

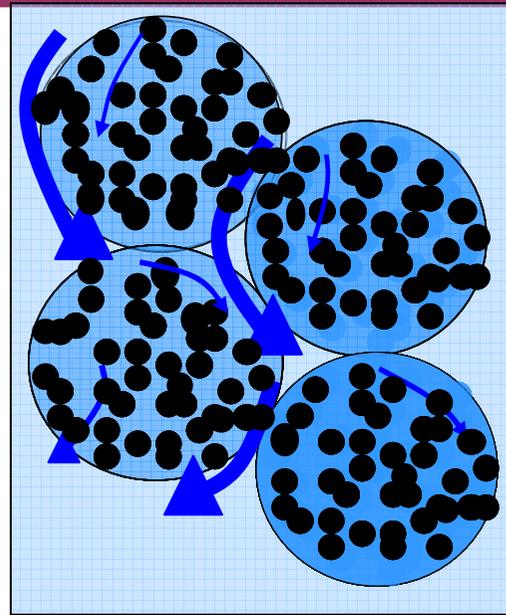
# 団粒構造を持つ黒ボク土における 溶質分散について

土壌圏循環学研究分野

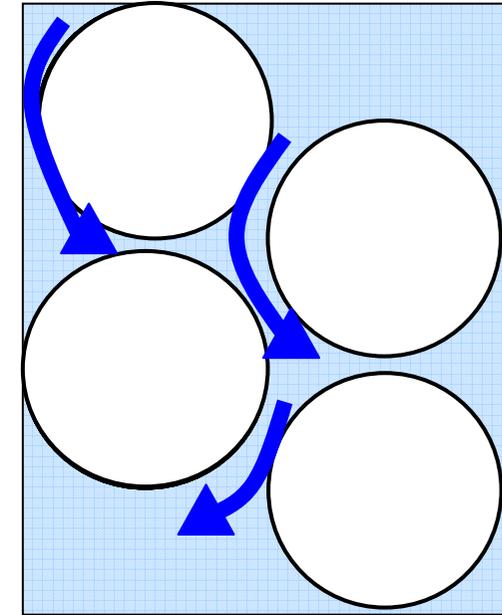
505111

大石 雅人

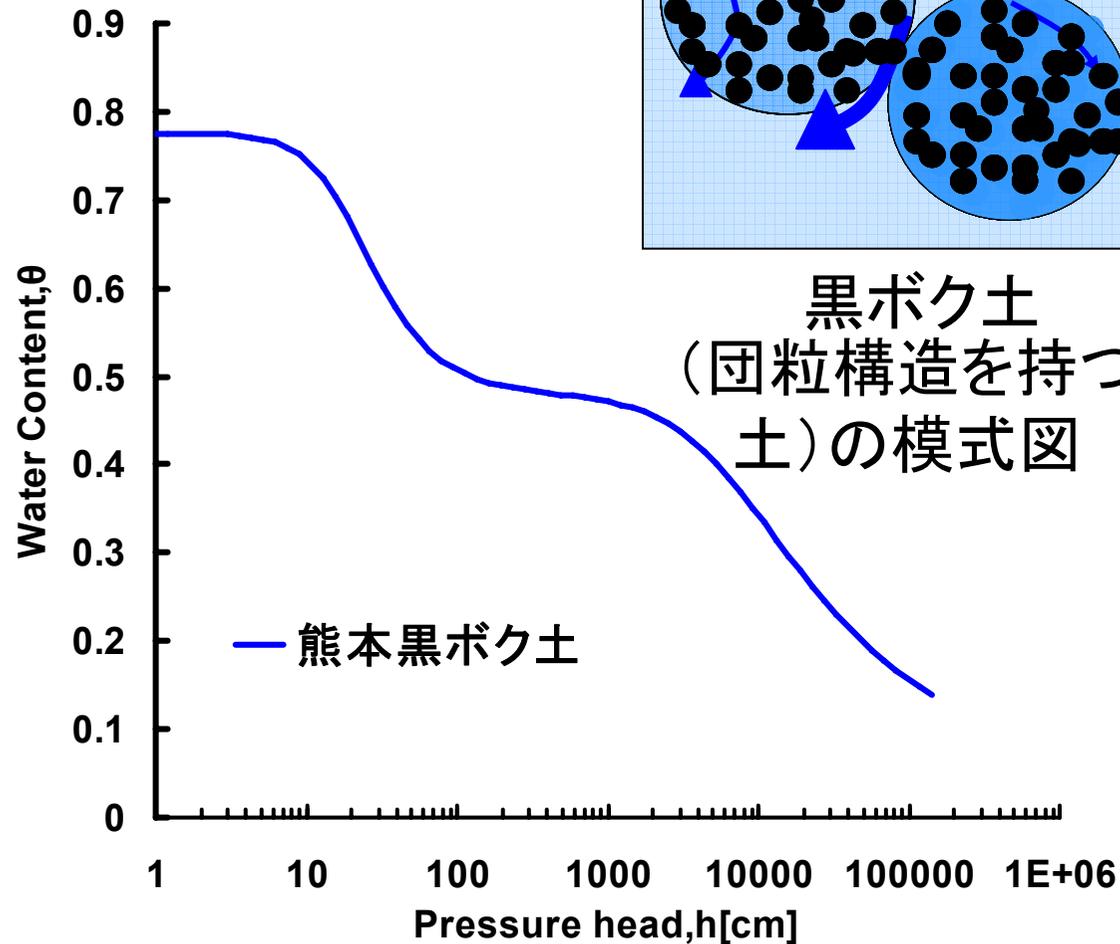
# 黒ボク土の特徴と水分保持曲線



黒ボク土  
(団粒構造を持つ  
土)の模式図



砂質土  
(団粒構造を持たない土)  
の模式図



# 移流分散式(CDE)

## 移流分散式(Convection Dispersion Equation)

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} - v \frac{\partial c}{\partial z}$$

$c$ : 溶質濃度,  $z$ : 位置,  $t$ : 時間

$R$ : 遅延係数

$D$ : 分散係数

$v$ : 平均間隙流速 ( $= J_w / \theta$ )

$\theta$ : 体積含水率

$J_w$ : 水分フラックス

分散長  $\lambda = D / v$  (cm)

長さの次元を持つ

溶質混合のスケールを与える。

# 研究の流れ

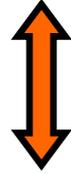
黒ボク土3種の団粒構造の違いを調べるため

黒ボク土を試料として水分飽和流れの状態  
で溶質分散実験を行い、溶質の広がり  
を表す尺度である分散長 $\lambda$ の推定を行った

この結果を動相・不動相モデル(MIM)  
による解析を行い考察した

# 実験方法

$C_1=0.06$  (mol/l)

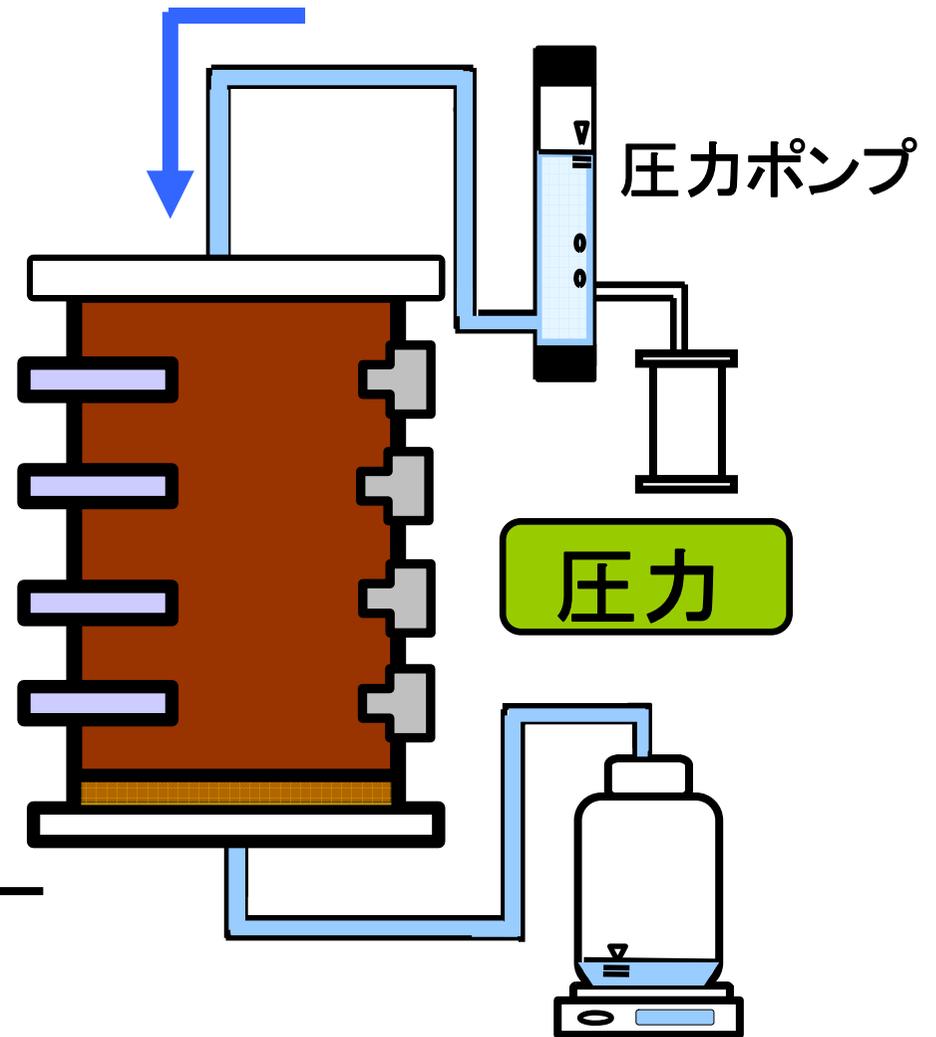


$C_2=0.09$  (mol/l)

電気伝導度(EC)

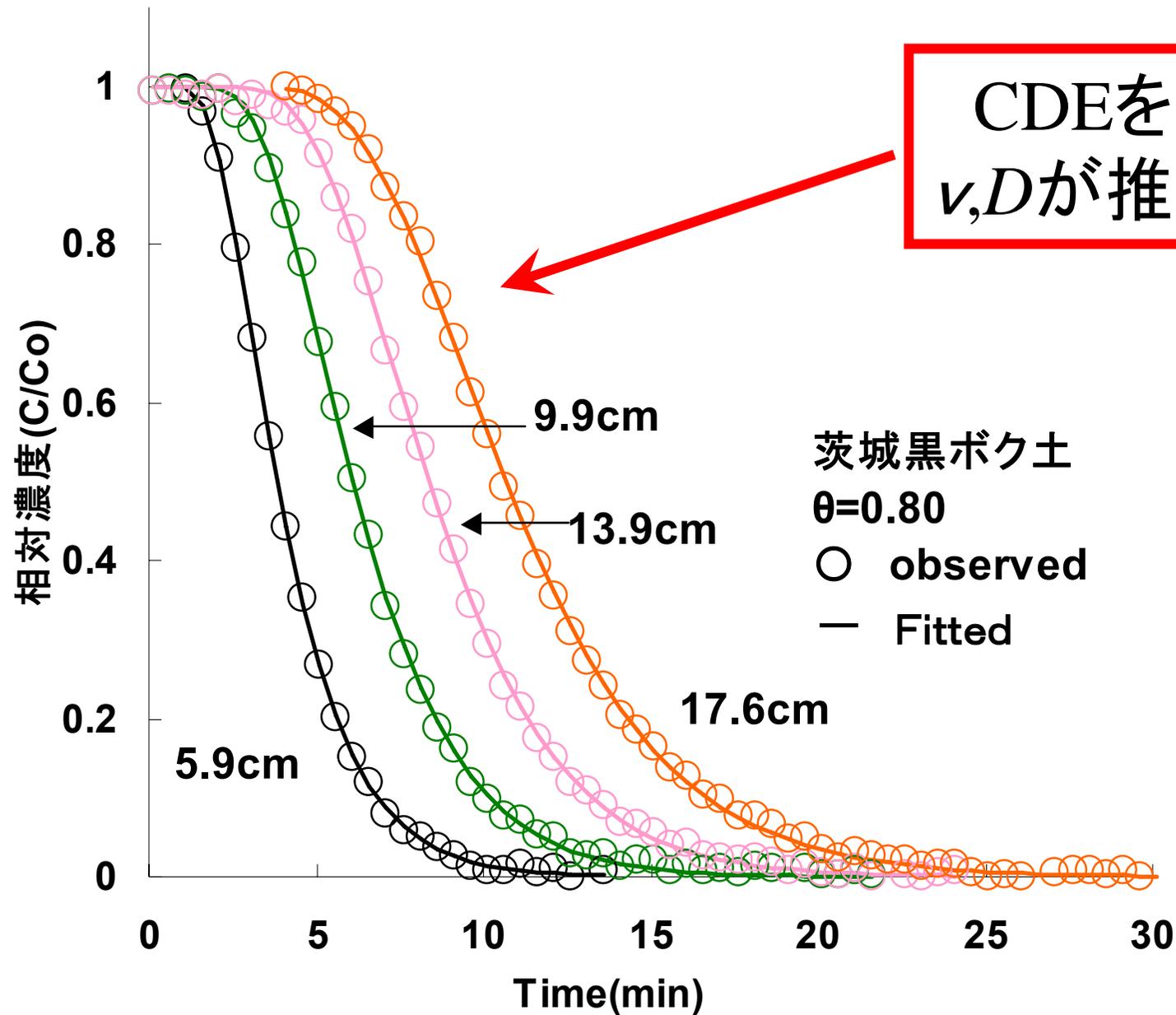
# 試料

| 試料         | 乾燥密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |
|------------|------------------------------|
| 熊本黒ボク土     | 0.48                         |
| 茨城黒ボク土(表層) | 0.40                         |
| (下層)       | 0.48                         |
| 長野黒ボク土     | 0.68                         |

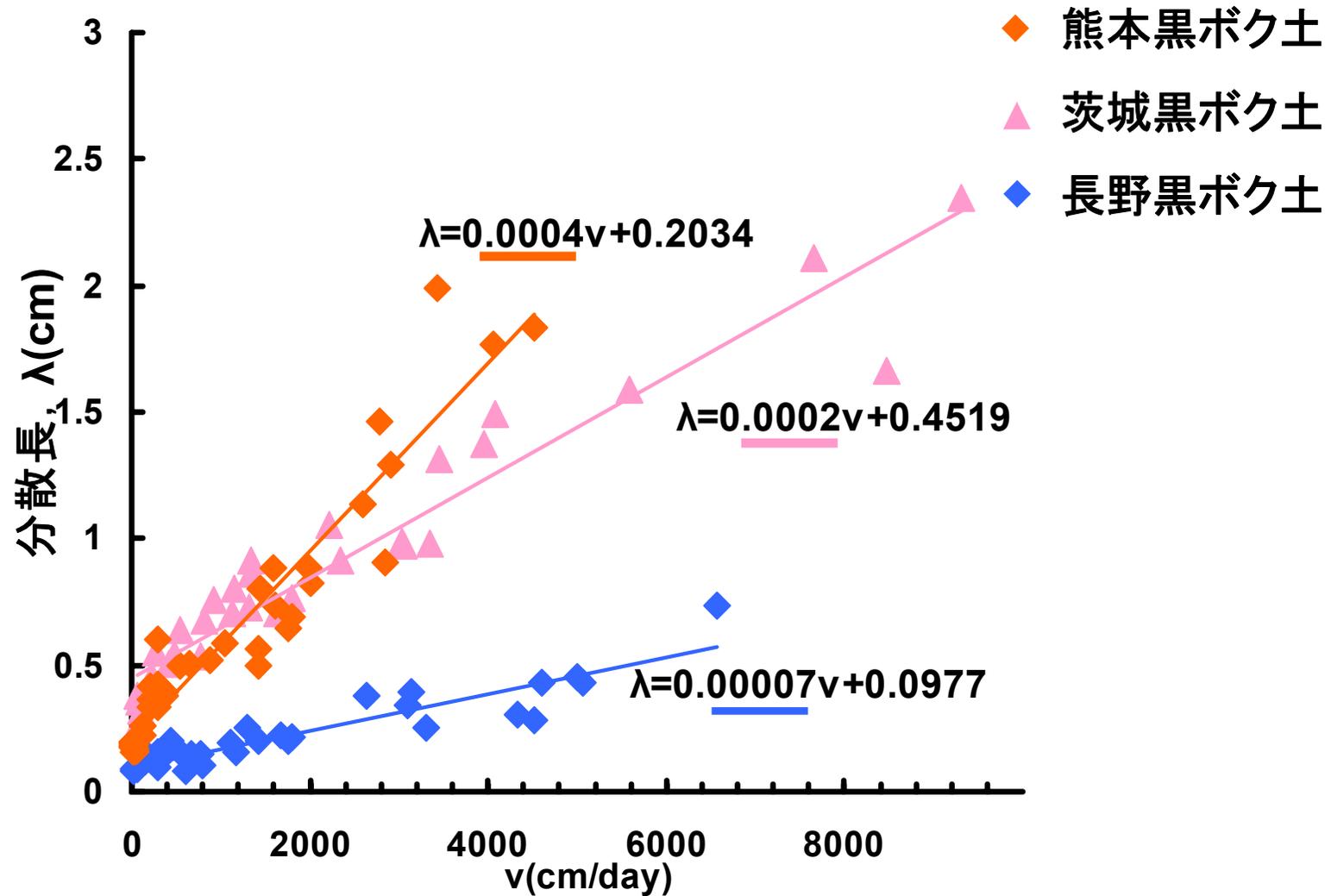


【飽和定常流れ実験間略図】

# 濃度変化と移流分散式による推定



# 平均間隙流速 $v$ と分散長 $\lambda$ の関係



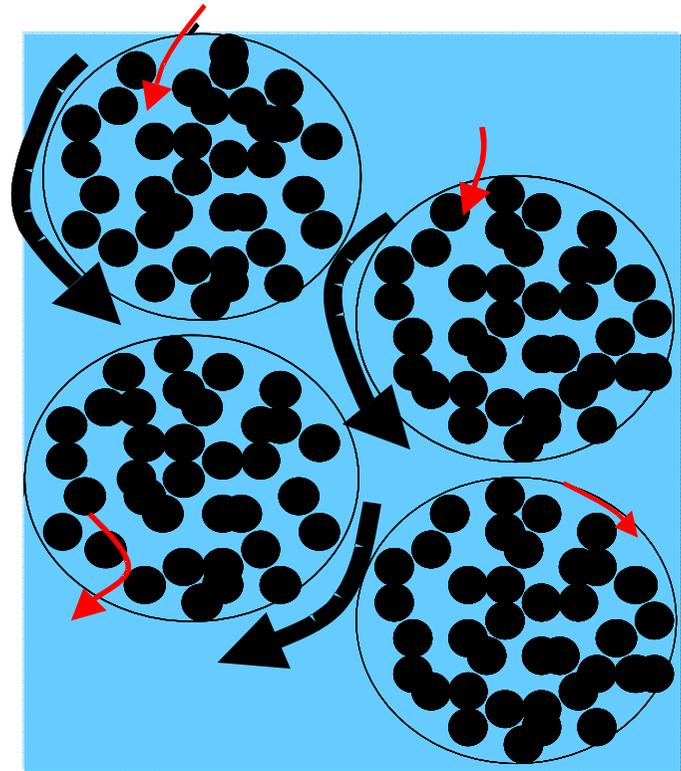
黒ボク土によって傾きが異なる

# 動相・不動相モデル(MIM)による解析

$$\theta_m \frac{\partial c_m}{\partial t} + \theta_{im} \frac{\partial c_{im}}{\partial t} = \theta_m D_m \frac{\partial^2 c_m}{\partial z^2} - \theta_m v_m \frac{\partial c_m}{\partial z}$$

$$\theta_{im} \frac{\partial c_{im}}{\partial t} = \alpha (c_m - c_{im})$$

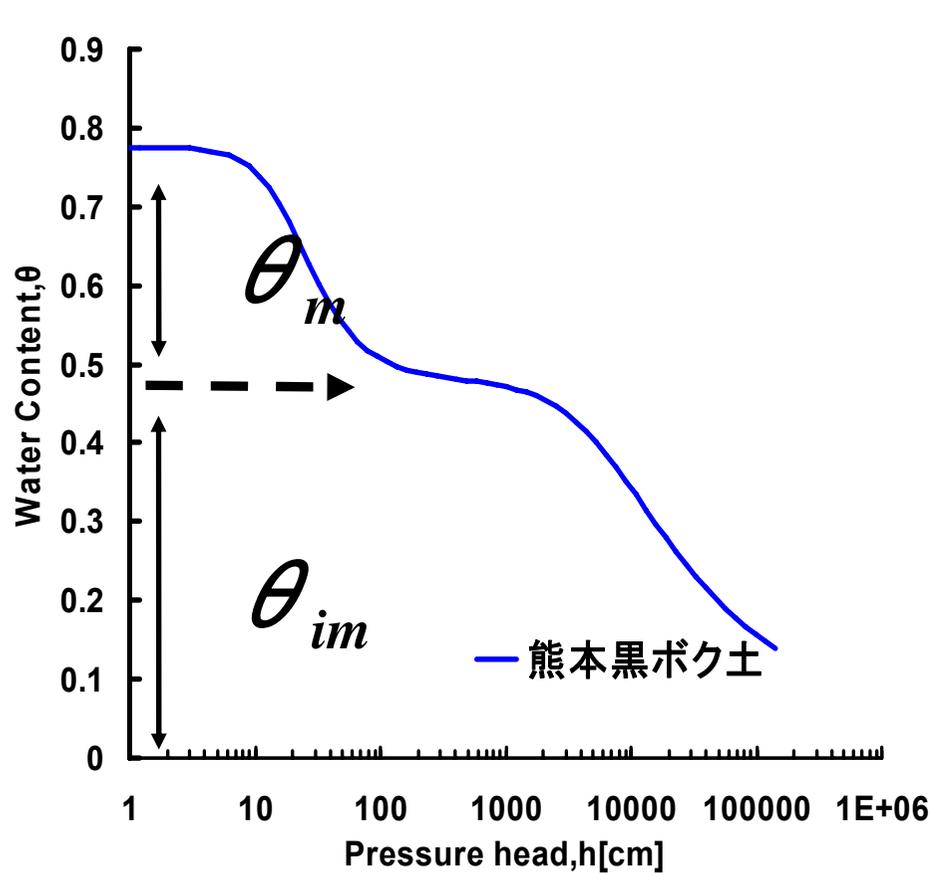
団粒間(動相)と団粒内(不動相)の2つの流れに分けて考え、団粒内の流れを無視し、 $\alpha (d^{-1})$ を物質交換係数として与えた。



動相・不動相モデルにおける水分移動の模式図

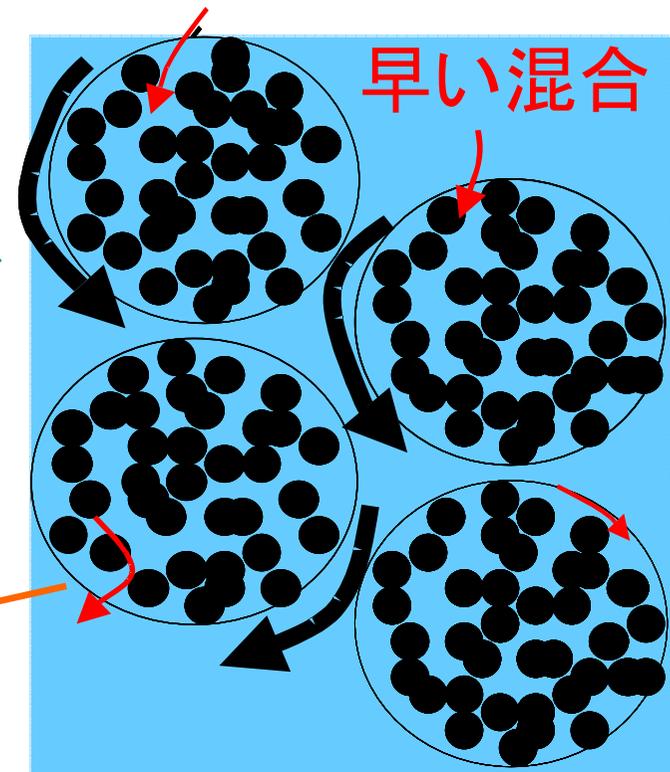
$$\lambda_{CDE} = \lambda_m + \frac{\theta_{im}^2}{\alpha \theta} v$$

# 動相・不動相モデル(MIM)による解析結果



$$\lambda_{CDE} = \lambda_m + \frac{\theta_{im}^2}{\alpha \theta} v$$

$1/\alpha$ : 溶質交換時間(sec)



| 試料 | $\theta$ | $\theta_m$ | $\theta_{im}$ | $\lambda_m$<br>(cm) | $1/\alpha$<br>(sec) |
|----|----------|------------|---------------|---------------------|---------------------|
| 熊本 | 0.78     | 0.28       | 0.5           | 0.203               | 108                 |
| 茨城 | 0.76     | 0.21       | 0.55          | 0.452               | 43.4                |
| 長野 | 0.67     | 0.28       | 0.39          | 0.098               | 26.6                |

## まとめ

- 溶質分散実験において・・・

黒ボク土によって分散長  $\lambda$  の速度依存の違い

- 動相・不動相モデルにより・・・

早い団粒間の溶質混合時間  $1/\alpha = 26.6 \sim 108(\text{sec})$

団粒間隙の分散長  $\lambda_m = 0.1 \sim 0.4\text{cm}$

**団粒の違いを明確に表現する事ができた**