

平成 22 年度
「南丹市地球温暖化ガス削減量算定業務」
報告書

平成 23 年 3 月

南丹市

はじめに

南丹市では、八木バイコロジーセンターを中心としたバイオマス利活用システムを導入し、地域の家畜排せつ物や食品廃棄物等を最大限利活用する取組を開始して、既に10年余を経ました。

この間、我が国内では、地球温暖化防止への貢献に資する国内排出量取引が進み、再生可能エネルギーの全量買取制度の議論が行われ、昨年末には、バイオマス利活用推進基本計画が策定されています。

本業務では、南丹市のバイオマス利活用システムによるCO₂など温室効果ガス排出削減量の算定とバイオマス利活用システム全体による費用対効果の分析を行いました。

今後とも、地域産業の活性化にもつなげるバイオマスの利活用によるシステムづくりや低炭素むらづくり、更には、住民との協働による循環型の地域社会構築を目指していきますので、皆様のご理解とご協力をお願いいたします。

平成 23 年 3 月

南丹市長 佐々木 稔納

目 次

I	バイオマス利活用システムによる地球温暖化ガス削減量の精査	1
1.	排出量原単位の精査	1
(1)	調査背景	1
(2)	調査計画	1
(3)	調査方法	2
(4)	調査条件	2
(5)	調査スケジュール	5
(6)	分析項目	5
(7)	調査結果	8
2.	排出量原単位が存在しない施設及び活動のデータ収集	17
(1)	調査計画	17
(2)	調査結果	17
3.	地球温暖化ガス削減量の算定	19
(1)	業務態勢	19
(2)	Y B E Cの稼働による地球温暖化ガス排出量の変化	20
①	Y B E Cなかりせば (W/0)	23
W/0-1)	ランニングコスト	23
W/0-2)	食品加工残さ	24
W/0-3)	家畜排せつ物	25
W/0-4)	生成物	28
a	堆肥・液肥	28
b	発電・熱	30
c	消化液(排水)	30
d	化学肥料の製造	30
W/0-5)	燃料(堆肥散布)	30
②	Y B E Cありせば	31
W/-1)	ランニングコスト	31
W/-2)	食品加工残さ	31
W/-3)	家畜排せつ物	32
W/-4)	生成物	35
a	堆肥・液肥	35
b	発電・熱	36
c	消化液(排水)	37
W/-5)	燃料(堆肥散布)	38

(3) Y B E Cの稼働とは関係しない温室効果ガス排出量の算定.....	40
①稲作	40
②家畜の飼育	40
③汚泥の焼却	41
II バイオマス利活用システム全体の費用対効果の精査.....	45
1. 環境保全等効果の検討.....	45
(1) 調査計画	45
(2) 調査結果	45
2. 生産・加工・販売効果の検討.....	47
(1) 調査計画	47
(2) 調査結果	47
3. バイオマス利活用システム妥当投資額の算定と投資効率の算定.....	50
(1) 調査計画	50
(2) 南丹市八木バイオエコロジーセンター (Y B E C).....	53
ア. 電気料金	54
イ. 薬品費	54
ウ. 化石燃料削減効果	54
①メタン発酵施設での活動.....	55
ア. 家畜排せつ物受入	55
イ. 食品加工残さ受入れ	55
ウ. バイオガス発電	55
エ. 消化液利用	57
②堆肥化施設での活動.....	58
ア. 家畜排せつ物受入れ	58
イ. 食品加工残さ受入れ	58
ウ. 堆肥販売	58
(3) 既存の処理施設.....	60
①電気料金	559
②化石燃料削減	559
(4) 畜産農家及び液肥等を利用する耕種農家、食品工場.....	61
①畜産農家	61
②堆肥を利用する耕種農家.....	61
③食品工場	62
④畜産農家	62
⑤堆肥・液肥を利用する耕種農家.....	62
⑥食品工場	63

⑦品質向上（温室効果ガス削減付加価値向上）	63
（5）地域社会	64
①電力会社	64
②関西電力	64
（6）環境	65
①温室効果ガス削減効果	65
②水質改善効果	65
③代替法による環境負荷削減効果の算出	66
④地域生活環境改善効果、（衛生水準向上効果額）	66
6．バイオマス利活用システム妥当投資額の概算と投資効率の概算	67
7．考察	68
IV．まとめと課題	69
1．温室効果ガス	69
2．費用対効果	71
III システム導入効果PR	72
PRパンフレット（別添）	72
参考 バイオマス利活用に係る温室効果ガス削減効果等評価委員会議事メモ（未定稿）	722
参考資料	765

I バイオマス活用システムによる地球温暖化ガス削減量の精査

1. 排出量原単位の精査

(1) 調査背景

現在、八木バイオエコロジーセンター（以下 YBEC）では周辺の畜産農家より排出される畜産ふん尿と、周辺食品加工工場より排出される加工残さを原料にメタン発酵を行い、その発酵残さを液肥として農地還元する取り組みを進めている。メタン発酵残さである液肥は、地元で排出された有機物を原料として作られた有機肥料であり、現在使用されている化成肥料と同成分の量を散布しても化学肥料と比べてかなり安価であり、徐々に散布希望者も増えてきている。

このような中、昨年度より YBEC の稼働により、どれだけの温室効果ガスが排出されているのかという算定を行っており、その中の液肥散布に関する項目に関しては、現在使用している「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル Ver. 3.0」（以下マニュアル）においては、「耕地における肥料の使用」ということで、合成肥料と有機質肥料の違いについては言及されておらず、「普通肥料」という形で一括りにされている。また、このマニュアルを作成・改訂する際の参考文献となる「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」には、合成肥料の施肥と堆きゅう肥及び有機質肥料の施肥という 2つのカテゴリに分かれているが、「日本の各地で測定されたデータを解析し、合成肥料及び有機質肥料の投入窒素量と N₂O 排出量の関係を調査したところ、合成肥料と有機質肥料で排出係数に優位差は無かったため、合成肥料と有機質肥料で同じ排出係数を使用することとした。」とあり、こちらも排出係数は同じ値が使用されている。

しかし、一般的な有機質肥料と、メタン発酵残さである液肥には製造工程や、その形状に大きな違いがあるため、実際の排出量はマニュアルに記載のある排出係数と差異があるのではないかと考え、今年度、液肥施肥土壌からの温室効果ガスの実測を行う事とした。

(2) 調査計画

現在 YBEC の液肥を施肥している作物種の中で、最も施肥量が多いものは水稲である。よって、水稲に液肥を散布し、その土壌より排出される温室効果ガスを測定すべきであるが、数年前より京都大学で、YBEC の液肥を施肥した土壌より排出される温室効果ガスについての研究が行われており、現在その研究成果をまとめているとのことであった。その為、今回は成果が重なる恐れがあるため、水稲での調査は避け、今後液肥散布が進むであろう野菜への施肥土壌から発生する温室効果ガスの調査を行った。

現在、社団法人地域資源循環技術センター（JARUS）では、YBEC の管理主体である八木農業公社が管理を行う氷室の郷の実験農場にて、液肥栽培作物の実証試験を行っている。今回はその中でも栽培面積が広く、調査を行うに適している玉ねぎ圃場で調査を行う事とした。

また、調査を実施するに当たり、水稲への液肥施肥による温室効果ガスの実測（クロー

ズドチャンバー法)の実績のある京都大学農学部の稲村教授に指示を仰いだところ、ガス分析について蓄積のあるエア・ウォーター株式会社をご紹介いただき、こちらの担当者と調査計画を作成した。

(3) 調査方法

今回農地からの温室効果ガスを実測するにあたって、農林水産省農村振興局農村環境課に測定方法に関して問い合わせたところ、クローズドチャンバー法が妥当であるとの回答が得られた。土壌から発生する温室効果ガスを調査するにはクローズドチャンバー法の他にも、FT-IR 分光法、傾度法等様々な手法があるが、今回の調査の予算と場所の関係上、高額な分析機を圃場まで持ち込めない、専門知識を有する人間を現場に数日間はりつけての分析ができない等の理由により、やはり最も一般的であり、農林水産省も適当であると認めたクローズドチャンバー法が最適であると考え、今回の調査はクローズドチャンバー法により温室効果ガス排出量の調査を行う事とした。

(4) 調査条件

本調査では、液肥を施用した液肥区 (27m³)、化学肥料として、燐化安 14 号を施肥した化学肥料区 (27m³) の 2 試験区を設置し、それぞれ 3 基ずつチャンバーを設置した。

このチャンバーの埋設は、測定開始日当日ではなく、測定開始日の前日の午後に行った。これは、測定日当日にチャンバーを埋設すると、チャンバーを土中に挿入する際に土壌を圧迫し、土中からガスが発生してしまい、調査結果に影響を及ぼす恐れがあったためである。

調査対象作物は玉ねぎ、調査時期は平成 22 年 12 月 15 日～平成 23 年 1 月 13 日。調査開始のタイミングは 12 月 15 日に玉ねぎに追肥を行い、その直後から約 1 ヶ月間の温室効果ガス発生量を調査した。本来であれば、最も窒素投入量の多い基肥の施肥の際に調査を行うべきであるが、今回の実験圃場での作付方法は、まず、圃場に液肥を散布し、その後土壌を攪拌、そして畝立てを行い、それらが完了して 10 日後にたまねぎの移植という形となる。液肥散布土壌から発生する温室効果ガスの実測に関する文献を参照すると、液肥は散布直後からメタン発生量が一気に上がり、1 日程度で落ち着くというデータがあるため、散布直後から実測を開始しなければならないが、今回のケースでは散布直後は作物が植わっておらず、玉ねぎ圃場からのデータという今回の調査計画から外れてしまうため、基肥での実測は行わず、多少投入窒素量は落ちるが、畝立てから 1 ヶ月後に行う追肥の際に調査を行った。

追肥の際に施肥する肥料に関しては、液肥区には YBEC で製造された液肥 32.4kg (0.4-0.1-0.2)、化学肥料区には、燐加安 14 号 1.08kg (14-10-13) を用いた。なお、これらの施肥設計は、通常の栽培方式での比較とするため、一般的に利用されている南丹農業改良普及センターで作成された施肥設計を使用している。ちなみにそれぞれ

の基肥は、液肥区：過磷酸石灰 2.7kg (100kg/10a)、塩化カリ 3.24kg (12kg/10a)、液肥 40.5kg (1500kg/10a)。化学肥料区：過磷酸石灰 2.2kg (80kg/10a)、磷加安 14 号 1.1kg (40kg/10a) であり、土作りは共通で、堆肥 54kg (2000kg/10a)、苦土石灰 2.7kg (100kg/10a) を使用している。

ガスの採取は、1つのチャンバーにつき、チャンバー密閉から 20min、40min、60min の 3 条件採取を行い、2 試験区、3 反復、3 条件採取、6 日採取ということで、サンプル数は 108 となる。

また、実験に使用するテドラーバッグは、金属製容器に比べて機密性が劣るため、移動中の大混入を懸念した事から、事前に窒素ガスをテドラーバッグに封入し、圃場に持ち込んでポンプと共にチャンバーにセットした状態で、窒素ガスを放出する。十分に排気が終わったところで、チャンバー内のガスを採取する。図解すると以下のようになる。

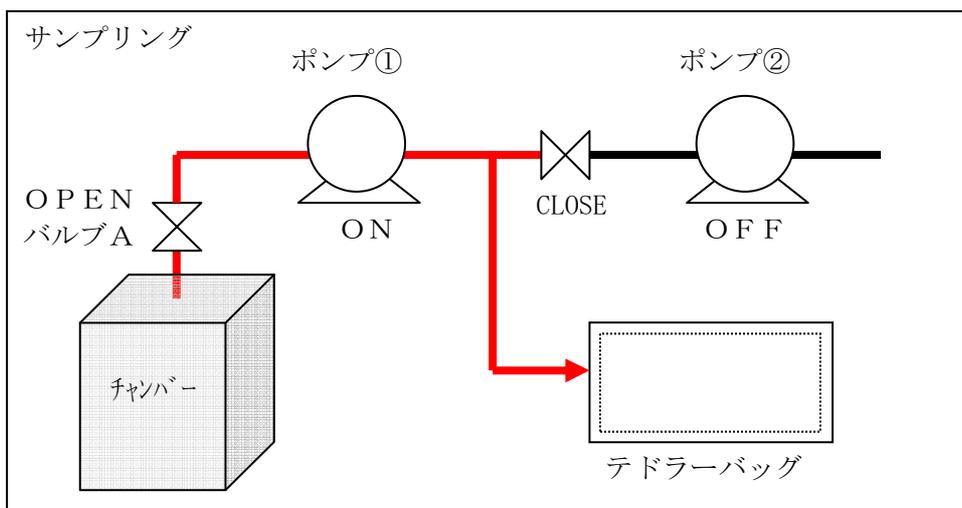
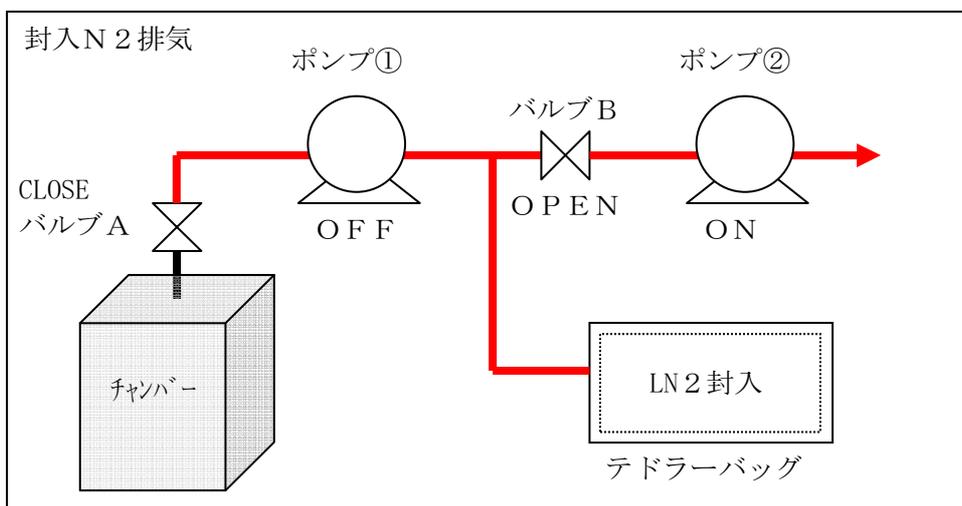
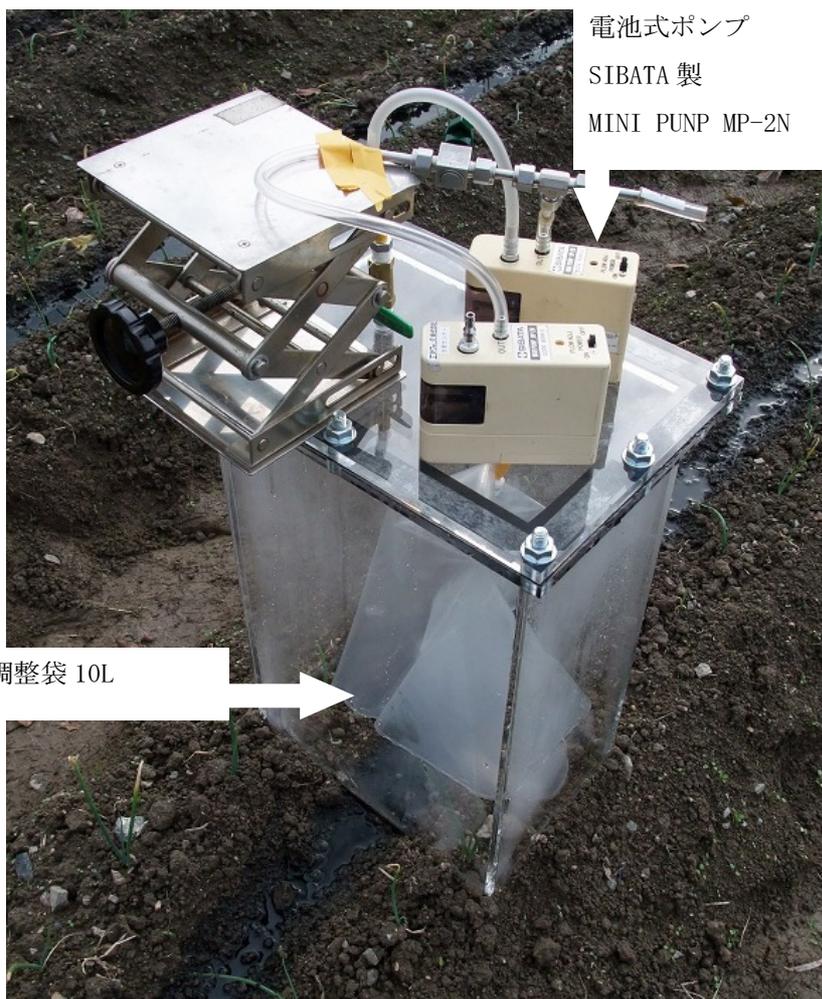
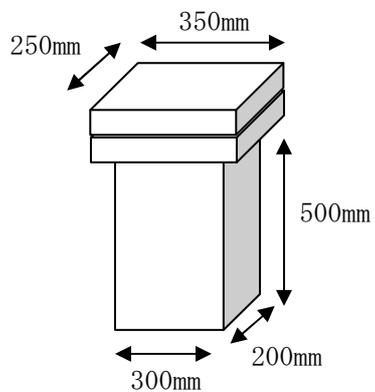


図 実験機器紹介

チャンバー（測定器）イメージ



(5) 調査スケジュール

調査開始日の平成 22 年 12 月 15 日より 1 月 13 日迄の約一ヶ月間に、およそ 1 週間に 1 度ずつ、計 6 回温室効果ガスの採取を行った。

ガス採取スケジュールは以下の通り。

平成 22 年 12 月 15 日午前 11 時追肥開始。同 11 時 10 分よりガス採取開始。

12 月 17 日午前 10 時ガス採取開始

12 月 21 日午前 10 時ガス採取開始

12 月 27 日午前 10 時ガス採取開始

平成 23 年 1 月 6 日午前 10 時ガス採取開始

1 月 13 日午前 10 時ガス採取開始

(6) 分析項目

サンプルの分析に関しては、メタンと亜酸化窒素の分析を行い、メタンは FID 付ガスクロマトグラフィーを使用し、検出下限値 0.1ppm にて分析、亜酸化窒素は赤外線式分析計を使用し、検出下限値 0.1ppm にて分析を行った。CH₄ と N₂O のフラックスに関しては、以下の式により求める。(出典：陽 (1988))

$$q = p \times \frac{V}{A} \times \frac{\Delta c}{\Delta t} \times \frac{273.15}{T}$$

p = 標準状態でのガスの密度 (CH₄ なら 0.717、N₂O なら 1.978)

V = チャンバー内容積(m³)

A = チャンバーの底面積(m²)

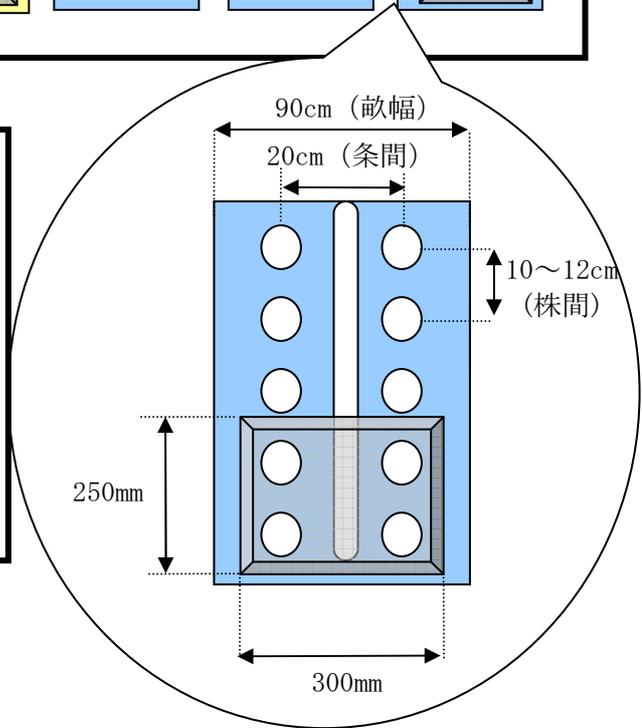
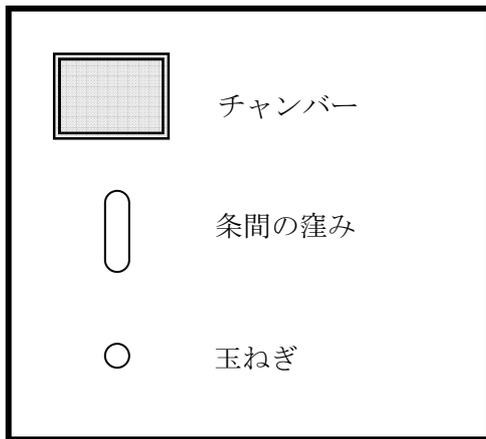
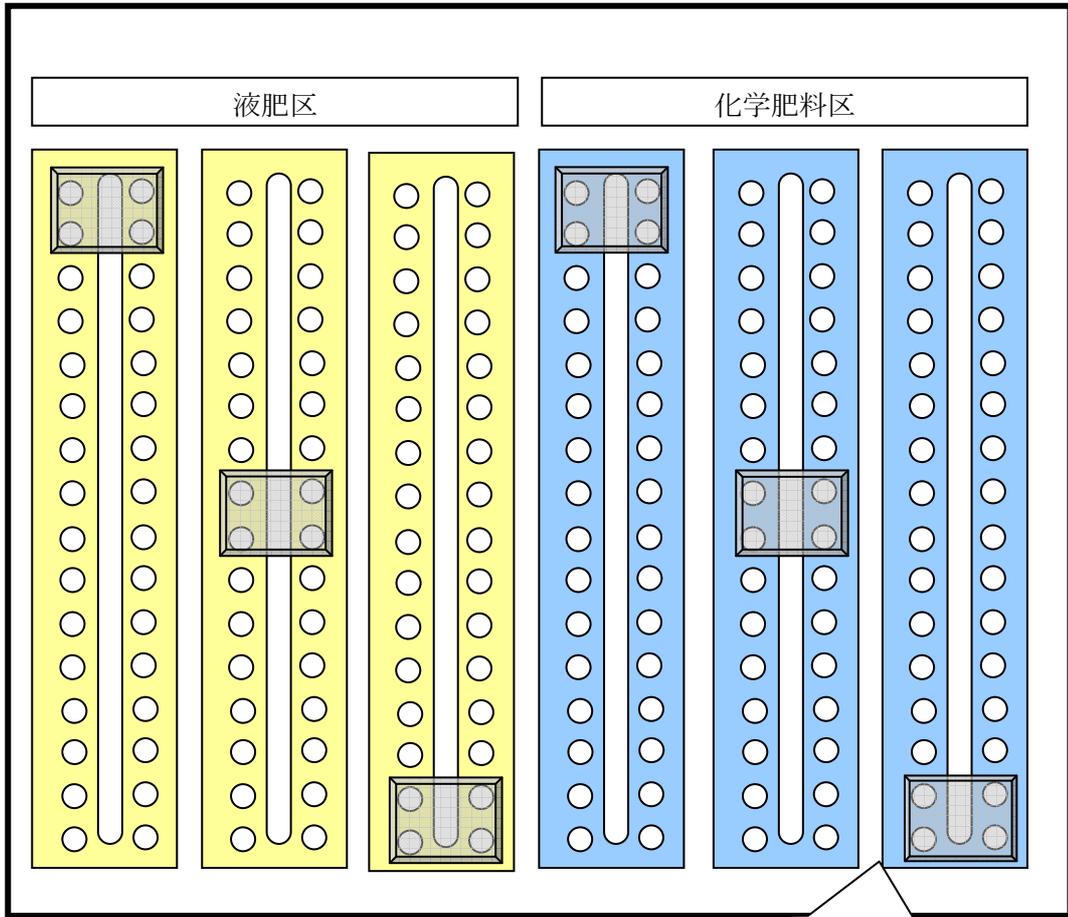
$\Delta c / \Delta t$ = 時間当たりのガス濃度増加速度 (ppmv/Hr)。また、20,40,60min 時のガス濃度について、40min の時点では 20min サンプリングにより、3 L のガスが減っており、代わりに大気 (CH₄ : 2.0ppm、N₂O : 0.3ppm) が 3 L 混入している事を考慮してガス濃度に補正をかけている。

T = 絶対温度

r = 各ガスの窒素、炭素含有率 (CH₄ = 12/16、N₂O = 28/44)

なお、ガスの採取と分析は近畿エア・ウォーター株式会社に委託した。

図 実験は場の条件



液肥区の様子



化学肥料区の様子



液肥区の施肥の様子



化学肥料区の施肥の様子



液肥区の施肥後のチャンパー内の様子



ガス採取の様子



(7) 調査結果

①メタン (CH₄)

・液肥区

液肥区におけるメタン排出量は、液肥施肥直後に 37.92mgCH₄/m²・Hr と大量のメタンが排出されたが、1 時間後 26.92 mgCH₄/m²・Hr、2 時間後 6.23 mgCH₄/m²・Hr と、短時間で急激に減っていることから、散布後 4、5 時間程度で落ち着くと予想される。その後のデータに関しては、微増、微減を繰り返しており、ほぼ誤差の範囲と言ってよい程度であった。

以上の結果により、今回の調査では畑地における液肥施肥土壌からはメタンは発生していないと結論づけた。

・化学肥料区

化学肥料区におけるメタン排出量は、化学肥料散布直後は微減の-0.16 mgCH₄/m²・Hr となったが、1 時間後に 0.05 mgCH₄/m²・Hr 落ち着き、その後も減ってはいるものの、減量も 0.02mg/m²・Hr 程度と、非常に微量であった。

以上の結果により、今回の調査では畑地における化学肥料施肥土壌からはメタンは発生していないと結論づけた。

②一酸化二窒素 (N₂O)

・液肥区

液肥区における一酸化二窒素排出量は、散布直後は 0.37 mgN₂O/m²・Hr と微増であったが、施肥から 2 日後の午後より 7.28mgN₂O/m²・Hr と、多量の排出が認められた。この排出は、施肥から 6 日後(4.95mgN₂O/m²・Hr)、12 日後(7.07mgN₂O/m²・Hr)でも同量程度の排出があり、22 日後の測定では 0.77mgN₂O/m²・Hr と、微増に落ち着いていた。最も多くの排出があった日は、12 月 27 日(施肥 12 日後)であった。27 日の天候は晴れ、3 日前から晴れが続いており、4、5 日前はそれぞれ 0.5mm、1mm の雨が降っているが、まとまった雨は 6 日前の 21 日に降った 10.5mm である。

上記結果より、散布から 1～2 日後より排出が始まって、10～15 日程度多量の排出が続く、その後緩やかに排出が減っていくと予想される。また、今回測定した 10 時～13 時迄のデータの平均を 1 日の平均ガスフラックスと仮定して、ガスが大量に発生しだしてからの 5 回分の計測データ(施肥直後計測データを除く 5 回)を使用し、チャンバ設置後の日数を x 軸に、ガスフラックス(mg/m³・hr)を y 軸にとり一次近似し、予測線を追加したところ、30 日後にはフラックスが落ち着くと予測された。また、1 次近似の数式を元に、フラックスが落ちつく、施肥から 30 日間の累積 N₂O 排出量を求めると、1.216gN₂O/m²・month となる。

(測定点数が 6 点と、非常に少なく、昼夜の排出量の変化を全く考慮していないデータのため、実際の数値とかけ離れている可能性が高い為、あくまで参考値としてのデータ)

・化学肥料

化学肥料区における一酸化二窒素排出量は、液肥区同様、散布直後は $0.32\text{mgN}_{20}/\text{m}^2\cdot\text{Hr}$ と微増であったが、施肥から 2 日後の午後より $4.35\text{mgN}_{20}/\text{m}^2\cdot\text{Hr}$ と、多量の排出が認められた。この排出は、施肥から 6 日後 ($2.48\text{mgN}_{20}/\text{m}^2\cdot\text{Hr}$)、12 日後 ($2.96\text{mgN}_{20}/\text{m}^2\cdot\text{Hr}$) でも同量程度の排出があり、22 日後の測定では微増に落ち着いていた。排出量に関しては、いずれも液肥の半分強程度の排出であった。最も多くの排出があった日は、12 月 17 日（施肥 12 日後）であった。17 日の天候は晴れ、2 日前から曇りが続いており、3, 4 日前はそれぞれ 7mm、14.5mm の雨が降っている。

上記結果より、液肥同様、散布より 1～2 日後より排出が始まって、10～15 日程度多量の排出が続き、その後緩やかに排出が減っていくと予想される。また、今回測定した 10 時～13 時迄のデータの平均を 1 日の平均ガスフラックスと仮定して、ガスが大量に発生しだしてからの 5 回分の計測データ（施肥直後計測データを除く 5 回）を使用し、チャンバ設置後の日数を x 軸に、ガスフラックス ($\text{mg}/\text{m}^3\cdot\text{hr}$) を y 軸にとり一次近似し、予測線を追加したところ、30 日後にはフラックスが落ち着くと予測された。1 次近似の数式を元に、フラックスが落ちつく施肥から 30 日間の N_{20} 排出量を求めると、 $0.907\text{gN}_{20}/\text{m}^2\cdot\text{月}$ となる。（測定点数が 6 点と、非常に少なく、昼夜・季節・天候等による土壌含水率の変化による排出量への影響を全く考慮せず、今回の計測の予測である 30 日間でガスフラックスが無施肥状態に戻るとした仮定の上でのデータであり、実際の数値とかけ離れている可能性が高い為、あくまで参考値として取り扱う）

・排出係数と考察

液肥区、化学肥料区それぞれの施肥量は、慣行栽培の栽培基準に則っており、液肥のほうが若干窒素投入量が少ない。それぞれの一ヶ月間の排出量を元に、窒素成分ベースの排出量を求める。

液肥区では、10a あたり 1200kg の液肥を施肥しており、投入窒素量は 4.8kg となる。これを 1 m^2 あたりに直すと、投入窒素量は 4.8g となる。つまり、4.8gN の投入によって、 $1.216\text{gN}_{20}/\text{月}$ が発生していることとなる。これを窒素 1 t あたりになおすと、液肥区は、 $0.253\text{tN}_{20}/\text{tN}$ の排出となる。

化学肥料区では、10a あたり 40kg の燐加安 14 号を施肥しており、投入窒素量は 5.6kg となる。これを 1 m^2 あたりに直すと、投入窒素量は 5.6g となる。つまり、5.6gN の投入によって、 $0.907\text{gN}_{20}/\text{月}$ が発生していることとなる。これを窒素 1 t あたりになおすと、化学肥料区は $0.162\text{tN}_{20}/\text{tN}$ の排出となる。

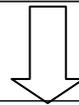
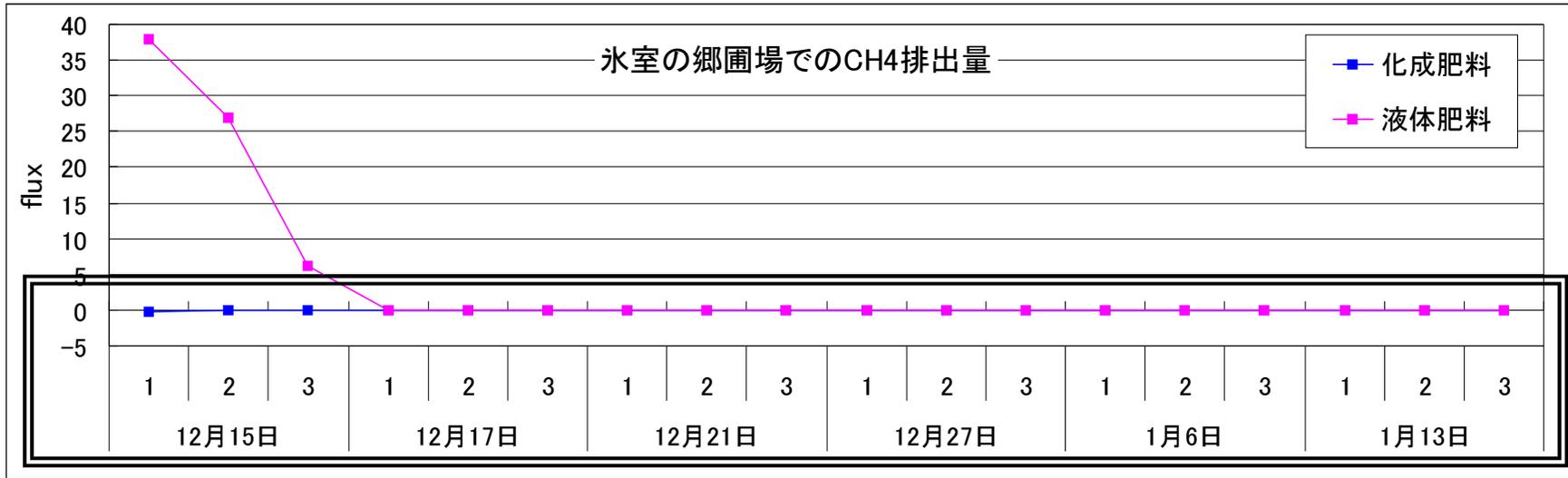
液肥区と化学肥料区では、6 : 4 の排出比率で、液肥区は慣行栽培に比べて、160%の N_{20} の排出があるという結果となった。

（液肥区 $0.253\text{tN}_{20}/\text{tN}$ と化学肥料区 $0.162\text{tN}_{20}/\text{tN}$ という数値は、現在使用している排出

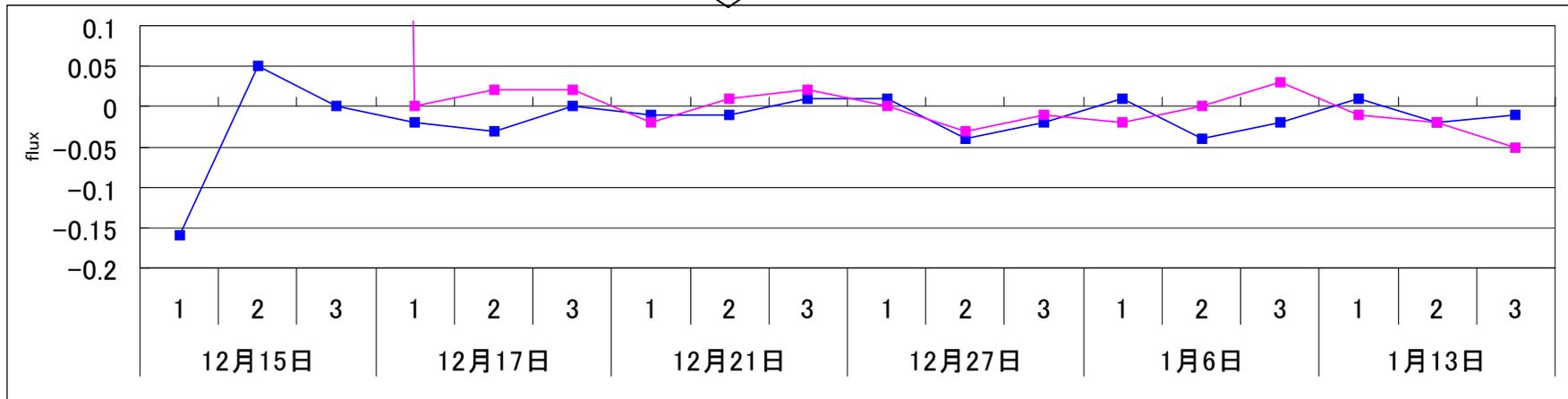
量算定マニュアルに記載されている野菜栽培土壌よりの排出係数 $0.0097\text{tN}_2\text{O}/\text{tN}$ の約 26 倍と 17 倍であり、数値としては現状のデータとの差分が大きすぎるため、今回は比率をもって、結論とする。)

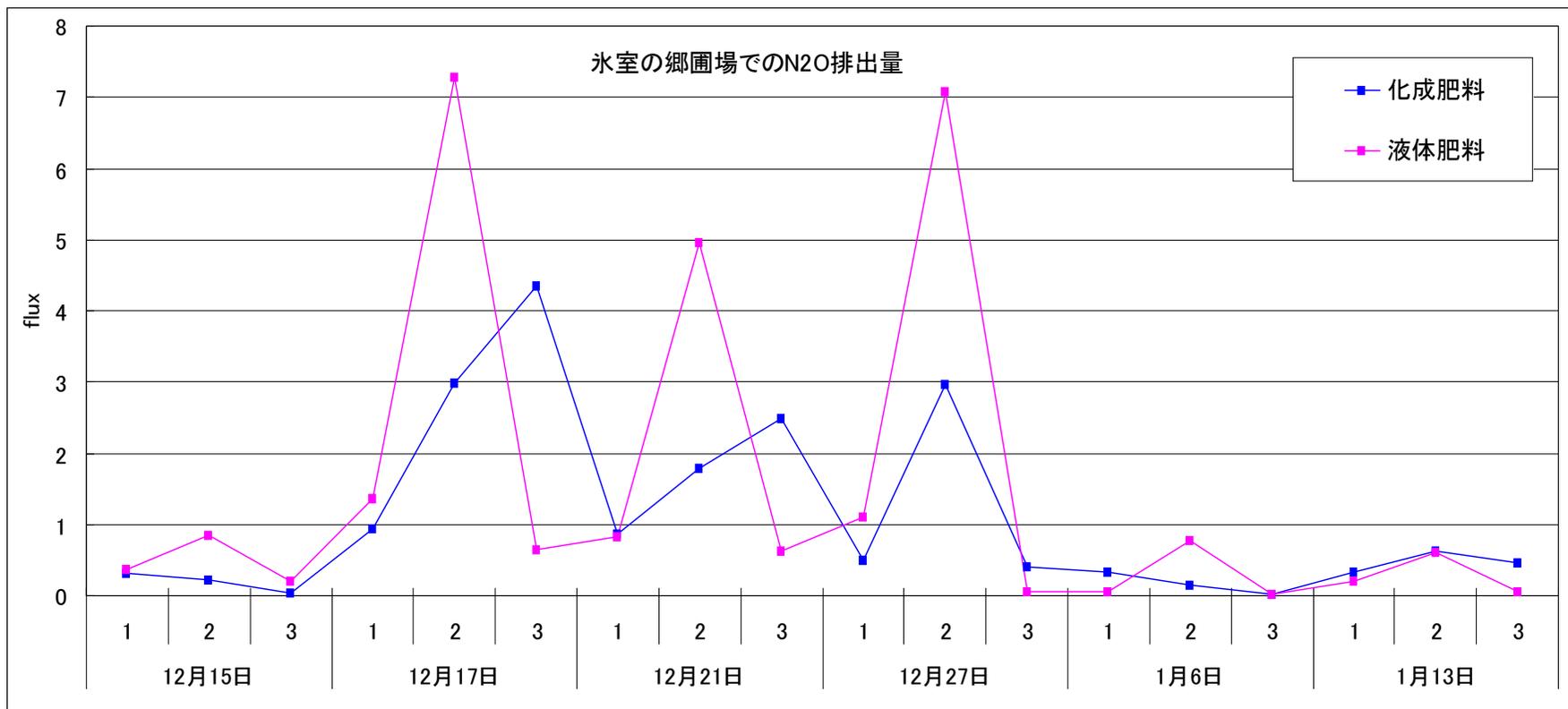
今回の調査では、液肥を施肥した土壌が化学肥料を施肥した土壌に比べて温室効果ガスが大量に排出されるという結果となったが、これは測定点付近で雨が降らなかったという事が一つの要因であると考えられる。液肥は元々水分が多いため、土壌に成分が素早く浸透するが、化学肥料は固形物であるため、雨等の水分が関与しないと土壌に成分が浸透しにくい。また、中村ら(2009)は、雨が降ると、 N_2O 発生量が上昇する事を示唆していたが。測定日に影響がある日時で雨・雪が降らなかった。測定日当日に雨が降っている日もあるが、いずれも測定時間の後に降っており、計測結果に影響はなかった。雨が大量に降った期間は 12 月 30 日～1 月 2 日にかけてであり、この期間に化学肥料区では大量の N_2O が発生した可能性があり、その場合、化学肥料区の排出量が多くなることが予想される。

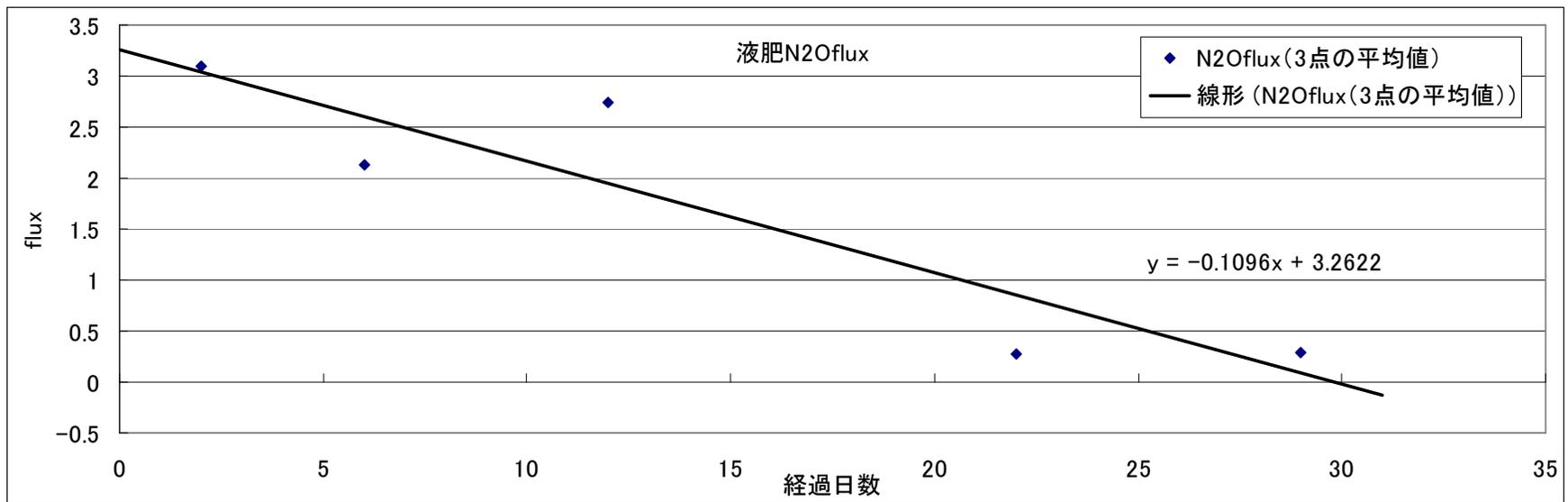
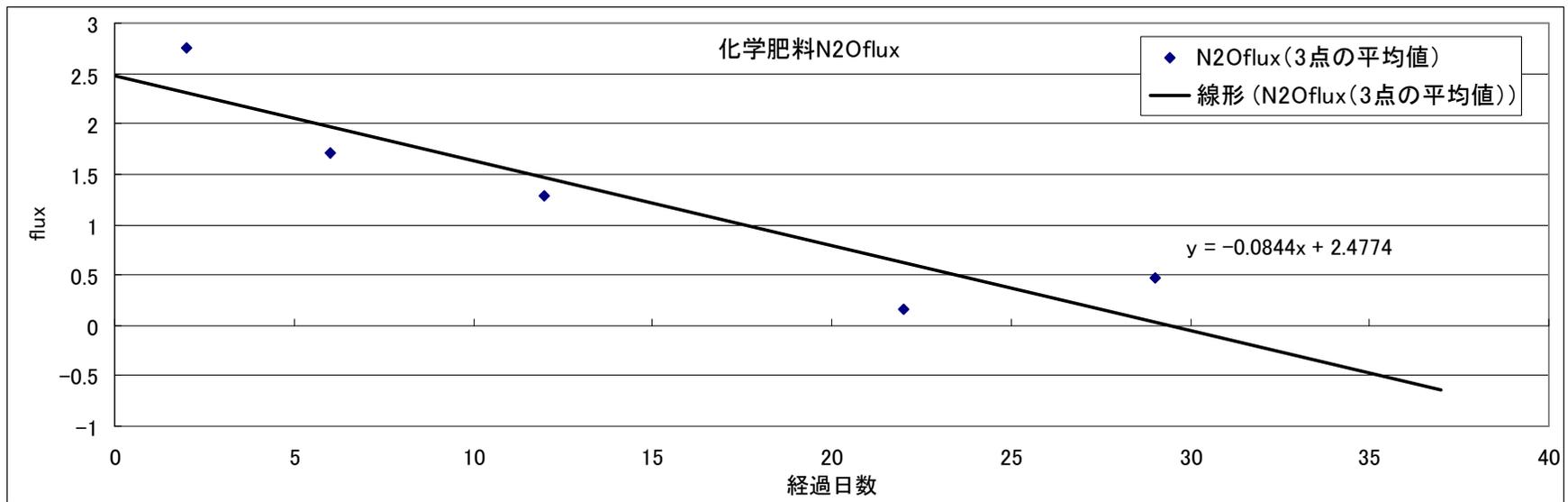
図



二重線内拡大







表

測定日	測定時間		メタン(ppm)			一酸化二窒素(ppm)			気温
			液肥	化学肥料	標準大気	液肥	化学肥料	標準大気	
12月15日	10:50	20min	105.7	2.1	1.9	0.3	0.4	0.3	6.5
		40min	140.4	1.9	1.9	0.5	0.4	0.3	7.4
		60min	146.5	1.8	1.9	0.6	0.5	0.3	7.3
	12:00	20min	18.3	1.8	1.9	0.5	0.3	0.3	6.6
		40min	45.5	1.9	1.9	0.7	0.4	0.3	6.4
		60min	60.6	1.9	1.9	1	0.5	0.3	6.6
	13:00	20min	9.2	1.9	1.9	0.3	0.3	0.3	6.5
		40min	13.9	1.9	1.9	0.4	0.3	0.3	5
		60min	18.3	1.9	1.9	0.4	0.3	0.3	4.5
12月17日	10:50	20min	1.9	1.9	1.9	0.5	0.5	0.3	4.7
		40min	1.9	1.9	1.9	0.9	0.7	0.3	5
		60min	1.9	1.9	1.9	1.2	1	0.3	5.4
	12:00	20min	1.9	1.9	1.9	1.2	0.9	0.3	6.6
		40min	2	1.9	1.9	3.5	1.9	0.3	6.6
		60min	2	1.9	1.9	5.5	2.6	0.3	6.5
	13:00	20min	1.9	1.9	1.9	0.4	1.1	0.3	7.4
		40min	1.9	1.9	1.9	0.6	2.4	0.3	7.8
		60min	2	1.9	1.9	0.8	3.6	0.3	8.5
12月21日	10:50	20min	1.9	1.9	1.9	0.4	0.4	0.3	3.7
		40min	2	1.9	1.9	0.6	0.7	0.3	3.9
		60min	1.9	1.9	1.9	0.9	0.9	0.3	3.7
	12:00	20min	1.9	1.9	1.9	0.8	0.6	0.3	4.4
		40min	1.9	1.9	1.9	2.4	1.2	0.3	4.6
		60min	1.9	1.9	1.9	3.7	1.6	0.3	5
	13:00	20min	2.1	2.1	1.9	0.4	0.7	0.3	5.3
		40min	2	2	1.9	0.6	1.5	0.3	6.1
		60min	2.1	2.1	1.9	0.8	2.2	0.3	6.9
12月27日	10:50	20min	1.9	1.9	1.9	0.4	0.4	0.3	4.3
		40min	1.9	2	1.9	0.7	0.6	0.3	4.7
		60min	2	2	1.9	1	0.7	0.3	5.7
	12:00	20min	1.9	1.9	1.9	1.7	0.9	0.3	6.3
		40min	1.9	1.8	1.9	4.1	1.7	0.3	6.4
		60min	1.9	1.8	1.9	5.7	2.6	0.3	6.8
	13:00	20min	1.8	1.8	1.9	0.3	0.6	0.3	6.7
		40min	1.8	1.8	1.9	0.3	0.7	0.3	6.6
		60min	1.9	1.8	1.9	0.3	0.8	0.3	7.3
1月6日	10:50	20min	1.9	1.9	1.9	0.3	0.3	0.3	3.3
		40min	1.9	1.9	1.9	0.3	0.4	0.3	4
		60min	1.9	1.9	1.9	0.3	0.5	0.3	4
	12:00	20min	1.9	2.1	1.9	0.5	0.3	0.3	4.2
		40min	1.9	2	1.9	0.7	0.4	0.3	3.8
		60min	1.9	2	1.9	0.9	0.4	0.3	4.4
	13:00	20min	1.8	2	1.9	0.3	0.3	0.3	4.1
		40min	1.9	1.9	1.9	0.3	0.3	0.3	2.8
		60min	1.9	1.9	1.9	0.3	0.3	0.3	3.1
1月13日	10:50	20min	1.8	1.8	1.9	0.3	0.4	0.3	3.1
		40min	1.9	1.9	1.9	0.4	0.5	0.3	3.3
		60min	1.9	1.9	1.9	0.5	0.5	0.3	3.2
	12:00	20min	1.8	1.8	1.9	0.4	0.5	0.3	4
		40min	1.9	1.8	1.9	0.6	0.8	0.3	4.6
		60min	1.8	1.8	1.9	0.8	0.9	0.3	4.3
	13:00	20min	2	2	1.9	0.3	0.3	0.3	4.9
		40min	2	1.9	1.9	0.3	0.4	0.3	5.4
		60min	1.9	2	1.9	0.3	0.6	0.3	4.8

フラックス

採取日	試験区	反復	密閉時刻	CH4 Flux mgCH4/(m2·Hr)	N2O Flux mgN2O/(m2·Hr)	気温 (°C)
12月15日	化成肥料	1	11:15	-0.16	0.32	6.5
		2	12:25	0.05	0.22	7.1
		3	13:25	0	0.03	5
	液肥	1	11:10	37.92	0.37	6.5
		2	12:20	26.92	0.84	7.3
		3	13:20	6.23	0.21	6.6
12月17日	化成肥料	1	10:05	-0.02	0.94	0.2
		2	11:10	-0.03	2.99	5.9
		3	12:05	0	4.35	6.5
	液肥	1	10:00	0	1.36	3.9
		2	11:05	0.02	7.28	5.9
		3	12:00	0.02	0.64	6.4
12月21日	化成肥料	1	10:05	-0.01	0.87	3.5
		2	11:05	-0.01	1.78	4
		3	12:05	0.01	2.48	5.2
	液肥	1	10:00	-0.02	0.83	3.3
		2	11:00	0.01	4.95	3.7
		3	12:00	0.02	0.62	5
12月27日	化成肥料	1	10:05	0.01	0.5	4.1
		2	11:05	-0.04	2.96	5.3
		3	12:05	-0.02	0.41	6.6
	液肥	1	10:00	0	1.1	3.4
		2	11:00	-0.03	7.07	5.7
		3	12:00	-0.01	0.05	6.8
1月6日	化成肥料	1	10:05	0.01	0.33	3.3
		2	11:05	-0.04	0.15	4.1
		3	12:05	-0.02	0.01	4.7
	液肥	1	10:00	-0.02	0.06	3.3
		2	11:00	0	0.77	4
		3	12:00	0.03	0.01	4.4
1月13日	化成肥料	1	10:05	0.01	0.34	3.2
		2	11:05	-0.02	0.62	4.2
		3	12:05	-0.01	0.46	4.4
	液肥	1	10:00	-0.01	0.2	2.6
		2	11:00	-0.02	0.6	3.2
		3	12:00	-0.05	0.05	4.3

表 京都府園部周辺での気象データ。

日	降水量(mm)		気温(°C)			日照
	合計	降雨開始時刻	平均	最高	最低	時間 (h)
12月11日	0.5	14時	4.6	10.2	-1.4	0.9
12月12日	0		5.3	10.6	-1	3.8
12月13日	14.5	11時	7.9	13.5	2.7	0
12月14日	7	1時	10.5	14.6	5.1	2.5
12月15日	0		3.1	7.8	-0.5	2.6
12月16日	0		0.9	4.9	-1.7	0
12月17日	0		1.8	8.5	-2.2	8.9
12月18日	0		3.1	10.2	-1.5	1.2
12月19日	0		3.3	12.4	-1.3	4.7
12月20日	0		6.2	15.4	0.3	5.1
12月21日	10.5	17時	6	10.8	1.8	0
12月22日	0.5	6時	9.2	14	4.2	3.5
12月23日	1	7時	6.2	13	0.3	5.4
12月24日	0		2.4	9.4	-1.6	6
12月25日	0		0.3	4	-3.3	7.3
12月26日	0		0.7	7.5	-4.4	8.3
12月27日	0		0.5	7.8	-5.7	8.8
12月28日	5	16時	4.2	12.3	-3.3	3.9
12月29日	0		2.2	9.2	-2.5	6.1
12月30日	1.5	13時	-0.9	3.9	-5	0.1
12月31日	13	10時	-1.7	0.5	-4.3	0
1月1日	9	18時	-1.9	4.4	-10.8	2.7
1月2日	5.5	1時	2	7.3	-1.5	5.1
1月3日	0		1.7	7.4	-1.7	3.1
1月4日	0.5	21時	2.6	7.9	-1.1	4.1
1月5日	0		1.7	6.9	-2.6	0.6
1月6日	3	13時	1.6	5	-1.6	0.4
1月7日	0		0.2	4.6	-3.5	5
1月8日	0		0.2	8.6	-4.4	7.3
1月9日	1.5	22時	1.4	9	-4.9	3.9
1月10日	3.5	1時	-0.8	2.2	-4.2	2.5
1月11日	0		-1	6.4	-5.3	5.1
1月12日	0		0.1	6.6	-5.8	6.5
1月13日	0		0.9	6.5	-2.7	3.5

※黄色付きが測定日

2. 排出量原単位が存在しない施設及び活動のデータ収集

(1) 調査計画

現在、算定を行っているメタン発酵施設の稼働による温室効果ガス排出量に関しては、その残さを液肥として農地に還元することから、肥料を製造する過程での温室効果ガス排出量の算定と同義となると考えられる。液肥を合成肥料の代替として利用するにあたっては、合成肥料の製造過程における温室効果ガス排出量も削減されると考えられることから、原料の調達、製造過程、輸送過程及び販売過程など一連の活動まで含めたライフサイクルアセスメントの概念に基づいたデータ収集が必要となる。

そこで、肥料製造に関連する関係者等（肥料会社・全農等）へのヒアリング調査・アンケート調査、もしくは既存文献の調査を行った。

(2) 調査結果

①化学肥料LCA

今年度、肥料に関連するセクターへ様々な方向からアプローチを試みたが、肥料製造工程に関する情報は殆ど得る事ができなかった。そこで、調査の主軸を文献の調査に切り替えた。

結果、茨城大学の小林教授らによって書かれた、「窒素及びリン肥料の製造・流通段階のライフサイクルにわたるエネルギー消費量とCO₂排出量の試算」（農作業研究36(3), pp141-151, (2001)）という論文内で、各化学肥料の製造過程で発生するCO₂量の試算を行っていた。バウンダリは、原料調達、製造、輸送の各プロセスにおける原料・燃料・消耗品等の消費を主対象範囲とし、生産・輸送等の設備、機器等の資本財に関わる環境負荷は検討外としている。また、試算対象の化学肥料は、日本において、代表的な肥料携帯に単純化して、窒素肥料は尿素と硫酸アンモニウム、リン肥料はリン酸アンモニウムと、供給量に占める割合が高い肥料について試算を行っている。

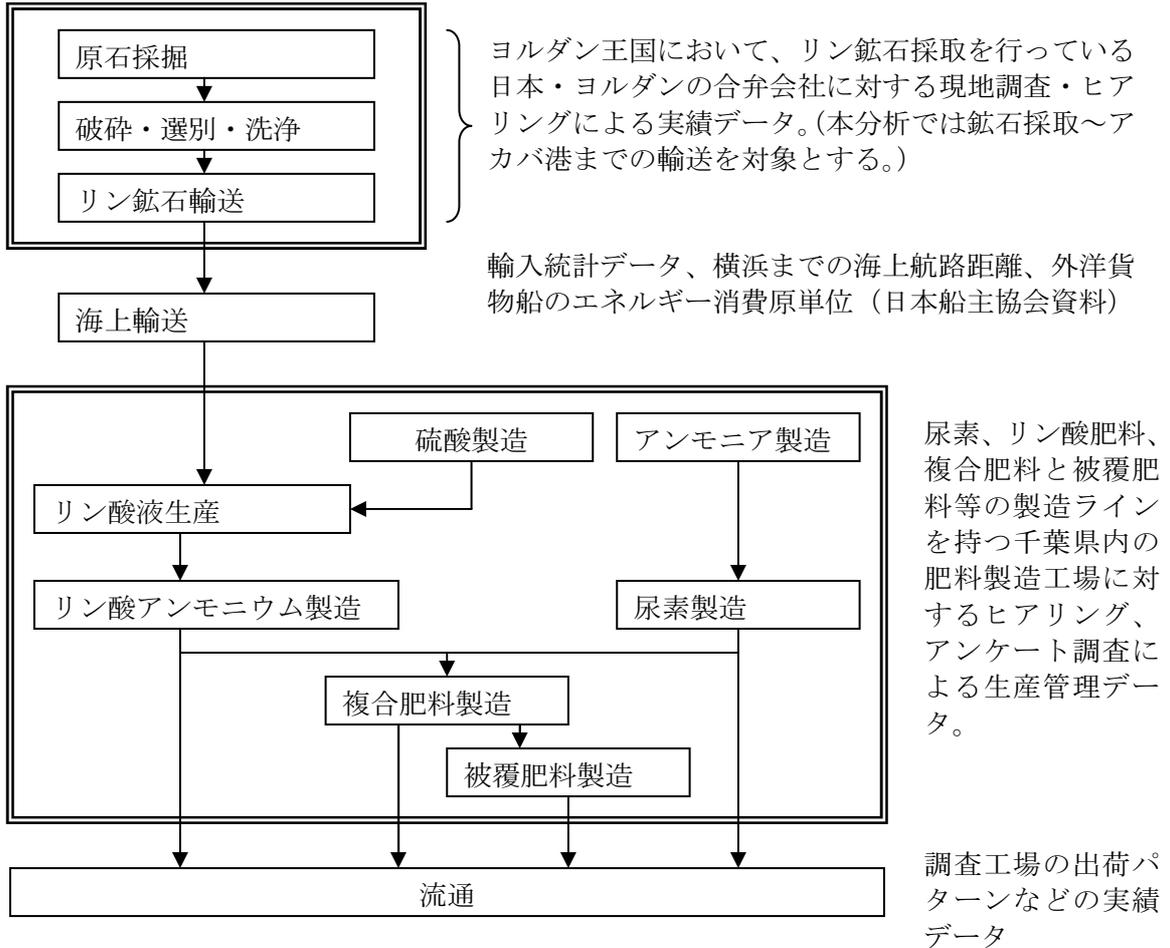
なお尿素の製造プロセスは、アンモニウムと炭酸ガスを原料とした最も一般的な循環法（栗林淳ら1986）による製造プロセスと仮定し、複合肥料および被覆肥料の製造は、N、P205、K20成分がそれぞれ15%となる製造条件での試算で、その原料は、1000kg中、尿素100kg(10%)、硫酸アンモニウム240kg(24%)、リン酸二アンモニウム(DAP)200kg(20%)、リン酸一アンモニウム(MAP)100kg(10%)、塩化カリ260kg(26%)、その他(尿素-ホルマリン縮合物、重過リン酸石灰、過リン酸石灰、硫酸カリウム、ホウ砂、軽焼マグネシウム、熔成リン肥、焼成リン肥、クレー)97kg(9.7%)であり、原料構成はN:P:K=31:39:30と仮定している。

上記等の条件下でのCO₂排出量の試算結果は、尿素、硫酸アンモニウム、リン酸二アンモニウム(DAP)、複合肥料化、被覆処理における肥料1kgあたりの排出量はそれぞれ732kg、262kg、894kg、142kg、137kgとなっている。

このうち、複合肥料の、N成分1kgあたりのCO₂排出量は、重量比に応じて按分

して求めると、1.6kg-CO₂ となる。

南丹市で主に使用される肥料は複合肥料であると考えられるため、現在南丹市で使用されている肥料 3.95 t /N に 1.6tCO₂/kgN を乗じて排出量を求める事とした。



3. 地球温暖化ガス削減量の算定

排出量原単位の精査、排出量原単位が存在しない施設及び活動のデータ収集結果に基づき、有識者の協議内容や助言を踏まえ、南丹市地球温暖化ガス排出削減量の合計値を算定する。

(1) 業務態勢

バイオマス利活用に係る温室効果ガス削減効果等評価委員会を設立し、今年度は1回の委員会を開催した。委員会では、事務局である地域資源循環技術センターで算定した南丹市の温室効果ガスの算定途中経過を提出し、各委員に指導を仰いだ。

①委員名簿

	氏名	役職
委員長	横山 伸也	東京大学院農業生命化学研究科 教授
委員	荘林 幹太郎	学習院女子大学国際コミュニケーション学科 教授
委員	中嶋 康博	東京大学院農業生命化学研究科 准教授

②委員会議事

第二回委員会

日時：平成23年3月9日10:00～11:55

場所：社団法人 地域資源循環技術センター 6F 会議室

(東京都港区新橋五丁目34番4号 農業土木会館内)

議事：(1) 第一回委員会ご指摘事項及び対応状況

(2) モデル地区の調査状況について

① 南丹市 (温室効果ガス・事業効果の算定)

② 佐渡市 (温室効果ガス付加価値化)

(3) 意見交換

(4) バイオマス利活用事業費用便益分析マニュアル (案)

(5) 今後の評価の進め方

(6) 意見交換

(2) Y B E C の稼働による地球温暖化ガス排出量の変化

表 2-3 : Y B E C の有無による主な温室効果ガス排出活動

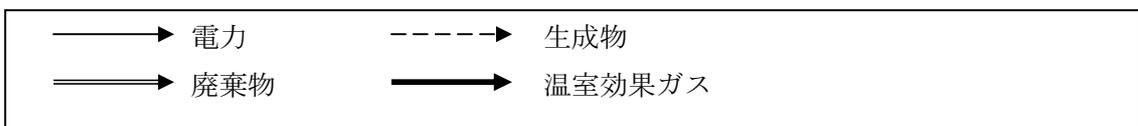
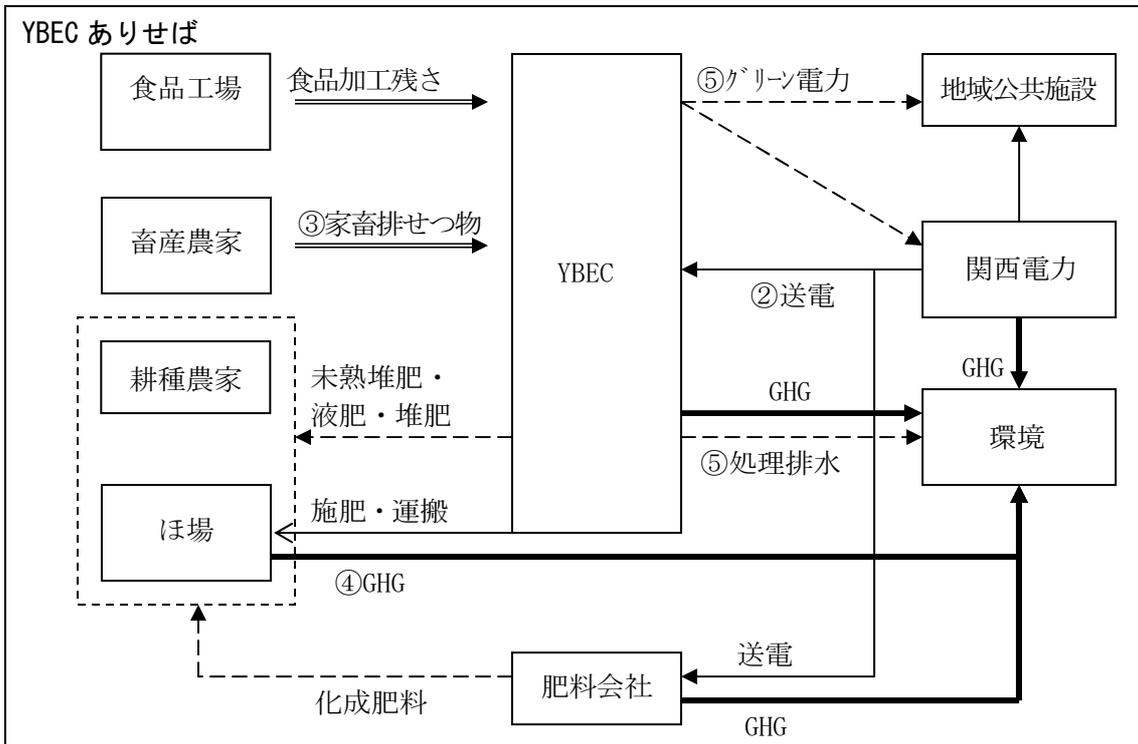
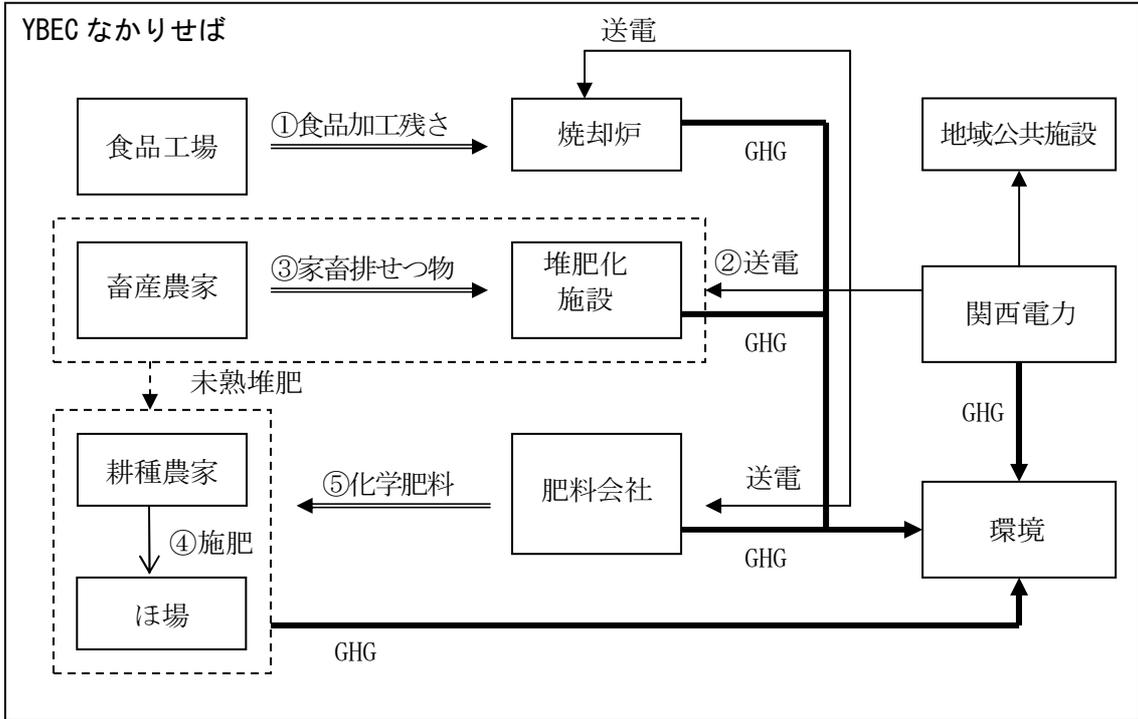
排出活動	Y B E C なかりせば	Y B E C ありせば
Y B E C or 堆肥化施設	②他人から供給された電気の使用 (CO ₂) ③家畜排せつ物の堆積発酵 (CH ₄ , N ₂ O)	②他人から供給された電気の使用 (CO ₂) ③家畜排せつ物の強制発酵 (CH ₄ , N ₂ O) ④堆肥等散布作業に要する供給機械 の燃料の使用 (CO ₂) ⑤液肥の水処理 (CH ₄ , N ₂ O) ⑥発電電力の施設内利用による削減 (CO ₂) ⑦発電電力の外部供給による削減 (CO ₂)
既存施設	①食品加工残さの焼却 (N ₂ O) ⑤肥料の製造・流通 (CO ₂)	
農家	④耕地における化成肥料の使用 (N ₂ O)	④耕地における液肥の使用 (N ₂ O)

※丸囲みの数字は図 2 と対応

表 2-4 Y B E C の有無により、排出量に差異が生じない温室効果ガス排出活動

排出活動	Y B E C なかりせば	Y B E C ありせば
焼却施設	下水汚泥の焼却 (CH ₄ , N ₂ O)	下水汚泥の焼却 (CH ₄ , N ₂ O)
農家	家畜の飼育(消化器官内発酵) (CH ₄) 稲作 (CH ₄)	家畜の飼育 (消化器官内発酵) (CH ₄) 稲作 (CH ₄)

図 2-2 算定に関連するセクター



現在、YBECでは、メタン発酵施設と堆肥化施設に分かれており、メタン発酵施設では家畜排せつ物（乳牛、豚）、食品加工残さ（おから、廃牛乳、有機汚泥）などの廃棄物をメタン発酵させ、バイオガス、液肥を生成し、堆肥化施設では家畜排せつ物（肉牛）、メタン発酵施設から出る脱水ケーキを堆積発酵させ、堆肥を生成している。また、ここで発生するバイオガスを、発電・発熱に、メタン発酵後の消化液を液肥に利用している。

YBECに持ち込まれる原料の種類と数量、及び生成物は以下の通り。

表2-5 YBECに持ち込まれる原料

項目	種類	数量
1) 食品加工残さ	食品加工残さ	2,244t
	おから	491t
	廃乳	82t
	有機汚泥	1,671t
	〔 豆乳	1,308t
	〔 おあげ	363t
2) 家畜廃せつ物	家畜排せつ物	28,086t
	〔 牛ふん尿	27,124t
	〔 乳牛ふん尿	16,804t
	〔 肉牛ふん尿	10,320t
	〔 豚ふん尿	962t

出典：八木バイオエコロジーセンター 2010年度搬入出データ

表2-6 YBECでの生成物

項目	種類	数量	
3) 生成物	堆肥	5,740t/年	
	バイオガス	753,740m ³ /年	
	ガ ス 利 用	発電量（内部利用）	731,985kWh/年
		発電量（外部利用）	218,645kWh/年
		発熱量	*11,151GJ/年
		消化液（液肥）	*2 21,745/年

出典：八木バイオエコロジーセンター電力実績

八木バイオエコロジーセンターバイオマス関連施設調査票

八木バイオエコロジーセンター 2008年度搬入出データ

*YBECパンフレットの計画値

*2 メタン発酵槽に投入する原料の重量の和

① Y B E C なかりせば (W/0)

W/0-1) ランニングコスト

他人から供給された電気を使用する際、他人が発電する際に排出した CO₂ を間接的に排出したものとする。

Y B E C で使用される電力は、Y B E C での発電電力の内部利用分 731,985kWh/年と関西電力からの買電している 284,661kWh/年との合計 1,016,646kWh/年である。

施設なかりせばの場合、各畜産農家が家畜排せつ物の自家処理を行っているとは仮定するため、各畜産農家が家畜排せつ物を自家処理する場合に係る電力・燃料量を把握する必要があるが、今年度はデータが揃わないことから、正確な算定は次年度に持ち越し、今年度は Y B E C で一年間に使用される電力量 (買電 + 発電内部利用分 = 1,016,646kWh/年) を代替施設でも同等に使用していると仮定し、関西電力から買電する場合の温室効果ガスを算定する。

また、自家処理ではなく、代替施設として八木町以外の既存の処理施設を活用すると仮定して算定することも可能であるが、Y B E C の受入実績量が 30,330t / 年であるのに対し、その他の既存施設 4 カ所の受け入れ量の合計は 16,037t / 年であり、正確な数値を算定するのは困難であると考えられるため、自家処理を選択した。

なお、関西電力からの買電分は、データが揃わなかったため、昨年度のデータより、総利用分 (1,185,601kWh) のうち買電分 (332,295kWh) の占める割合が約 28%、内部利用分 (853,306kWh) が 72% であったことから、今年度の数値に按分して、今年度の買電分 (284,661kWh) を推定した。

温室効果ガスの算定式

$$1,016,646\text{kWh} \times 0.000294 \text{ tCO}_2/\text{kWh} = 298.894 \text{ tCO}_2/\text{年}$$

表 2-7 南丹市 家畜排せつ物処理施設

施設名称	受入実績量
JA 京都園部堆肥センター	1,900 t /年
JA 京都日吉堆肥センター	832 t /年
美山町弓立牧場堆肥化施設	1,354 t /年
合計	4,086 t /年

出典：平成 20 年度バイオマスタウン構想

表 2-8 他人から供給された電力の排出係数

項目	排出係数	単位
関西電力からの買電	0.000294	tCO ₂ /kWh

出典：環境省「平成 21 年度の電気事業者毎の実排出係数・調整後排出係数等の公表について（お知らせ）」

W/0-2) 食品加工残さ

焼却施設における廃棄物の焼却に伴い、N₂O が排出される。ここでの食品加工残さとは、地域の豆腐、牛乳などを製造販売している事業所より排出される、おから、廃牛乳、有機汚泥（豆乳、おあげ）などを指す。

Y B E C には、地域の事業所より、おから 491t /年、廃牛乳 82t /年、有機汚泥 1,671t /年（豆乳、お揚げ）、合計 2,244t /年の食品加工残さが収集される。

Y B E C なかりせば、これらの食品加工残さは近隣の焼却施設で焼却されると仮定し、焼却処分する場合の温室効果ガスを算定する。なお、収集される食品加工残さはすべて廃棄物処理法の規定している動植物性残さと仮定する。

なお、原料は全て産業廃棄物であり、水分量も多い事から、汚泥として取り扱う事とする。

※動植物性残さ：食品製造業、医薬品製造業、香料製造業から生ずるあめかす・のりかす・醸造かす・発酵かす・動物の骨など動植物にかかる固形状の不要物。

温室効果ガスの算定式
$2,244 \text{ t/年} \times 0.00001 \text{ tN}_2\text{O/t} = 0.02 \text{ tN}_2\text{O/年}$
$0.02 \text{ tN}_2\text{O/年} \times 310 = 6.20 \text{ tCO}_2\text{/年}$

表 2-9 食品加工残さ焼却の排出係数

項目	排出係数	単位
動植物性残さ又は家畜の死体の焼却	0.00001	tN ₂ O/t

出典：温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル

表 2-10 YBECに持ち込まれる食品加工残さ内訳

持込施設	種類	数量(t)
1) メタン発酵施設	おから	491
	豆乳	1,308
	廃牛乳	82
2) 堆肥化施設	おから	1
	おあげ等	363

出典：八木バイオエコロジーセンター 2008年度搬入出データ

W/0-3) 家畜排せつ物

畜舎で飼育されている家畜（牛・豚・鶏）が排せつするふん尿中に含まれる有機物が、ふん尿管理（ふんの堆積発酵、尿の浄化等）の工程でメタン発酵により、 CH_4 が、窒素分が細菌等の作用で硝化又は脱窒される仮定において、 N_2O が大気中に排出される。

YBECには、合計 乳用牛 1,543 頭、肉用牛 1000 頭、豚 848 頭を抱える地域の畜産農家より乳牛ふん尿 16,804t/年、肉牛ふん尿 10,320t/年、豚ふん尿 962t/年の牛ふん尿合計 27,124t/年、豚ふん尿合計 962 t/年が収集される。

YBECなかりせば、これらのふん尿は、各農家で「不浸透性材料で築造した管理施設」^{※1}にて、堆積発酵していると仮定し、堆積発酵させた場合の係数を用いて算定する。

家畜排せつ物管理の管理による温室効果ガス算定方法に関しては、平成 22 年度より算定方式が大幅に変更され、 CH_4 に関しては、ふん尿中の有機物量と排出係数を乗じて排出量を求める形となっている。

ふん尿中の有機物量に関しては、マニュアルでは表 2-11 の計算式で求める事となっているが、今回はふん尿量のデータがあるため、表 2-11 中の①②⑤は省いて、YBEC 持ち込みふん尿量×ふん尿の比率×有機物含有率の式で有機物量を求める事とする。ふん尿の比率に関しては、マニュアルにも記載のある、築城ら（1997）のデータから、年間のふん尿排せつ物のふんと尿の比率を求め、その数値を使用した。

N_2O 排出量の算定に関しては、排泄物中の窒素量（N）が必要になるが、これは、「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」の家畜排せつ物の管理の項目でも採用されている、築城（1997）を参考に、八木地区で飼育されている家畜の頭数を、頭数当たりの 1 日の排せつ窒素量で乗じて年間の窒素量を算出した。また、今年度は乳用牛は全て搾乳牛、肉用牛は全て 2 歳以上、豚は全て肥育豚と仮定する。

なお、生産された堆肥に関しては、堆肥成分が YBEC で作られるものに比べ劣ると想定されるため、YBEC の半値で配布を行っているとは仮定する。

※1 家畜排せつ物法の液状廃棄物の管理施設基準

表 2 - 1 1

「家畜の管理方法毎のふん尿中の有機物量 (t)」
 = 「年間の平均的な飼育頭数 (頭)」①
 × 「一頭当たりの年間排せつ物量 (t/頭/年)」②
 × 「排せつ物の有機物含有率 (%)」③
 × 「ふん尿分離処理の割合 (%)」④
 × 「処理システム毎のふん尿管理率 (%)」⑤

有機物量 (乳用牛)
 $(16,804t \times 0.77 \times 0.16) + (16,804t \times 0.23 \times 0.05) = 2,263t$
 有機物量 (肉用牛)
 $(10,320t \times 0.73 \times 0.18) + (10,320t \times 0.27 \times 0.05) = 1,495t$
 有機物量 (豚)
 $(962t \times 0.35 \times 0.20) + (962t \times 0.65 \times 0.05) = 98t$

表 1

	区分	年間ふん尿排せつ量				有機物含有率	
		ふん	比率	尿	比率	ふん	尿
乳用牛	搾乳牛	16.6	(77%)	4.9	(23%)	16%	0.5%
肉用牛	2歳未満	6.5	(73%)	2.4	(27%)	18%	0.5%
豚	肥育豚	0.77	(35%)	1.4	(65%)	20%	0.5%

窒素量 (乳用牛)
 $(152.8gN/日/頭 + 152.7gN/日/頭) \times 1,543 \text{ 頭} \times 365 \text{ 日} = 172.06tN/年$
 窒素量 (肉用牛)
 $(62.7gN/日/頭 + 83.3gN/日/頭) \times 1,000 \text{ 頭} \times 365 \text{ 日} = 53tN/年$
 窒素量 (豚)
 $(8.3gN/日/頭 + 25.9gN/日/頭) \times 848 \text{ 頭} \times 365 \text{ 日} = 10.59tN/年$

表 2-12 頭数当たりの排泄量、排泄窒素量

家畜種		排泄量 (Kg/日/頭)		窒素量 (g/日/頭)	
		ふん	尿	ふん	尿
乳用牛	搾乳牛	45.5	13.4	152.8	152.7
	乾・未経産	29.7	6.1	38.5	57.8
	育成牛	17.9	6.7	85.3	73.3
肉用牛	2歳未満	17.8	6.5	67.8	62.0
	2歳以上	20.0	6.7	62.7	83.3
	乳用種	18.0	7.2	64.7	76.4
豚	肥育豚	2.1	3.8	8.3	25.9
	繁殖豚	3.3	7.0	11.0	40.0

出典：築城幹典・原田靖生「家畜の排泄物量推定プログラム」. システム農学 13(1), 17-23 (1997)

温室効果ガスの算定式

乳牛ふん尿 堆積発酵 (メタン)

$$2,263\text{t/年} \times 0.038 \text{ tCH}_4/\text{t} = 85.99 \text{ tCH}_4/\text{年}$$

$$85.99 \text{ tCH}_4/\text{年} \times 21 = \mathbf{1805.79\text{tCO}_2}$$

乳牛ふん尿 堆積発酵 (一酸化二窒素)

$$172.06\text{tN/年} \times 0.038 \text{ tN}_2\text{O}/\text{t} = 6.54 \text{ tN}_2\text{O}/\text{年}$$

$$6.54 \text{ tN}_2\text{O}/\text{年} \times 310 = \mathbf{2027.4\text{tCO}_2}$$

肉牛ふん尿 堆積発酵 (メタン)

$$1,495\text{t/年} \times 0.0013 \text{ tCH}_4/\text{t} = 1.94 \text{ tCH}_4/\text{年}$$

$$1.94 \text{ tCH}_4/\text{年} \times 21 = \mathbf{40.74\text{tCO}_2}$$

肉用牛 堆積発酵 (一酸化二窒素)

$$53.29 \text{ tN/年} \times 0.025 \text{ tN}_2\text{O}/\text{t} = 1.33 \text{ tN}_2\text{O}/\text{年}$$

$$1.33 \text{ tN}_2\text{O}/\text{年} \times 310 = \mathbf{412.3\text{tCO}_2}$$

豚ふん尿 堆積発酵 (メタン)

$$98 \text{ t/年} \times 0.0016 \text{ tCH}_4/\text{t} = 0.16\text{tCH}_4/\text{年}$$

$$0.16 \text{ tCH}_4/\text{年} \times 21 = \mathbf{3.36\text{tCO}_2}$$

豚ふん尿 堆積発酵 (一酸化二窒素)

$$10.59\text{tN/年} \times 0.039 \text{ tN}_2\text{O}/\text{t} = 0.41 \text{ tN}_2\text{O}/\text{年}$$

$$0.41 \text{ tN}_2\text{O}/\text{年} \times 310 = \mathbf{127.1\text{tCO}_2}$$

$$1805.79 + 2027.4 + 40.74 + 412.3 + 3.36 + 127.1 = \mathbf{4416.69\text{tCO}_2}$$

表 2 - 1 1 排せつ物の堆積発酵 排出係数

項目	排出係数	単位
乳牛（ふんと尿の混合物・堆積発酵）	0.038	tCH ₄ /t
乳牛（ふんと尿の混合物・堆積発酵）	0.038	tN ₂ O/tN
肉牛（ふんと尿の混合物・堆積発酵）	0.0013	tCH ₄ /t
肉牛（ふんと尿の混合物・堆積発酵）	0.025	tN ₂ O/tN
豚（ふんと尿の混合物・堆積発酵）	0.0016	tCH ₄ /t
豚（ふんと尿の混合物・堆積発酵）	0.039	tN ₂ O/tN

出典：温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル

W/O-4) 生成物

a 堆肥・液肥

農作物の栽培のために、耕地に使用された肥料から N₂O が排出される。

Y B E C では、1,797t/年の液肥を耕地に散布している。

現在液肥が散布されている耕地に代替肥料として化学肥料を散布すると仮定し、
水稻への肥料の使用の温室効果ガスを算定する。

化学肥料の施肥量の算出方法は、まず現在散布されている液肥の総量を 10a あたりの適正施肥量で除すことで液肥散布面積を算出する。続いて、その散布面積に化学肥料の 10a あたりの適正施肥量中の窒素量を乗じ、施肥化学肥料中の窒素総量を算出する。

液肥と化学肥料の適正施肥量は、南丹市より提供された、南丹市八木町・J A 京都八木支所・八木町農業技術者会「有機資源循環システムの構築と持続的農業」の栽培こよみのキヌヒカリ栽培時に使用される肥料の適正施肥量を使用する。

※ 液肥、化学肥料の適正施肥量と、算定に使用する化学肥料の種類は、現在南丹市八木町で栽培されている米の過半数がキヌヒカリで、他の品種は全体の 2 割に満たないことから（平成 20 年度水稻作付け品種割合 JA 京都調べ）、算定に使用する適正施肥量、化学肥料の種類はキヌヒカリを栽培する際に主に使用される適正施肥量と化学肥料（基肥：マップ 2 6 4、穂肥：NK-C6 号）を使用する。

温室効果ガスの算定式
液肥の施肥面積
$1,797t \div 4.5t/10a = 399 \rightarrow 399 \times 10a = 3990a$
化学肥料中の窒素量
$399 \times 0.0099 t/10a = 3.95tN$
$3.95tN \times 0.049tN_2O/t = 0.04 tN_2O$
$0.04 tN_2O \times 310 = 12.4 tCO_2$

表 2-13 水稲への施肥の排出係数

項目	排出係数	単位
水稲への肥料の使用	0.0049	tN ₂ O/tN

図 2-2

液肥を化学肥料で代替する場合の施肥量

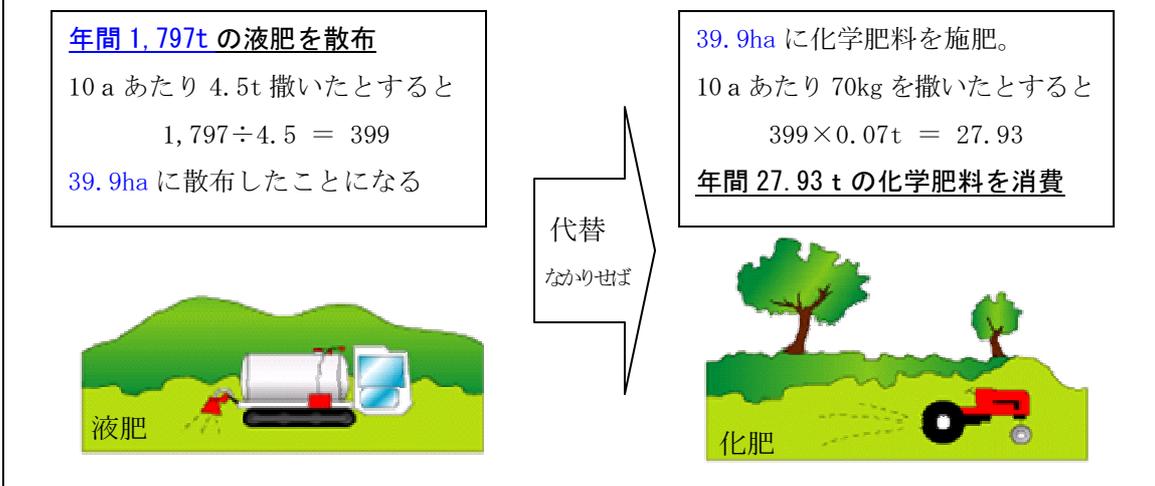


表 2-14 各肥料成分表

	窒素 (%)	リン酸量 (%)	カリ量 (%)
マップ 2 6 4	12	16	14
NK-C6 号	17	-	-
バイオグリーン液 (液肥)	0.4	1.0	2.0
バイオグリーン (堆肥)	2.5	3.0	2.3
脱水ケーキ	1.4	0.67	1.3

表 2-15 各肥料適正量中の窒素量 (10a あたり)

		適正量(10a)	窒素 (kg)	リン酸量 (kg)	カリ量 (kg)
化学肥料	NK-C6 号 (穂肥)	40kg	4.8	6.4	5.6
	マップ 2 6 4 (基肥)	30kg	5.1	0	5.1
	基肥・穂肥合計	70kg	9.9	6.4	10.7
バイオグリーン液 (合計)		4.5t	18	45	90
バイオグリーン		2t	50	60	46

b 発電・熱

なかりせば発電・発熱は行われない為、算定から除外した。

c 消化液（排水）

なかりせば消化液の排水処理は行われない為、算定から除外した。

d 化学肥料の製造

冒頭で述べたとおり、LCA 分析を行うと、複合肥料は、その製造過程で 1.6kg-CO₂/kgN の CO₂ が排出される。①で計算したとおり、なかりせばでほ場に投入する窒素量は 3.95tN であるので、これに排出係数である 1.6kg-CO₂/kgN を乗じて排出量を求める。

温室効果ガスの算定式

$$3.95\text{tN} \times 1.6\text{tCO}_2/\text{tN} = 6.32\text{tCO}_2$$

W/O-5) 燃料（堆肥散布）

なかりせば、堆肥散布の為のトラック、農機具などの運行が行われない為、算定から除外した。

②YBECありせば

W/-1) ランニングコスト

他人から供給された電気を使用する際、他人が発電する際に排出したCO₂を間接的に排出したものとする。

YBECでは、メタン発酵施設、堆肥化施設、排水処理施設の稼働の為に、284,661kWh/年の電気を買電している。

買電している電力は全て関西電力から提供されているものと仮定して温室効果ガスを算定する。

YBEC内で発電され、内部利用される電力に関しては、カーボンニュートラルの観点から温室効果ガスは排出しないことになるため、算定からは除外している。

温室効果ガスの算定式

$$284,661 \text{ kWh/年} \times 0.000294 \text{ tCO}_2/\text{kWh} = 83.69 \text{ tCO}_2/\text{年}$$

表2-16 他人から供給された電力の排出係数

項目	排出係数	単位
関西電力からの買電	0.000294	tCO ₂ /kWh

出典：環境省「平成21年度の電気事業者毎の実排出係数・調整後排出係数等の公表について（お知らせ）」

W/-2) 食品加工残さ

YBECで処理されている食品加工残さの内訳は、おから 491t /年、廃牛乳 82t /年、有機汚泥 1,671t /年（豆乳、お揚げ）であり、合計 2,244t /年がメタン発酵又は堆肥化処理されている。

メタン発酵プラントで嫌気性発酵を行う。ここで発生するメタンはバイオガスとして利用され、N₂Oは嫌気性発酵のため発生しない。これにより、メタン発酵施設では食品加工残さ処理による温室効果ガスは発生しないと仮定する。

また、堆肥化に回される食品加工残さについては、家畜排せつ物と混ぜて堆積発酵されるのだが、食品加工残さを堆積発酵する際の排出係数が存在しないため、堆肥化に回される食品加工残さから発生する温室効果ガスについては、今年度は算定から除外した。

W/-3) 家畜排せつ物

畜舎で飼育されている家畜（牛・豚・鶏）が排せつするふん尿中に含まれる有機物が、ふん尿管理（ふんの堆積発酵、尿の浄化等）の工程中でメタン発酵により、 CH_4 が、窒素分が細菌等の作用で硝化又は脱窒される仮定において、 N_2O が大気中に排出される。Y B E Cで処理されている家畜排せつ物の内訳は、乳牛ふん尿 16,804t /年、豚ふん尿 962t /年の合計 17,766t /年がメタン発酵処理、肉牛ふん尿 10,320t /年が堆肥化されている。

メタン発酵施設では乳牛・豚ふん尿、を原料に嫌気性発酵を行う。ここで発生するメタン、二酸化炭素はバイオガスとして利用され、 N_2O は嫌気性発酵を行うので発生しない。これによりメタン発酵施設では、家畜廃棄物処理による温室効果ガスは発生しないと仮定する。

堆肥発酵施設では、肉牛ふん尿は 10,320t /年、メタン発酵施設より運ばれる消化液を脱水することで発生する脱水ケーキ 4,222t /年を原料とし、堆積方式（通気型）、開放型攪拌ロータリー式で堆肥化させる。ここでの温室効果ガスは、原料である 2 種類に分け、肉牛ふん尿は強制発酵した場合の係数、脱水ケーキは、メタン発酵施設に収集される廃棄物の約 9 割が乳牛ふん尿であることから、殆ど乳牛ふん尿からできていると想定されるため、乳牛ふん尿を強制発酵させた場合の係数を用いて算定する。また、脱水していることから、全てふんと仮定して有機物量を計算する。

なお、脱水ケーキ量に関するデータは今年度揃わなかった為、今年度は前年度のメタン発酵施設受け入れ量の約 90.5%であったため、前年度の脱水ケーキ量 4665t に 0.905 掛けして今年度の脱水ケーキ量(4222t)を推定した。

排泄物中の窒素量に関しては、「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」の家畜排せつ物の管理の項目でも採用されている、築城(1997)を参考に、八木地区で飼育されている家畜の頭数を、頭数当たりの 1 日の排せつ窒素量で乗じて年間の窒素量を算出し、その数値に係数を乗じて算定した。脱水ケーキ中の窒素量に関しては、南丹市より提供された成分分析結果を使用する。

窒素量（脱水ケーキ）

$$4,222\text{t/年} \times 1.4\% = 59.11\text{tN/年}$$

窒素量（肉用牛）

$$(62.7\text{gN/日/頭} + 83.3\text{gN/日/頭}) \times 1000\text{頭} \times 365\text{日} = 53\text{tN/年}$$

温室効果ガスの算定式

脱水ケーキ

$$675.52 \text{ t/年} \times 0.00044 \text{ tCH}_4/\text{t} = 0.3 \text{ tCH}_4/\text{年}$$

$$59.11 \text{ tN/年} \times 0.031 \text{ tN}_2\text{O}/\text{t} = 1.83 \text{ tN}_2\text{O}/\text{年}$$

肉用牛

$$1,495 \text{ t/年} \times 0.00034 \text{ tCH}_4/\text{t} = 0.51 \text{ tCH}_4/\text{年}$$

$$53.29 \text{ tN/年} \times 0.031 \text{ tN}_2\text{O}/\text{t} = 1.65 \text{ tN}_2\text{O}/\text{年}$$

脱水ケーキ

$$(0.3\text{tCH}_4/\text{年} \times 21) + (1.83 \text{ tN}_2\text{O}/\text{年} \times 310) = 573.6\text{tCO}_2/\text{年}$$

肉用牛

$$(0.51\text{tCH}_4/\text{年} \times 21) + (1.65 \text{ tN}_2\text{O}/\text{年} \times 310) = 522.21 \text{ tCO}_2/\text{年}$$

合計

$$573.6 \text{ tCO}_2 + 522.21 \text{ tCO}_2 = 1,095.81 \text{ tCO}_2/\text{年}$$

有機物量（脱水ケーキ（乳用牛））

$$4,222\text{t} \times 0.16 = 675.52\text{t}$$

有機物量（肉用牛）

$$(11,052\text{t} \times 0.73 \times 0.18) + (11,052\text{t} \times 0.27 \times 0.05) = 1,495\text{t}$$

表 1

	区分	年間ふん尿排せつ量				有機物含有率	
		ふん	比率	尿	比率	ふん	尿
乳用牛	搾乳牛	16.6	(77%)	4.9	(23%)	16%	0.5%
肉用牛	2歳未満	6.5	(73%)	2.4	(27%)	18%	0.5%
豚	肥育豚	0.77	(35%)	1.4	(65%)	20%	0.5%

表 2 - 1 7 各肥料成分表

	窒素 (%)	リン酸量 (%)	カリ量 (%)
バイオグリーン液（液肥）	0.4	1.0	2.0
バイオグリーン（堆肥）	2.5	3.0	2.3
脱水ケーキ	1.4	0.67	1.3

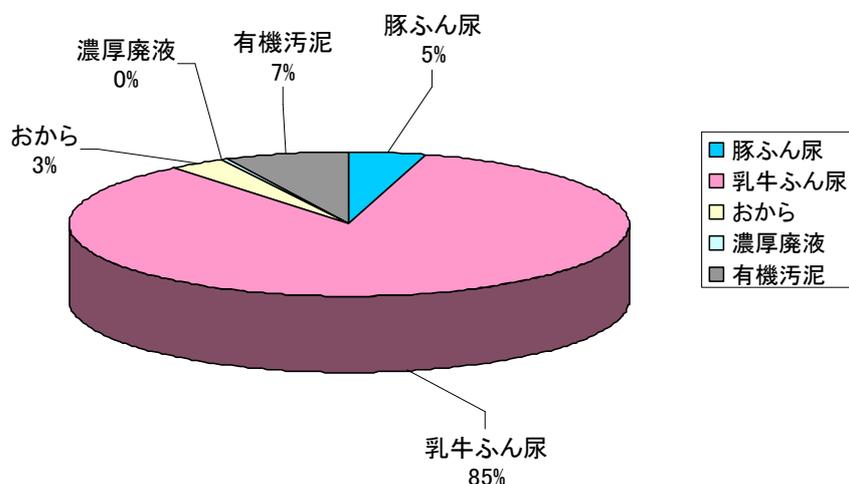
出典：(財) 八木町農業公社「八木バイオグリーン・液チラン」

表2-18 排せつ物の強制発酵 排出係数

項目	排出係数	単位
乳牛（ふんと尿の混合物・強制発酵）	0.00044	tCH ₄ /t
肉牛（ふんと尿の混合物・強制発酵）	0.00034	tCH ₄ /t
乳牛（ふんと尿の混合物・強制発酵）	0.031	tN ₂ O/tN
肉牛（ふんと尿の混合物・強制発酵）	0.031	tN ₂ O/tN

出典：温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル

図4 メタン発酵の原料比



出典：YBEC 管理月報

表2-19 頭数当たりの排泄量、排泄窒素量

家畜種		排泄量 (kg/日/頭)		窒素量 (g/日/頭)	
		ふん	尿	ふん	尿
乳用牛	搾乳牛	45.5	13.4	152.8	152.7
	乾・未経産	29.7	6.1	38.5	57.8
	育成牛	17.9	6.7	85.3	73.3
肉用牛	2歳未満	17.8	6.5	67.8	62.0
	2歳以上	20.0	6.7	62.7	83.3
	乳用種	18.0	7.2	64.7	76.4

出典：「家畜の排壯物量推定プログラム」築城幹典・原田靖生. システム農学 13, 17-2 (1997)

W/-4) 生成物

a 堆肥・液肥

農作物の栽培のために、耕地に使用された肥料から N_2O が排出される。

YBECメタン発酵施設では、消化液が液肥利用されており、平成21年度は1,797t/年の液肥が散布された。堆肥化施設では、肉牛ふん尿は10,320t/年、メタン発酵施設より運ばれる脱水ケーキ4,222t/年を原料とし、5,740t/年の完熟堆肥が作られている。また、YBECでは完熟堆肥製造工程途中の未熟堆肥(1次発酵堆肥、脱水ケーキの段階)も配布しており、完熟堆肥が6300円/1tに対し、未熟堆肥は無料で配布している。

生成される堆肥の性質は以下の通り。

表2-20 YBEC製造堆肥成分表(湿サンプル中)

	含水量	N(mg/kg)	P_2O_5 (mg/kg)	K_2O (mg/kg)
やぎバイオグリーン	51.3%	21000	17000	43000
第1次発酵堆肥	70.6%	7600	7500	15000
脱水ケーキ	81.6%	14000	6700	13000

出典：YBEC 分析報告書

液肥として施肥した消化液に関しては、水稻への肥料の使用により発生する N_2O 量を算定する。

また、堆肥に関しては、現在土壌改良材として使用されており、堆肥を施肥しても別途肥料を施肥することから肥料の代替として取り扱うことが困難であるため、今回の算定からは除外した。

温室効果ガスの算定式

液肥中の窒素量

$$1,797t \times 0.4\% = 7.19tN$$

$$7.19tN \times 0.0049tN_2O/t = 0.04tN_2O$$

$$0.04tN_2O \times 310 = 12.4tCO_2$$

表2-21 水稻への施肥の排出係数

項目	排出係数	単位
水稻への肥料の使用	0.0049	tN_2O/tN

b 発電・熱

他人に電気又は熱を供給した場合、供給した量を元に算定した排出値をエネルギー起源CO₂排出量から控除することができる。自己託送を行った場合も他人に電気、熱を供給したものと見なす。

YBECではメタン発酵施設より753,740m³/年のバイオガス（メタン65%、二酸化炭素35%）が発生している。このガスを燃焼させ、発電、発熱に利用している。

70kW×2基、80kW×2基のガスエンジン発電機により、950,630kWh/年の発電、また11,151.48GJ/年の熱回収を行っている。この発電した電力のうち731,985kWh/年を内部電力として利用し、残りの218,645kWh/年を隣接している下水処理施設と関西電力に売電している。また回収した熱に関しては、44%程度がメタン発酵槽の加温用、施設内の暖房、給湯に利用され、残りの56%は余剰熱として放熱されている*。

発電量に関しては、バイオガスを燃料に発電しているため、単位販売量当たりの排出量（排出係数）を求めるのは困難であることから、新たな排出係数の算定は行わず、関西電力から買電した場合の係数を用いて算定した値を削減値とする。

発熱に関しては現在利用されている熱量が、全発熱量の44%の4906.65 GJ/年であると仮定して、産業用蒸気を購入した場合の係数を用いて算定した値を削減値とする。

※出典：寺田利裕「京都府南丹市におけるバイオマス利用と循環の仕組み作り」

排出係数の算定方式

{発電のために投入した燃料使用量(t) × 単位発熱量(GJ/t) × 排出係数(tCO₂/GJ)} ÷ 発電量

温室効果ガスの算定式

発電分（内部利用、外部利用）

731,985 kWh/年 × 0.000294 tCO₂/kWh = 215.204 tCO₂/年

218,645 kWh/年 × 0.000294 tCO₂/kWh = 64.282 tCO₂/年

215.204 tCO₂/年 + 64.282 tCO₂/年 = 279.486 tCO₂/年

熱回収分

4,906.65 GJ/年 × 0.060 tCO₂/GJ = 294.40 tCO₂

合計 279.486 tCO₂/年 + 294.40 tCO₂ = **573.886 tCO₂**

表2-22 電力と熱量の排出係数

項目	排出係数	単位
関西電力からの買電	0.000294	tCO ₂ /kWh
産業用蒸気	0.060	tCO ₂ /GJ

出典：環境省「平成 21 年度の電気事業者毎の実排出係数・調整後排出係数等の公表について（お知らせ）」
 温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル

c 消化液（排水）

Y B E C での消化液の生物学的脱窒素処理・膜分離処理に伴い、 CH_4 、 N_2O が排出される。

Y B E C では、メタン発酵施設より 19,646t /年の消化液が生成されている。平成 21 年データでは、消化液の液肥としての利用は 1,797t /年であり、残りは脱水処理を行い、脱水ケーキを取り除いた後、排水処理し、河川へ放流している。

表 2-23 成分表（湿サンプル中）

	窒素 (%)	リン酸量 (%)	カリ量 (%)
バイオグリーン液（液肥）	0.4	1.0	2.0
脱水ケーキ	1.4	0.67	1.3

出典：(財) 八木町農業公社「八木バイオグリーン・液チラシ」

排水処理に関しては、排水中の窒素量を元に算定するため、Y B E C での消化液、脱水ケーキの分析報告書を元に窒素量の算定を行う。排水処理される消化液の量は、生産される消化液 19,646t から、液肥として撒かれる 1,797t と、脱水ケーキ 4,222t の重量を引いた、13,627t/年と仮定する。また、排水処理される脱水ろ液中の窒素量は、12.29tN とした。これを生物学的脱窒素処理を行い、その後、膜分離処理していると仮定して、温室効果ガス排出量を算定する。これらの処理方法に関しては、現状のマニュアルに記載されている係数はし尿処理施設で行われる分の係数しか存在しないが、処理方法は同じであるため、この係数を採用する。

なお、現在使用している脱水ケーキの成分量は 1 回の採取によって分析された数値であるが、Y B E C に持ち込まれる廃棄物は日によって変わり、成分が安定していない為、複数回採取・分析したデータが必要であるが、今年度は現状のデータを元に算定を行う。

脱水ろ液の窒素量計算

排水処理を行う液肥量 17,849t（全量 19,646t - 散布量 1,797t）中の窒素量

$$19,646\text{t} \times 0.4\% = 71.40\text{tN}$$

脱水ケーキ中の窒素量

$$4,222\text{t} \times 1.4\% = 59.11\text{t}$$

ろ液（13,627t）中の窒素量

$$71.40\text{tN} - 59.11 = 12.29\text{tN}$$

温室効果ガスの算定式

生物学的脱窒素処理

$$13,627\text{t/年} \times 0.0000059 \text{ tCH}_4/\text{t} = 0.08 \text{ tCH}_4/\text{年}$$

$$12.29\text{tN/年} \times 0.0000045 \text{ tN}_2\text{O}/\text{tN} = 0.00 \text{ tN}_2\text{O}/\text{年}$$

膜処理

$$13,627\text{t/年} \times 0.0000055 \text{ tCH}_4/\text{t} = 0.07 \text{ tCH}_4/\text{年}$$

$$12.29\text{tN/年} \times 0.0024 \text{ tN}_2\text{O}/\text{tN} = 0.03 \text{ tN}_2\text{O}/\text{年}$$

生物脱窒素

$$(0.08 \text{ tCH}_4/\text{年} \times 21) + (0.00 \text{ tN}_2\text{O}/\text{年} \times 310) = 1.68 \text{ tCO}_2/\text{年}$$

膜処理

$$(0.07 \text{ tCH}_4/\text{年} \times 21) + (0.03 \text{ tN}_2\text{O}/\text{年} \times 310) = 10.77 \text{ tCO}_2/\text{年}$$

合計

$$1.68 \text{ tCO}_2/\text{年} + 10.77 \text{ tCO}_2/\text{年} = 12.45 \text{ tCO}_2/\text{年}$$

表 2-24 工場排水処理の排出係数

項目	排出係数	単位
生物学的脱窒素処理	0.0000059	tCH ₄ /m ³
生物学的脱窒素処理	0.0000045	tN ₂ O/tN
膜分離処理	0.0000055	tCH ₄ /m ³
膜分離処理	0.0024	tN ₂ O/ tN

出典：温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル

W/-5) 燃料（堆肥散布）

トラック、農機具などの運行におけるエネルギーの使用に伴い、石炭、石油製品等の化石燃料を燃焼させた際、燃料中に含まれている炭素がCO₂となり、大気中へ排出される。

YBECでは製造した完熟堆肥、未熟堆肥、脱水ケーキの散布作業を行っている。平成21年度は、データが揃わなかったが、堆肥生産量も前年度と大差はなかった為、前年度と同じデータを使用する。平成20年の堆肥散布実績によると、平成20年1月～12月迄に代行散布を行った堆肥の重量は3,531t、のべ散布面積116haであった。散布の際に運行した農機具はマニュアルスプレッダーであり、運行時間は約418時間とな

っている。

平成 20 年度の堆肥散布実績に記載のある散布時間とマニュアルスプレッダーの燃料消費量 (ℓ/時) を乗じて、年間のマニュアルスプレッダーによる堆肥散布に係る軽油の消費量を算出し、これを元に温室効果ガスを算定する。

温室効果ガスの算定式

軽油消費量

$$418 \text{ 時間} \times 3.5 \text{ l/時} = 1.46 \text{ t/年}$$

$$1.47 \text{ t/年} \times 37.7 \text{ GJ/l} \times 0.0187 \text{ tCO}_2/\text{GJ} \times 44/12 = 3.800 \text{ tCO}_2$$

表 2-25 軽油燃焼の排出係数

項目	単位発熱量	CO ₂ 分子量	排出係数	単位
軽油	37.7GJ/kℓ	44/12	0.0187	tC/ GJ
		2.58		tCO ₂ / kℓ

出典：温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル

表 2-26 マニュアルスプレッダー燃費

作業器具		燃料消費量(ℓ/時)
マニュアルスプレッダー	横ビーダ 3t	軽油 3.5

出典：京都府農林水産部農村振興課「補助事業の手引き」

(3) Y B E Cの稼働とは関係しない温室効果ガス排出量の算定

現在取り扱っている項目では、Y B E C以外からの排出に、Y B E Cありせばの影響による温室効果ガスの削減効果は見られないが、今後バイオマスの利活用を進めて行く上での参考値として記載する。

①稲作

稲を栽培するために耕作された水田において、嫌気性条件下における微生物の働きで有機物が分解され、CH₄が排出される。南丹市八木地区での米の作付面積は、4,768,804 m²である。(H21年度水稲作付実績 南丹市提供資料)

○温室効果ガスの算定

八木町では、全ての水田が、数日間の中干しを行う、「間欠灌漑水田」とであると仮定して、温室効果ガスを算定する。

表2-27 水稲作付の排出係数

項目	排出係数	単位
間欠灌漑水田	0.000016	tCH ₄ / m ²

出典：温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル

温室効果ガスの算定式

$$4,768,804\text{m}^2 \times 0.000016 = 76.30 \text{ tCH}_4$$

$$76.30 \text{ tCH}_4 \times 21 = 1602.30 \text{ tCO}_2$$

②家畜の飼育

家畜を飼育することにより、その家畜が食物等を消化する際に、胃腸等の消化管内の発酵で生じたCH₄が空气中に排出される。

現在、Y B E Cに家畜排せつ物を持ち込んでいる畜産農家の飼育畜種ごとの合計頭数は、乳用牛 1,543 頭、肉牛 1000 頭、豚 848 頭である。(H 2 1 ヒアリングデータより)

○温室効果ガスの算定

上記頭数の家畜が、食物を消化管内発酵した際に発生する温室効果ガスを算定する。

表 2-28 家畜の消化管内発酵の排出係数

項目	排出係数	単位
乳用牛（消化管内発酵）	0.11	tCH ₄ /頭
肉用牛（消化管内発酵）	0.066	tCH ₄ /頭
豚（消化管内発酵）	0.0011	tCH ₄ /頭

出典：温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル

温室効果ガスの算定式

乳用牛

$$1,543 \text{ 頭} \times 0.11 \text{ tCH}_4/\text{頭} = 169.73 \text{ tCH}_4$$

肉用牛

$$1000 \text{ 頭} \times 0.066 \text{ tCH}_4/\text{頭} = 66.00 \text{ tCH}_4$$

豚

$$848 \text{ 頭} \times 0.0011 \text{ tCH}_4/\text{頭} = 0.09 \text{ tCH}_4$$

合計

$$(169.73 + 66 + 0.09) \times 21 = 4,952.22 \text{ tCO}_2$$

③汚泥の焼却

焼却施設における、産業廃棄物の焼却に伴い、CH₄、N₂O が排出される

現在南丹市では 15,317 t/年の汚泥が排出されており、907 t/年が堆肥化され、残りの 14,410 t/年は焼却処分されている。

○温室効果ガスの算定

南丹市で排出されている下水汚泥は「かんぼりサイクルプラザ」で処理されている。カンポリサイクルプラザのストーカ炉を採用したサーマルリサイクル施設で廃棄物を焼却処分している。その為、マニュアルに記載されている、流動床炉、多段炉使用の焼却、石灰系凝集剤を添付後焼却のどれにも当てはまらないため、上記以外の焼却の係数を用いて温室効果ガスの算定を行う。

温室効果ガスの算定式

$$14,410 \times 0.000882 = 12.71 \text{ tN}_2\text{O}$$

$$14,410 \times 0.0000097 = 0.14 \text{ tCH}_4$$

$$(0.15 \text{ tCH}_4 \times 21) + (12.71 \text{ tN}_2\text{O} \times 310) = 4191.25 \text{ tCO}_2$$

表 2 - 2 9 廃棄物の焼却処理の排出係数

項目	排出係数	単位
下水汚泥の焼却（上記以外）	0.000882	tN ₂ O/t
汚泥	0.0000097	tCH ₄ /t

出典：温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル

使用排出係数一覧

ランニングコスト、発電

項目	排出係数	単位
関西電力からの買電	0.000294	tCO ₂ /kWh
産業用蒸気	0.060	tCO ₂ /GJ

メタン発酵・堆肥化

項目	排出係数	単位
乳牛（ふんと尿の混合物・堆積発酵）	0.038	tCH ₄ /t
乳牛（ふんと尿の混合物・堆積発酵）	0.038	tN ₂ O/tN
乳牛（ふんと尿の混合物・強制発酵）	0.00044	tCH ₄ /t
乳牛（ふんと尿の混合物・強制発酵）	0.031	tN ₂ O/tN
肉牛（ふんと尿の混合物・堆積発酵）	0.0013	tCH ₄ /t
肉牛（ふんと尿の混合物・堆積発酵）	0.025	tN ₂ O/tN
肉牛（ふんと尿の混合物・強制発酵）	0.00034	tCH ₄ /t
肉牛（ふんと尿の混合物・強制発酵）	0.031	tN ₂ O/tN
豚（ふんと尿の混合物・堆積発酵）	0.0016	tCH ₄ /t
豚（ふんと尿の混合物・堆積発酵）	0.039	tN ₂ O/tN
豚（ふんと尿の混合物・強制発酵）	0.00097	tCH ₄ /t
豚（ふんと尿の混合物・強制発酵）	0.031	tN ₂ O/tN

焼却

項目	排出係数	単位
下水汚泥の焼却（上記以外）	0.000882	tN ₂ O/t
汚泥	0.0000097	tCH ₄ /t
動植物性残さ及び家畜の死体の焼却	0.000010	tN ₂ O/t

水田からの排出

項目	排出係数	単位
間欠灌漑水田	0.000016	tCH ₄ /m ²
水稲への肥料の使用	0.0049	tN ₂ O/tN

水処理

項目	排出係数	単位
生物学的脱窒素処理	0.0000059	tCH ₄ /m ³
生物学的脱窒素処理	0.0000045	tN ₂ O/tN
膜分離処理	0.0000055	tCH ₄ /m ³
膜分離処理	0.0024	tN ₂ O/tN

畜舎からの排出

項目	排出係数	単位
乳用牛（消化管内発酵）	0.11	tCH ₄ /頭
肉用牛（消化管内発酵）	0.066	tCH ₄ /頭
豚（消化管内発酵）	0.0011	tCH ₄ /頭

化石燃料からの排出

項目	単位発熱量	CO ₂ 分子量	排出係数	単位
軽油	38.2GJ/kℓ	44/12	0.0187	tC/ GJ
		2.62		tCO ₂ /kℓ

Ⅱ バイオマス利活用システム全体の費用対効果の精査

今次、効果算定にあたっては、平成 21 年度業務の成果を活用し、時点修正や係数精査の結果を反映させるとともに、これまで算定していなかった新たな効果を追加した。

新たな効果については、平成 21 年度事業の算定基礎としたバイオマス利活用事業費用便益分析マニュアル（案）以外の、農村生活環境整備費用対効果分析マニュアル（H14）、農業集落排水事業費用対効果分析マニュアル（H12）、その他土地改良事業関係の効果算定マニュアルに掲げる効果項目を活用し、算定してみた。その中で、YBEC 周辺の八木地区の農家 14 戸のうち 3 農家へのヒアリング、1 農家への電話回答を得ることができ、その成果を基に以下の効果を算定した。

下記検討結果を委員会に諮り、問題ないと判断された効果のみ、今年度の算定に使用することとした。

1. 環境保全等効果の検討

(1) 調査計画

YBEC の活動に影響を受ける、直接目に見えない又は金額に反映されない環境保全効果の定量的測定においては、仮想評価法による環境価値額を評価する。また、周辺の耕種・畜産農家へのアンケート実施による将来的な液肥散布面積の試算等を行う。

(2) 調査結果

<セクター名：メタン発酵プラント>

① 地域所得多角化効果：計上せず

地域外との交流促進により、当該施設を訪れた者が地元農産物等を購入する効果である。施設利用料はこれに含まれない。YBEC 施設見学者については、八木農村環境公園「氷室の郷」と両方見学する者がおり、氷室の郷で農産物等を購入することを想定する。しかしながら、計上する場合は、氷室の郷の建設費、維持管理費等運営に係る経費の算定を行うとともに、YBEC 見学による販売促進への貢献程度について実証することが求められ、今回の調査では証明が困難であることから計上しないこととする。

算定式＝購入単価×購入者×寄与率

氷室の郷 施設来園者数 6,411 人（H21 報告より）

YBEC と同時見学により、氷室の郷への来客者数の 2 割に貢献すると仮定。

※ 実際に YBEC への見学者数は不明。

購入単価は、野菜等購入するため 200 円/人を得ることとする。

$$=200 \text{ 円/人} \times 6,411 \text{ 人} \times 20\% = 256,440 \text{ 円}$$

② パブリシティ効果：計上せず

YBEC に関する先進的な取り組み活動自体がメディアに掲載されることで、広告費用を費やさずに広告を行っただけの効果があり、この効果を、相当する広告費で評価することができる。平成 21 年度においては、京都新聞に液肥利用推進に係る取組が報道されるなど、少なくとも 6 回報道されている。

ただし、この効果は、結果として地域農産物の販売量の増加や単価の増加として発現することが一般的であり、報道されることによって液肥利用した米の販路が拡大した、販売量が増大した等の実証が必要となる。なお、メディアに掲載されるのが一時的なもの想定される場合は、耐用年数期間中で除して、平均年間掲載回数を算出する。

現時点においては、そのような状況にないことから、本効果については計上しないこととする。

$$\text{地方紙掲載 (3)} \quad 4,500 \text{ (千円/回)} \times 3 \text{ 回} = 13,500 \text{ 千円}$$

<セクター名：環境>

③ 地域生活環境改善効果（臭気）：独立行政法人 農畜産業振興機構（alic）費用対効果算定基準より → 衛生水準向上効果 とする。

家畜排せつ物の処理に関し、堆肥盤から発生するであろう臭気が、YBEC を活用することにより発出が防止される効果である。ヒアリングでは、元々、家畜排せつ物が集落内に存在する状況ではあったとのことであるが、新規住宅や生活環境改善の観点から、効果が発出されているものとする。

$$\text{算定式} = 1 \text{ トンあたり防臭剤等の薬剤散布単価 (918 円/t)} \times \text{家畜排せつ物量 (衛生水準向上効果額と同じ算定式)}$$

$$\rightarrow 918 \text{ 円/t} \times 28,086 \text{ t (YBEC 持込排泄物量)} = 25,782,948 \text{ 円}$$

④ 地域生活環境改善効果（水質）：計上せず

施設整備を行うことで周辺水域の水質が保全される効果である。

しかしながら、YBEC なかりせばの場合であっても、堆肥盤整備等により必要な水質保全のための措置が講じられると考えられることから、本効果については計上しない

こととする。

$$\begin{aligned} \text{算定式} &= \text{家畜頭数} \times 1 \text{ 頭あたり年間窒素排せつ量} \times \text{流出比率 (50\%)} \\ &\quad \times \text{窒素浄化处理単価 (4,700 円/kg)} \\ &\rightarrow 28,086 \text{ t (YBEC 持込排泄物量)} \times 0.5 \times 4,700 \text{ 円} \\ &= 66,002 \text{ 千円} \end{aligned}$$

2. 生産・加工・販売効果の検討

(1) 調査計画

バイオマス利活用システムの導入により、畜産農家の家畜排せつ物処理時間の短縮や耕種農家の生産性向上、食品工場における廃棄物処理費用の軽減、八木農村環境公園「氷室の郷」における環境教育効果などが考えられる。

農産物の生産・加工・販売、食品工場経営の変化、八木農村環境公園「氷室の郷」の状況の既存データの活用や個別調査を行い、具体的な効果あるいは実収入の向上について算定する。

(2) 調査結果

<セクター名：YBEC>

①交流体験効果

整備された活性化施設等が地域のレクリエーションの拠点として、地域外の人々が利用することで交流の場として利活用できる効果である。

しかしながら、本効果を計上するためには、氷室の郷の建設費、維持管理費等、運営に係る費用を計上する（建設費は減価償却費として計上しても構わない。）とともに、YBEC の貢献度に関するデータを要するが、氷室の郷におけるイベント、農産物販売、営農実証等幅広い活動についての整理は困難である。

よって、現時点においては計上しないこととし、氷室の郷も含めた地域全体の効果を算定する際に活用することとする。

算定式＝施設訪問のための移動費用（トラベルコスト法）

H21 氷室の郷 施設来園者数 6,411 人

YBEC の設置により氷室の郷来客へ 2 割貢献

一般交通等経費節減効果で用いている単価（時速 30km の普通自動車の場合）

1 台 1 時間あたり車両経費：10.67 円/km

1 台 1 時間あたり人件費：62.86 円/分

京都市からYBEC（30km）までの往復とすると、

10.67 円/km×30km/h=320 円/h

62.86 円/分×60 分=3,772 円/h

往復→8,184 円/人

→ 6,411 人×0.2×8,184 円=10,493,525 円

② その他の効果

以下の効果項目については、YBEC の活動と関連づけることが現時点では困難と考えられることから、本業務では算定しない。

- ふれあい効果（景観・家畜とのふれあい提供、地域活性化、人格形成・教育、保健休養等）
- 定住環境・地域農業改善効果（生活道路利便性向上、畜産堆肥供給、走行経費・時間節約等）
- 国民経済効果（畜産物の安定供給、畜産物価格の低減、環境・国土の維持保全）
- 自然循環機能増進効果

<セクター名：畜産農家>

③ 労働時間削減効果額：地域経済の活性化効果として算定

家畜排せつ物処理のための労働時間は、相当程度短縮されていると考えられる。一方、現在の一般的な畜産農家においては、家畜排せつ物の処理をオートメーション化しており、その効果による短縮もあると考えられる。このため、畜産農家にアンケート調査を行い、YBEC による時間短縮の程度を整理した上で、効果を算定することとした。その結果、YBEC ありせば、3 時間の労働時間短縮が図られることとした。

ここで、本来、費用対効果分析は「国民経済の視点」で整理され、削減された時間を、飼育頭数や出荷量の増等にあてることにより経営改善が図られることを前提に効果として算定が可能である。このため、飼育頭数や出荷量の増等経営改善が図られていることを、実績・データにより証明する必要があるものの、本業務においては畜産農家の経営まで踏み込むことはしていない。このため算定はできない。

一方、費用対効果にはもう一つの「地域経済の活性化」を表現するものとして活用する側面もある。本業務においては、この観点で計上することとする。

算定式=削減される家族労働時間×家族労働評価額（1,648 円/時間）

A 農家に対するアンケート調査の概要

YBEC 建設以前 運搬・処理 2 時間

	維持管理（流出対策等）	2時間
	合計	4時間
現在	堆肥舎積み込み	10分
	YBEC への運搬・処理	30分
	雑務	20分
	合計	1時間

$$= (4 - 1) \text{ 時間} \times 14 \text{ 戸} \times 300 \text{ 日 (日曜はYBEC休業)} \times 1,648 \text{ 円/時間}$$

$$= 20,764,800 \text{ 円}$$

※ Alic の費用対効果算定基準のうち「家族労働削減効果」1,648 円/hr を用いた。

④ 生産環境改善効果

労働に関する衛生、拘束時間、不安等の環境改善により、精神的な苦痛が軽減されることを評価する効果である。アンケート調査においても、家畜排せつ物処理に関する不安が解消されたとの回答を得た。

ただし、本業務においては、労働時間削減効果と二重計上になる恐れがあることから、計上しないこととする。

$$= \text{労働環境改善相当額 (63.2 円/時間)} \times \text{年間総労働時間 (解消分)}$$

$$= 63.2 \times 300 \text{ 日} \times 3 \text{ 時間} \times 14 \text{ 戸} = 796,320 \text{ 円}$$

<セクター名：耕種農家>

⑥品質向上（温室効果ガス削減付加価値向上）：計上せず

農林水産省平成 21 年度農業生産地球温暖化総合対策事業調査結果より、米について 10% の温室効果ガスが排出削減された場合、6.47 円/5kg の評価額が得られている。今後、YBEC の活動のうち、液肥散布による稲作の温室効果ガス削減について評価されると仮定し、前述の評価額の 2 割の付加価値向上が図られるとして効果を算定する。ただし、別に CO2 削減効果を計上していることから、本効果については計上しないこととする。

$$\text{算定式} = 39.9 \text{ ha (H21 液肥散布相当面積)} \times 5 \text{ t/ha} \times 6.47 \text{ 円/5kg} \times 20\% \times 1000 \text{ kg}$$

$$/ 5 \text{ kg} = 51,631 \text{ 円}$$

<セクター名：地域社会>

⑦コミュニティ活動促進効果：地域経済の活性化効果として算定

地域のサークル活動およびイベント等を通じて、地域の連帯意識・コミュニティが維持・向上される効果である。

ここでは、液肥利用を通じた地域の資源循環や温室効果ガス削減に関する説明会、会合が催されることにより、地域内のコミュニケーションが促進され、新たな産業の創出、集落の絆の維持、高齢者の癒しや安全確認が図られることを想定した。液肥利用の促進が図られている八木地区の農業者が、少なくとも年に1回1時間、参加することを想定する。

ただし、本効果については、YBECがあることで一定時間拘束されてしまうため、コストとして計上すべきとの考え方もある。このため、本来は便益が生じていることを証明するために、CVM調査やアンケート調査により、参加者の受け止め方を確認する必要がある。

八木地区農業者人口 597人（H17～H18）統計

$$\text{算定式} = 597 \text{ 人} \times 1,705 \text{ (円/hr)} \times 1 \text{ hr} = 1,017,885 \text{ 円/}$$

3. バイオマス利活用システム妥当投資額の算定と投資効率の算定

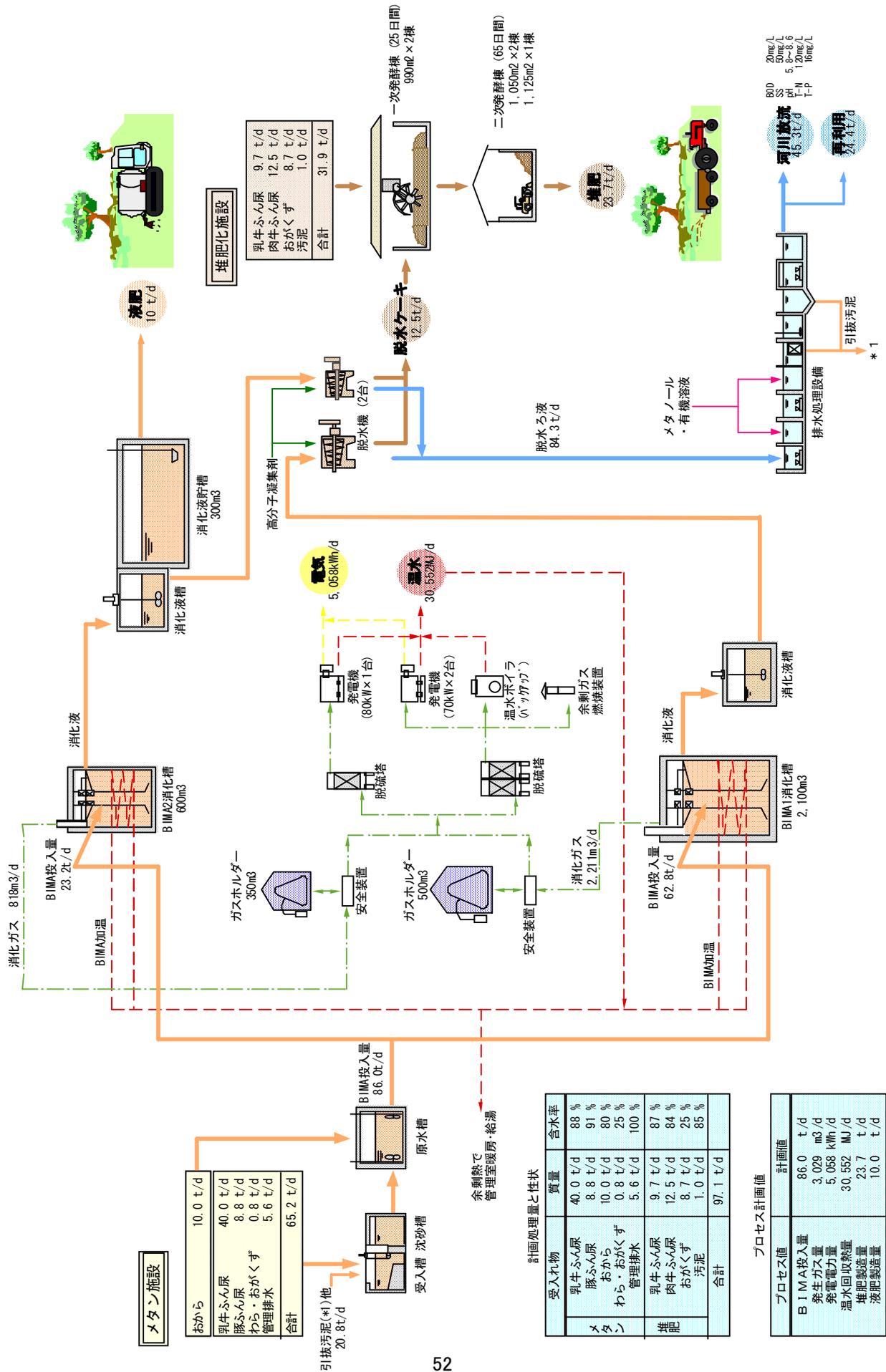
(1) 調査計画

環境保全効果及び生産・加工・販売効果を取りまとめ、南丹市全体のバイオマス利活用システムについて妥当投資額の算定と投資効率の算定を行う。

南丹市では、家畜排せつ物を電力と堆肥として利用する「循環型社会」を目指して、八木バイコロジーセンター（YBEC）を建設し、平成10年度より供用開始し、同地域の家畜排せつ物や食品加工残さ等のバイオマスを最大限利活用する取組みを進めてきている。YBECのフローシートを図3-4に示す。

関係者毎に、YBECが存在しない場合（なかりせば）と存在する場合（ありせば）の活動について分析を行い、純便益差（便益（B）とコスト（C）の差）の概略算定を行った。便益（B）は収入及び社会的便益、コスト（C）は支出及び建設事業費等として、平成20年度の運転データ及び収支を基に算定した。以下、主な算定項目について、「ありせば」「なかりせば」に分けて記述する。

図3-4 YBEC フローシート



(2) 南丹市八木バイオエコロジーセンター (YBEC)

●YBECなかりせば

—

○YBECありせば

前述のとおり、八木バイオエコロジーセンターは、メタン発酵処理施設と堆肥化施設からなる。ここでの費用対効果もこの2つの施設毎に分けて算出するが、まず双方とも共通であるコストより記述する。

ア. 電気料金

YBECでは、メタン発酵施設でバイオガスを利用した発電を行い、そこで得た電力を施設内で利用している。それと同時に電力安定確保のため、284,881kwh/年を5,817千円/年で関西電力より購入している。この内、メタン発酵施設では1,896千円/年、堆肥化施設では4,423千円/年を利用している。

単価に関しては、詳細なデータが取れなかったため、総金額を電力量で按分し、電力単価を22.18円/kwhと仮定した。

項目	単価 (円/kWh)	数量 (kWh)	総金額 (千円)
関西電力 買電	22.18	284,881	(メタン) 1,896
			(堆肥化) 4,423

イ. 薬品費

メタン発酵とは、メタン菌の働きにより有機性廃棄物よりバイオガスを取り出す技術である。このメタン発酵の要となるメタン菌はその活動のために特殊な栄養を要求する為、栄養となる微量無機塩や栄養塩や不純物の除去のための薬剤の投入が必要となり、脱硫剤（酸化鉄）、塩化コバルト、塩化ニッケル等を投入している。

また、メタン発酵後の消化液を排水処理する際に、薬剤の投入が必要となり、苛性ソーダ、ポリ硫化鉄、塩化第二鉄、次亜塩素酸ソーダ、硫酸、結晶ハイポ等を投入している。

単価、数量に関しては詳細なデータの取得が困難であるため総金額のみの記載とする。

項目	単価 (円/t)	数量 (t)	総金額 (千円)
メタン発酵投入	-	-	21,866
排水処理投入	-	-	12,289

ウ. 化石燃料削減効果

YBECで、本来火力発電などによって得られるべき電力をYBECでバイオガス発電された電力で代替したとし、火力発電によって生じる化石燃料の削減に貢献した社会的便益として、14,890千円を計上する。算定方法は以下の通り。

基礎計算

$$W = J/s$$

$$1J = 0.239 \text{ kcal}$$

$$1\text{kWh} = 0.239 \times 3600(s) = 860.4 \text{ kcal}$$

火力発電所はA重油を焚いており、発電効率を40%と仮定する。

$$A \text{ 重油} = 9,341 \text{ kcal/l}^{※1}$$

$$860.4 \text{ kcal} \div 40\% = 2151 \text{ kcal}$$

1kWh 発電に必要なエネルギー

$$2151 \text{ kcal} \div 9341 \text{ kcal} = 0.23 \text{ l/kWh}$$

代替発電に必要な重油の量

$$731,985 \text{ kWh} \times 0.23 \text{ l/kWh} = 168,356.55 \text{ l}$$

$$A \text{ 重油} 1 \text{ リットルあたり } 68.1 \text{ 円}^{※2}$$

$$168,356.55 \text{ l} \times 68.1 \text{ 円/l} = 11,465,081 \text{ 円}$$

※1 「総合エネルギー統計」資源エネルギー庁

※2 産業用価格・A重油・月次調査(2011年1月) (財)日本エネルギー経済研究所 石油情報センター「大型ローリー納入の全国平均価格」

①メタン発酵施設での活動

メタン発酵施設では、家畜排せつ物（乳牛ふん尿、豚ふん尿）と食品加工残さ（おから、廃牛乳、有機汚泥等）を受け入れている。

ア. 家畜排せつ物受入れ

乳牛ふん尿・豚ふん尿については、各農家からふん尿混合で持ち込まれており、排せつ物の運搬に使用する機械の有料貸し出しも行われている。

乳牛ふん尿 16,804t/年、豚ふん尿 962t/年を受入れ、それぞれ 21,342 千円/年、510 千円/年の処理費用を得ている。

項目	単価 (円/t)	数量 (t)	総金額 (千円)
乳牛ふん尿	-	16,804	21,342
豚ふん尿	-	962	510

イ. 食品加工残さ受入れ

豆腐工場からは、おからを 3t トラックで毎日 2t/日を引取り 491 t/年を受入れ、4,323 千円/年を得ている。この内、メタン発酵槽に投入されるのは 490t/年であり、残りの 1 t は堆肥化施設に投入される。有機汚泥については、豆乳、おあげを 3t トラックで毎日約 3～4 t/日を引取りに行き、工場内で発生する排水については不定期に引取り、1,671t/年を受け入れ、19,302 千円/年を得ているが、この内、メタン発酵槽に投入されるのは 1,308t/年の豆乳や排水であり、残りの 364t のおあげは堆肥化施設に投入される。そこで、平成 20 年度実績値である 19,302 千円/年を、1,308t/年で按分し、豆乳、排水のみの金額を約 15,109 千円/年と仮定した。

また、乳製品加工工場からは、廃牛乳を不定期（年に数回）に引取っており、トラック規模や引取り量は、その都度異なる。今年度は参考資料の記載値 82t/年、409 千円/年を採用した。

項目	単価 (円/t)	数量 (t)	総金額 (千円)
おから	-	491	4,323
豆乳のみ	-	1308	15,109
廃牛乳	-	82	408

ウ. バイオガス発電

メタンガス発生量は 753,740Nm³/年となっている。メタン 65%、二酸化炭素 35% の成分とされる。バイオガスは、ガスホルダーにいったん蓄えられた後、脱硫装

置を経て発電機に送られ、発電量は、950,630kwh/年となっている。

発電した電気は、メタン発酵槽の加温、堆肥化施設攪拌機、脱水機、事務室照明等、731,985kwh/年が自家消費される。残りは逆潮流で関西電力RPS用として数万kwh/年を販売し、226千円/年を得ている。更に、793,544kwh/年をグリーン電力取引を行い1,671千円/年を得ている。このほか、既設の下水処理場へ218,645kwh/年を売電し、6,117千円/年を得ている。

また、発生する熱量は11,151GJで、メタン発酵槽の加温、施設内の暖房・給湯に44%程度(4906.65GJ)を利用している。

本来、ボイラーを焚くことで得られる熱量を、バイオガス発電による熱回収で代替したとし、ボイラーを焚くことによって生じる化石燃料を削減した社会的便益として、10,687千円を計上する。算定方法は以下の通り。

基礎計算

$$4906.65\text{GJ} = 1,172,689,350 \text{ kcal}$$

A重油焚きボイラーの発熱効率を80%と仮定すると、必要な投入calは

$$1,172,689,350 \text{ kcal} \div 80\% = 1,465,861,687.5 \text{ kcal}$$

$$A \text{ 重油} = 9,341 \text{ kcal/l}^{*1}$$

$$1,465,861,687.5 \text{ kcal} \div 9,341 \text{ kcal/l} = 156,927.70 \text{ l}$$

A重油1リットルあたり68.1円^{*2}

$$156,927.70 \text{ l} \times 68.1 \text{ 円/l} = 10,686,776 \text{ 円}$$

※1 「総合エネルギー統計」資源エネルギー庁

※2 産業用価格・A重油・月次調査(2011年1月) (財)日本エネルギー経済研究所 石油情報センター「大型ローリー納入の全国平均価格」

項目	単価 (円/kWh)	数量 (kWh)	総金額 (千円)
RPS 売電	-	-	226
グリーン電力取引	-	793,544	1,671
下水処理場売電	-	218,645	6,117

エ. 消化液利用

メタン発酵後の消化液は複数の方法で利用されている。

まず、直接の液肥利用がある。液肥利用は、主に水田への散布を行っており、バキュームカー1台と散布車2台が1組となって作業する。バキュームカーが消化液槽から消化液を引き抜き、散布ほ場まで運搬し、散布車2台に供給する。散布車2台がこれを待ち、対象ほ場に散布する。料金は、ほ場に流し込みをする場合の価格は1,000円/t（バキューム車作業、運賃込み）である。この他の料金体系は、20tを単位として20円（101円）、ポリタンク代込で1,250円としている。また、JA京都八木支店で液肥券と呼ばれるチケットを販売しており、100円券と500円券があり、それぞれ1000、5000の液肥と引き替えができる。しかしこの液肥券で液肥を購入する場合は散布代は含まれないため、農家がバキュームカーなどで直接YBECに取りに行く必要がある。

平成21年度は、消化液のうち1,797tを液肥としてを散布又は販売し、1,994千円/年を得ている。なお、散布時の1組での軽油の平均消費量は60l/日となっている。

項目	単価 (円/t)	数量 (t)	総金額 (千円)
消化液販売	-	1,797	37
消化液散布	-	1,797	1,957

②堆肥化施設での活動

堆肥化施設では、家畜排せつ物（肉牛ふん尿）と有機汚泥（オアゲ）、更にメタン発酵施設の脱水汚泥を受入れている。

ア. 家畜排せつ物受入れ

肉牛ふん尿については、各農家からふん尿混合で持ち込まれており、排せつ物の運搬に使用する機械の有料貸し出しも行われている。

10,320t/年を受け入れ、2,401千円/年の処理費を得ている。

項目	単価（円/t）	数量（t）	総金額（千円）
肉牛ふん尿	-	10,320	2,401

イ. 食品加工残さ受入れ

堆肥化施設に投入する食品加工残さについては、豆腐工場から、オアゲ、豆乳を軽トラック（0.3t）で引取り、1,671t/年を受け入れ、19,303千円/年を得ているが、この内堆肥化施設に投入されるのは363t/年のおあげであり、残りの1,308tの豆乳、排水はメタン発酵施設に投入される。そこで、平成20年度実績値である19,303千円/年を、363t/年で按分し、おあげのみの金額を4,193千円/年と仮定した。

項目	単価（円/t）	数量（t）	総金額（千円）
おから	8805	1	8.8
おあげのみ	-	363	4,193

ウ. 堆肥販売

堆肥については、肉牛ふん尿とメタン発酵後の脱水汚泥を混合させ、1次発酵させたものについては未熟堆肥として（主に水田に）散布している。未熟堆肥の料金は配達料2ト車1台当たり1,500円（4t/10a）、散布料1時間以内3,000円と設定している。

2次発酵まで終えたものについては完熟堆肥として（主に畑作向け）販売している。完熟堆肥の料金はバラ1t価格6,500円（2t/10a）、配達料は10a当たり1,500円としている。

平成20年度の堆肥の散布・配達、あるいは販売量は、5,740t/年であり、散布は3,553千円/年、配達は3,547千円/年、販売は4,881千円/年あわせて11,981千円/年を得ている。

なお、運搬は、マニュアルプレッダ1台と2tトラック2台が1組となって行われる。燃費は600/日となっている。

※堆肥販売量は、平成 19 年度堆肥製造分も含まれるため、平成 20 年度堆肥製造量とは必ずしも同量ではない。

※また、消化液の脱水汚泥をホイールローダーで場内移動して堆肥化施設に搬送し、肉牛ふん尿等と併せた堆肥化も行っている。

脱水ろ液のほか、残りの消化液については高分子凝集材を混合したものを併せて排水処理設備で処理し、処理水は河川放流と場内再利用を行っている。なお、排水処理設備で生じる引抜汚泥は再度メタン発酵槽に投げられる。なお、排水処理に係る薬品費等を計上した。

項目	単価 (円/t)	数量 (t)	総金額 (千円)
堆肥散布	-	-	3,553
堆肥配達	-	-	3,547
堆肥販売	-	5,740	4,881

(3) 既存の処理施設

旧八木町にある特別管理型下水道処理施設である。

●YBECなかりせば

「ありせば」でYBECから購入している 218,645kwh/年の電力を関西電力から購入していたこととする。価格は、YBECが関西電力から購入している平成20年度実績より、17.51円/kwhとする。

項目	単価 (円/kWh)	数量 (kWh)	総金額 (千円)
関西電力 買電	17.51	218,645	3,828

○YBECありせば

①電気料金

下水処理に必要な電力のうち218,645kwh/年を6,590千円/年でYBECから購入している。その結果、電力を30.02円/kWhで購入していることとなる。

この電力量は下水処理施設にとって、いずれにせよ必要な量であり、関西電力の使用電力量単価である17.51円/kWhの価値があるとして、下水処理場の便益として、その価値額を計上した。

項目	単価 (円/kWh)	数量 (kWh)	総金額 (千円)
関西電力 買電	30.02	218,645	6,564

②化石燃料削減効果

下水処理場で、本来火力発電などによって得られるべき電力をYBECでバイオガス発電された電力で代替したとし、火力発電によって生じる化石燃料の削減に貢献した社会的便益として、3,425千円を計上する。算定方法は、3.(1)ウ.で記述した基礎計算等を使用し、以下のようになる。

火力発電所はA重油を焚いており、発電効率を40%と仮定する。

A重油 = 9,341 kcal/l^{※1}

860.4 kcal ÷ 40% = 2151 kcal

2151 kcal ÷ 9341 kcal = 0.23 l/kWh

218,645 kWh × 0.23 l/kWh = 50,288.35 l

A重油1リットルあたり68.1円^{※2}

50,489.6 l × 68.1円/l = 3,424,637円

※1 「総合エネルギー統計」資源エネルギー庁

※2 産業用価格・A重油・月次調査(2010年1月) (財)日本エネルギー経済研究所 石油情報センター

(4) 畜産農家及び液肥等を利用する耕種農家、食品工場

● Y B E C なかりせば

① 畜産農家

Y B E C が完成した平成 10 年当時（なかりせば）では、畜産ふん尿は野積みによって堆肥化されていた。現在では、家畜排せつ物の管理の適正化に関する法律が施行されているため、効果算定の「なかりせば」では、畜産農家が堆肥盤等の整備を行うことにより必要最小限の対応を行うこととした。ふん尿の処理コストは、当センターが過去に行ったバイオマス利活用事業の費用算定業務で算出した 1 千円/t・日という数値を採用した。（社団法人地域資源循環技術センター「平成 17 年度農業資源利活用検討調査委託業バイオマス利活用事業費用対効果算定報告書」より）

また、「なかりせば」で生産され耕種農家に提供される堆肥については、成分が Y B E C で作られるものに比べ劣ると想定されるため、Y B E C の半値で配布を行っているとは仮定する。

※ 堆肥盤整備のイニシャルコストは、畜産農家の全額負担ではなく、公的補助が行われるケースが多いと想定されるため、「畜産農家」のコストとしては、算定できない。

一方、Y B E C の建設による確実な堆肥化処理によって、臭気、水環境負荷等の環境負荷を低減することが一般的と考えられるため、Y B E C の環境負荷低減効果の評価を、代替施設として堆肥化施設を検討することによって費用化する。この代替法を用いた効果算定は、「環境」のステークホルダーの中で検討する。

② 堆肥を利用する耕種農家

畜産農家が自家処理して製造される堆肥は成分的に不完全であると考えられるため、Y B E C の半値と仮定し、肥料の水分調整に使用する稲わら等の提供は無償であると仮定した。

また、現在液肥が散布されている耕地には代替肥料として化学肥料を散布していると仮定し、散布面積については次の計算により 19.6ha とした。

- 液肥の適正施肥量（キヌヒカリ）：10a 当たり基肥 3 t、穂肥 1.5 t の 4.5t
- H20 年度液肥散布量 1,797t
- $1,797 / 4.5 = 39.9\text{ha}$

価格は、基肥、穂肥の適正施肥量（キヌヒカリ）から 10,899 円/10a（H21 価格）とした。

また、ほ場内での化学肥料の運搬・散布にかかる労務費として 1 千円/10a、堆肥の運搬・散布を 1 千円/t として計上した。

項目	単価	数量	総金額（千円）
化学肥料購入費	10,899 円/10a	399 (10a)	4,349
堆肥購入費	-	5,740t	2,441
化学肥料散布労務費	1,000 円/10a	399 (10a)	399
堆肥散布労務費	1,000 円/t	5,740t	5,740

③食品工場

YBECが完成した平成10年当時、食品工場のバイオマスは、おからは14,000円/t、廃牛乳は26,000円/tで産業廃棄物処理されていたため、この値を用いた。

項目	単価（円/t）	数量（t）	総金額（千円）
おから	14,000	491	6,874
廃牛乳	26,000	82	2,132

○YBECありせば

④畜産農家

畜産農家は、乳牛ふん尿18,638t/年、肉牛ふん尿11,052t/年、豚ふん尿990t/年をYBECに持込んで、それぞれ21,651千円/年、3,690千円/年、884千円を負担している。持込に際しては、手数料をYBECに支払っている。また、必要に応じて持込機をYBECから有償で借りている。

項目	単価（円/t）	数量（t）	総金額（千円）
乳牛ふん尿	1,160	16,804	21,342
豚ふん尿	893	962	510
肉牛ふん尿	330	10,320	2,402
車両等使用・積込量	一式		938

⑤堆肥・液肥を利用する耕種農家

稲作農家、野菜作農家は、YBECの液肥を1,797t/年を1,994千円/年支払って購入・散布している。また、未完熟肥料4,666t/年と完熟肥料利用632t/年を11,981千円/年を支払い購入・散布している。液肥は春先の散布であり、堆肥は不定期に散布されている。

項目	単価 (円/t)	数量 (t)	総金額 (千円)
消化液販売	-	1,797	37
消化液散布	-	1,797	1,957
堆肥散布	-	-	3,553
堆肥配達	-	-	3,547
堆肥販売	-	5,740	4,881

⑥食品工場

近隣に位置する豆腐工場は、おから、豆乳、オアゲ、場内排水をバイオマス資源としてY B E Cに処理委託している。平成 21 年度実績は、2,244t/年、23,626 千円/年である。

乳製品加工工場は、廃牛乳をY B E Cに提供している。平成 20 年度実績は、82t/年、409 千円/年である。

項目	単価 (円/t)	数量 (t)	総金額 (千円)
おから	-	491	4,323
有機汚泥	-	1,671	19,303
廃牛乳	-	82	409

⑦品質向上（温室効果ガス削減付加価値向上）

栽培過程の温室効果ガスを削減することにより、消費者が温室効果ガス削減米として、より高値でその米を購入する効果が期待できる。具体的な金額は、農林水産省「平成 21 年度農業生産地球温暖化総合対策事業調査結果」により、栽培過程で従来の 10-20%の温室効果ガスが排出削減された場合、米は 6.47 円/5kg・%、5-10%の温室効果ガスが排出削減された場合、米は 8.8 円/5kg・%の付加価値が得られるとのことであった。そこで、この付加価値額を使用し、品質向上効果を算定した。

南丹市の平成 22 年度の液肥散布面積は約 63ha である。1ha あたり 5t の収穫が見込め、10%の温室効果ガス排出削減を達成したとしたら、

$$315t \times (6.47 \text{ 円/kg} \cdot \% \times 10(\%)) = 20,380,500 \text{ 円}$$

20,380 千円の効果が見込める事となる。しかし、現在南丹市の液肥米は温室効果ガス削減の周知を行っておらず、正確な削減%も算定していないため、この効果は見込む事はできない。

(5) 地域社会

地域社会には、関西電力と、農作業又はYBEC作業に関連する業者が含まれる。

●YBECなかりせば

①電力会社

「ありせば」で購入しているのと同量の 284,881kwh/年の電力を、関西電力が 17.51 円/kWh で地域社会（下水道処理施設）に販売していたこととする。

項目	単価 (円/kWh)	数量 (kWh)	総金額 (千円)
関西電力 買電	17.51	284,881	4,988

○YBECありせば

①関西電力

関西電力はYBECで発生した電力の一部を、地球温暖化ガス削減に関する電力として購入している。RPS電力を226千円/年で、グリーン電力793,544kwh/年を1,671千円/年支払っている。

一方、便益として、それぞれ同量を、一般的電力の単価 17.51 円/kWh で他社へ販売し、利益を得ていることから、これを計上した。

項目	単価 (円/kWh)	数量 (kWh)	総金額 (千円)
RPS 売電	-	-	226
グリーン電力取引	-	793,544	1,671
電力生産効果 (グリーン電力)	17.51	793,544	13,895

※網がけ部分は社会的便益

②交流体験効果

YBEC の近くに氷室の郷という農村環境公園がある。氷室の郷は農林業の大切さや環境問題を学び、考え、体験し、食する事ができる交流施設として、平成12年度より供用を開始し、京都市ほか周辺からの人々の環境教育の場として、その機能を発揮している。また、YBEC の見学に訪れた人は施設見学後に氷室の郷に訪れる事が多く、南丹市の農畜産業が一体となった地域農業の仕組みや、YBEC のシステムに関する情報等の周知等も行っている。

このようにYBECの設置によって、近接する農村環境公園「氷室の郷」への来園者が増え、地域交流体験を行う機会が増えたとして、その効果を算定する。効果は、施設訪問のための移動費用、トラベルコスト法にて算定する。

平成 21 年度の氷室の郷の施設来園者数は 6,411 人。この内、YBEC の設置により増加した来客は 2 割程度（1283 人）であると仮定する（ヒアリングによる推定数値）この 1283 人の施設訪問のための移動費用は、京都駅～八木駅間往復の 960 円と仮定して（施設見学者は主に市外から来訪するため、京都駅からのアクセスを効果額として見込む事とした）その効果額は、1,230,912 円/年とした。

項目	単価（円/人）	数量（人）	総金額（千円）
交流体験効果	8,184	1283	10,500

（6）環境

●YBEC なかりせば

—

○YBEC ありせば

YBEC ではメタン発酵処理で発生したバイオガスを用いて発電を行い、発電電力を場内の運転電力として用いるとともに、余剰電力は隣接する下水処理場及び関西電力に販売しており、地球温暖化ガスの削減効果を発揮している。

また、メタン発酵処理でバイオガスを生産した後のメタン発酵液は、液肥利用されるほか、脱水されて固分は堆肥化、液分は水処理後に河川放流し、地域への窒素、リンなどの環境負荷の低減を図り、水質保全効果を発揮している。

①温室効果ガス削減効果

別途算定

②水質改善効果

YBEC 行われている処理は、各畜産農家でふん尿を自家処理する場合に比べて、窒素成分の流出を抑えることができ、水環境の保全を行っていると考えられる。この効果については、公共用水域の水質保全効果の単価として、（社）農村環境整備センター「地球環境貢献型農業農村整備事業計画調査」による農業集落排水施設の脱窒素費として以下の単価を用いた。

T-N : 1,030 千円/t

また、自家処理の場合、窒素成分の流出率は 30%（推定）とし、持ち込まれる材料の全窒素 71.40 tN の 30%である 21.42tN が流出していると仮定する。

項目	単価（千円/t）	数量（t）	総金額（千円）
N 浄化効果	1,030	21.42tN	22,062.6

③代替法による環境負荷削減効果の算出

YBECの行う環境保全効果を算定するため、代替法による堆肥化施設整備を仮定して効果を算出した。

仮定の堆肥化施設を以下のとおりとした。

ア) 家畜ふん尿は、乳牛ふん尿・肉牛ふん尿・鶏ふん尿の全量を堆肥化する。

イ) 食品工場のおから、廃牛乳はそのまま廃棄物処理を続ける。

ウ) YBECで建設した実設備のコストを参考にスケールメリットを考慮した事業費を691,827千円とする。

堆肥盤のイニシャルコストを年効果額に換算するにあたっては、以下の算出式を用い、減価償却費を年効果額とした。

$$(\text{年効果額}) = (\text{堆肥盤整備費}) \times 0.9 / \text{耐用年数}$$

ここで耐用年数は20年とした。

また、ふん尿の処理のランニングコストは2千円/t・日であると仮定した。

なお、ここでは、バイオマス利活用施設の整備がもたらす環境面の便益の費用化をいくつか試みた。しかし、臭気等の測定しにくい環境負荷の改善効果については価値を計測できていない。臭気等を含む環境面の便益の費用化についてはCVMを用いた費用化手法等、更に検討が必要である。

項目	単価 (円/年)	数量	総金額 (千円)
堆肥化施設 (減価償却年額)	31,132		31,132
堆肥化施設 維持管理費	2,000 円/日		61,247

④地域生活環境改善効果、(衛生水準向上効果額)

独立行政法人 農畜産業振興機構(alic)の費用対効果算定基準では、しっかりとした堆肥化施設等の整備することで、不完全な堆肥盤から発生するであろう、家畜排せつ物からの臭気が防止できる効果を見込んでいる。その効果額は、家畜排せつ物の臭気を抑えるために投じる防臭剤等の薬剤散布単価 (918 円/t) とされている。この額を、YBECに持ち込まれる家畜排せつ量に乘じ、効果額を算定する。

項目	単価 (千円/t)	数量 (t)	総金額 (千円)
衛生水準向上効果	0.918	28,086	25,783

6. バイオマス利活用システム妥当投資額の概算と投資効率の概算

以上の仮定のもとに算出した投資効率（B/C）は1.89と計算される
（別添：YBEC費用対効果分析シートより）。

<投資効率の総括>

①総事業費	1,723,769千円	
②年効果額	239,730千円	
③廃用損失額	0千円	
④還元率（耐用年数20年）	0.0736	④ = $(i \times (1+i)^n / ((1+i)^n - 1))$
⑤妥当投資額	3,257,199千円	⑤ = ② / ④ - ③
⑥投資効率	1.89	⑥ = ⑤ / ①

注) i : 割引率、n : 総合耐用年数

7. 考察

以上のようにYBECを中心としたバイオシステム導入にかかる費用便益分析を行ったところ、投資以上の効果が発生しているとの結果が得られた。

ここで、各セクターの純便益を見てみると次のとおりである。

セクター	純便益
YBEC	23,911 千円
下水処理施設	703 千円
畜産農家&耕種農家&食品工場	49,588 千円
地域社会	-485 千円
環境負荷	145,461 千円
合計	219,179 千円

YBECの純便益については、23,911 千円/年となっている。ただし、発電化石燃料削減効果、熱回収化石燃料削減効果、雇用創出効果を除くと、△19,606 千円/年の赤字となる。しかしながら、その場合においても、単なる経常的な支出と整理するべきではなく、その他のセクター純便益の合計 196,237 千円/年の便益を挙げているといえる。YBECを中心としたバイオマスシステム導入により、全体の純便益、すなわち年効果額としては、219,179 千円/年分の効果を発揮していると整理されるべきである。今回地域社会のセクターがマイナスとなっているが、これは主に電力会社が影響しているもので、YBECがなければ各農家で堆肥化処理する際に必要となる電力が、YBECがあることで自家発電でき、電力会社から買わなくて済むことに起因している。つまり、電力会社としては、YBECがない方が電気が売ることによって収益を上げ、YBECがあればグリーン電力として買い取り、収益を上げるその差がこの若干のマイナスという事になる。

また、YBECがなければ、家畜排せつ物の環境対策として、堆肥化施設の建設に 31,132 千円/年、施設の維持管理に 61,247 千円/年の併せて 92,379 千円/年相当の経費が生じることとなる。現在のYBECの経費と同等以上の支出が必要となる可能性がある上に、温室効果ガス削減対応が十分に行えない可能性がある。

IV. まとめと課題

1. 温室効果ガス

今年度の算定で、Y B E Cの活動による温室効果ガス排出量は 14,765.24tCO₂ となり、Y B E Cが存在しない場合の温室効果ガス排出量は、10,825.46tCO₂ という結果が得られた。この結果より、Y B E Cの存在は 3,939.78 t の温室効果ガスの削減、CO₂ のみに限れば、785.23 t CO₂ の削減に寄与しているという算定結果となった。この削減温室効果ガスを全てクレジット化したと仮定して、排出量取引すると、5,432,563円、CO₂ のみに限れば1,101,703円の取引が可能となる。しかし、現状の算定の精度では排出量取引に乘せることは難しい。排出量の取引を見据えて算定を行うとすれば、より詳細なデータが必要となるため、該当活動の1年間のモニタリングから事業を組み立てる必要がある。

次に項目毎の削減量について記述する。

①ランニングコスト（電力）

Y B E Cなかりせば、Y B E Cと同等の電力を消費していると仮定し、Y B E Cなかりせば、298.89tCO₂ の排出、Y B E Cありせば 83.69tCO₂ の排出と言う結果が得られた。この結果により、Y B E Cは 215.2tCO₂ の削減に寄与しているという算定結果となった。昨年度の算定との主な差異は、関西電力の排出係数の更新である。

②バイオマスの処理方法の変更

Y B E Cなかりせば、食品加工残さは焼却処分、ふん尿は各畜産農家で堆肥化処理とし、Y B E Cありせば、原料の一部をメタン発酵槽に投入し、残りの材料は排水を脱水して得られる脱水ケーキと一緒に堆肥化処理していると仮定した。温室効果ガスは、Y B E Cなかりせば、食品加工残さの焼却で 6.20tCO₂、ふん尿の堆肥化で 4,416.69 tCO₂ を排出、Y B E Cありせば、メタン発酵槽では 0、堆肥化施設では 1095.81 tCO₂ の排出となった。

施設に投入される原料毎にその差分を算定すれば、メタン発酵槽に投入される原料からの排出は、なかりせば 3,969.85 tCO₂、ありせば 12.42 tCO₂ の排出（液肥の水処理を含む）。堆肥化施設に投入される原料からの排出は、なかりせば 453.04 tCO₂、ありせば、1,095.81tCO₂ の排出となる。その差分は、メタン発酵のみだと、3,957.43 tCO₂ の削減、堆積発酵だと、642.77t の増加となる。これは、メタン発酵の消化液を脱水して作られる脱水ケーキを堆肥化に回していることによる増加であるが、今年度は脱水ケーキの強制発酵の係数に、ふん尿中で最も排出係数の値が高い乳牛ふん尿の強制発酵の値を採用したことに起因しているが（肉牛ふん尿 0.00034tCH₄/t 有機物、乳牛ふん尿 0.00034tCH₄/t 有機物）、実際はメタン発酵により物質中の有機物が分解されていることや、消化液と乳牛ふん尿では含水率・成分なども異なるため、異なる係数の設定が必要

となる可能性がある。

昨年度の算定との差異は、家畜排せつ物管理の排出量算定方法の大幅な変更である。昨年度の排出量計算はふん尿の重量ベースであったが、今年度はふん、尿それぞれの含有有機物量ベースとなり計算式が複雑化している。また排出係数も昨年度より小さな値が設定されていることから、昨年度よりも排出量は小さくなっている。

③肥料の散布

Y B E C なかりせば化学肥料を農地に散布、Y B E C ありせば、メタン発酵、堆肥化後に得られる堆肥、液肥を散布していると仮定し、Y B E C なかりせば 6.20tCO₂ の排出、Y B E C ありせば、12.4tCO₂ の排出という結果が得られた。この結果により、Y B E C ありせば、6.2tCO₂ の温室効果ガスが増加するという算定結果となった。これは、現在の算定方法では、化学肥料と液肥・堆肥などの有機肥料の施肥による温室効果ガスの排出係数が同じである為、化学肥料の代替肥料として液肥を散布しても温室効果ガスの削減には繋がらないという事と、現在算定に採用している肥料こよみによると、適正施肥量中の窒素量が化学肥料よりも液肥の方が多く、施肥窒素量から温室効果ガスを算定する現状の係数では、液肥を散布した場合の方がより多くの温室効果ガスを排出している結果となってしまう。しかし、化学肥料と有機肥料の一番の違いは炭素固定量であり、有機肥料を撒けば撒くほど大気中のCO₂量は減ることとなる。現在この炭素固定量の算定方法をマニュアルに載せるという動きもあり、今後の研究成果が期待される。

また、Y B E C ありせば、堆肥の散布代行を行う為、軽油等の化石燃料の使用に伴う温室効果ガスの発生が生じる。今年度の算定では、使用軽油量は 1.47t/年、温室効果ガス排出量は 3.85t-CO₂ という結果が得られた。

④未活用バイオマス

現在未活用バイオマスとしてあげられている下水汚泥・家畜の消化器内発酵に関しては、下水汚泥は、現状ではその殆どが焼却処分されている。この下水汚泥の焼却によって排出される温室効果ガスの量が膨大であり、今年度の算定では 14,410t/年が焼却され、3943.04 t/年の CO₂ を排出しているという結果が得られた。この量は t あたり 1,378 円で取引される排出権取引に乗せたとすれば、約 540 万円での取引が可能なものである。消化器内発酵は今年度の算定では、4,645t/年の CO₂ の排出という結果が得られた。この量は、t あたり 1,378 円で取引される排出権取引に乗せたとすれば、約 640 万円という金額での取引が可能なものである。しかし、現状の日本の排出権取引市場は農畜産分野からの CH₄, N₂O などの温室効果ガス取引の前例はまだ無い状態で、参入は新たな制度を待つしかないという状況ではあるが、この分野での排出量の削減は先進的な取り組みであるため、あらゆる方面からの注目度は高い。今後、Y B E C の活動による、更なる温室効果ガスの削減の為に、これらの未活用バイオマスの活用が期待される。

2. 費用対効果

今年度の算定では、Y B E Cありせば、122,827千円の黒字、なかりせば96,352千円の赤字ということで、Y B E Cの存在は地域全体に及ぼす経済効果を加味すれば年間219,179千円の黒字という算定となった。

以下項目毎の費用対効果について記述する。

①メタン発酵プラント

地域で排出された畜産排せつ物、食品加工残さ等を引き受け、処理費を得て、メタン発酵により得られるバイオガスを利用して発電を行い、近隣の施設に売電することで電気販売量を得る。今年度の算定では、Y B E Cの活動では支出92,783千円、収入116,694千円となり、年間23,911千円の黒字となる。

②既存施設（下水処理施設）

下水を処理する際に必要となる電力の一部にY B E Cで発電した電力を使用する。Y B E Cがなければ、全量に関西電力から買電していると仮定して、Y B E Cありせば、支出6,564千円、収入3,438千円。Y B E Cなかりせば、支出3,828千円、収入なしとなり、Y B E Cありせば、Y B E Cなかりせばに比べ年間703千円の黒字となる。

③畜産農家&耕種農家&食品工場

Y B E Cなかりせば、畜産排せつ物は自家処理することになり、処理費がかかる。また、Y B E Cで安価で手に入る液肥が製造されないので、液肥を使用している耕種農家は化学肥料を購入しなければならないと仮定して、Y B E Cなかりせば、支出117,042千円、収入2,870千円。Y B E Cありせば、支出39,393千円、収入無しとなり、Y B E Cありせば、Y B E Cなかりせばに比べ、49,588千円の黒字となる。

④地域社会

関西電力はY B E Cなかりせば、下水処理施設と畜産農家に電力を供給し、Y B E Cありせば、バイオガス発電のP R Sやグリーン電力をY B E Cより購入し、転売することで利潤を得ると仮定し、Y B E Cなかりせば、支出なし、収入21,648千円、Y B E Cありせば、

支出1,897千円、収入23,061千円となり、Y B E Cありせば、Y B E Cなかりせばに比べ、485千円の赤字となる。

⑤環境負荷

Y B E C なかりせば必要となる自家処理による堆肥化施設の維持管理費などが発生し、また Y B E C ありせば水処理の際の窒素浄化効果が発生すると仮定し、Y B E C ありせば支出なし、収入 145,461 千円の黒字となる。

Ⅲ システム導入効果 P R

本業務の成果並びに既存の資料に基づき、P R パンフレットを作成した。

(別添)

(参考)

第2回バイオマス利活用に係る温室効果ガス削減効果等評価委員会議事メモ（未定稿）

（なお、第1回は、平成21年度に開催）

日 時：平成23年3月9日（水） 10:00～11:55

場 所：地域資源循環技術センター 6階会議室

（東京都港区新橋5丁目34番4号 農業土木会館）

出席者：

委 員 横山伸也 東京大学名誉教授（委員長）
中嶋康博 東京大学大学院農学生命科学研究科准教授
荘林幹太郎 学習院女子大学教授

モデル地区 寺田利裕 京都府南丹市農林商工部農政課主事

農林水産省 野中泰史 中山間地域振興課係長

事務局 松本専務、熊谷部長、岡庭BTL、濱井主任、豊澤研究員

- 南丹市について。化学肥料と液肥との比較においては、窒素で比較している。リン、カリウムについて、温室効果ガスと、費用対効果の算定する必要があるか、今一度チェックするよう。
- 南丹市における交流体験効果、パブリシティ効果について。
この交流体験効果については氷室の郷で行われているようだが、この氷室の郷のランニングコスト、イニシャルコストは見込んでいるのか。氷室の郷の運営に係る費用を計上しなければ、氷室の郷での交流体験効果は見込めないと考えられる。イニシャルコストは、減価償却費でも良いかもしれない。
- 氷室の郷で6400人/年の来客者とあるが、このカウントはどのようになっているのか（→（社）八木農業公社総会資料報告より。）。同じ人が複数回利用するものは省いているのか（→八木バイオエコロジーセンターの見学者には、氷室の郷も案内している場合がある。氷室の郷の見学者は、子供など一般市民なので、YBECにはあまりこない。実数は把握していない）。
- パブリシティ効果については、報道に係る広告費が削減されたという形になると思うが、そのことによって何か売り上げが上がる、販路が拡大した等の効果は現れたのか、その辺りの確認が必要（→その辺りの具体的な効果はデータが無いので不明だが、現状で売り上げ増につながっていないと思う。ただし、液肥の使用量は急激に増えてきており、今後可能性はあると考えている。）。
- コミュニティ効果に関しては、現在一人当たり1700円/時間という価格で、「便益」として見ているが、実際にYBECがあるから、その一時間拘束されてしまうという意味合いにも取れるため、「コスト」として計上する方が妥当と見るべきかもしれない（→地元畜産農家の話で、自分がいないと、お年寄りがしゃべる機会が失われると

のこと。液肥利用促進のための寄り合いが行われて、集落内のコミュニケーションが図られ、活力を生み出す、という営みを説明したい。)。気持ちは分かるし、その効果はあるはず。説明にもっと工夫が必要。例えば、その寄り合いに参加した農家の人に CVM 調査等を行い、来て良かった、この寄り合いのためにいくら支払うという形で効果を弾く事ができれば説得力も増すと思う。

- 販売促進・経費節減効果の算定表のうち、経費削減・品質向上の現在・計画に入れるべき数値と、年効果額の平仄があっておらず、説明になっていない。修正すること（→例えば、品質向上の現状単価は「0」ではなくて、「680」に修正、等。）。
- 経費節減効果としての3%は少し大きい気もする（→現状では限界。）。また、農業施設の統廃合等によって、様々な部分が効率化される反面、その施設を利用する農家に関しては、施設までの移動距離等が延びて経費が増える可能性がある。更には、化石燃料の使用量が増えて温室効果ガスの発生が増えるなどの懸念もある。（低炭素農法を全島で行うというバウンダリを設定するならば、）その辺りの算定も本来は行うべき。バウンダリをもっと広く見て、費用対効果、温室効果ガス算定を行うのが本来の姿（→視野にはあったが、まだ把握し切れていないため、算定していない。今後調査していきたい。）。
- 統廃合により、跡地の経費が削減される、別用途で売却できる、といった効果もみれるのではないか。一方、倉庫等の借料の問題もあるのではないか。確認した方が良い。
- パブリシティ効果に関しては、他の効果だという見方もできてしまう。低炭素とのアロケを考えるなど、検討してほしい（→今年度の活動は、COP10 など、朱鷺をシンボルとした活動ではある。ただし、その際、生物多様性と低炭素社会をセットで説明しているところ。今後、低炭素の活動が活発になれば、朱鷺と並ぶPR材料になると考え、相応の効果として計上しているところ。検討する。）。
- それと、費用対効果は「国民所得の向上」「国民経済の視点」で整理することを基本にしていることを認識して於いてほしい。例えば、雇用創出効果に関してだが、B/Cを計算する上ではこの数値は入ってこない。畜産農家の労働負担が減って雇用見合いが減る代わりに、YBECで働く人の給料として支払うということプラスマイナス、ゼロになる。
- また、労働時間節減効果に関しては、それぞれの農家で堆肥盤を整備して堆肥化を行う事と比べて、YBECで行えば各農家の労働時間が削減されるなど負担は減る。けれど、農家の労働は無償と捉えられがちであることなどの理由から、削減された時間を、飼育頭数・出荷量を増やすことができることを根拠に、労働時間削減を「効果」として見なしているのもその点も留意されたい。
- しかしながら、費用対効果にはもう一つの側面がある。それは、「地域経済」の活性化として、地域内で納得できる材料を整えるという点である。その視点で言えば、

雇用創出も、労働時間節減も、大いに算定していただいて、示していくことにより、今までは目に見えていなかった価値を、このような形で表面化させるというのは非常に良い事だと思う。

- 現在の肥料施肥土壌からの温室効果ガス発生量に関する議論では、有機肥料でも化学肥料でも CH₄ と N₂O は変わらないため無視できるということで進んでいる。しかし、化学肥料から有機肥料に変えたときの一番の影響は、炭素固定であり、有機肥料に変えれば変えるだけ CO₂ 吸収量が増える。
- しかし、メタン発酵を行う場合、原料中の炭素成分はメタンとして取りだしてしまうため、土壌還元した際に固定できる炭素量が減ってしまい、発電によって削減した CO₂ ≒ 普通に堆肥化して散布した際の炭素固定量となる可能性がある。
- 費用対効果の項目に関しては、品質向上効果と CO₂ 削減量はダブルカウント。リーケージについてきちんと考えておくべき。組織の信用に関わる。また、品質向上効果については、10%削減評価がそのまま価格上昇分になるとはとても思えない（別例で考えると、20%削減で5%分の評価しか得られなかった。）
- 現在、J-VER の方法論に農業分野から見たメタン発酵に関するものが加えられつつある。また、肥料削減による温室効果ガス吸収という方法論も作成途中だが、これに関しては非常に議論が難しい。肥料を削減すると反収が落ちる。従前の作物量を提供できなくなるため減った分を他のサプライヤーから補填する事になり、リーケージが発生。そのサプライヤーが使用する肥料量から発生する温室効果ガスも問題となってしまう。滋賀県で、環境こだわり米の LCA 分析をした文献が最近出ているので確認するといい。見つからなかったら一声掛けてもらえば私の方で手に入れます。
- また、「今後の環境保全型農業のあり方～」という感じの委員会で、反あたり 1 t の有機質肥料の投入で、CO₂ 何 t 削減というデータが出ている。
- 最近の農業は緑肥をずいぶんと推進しているようである。

参考資料

- (1) 京都府「平成 21 年版 京都府市町村のあらまし」
<http://www.pref.kyoto.jp/tiho/aramasi.html>
- (2) 京都府「平成 17 年京都府統計書」
- (3) 京都府「平成 19 年京都府統計書」
<http://www.pref.kyoto.jp/tokei/yearly/tokeisyo/tokeisyotop.html>
- (4) 総務省統計局「国勢調査報告書」
- (5) 近畿農政局統計部編集「京都農林水産統計年報」
- (6) 社団法人 地域資源循環技術センター 平成 19 年度「バイオマス等未活用エネルギー事業調査」事業 実績報告書(2008)
- (7) 寺田利裕「京都府南丹市におけるバイオマス利用と循環の仕組み作り」
- (8) 環境省・経済産業省「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル Ver. 2.4」(2009)
- (9) 温室効果ガスインベントリオフィス (G I O) 編 環境省地球環境局地球温暖化対策課監修「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」(2009)
- (10) 京都府南丹市「南丹市八木バイオエコロジーセンターパンフレット」
- (11) 南丹市八木バイオエコロジーセンター「2008 年度搬入出データ」(2008)
- (12) 南丹市八木バイオエコロジーセンター「電力実績」(2008)
- (13) 南丹市八木バイオエコロジーセンター「バイオマス関連施設調査票」(2008)
- (14) 南丹市八木バイオエコロジーセンター「使用薬剤一覧表」
- (15) 南丹市八木バイオエコロジーセンター「平成 20 年度事業報告書」
- (16) 南丹市八木バイオエコロジーセンター「原水、消化液及び完成堆肥分析実績報告書」(2009)
- (17) 南丹市農林商工部「南丹市管内 水稲作付面積」(2009)
- (18) 南丹市農林商工部「平成 21 年度水稲肥料コスト比較表 (参考)」(2009)
- (19) J A 京都園部黒田支店「平成 21 年 6 月農談会資料」(2009)
- (20) 京都府南丹市農林商工部農政課農政係「南丹市バイオマスタウン構想」(2008)
- (21) 京都府南丹市八木支所産業振興課「南丹市八木地区バイオマスタウン構想」(2006)
- (22) 社団法人地域資源循環技術センター「メタン発酵利活用施設技術指針 (案)」(2005)
- (23) 中川悦光「家畜排泄物のエネルギー利用による循環型社会構築を目指して」用水と廃水 46(4). pp340-347(2004)
- (24) 京都府南丹市農林商工部「平成 19・20 年 堆肥施肥実績」(2007・2008)
- (25) 築城幹典・原田靖生「家畜の排泄物量推定プログラム」. システム農学 13(1), 17-23 (1997)
- (26) 京都府農林水産部農村振興課「補助事業の手引き」(2002)
- (27) (財) 八木町農業公社「八木バイオグリーン・液チラシ」(2009)
- (28) (財) 八木町農業公社「総勘定元帳」(2009)

- (29) 南丹市八木町・J A 京都八木支所・八木町農業技術者会「有機資源循環システムの構築と持続的農業」(2009)
- (30) 農林水産省農村振興局企画部事業計画課「バイオマス利活用事業費用便益分析マニュアル(案)」(2007)
- (31) (財)八木町農業公社「平成20年度収支計算書」(2008)
- (32) 社団法人地域資源循環技術センター「平成17年度農業資源利活用検討調査委託事業バイオマス利活用事業費用対効果算定報告書」(2006)
- (33) 中繁健志、及川真彰、榎本隆典、吉村季織、須永薫子、武藤由子、侯紅、本林隆、豊田剛己、西村拓、細見正明、高柳正夫「オープンパス FT-IR による農地からの温室効果ガス発生量の測定 - 1. クローズドチャンバー法 -」 照明学会誌(93) 5号 2009 pp252-259
- (34) 吉村季織、榎本隆典、中繁健志、及川真彰、三木健太郎、高柳正夫「オープンパス FT-IR による農地からの温室効果ガス発生量の測定 - 2. 傾度法 -」 照明学会誌(93) 5号 2009 pp260-266
- (35) 小川幸正「高濃度有機性廃棄物のメタン発酵処理とバイオガス発電に関する研究」大阪大学大学院工学研究科博士論文
- (36) 陽捷行、八木一行「水田から発生するメタンのフラックスの測定法」日本土壤肥料学雑誌 59(5)458-463,(1988)
- (37) 中村真人、藤川智紀、柚山義人、前田守弘、山岡賢「メタン発酵消化液の施用が畑地土壌からの温室効果ガス発生と窒素溶脱に及ぼす影響」農業農村工学界論文集第 264号、(第77巻6号)
- (38) 小林久・佐合隆一「窒素およびリン肥料の製造・流通段階のライフサイクルにわたるエネルギー消費量と CO₂ 排出量の試算」農作業研究 36(3), pp141-151, (2001)

平成 22 年度「南丹市地球温暖化ガス排出削減量算定業務」報告書

発行：平成 23 年 3 月

【委託者】

京都府南丹市農林商工部農政課

〒622-8651 京都府南丹市園部町小桜町 47

TEL：0771-68-0060、FAX：0771-63-0654

【受託者】

社団法人 地域資源循環技術センター

〒105-0004 東京都港区新橋 5 丁目 34 番 4 号

TEL：03-3432-6285、FAX：03-3432-0743