

# 農場での窒素(栄養素)バランスの評価

## なぜ窒素管理が必要なのか

酪農とは、本質的には草やエサを生乳とする産業であり、農場を一つの箱と捉えると、様々な形(牛乳、飼料、肥料、糞尿など)で栄養素が出入りしています。中でも窒素は作物の生育に不可欠です。窒素はタンパクやビタミンの一部であり、これらが効率よく生産されることは重要です(図1)。

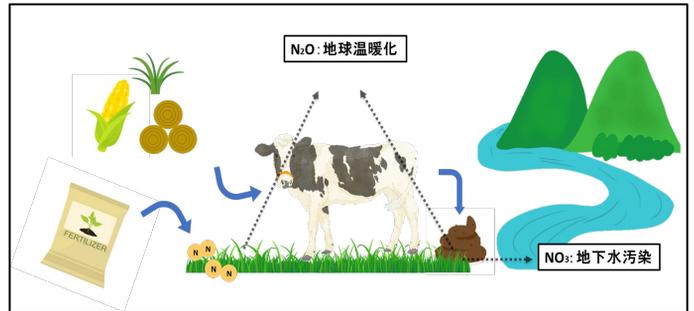


図1. 酪農と環境負荷

生乳生産において飼料や牧草生産コストは約50%を占めており、適切に窒素を管理することは化学肥料の削減、生産コストの削減に貢献できると考えられます。しかし、その**栄養素効率を理解するためには、様々な情報が必要**です。例えば、エサの量、質、肥料の使い方などのデータを集め、すべてを「栄養素」の流れとして捉える必要があります。そのような研究を今回、上士幌町のTMRセンターを対象として進めてきました。

## 飼料が窒素収支のカギ

今回、上士幌TMRセンターに加入している農家の牛乳生産に関わるデータ(乳量や購入飼料)を基に、窒素量に換算して収支を評価しました(図2)。

その結果、**一年間でヘクタール当たり362 kgの窒素が「入ったのに生産物とされていない窒素」であり、大きな影響を与えているのは購入飼料でした**。生産性を減らさずに購入飼料を減らしていくことでこの数値の削減を目指すことができます。

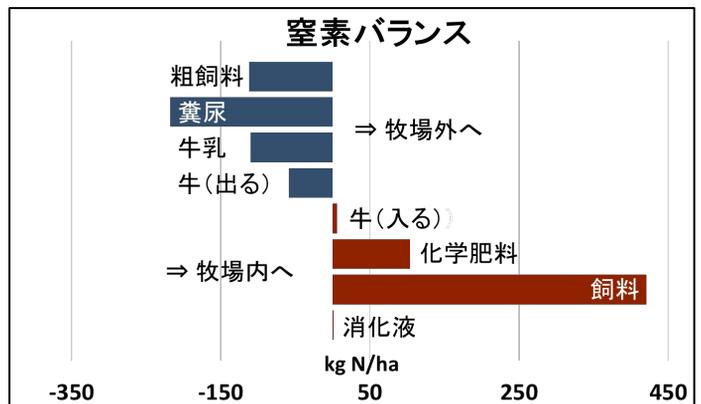


図2. TMRセンター全体の窒素バランス

## 堆肥の散布を見直そう

私たちの計算で明らかになったことの一つは、ヘクタール当たりのデントコーン畑への窒素投入量が過剰である可能性です。主に堆肥として散布されているであろうデントコーン畑への窒素投入ですが、すぐに植物が吸収する形ではないとしても、長期的に土壌中の窒素やその他の栄養素が過剰となる可能性があります。堆肥を分散させ、畑地などでも利用していくことが必要であると考えられます。

## 国際的な動向

このような、牧場レベルの「窒素収支」の計算は、牧畜大国であるヨーロッパの一部やオセアニアなどで義務化されつつあります。北海道は、牧畜が盛んであると言ってもまだ森林率も高く、まだ環境負荷の面などでは余裕があるとも言えるかもしれませんが、今からこの栄養素が効率よく利用されているか、という視点で農業を捉え、必要に応じて経営を見直すことは極めて重要であると言えます。

# 土壌微生物の評価

## 土壌微生物の評価

人工衛星画像、窒素の収支の研究の他に、土壌微生物に関する研究も行っています。特に、**消化液由来の微生物が土壌でどのような働きをしているのか**、もしくはしていないのか、という部分は情報が無く、上土幌での研究は世界的に価値があります。

## ジャガイモ栽培と消化液、堆肥由来の微生物

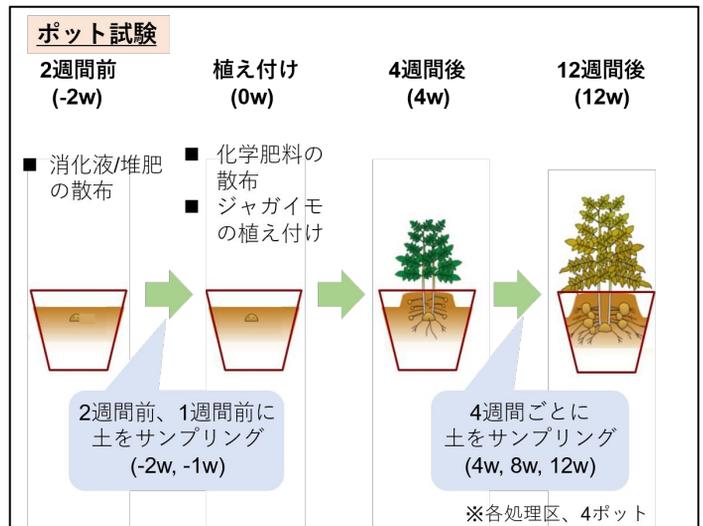
私たちは、**ジャガイモ**をポットで栽培し、堆肥や消化液が土壌微生物に及ぼす影響を調査しました。ここでその結果を紹介します。実験の詳細について、下記に示します。

## 実験の詳細

実験では、無施肥区(**Con**)、化学肥料区(**Che**)、消化液と化学肥料区(**Dig**)、麦稈堆肥と化学肥料区(**Whe**)、木質堆肥と化学肥料区(**Woo**)の5処理を用意した。ポットには上土幌町の土壌を充填し、ジャガイモは農林一号を使用した。

※化学肥料と有機物を用いた処理では、化学肥料を有機物分減らしている。

その後、定期的にポットから土を採取し、微生物性や理化学性を解析した。

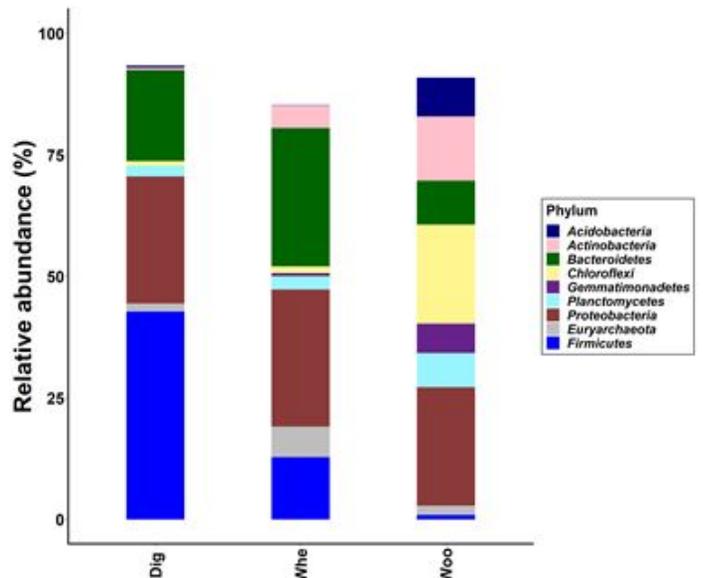


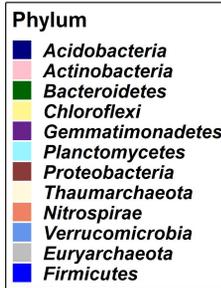
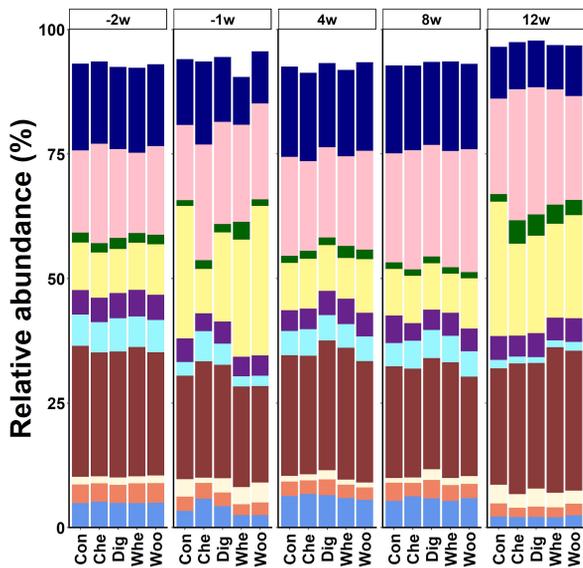
## 消化液、堆肥中の微生物

土壌に散布する前の消化液や堆肥「そのもの」に含まれる微生物についての結果を右図に示します。

右図はバーグラフでバクテリアの組成を表しています。**Dig**、**Whe**、**Woo**それぞれ消化液、麦稈堆肥、木質堆肥の微生物です。消化液と麦稈堆肥は少し似ていて、**Bacteroidetes**や**Proteobacteria**が多いです。消化液は**Firmicutes**が多いのが特徴です。

木質堆肥は、土に類似したバクテリア組成を有していることがわかりました。これらを土に散布したときに、土のバクテリア組成はどうか変化するのでしょうか。そのことを次のページで示します。

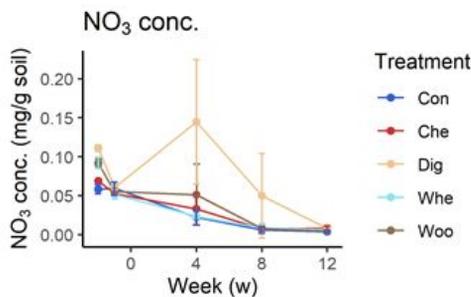
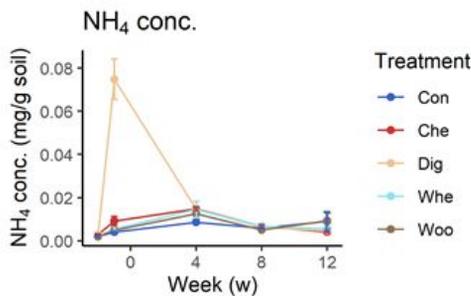




## 土壌中の微生物

土壌中の微生物は、堆肥などを施用した一週間後(左図の-1w)に変動を見せました。特に、消化液区では、**Chloroflexi**の減少などが顕著でしたが、化学肥料区でも同じような傾向が見られました。

しかし、散布後ひと月ほど(4w)では、土壌微生物の組成は、散布した物質の影響が見られなくなっていました。消化液を散布したからといって、今まで土壌に存在しなかった菌が増えるということは無いことがわかります。

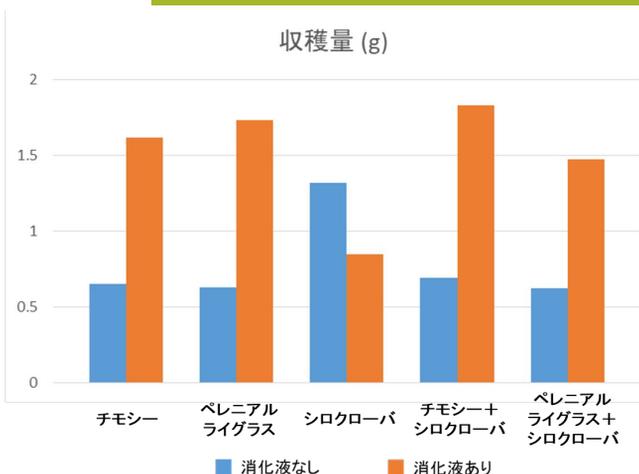


## 土壌中のアンモニアや硝酸蓄積

消化液は土壌微生物に大きな影響を及ぼさないことがわかりましたが、アンモニア態窒素( $\text{NH}_4^+$ , 左図上)や硝酸態窒素の蓄積( $\text{NO}_3^-$ , 左図下)は顕著でした。ポット試験ですので、現場レベルでの検証が必要ですが、遅効肥料のように、少しずつ効かせることができないのが消化液のデメリットでもあるので、量や散布タイミングに注意する必要があるかもしれません。



## その他: 消化液の牧草生育への影響



## 土壌中のアンモニアや硝酸蓄積

予備的な成果ではありますが、別のポット試験で消化液の効果を牧草種別に検証する試験も行いました。その結果、消化液はイネ科牧草(チモシー)には有効ですが、クローバーにはあまり効果が無いことが明らかになってきました。一方で、混播(チモシーとクローバー)のポットでも消化液は有効であったため、今後はそのメカニズムや、その際にポットの下部から流亡する栄養素について調べていく予定です。