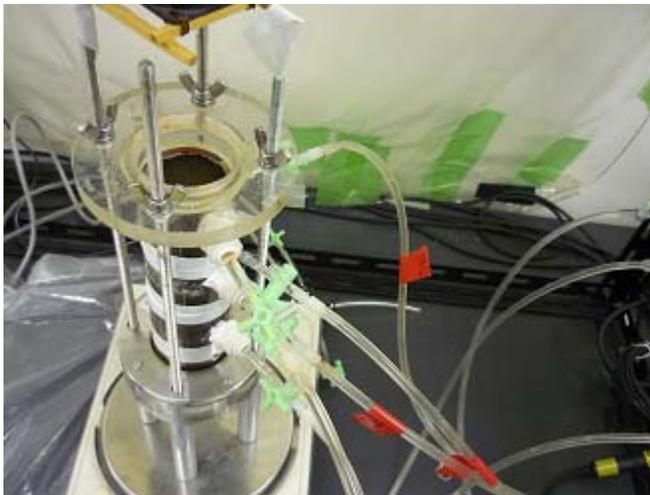


# 蒸発法による黒ボク土の 不飽和水分移動特性の推定



土壌圏循環学教育研究分野

505153 星野隆文

# 土の水分移動特性

農耕地での適切な水管理

土中の水分移動の予測が必要



土の水分移動特性

逆解析で推定

**水分保持曲線  $\theta(h)$**   
測定可能

吸引法, 加圧板法,  
蒸気圧法, WP法

**不飽和透水係数  $K(h)$**

測定が困難

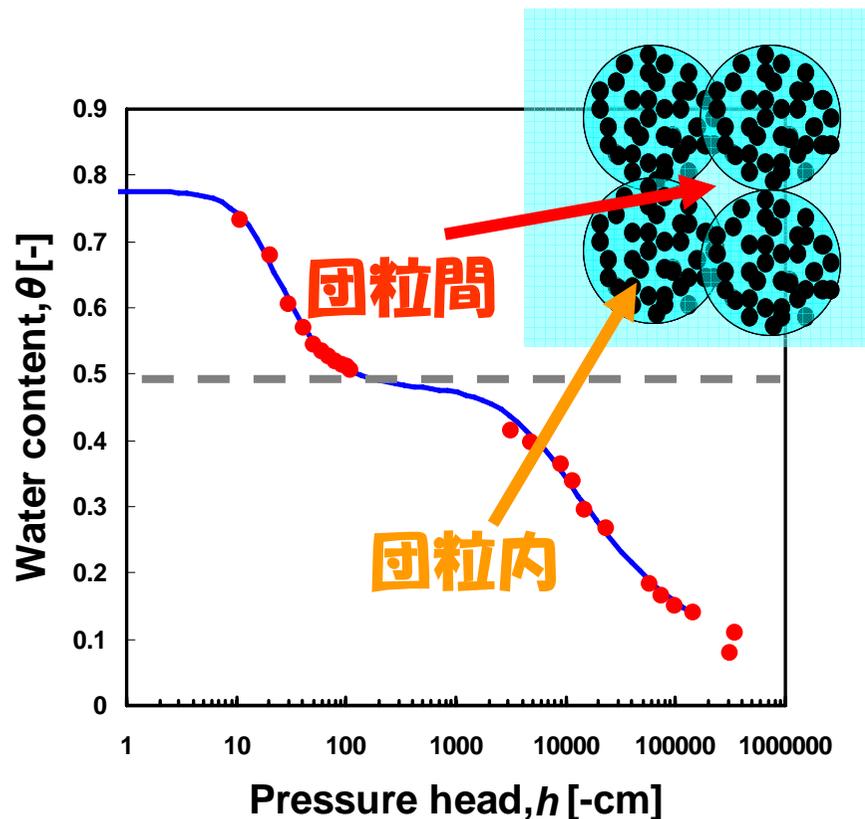
# 黒ボク土

- ・火山灰土
- ・団粒構造が発達
- ・階段状の水分保持曲線
- ・全国に広く分布(茨城、長野、三重、熊本の黒ボク土を用いた)

## Dual Porosity model

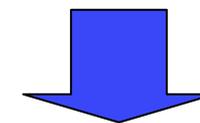
$$S_e = \frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} = w_1 \left[ 1 + (\alpha_1 h)^{n_1} \right]^{-m_1} + w_2 \left[ 1 + (\alpha_2 h)^{n_2} \right]^{-m_2}$$

$$K(S_e) = K_s \frac{(w_1 S_{e1} + w_2 S_{e2})^l \left( w_1 \alpha_1 \left[ 1 - (1 - S_{e1}^{1/m_1})^{m_1} \right] + w_2 \alpha_2 \left[ 1 - (1 - S_{e2}^{1/m_2})^{m_2} \right] \right)^2}{(w_1 \alpha_1 + w_2 \alpha_2)^2}$$



## 目的

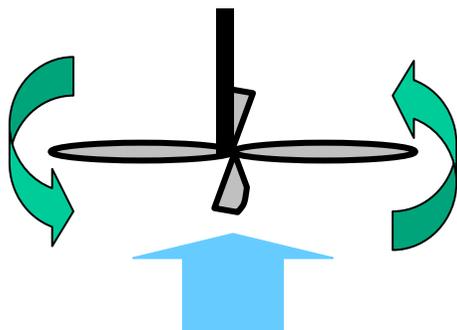
Dual Porosity model研究例が  
少なく, 明確な逆解析手法が  
ない



逆解析手法を提案

水分移動特性を比較

# 蒸発法実験方法



〈測定項目〉

圧力変化

1cm, 2cm, 3cm, 5cm, 10cm

蒸発量

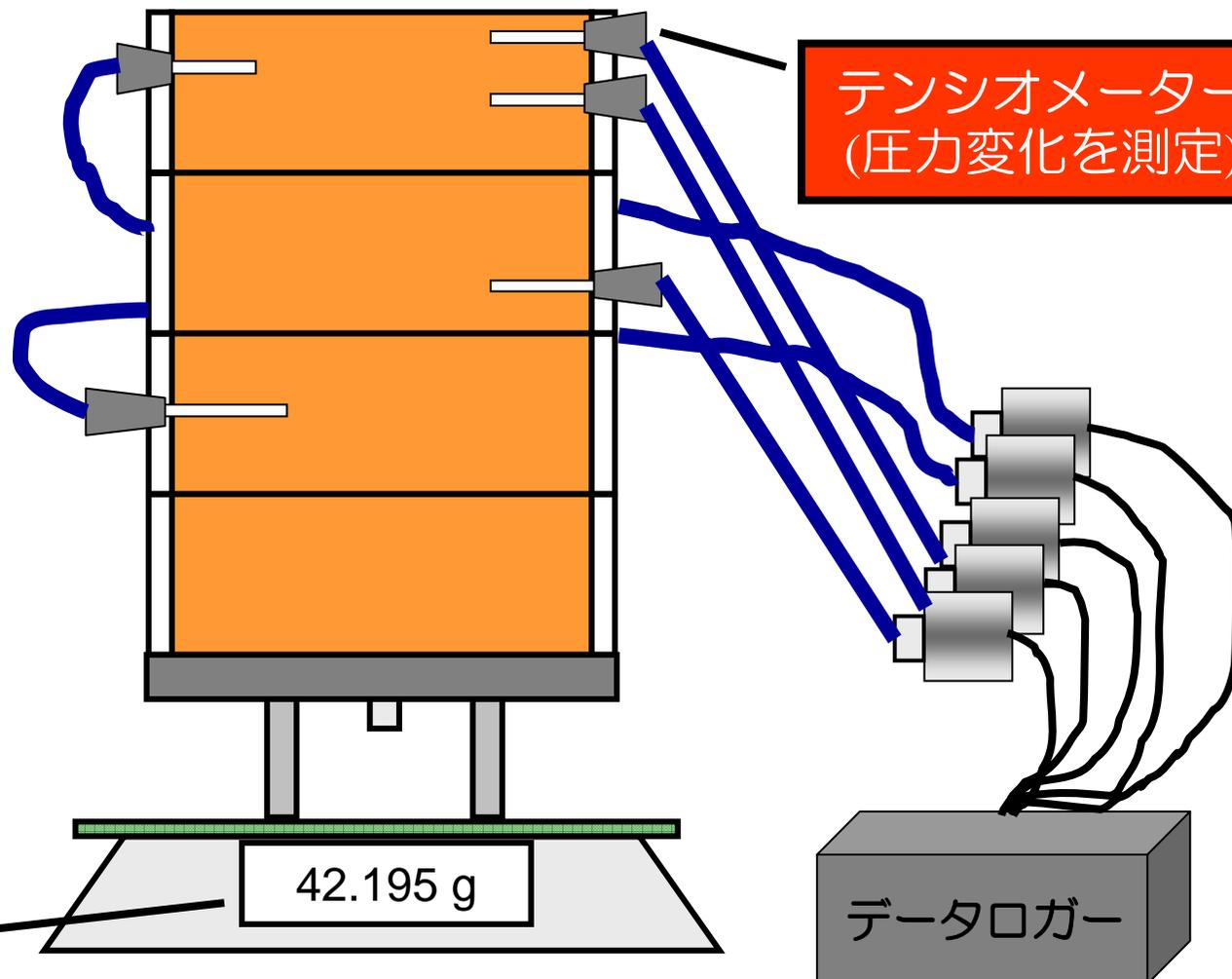
16cm

テンシオメーター  
(圧力変化を測定)

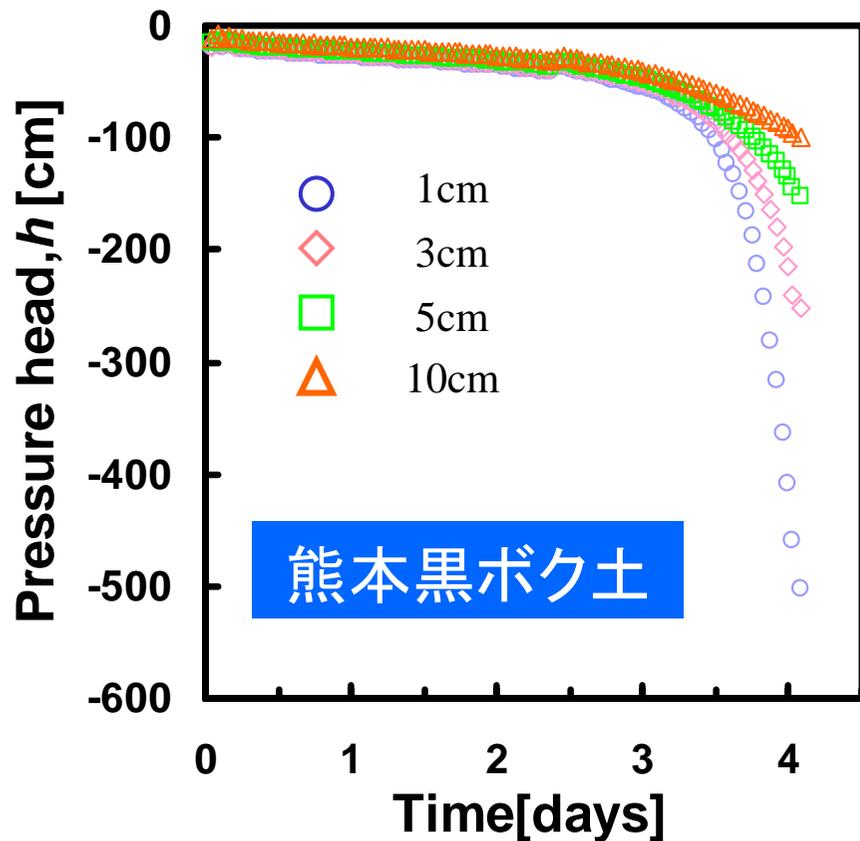
42.195 g

電子天秤  
(蒸発量を測定)

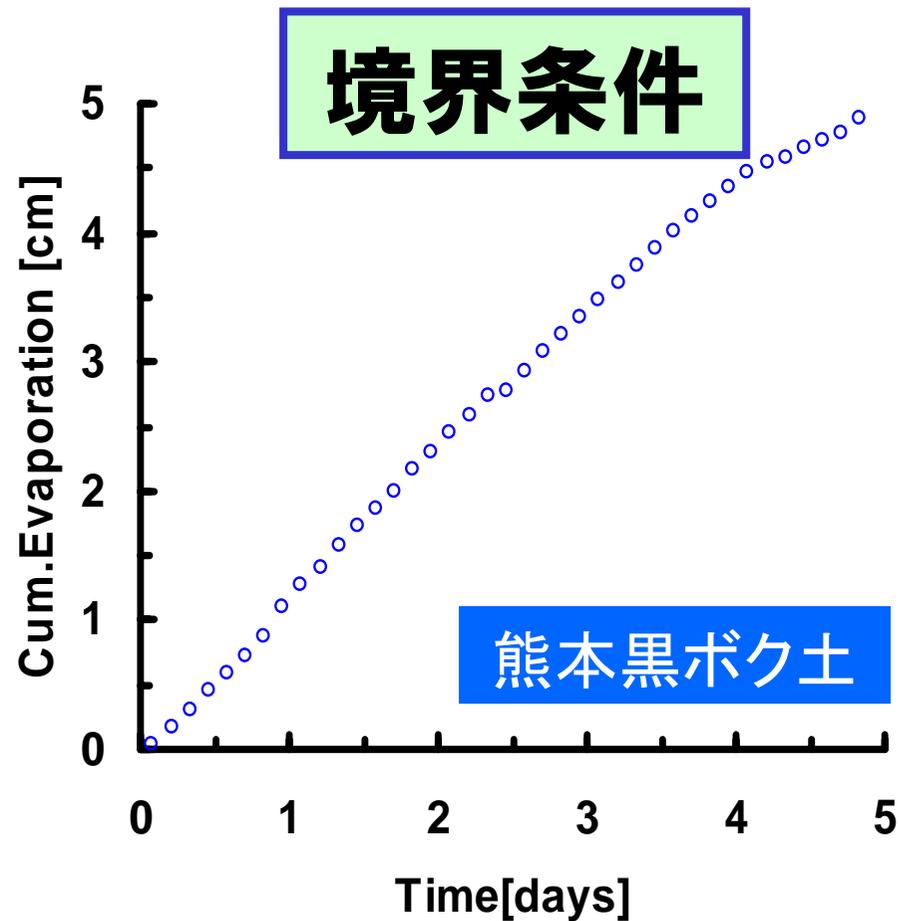
データロガー



# 蒸発法実験結果



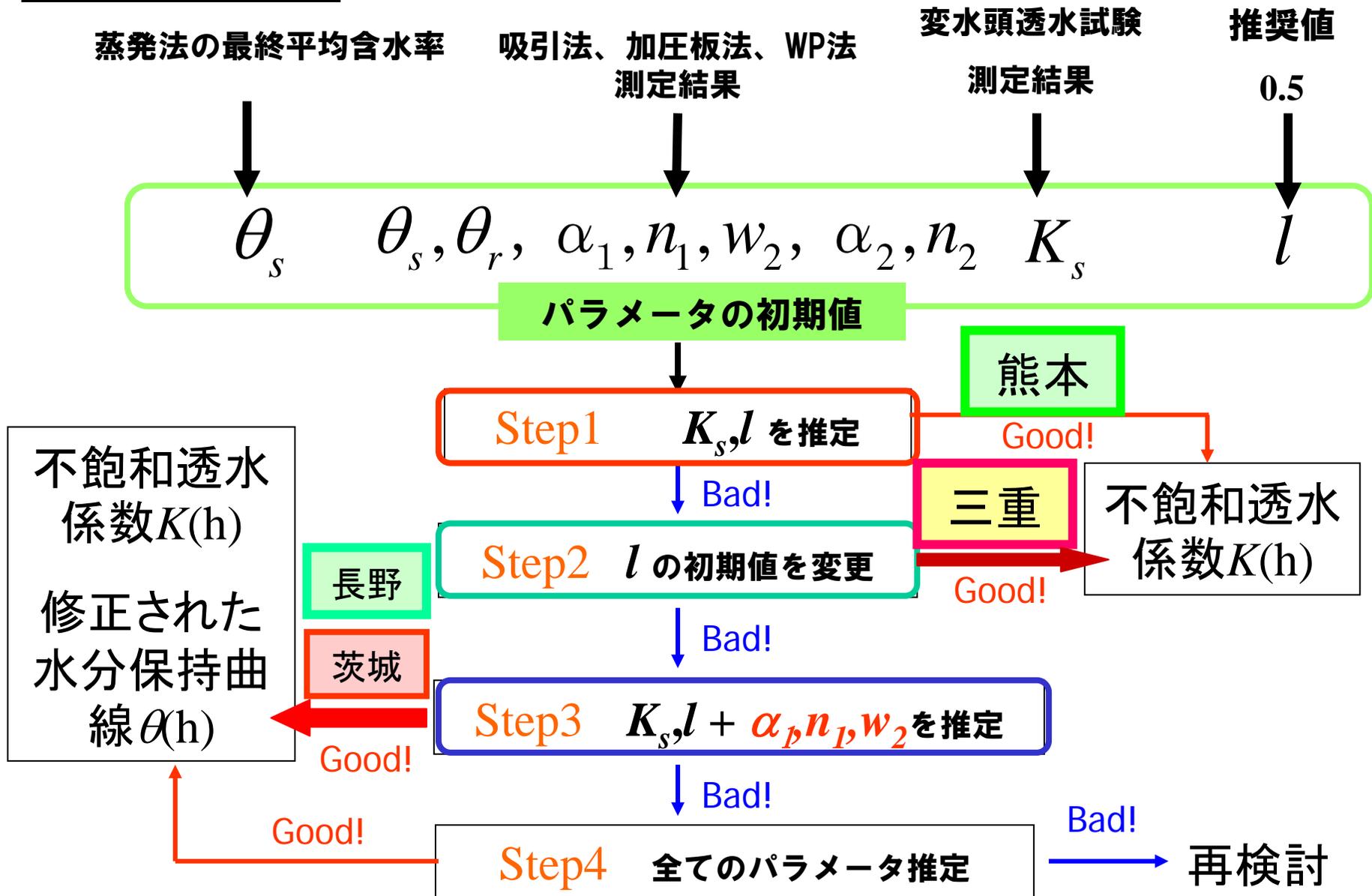
蒸発過程の圧力変化



積算蒸発量

HYDRUS 1D 逆解析へ

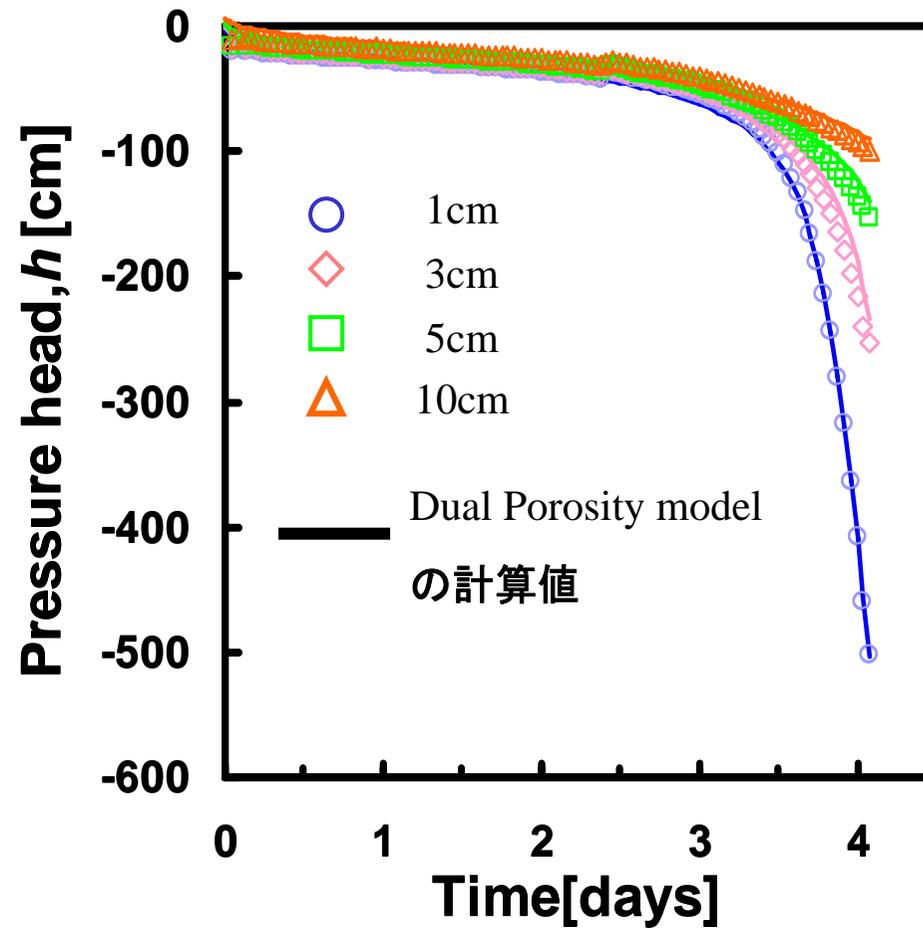
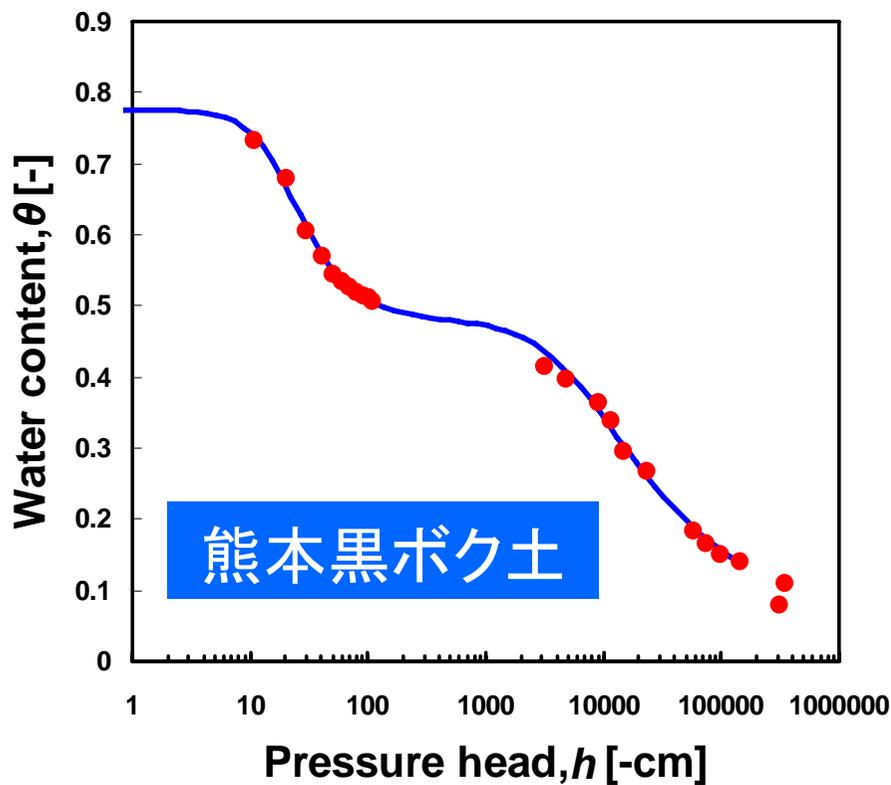
# 逆解析手法



# 逆解析

(Step1)

$K_s$ と $l$ の推定で蒸発法の実測値を計算値がよく再現した



積算蒸発量

Dual Porosity model パラメータ

$\theta_s$

$\theta_r, \alpha_1, n_1, w_2, \alpha_2, n_2$

$K_s, l$

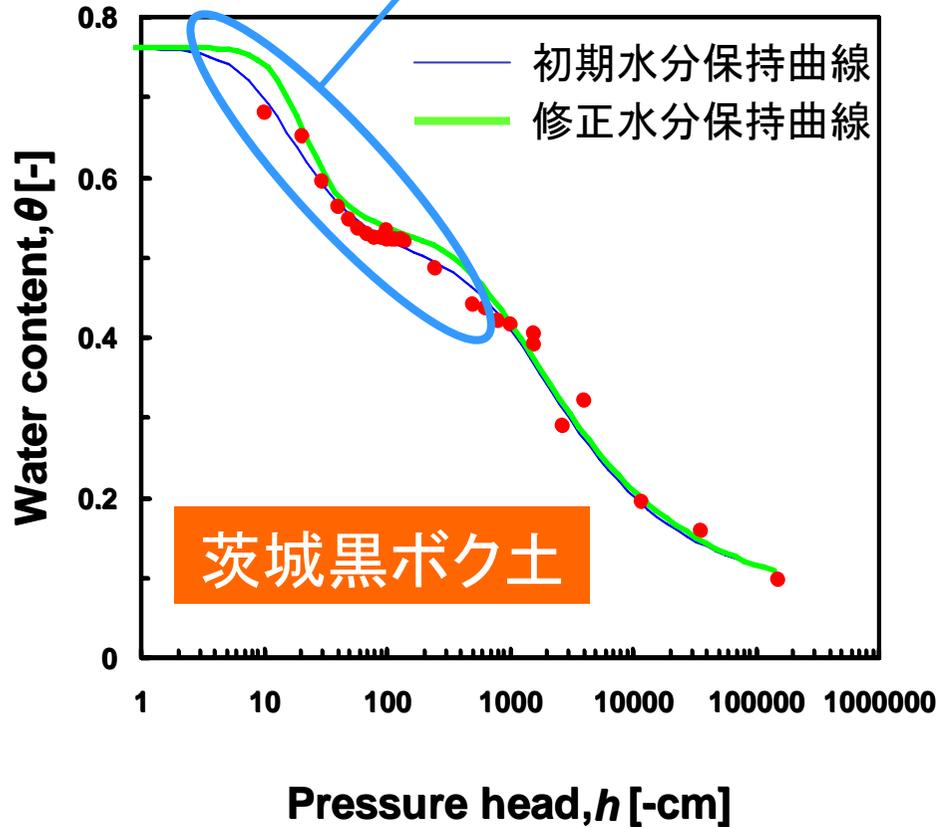
水分保持曲線

逆解析

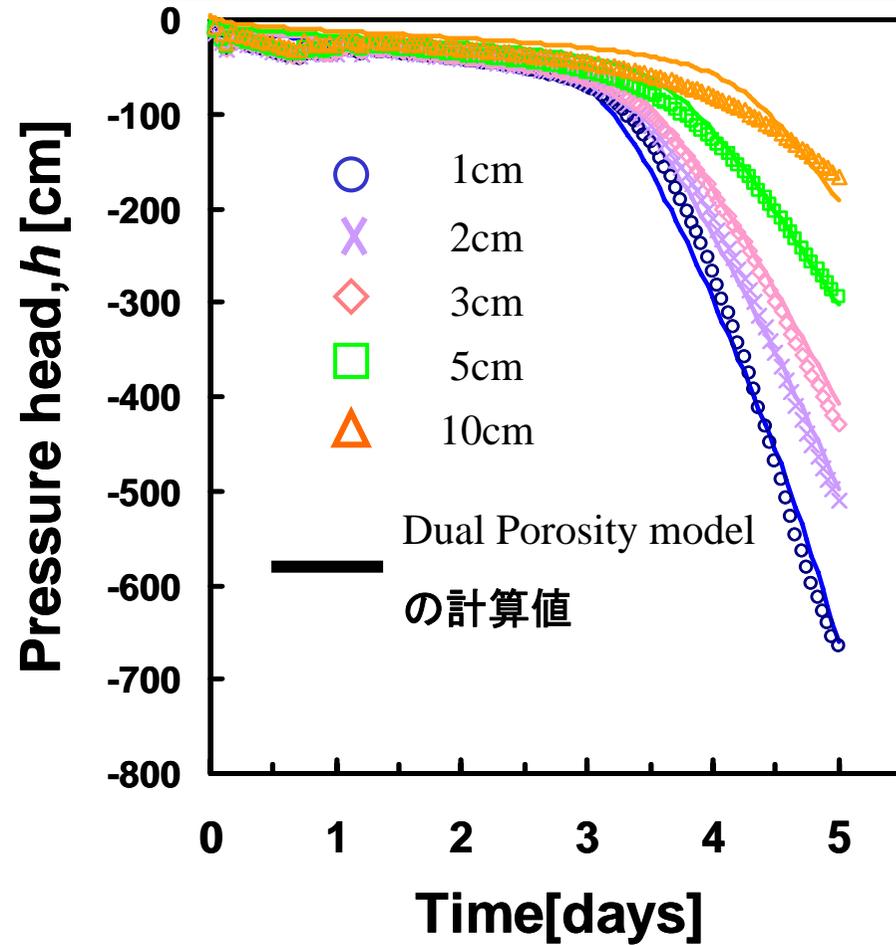
# 逆解析

(Step3)

$\alpha_1, n_1, w_2$ を推定することで水分保持曲線を修正



圧力変化をよく再現



積算蒸発量

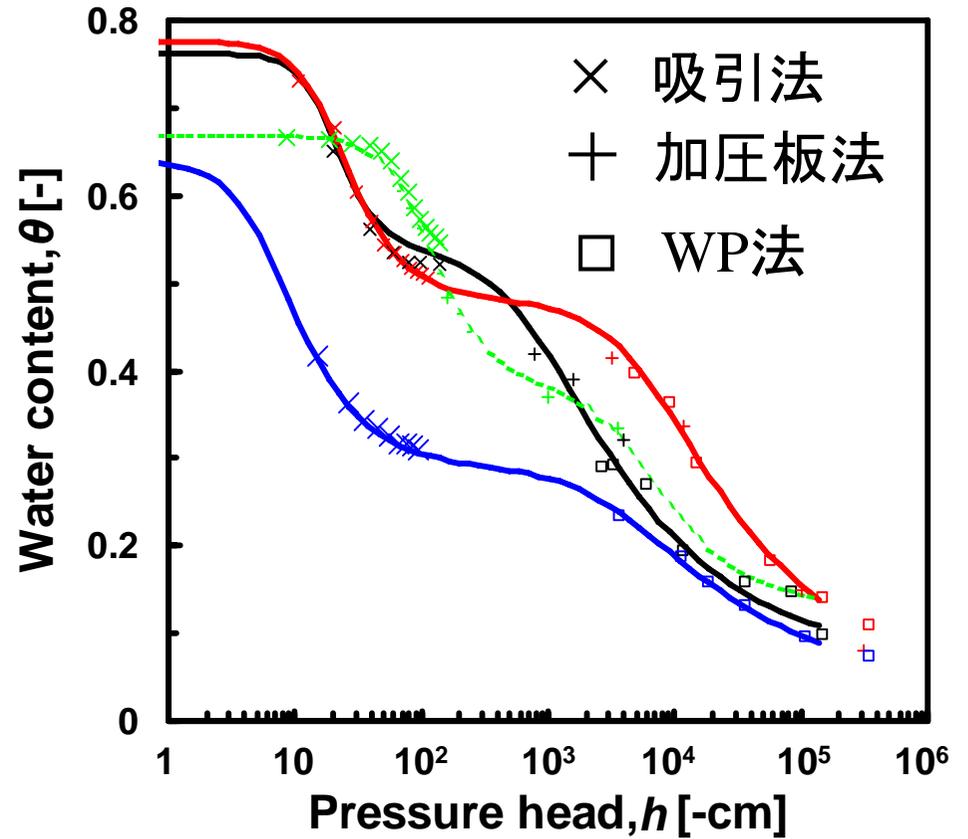
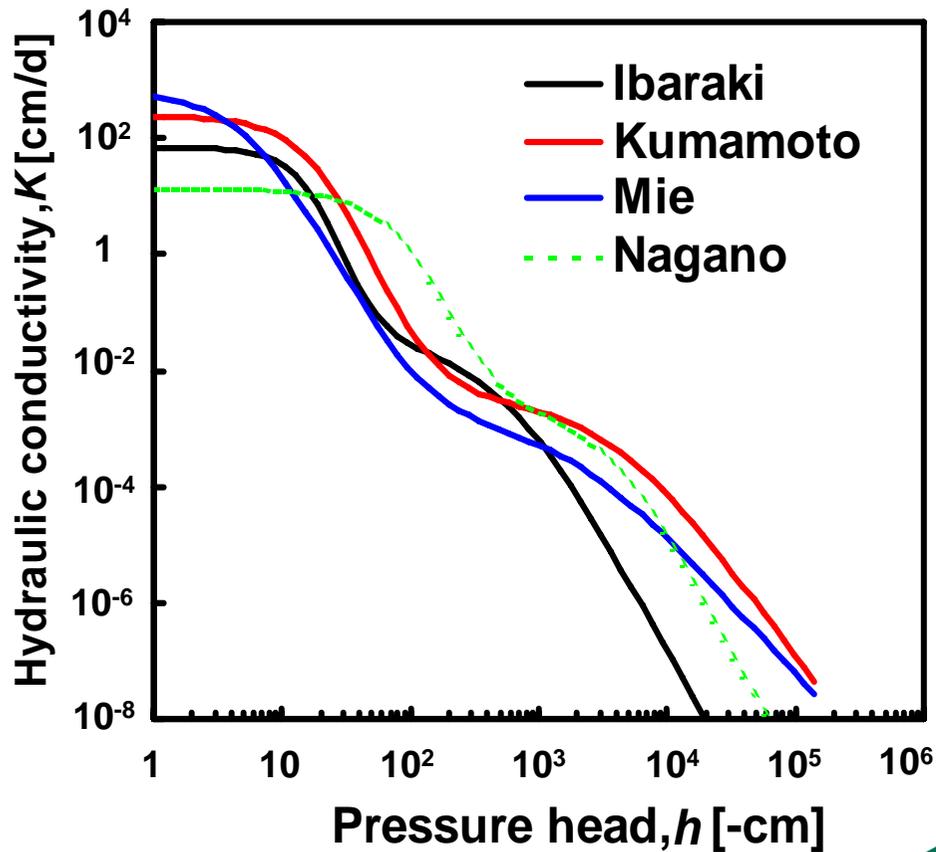
Dual Porosity model パラメータ

$\theta_s, \theta_r, \alpha_2, n_2, \alpha_1, n_1, w_2, K_s, l$

水分保持曲線

逆解析

# 推定結果



不飽和透水係数  $K(h)$

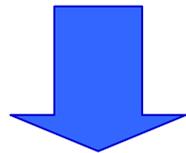
水分保持曲線  
 $\theta(h)$

推定された不飽和透水係数は、階段状の水分保持曲線の特徴を反映した

# まとめ

Dual Porosity model  
の逆解析手法を提案

正確な水分保持曲線  
の測定値

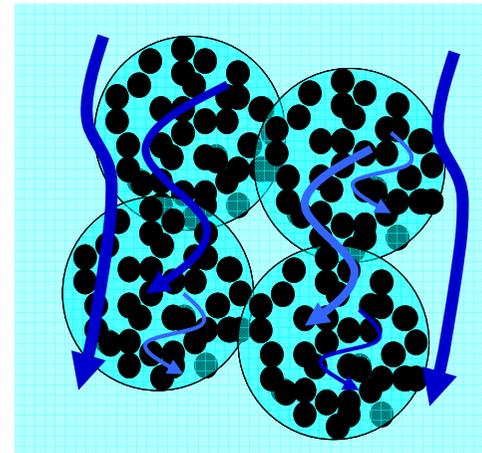


精度の高い

不飽和透水係数が推定可能。

提案した逆解析手法は全ての  
試料で有用性が確かめられた。

黒ボク土の水分移動特性  
について



黒ボク土によって団粒構造  
の大きさ、水分量、  
間隙径分布が異なる。