

分析化学会北海道支部 第31回緑陰セミナー

Part 2

Ase1 の森 (ドイツHildesheim近く)



西ドイツAse1 森の黒色土



チェルノーゼム(モ
リソル)と呼ばれ、
多量の土壤有機物
を蓄積している。
母材は、氷河に由
来するレスである。

ドイツ Soellingen 小麦畑



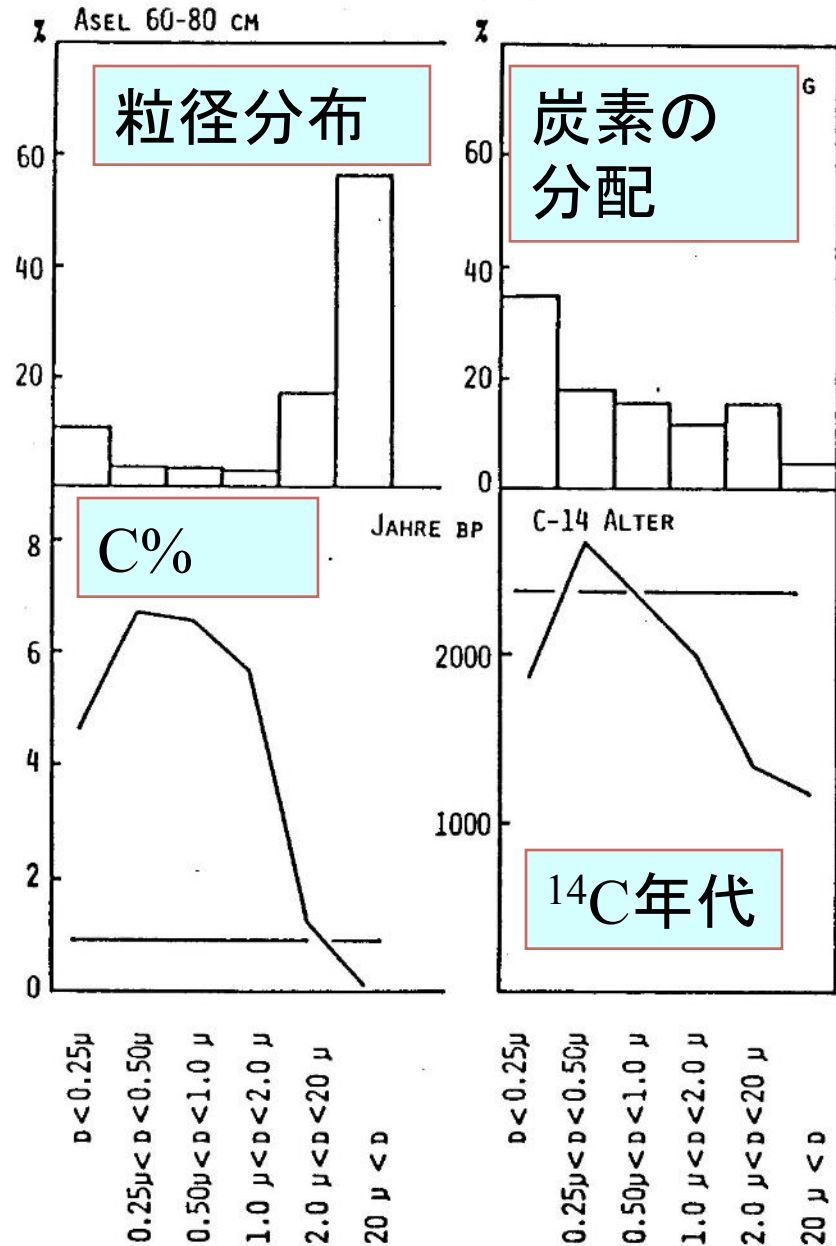
西ドイツSoellingen 畑の黒色土



土壌粒子の粒径と
有機物の安定化
(チェルノーゼム土
壤の場合)

粘土に結合した
有機物は安定化
され、長い年代、
土壌中に残留す
る。

私のハンブルグ大学で
の研究 (1983)



私の研究の始まり

卒論テーマ：
腐植酸の還元による色の変化

各種の土壌から得られた約20点の腐植酸について、その暗褐色の原因をさぐるため、 NaBH_4 還元による吸収スペクトルの変化を調べた。

実験条件の検討のため、pHと吸収スペクトルの関係についても検討した。

大学院時代

最終的に約40点の腐植酸を分析し、土壌の種類との関係や腐植化の進行に伴う腐植酸の化学的性質の変化を調べた。

指導教官： 鋤塚昭三先生（当時は助教授）

教授の熊田恭一先生からも常にアドバイスを頂いた。

腐植物質の元素組成の 総合的な表現

- 元素組成を総合的に表現する指標としては、以下のようなものがある。以下の計算では全て原子数が用いられている。

私の大学院時代の研究の一部

燃焼率

- 燃焼率(CQ)はTamiya (1932)が提案した 呼吸商の理論値
- $CQ = 4C / (4C + H - 3N - 2O)$ ----- (1)

によって表される。

酸化の際の CO_2 呼出量と O_2 吸収量の比

脂質(トリスチアリン酸)→0.7

タンパク質→0.8、糖→1.0、芳香族→>1.0

不飽和度

- 不飽和度(DU)は炭素100当りの不飽和結合および環結合の数を示し、
$$DUH = (2C + N - H) / 2C \times 100 \text{ ----- (2)}$$
で表すことができる。
- 分子式のわかった化合物では
$$DUH = (2C + N + 2 - H) / 2C \times 100$$
 となるが
腐植物質は分子式未知の巨大分子のため定数項(+2)
を除去した (筒木1989 化学総説 土の化学)

酸化度

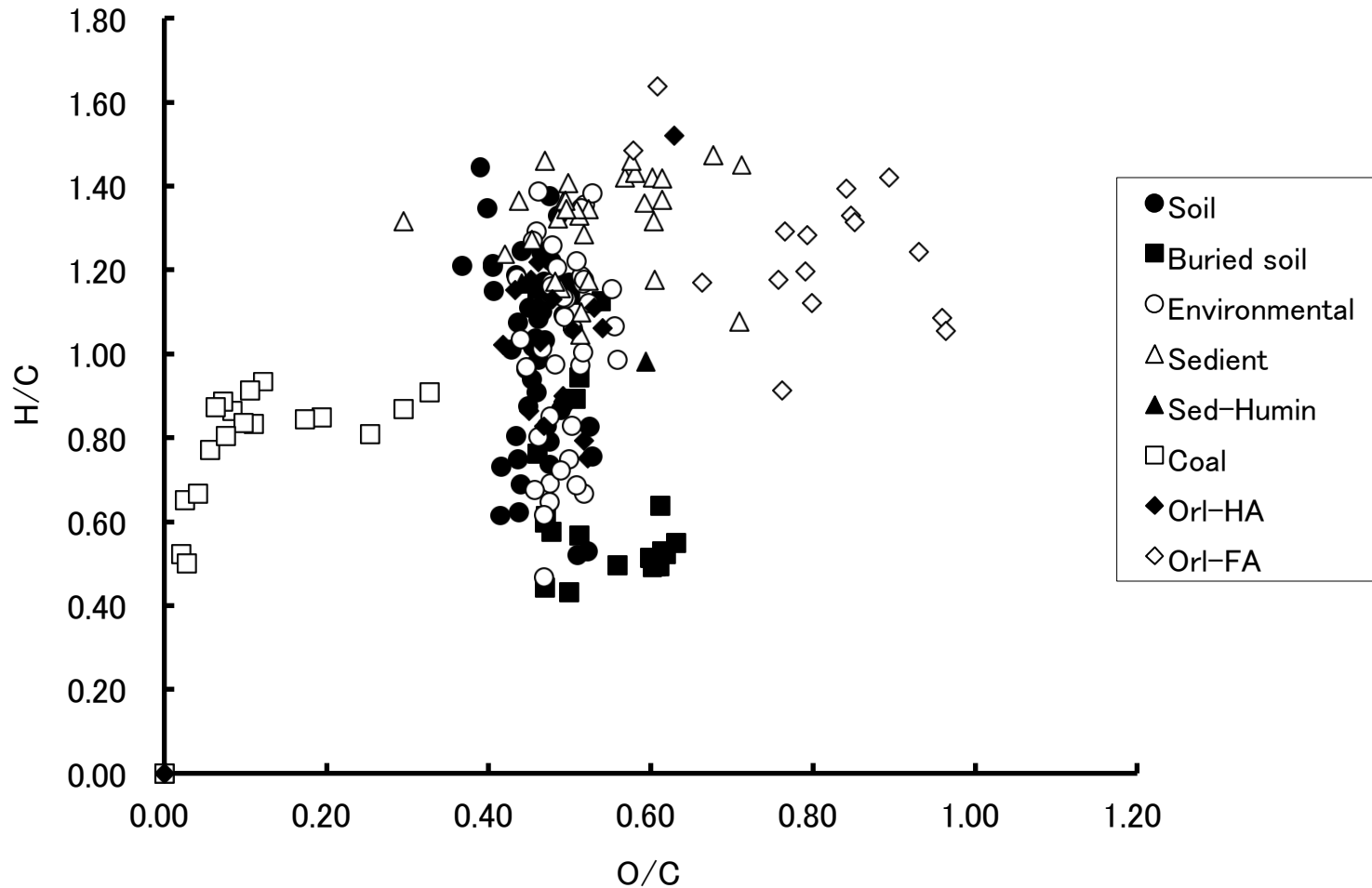
$$\omega = (2O - H) / C \quad \text{----- (3)}$$

によって計算され、分子内の酸素および水素の過不足を、 $C_n(H_2O)_n$ との比較において示すものである⁶⁾。

- 腐植物質におけるこの値は -0.8 から $+0.9$ の間に分布
- 筒木(2008環境中の腐植物質 三共出版)

腐植物質の元素組成

H/CとO/Cの関係 (van Krevelen 1961の図に筒木らの腐植酸のデータを重ねたもの。)



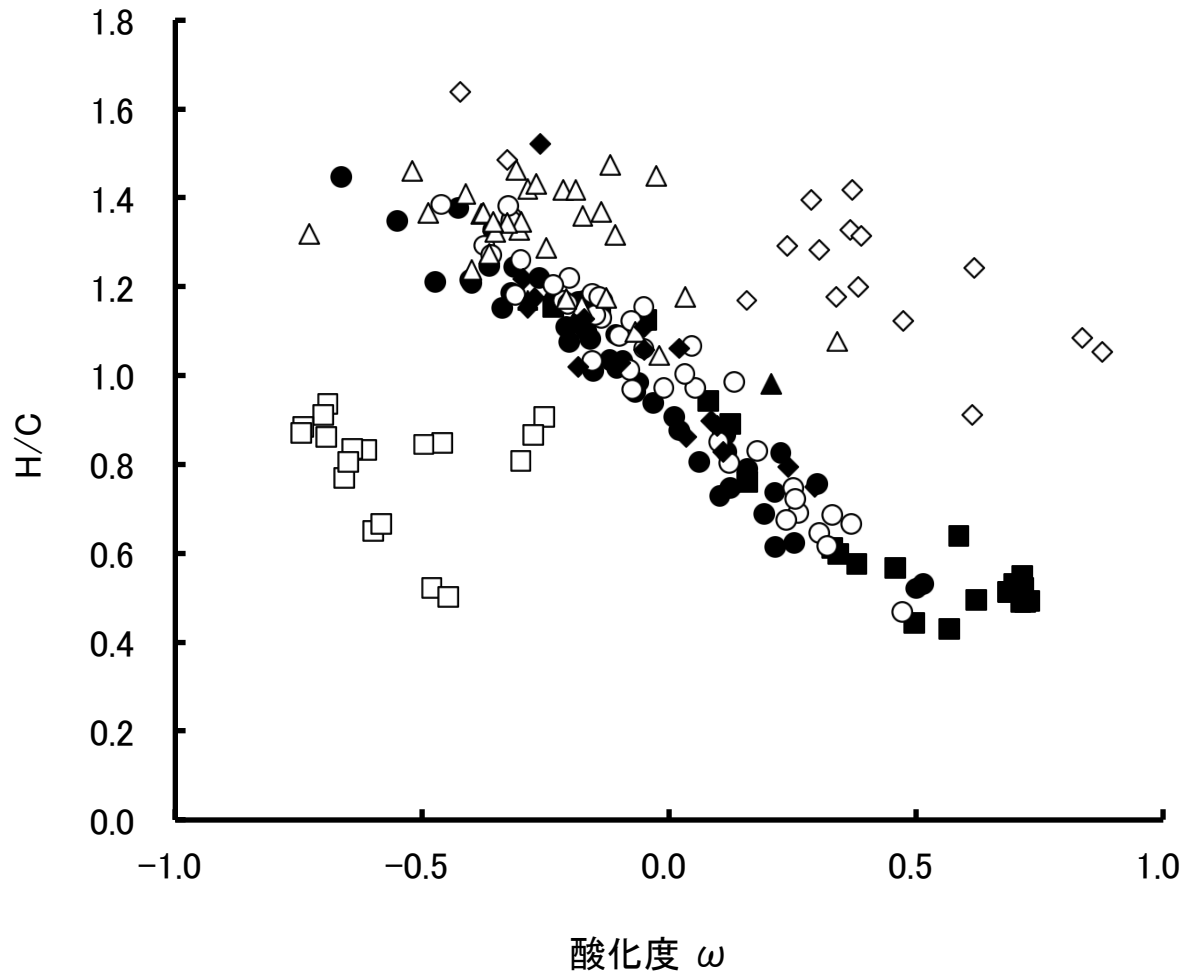


図3-2-1 酸化度(ω)とH/Cの関係

● 文献3)の土壤腐植酸、■ 腐植質埋没火山灰土腐植酸、○ 文献7)各種土壤、海洋・湖底堆積物腐植酸、△ 海洋・湖底堆積物腐植酸、▲ 同堆積物ヒューミン、□ 石炭(亜炭、褐炭、瀝青炭、無煙炭)、◆ 文献6)ロシア各地の土壤腐植酸平均値、◇ 文献6)ロシア各地の土壤フルボ酸平均値、■、△、▲、□については文献4)所収の図表の原データを使用させて頂いた。

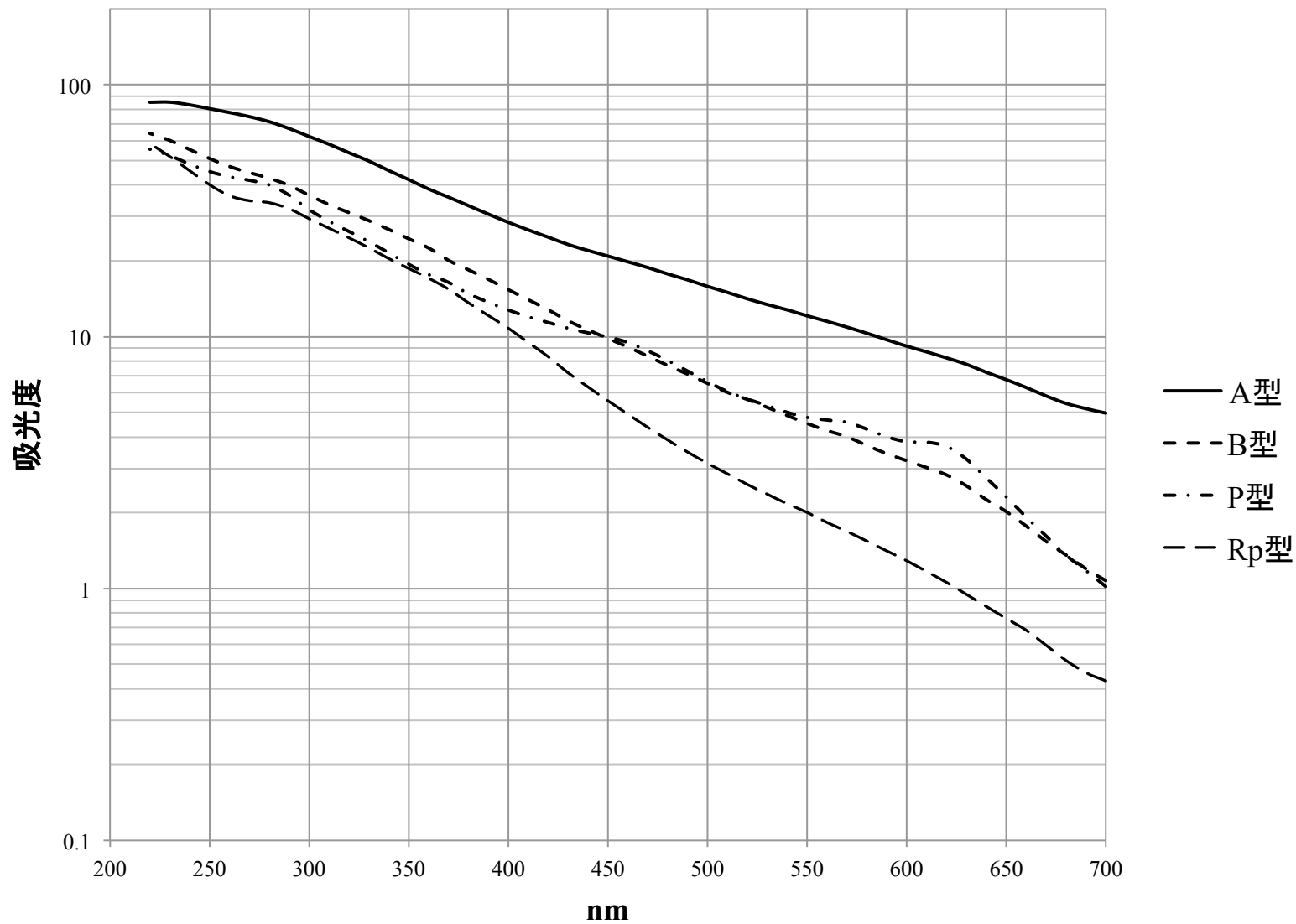


図3-4-2. 各型腐植酸の紫外可視吸収スペクトル
 A型 猪之頭(火山灰土)、B型 東山(褐色森林土)、P型 燕 埋没菌核Pg画分、
 Rp型 安城(水田土壌)
 濃度は 1mgC mL^{-1} に統一

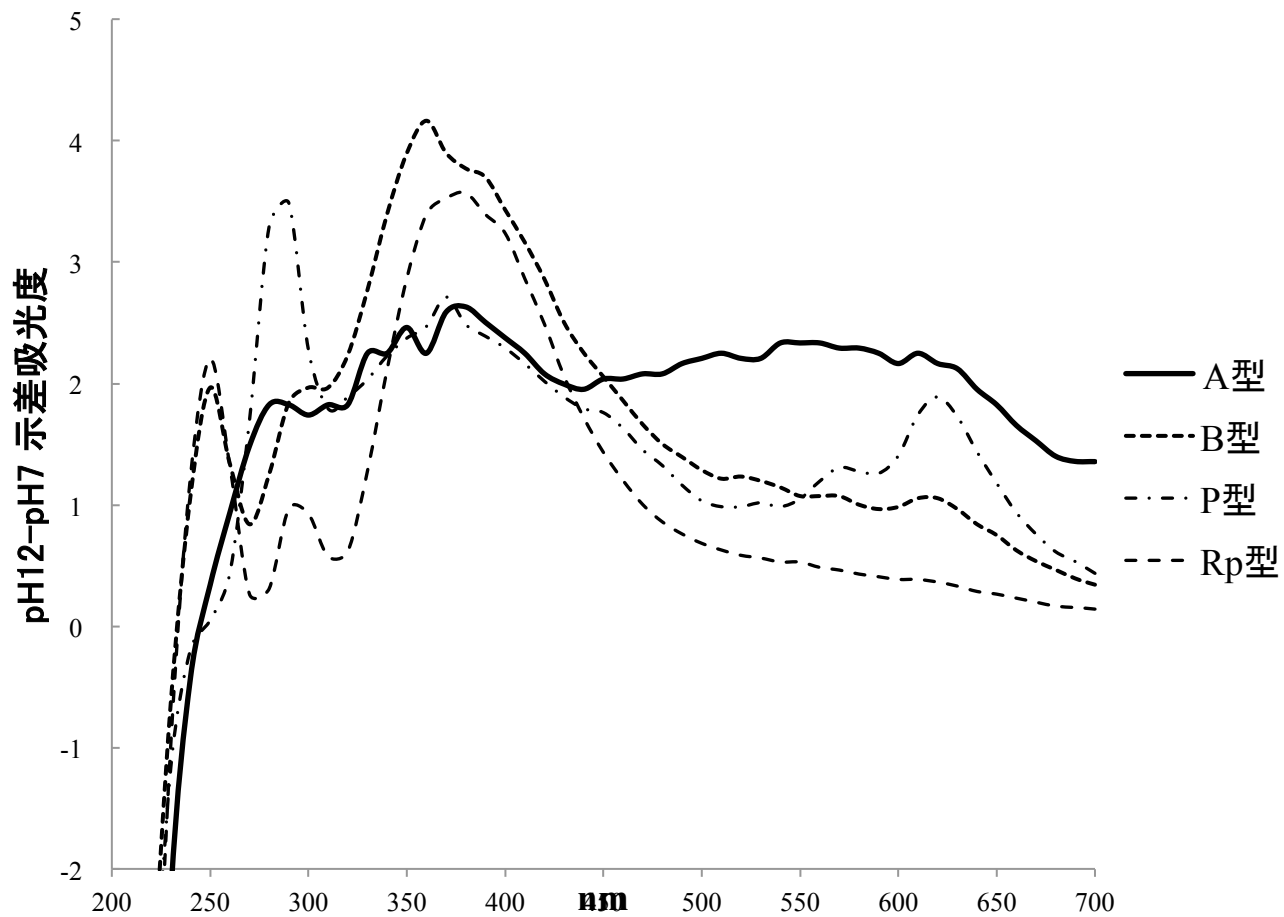
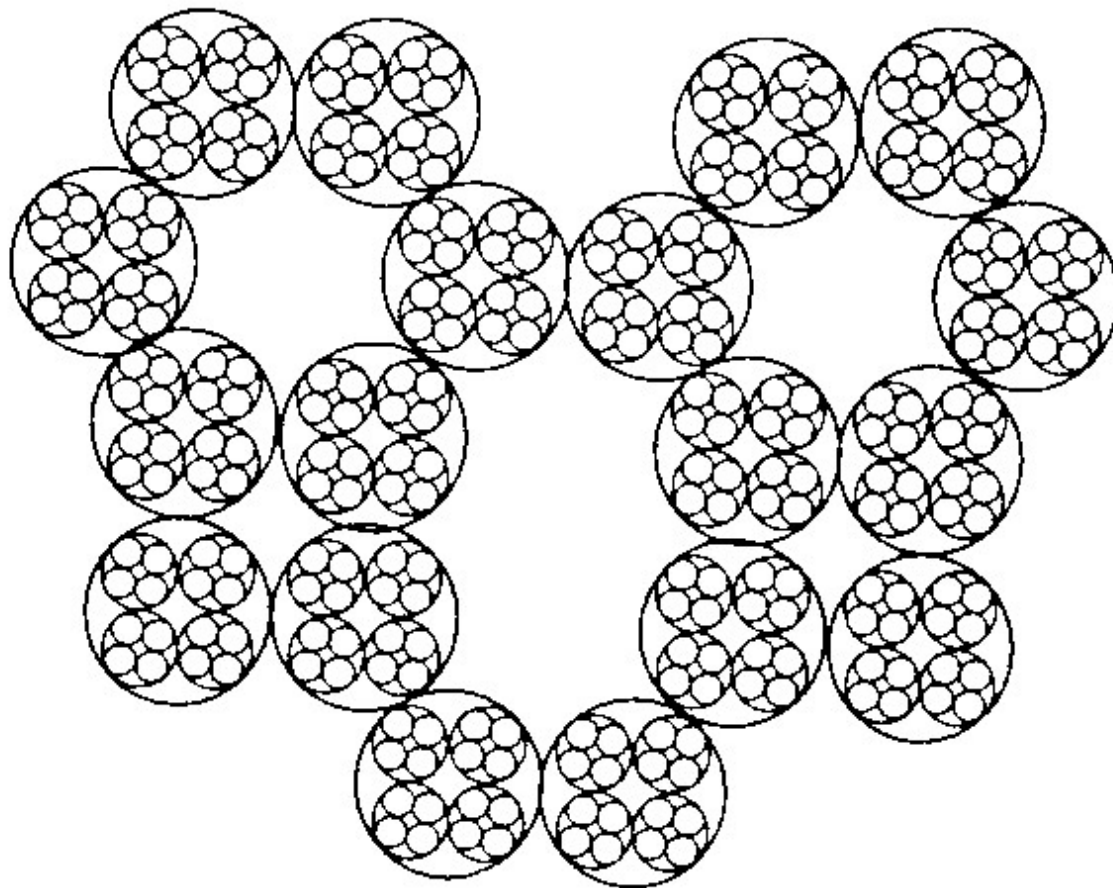


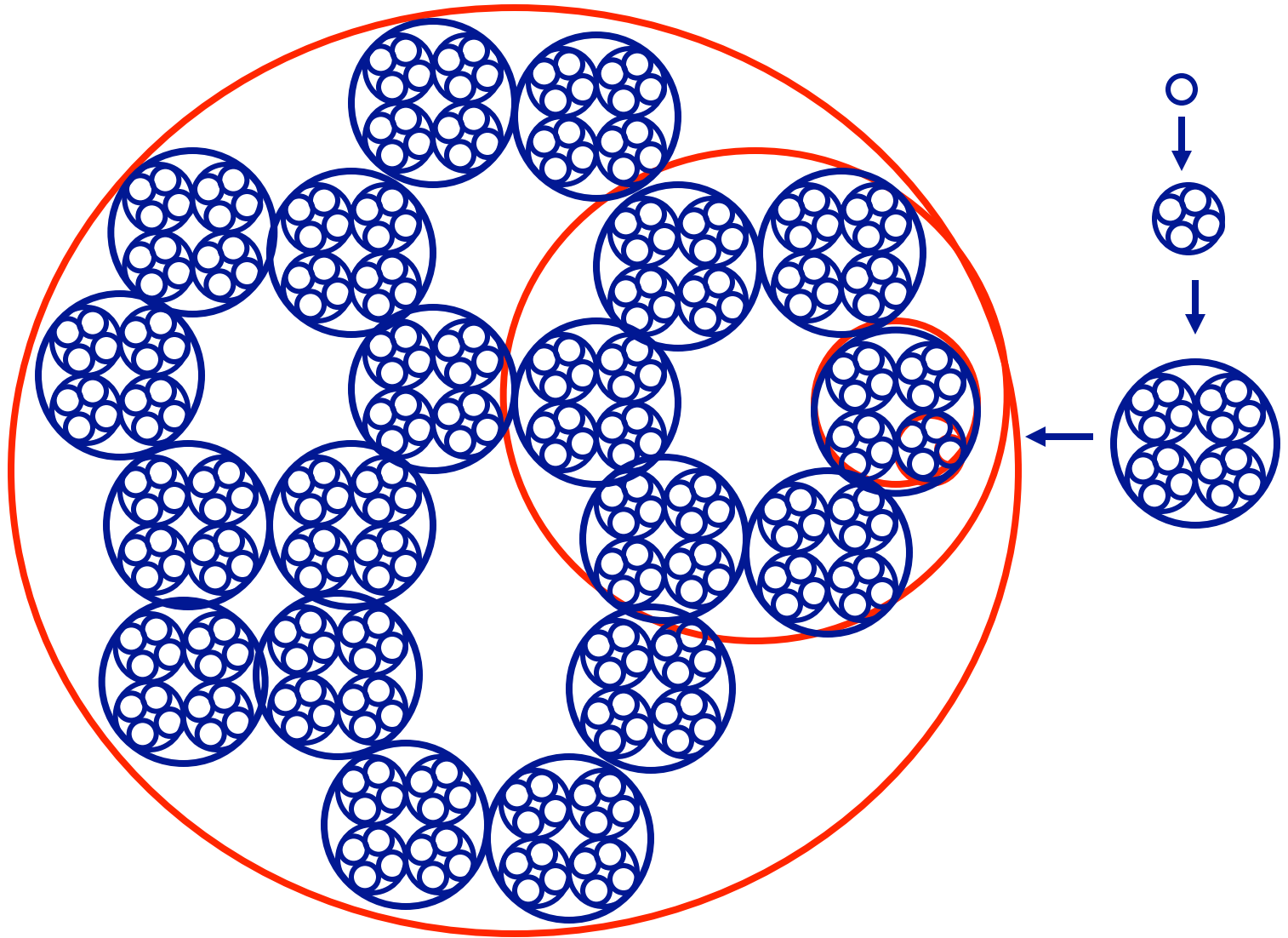
図3-4-3. 各型腐植酸のpH12-pH7示差吸収スペクトル
 (図3-4-2と同じ腐植酸を用いた。)

腐植酸に関連して行った研究

- カルボニル基・キノン・フェノール性水酸基が吸光度に及ぼす影響
 - 元素組成
 - 官能基組成
 - アミノ酸分析
 - 糖組成分析
 - フェノール性化合物の組成
 - 脂質組成分析
 - 分子量分布
- その後、土壤有機物一般や堆肥・スラリーの分析にも適用した。

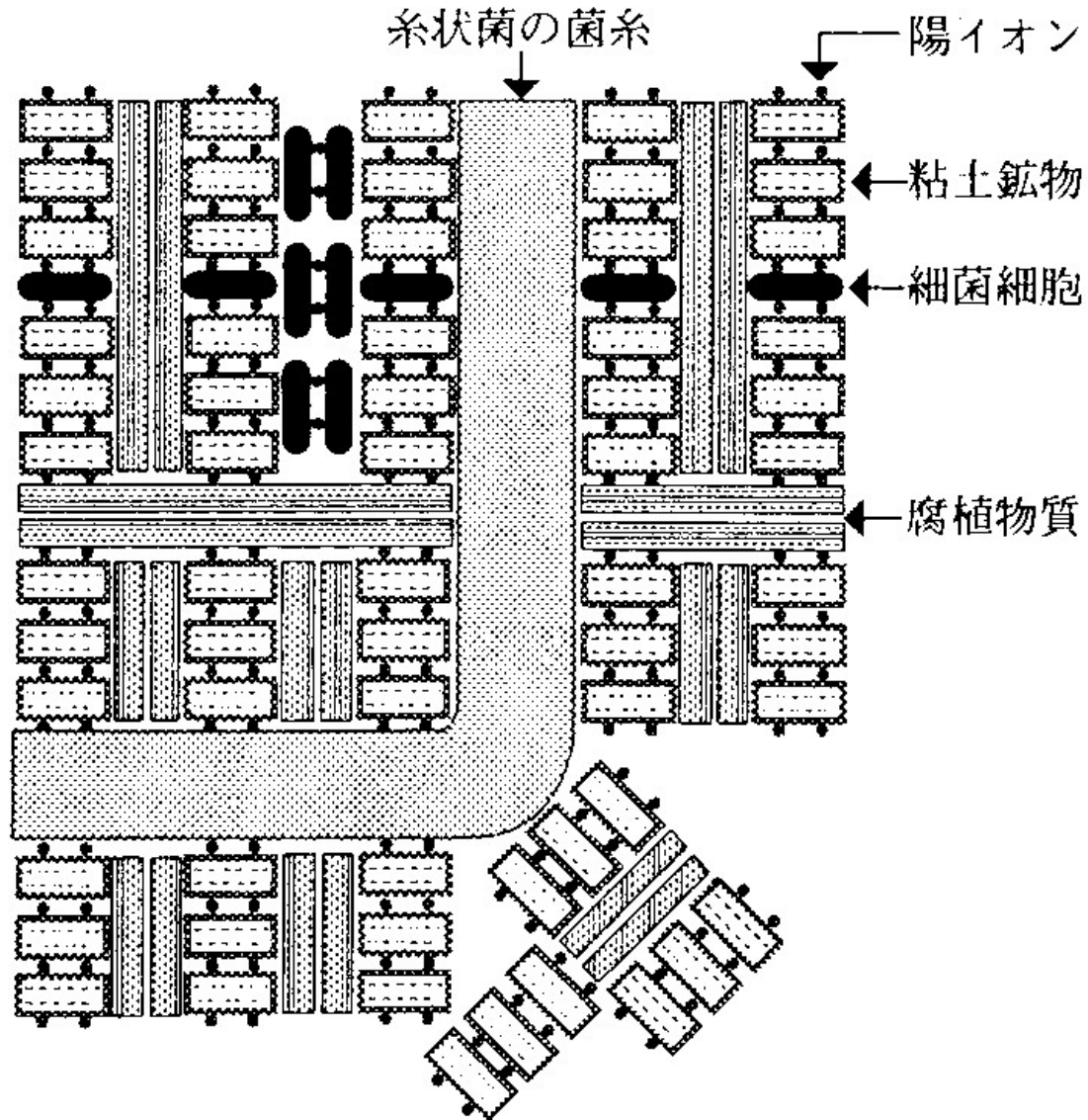
土壌の団粒構造 その形成メカニズム

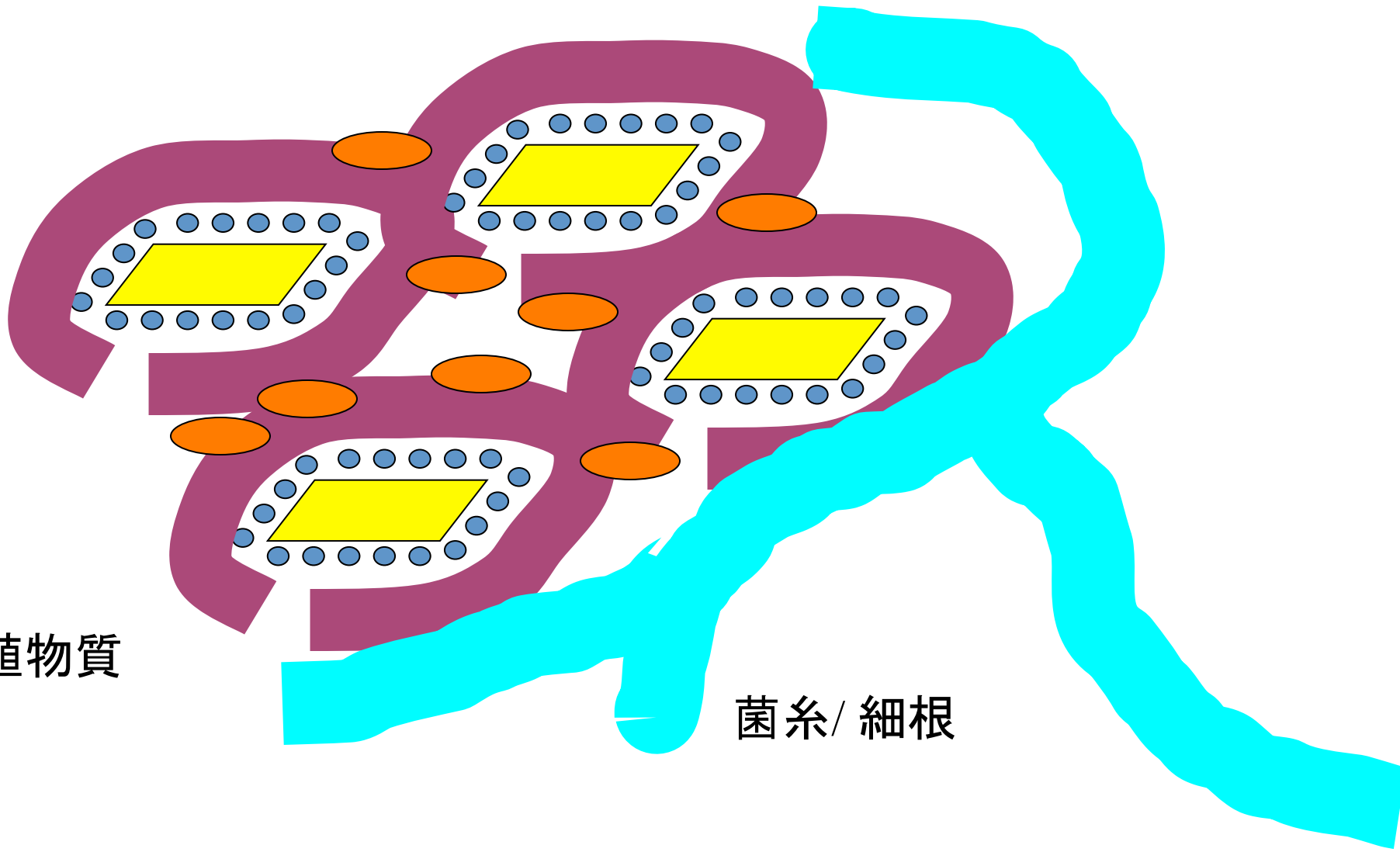




土壤団粒の階層構造

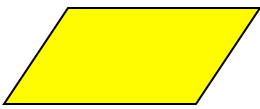
図 2-5 土壌団粒の形成過程





腐植物質

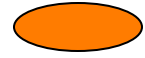
菌糸/ 細根



粘土



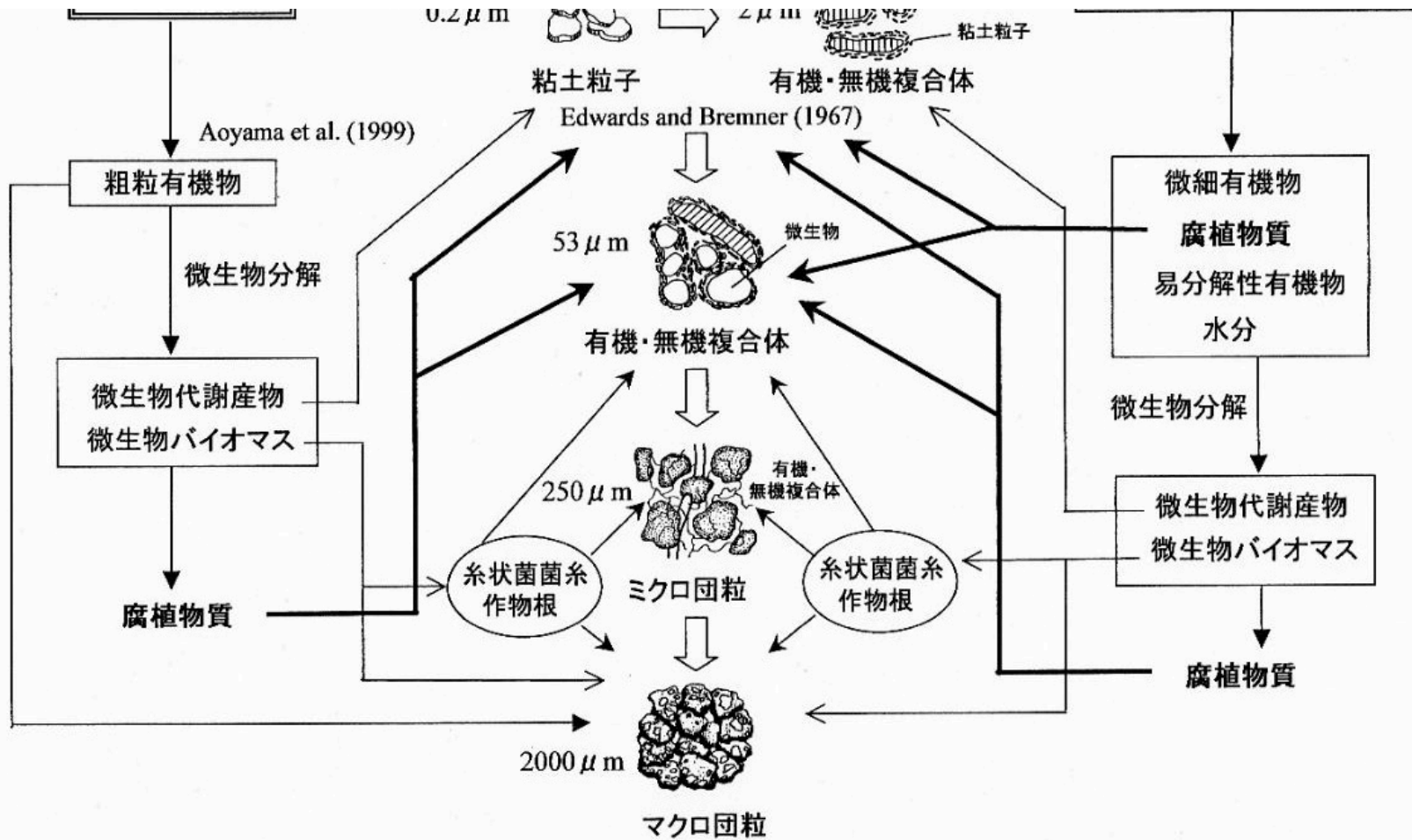
陽イオン



細菌

土壌団粒形成のメカニズム

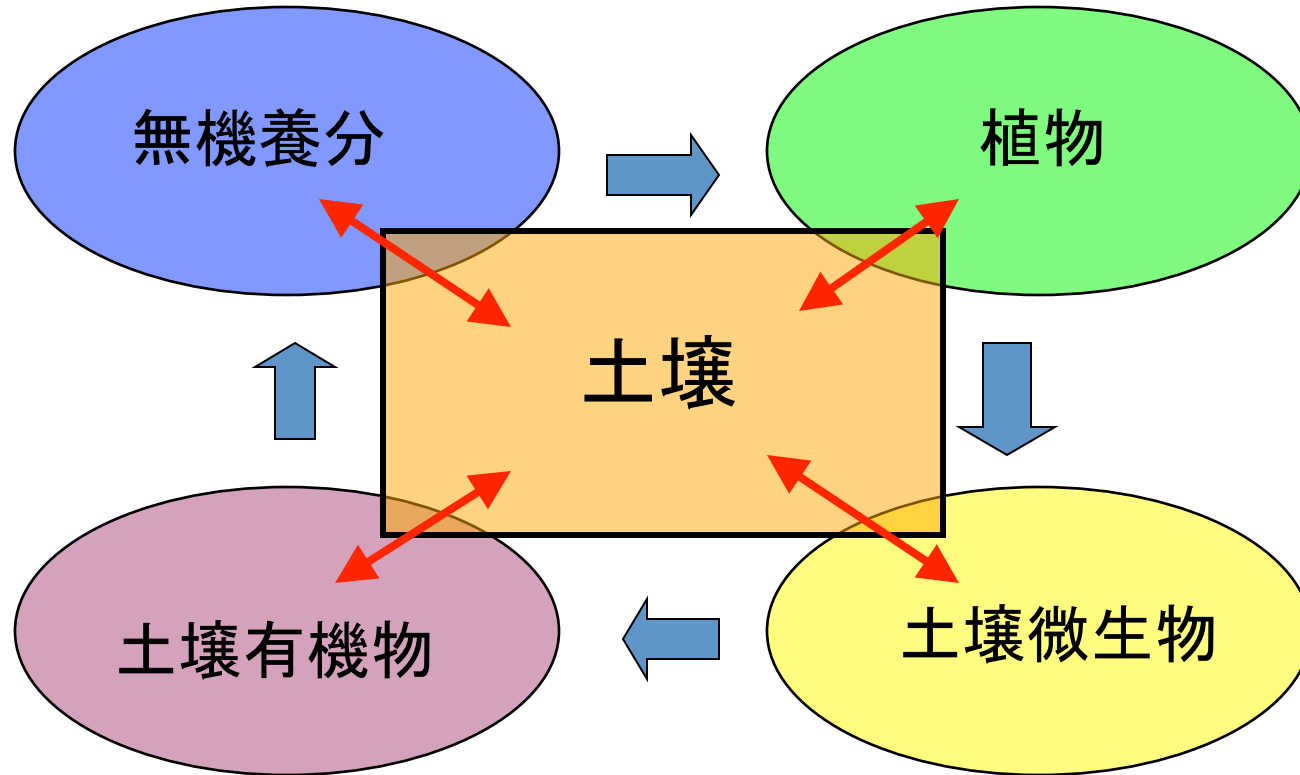
乳牛ふん尿スラリー施用による 団粒形成メカニズム(保井2005)



農業における土壌有機物の役割

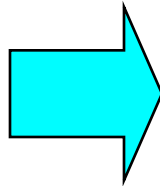
- a . 土壌の物理的性質の向上
- b . 土壌の化学的・生物的性質の向上
- c . 植物生育促進効果

土壤有機物の役割



a. 土壤有機物による土壤の物理的性質の向上

糸状菌の菌糸
多糖類
腐植物質



団粒形成の促進
通気性や排水性の向上
土壤侵食の緩和
保水性の向上
比熱の増大
地温の上昇

b. 土壌の化学的・生物学的性質の向上

土壌中の陽イオンや陰イオンの保持

無機養分の移動・運搬

有害な人工有機物との結合・不活性化

汚染物質の影響を緩和

プロトン (H^+) の供与体

生理活性物質

栄養素のバランス良い供給

多様な微生物群の栄養源

病原菌との拮抗作用

c. 植物生育促進効果

発芽や発根の促進

根や茎の生育促進

養分元素と錯体を形成

植物による養分吸収を促進

ホルモンに類似した作用

細胞膜の透過性を促進

光合成、呼吸活性・各種酵素活性促進

作物体タンパク含量抑制、糖含量増大

冷害・異常気象下での作物生育への障害を軽減

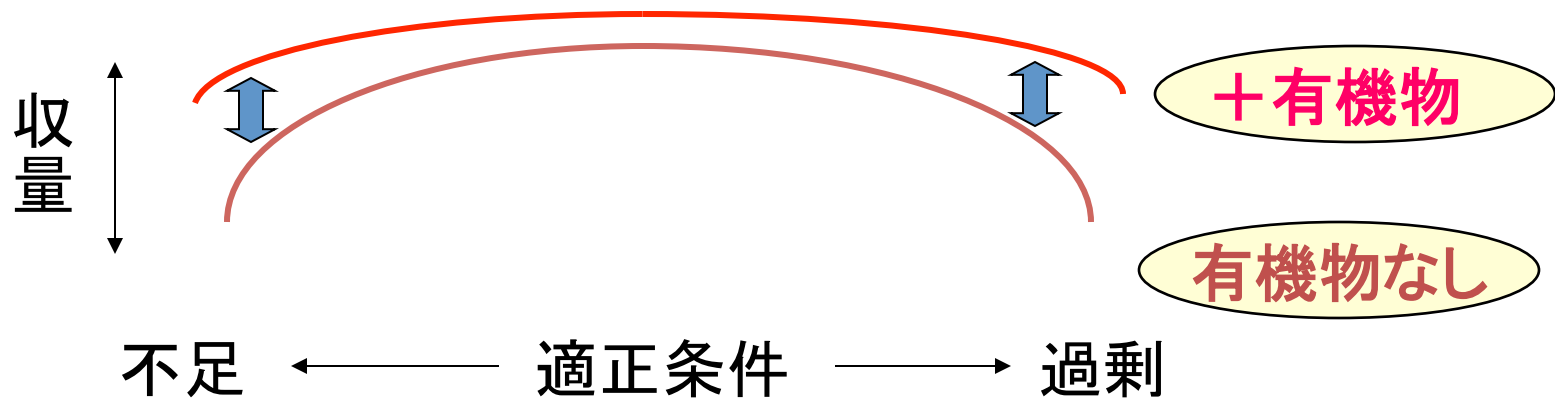
植物生育促進効果

Flaigによる

植物ホルモン作用

冷害・異常気象下での障害軽減

養分不足・過剰下での安定生産



下水汚泥の堆肥化（超高温発酵）



土壌のみ
(対照区)

原料下水
汚泥

切返し1回

切返し5回

土壌との混合下でのコマツナ栽培試験

土壌500mLにN400mg相当の堆肥を施用(播種1週間後)

下水汚泥堆肥化の効果



地力の要因		維持手段				
化学性	養分の供給量	○	○	○	○	◎
	養分の緩慢かつ継続的供給 環境変化を和らげる緩衝能 毒性物質の除去	◎	◎	◎	◎	◎
物理性	水分供給能(保水性、透水性)	○	○	○	○	○
	空気の確保(通気性)	○	○	○	○	○
	耕し易さ	◎	○	◎	◎	◎
生物性	風や雨に対する耐性	◎	◎	◎	◎	◎
	有機物分解や窒素固定を促進 病原菌や害虫の活動を抑える	◎	◎	◎	◎	◎

◎ 関係が強い ○ 関係が弱い

図 14.5 地力の要因と維持手段のかかわりあい

有機物は地力維持にあたってオールラウンドな効果を持っている。熊田恭一「土壌環境」(1980)

恩師

鋤塚昭三先生(名古屋大学)

熊田恭一先生(名古屋大学)

・・・腐植酸に関する研究

Dr. Felix N. Ponnampereuma (International Rice Research Institute)・・・水田土壌中における有機物の嫌氣的分解

Prof. Dr. Hans W. Scharpenseel (Hamburg University)・・・チェルノーゼム土壌の粒径と年代

上司

近堂祐弘先生(帯広畜産大学)

近藤鍊三先生(帯広畜産大学)

菊地晃二先生(帯広畜産大学)