

有機堆肥を長期施用した 不耕起畑の土壌物理性

土壌圏循環学教育研究分野

515311 岡野 綾

発表日：2019年8月21日

はじめに

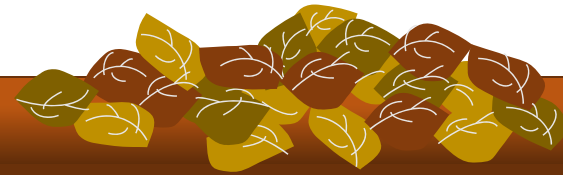
有機堆肥、不耕起栽培

→有機物(炭素)の増加により土壌の団粒構造が発達

→団粒構造には階層性

構造(団粒内外の間隙サイズと分布・表面積)

保水性と透水性



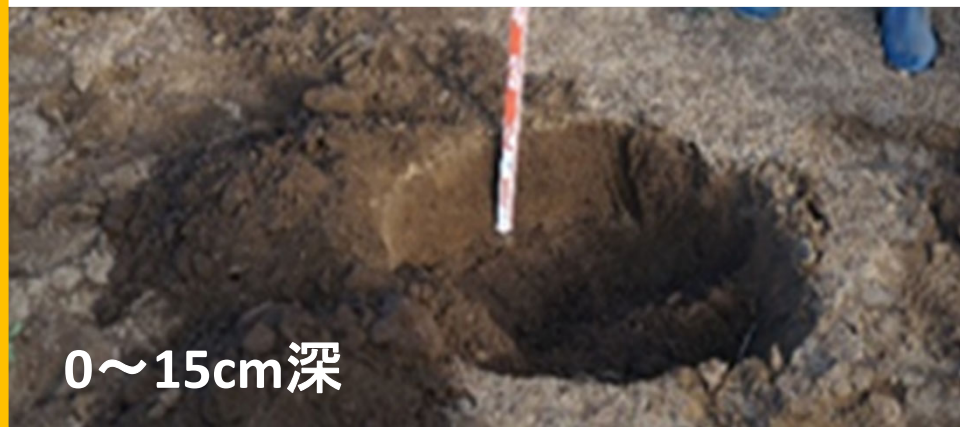
有機堆肥と不耕起栽培による 土壌構造の変化と保水性・透水性の関係

乾燥密度・比表面積

水分特性曲線 不飽和透水係数

農業・食品産業技術総合研究機構農業環境変動研究センター

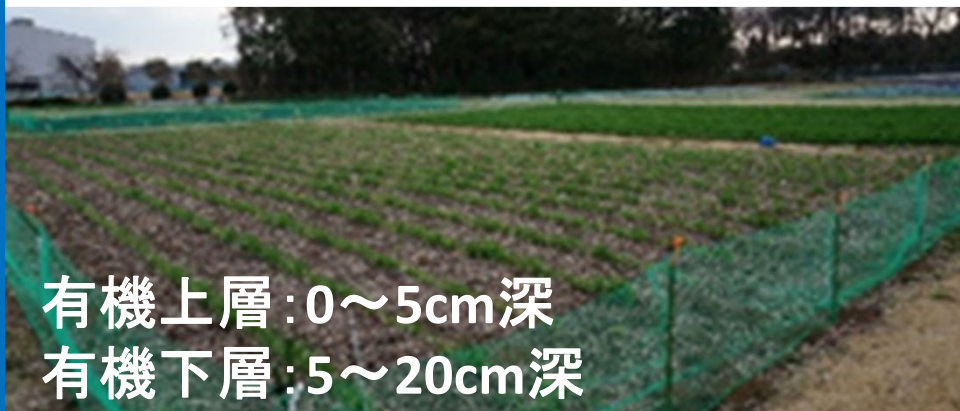
化成根なし・化成肥料30年
(耕起栽培)・作物の根 ×



化成根あり・化成肥料30年
(耕起栽培)・作物の根 ○



有機・落ち葉30年
(不耕起栽培)・作物の根 ○

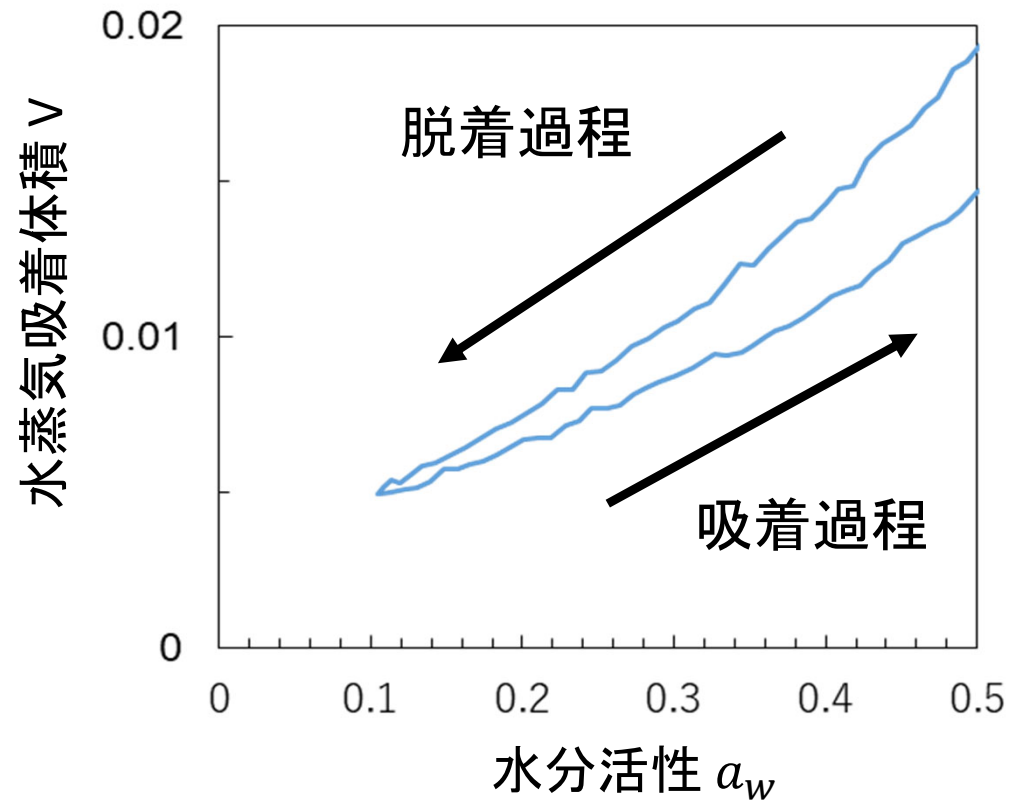


裸地・堆肥 ×



方法1(比表面積)

水分吸脱着測定装置



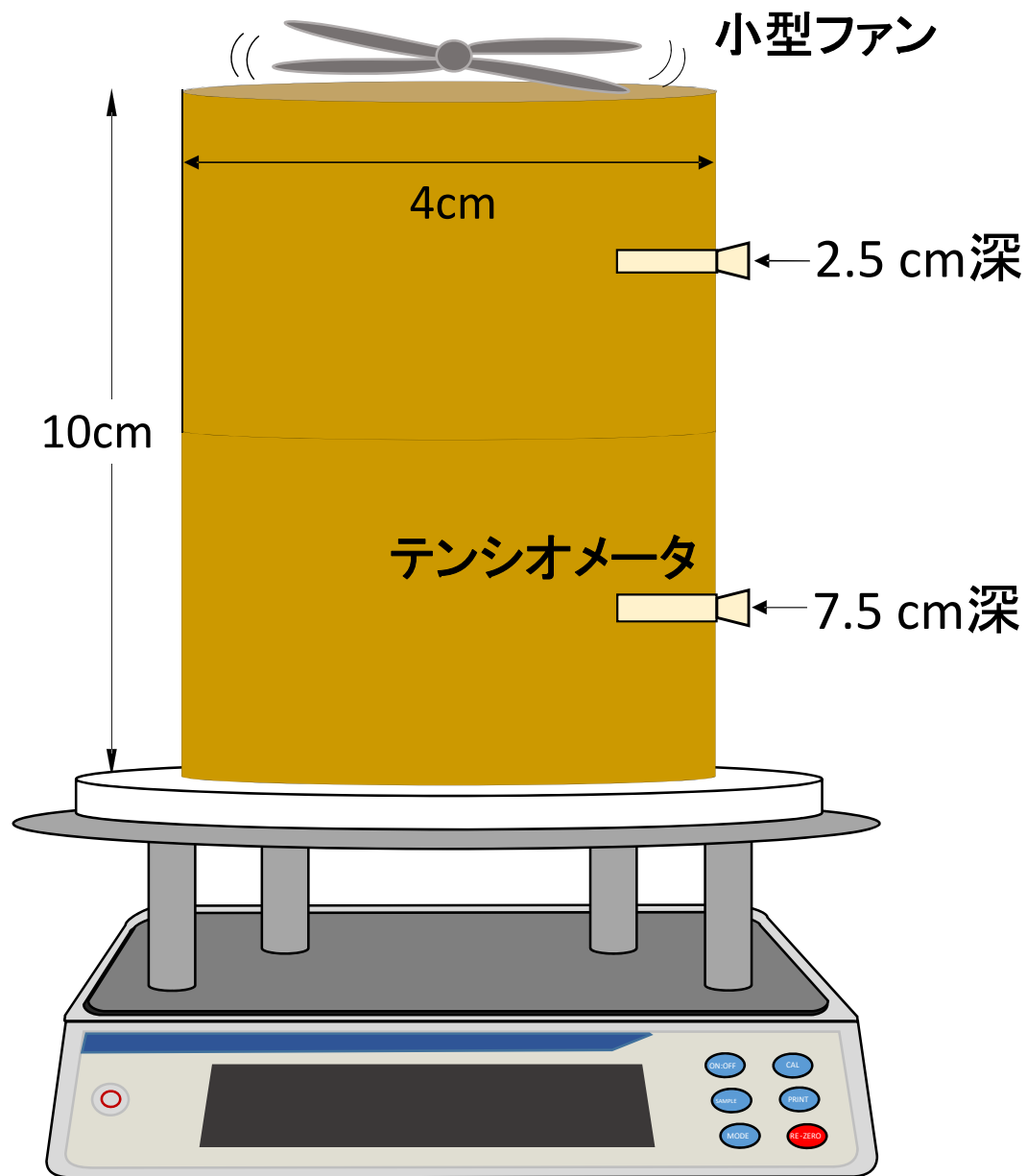
$$\frac{a_w}{V(1 - a_w)} = \frac{1}{V_m C} + \frac{(C - 1)a_w}{V_m C}$$

V_m : 単分子吸着量
 C : 吸着熱に関する定数

BET式を適合して求めた単分子吸着量 V_m から

土粒子の表面水分吸着の比表面積を測定

方法2(不飽和透水係数)



実験手順

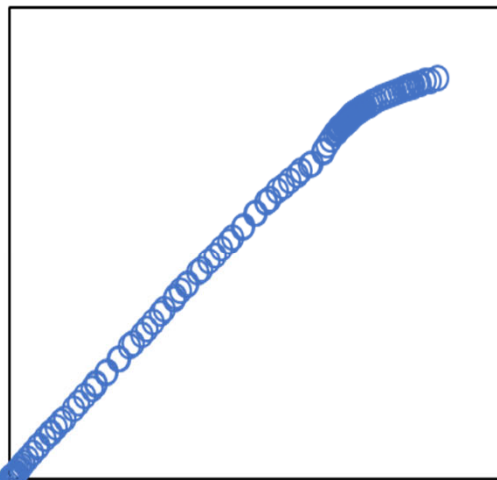
- ①カラムに各乾燥密度で試料充填
- ②2日間マリOTT管で飽和
- ③25°Cの室内で地表面から蒸発

測定項目

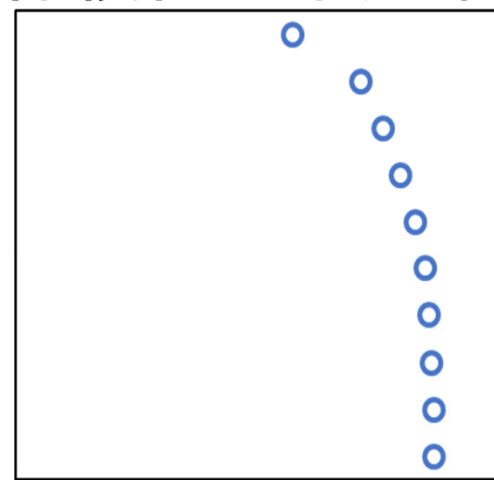
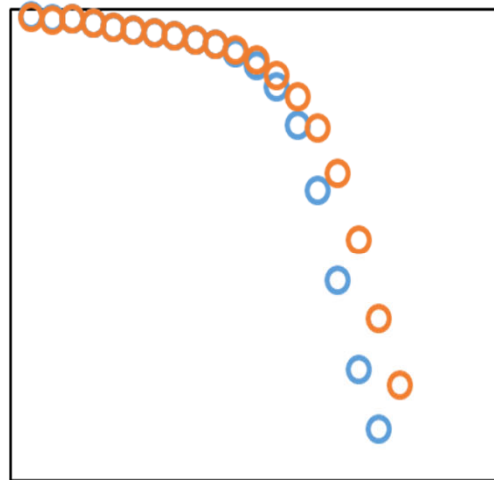
- ・蒸発速度 : 電子天秤
- ・土中水圧力 : テンシオメータ

方法2(不飽和透水係数)

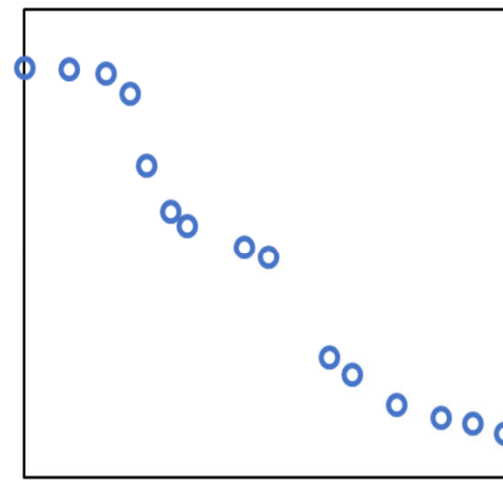
積算蒸発量



土中水圧力変化 体積含水率分布



水分特性曲線



リチャーズ式

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left[\underbrace{K_{Lh} \left(\frac{\partial h}{\partial z} + 1 \right)}_{\text{液状水移動}} + \underbrace{K_{Vh} \frac{\partial h}{\partial z}}_{\text{水蒸気移動}} \right]$$

液状水移動

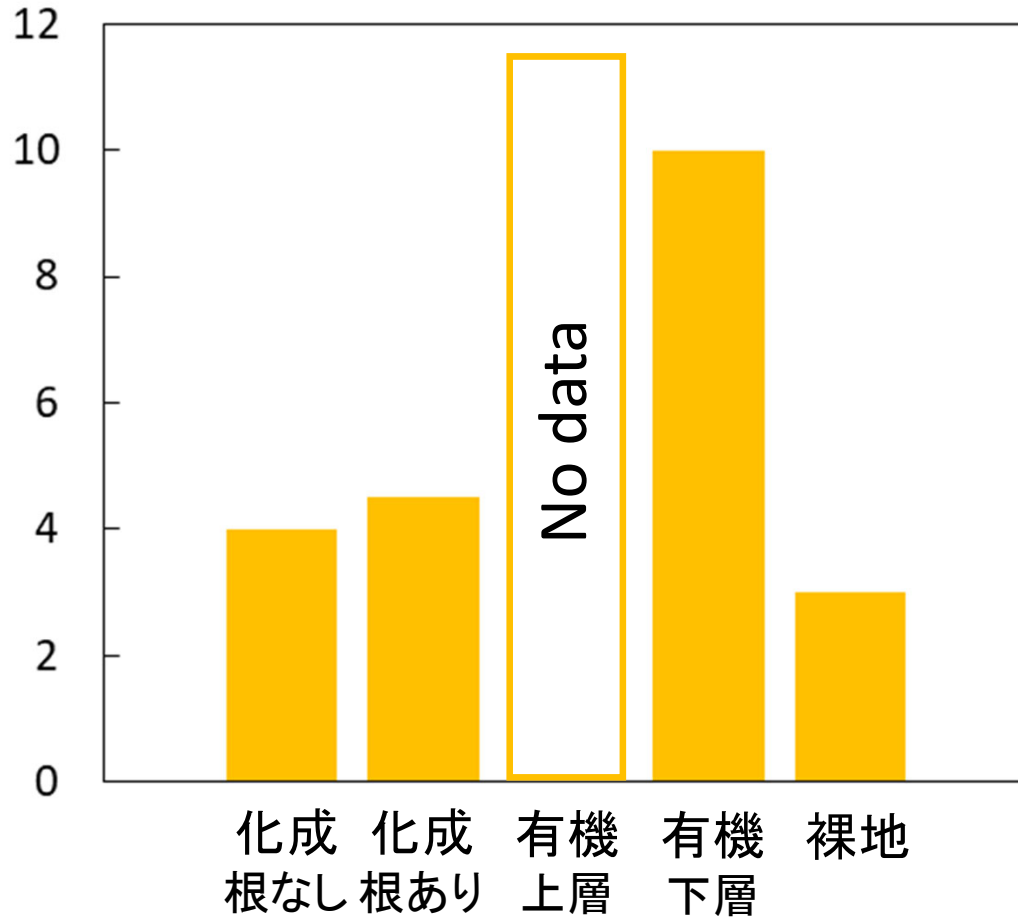
水蒸気移動

数値解を適合して

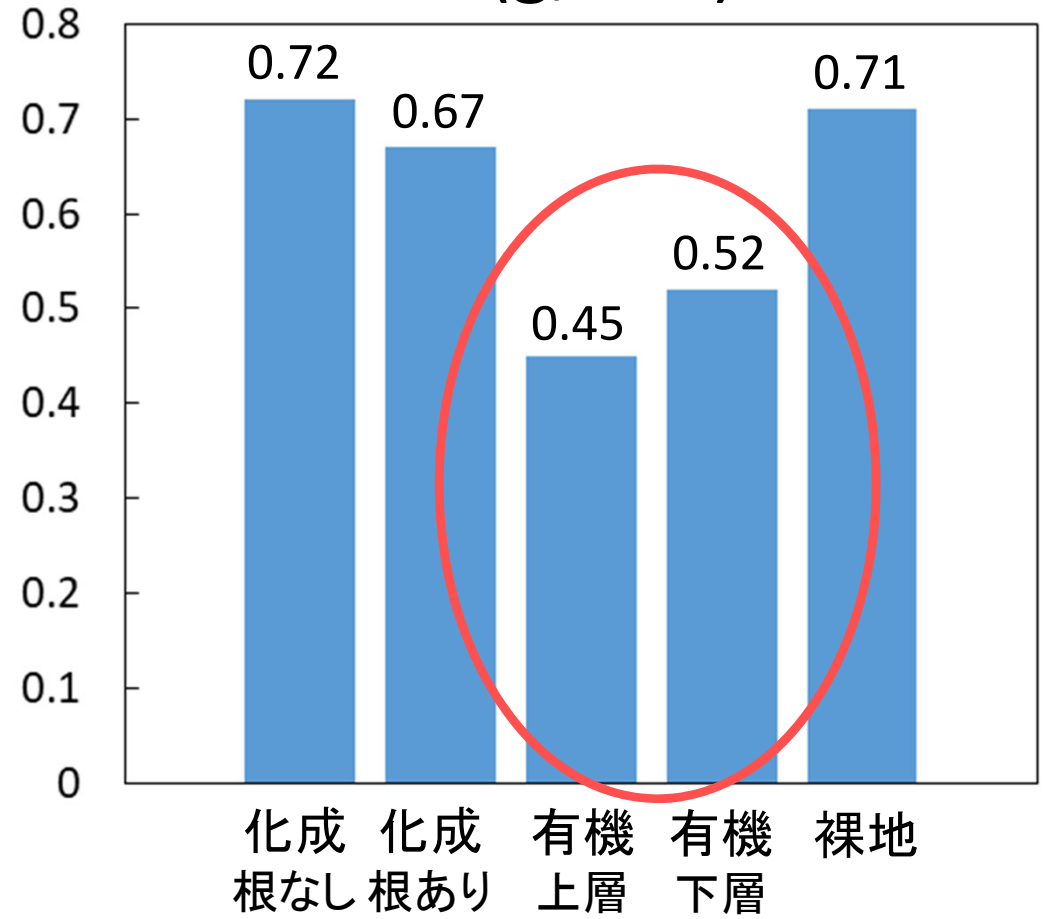
水分特性曲線と不飽和透水係数 K_{Lh} を推定

結果(乾燥密度)

炭素含有率 (%)

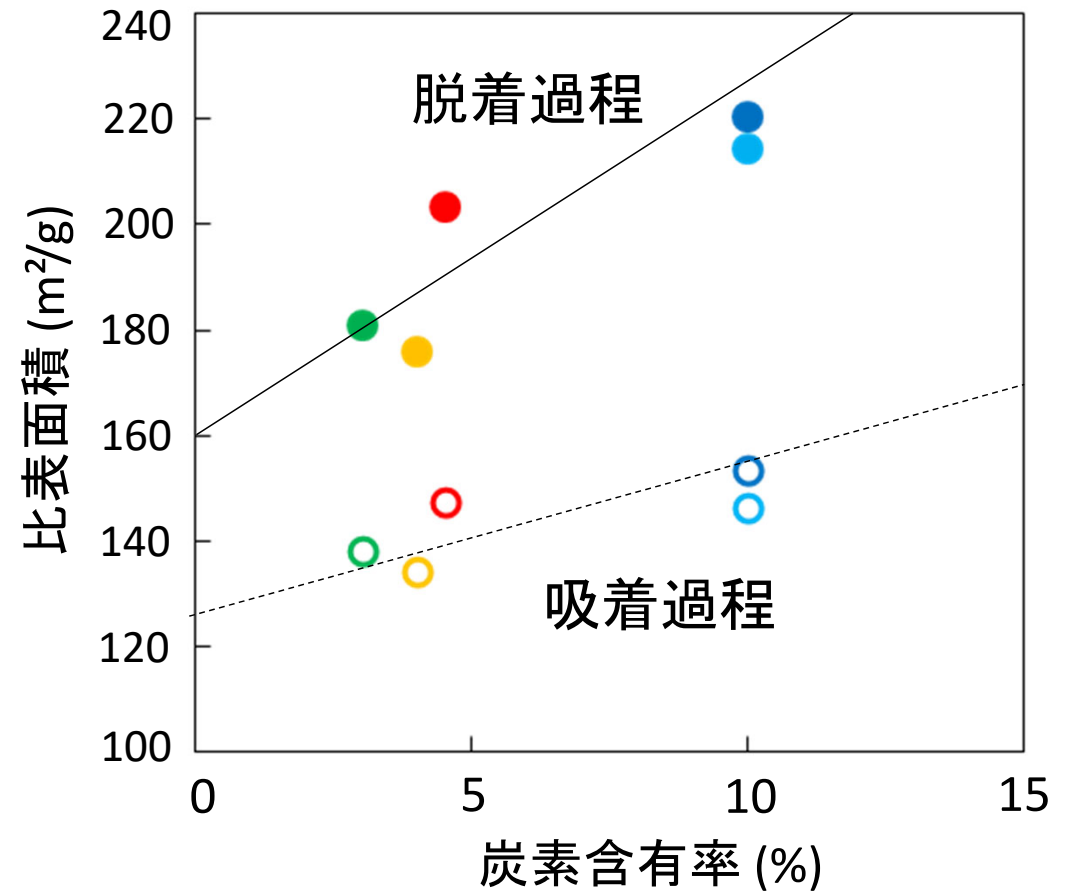
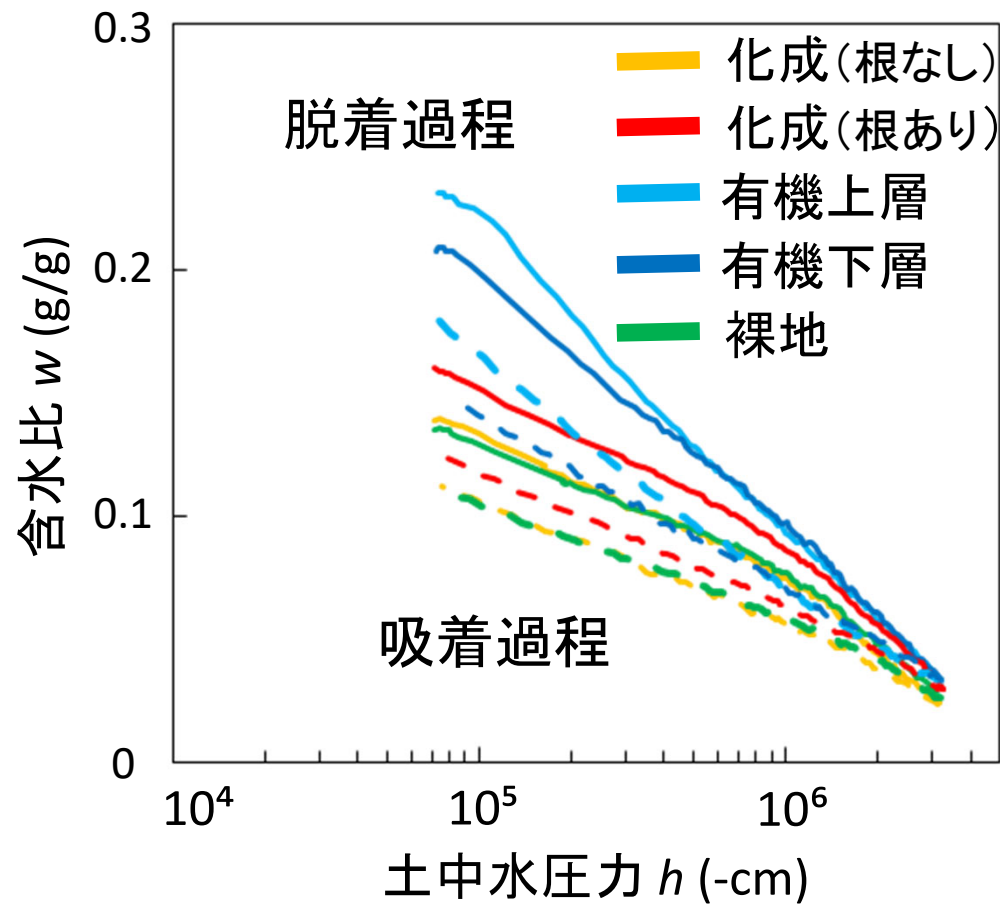


乾燥密度 (g/cm³)



炭素含有率が高いほど乾燥密度が小さい

結果(比表面積)

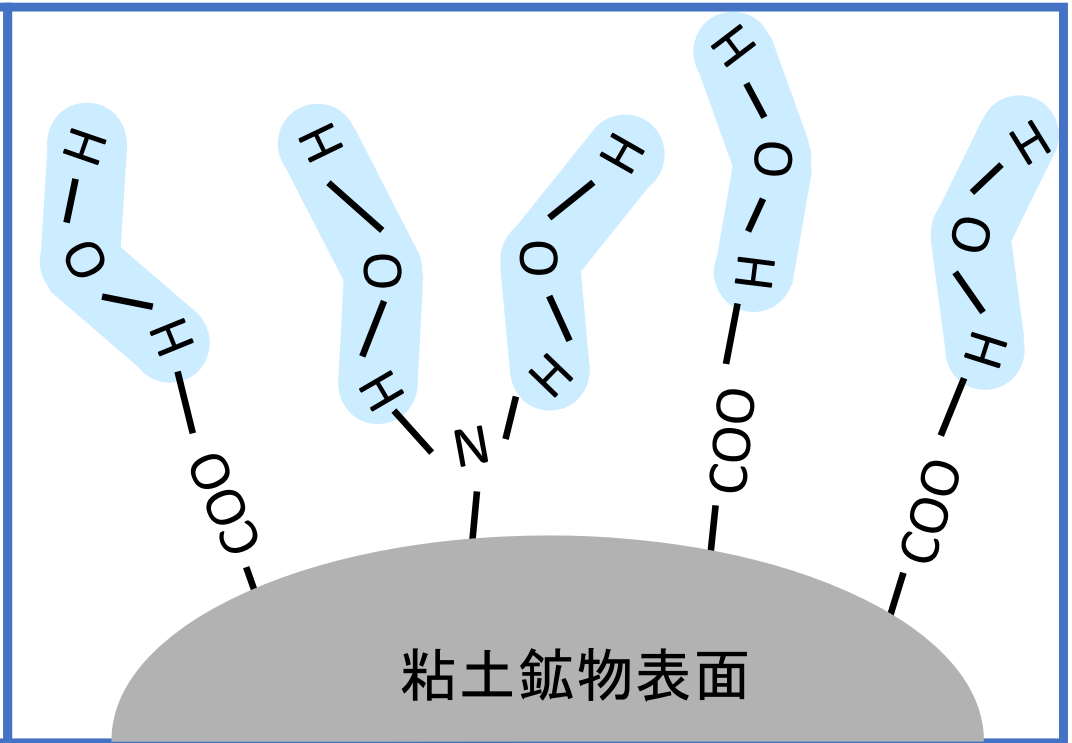
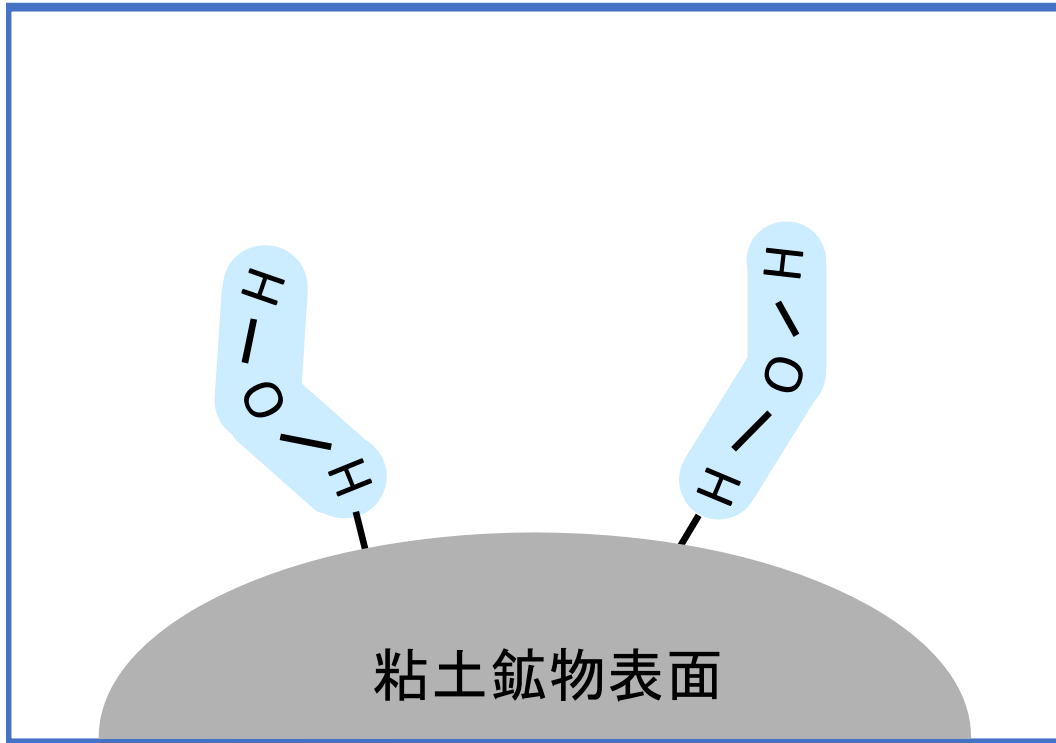
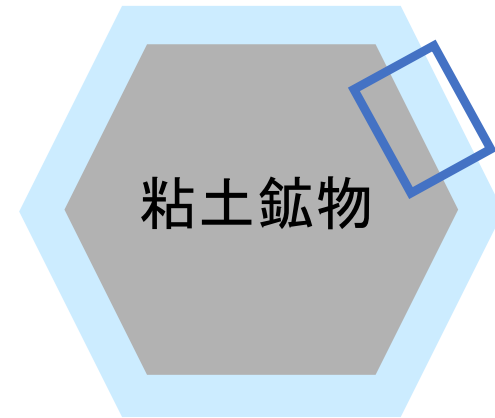
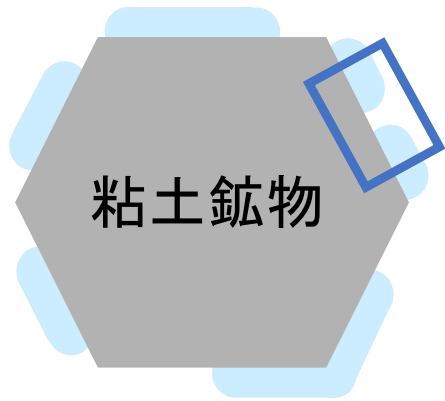


有機物の増加 → 水分吸着の比表面積が増加

脱着過程と吸着過程の違い(ヒステリシス)も大きくなる

化成肥料＋耕起栽培

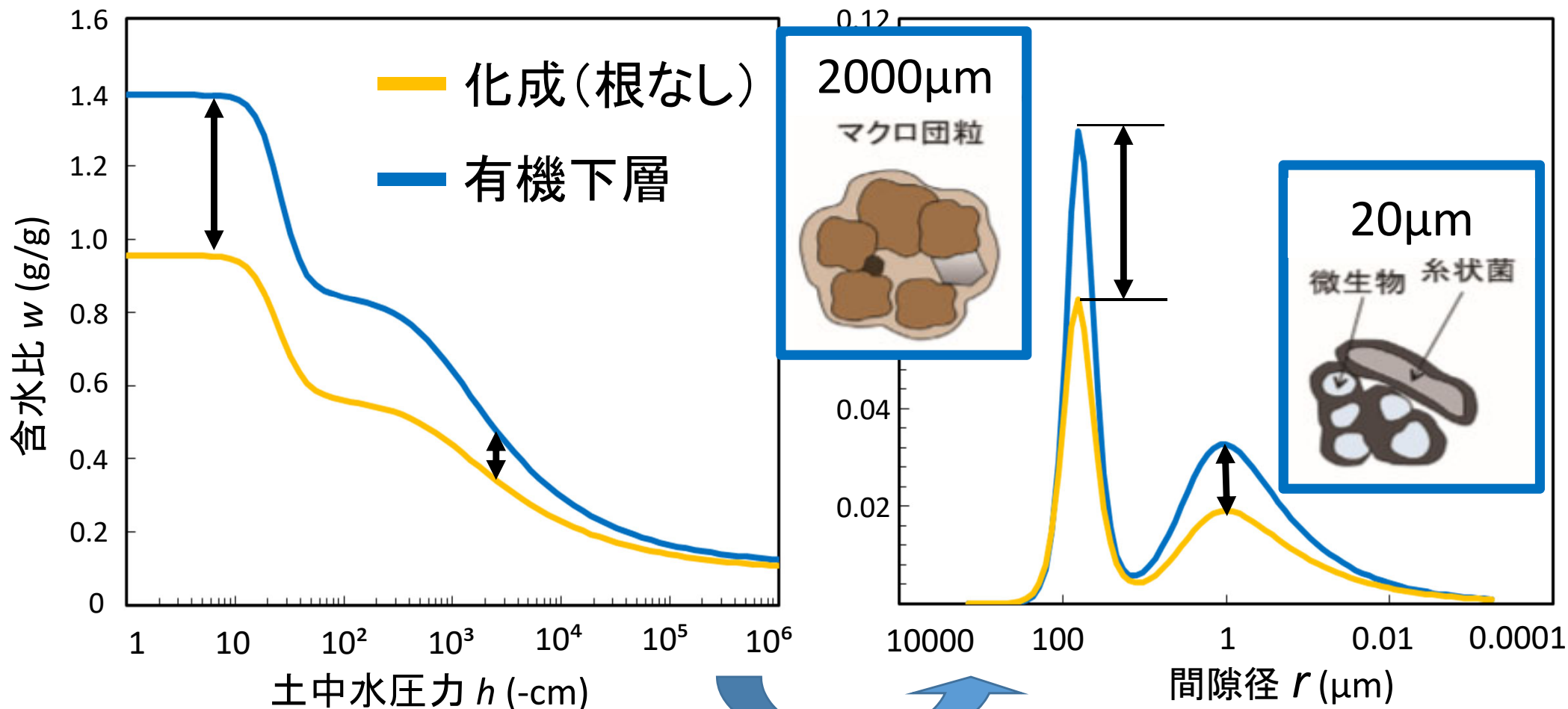
有機堆肥＋不耕起栽培



土粒子表面に吸着した有機物により水分子が増加

水分特性曲線 (h-w)

間隙径分布



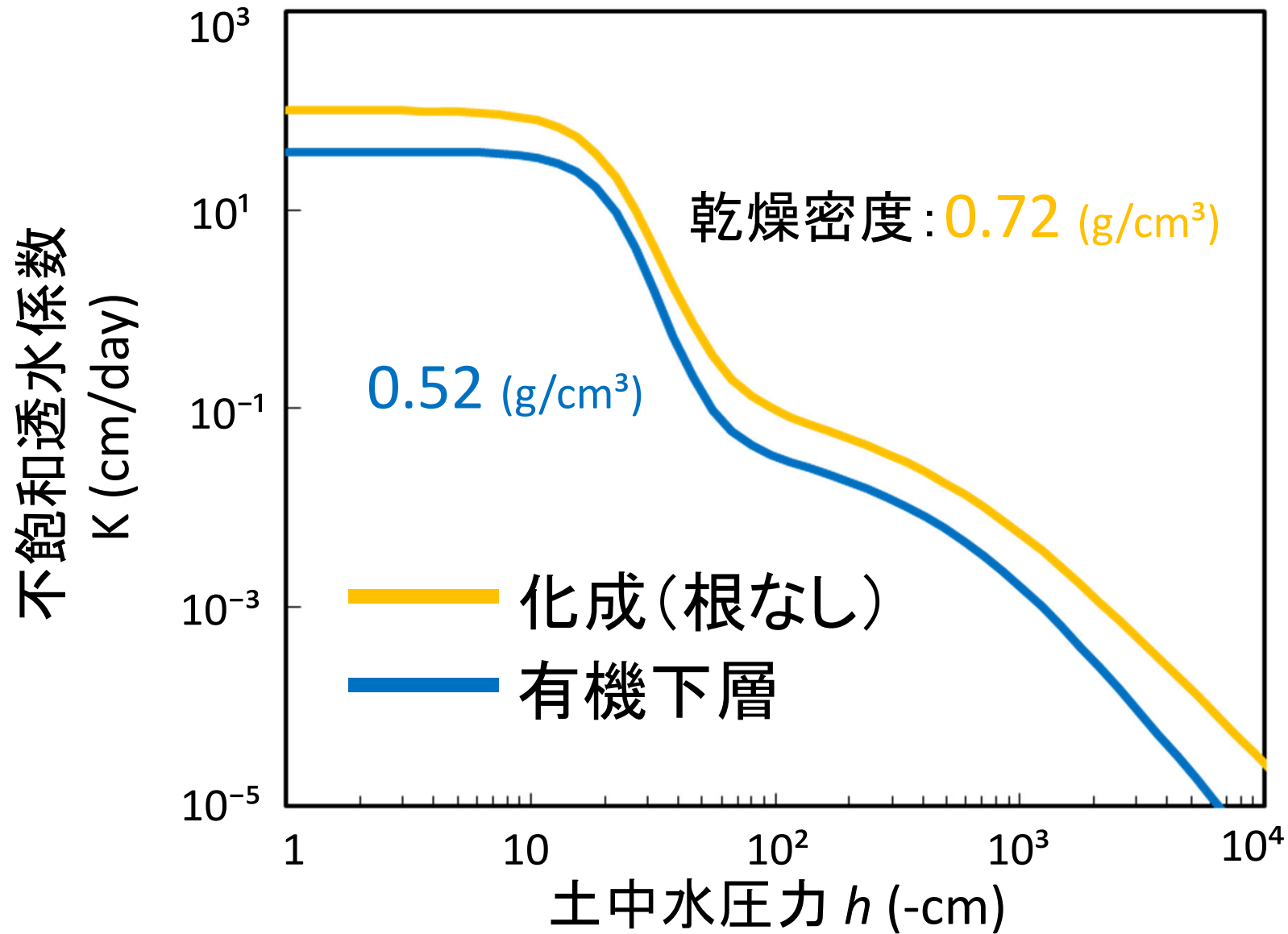
等価毛管半径

$$r = -\frac{2\sigma}{h}$$

r : 間隙径
 σ : 表面張力 ($7.27 \times 10^{-2} \text{ J/m}^2$)

有機物の増加 → 数mm, 数十 μm の2つの階層の団粒が発達

結果(不飽和透水係数)



乾燥密度が小さいのに透水性は低下

おわりに

有機堆肥＋不耕起栽培を行うことで

- 乾燥密度の低下と比表面積の増加
- 1 g当たりの保水性が増加（水分特性曲線）
- 透水性が全体的に低下（不飽和透水係数）



様々なサイズの有機物が増加し、3つの階層の団粒が発達

- 数百nmの粘土鉱物表面の構造が変化
- 数mm, 数十 μm の団粒構造が発達

