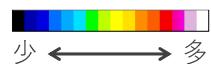
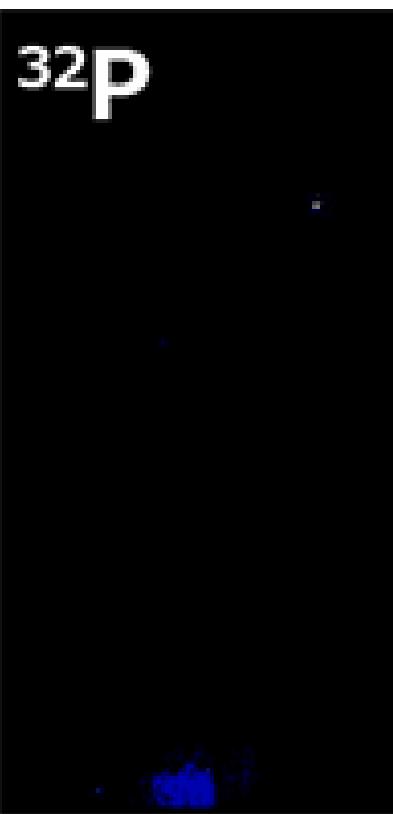


土のチカラ、土を活かす

F-REI/福島大学 二瓶直登

# 自己紹介

- 福島県いわき市生  
(1971~)
- 福島県農業総合センター  
畑作物、環境保全型農業  
(1998~2011)
- 福島県庁農林水産部  
食の安全(放射線)  
(2011~2013)
- 東京大学大学院  
農学生命科学研究科  
(2013~2020)
- 福島大学食農学類  
(2020~)
- 福島国際研究教育機構 (F-REI)  
(2024~)

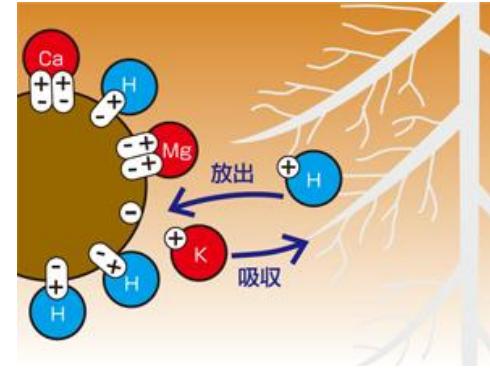
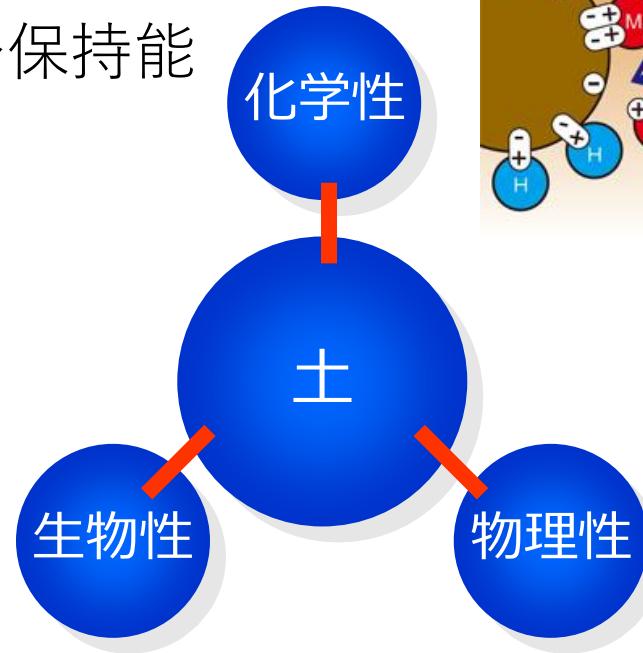


# 土のチカラ

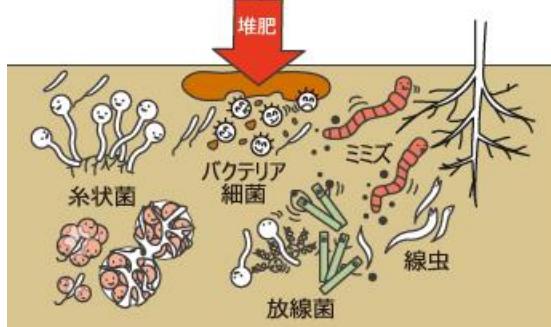


養分の供給源

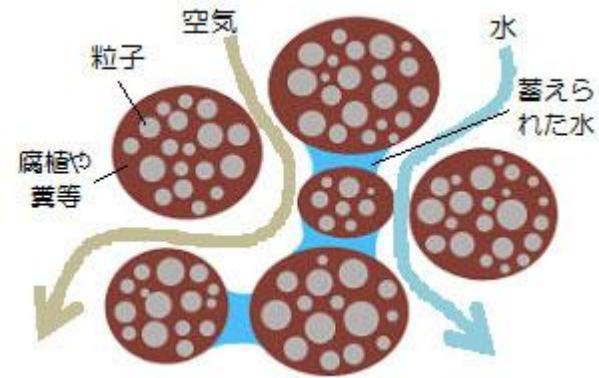
養分保持能



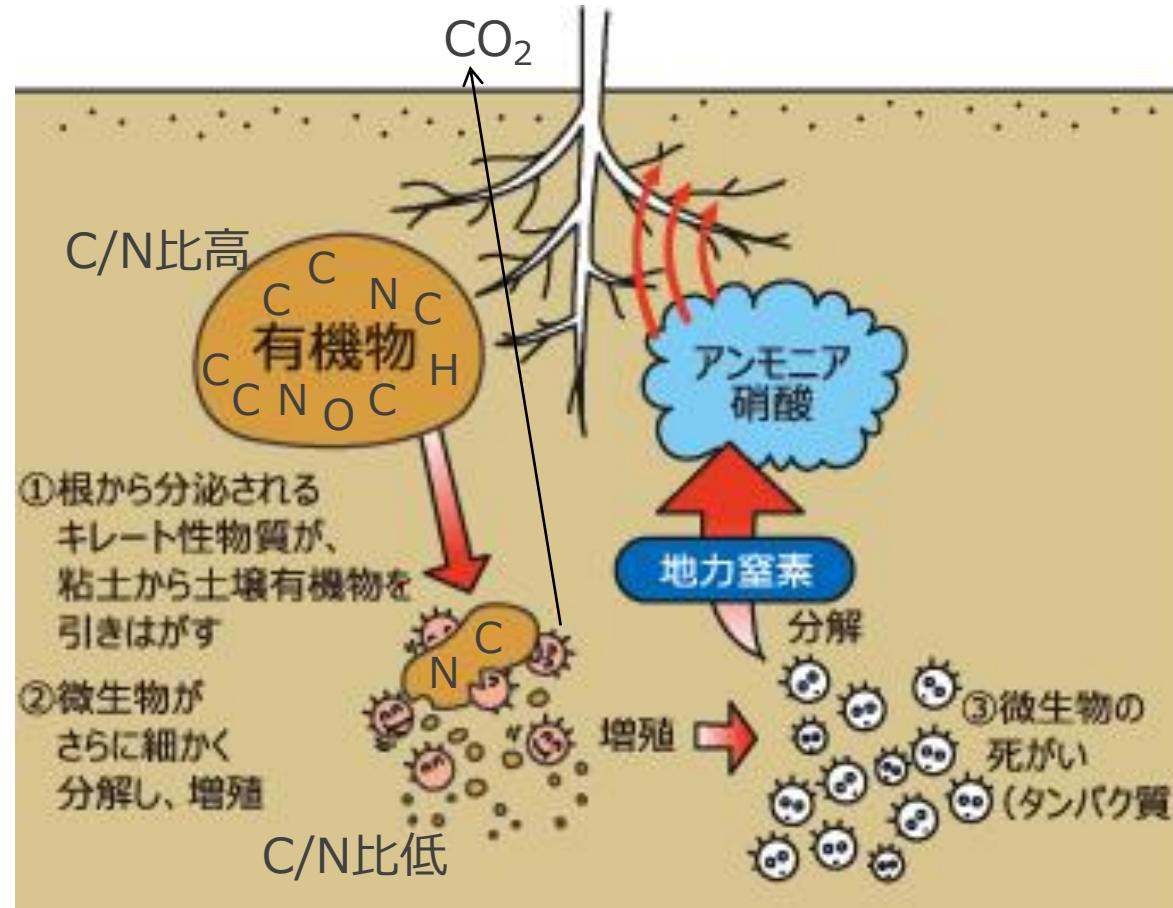
微生物  
バイオマス增加



透水性、  
保水性の改善



# ① 化学性

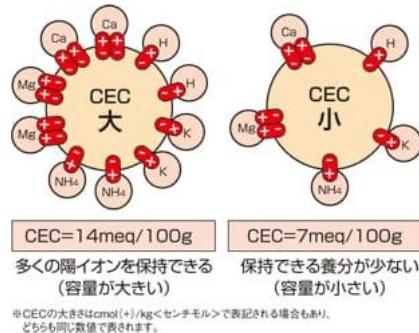


有機物が微生物により分解されて、養分が供給

# ① 化学性

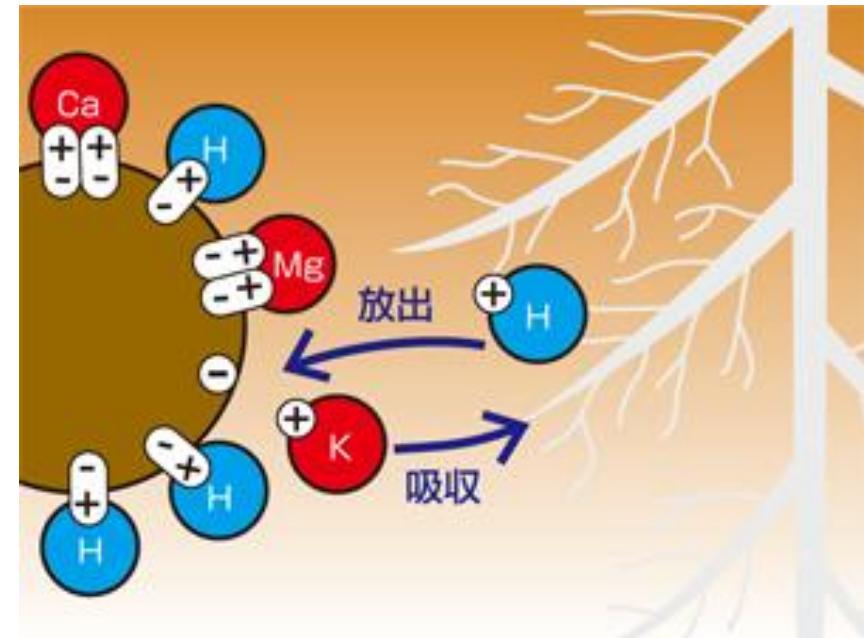
保肥力→陽イオン交換容量 (CEC)

作物の養分利用率の向上



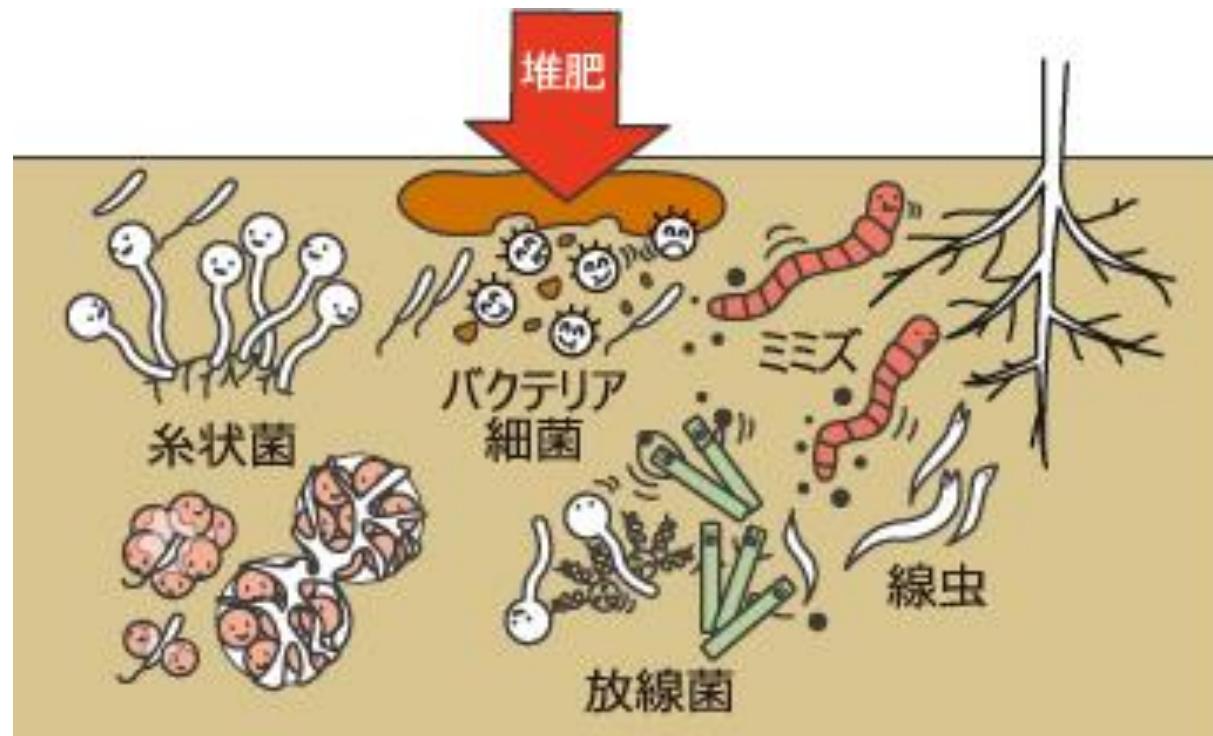
(表1) 粘土の種類とCEC

粘土の種類	CEC (meq/100g)
カオリナイト (1:1型)	3~15
ハロイサイト (1:1型)	10~40
スメクタイト (2:1型)	80~150
モンモリロナイト (2:1型)	80~150
アロフェン	30~200
腐植	30~280



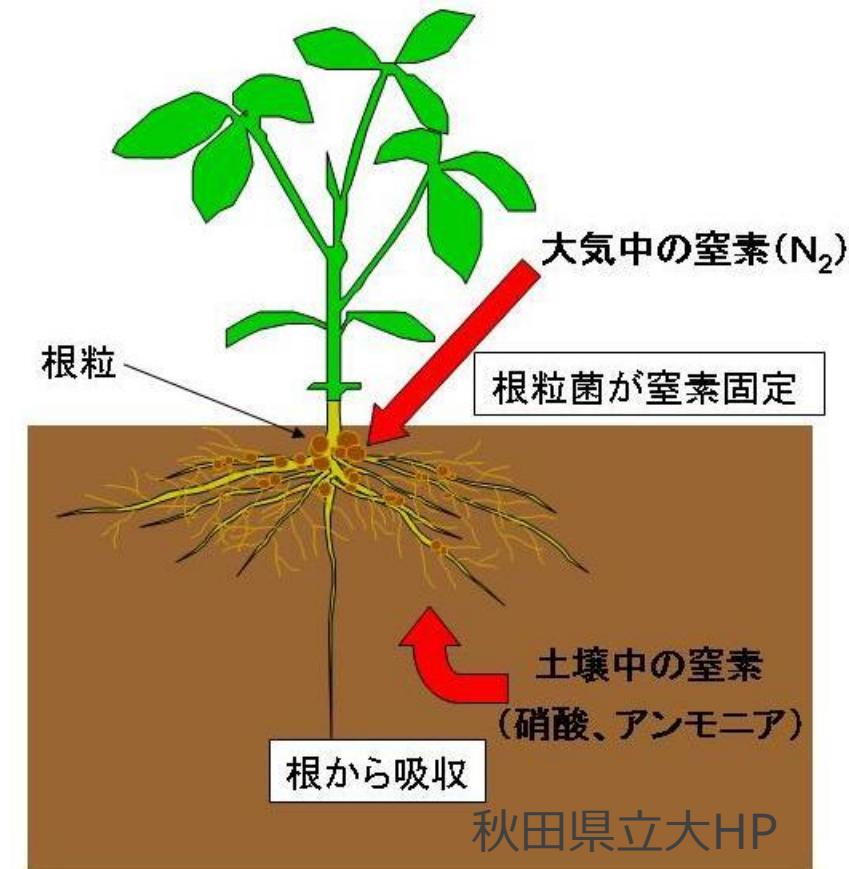
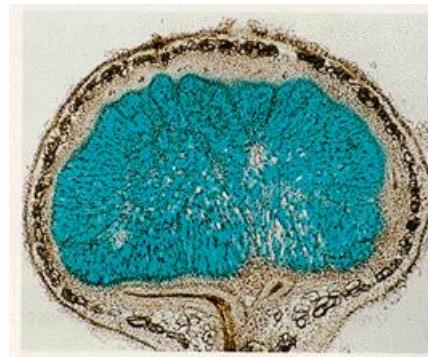
## ② 生物性

- 微生物の働き
- ・養分供給
  - ・団粒形成による排水性、保水性向上
  - ・多様化による病害抑制



# 微生物矯正

## 根粒菌の窒素固定

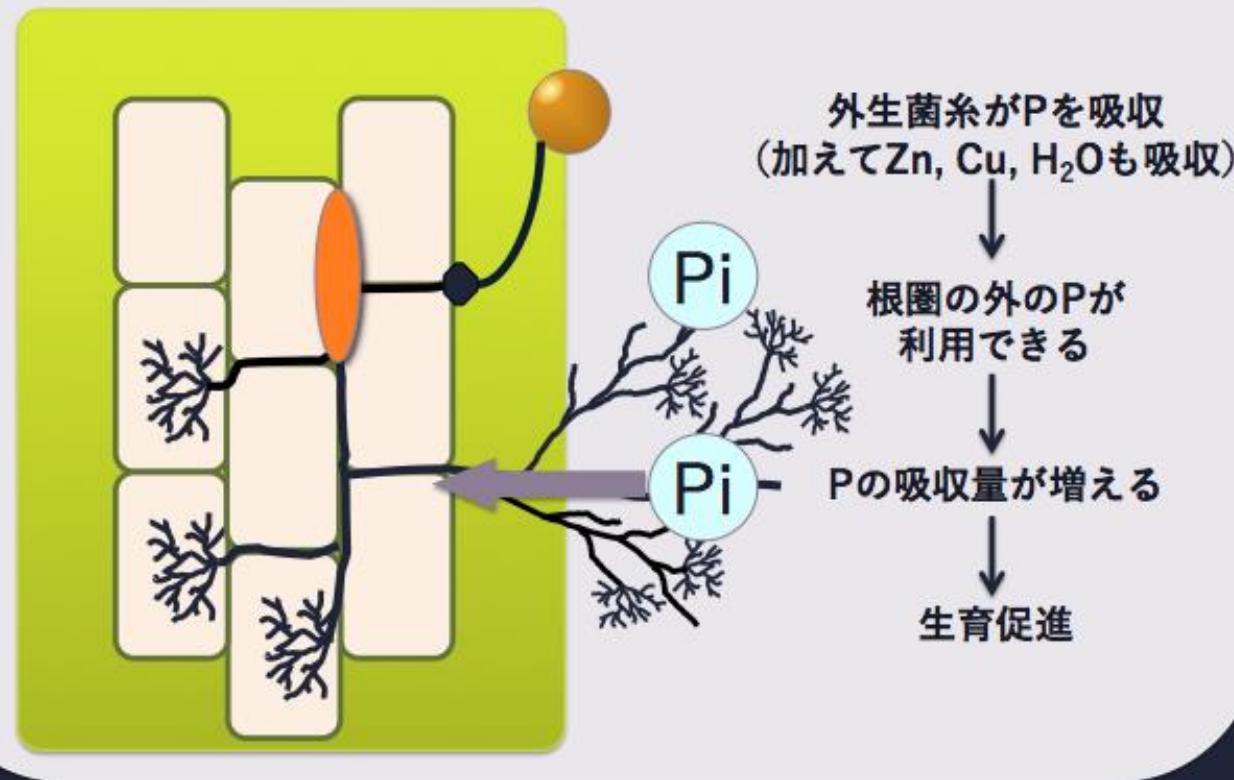


根粒菌はマメ科植物の根に共生し、根粒をつくる土壌細菌。空気中の窒素を固定しアミノ酸を植物に供給する一方、植物が光合成で生産した炭水化物を得ている。

# 微生物矯正

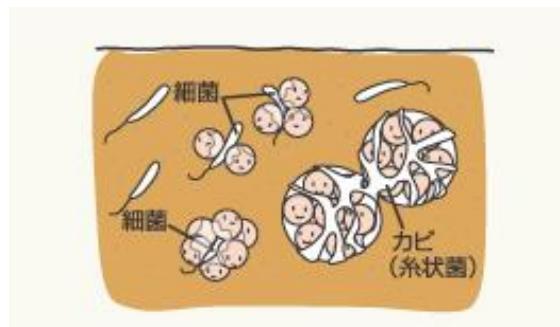
## 菌根菌のリン供給

### 菌根でPはどう吸われる？

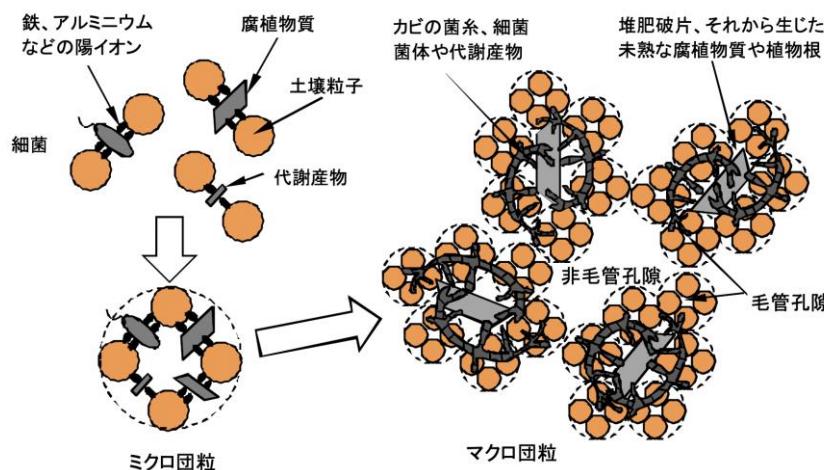
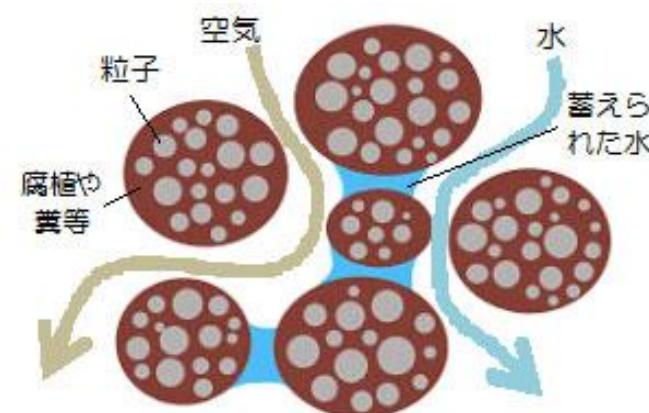


### ③ 物理性

微生物の活性化 → 糖、アミノ酸排出 → 団粒形成 → •透水性、保水性  
•根域の確保



団粒は微生物が土の小さな粒どうしをくっつけることで形成されます。



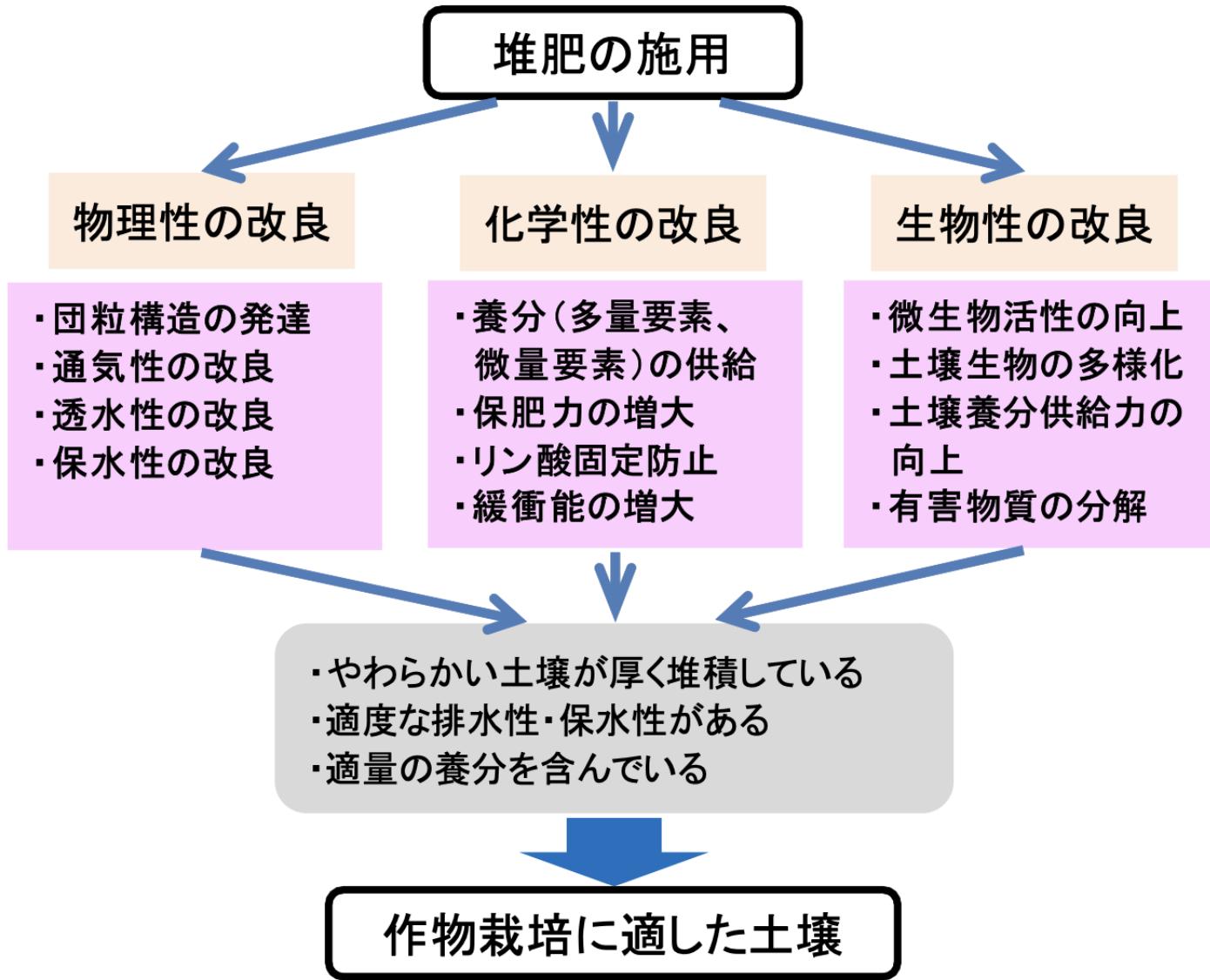
単粒構造



団粒構造



10mm



# 日本の伝統的な農業は土作りを大切にしている

世界農業遺産認定地域の約**20%**は日本にある（平成30年12月現在）

平成29年から日本農業遺産が制定され15地域が認定された。

その多くが**土作りを大切**にしている。

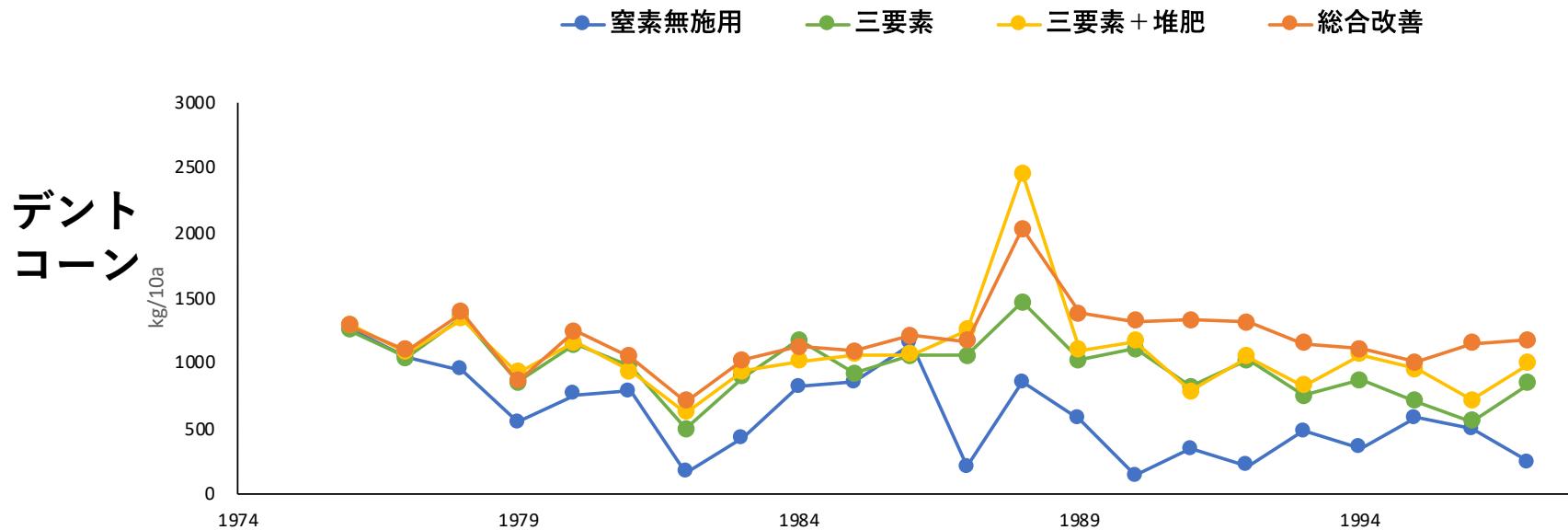
# イネの根



福島県農業総合センターの水田

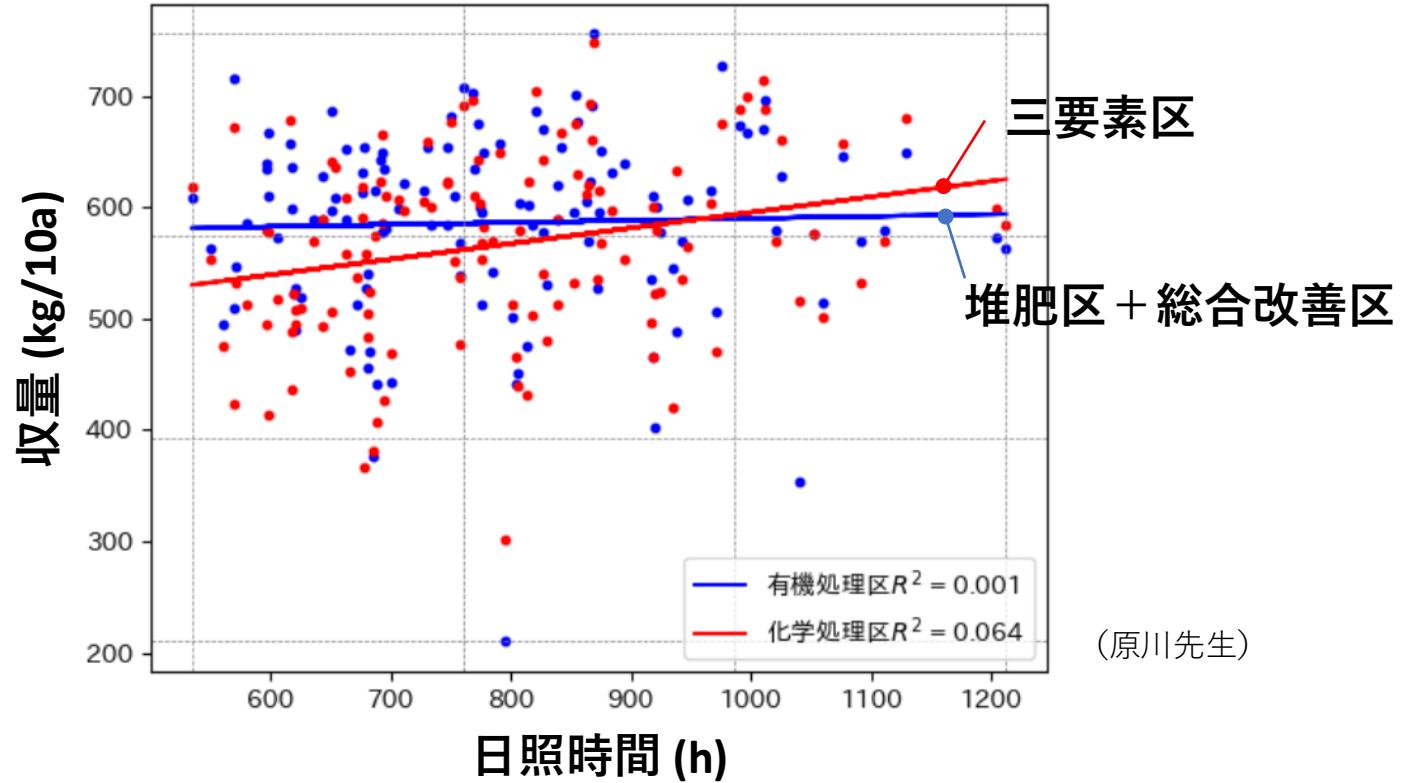
# 有機物効果

秋田県



有機物施用の効果は畑作物で大きい

# 日照時間と収量



● 日照時間が短くても、堆肥 + 総合改善区では収量低下が抑制

# 除染（農地）

## 表土剥取り



- 未耕起圃場の表面（5cm）の放射性物質を除去
- 除染の効果は高い

# 有機物利用の課題



## 経験と勘

利用法は様々



## 収量減

25%減  
(Seufert, et al. *nature*, 2012)

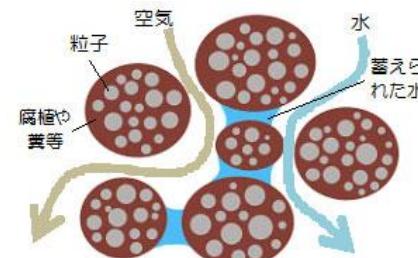


## 人手/機械不足

手間 労力



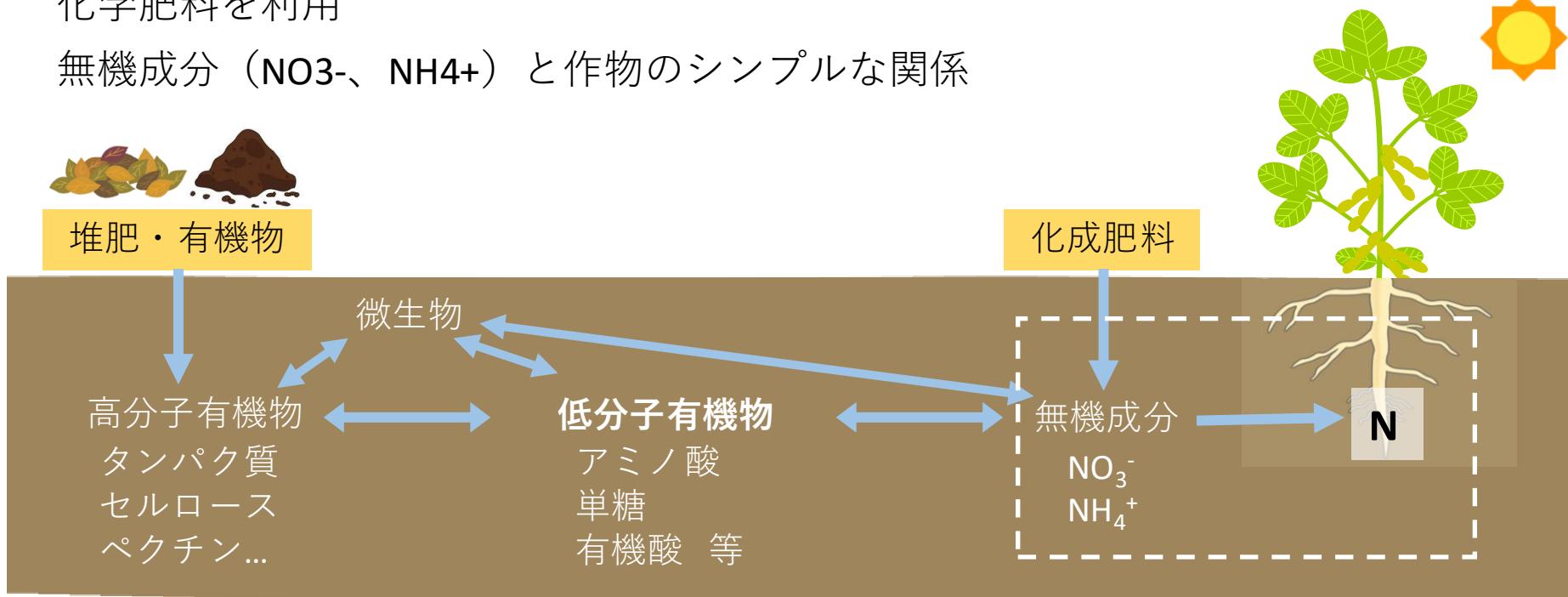
有機物に期待される役割 : **養分供給源**、保水・排水性確保、微生物多様化等



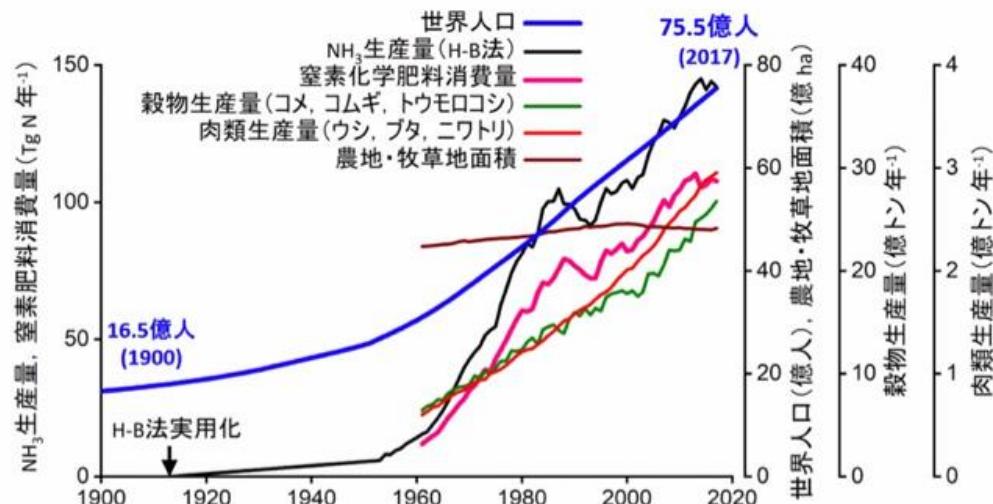
# 近代農業

化学肥料を利用

無機成分 ( $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ ) と作物のシンプルな関係



窒素肥料が単収を上げ、人口増加を支えてきた



# 有機物による養分供給

近代農業 : 化学肥料を利用

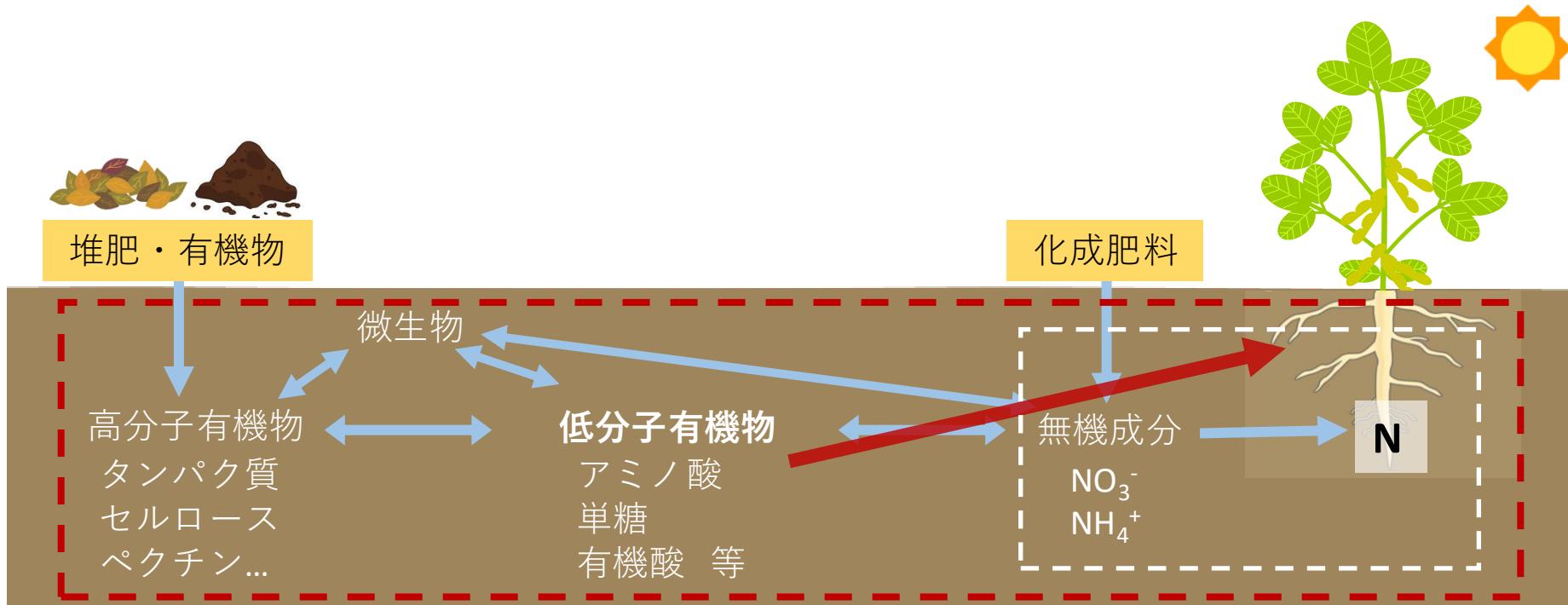
無機成分 ( $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ ) と作物のシンプルな関係

有機物利用 : 有機物が微生物の分解により無機化

複雑な生態系

低分子有機物 (アミノ酸) が作物に影響しないのか？

影響するなら、化学肥料で得られない有機物特有の効果も期待



# 有機物の無機化



微生物が分解

植物残渣  
排泄物

有機態窒素

無機態窒素

→ タンパク質 → アミノ酸

→ アンモニア → 硝酸

分子量

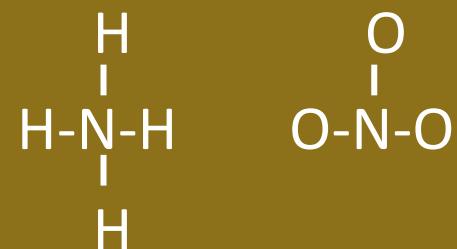
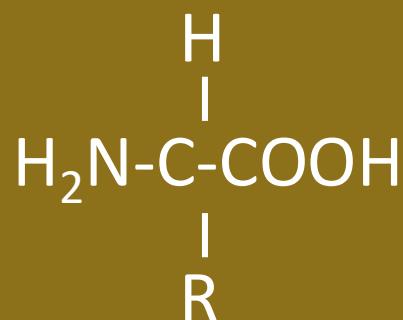
8000程度

200程度

20～70



アミノ酸が100程度連結



{ 自然界には約200種類  
タンパク質を構成する  
のは20種類

# アミノ酸だけで生育するか？

---

✓ アミノ酸20種類を窒素源(5mM)

として無菌栽培

✓ イネ、コマツナ  
コムギ、キュウリ  
ダイズ



# イネ

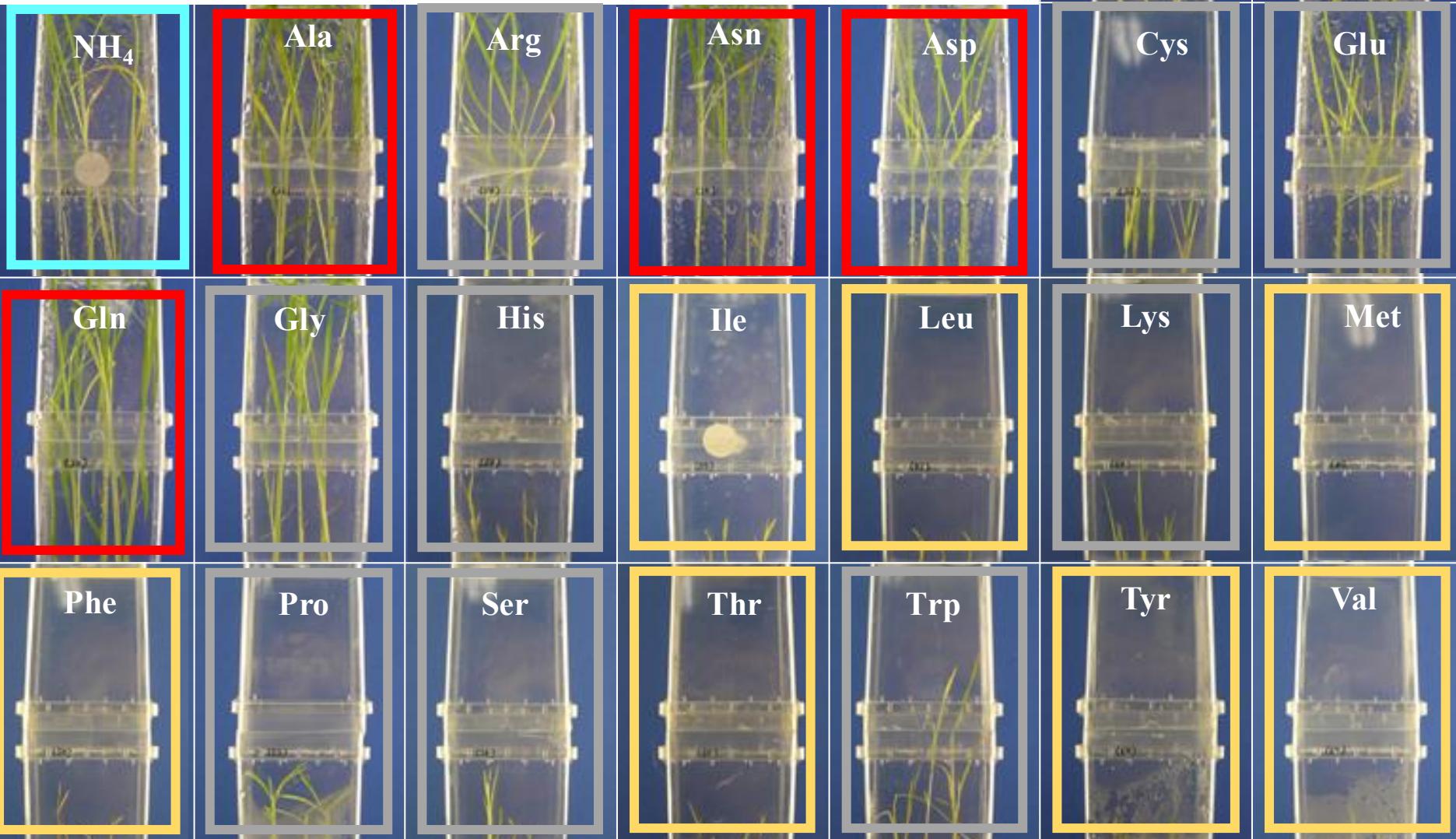
アミノ酸の種類で生育が異なる

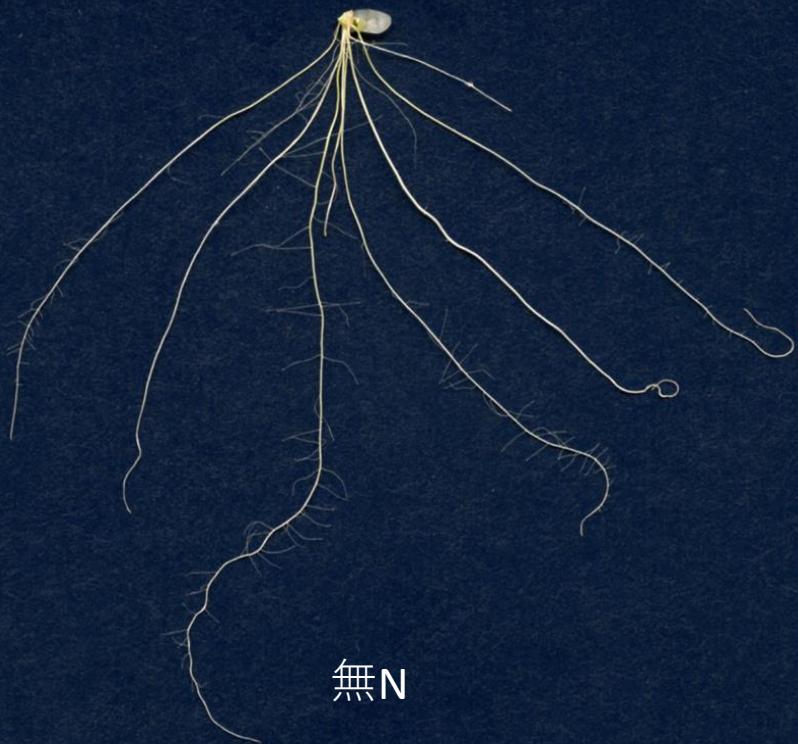
生育が無機態窒素よりも促進・・・・・ 赤枠

生育が無機態窒素よりも抑制・・・・・ 紫枠

無N

NO<sub>3</sub>





無N



$\text{NH}_4^+$



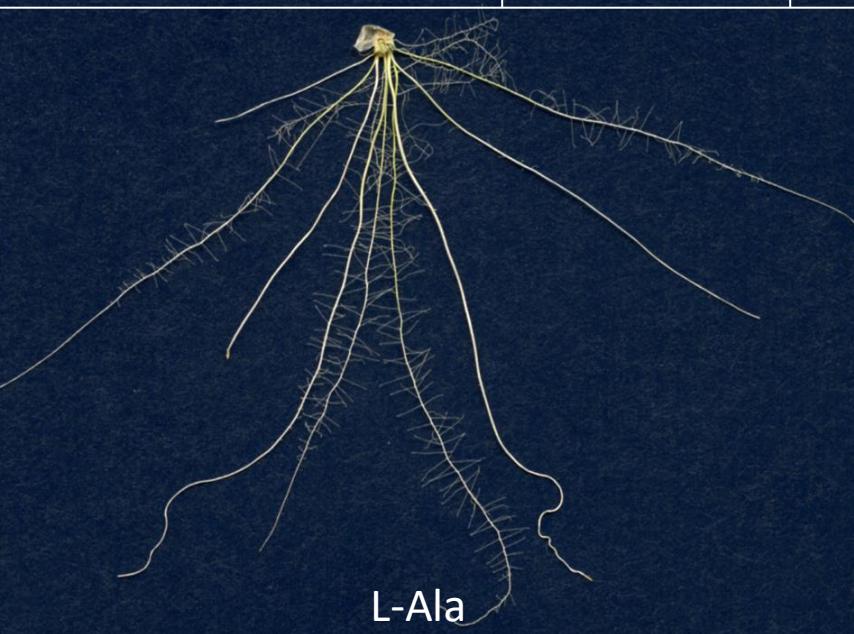
L-Ser



L-Val



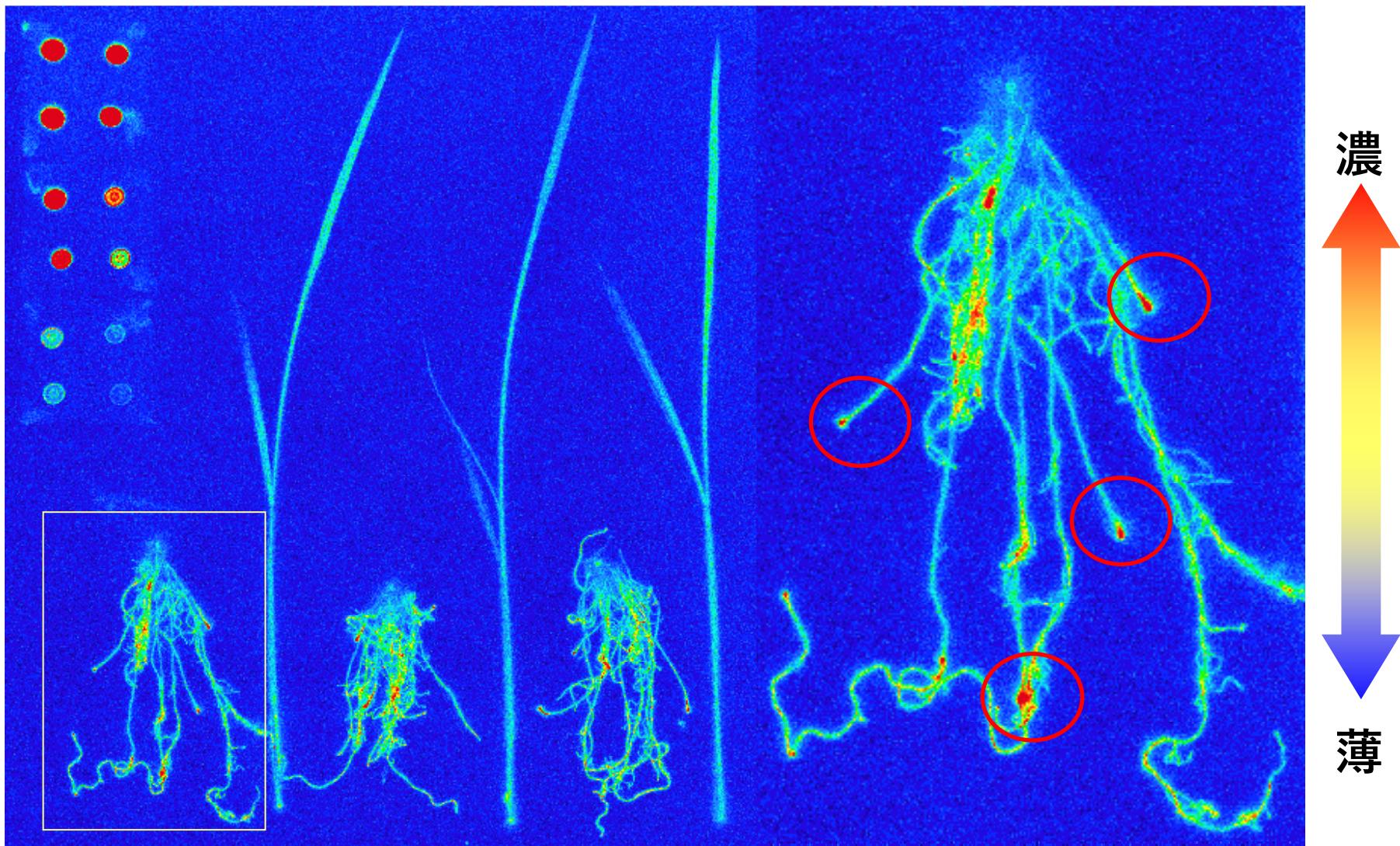
L-Gln



L-Ala

窒素濃度  
1mM

# アミノ酸吸収の可視化



- ✓ 根端の濃度が濃い
- ✓ アミノ酸は根端から吸収される可能性

# 適応事例：太陽熱処理

---

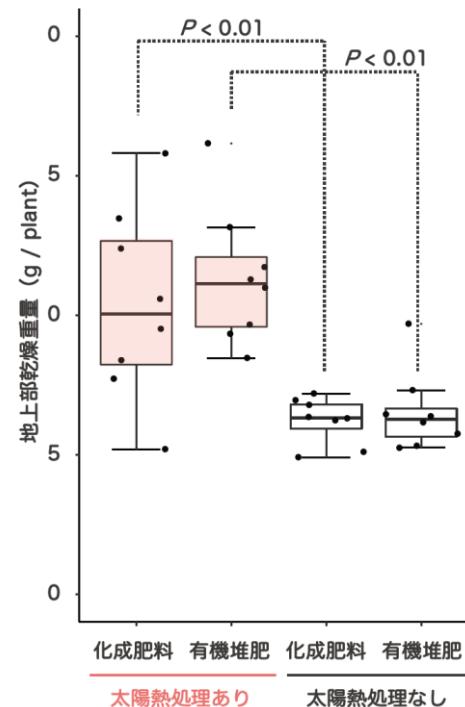
✓ 土壌病害や雑草防  
除

✓ 生育促進効果  
← 要因は不明

- ① 太陽熱処理 — 化成
- ② 太陽熱処理 — 堆肥
- ③ 太陽熱未処理 — 化成
- ④ 太陽熱未処理 — 堆肥

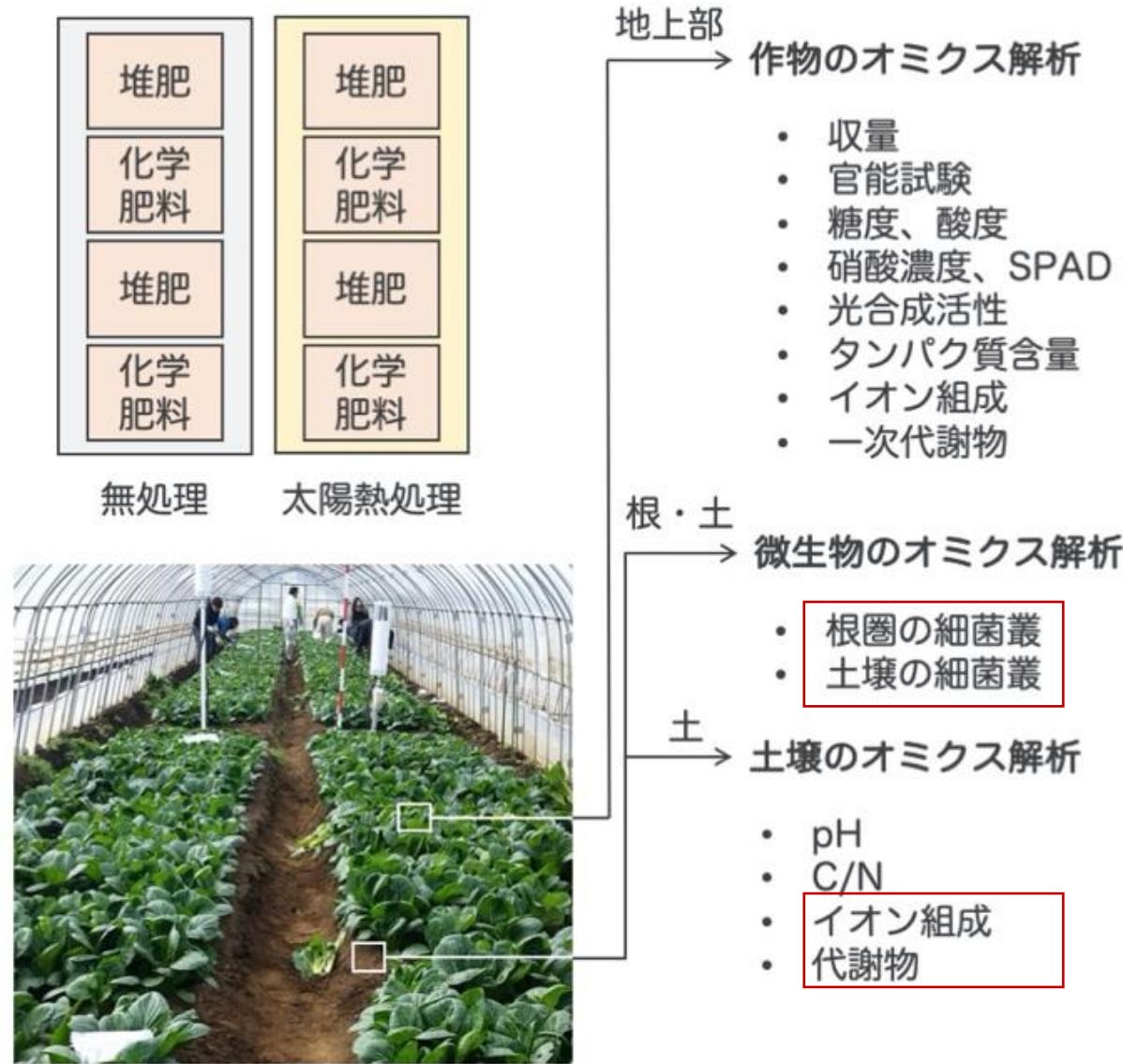


# 作物の生育



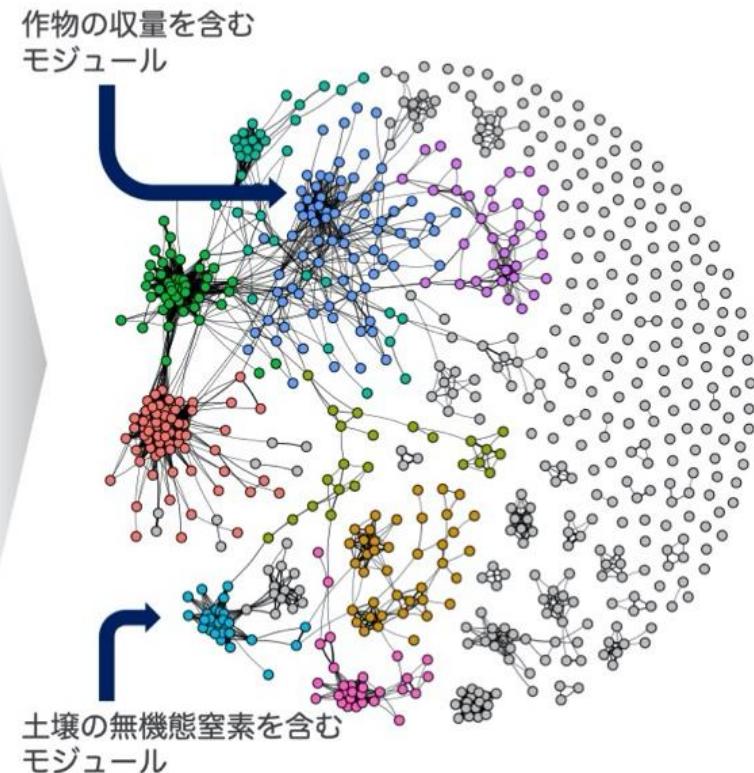
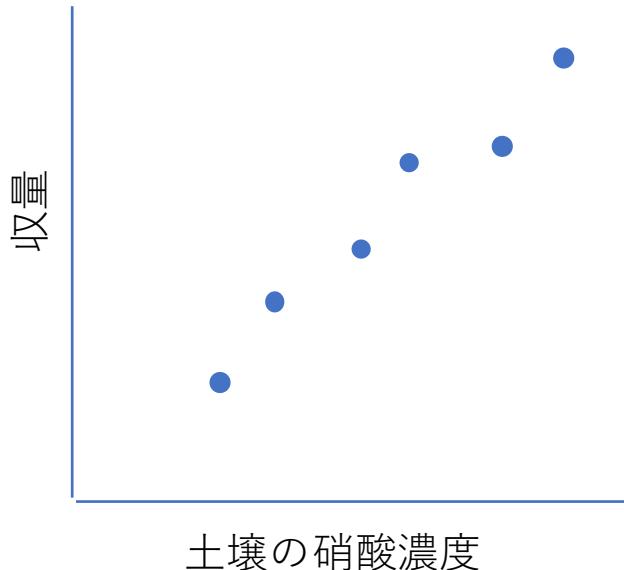
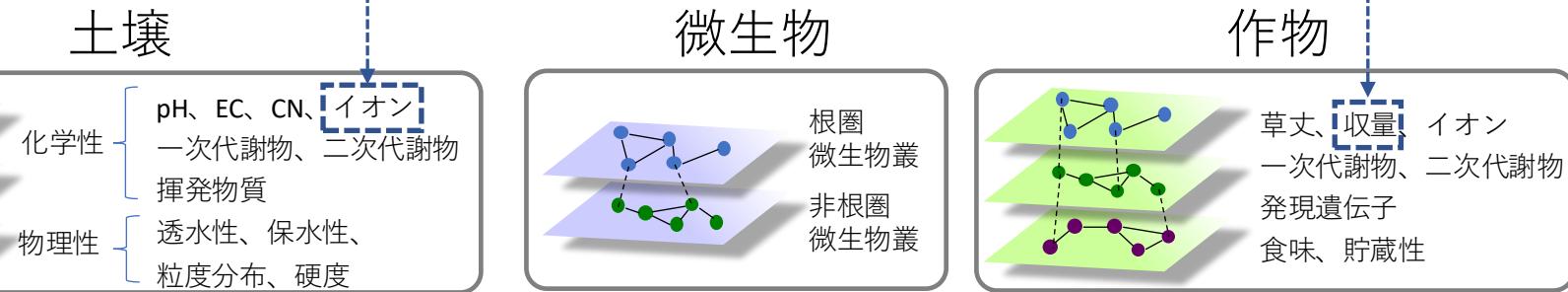
千葉県成田市コマツナ圃場で2年間実施

# 測定



測定項目数：約**400**

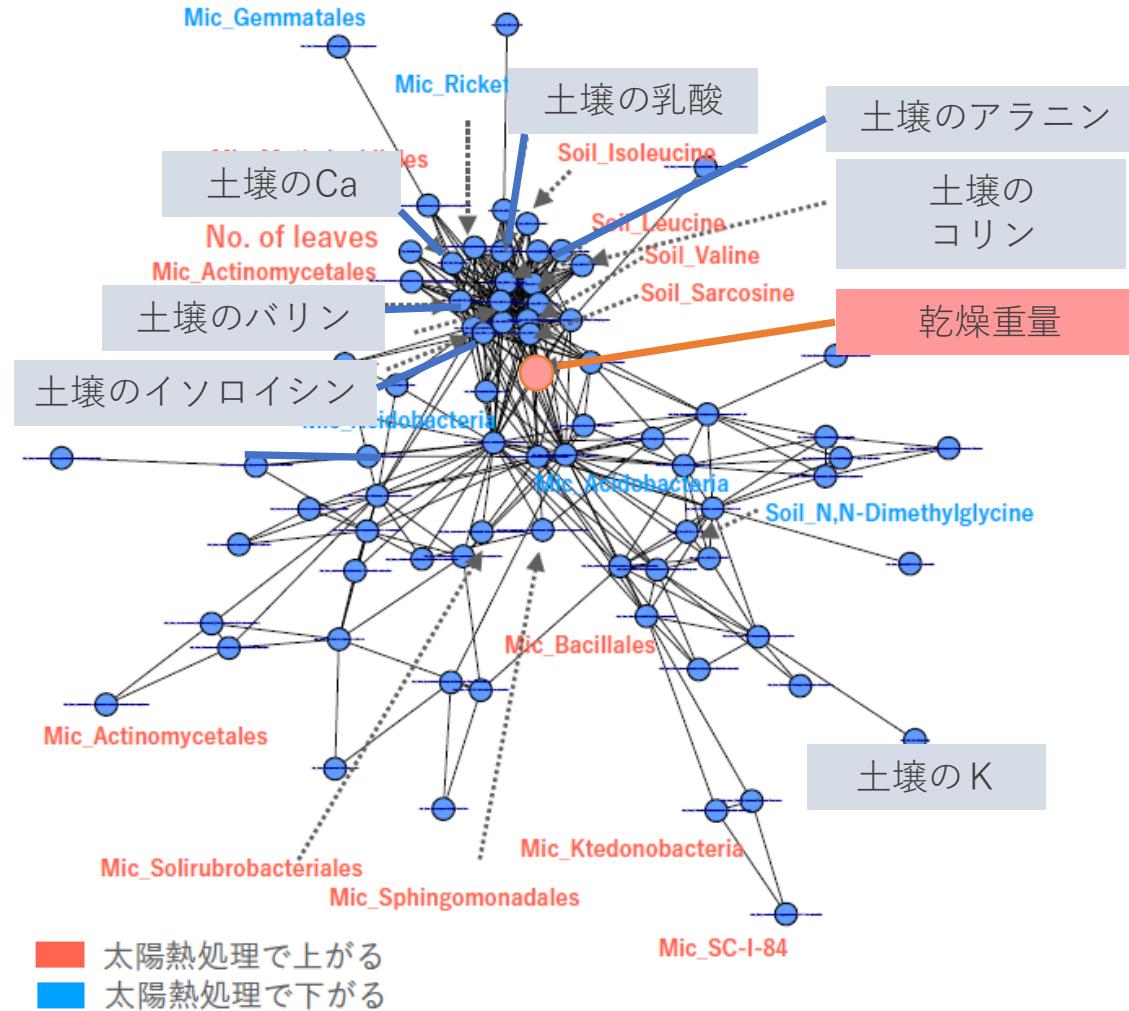
# 関係性の可視化



解析方法：単相関が基本

→ 全測定項目を含めた  
統合ネットワーク解析

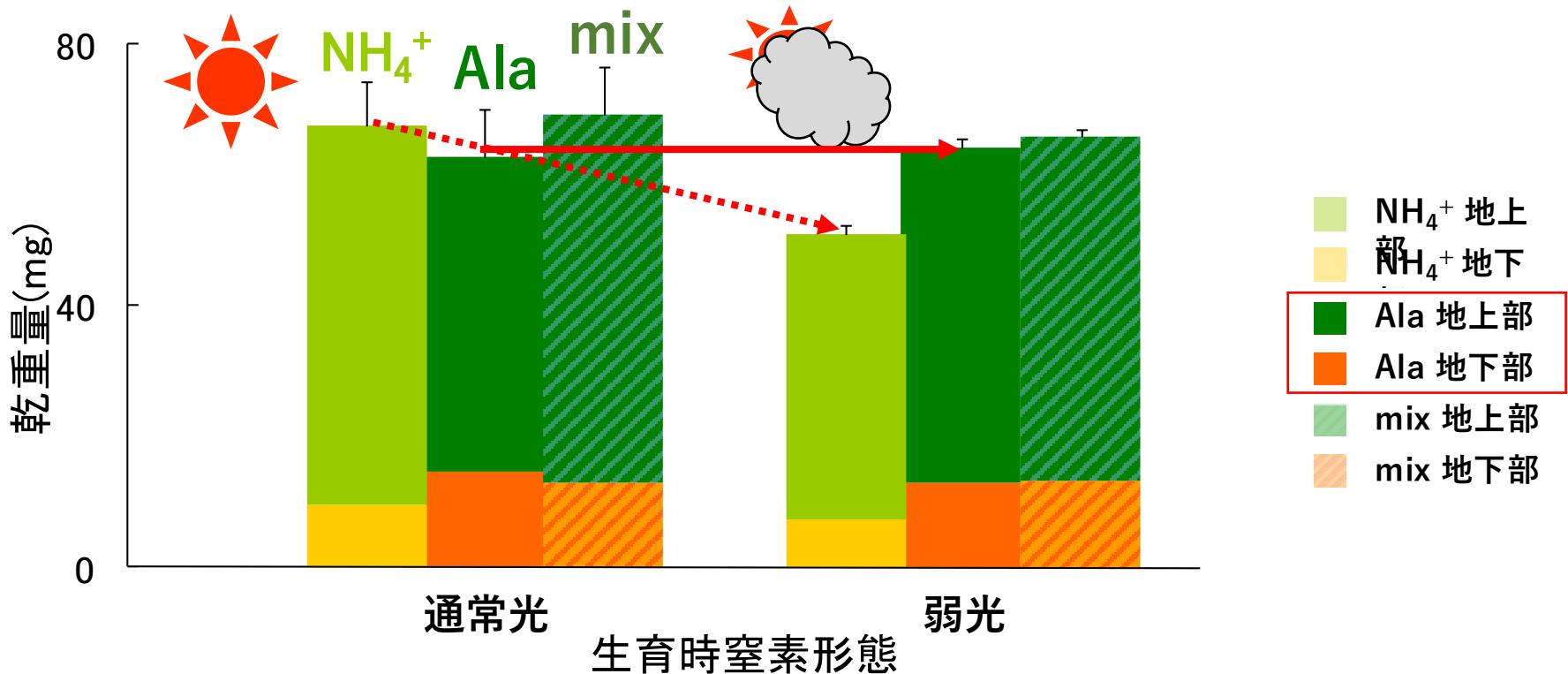
# 収量要因



- 乾燥重量に関連する項目の可視化に**成功**
- 一部の**アミノ酸**（アラニンら）が生育促進に関与

# 弱光条件下でのアミノ酸の効果

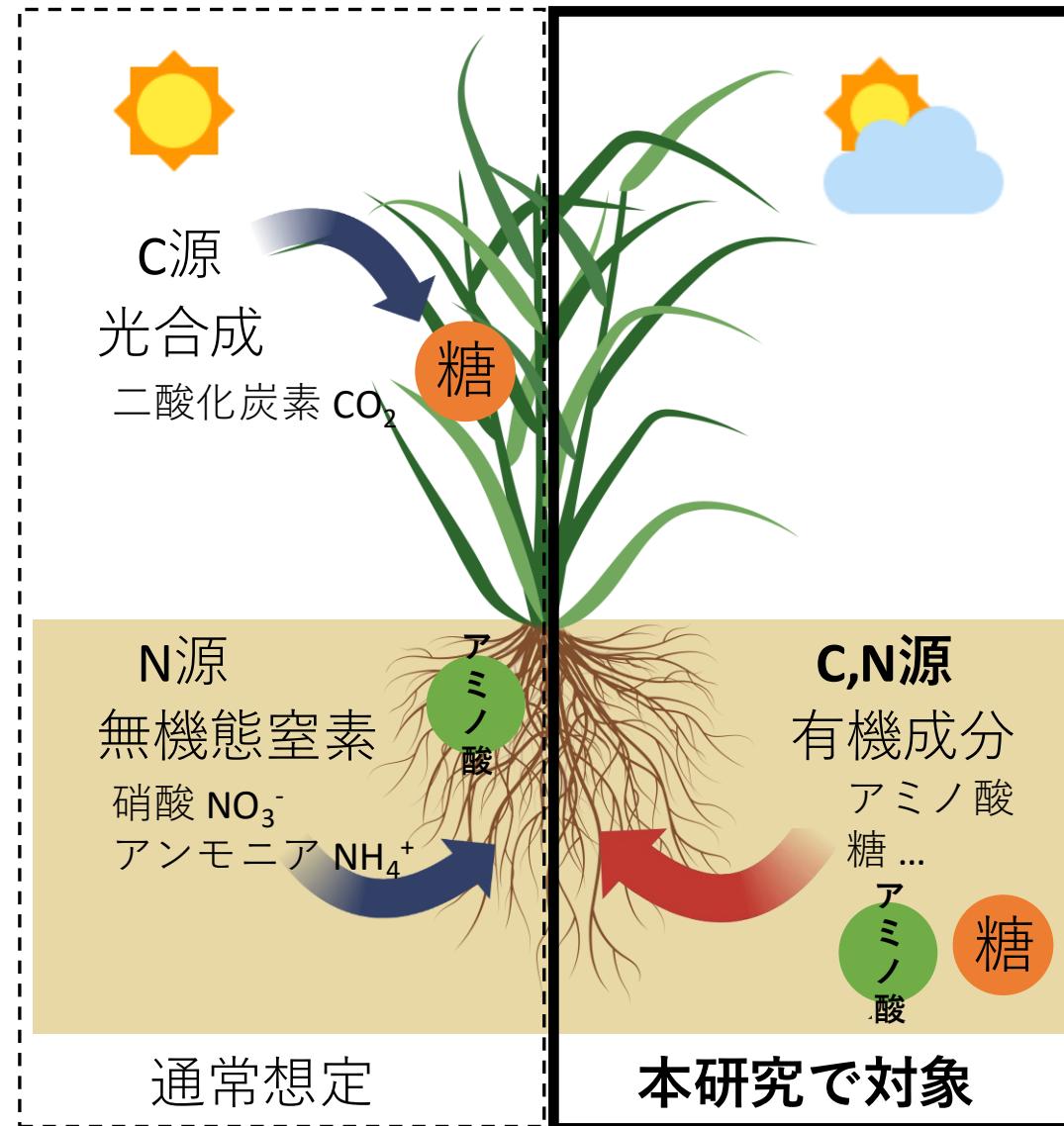
弱光条件下におけるアラニンの吸収とイネ生育への影響



弱光条件下では、アラニンは生育促進効果を発揮

仮説

# 有機成分利用による環境ストレス軽減メカニズム



植物は通常、光合成で二酸化炭素から糖を生産、無機態窒素を吸収しアミノ酸を合成

曇天、高温等で光合成が抑制した場合、根からアミノ酸、糖を直接吸収し、生育低下を抑制しないだろか？

# 土のチカラ、土を活かす

- ✓ アミノ酸の種類により吸収して利用
- ✓ アミノ酸吸収は日照不足などの条件で特に有利
- ✓ 土づくりは気象変動対策に有効な可能性



高品质堆肥



カバークロップ



省力化



品種改良、適正作物