

発表イベント名
2025年10月29日

月や火星を緑の星に -土壤創生技術の開発-

農研機構 野菜花き研究部門
施設生産システム研究領域
施設野菜花き生育制御グループ
上級研究員
篠原信

NARO



月の土 ≠ 土壤

©JAXA/NHK

非土壤に有機物を加えたら？

栽培に使用される非土壤媒体（ロックウール）に鰹煮汁を加え、コマツナ種子を10粒ずつ播種



有機成分が腐敗し、コマツナは育たない

有機質肥料を分解できるのは土壤だけ

土耕栽培

1万年以前

土壤で栽培

有機質肥料
利用可能



無機養液栽培（従来法）

140年前

土壤無し

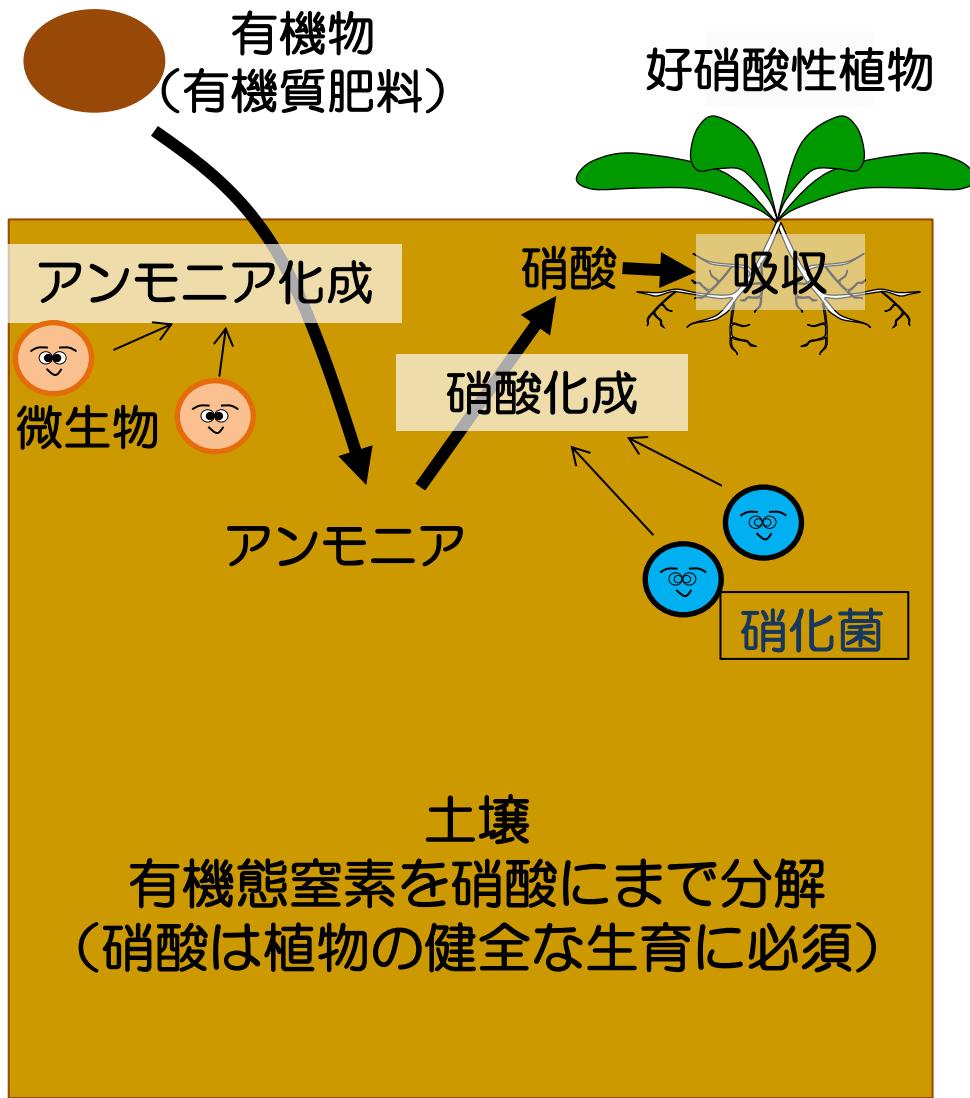
有機質肥料
使用不可
(無機肥料(化学肥料)のみ
使用可能)



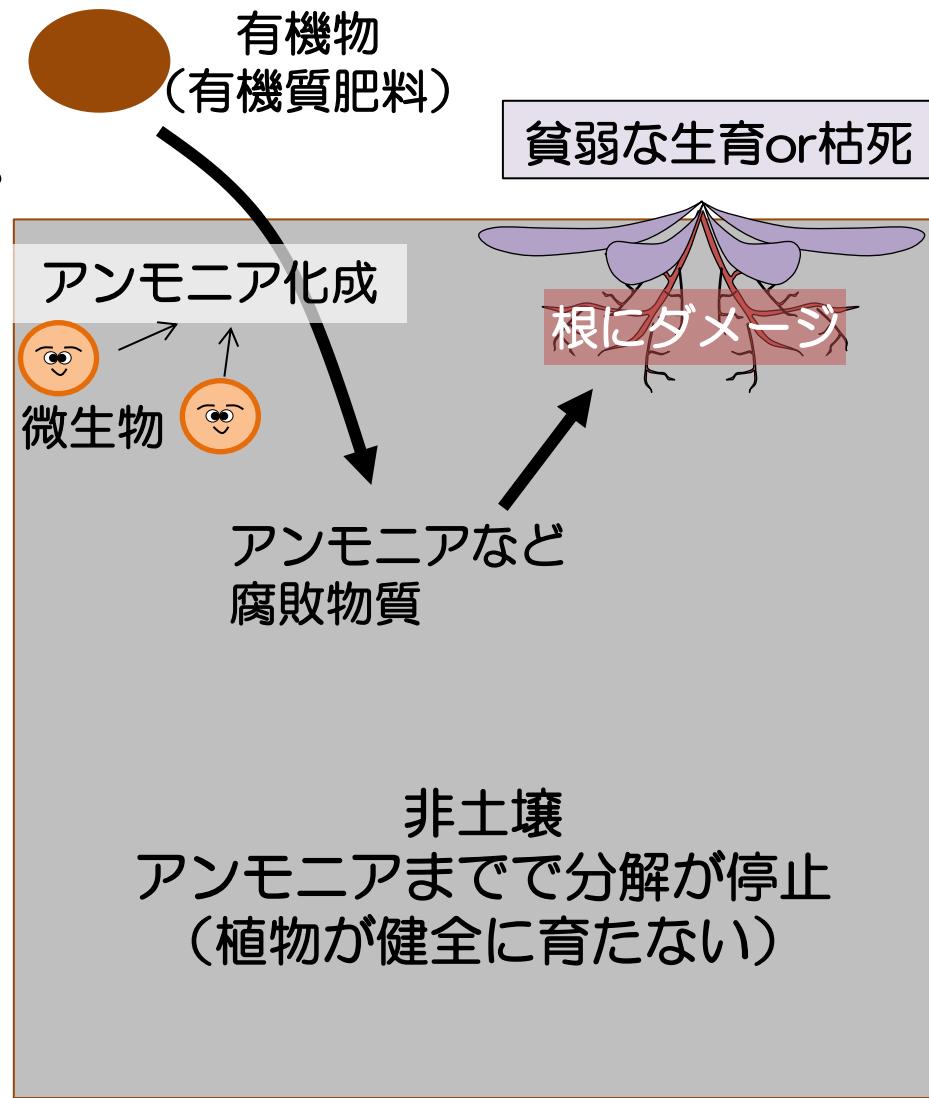
土壤のない場所では食糧生産が困難

土壤以外では1段階しか分解が進まない

硝酸「発酵」

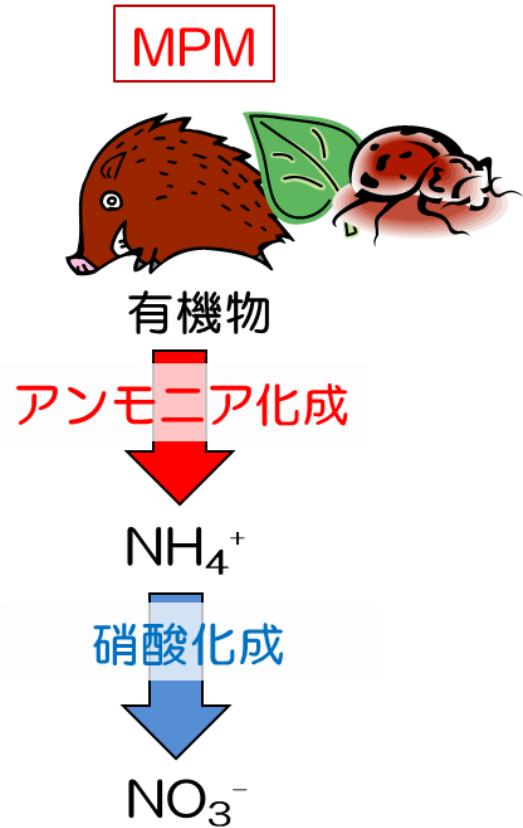
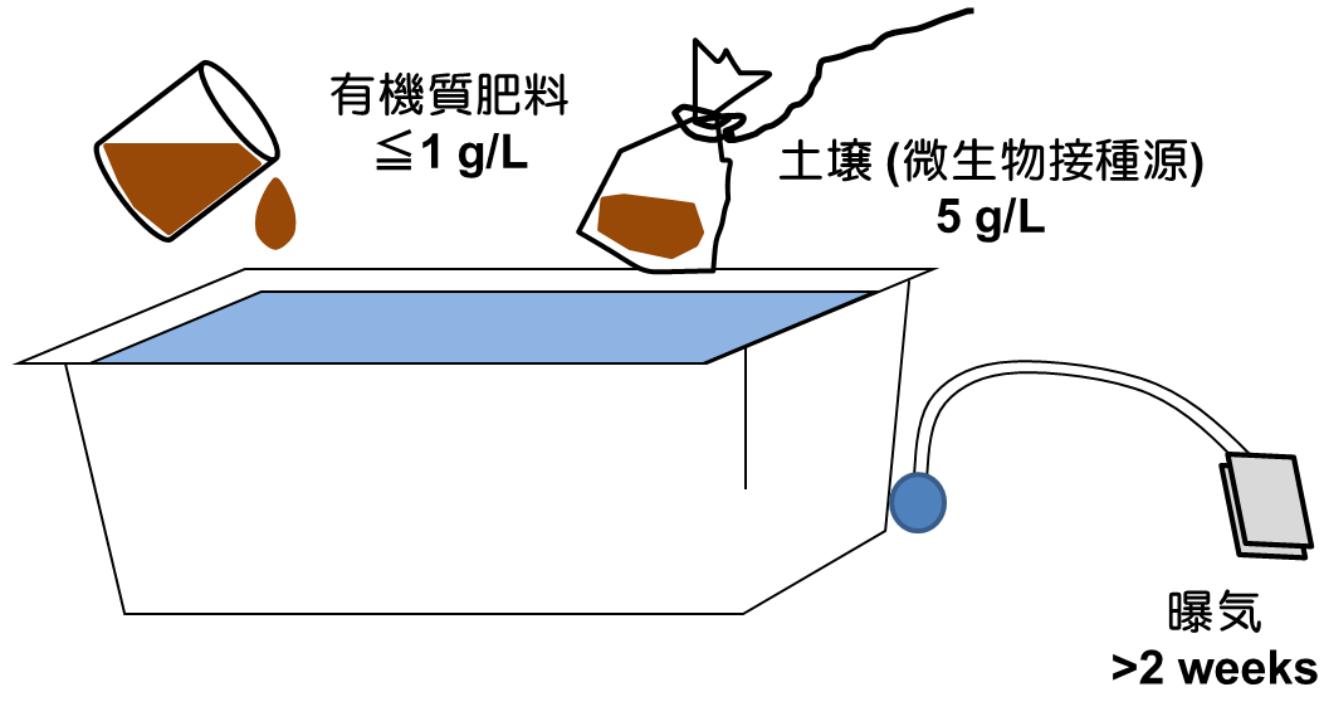


腐敗



並行複式無機化法 (Multiple parallel mineralization)

microbes inoculation : add 5 g/L of soil
 small amount of organic fertilizer : add less than 1 g/L organic fertilizer
 aeration : more than 2 weeks



有機質肥料活用型養液栽培（プロバイオポニックス）



土耕栽培

1万年以前

土壤で栽培

有機質肥料
利用可能



無機養液栽培（従来法）

1868年頃

土壤無し

有機質肥料
使用不可

（無機肥料（化学肥料）の
み使用可能）



有機質肥料活用型
養液栽培
(プロバイオポニックス)

2005年

土壤無し

有機質肥料
利用可能



様々な作物を栽培可能に



Tomato
Solanum lycopersicum



Japanese mustard spinach
Brassica rapa var. *perviridis*



Bok choy
Brassica rapa subsp. *chinensis*



Ginger
Zingiber officinale



Lettuce
Lactuca sativa



Mizuna
Brassica rapa subsp. *japonica*



独自JAS規格制定（2022年3月1日）

プロバイオポニックス技術による養液栽培の農産物



プロバイオポニックス



PROBIOPONICS

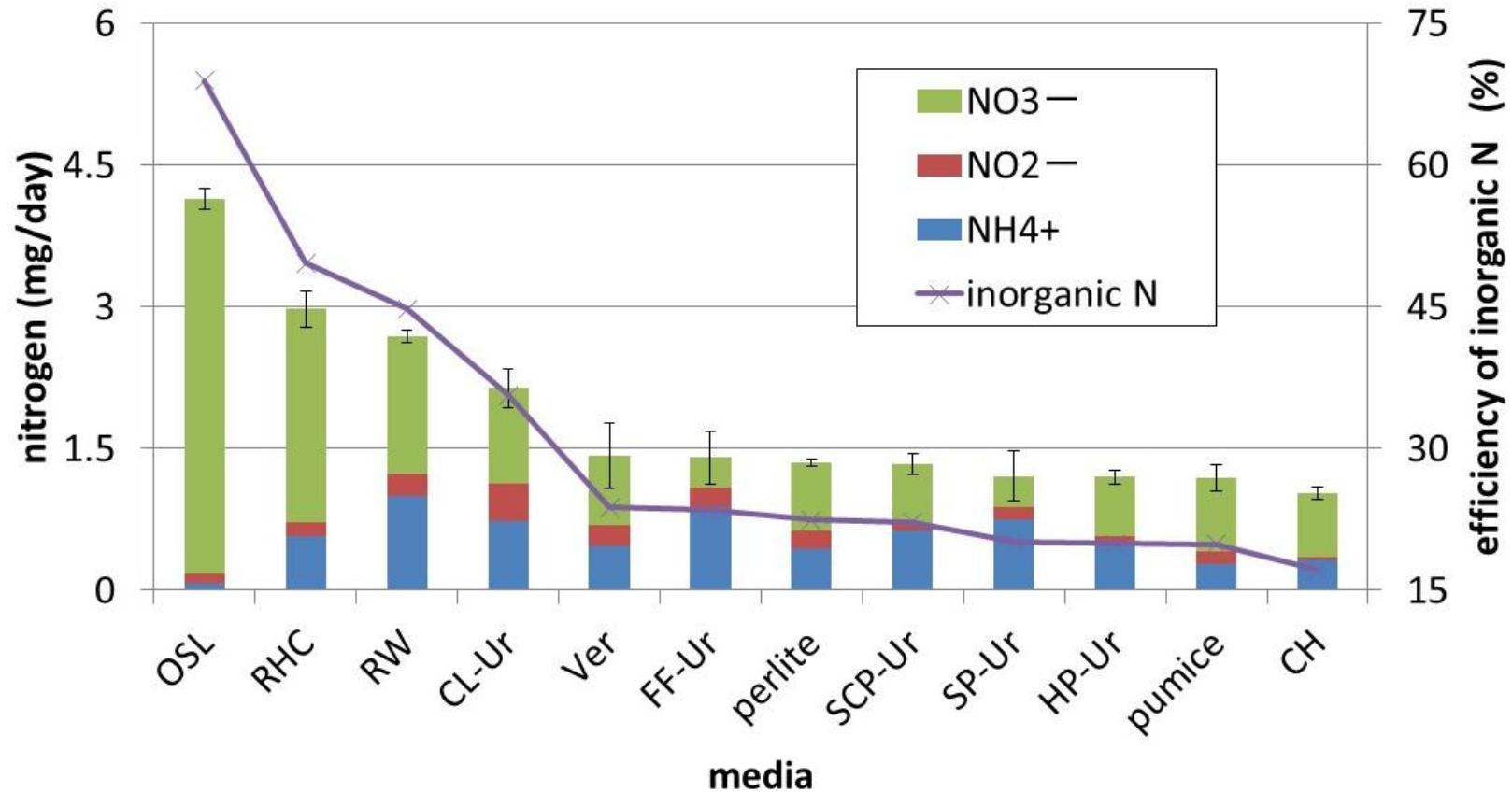
プロバイオティクス（微生物と共存を目指した資材）

+

ハイドロポニックス（水耕栽培）
の造語

土壤化 soilizationによる土壤創生 (無機養分生成能の付与)

非土壤を土壤に変える（土壤化）



OSL: oyster shell lime; RHC: rice husk charcoal; RW: rock wool; CL-Ur: cotton-like urethane; Ver: vermiculite; FF-Ur: fiber form urethane; SCP-Ur: soft & coarse pore urethane; SP-Ur: soft & pore urethane; HP-Ur: hard & pore urethane; CH: coconut husk

ポリウレタンの土壤化（土壤創生）とトマト栽培



✓ レゴリス造粒体での栽培試験

<<栽培条件_コマツナ>>

- ・期間 : 8/24~9/22
- ・場所 : 農研内グロースチャンバー
- ・光照射時間 : 12h(6:00~18:00)
- ・光強度 : 150 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$
- ・温度 : 25°C
- ・施肥量 :

9/3~9/16 4 mgN/1 ml (ソリュブル0.067g)
 9/17~9/21 6 mgN/1 ml (ソリュブル0.1g)

<<生育比較>>

	湿重(g)	乾重(g)
造粒(2~4 mm) +土壤化①	2.227	0.367
未処理区②	0.427	0.043



テラ・フォーミング



地球以外の惑星を、人類の棲める環境に変える技術

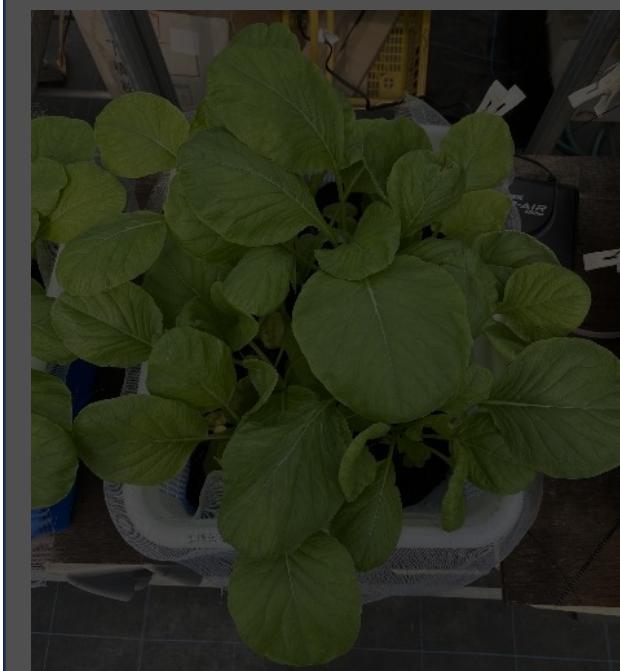
異星の「土」を「土壤」に
変えることができなければ
絵に描いた餅



映画「オデッセイ」

火星の土を「土壤」
に変える微生物資材
が必要

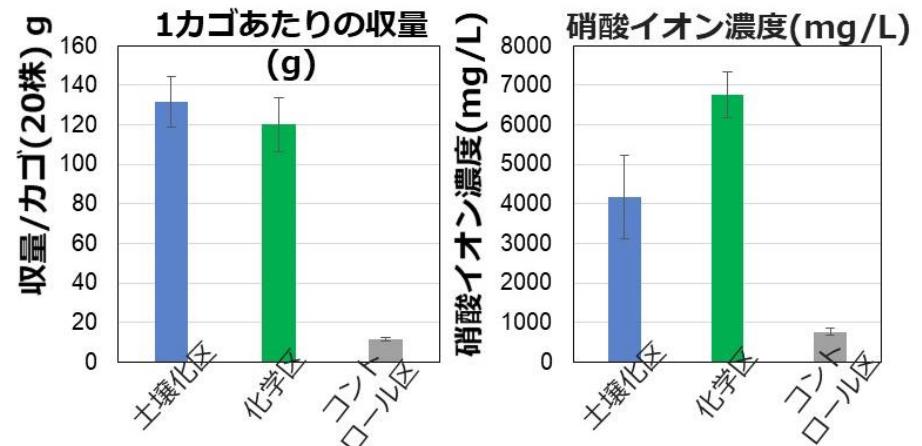
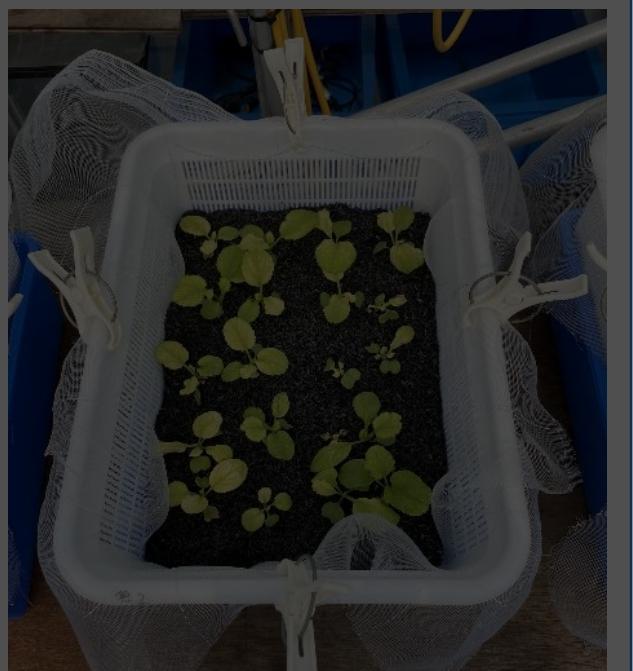
土壤化区



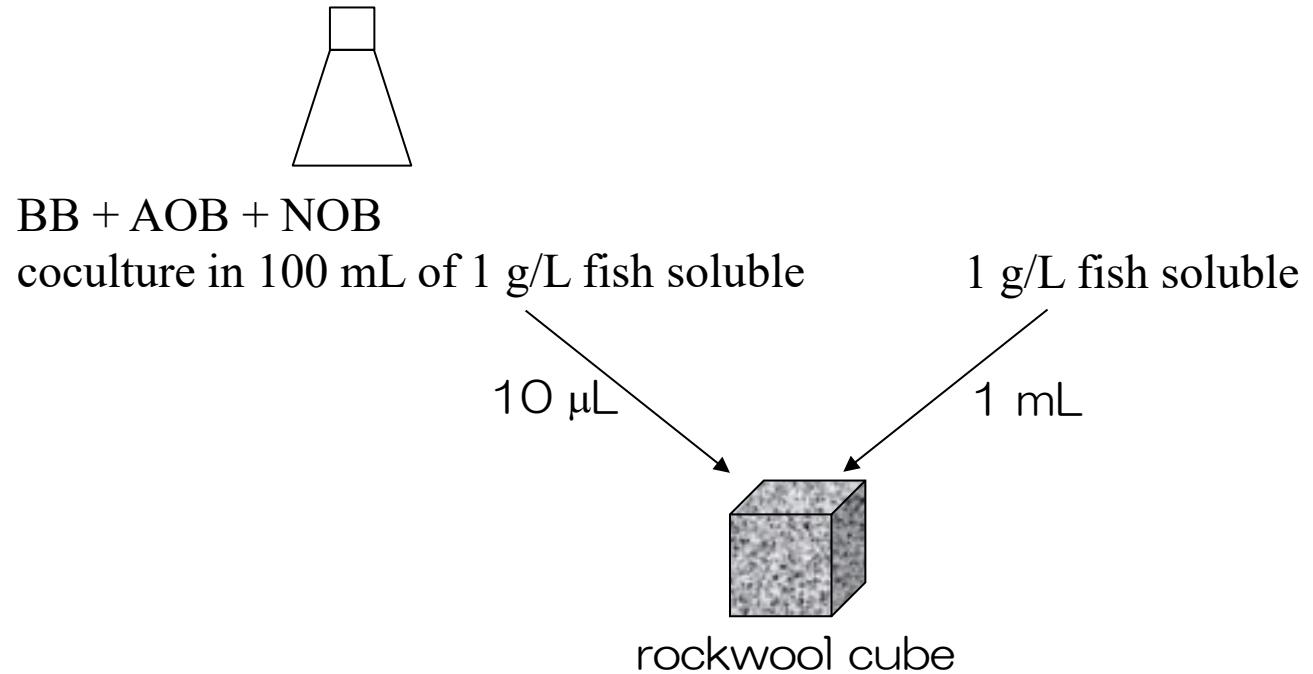
化学区



コントロール区



3菌株のみで土壤機能を再現

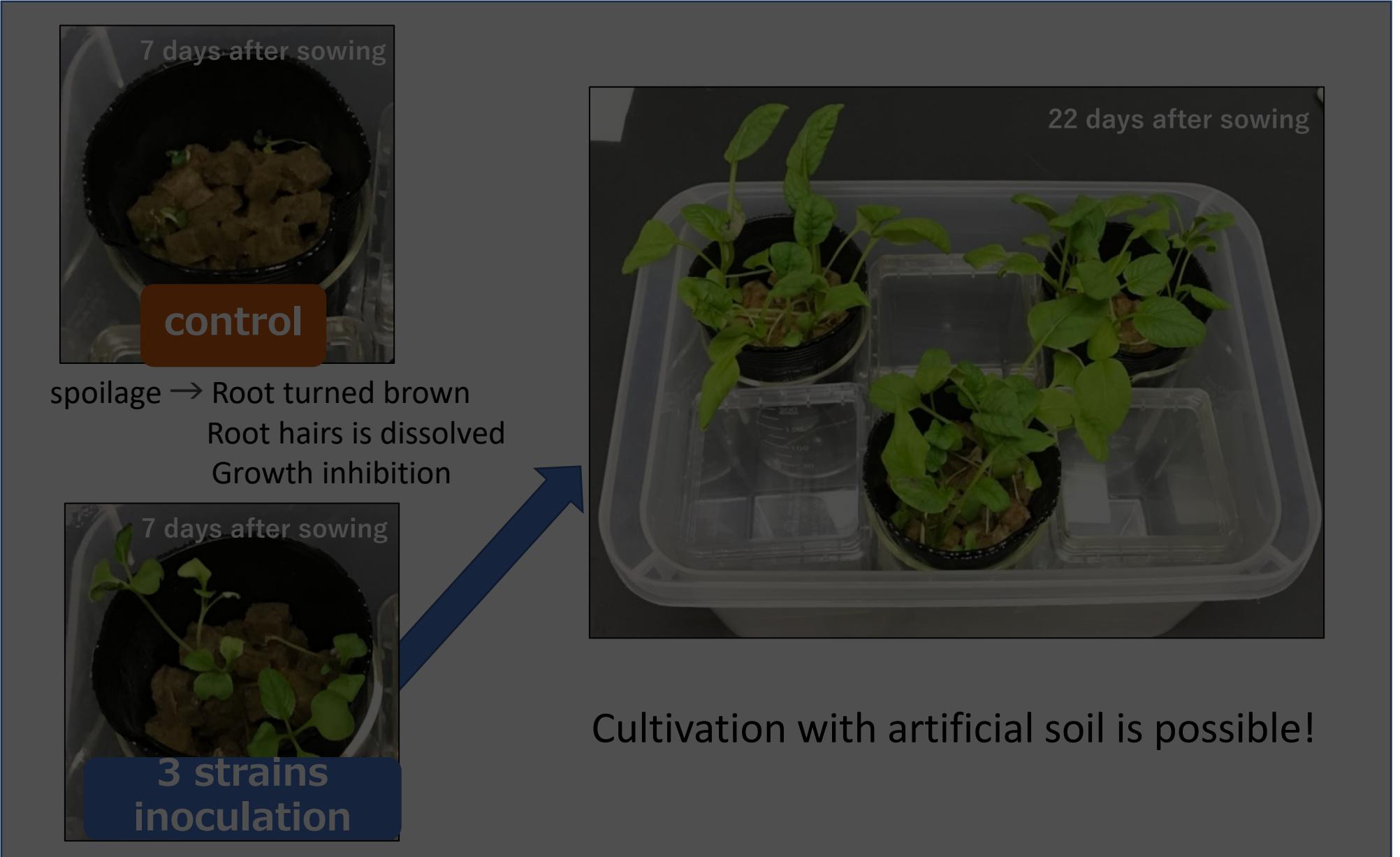


Replicatio ns	NH_4^+	NO_2^-	NO_3^-
1	30	1.9	120
2	30	1.6	135
3	30	1.8	132

MPM

Replications	NH_4^+	NO_2^-	NO_3^-
1	10	0.6	190
2	10	0.7	172
3	0	0.6	148

3菌株のみで土壤化



自然の土壤への畏敬を失わない

「土から離れては生きられないのよ」
(シータ)



宮崎駿監督「天空の城ラピュタ」より

京都大学

小川 順 教授

安藤 晃規 助教

犬飼龍也、宇佐美晶子、溝渕久恭、池本成美、

Saijai Sakuntala、島 純、岡田若子

慶應義塾大学

宮本 憲二 教授

吉田 昭介 助教（当時）

榎原 康文 教授

篠原 亘、川上 了史、黄穎

富山県立大学

加藤 康夫 教授

野村泰治 講師、Richard Metzner

県立広島大学

荻田新次郎 教授

名古屋大学

高野 雅夫 教授

渡邊篤敬、河邑（青山）ちひろ、松井直樹、舟洞久人、岩井喬、伊藤悠樹、原（太田）香菜子、高田惟名、吉田賢啓、西田亮也

浅川 晋 教授

赤木 美咲、米田 恒明、服部 亜紀

茨城大学

佐藤 達夫 准教授

Yufita D. Chinta, Yumi Eguchi

大阪府立環境農林水産総合研究所

森川信也、磯部武志、嘉悦佳子

福島県農業総合センター

三好博子

新潟県農業総合研究所

種村竜太、遠藤昌伸

三重県農業研究所

榎田泰宏、磯崎真英

エスペックミック株式会社

中村謙治

OATアグリオ

犬飼龍矢、三好 規

旭化成

上山健治、竹下英亘、井手上尚弘、植木美賀、押村亜沙美、恩田麻由
野菜茶業研究所（野菜花き研究部門）の皆様

本多健一郎、寺見文宏、白川隆、萩原廣、窪田昌春、山内智史、大西純、
飯田祐一郎、野見山 上原洋一、西和文、中保一浩、上田重文、岩切浩
文、河野真人、別所種久、上村敏彦、山内克之、泉哲朗、澤田将、茂木
永一、西岡和哉、北角昌彦、片岡幸子、藤井栄美、米川陽子、藤井紀子、
寺見也子、藤原和樹、Meeboon Jamjan、西田亮也、北角あゆみ、中
島英理夏、草深里美、伊藤まゆみ、張玉玲、藤井政弘、野崎守

有機質肥料活用型養液栽培研究会の皆様

平成24年度 農林水産省実用技術開発事業

平成25年度 科研費（基盤B）

平成28年度 ALCA

平成29年度 萌芽研究

令和3年度 SpaceFood

令和4年度 GI事業