川崎市環境総合研究所
環境技術産学公民連携公募型共同研究事業
対象分野：脱炭素社会の構築

液状家畜排泄物を用いた有機水耕栽培養液の利用による地球温室効果ガスの削減技術体系の確立

Terraponica

2022年 3月

SUSTAINED BY CHITOSE

Notice

株式会社ティエラポニカはちとせグループの子会社として2022年3月末まで活動していました。
ちとせグループの有機養液栽培の事業は現在、同グループの株式会社ちとせ研究所が行っております。

有機養液栽培のこの技術の特許は農研機構が保有しています。
（特許第5071897号、特許第5388096号、特許第5392800号）

SUSTAINED BY CHITOSE

目次

1. 背景及び研究概要

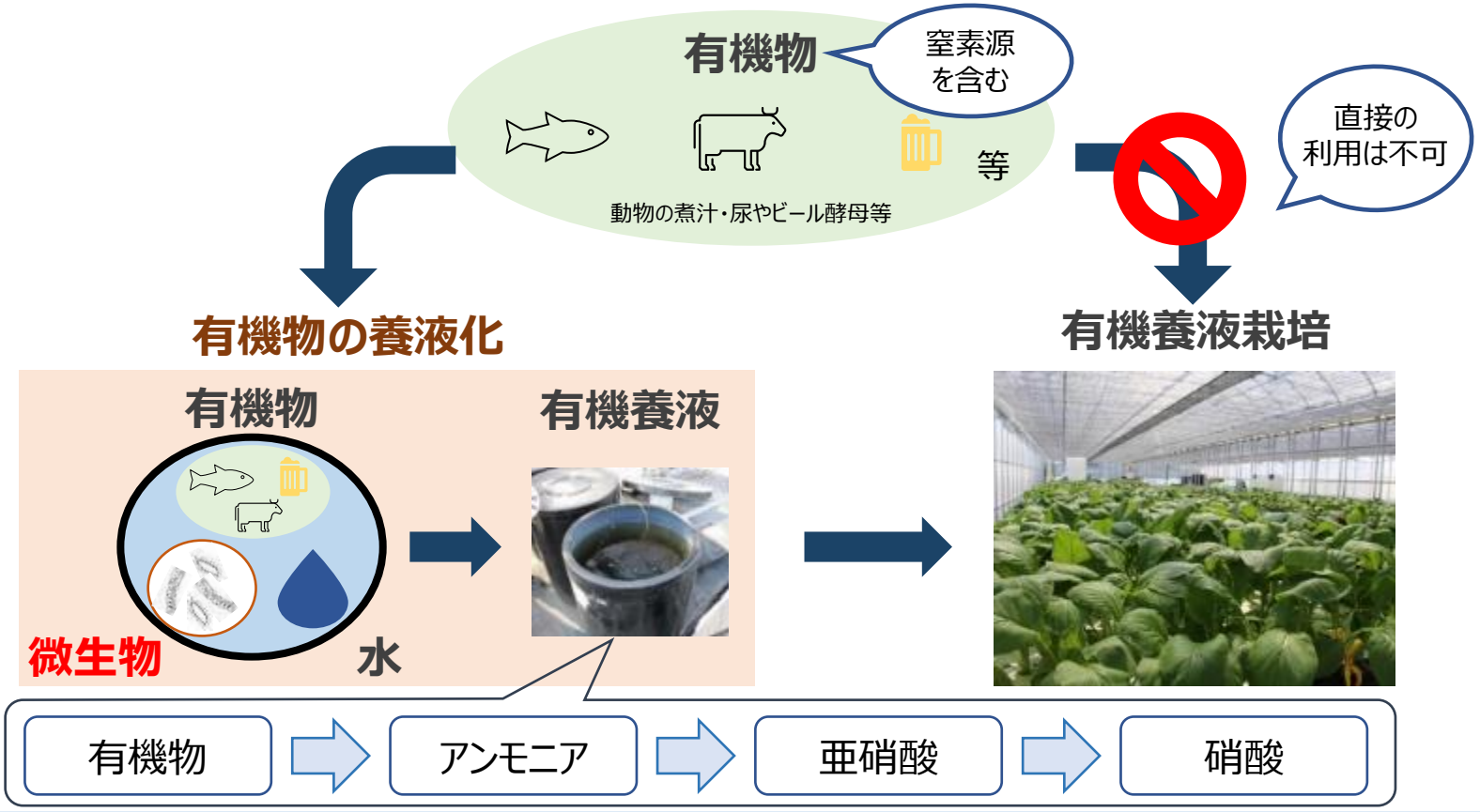
2. 結果

3. まとめ

© 2022 Tierraponica All Rights Reserved.

株式会社ティエラポニカとは？

- 株式会社ティエラポニカは、有機物を水耕栽培可能な養液に転換する「有機養液栽培」という技術の事業化や研究を行っている会社です。
- 一般的な水耕栽培は化学合成された肥料で養液を作製しますが、有機養液栽培では微生物の働きで有機物に含まれる窒素を硝酸イオン（NO_3^-）変換することにより養液を作製します。



水耕栽培の会社がなぜ脱炭素に貢献できるのか、その背景を説明します。

© 2022 Tierraponica All Rights Reserved.

なぜ、いま「脱炭素」へ向けた取り組みが必要なのか

- 「脱炭素社会」に向けて様々な取り組みが行われていますが、その理由は大きく下記の２つに集約されます。
- 「脱炭素社会」とは、単に「化石燃料を使わない」だけでなく、温室効果ガス削減も含めた取り組みとなっています。

化石燃料（石炭・石油・天然ガス）が有限の資源であり
何時までも使い続けられるものではないから

二酸化炭素を中心とした温室効果ガスが増えることにより
地球の温暖化による環境変化が起こるから

© 2022 Tierraponica All Rights Reserved.

温室効果ガスの種類

- IPCC（気候変動に関する政府間パネル）によって6種類の温室効果ガスが指定されています。
- それぞれのガスの温室効果の強さは異なり、地球温暖化係数（二酸化炭素の温室効果を１とした相対値）で比較されます。

CO_2（1）

CH_4（25）

N_2O（298）

HFCs（12～1,480）

PFCs（7,390～17,340）

SF_6（22,800）

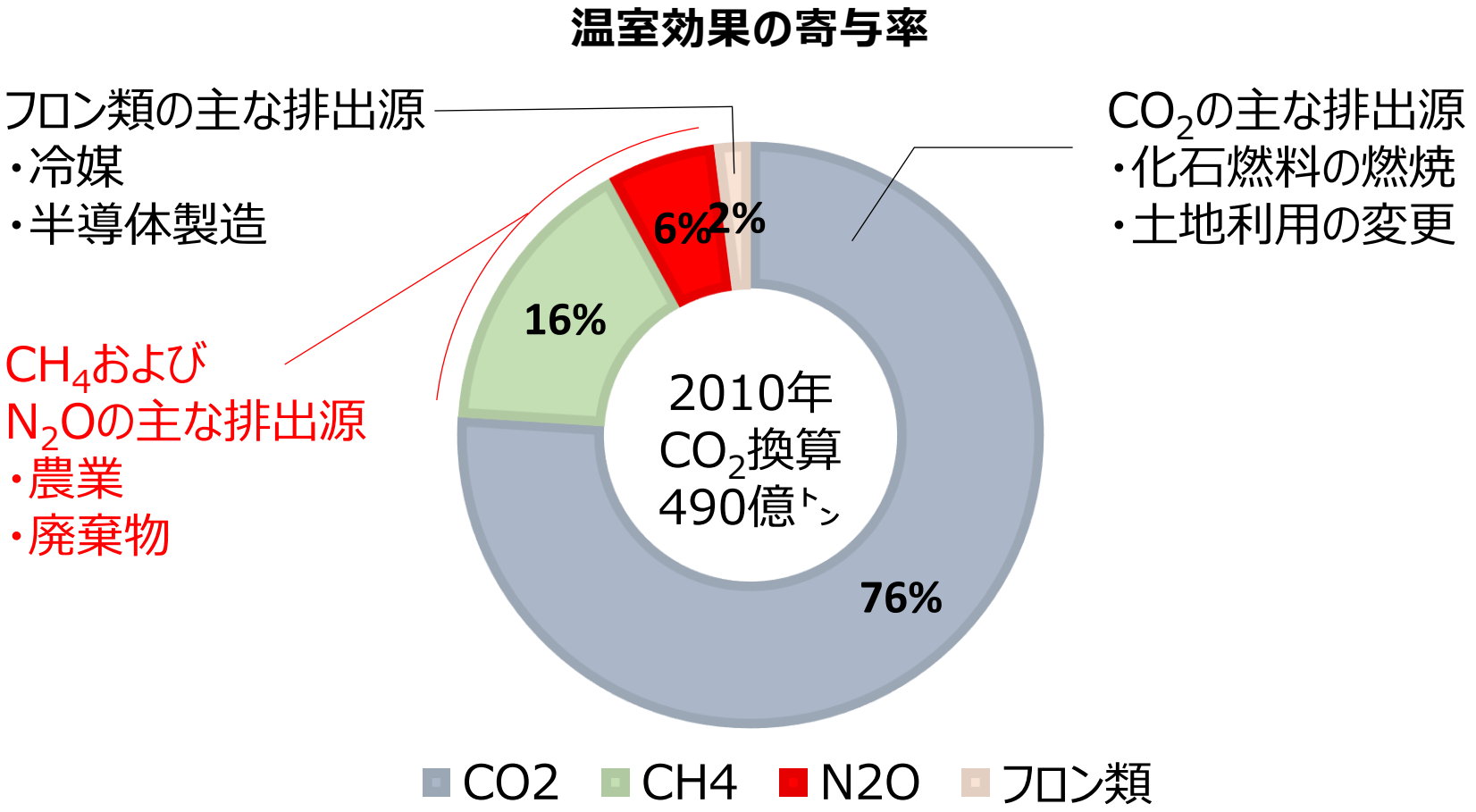
フロン類

CO_2：二酸化炭素、 **CH_4**：メタン、 **N_2O**：亜酸化窒素
HFCs：ヒドロフルオロカーボン類、 **PCSs**：パーフルオロカーボン類、 **SF_6**：六フッ化硫黄

© 2022 Tierraponica All Rights Reserved.

温室効果ガスの寄与率

- 温室効果はそれぞれのガスの「地球温暖化係数×排出量」からCO_2換算値として算出されます。
- 農業分野では、CH_4およびN_2Oの削減が課題となっています。

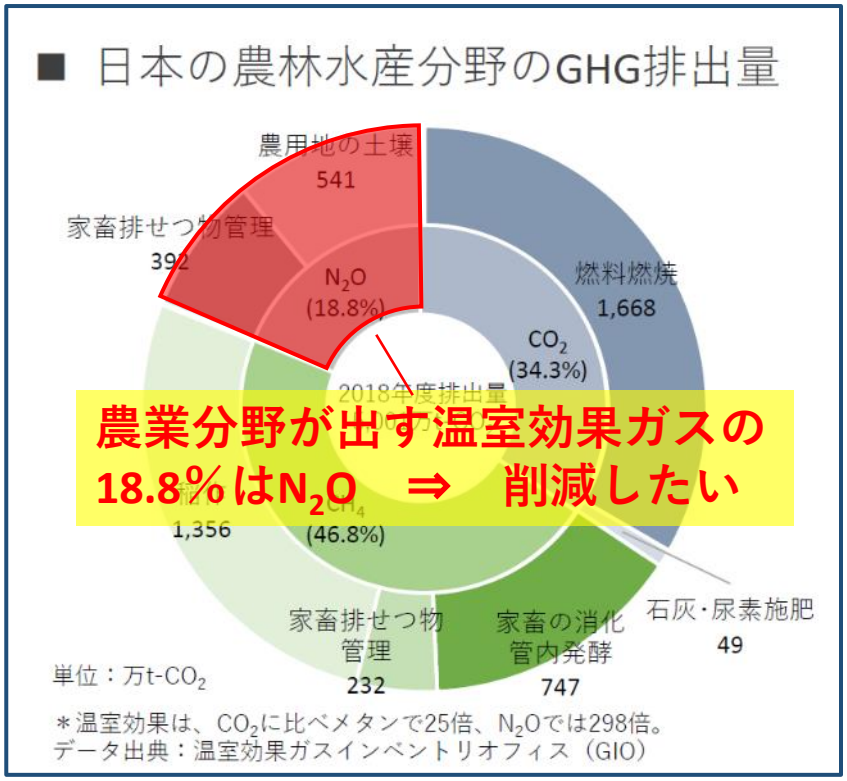


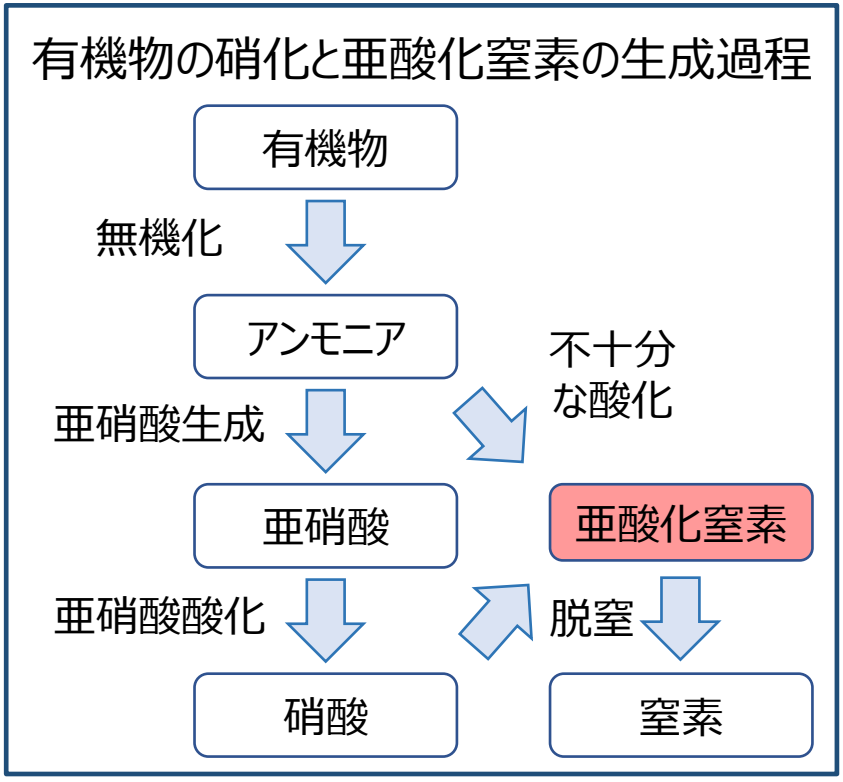
有機物中の窒素分を水耕栽培に利用している我々は、N_2Oに着目しました。

© 2022 Tierraponica All Rights Reserved.

農業分野における亜酸化窒素（N_2O）

- 日本の農業分野における温室効果ガス（GHG）排出のうち18.8%はN_2Oによるものです。
- N_2Oはアンモニア態窒素の酸化過程の他、硝酸の脱窒でも生成されます。



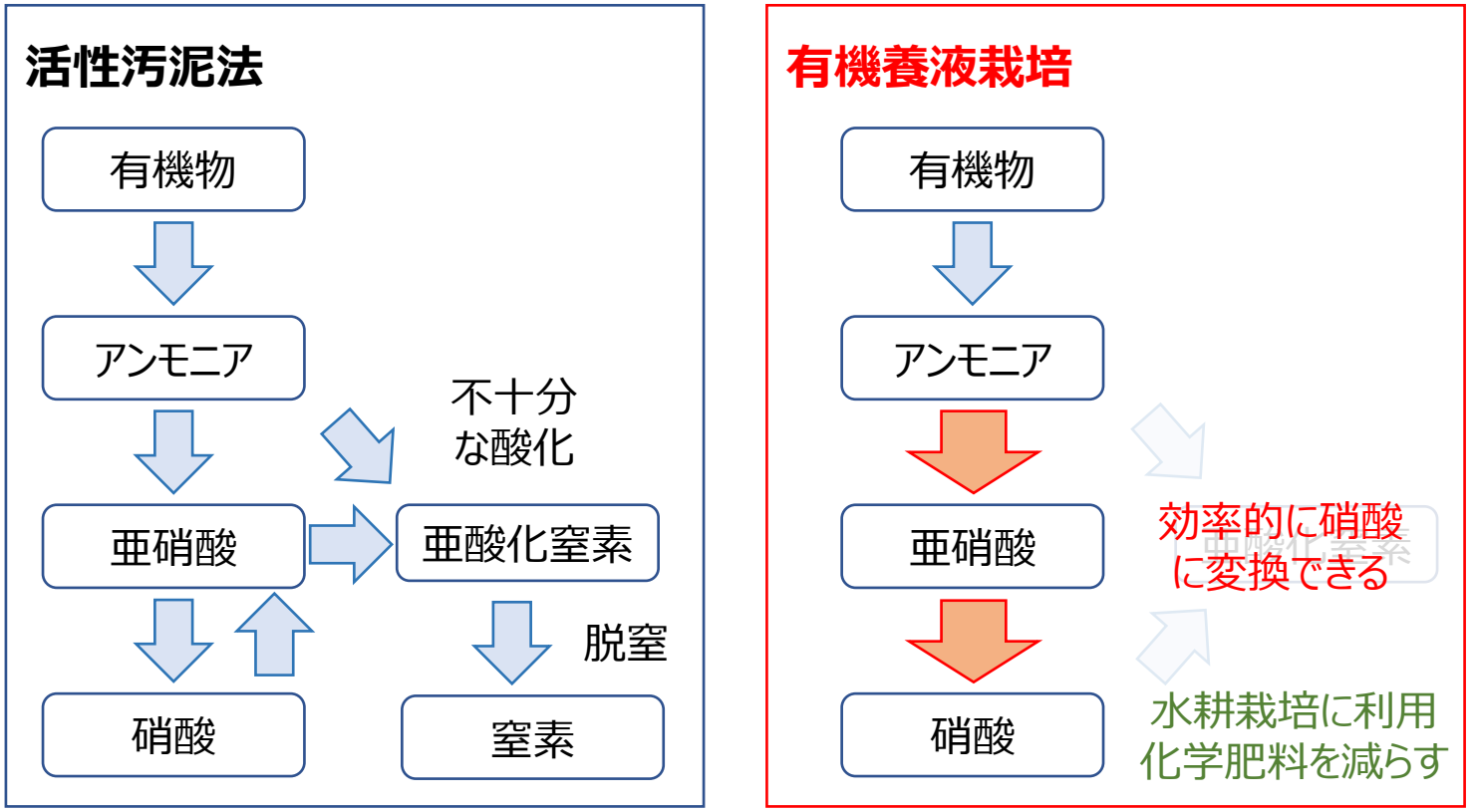


- 家畜排泄物は肥料成分を多く含むため、化学肥料削減のために有用です。
- 一方で、N_2Oは主に家畜排せつ物や農用地の土壌から排出されています。
- そのため、”**N_2Oの発生を抑えた形での家畜排泄物の利用拡大**”が求められています。

© 2022 Tierraponica All Rights Reserved.

有機養液栽培技術がN_2O削減につながる可能性について

- 有機養液栽培とは、化学肥料の代わりに有機原料を活用する水耕栽培であり、微生物が水中で有機物を速やかに硝化し、植物が硝酸イオンを吸収できる形に持っていくことが鍵となります。
- 活性汚泥法による糞尿処理に比べ窒素の硝酸への転換効率が高く、N_2O発生の抑制が期待できます。



有機養液栽培の技術は農研機構が開発した技術ですが、N_2Oに着目した研究例はありません

本技術を液状の家畜排泄物に応用することによりN_2Oの発生を抑制した利用法を確立します

© 2022 Tierraponica All Rights Reserved.

研究のテーマおよび研究内容

- 液状の家畜排泄物が有機養液の原料として利用可能か確かめます。（硝化試験・栽培試験）
- N_2Oの発生量などを計測し、本技術による環境負荷軽減を評価します。

硝化試験

➢ **液状の家畜排泄物を窒素源として有機養液が作製できるか**
- ✓ 排泄物中の有機物が微生物によって硝酸イオンまで分解されるか
- ✓ 硝酸イオンが得られるまでの日数、変換効率はどのようなものか

栽培試験

➢ **作製された有機養液は野菜の栽培に適しているか**
- ✓ 作製された作物で実際に野菜の栽培を行う
- ✓ 栽培に適する作物（養液との相性）や生育阻害物質が疑われないか

環境評価

➢ **本技術による環境にかかる負荷をCO_2ベースで評価できるか**
- ✓ N_2Oの発生程度はどのようなものか
- ✓ N_2Oの削減効果をCO_2の削減量で換算する

© 2022 Tierraponica All Rights Reserved.

カワスイ 川崎水族館のご協力

- 本研究では、家畜排泄物としてカワスイ 川崎水族館が飼育しているカピバラの糞尿を用いました。
- カピバラは水中に排泄を行う習性があるため、糞尿の回収が容易に行えます。
- 草食のため、有機養液栽培によって育てた野菜を動物の餌として与えることも可能と考えました。

カワスイ

川崎水族館

© 2022 Tierraponica All Rights Reserved.

目次

1. 背景及び研究概要

2. 結果

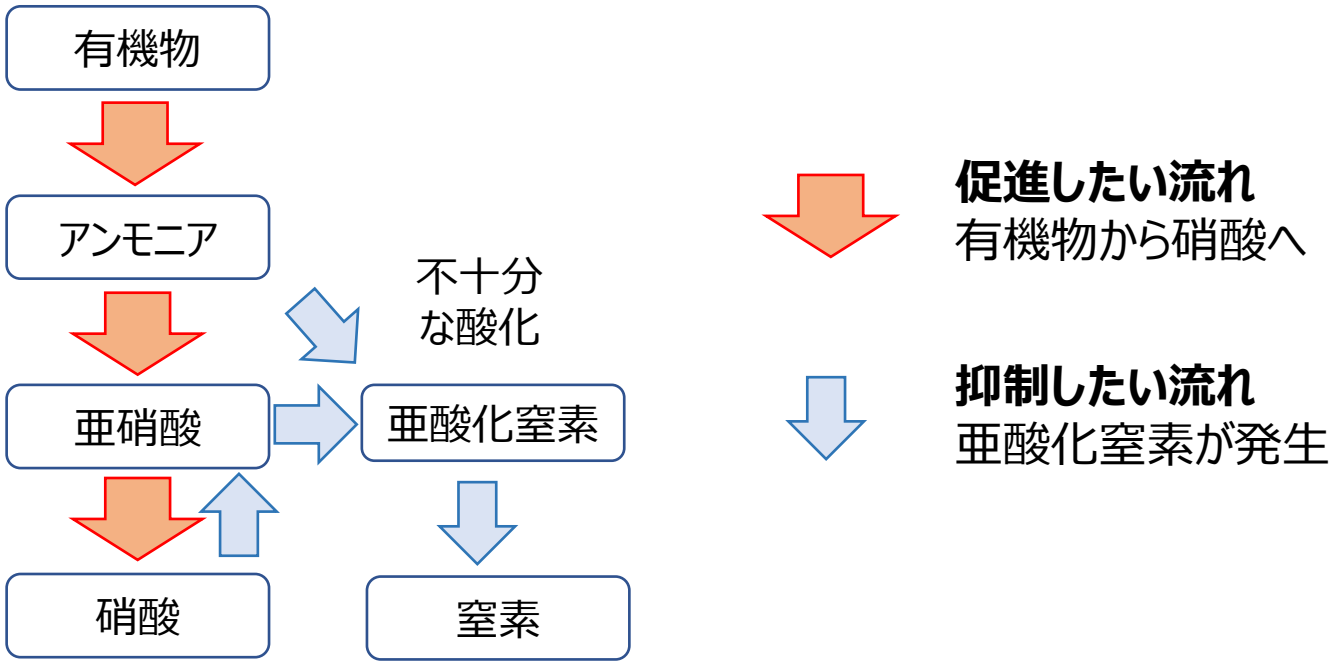
3. まとめ

© 2022 Tierraponica All Rights Reserved.

硝化試験の目的

- 有機養液栽培では、原料となる有機物の硝化が効率的に行われるかどうかが重要です。
- 硝化が効率的に行われていれば、競合となる亜酸化窒素への転換が少ないと考えられます。

【亜酸化窒素の発生メカニズム】



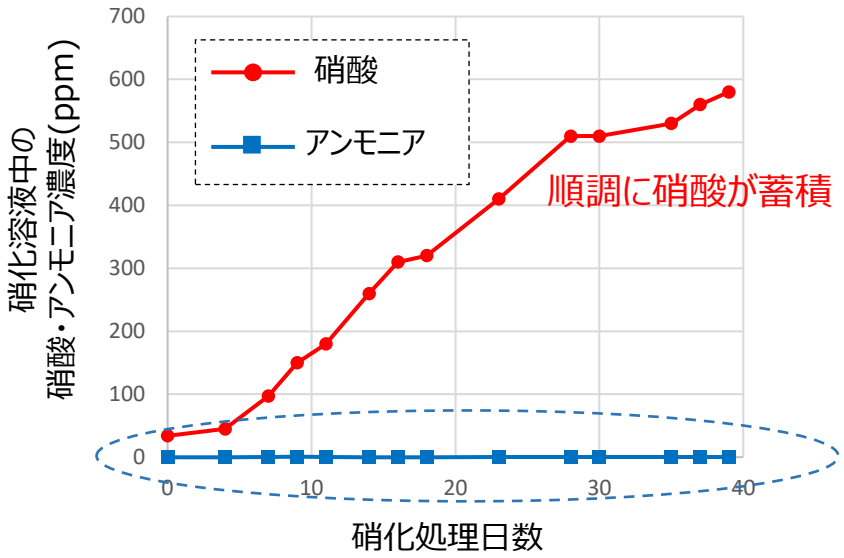
アンモニアや亜硝酸が蓄積せず、硝酸が増加していれば亜酸化窒素への流れが抑えられていると考えられます。

© 2022 Tierraponica All Rights Reserved.

硝化試験の結果

- カワスイより供試されたカピバラ糞尿を用いて硝化試験を行いました。
- 硝化試験はカピバラ糞尿を数日おきに少しずつ(全体容積の2～7%）添加し、アンモニアおよび硝酸イオンの推移の測定を行いました。

【硝化試験によるアンモニア、硝酸推移】



硝化がスムーズに進んでいるときにはアンモニアは蓄積しない

【硝化試験の様子】

カピバラ糞尿、微生物、水を容器内に入れ連続曝気

アンモニアが蓄積することなく、糞尿からスムーズに硝酸が生成されました。

© 2022 Tierraponica All Rights Reserved.

肥料成分および栽培試験の結果

- 実際にコマツナやサニーレタスなどの野菜を栽培したところ、化成肥料による養液と遜色ない生育を示したため、栽培に適することが確認されました。

【栽培試験の様子ー１コマツナ】

＜有機養液栽培＞

＜化成肥料＞

© 2022 Tierraponica All Rights Reserved.

肥料成分および栽培試験の結果

- 実際にコマツナやサニーレタスなどの野菜を栽培したところ、化成肥料による養液と遜色ない生育を示したため、栽培に適することが確認されました。

【栽培試験の様子ー2 サニーレタス】

＜有機養液栽培＞

＜化成肥料＞

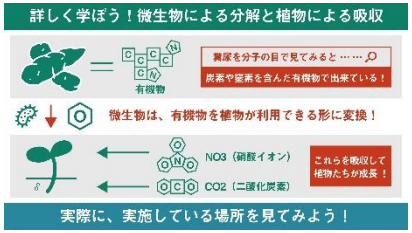
© 2022 Tierraponica All Rights Reserved.

カワスイ 川崎水族館での”循環型水耕栽培”の展示

- 養液作製タンク、栽培桶、照明、解説パネルが一体となった展示栽培を館内に設置しました。
- 同フロアのディスプレイに展示内容を詳細に解説したスライドショーの放映を行っています。

【カワスイ内での展示栽培】

【館内ディスプレイでの解説スライド】



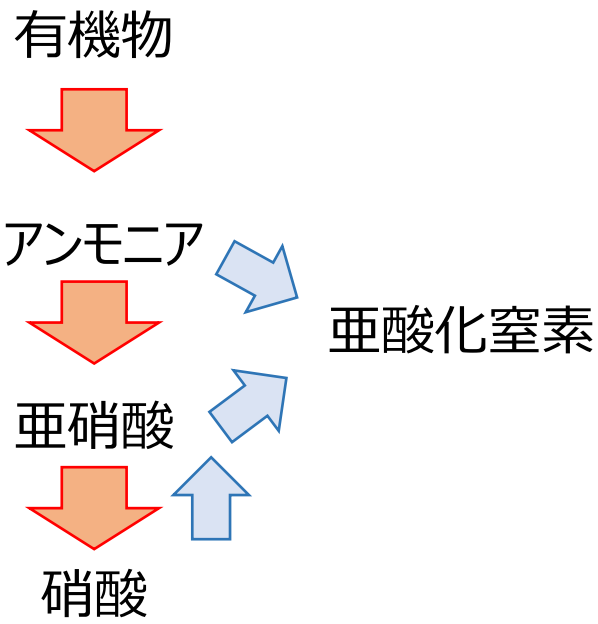
【展示栽培で収穫された野菜を食べるカピバラ】

© 2022 Tierraponica All Rights Reserved.

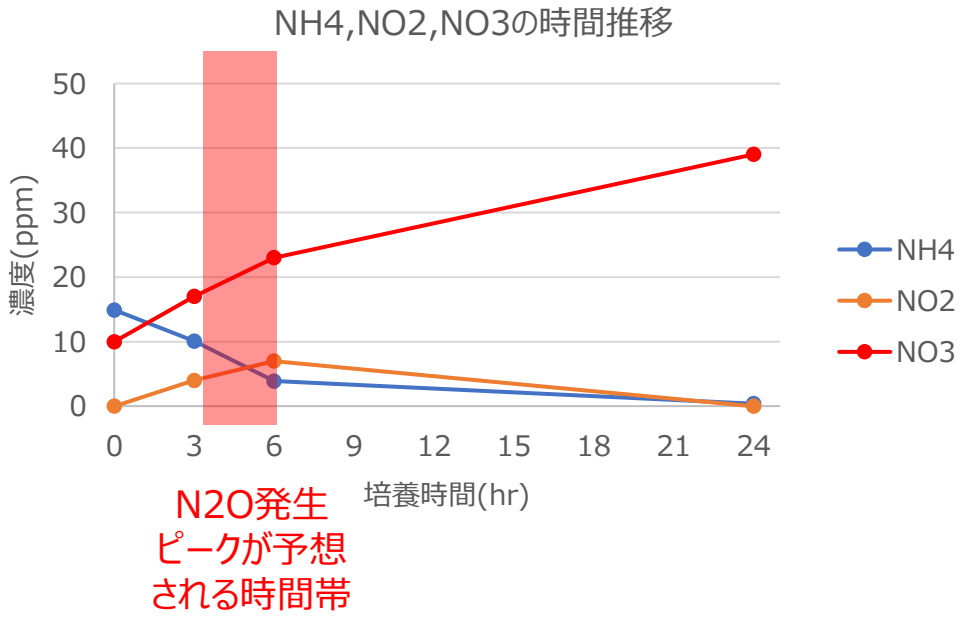
N_2O測定のための予備実験

- N_2O発生ピークとなるタイミングを把握するため、有機養液作製時のNH_4^+、NO_2^-、NO_3^-の動態を把握しました。
- N_2OはNH_4^+とNO_2^-が混在するタイミングで発生するため、予備実験でのこの時点を明らかにします。

【N_2Oの発生メカニズム】



【NH_4^+、NO_2^-、NO_3^-の時間動態】



NH_4^+: アンモニア、**NO_2^- :** 二酸化窒素、**NO_3^-** ：硝酸

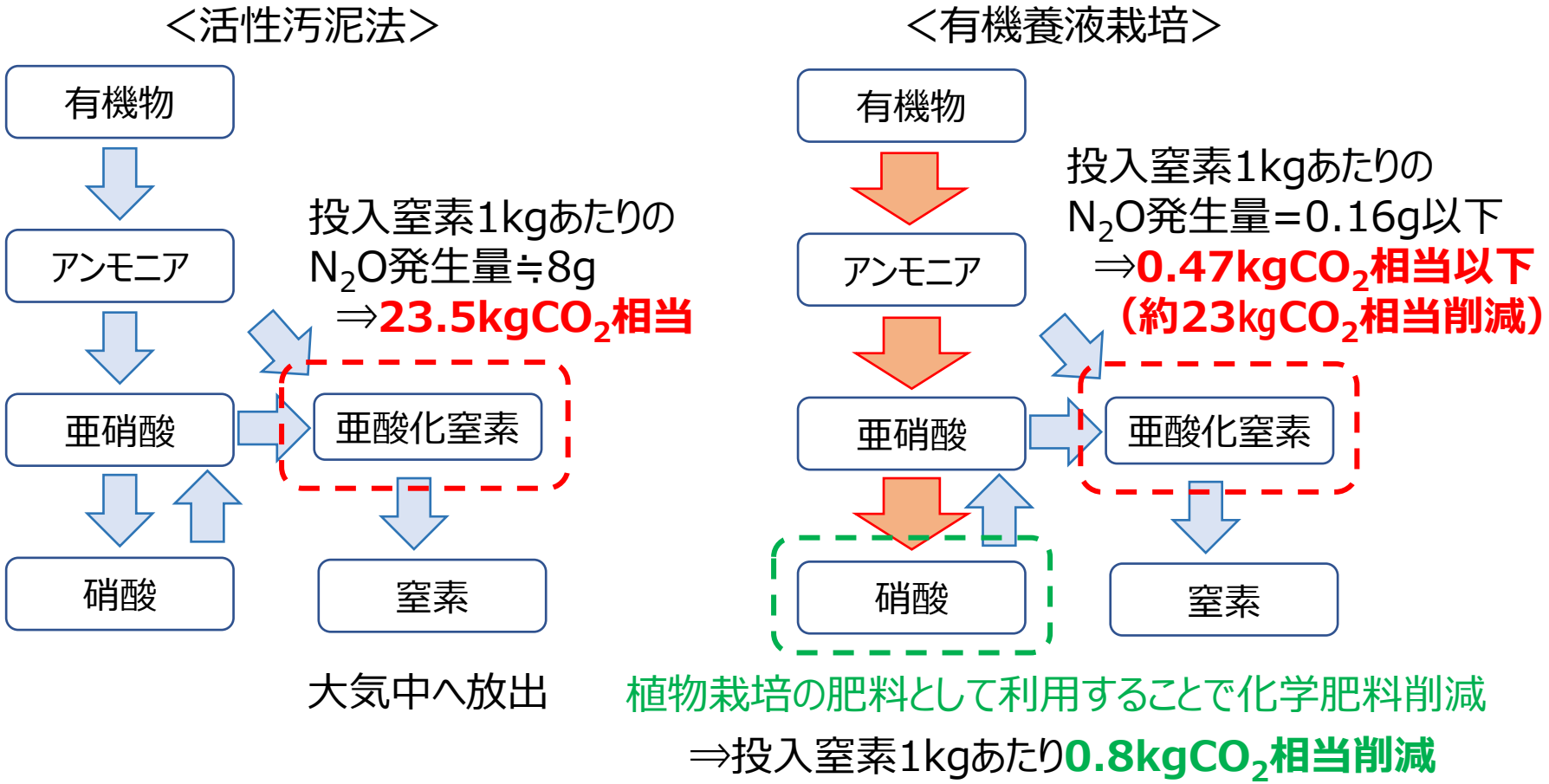
培養開始から4時間－６時間でNH_4^+が減少し、NO_2^-、NO_3^-が増加
⇒ このタイミングがN_2Oの測定に最も適すると考えられます

© 2022 Tierraponica All Rights Reserved.

活性汚泥法との温室効果ガスの発生量の比較

- 有機養液の作製によって発生するN_2O量や、得られた硝酸を肥料として利用することにより削減できる窒素肥料をCO_2の量に換算し、従来の活性汚泥法と比較して削減できる温室効果ガスの推定を行いました。

【カピバラ糞尿中の窒素1kgを養液化したときに期待できるCO_2削減効果】



© 2022 Tierraponica All Rights Reserved.

削減効果のまとめ

- 有機養液の作製によって発生するN_2Oの量や、得られた硝酸を肥料として利用することにより削減できる窒素肥料をCO_2の量に換算し、従来の活性汚泥法と比較して削減できる温室効果ガスの推定を行いました。

【カピバラ糞尿中の窒素1kgを養液化したときに期待できるCO_2削減効果】

	活性汚泥法	有機養液栽培	削減効果	合計
発生する N_2O (CO_2換算)	23.5kg	1.2kg 以下	22.6kg 以上	24.7kg 以上
利用できる NO_3^- (CO_2換算)	0	2.13kg	2.13kg	

有機養液の技術でカピバラ糞尿を処理することにより、従来法に比べて
投入窒素1kgあたり23.8kg以上のCO_2削減効果が見込めることが分かりました。

© 2022 Tierraponica All Rights Reserved.

目次

1. 背景及び研究概要

2. 結果

3. まとめ

© 2022 Tierraponica All Rights Reserved.

まとめ

- 本研究の成果および今後への課題は次の通りです。
- N_2O削減による温暖化対策、脱炭素化にむけて有望な技術シーズであると考えています。

【本研究の成果】

✓ 従来は浄化・廃棄されていた液状の家畜排泄物の有機養液化を実証し、バイオマスの新たな利用法を開拓しました。

✓ 有機養液の作製によるN_2Oの測定方法の実験系を考案し、削減したN_2OをCO_2に換算して評価しました。

【今後の課題】

✓ ウシ・ブタなどの産業動物への応用や、産業生産レベルにスケールアップした際の随時N_2Oモニタリングは今後の課題です。

© 2022 Tierraponica All Rights Reserved.