

嫌気性発酵の導入にあたっての検討点

— 残渣の農業利用の観点から —

Points for a Biogas plant to apply in rural areas in Japan

山岡 賢 Masaru YAMAOKA,

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構(農研機構)

農村工学研究部門

Institute for Rural Engineering,

National Agriculture and Food Research Organization(NARO)

私の研究スタンス (Viewpoints of my research)

1. 日本の農村地域をターゲット (Rural areas in Japan)

- ・ ベトナム国ホーチミン市郊外の農村
(Suburban area of Ho Chi Minh city in Vietnam)

- ・ メキシコ合衆国モレロス州(メキシコ水工学研究所)
(Mexican institute of water technology in Morelos, Mexico)

2. 新 (工業) 技術を農村に導入を目指す

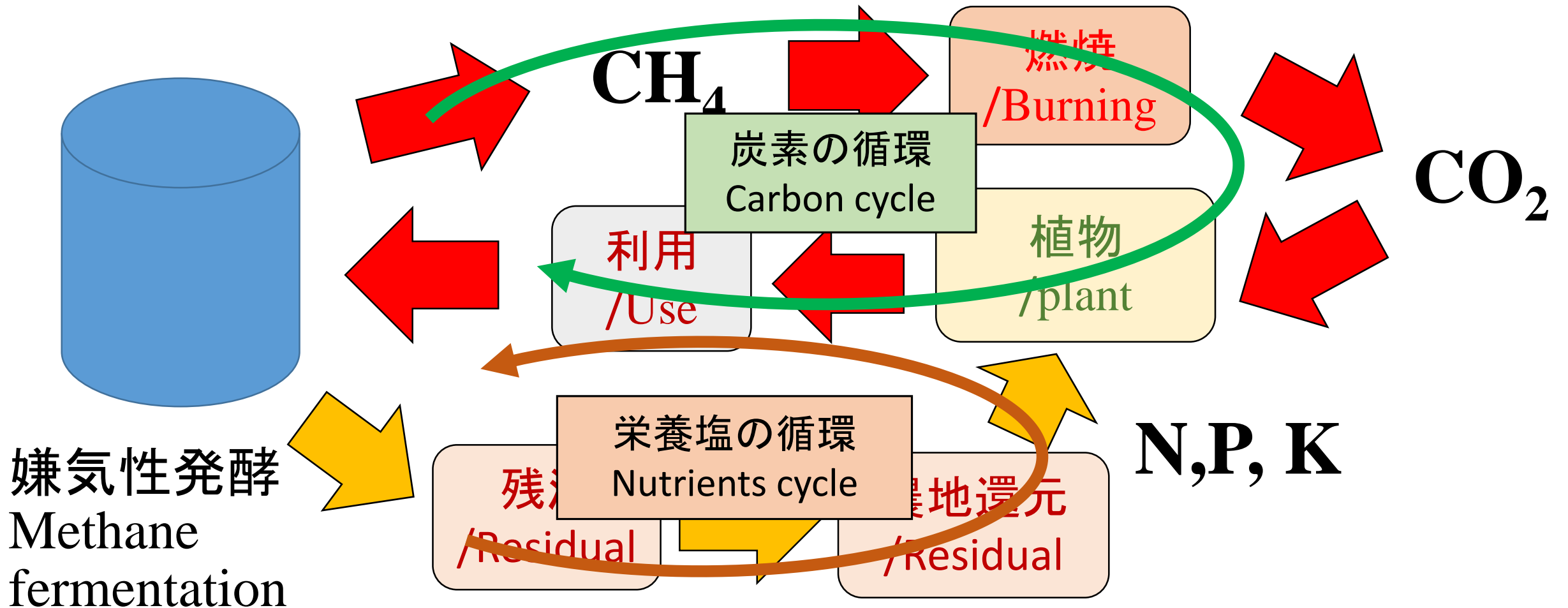
(Introduction of new technologies to rural areas)

工業/工学
Industrials



農業/農村
Agronomy

バイオマスの嫌気性発酵（メタン発酵）の期待 (Expectation of biomass methane fermentation)



私たちの研究活動 Our activities

原発事故被災農地の復興検討
福島県大熊町



消化液による稲の栽培
試験(消化液を手まき)
2018.5 福島県いわき



南ベトナム農業科学研究所と共同で消化
液による葉菜類の栽培試験 2016

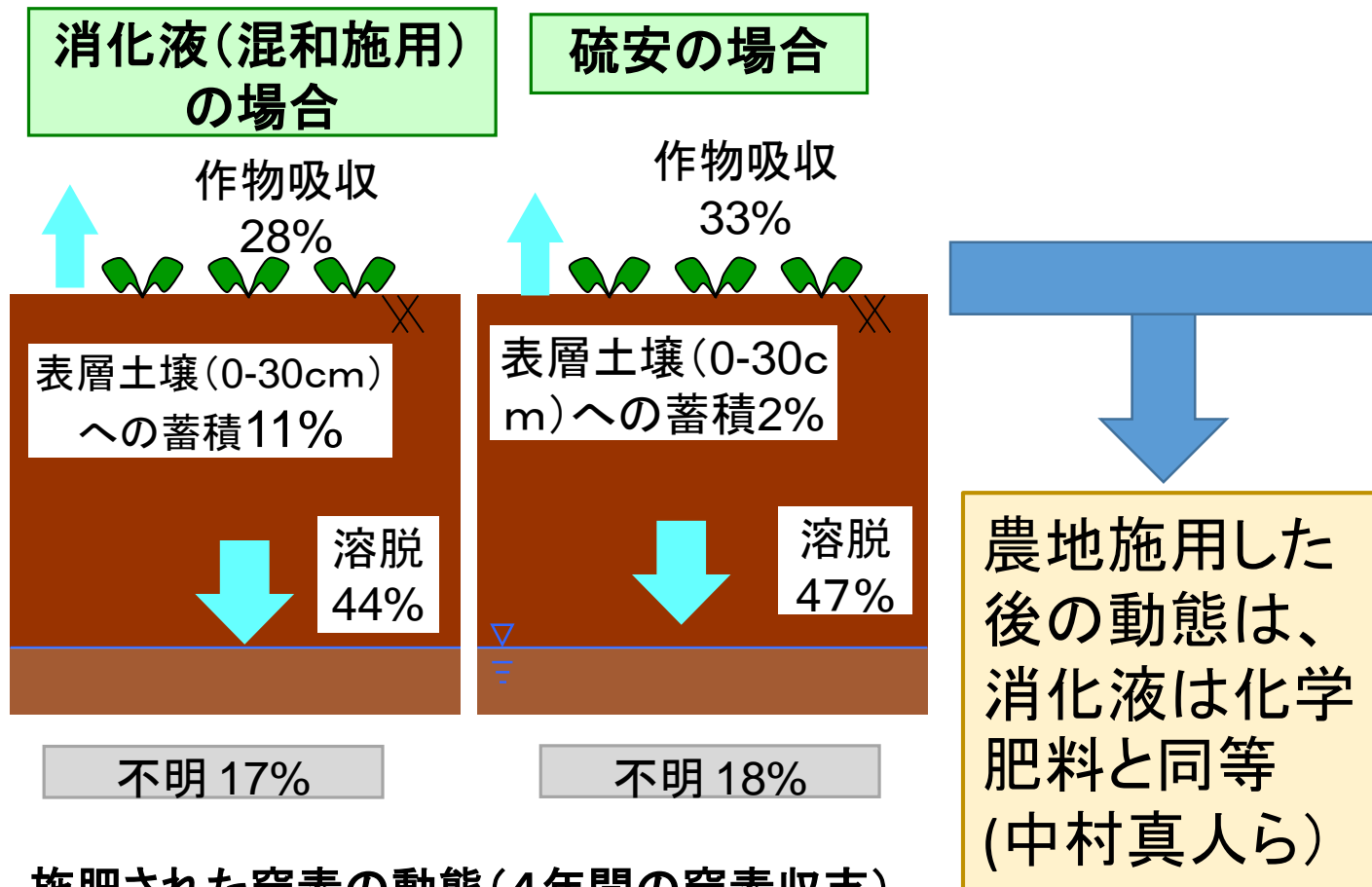


山田バイオマスプラント
農水省委託プロジェクト

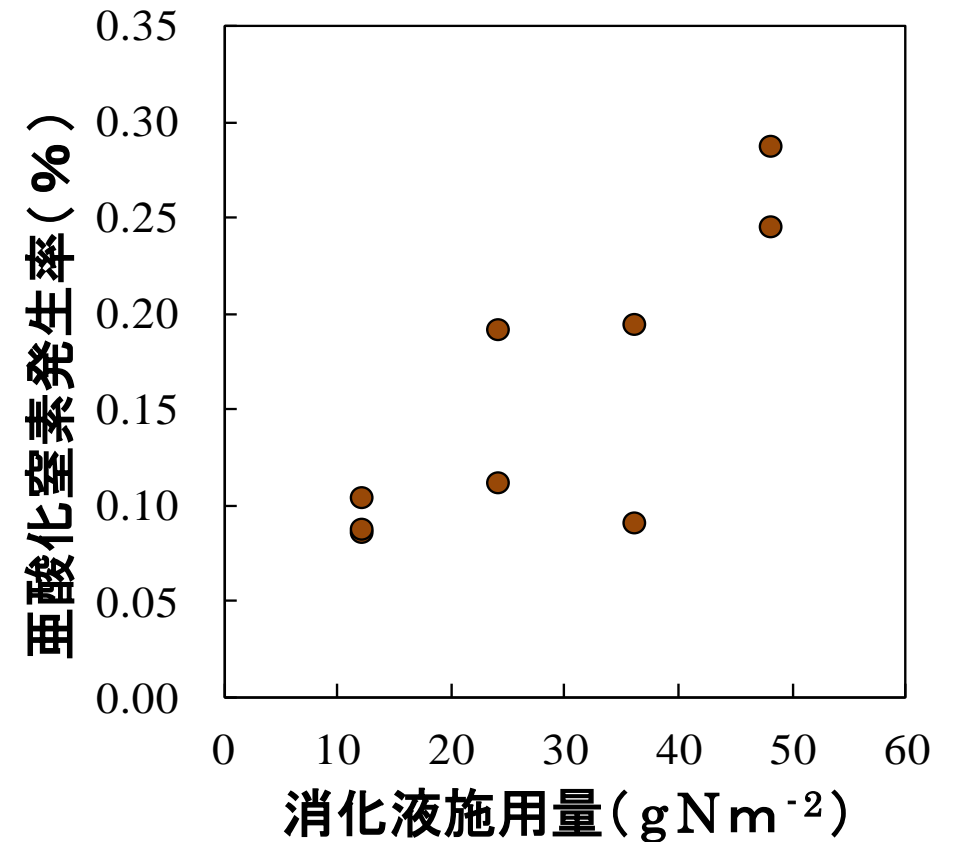
私たちの研究成果 Our outcomes

残渣(消化液)の農地施用による肥料効果と環境影響の検証

(validation of fertilizer effect and environmental impact of digested slurry application)



施肥された窒素の動態(4年間の窒素収支)



消化液施用量と亜酸化窒素発生率の関係

バイオマス・ブーム時代の「問題点」 研究開発プラン (R & D plan in “Biomass Boom”)

研究対象

CH₄の利用のための技術

- ・貯蔵 ・輸送 ・CO₂分離 ・コ・ジェネシシステム
- ・H₂変換 ・燃料電池

水処理による浄化

- ・膜処理 ・オゾン脱色
- ・NaOH添加硝化
- ・メタノール添加脱窒

残渣/Residual

嫌気性発酵
Methane
fermentation

農地
/field

研究対象外

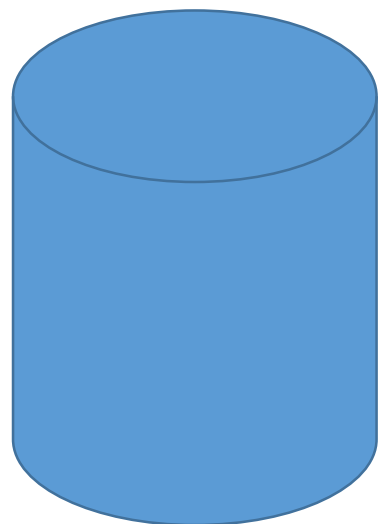
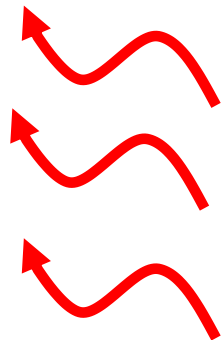
放流

エネルギー利用上の問題点 (Problem on energy use)

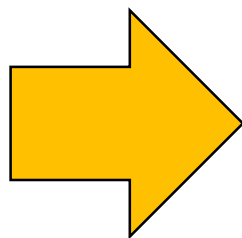
熱の利用 (Heat utilization)

放熱 Heat release

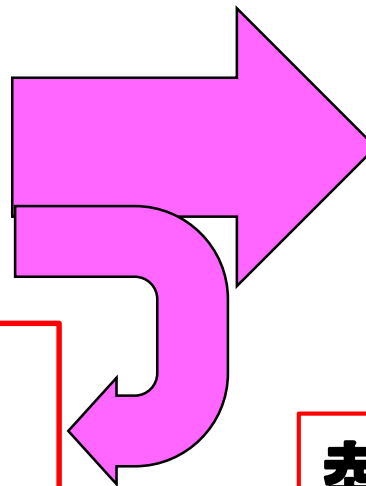
夏小
冬大



嫌気性発酵
Methane
fermentation

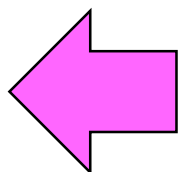


CH₄

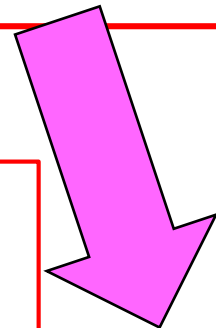


電気・熱
Electricity
& Heat

加温
Heating



熱供給
Heat
supply

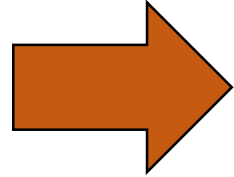


夏大
冬小

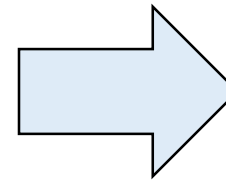
残渣へ水処理の適用 (Application of water treatment tech.)

- 数少ない経済的に成り立つケース (An rare economically viable case)-

従前
(Former)



水処理(WTT)



放流
(Treated water)

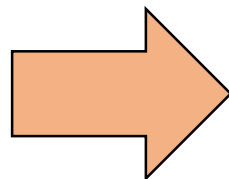
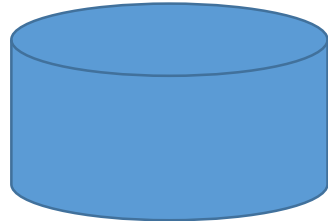
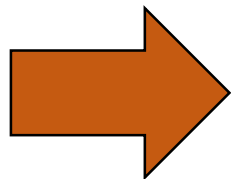
工場排水 (Industrial effluent)

エネルギー回収

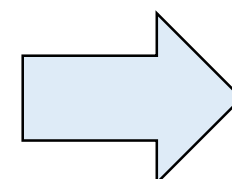
負荷削減

曝気・攪拌、薬品
Aeration・Mixing, Chemicals

嫌気性発酵
の適用
(Application
of ANAD)



水処理(WTT)



放流
(Treated
water)

嫌気性発酵

残渣/Residual

Methane fermentation

残渣の利用上の問題点(Problems on residual use)

肥料利用 (Utilization for fertilizer) – 価格(value)-

消化液の成分/Contents of Digested slurry



残渣・・・消化液
Digested slurry

・COD 10,000 - 20,000 mg/L

・窒素(T-N) 1,000 - 3,000 mg/L

NH₄-N 1,000 - 2,000 mg/L

・カリウム(T-K) 1,000 - 3,000 mg/L

・リン(T-P) 100 - 500 mg/L

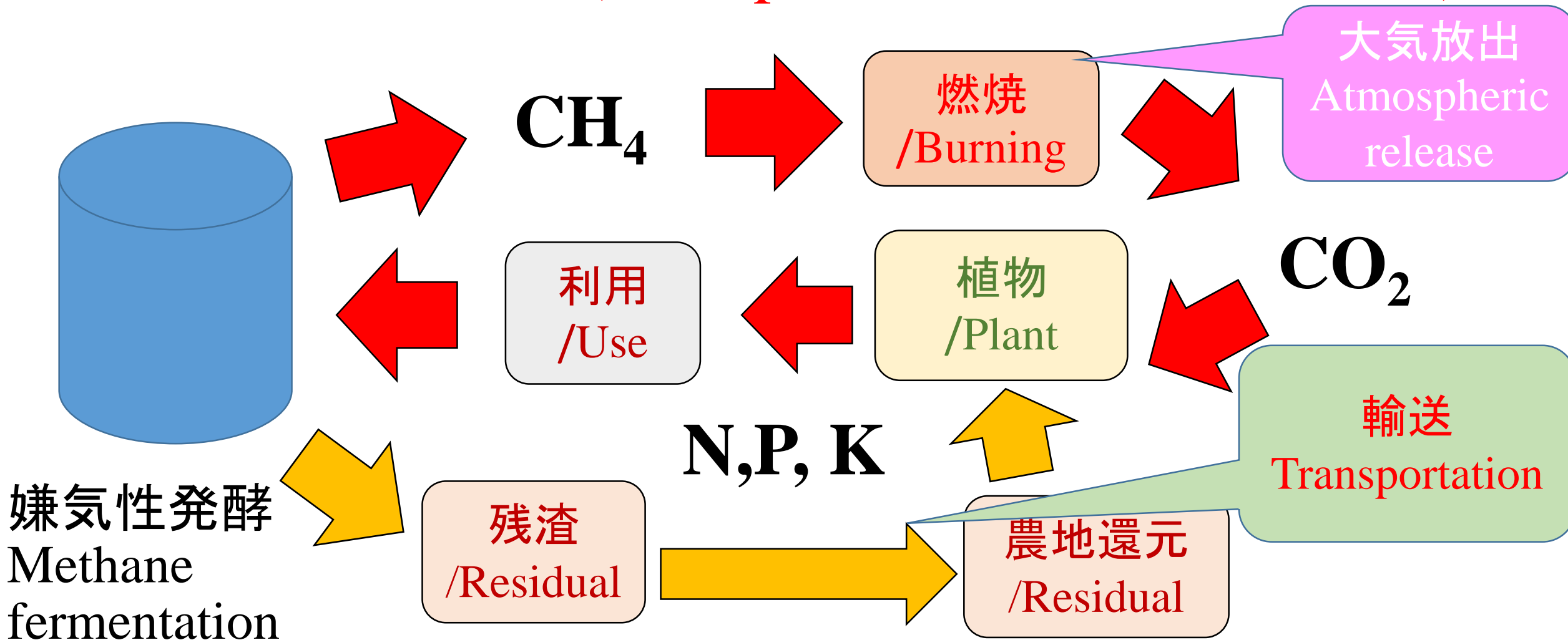
← 窒素肥料(硫安) Ammonium sulfate fertilizer

¥ 1,100/20kg N:21%

消化液(DS) ¥ 300-600/m³

残渣の利用上の問題点(Problems on residual use)

肥料利用での輸送 (Transportation for fertilizer use)



肥料利用での輸送 (Transportation for fertilizer use)

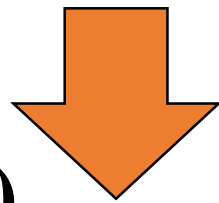
消化液と化学肥料の比較(Comparison between DS and CF)

窒素施用 5kg/10a (Nitrogen application 5kg/10a)

10a = 1,000 m²

化学肥料(硫安)
Ammonium sulfate fertilizer, N:21%

消化液
Digested slurry, NH₄-N 2,000mg/L



輸送量
(Transportation amount)

約24kg/10a

<<

約2.5ton(2.5m³)/10a

消化液の農地への施用 (Spreading of DS in farmlands)



(山田バイオマスプラント)

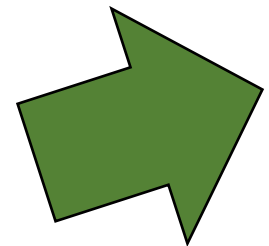
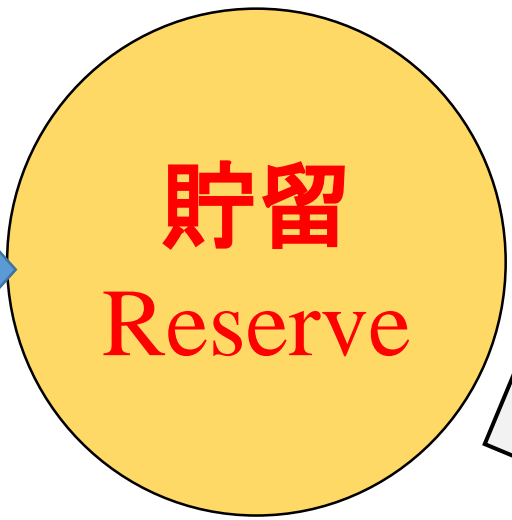
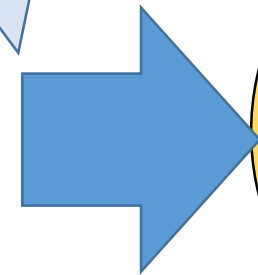
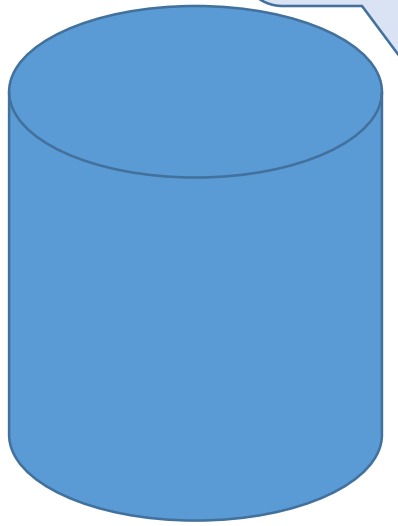


車体上部旋回タイプの散布車 (山鹿市バイオマスセンター：岩下幸司撮影)

水田だったら、かんがい用水とともに流し込む方法も可能。

消化液の貯留 (Reservoir for DS)

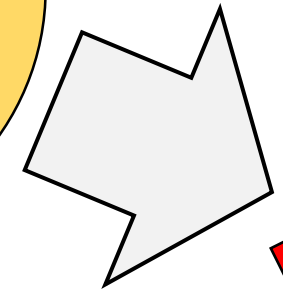
消化液は日々ほぼ一定量生成 (Constant daily production of DS)



散布可



作付け前 (Before cropping)



散布不可

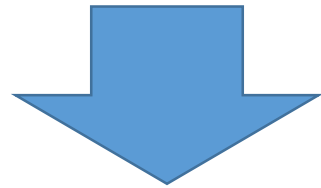


作付け期 (Cultivation term)

嫌気性発酵
Methane
fermentation

消化液の輸送・散布計画支援モデル(Model for planning transportation and application of digested slurry to farmlans)

消化液の輸送・散布作業を、地域の栽培や農地の分布などでシミュレーションする。



- ① 日々の必要な人員・車両の数を算出
Calculation of numbers of staff and cars
- ② 消化液貯留槽の必要容量を算定
Calculation of DS reservoir volume

※ マニュアルは下記からダウンロード可能

http://www.naro.affrc.go.jp/org/nkk/soshiki/soshiki07-shigen/01shigen/methane_manual.html



モデルのマニュアル(全95ページ)

他の残渣の利用上の問題点(Other Problems)

1.安全性の管理(重金属、病原菌)

(Safety(Heavy metals & Pathogen))

2.日本の農業の限界(Limitation of Agriculture in Japan)

3.利用に向けての農家への働きかけ・調整(Persuasion to Farmers)

4.地域の既存の化学肥料の販売者との競合

(Competition against Chemical Fertilizers in a local market)

5.地域で消化液の利用が普及に要する年限

(Lag of popularization of digested slurry use)



Thank you for your attention!

※私たち研究グループは、資源循環システムにおいて、消化液の農地還元及びその周辺分野において研鑽し、「強み」を有していると自負しています。

他分野と連携・協力によって、資源循環システムの構築に貢献したいと考えています。

(山岡 賢、中村真人、
折立文子)

連絡先メールアドレス
saru[at]affrc.go.jp
[at]は「@」に変更してください。

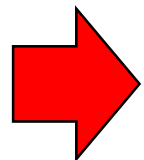
残渣の利用上の問題点(Problem on residual use)

1(1).重金属(Heavy Metals)

ヒ素(As)、カドミウム(Cd)、水銀(Hg)、ニッケル(Ni)、
クロム(Cr)、鉛(Pb)

嫌気性発酵
Methane
fermentation

- ・水処理プロセスで汚泥に重金属が濃縮されるようなことが消化液ではない。(Heavy metals are not concentrated to digested slurry)
- ・原料の重金属含有量の管理が重要(management of heavy metals' concentrations in Feedstock are important)



簡易、低コストの重金属分析方法が必要。

(Low cost analysis for heavy metals is needed)

残渣の利用上の問題点 (Problem on residual use)

1(2).病原菌 (Pathogen)



残渣・・・消化液
Digested slurry

下水処理水に用いられるような、塩素、紫外線などの殺菌技術は無理

Disinfection by Cl or ultraviolet is not suitable for digested slurry.

熱による殺菌(デンマークの基準)

Disinfection by heating is applied for digested slurry referring to Danish standards.

⇒エネルギーの消費

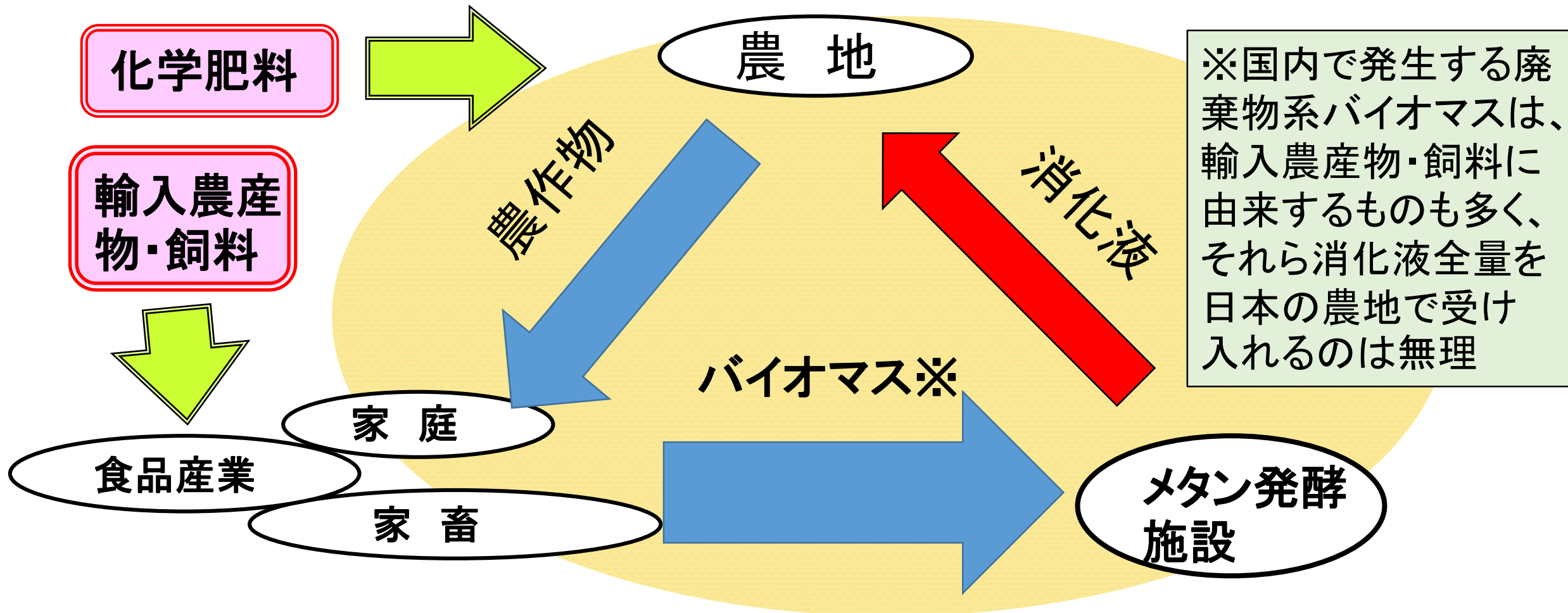
(Reduction of energy production)

中温メタン発酵(37°C): 70°C・1h～55°C・6-8h

高温メタン発酵(55°C、滞留10日以上): 不要

残渣の利用上の問題点(Problem on residual use)

2.日本の農業の限界(Limitation of Agriculture in Japan)



残渣の利用上の問題点 (Problem on residual use)

3. 利用に向けての農家への働きかけ・調整 (Persuasion to Farmers)

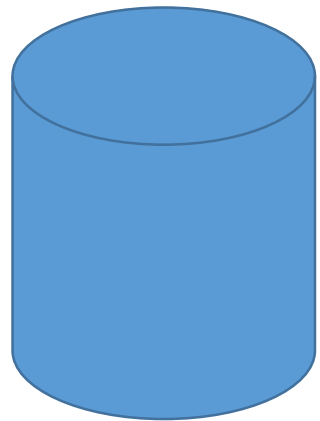
日生成量 $20\text{m}^3/\text{d}$ (中規模: Middle size)

$7,300\text{m}^3/\text{year}$

$\text{NH}_4\text{-N } 2,000\text{mg/L}$,
 $5\text{kgN}/10\text{a}$

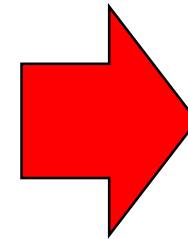
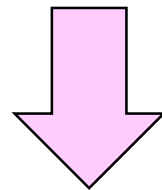
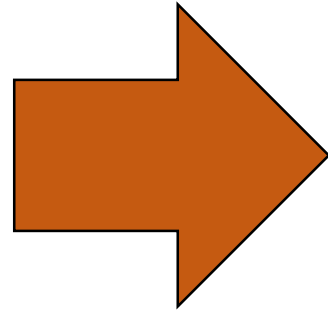
年1.5回の散布
(Spreading:
 $1.5\text{times}/\text{year}$)

農地 195ha (195ha of farmlands)
農家 **195戸** (195families of farmer)



嫌気性発酵
Methane
fermentation

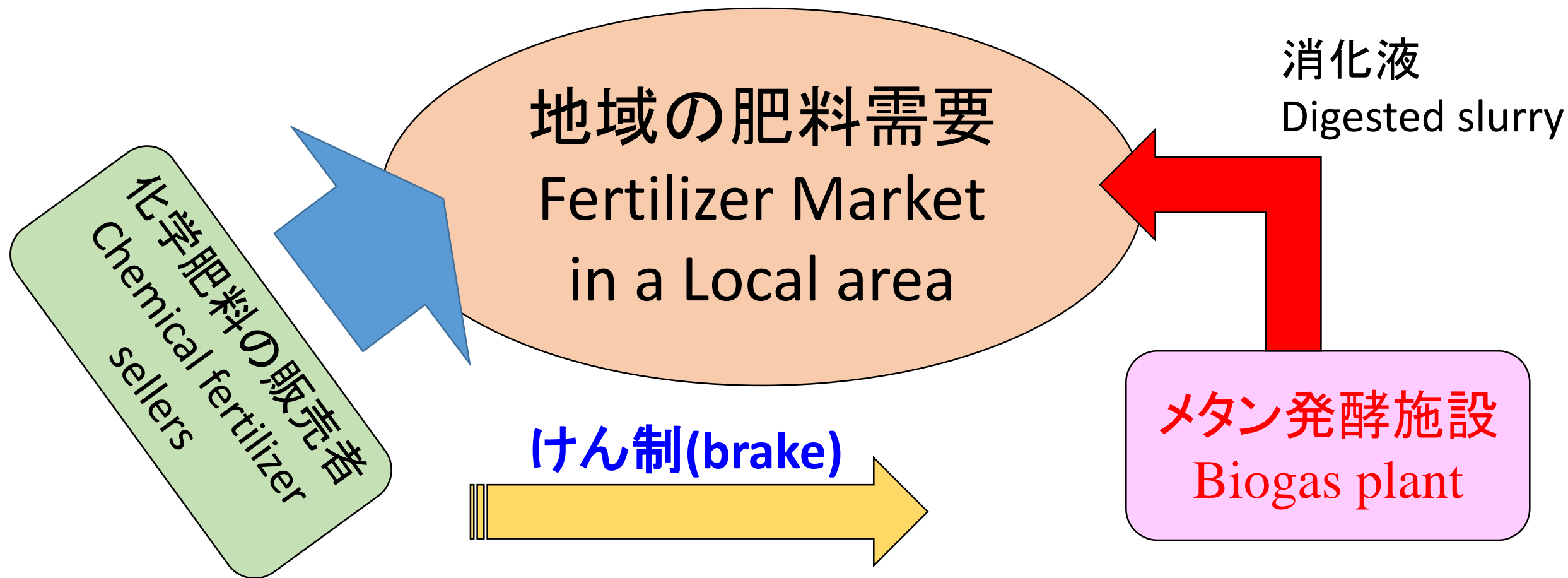
消化液の生成
(Production of
Digested slurry)



残渣の利用上の問題点(Problem on residual use)

4.地域の既存の化学肥料の販売者との競合

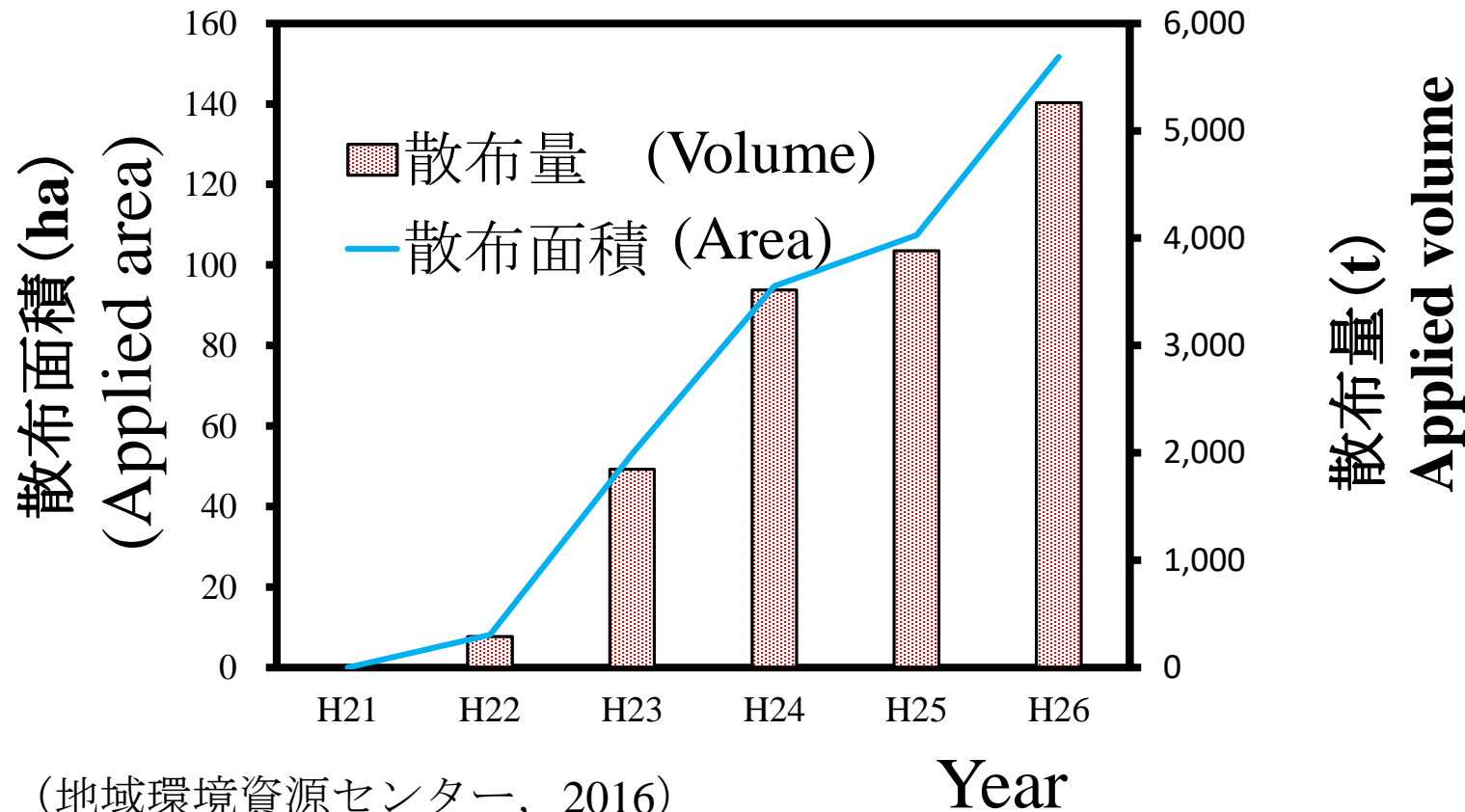
(Competition against Chemical Fertilizers in a local market)



残渣の利用上の問題点 (Problem on residual use)

5. 地域で消化液の利用が普及に要する年限

(Lag of popularization of digested slurry use)



消化液の需要の立ち上がり期間中の原料受入量を、1年間と期間中の複数年の収支計算から設定する方法を開発済みです。山岡ら(2017.5)

消化液の散布量と散布面積の経年変化

Annual change of applied digested slurry volume and farmland area in a methane fermentation plant