、入力完了したら「戻る」ボタンをクリックする。保存の確認問い合わせ画面がでるので変更内容を保存する場合は「はい」をクリックする。データ入力完了したら「戻る」のボタンをクリックする。データを変更していない場合も確認問い合わせが表示される。)

注) LIMEとは、LCIA (ライフサイクルインパクト評価) のための評価手法として開発された日本版の環境影響評価手法である。LCAプロジェクト (経済産業省/NEDO/社産業環境管理協会: 1998~2002) において、30名を超える環境科学の専門家で構成される委員会での検討を通じて完成された。環境報告書での活用が進むなど、LIMEは日本において標準的な手法となりつつあり、以下のような点が特徴。

- 資源や廃棄物等の日本固有の事情が反映されていること
- 特性化係数が比較的充実していること

■統合化結果として貨幣価値に導かれ、将来的コストを加えた総合評価などへの発展が期待できること

3) コスト分析モデル：家畜排せつ物処理利用計画（シナリオ）のコスト分析

現状の各処理システムについて、各施設のイニシャルコスト及び処理コスト（ランニングコスト）を算出し、対策シナリオと現状を比較し、対策の選択に役立てる。コスト分析モデルの全体の流れを示すと、(図15)の通りである。

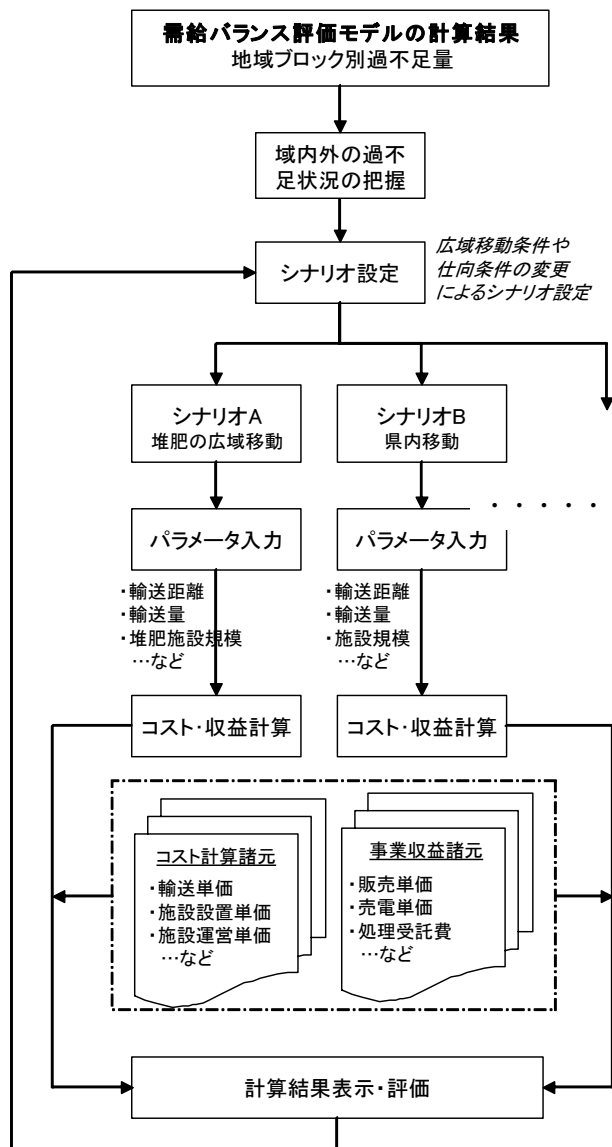


図15 シナリオ設定によるコスト分析の流れ

(1) 現状の各処理システムのコスト算出

現状の各処理システム施設について、イニシャルコスト、原価償却費、排せつ物の処理の経費（ランニングコスト）を算出する。

(2) 対策シナリオ（堆肥流通のための輸送を含む）についてコストを同様に計算する。

(3) 現状の各処理システムを基礎（100）として、各対策シナリオのコストの高低を比較し、対策シナリオ選択の判断材料とする。

堆肥の流通に当たって供給可能量、受け入れ可能量の考え方

需給バランス評価モデルの算定結果である地域ブロック別の「余剰量（域外供給可能量）」に対して、再生利用施設や堆肥の広域移動への仕向率や輸送距離を複数設定したものがシナリオとなる。ここで、「域外」とは「地域ブロック外」のことである。

堆肥の広域移動に伴う移動先での「受け入れ可能量」については、需給バランス評価モデルの計算結果である「地域ブロック別不足量（図16 過不足量の計算方法のS1-D1の値：マイナスの余剰量）」を使用する。

なお、供給可能量、受入可能量とともに、地域ブロック内の実際の堆肥の利用料が施用基準等による利用可能量に達していないため、実際は、もっと大きな数値となる（図16）のS1-D2の値）が、堆肥の利用実態に関する調査が継続的に行われていないことから、最小値を算出することとした。

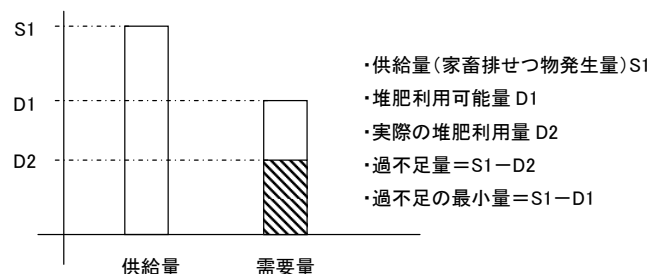


図16 過不足量の計算方法

コスト分析モデルの操作方法

コスト分析モデルは、次の11ステップの操作を経て完了する。

1) コスト分析モデルの起動

- ①インストール先フォルダより、「コスト分析モデル.xls」を起動すると、コスト分析モデルのメイン画面(図17)が表示される。



図17 コスト分析モデルのメイン画面

2) 評価対象都道府県の設定

- ①メイン画面で都道府県表部分をクリックする。目的の都道府県を選択する。

3) 地域ブロック別距離テーブルの設定

- ①「メイン画面」で「距離テーブル設定」ボタンをクリックする。距離テーブル設定が表示される
- ②①に距離テーブル設定画面が表示されると、最後に保存したデータが表示される。デフォルト値を表示させたい場合、「デフォルト」ボタンをクリックする。初めて設定を行う場合は、デフォルト値が表示される。
- ③②の距離テーブル設定において、地域ブロック間の距離を、0 km～200kmの範囲で10km単位のリストより選択する。
- ④地域ブロック間の距離の設定が完了したら、「戻る」ボタンをクリックする。保存の確認問い合わせ画面がでるので変更内容を保存する場合は「はい」をクリックする。データ入力 completedしたら「戻る」のボタンをクリックする。(データを変更していない場合も確認メッセージは表示される。)メイン画面の「距離テーブル設定」ボタンの左側に、距離テーブルの設定または設定したことを示す「○」が表示される。(図19)

4) 輸送単価の変更

- ①輸送単価の野デフォルトを変更したい場合、「メイン画面」(図17)で「輸送単価変更」ボタンをクリックする。
- ②輸送単価設定画面が表示されると、最後に保存したデータが表示される。デフォルト値を表示させたい場合、「デフォルト」ボタンをクリックする。初めて設定を行う場合は、デフォルト値が表示される。
- ③②の輸送単価設定画面で、トラック以外の輸送(舟運)などがある場合には、輸送単価ではなく輸送費そのものを「その他」欄に設定することができる。再利用施設や広域移動の輸送車種で「その他」を選択すると、ここで設定した金額がそのまま輸送費となる。
- ④③の輸送単価設定画面で輸送単価の設定が完了したら、「戻る」のボタンをクリック。保存の確認問い合わせ画面がでるので変更内容を保存する場合は「はい」をクリックする。データ入力 completedしたら「戻る」のボタンをクリックする。(データを変更しない場合も確認メッセージが表示される。)

5) 拠点の設定

- ①「メイン画面」図17の「拠点設定」をクリックする。拠点設定画面が表示される。
- ②①の拠点設定には、再生利用の拠点及び広域移動の拠点設定画面が表示される。それぞれ地域ブロックの選択拠点をプルダウンメニューで行う。
- ③②の拠点設定で各施設の拠点や広域移動の拠点としての地域ブロックの設定が完了したら「戻る」ボタンをクリックする。
- ④メイン画面の「拠点設定」ボタンの左側に、拠点設定が完了したことを示す「○」が表示される。

6) 仕向条件の設定

- ①メイン画面図17の「仕向条件設定」ボタンをクリックする。仕向率設定画面が表示される。
- ②①の仕向条件設定画面に地域ブロック毎の余剰量が表示されるので、地域ブロック毎に各施設への仕向率を入力するとともに、異動先の地域ブロック、輸送車種を選択リストより選択する。また、広域移動については、異動元の地域ブロック毎に広域移動の機転となる地域ブロックを選択リストより選択する。

- ③必要な入力完了したら、「戻る」ボタンをクリックする。
- ④メイン画面の「仕向率設定」ボタンの左側に、仕向率設定が完了したことを示す「○」が表示される。

7) 再生利用コスト

- ①メイン画面図17の「再生利用コスト設定」ボタンをクリックする。再生利用コスト設定画面が表示される。
- ②①の再利用コスト設定画面で、メタン発酵施設、炭化施設、その他の初期費用及び維持管理費が表示される。その他施設については、1年当たりの施設償却費と維持管理費として、任意の数値を入力する。
- ③入力が完了したら、「戻る」ボタンをクリックする。
- ⑤メイン画面の「再利用コスト設定」ボタンの左側に、再利用コストの設定が完了したことを示す「○」が表示される。

8) 広域移動条件設定

- ①メイン画面図17の「広域移動条件設定」ボタンをクリックする。広域移動条件設定画面が表示される。
- ②①の広域移動条件設定画面で、広域移動の拠点毎に移動先の都道府県と地域ブロック、輸送車両を選択し、輸送距離と受入量を入力する。輸送距離は0km~200kmの範囲で10km毎のリストより選択し、輸送車種は、「2t」、「4t」、「10t」、「その他」から選択する。「その他」を選択した場合、「輸送単価設定」画面で「その他」欄に入力した輸送単価が輸送費となる。
- ③②の広域移動条件設定画面と同じ画面で、広域移動の起点に堆肥化処理施設を新設する場合、堆肥化施設の処理方式を選択し、受入量を入力する。
- ④入力が完了したら、「戻る」ボタンをクリックする。
- ⑤メイン画面の「広域移動条件設定」ボタンの左側に、広域移動条件の設定が完了したことを示す「○」が表示される。

9) 収益設定

- ①メイン画面図17の「収益設定」ボタンをクリックする。収益設定画面が表示される。
- ②①収益設定の画面で、施設毎の処理受託単価や再生利用物の販売単価、広域移動先での堆肥の販売単価を地域ブロック別に入力する。メタン発酵施設の

売電単価は固定値である。また、堆肥の広域移動において堆肥化処理施設を新設した場合には、処理受託単価も入力する。

- ③入力が完了したら、「戻る」ボタンをクリックする。
- ④メイン画面の「広域移動条件設定」ボタンの左側に、広域移動条件の設定が完了したことを示す「○」が表示される。

10) 分析結果表示

- ①条件設定が完了したら、メイン画面図17の「コスト分析の結果表示」ボタンをクリックする。コスト分析結果の画面が表示される。(図18)
- ②①のコスト分析の結果表示の画面で「戻る」ボタンをクリックするとメイン画面に戻る。

11) 算定データを保存する場合

- ①コスト分析した結果を別ファイルに保存する場合は、メイン画面の「名前をつけて保存」ボタンをクリックし、別名でファイルを保存する。ただし、元ファイルと別フォルダに保存した場合、距離テーブルと輸送単価のデフォルトデータを読み込めなくなるため、元ファイルと同じフォルダに保存することが望ましい。

	単位	再生利用施設			広域移動	合計
		メタン発酵	炭化	その他		
成分重量	t	1,461	5,846	5,846	1,461	14,614
輸送費	千円	498,768	2,082,822	2,088,446	69,244	4,749,280
施設償却費	千円	541,841	3,131,758	1,010,897	46,688	4,731,184
維持管理費	千円	171,064	3,385,483	1,213,070	33,171	4,802,834
再生利用コスト	千円	712,895	6,511,251	2,223,873	79,859	9,534,019
コスト合計	千円	1,211,703	8,000,073	4,322,419	149,103	14,283,298
事業収益	千円	427,609	606,538	1,216,245	227,452	2,777,844
成分重量当たりのコスト	円/t	829,138	1,471,204	739,431	102,028	3,145,832
成分重量当たりの収益	円/t	292,808	103,760	209,289	155,640	811,401
成分重量当たりのネットコスト	円/t	536,330	1,367,445	480,142	-53,612	2,330,400

図18 コスト分析の結果表示画面

4) 総合的評価モデル：対策シナリオの総合評価

各対策シナリオの環境に及ぼす影響及びコストについて、それぞれ現状に対する変化割合を算出して、シナリオ間の比較を行う。総合的評価の流れを図19に

示す。

環境影響分析での変化量をX軸とし、コストの変化量をY軸として、各シナリオの座標を求め、環境影響—経費の相対的關係、利活用促進のための負荷の変化（原点からの距離）で対策シナリオを総合的に特性付け、対策シナリオ選定に役立てる。

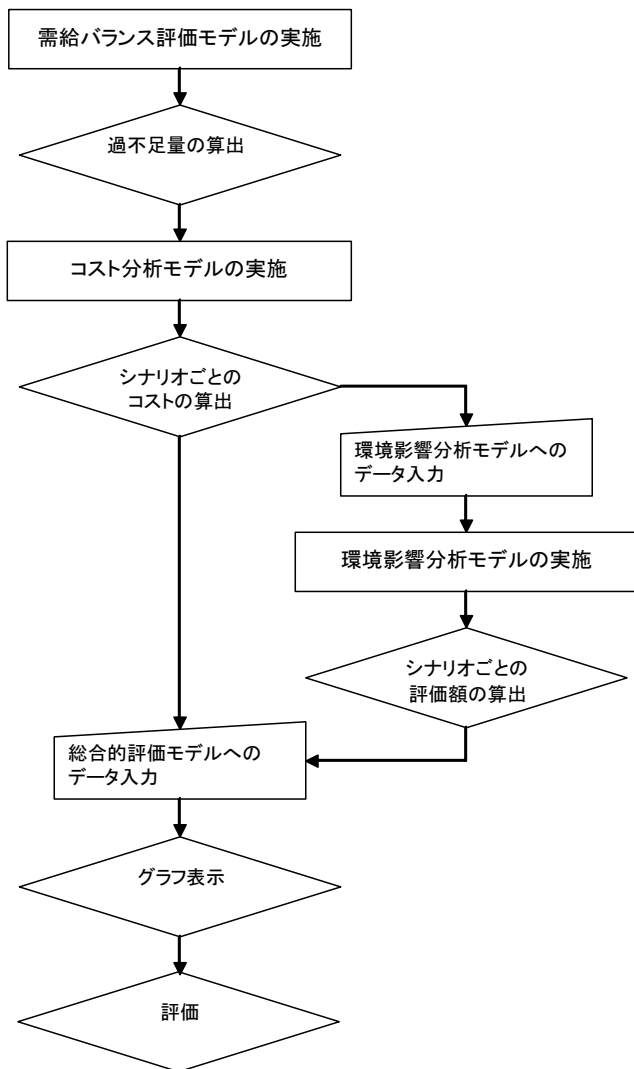


図19 総合的評価の流れ

総合的評価モデルの基本的考え方

環境分析モデルとコスト分析モデルは、需給バランス評価モデルにおいて算出された都道府県内の需給バランスをベースに、更なる利活用を推進する場合の方策（シナリオ）について、環境面とコスト面から個別に評価するものとなっている。家畜排せつ物の利活用促進施策を総合的に評価するために、これら両モデル

から得られた情報を組み合わせて利用することを考える。

環境影響分析モデルによる環境影響分析結果は、複数の環境影響因子をLIMEの手法により統合して、単一指標として貨幣価値に換算されている。しかし、これは社会科学的手法による推定金額であるという制約をもっている。一方、コスト分析モデルによるコスト算定結果は実態に基づくコストを積み上げた結果である。従って、外見上両者とも貨幣価値で表現されているが、単純に合計では、シナリオ間の適正な評価ができない。

また、両分析モデル共通の制約として、限定された計算条件下でのアウトプットであるため、コスト面、環境面での全体を算出したことにはならない点に注意が必要である。

結論として家畜排せつ物の利活用促進施策を総合的に評価するに当たっては、環境影響分析モデルによる環境影響の評価額（単位重量当たり）とコスト分析モデルによるコスト（単位重量当たり）を2軸として評価する手法が適切であると思われる。

総合的評価モデルの操作方法

1) 総合的評価モデルの起動

- ・インストール先フォルダより、「総合的評価モデル.xls」を起動すると、総合的評価モデルメイン画面が表示される。（図20）



図20 総合的評価モデルのメイン画面

2) コスト分析、環境影響分析結果の入力

- ・シナリオ（家畜排せつ物利活用促進施策）毎にコスト分析モデルによるコスト（コスト分析モデルによるコスト分析結果の成分重量当たりのネットコスト：（図18）と環境影響分析モデルによる環境影響の評価額（図21）を総合的評価モデル（図25）のデータ入力欄に入力する。

シナリオ	温暖化	酸性化	大気汚染	富栄養化	窒素	リン	合計
①	2,108	1,253	154	104			3,624
②	1,874	1,113	137	99			3,221
③	1,405	835	103	72			2,415

図21 環境影響分析モデルによる環境影響の評価額

3) 各シナリオのグラフ表示

- ・コスト分析モデルによるコスト、環境影響分析モデルによる環境影響を2軸とするグラフ上に各シナリオの位置づけが表示される。（図22）

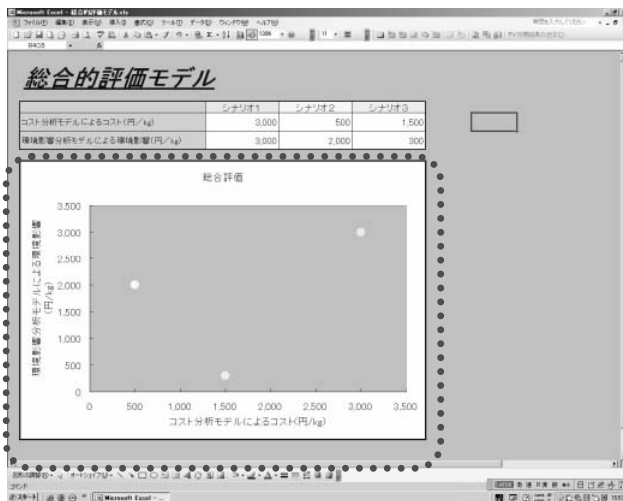


図22 総合的評価のグラフ表示

3. LEIOMANUTECの構築の準備と経過

モデル構築に先立ち既存統計データ及び家畜排せつ物発生過程及び処理過程に関するデータの精査並びに農地還元（堆肥利用）過程に関するデータの把握、家畜排せつ物を巡る環境関連データの検討を行い、モデル構築に必要な数値の収集に努めた。モデルの構築上欠落していることが分かったデータについては、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構傘下の専門研究機関に追加実験あるいは現場でのデータ採取を委託して補充した。

分析対象とする地域ブロックにおける畜産の現状と環

境問題の実態に適合したコンピュータープログラムを開発するために、開発チームはプログラムの構想に合わせて、全国都道府県に対しアンケート調査とモデル案の作成後、代表的畜産県において前後2回にわたりデモンストレーションを行い、モデル案についての具体的意見を求めた。

モデル作成の各段階において学識経験者等からなる家畜排せつ物利活用評価検討委員会及びワーキンググループ検討会により、基礎的情報の収集とデータ信頼性、プログラムの目標設定、サブプログラムの目的とその範囲、分析モデルの構築手続き、各サブプログラムの機能、計算結果の現場適合性および表示法などを検討し、事業の目的達成に遺漏のないことを期した。

同需給対策評価検討委員会は、家畜排せつ物の需給の不均衡を解消することを目的とした各サブプログラムを単独あるいは複合的に実施した場合に需給対策としての効果を検討確認した。

4. LEIOMANUTECモデル利用上の留意点

モデルは、家畜排せつ物発生に関する事実データを組織し、そしてその取り扱いプロセスに質的量的に影響する因子（係数）を統合して、家畜排せつ物利活用に関する事象を数量的に包括的に把握することを狙った手法である。しかし、計算の基礎となる単位地区モデルでは複雑な物理・生物化学的過程と農業・経済・社会システムを単純化している。出力される結果の正確度は、設定したモデルが分析単位の実態によく適合しているかどうかにかかっている。それは直接えられる事実データと動的な各過程の中で起こる係数的表現の両方がよく分析単位の現実に適合しているかに依存している。モデルに入る係数は実際に単位地区から得られたものが理想であるが、今回は基礎研究などから得られた数値が不偏性のあるものとして用いられている。将来は当該分析単位を所管するモデル利用者が自ら妥当な数値を確定することが望ましい。

モデルの利用者は、モデルの裏にあるこれらの仮定を良く理解していなければならない。

本モデルでは、対象とする範囲が広く取り扱う数値が多いが、モデル構築のロジックは数理的に単純で理解しやすいので、前述の事項をよく認識しておくことが

大切である。

利用者はモデルの出力結果を決して無批判に受け入れてはならない。いかに正確に分析単位の現実を説明しているか、可能な限り利用者が持っているデータ・経験と比較検討しなければならない。もしモデルの結果と自己のデータ・経験と一致しなかったら、自己の持っているデータが正しく、モデルの中のある過程を定義した基礎値と係数に問題があることを銘記しなければならない。当然利用者は入力ミスや解釈の間違いのないよう注意が必要である。

モデルの利用に当たっては、日頃地区の畜産の実態について、家畜頭羽数、排せつ物の発生量、各種処理利用形態とこれらに対する仕向率、作物及び施肥の動

向、流通可能な堆肥の生産量、地域内及び地域外流通の動向などについて、できる限り情報を収集して把握しておくことが大切である。ことによってモデルの出力結果の妥当性を評価することができる。

モデル利用上気づいたモデルの本来的機能に起因する問題点及び利用者自身の利用法についての所感については、こまめに分類して記録しておくこと将来のモデル改訂及び自身の利用習熟に役立つ。

5. 家畜排せつ物利活用方策評価検討システム、LEIOMANUTECの開発担当

本モデルソフトの開発は株式会社三菱総合研究所環境・エネルギー研究本部が担当した。

