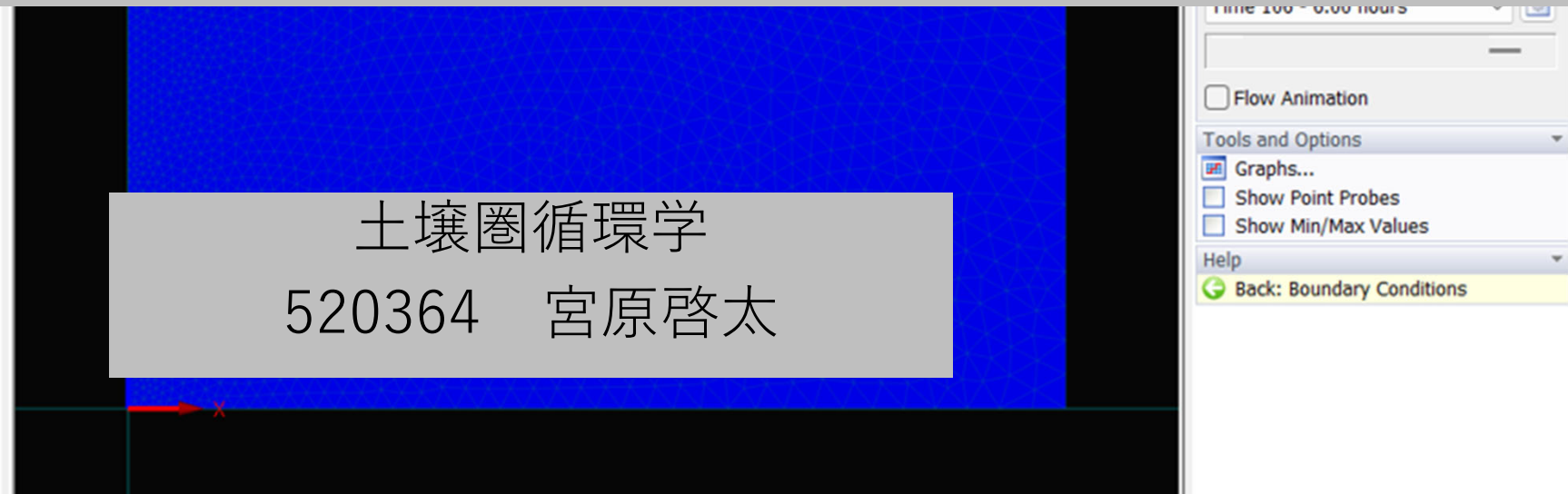
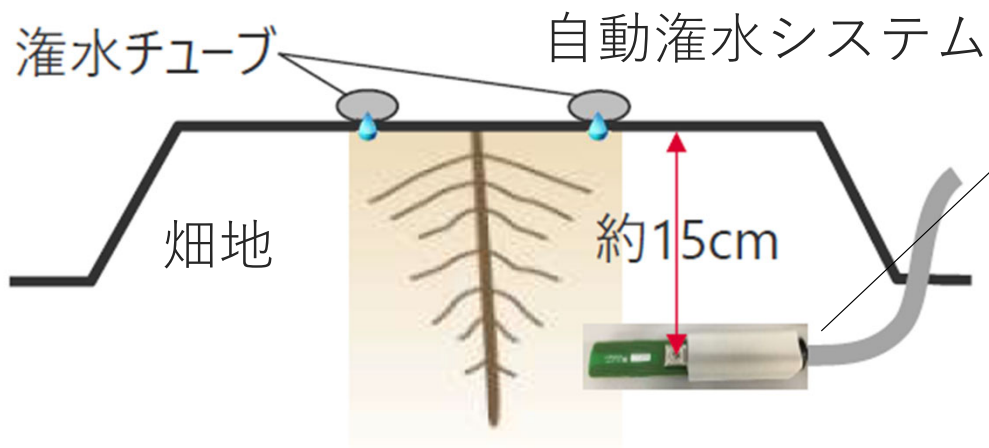


点滴灌水における土中水分移動の数値計算と 現場水分データへの適用



土壌圏循環学
520364 宮原啓太

はじめに

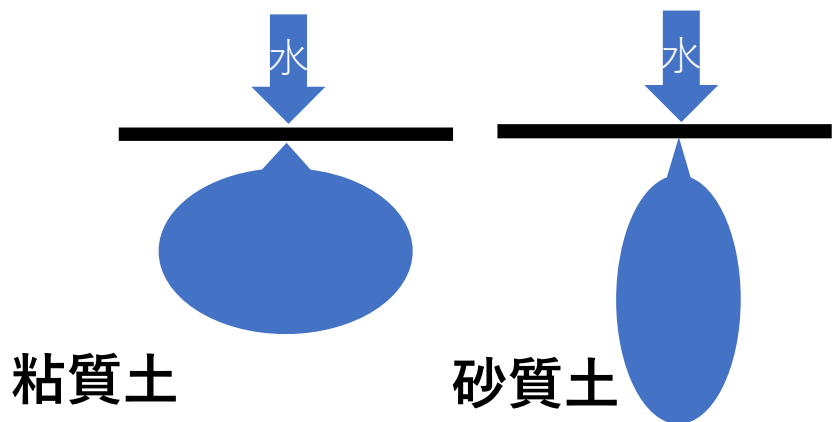


水分・圧力を同時に測定するセンサー
灌水タイミングを決定
点滴灌水を全自動化

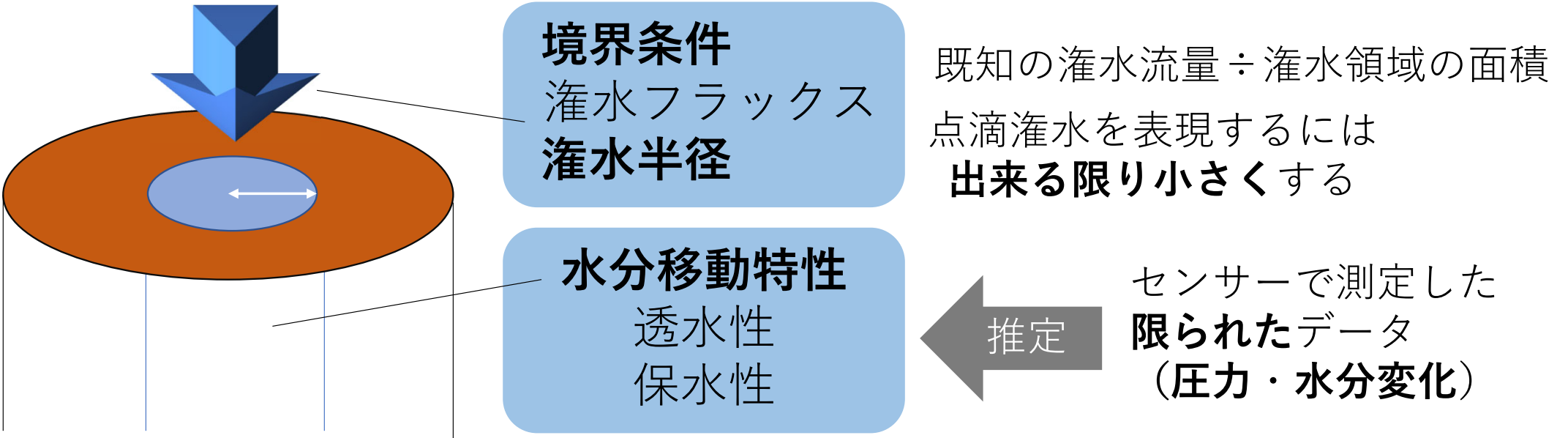
土壌特性によって異なる水の広がり
センサーの最適な埋設位置を決める必要

数値シミュレーションが有用

センサーを入れた圃場の
点滴灌水の圧力・水分変化を
数値シミュレーションで再現したい



点滴灌水を数値シミュレーションする方法と目的



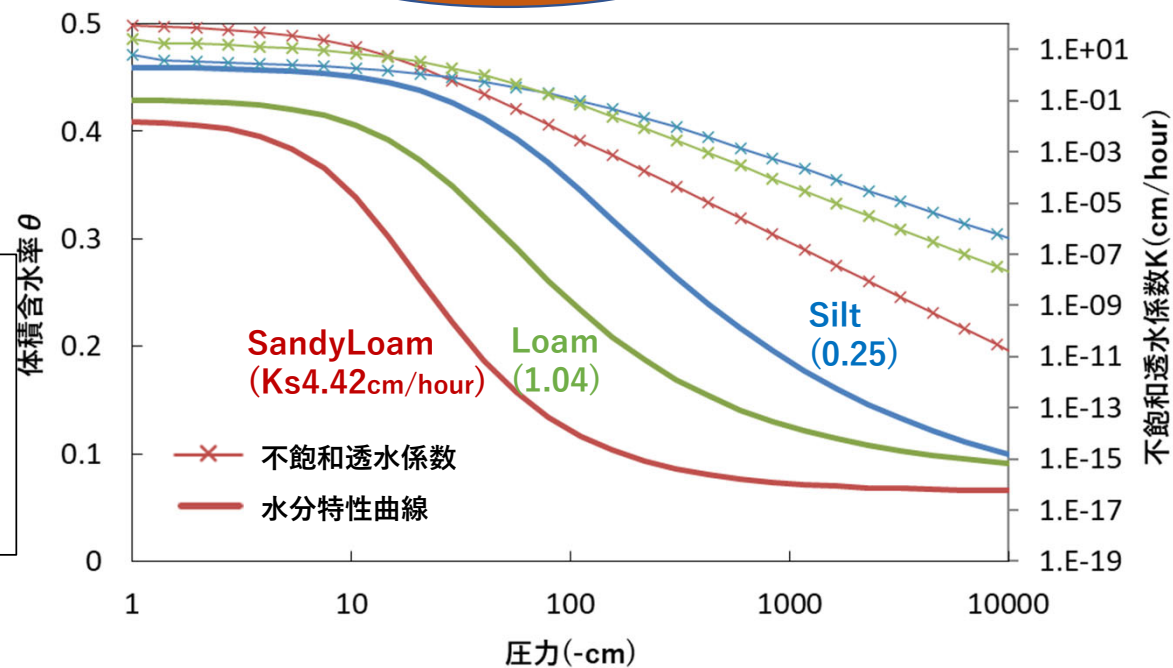
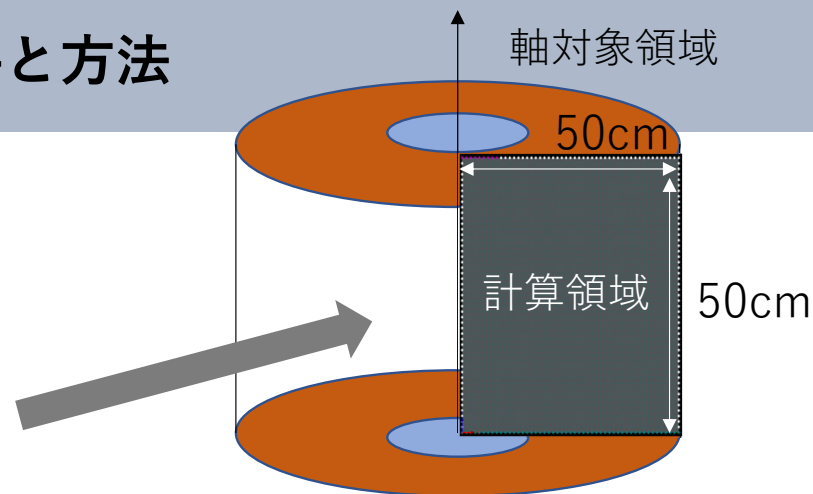
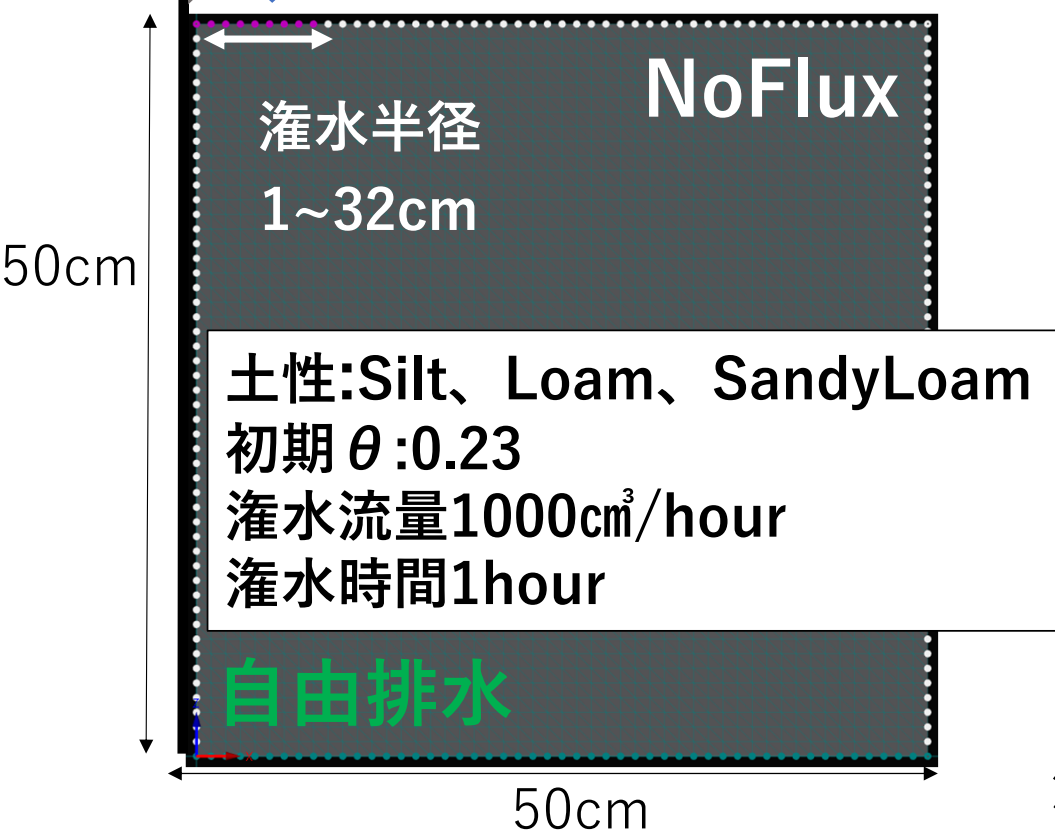
現場の点滴灌水の圧力・水分変化を数値シミュレーションで再現

そのために、以下の点を明らかにする

- 点滴灌水を数値シミュレーションする際に与える境界条件（灌水半径）について検討すること
- センサで測定した現場データへの適用

数値シミュレーションで与える計算条件と方法

数値シミュレーションには
HYDRUS-2Dを用いる



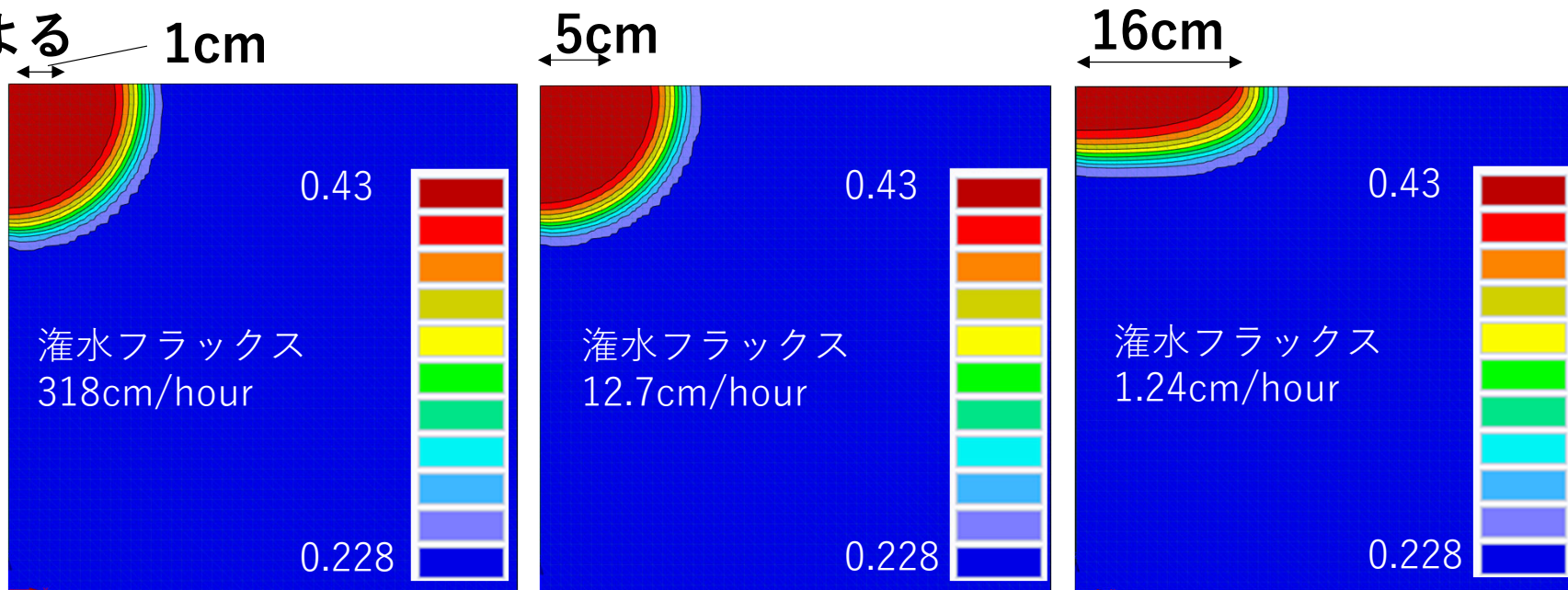
灌水半径の違いによる水分・圧力分布を計算

灌水半径の違いによる
水分・圧力分布

Loam

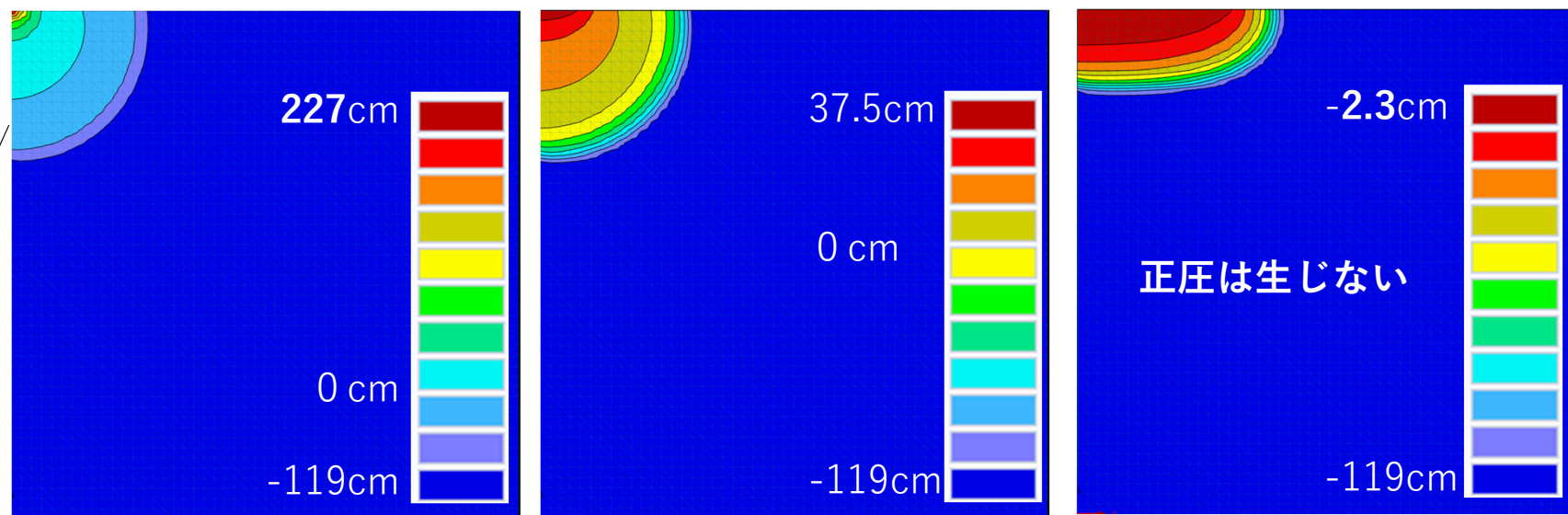
1時間時点の図

水分分布



圧力分布

極端な
正圧が
生じる



正圧が生じないような灌水半径の決定

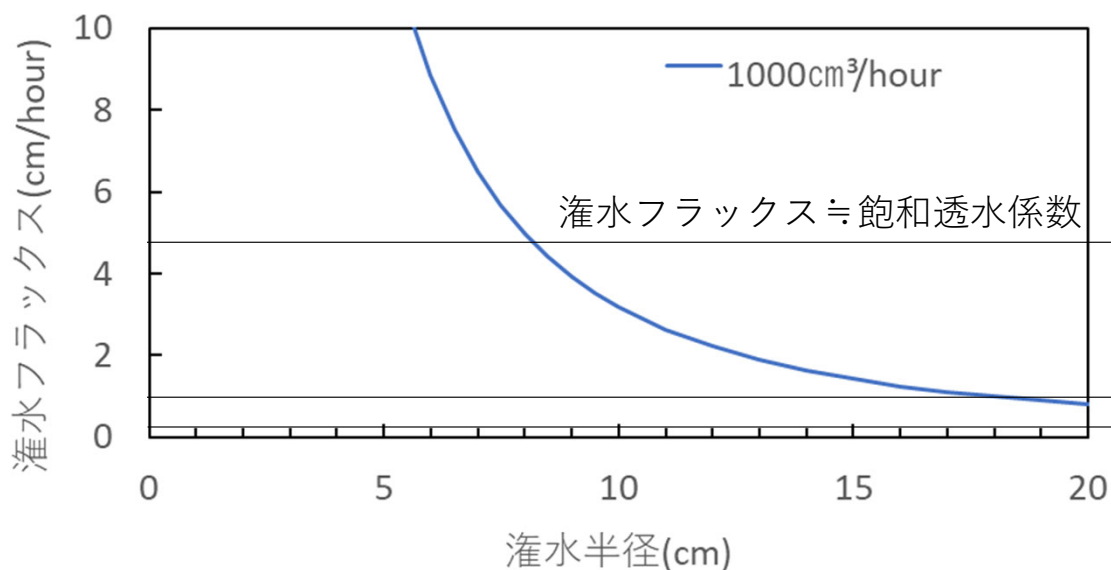
点滴灌水の灌水表面は飽和浸潤

ダルシー則 $J_w = -ks \left(\frac{\Delta h}{\Delta z} + 1 \right)$

$\frac{\Delta h}{\Delta z}$: 圧力勾配
 ks : 飽和透水係数
 J_w : 水分フラックス
 0と仮定

灌水フラックス = 飽和透水係数

灌水流量 ÷ 飽和透水係数 = 灌水領域の面積 = $\pi \times (\text{灌水半径})^2$



↓ 飽和透水係数

Sandy Loam
4.42cm/hour 8cm

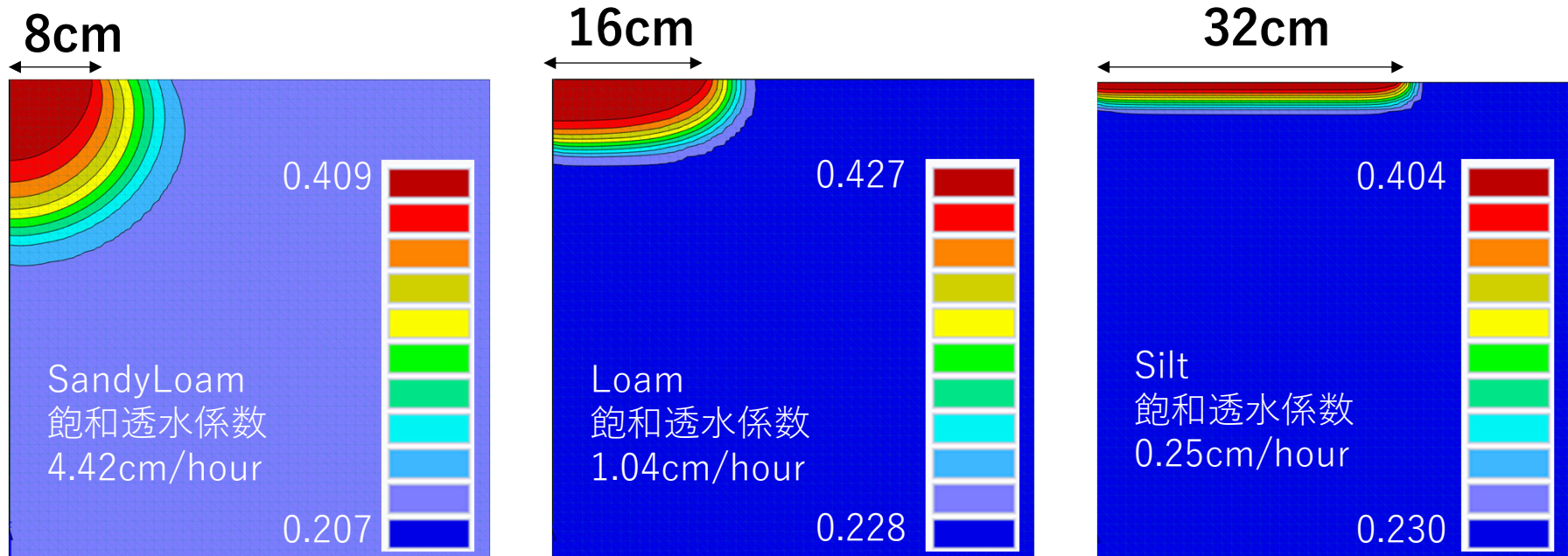
Loam
1.04cm/hour 16cm

Silt
0.25cm/hour 32cm

飽和透水係数を
基準に
灌水半径を決める

1時間
時点の図

水分分布



飽和透水係数に基づいて灌水半径を与えることで、
土性による水分分布の違いを表現できた

灌水条件とセンサの測定データ

土性：黒ボク土

灌水流量：1000(cm³/hour/孔)

水分特性曲線・不飽和透水係数：**不明**

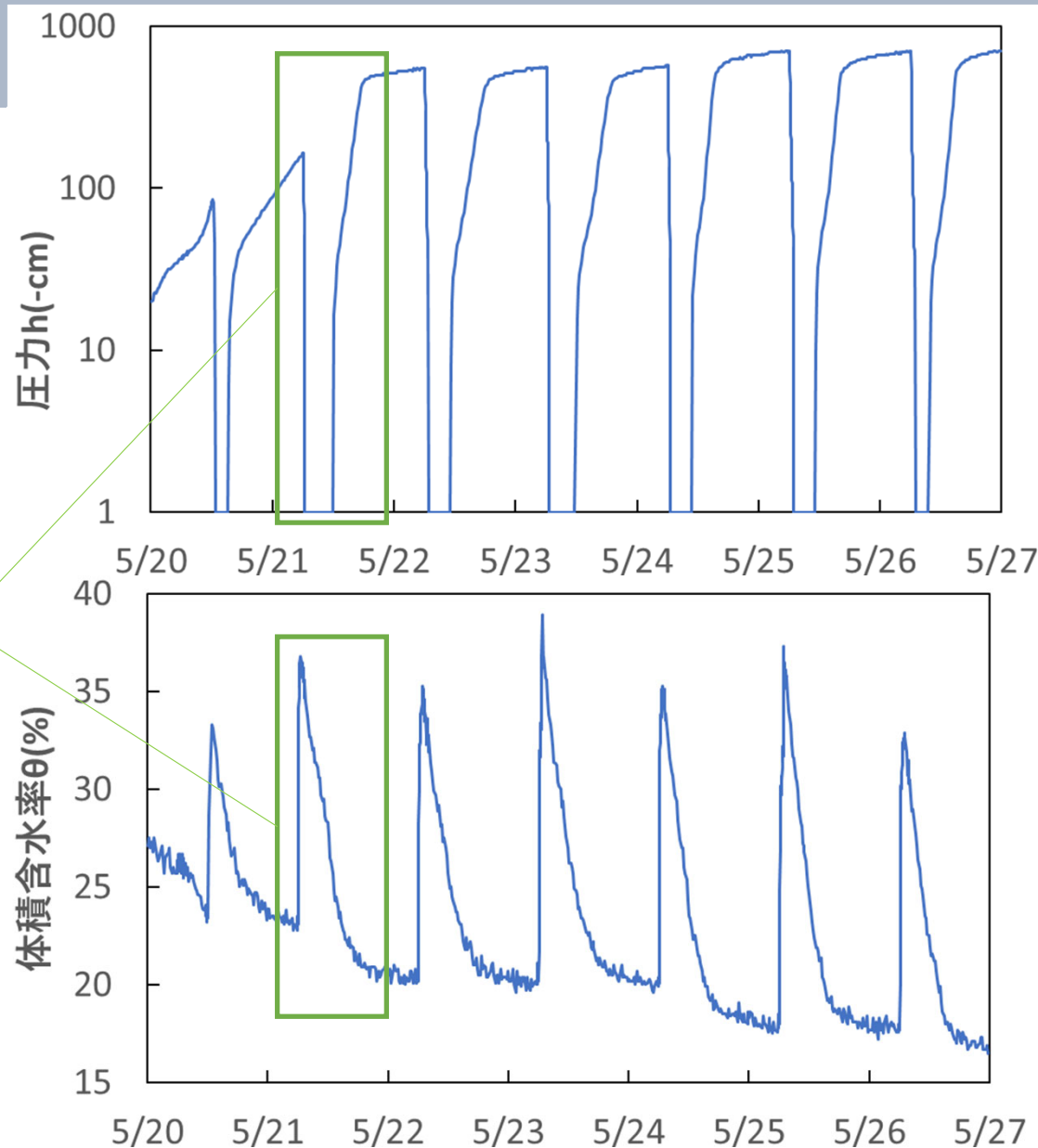
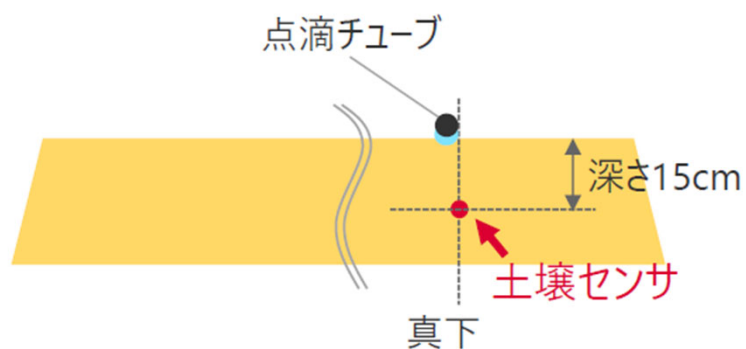
データは宮農圃場で得られたもの

灌水時間 (分)

	センサ①
5/20	22
5/21	8
5/22	8
5/23	8+8
5/24	11
5/25	11+8
5/26	11

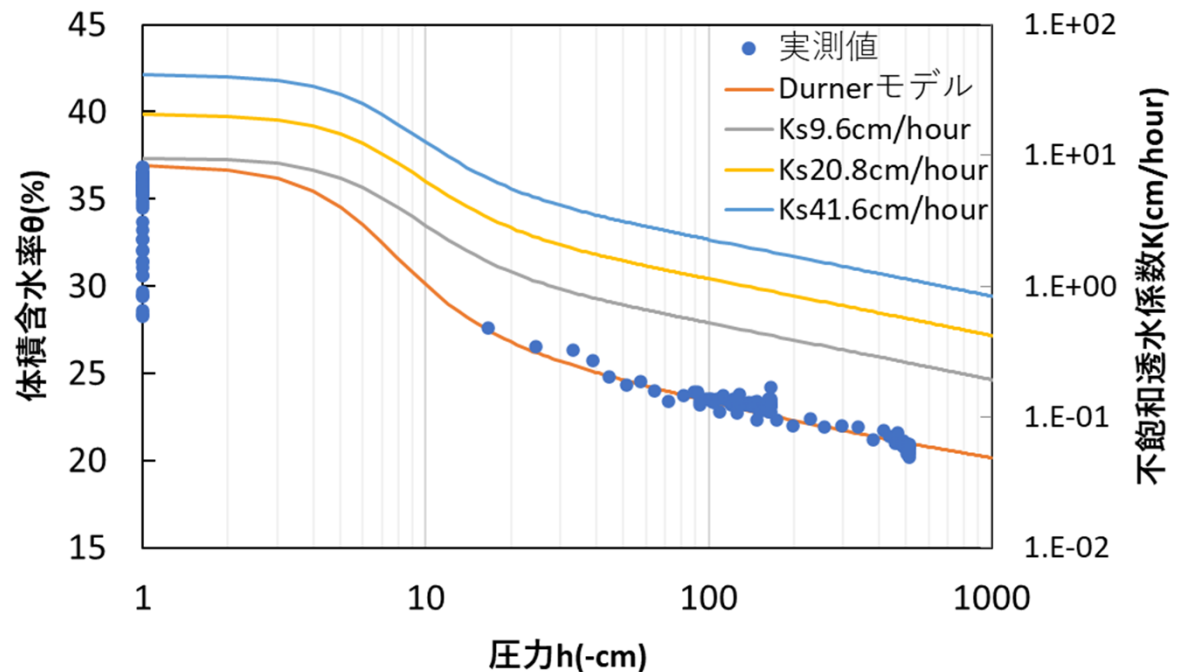
灌水量：133~315cm³

5月21日(灌水時間8分)
のデータに適用



現場データへの適用する際の計算条件

5/21、水分特性曲線、不飽和透水係数

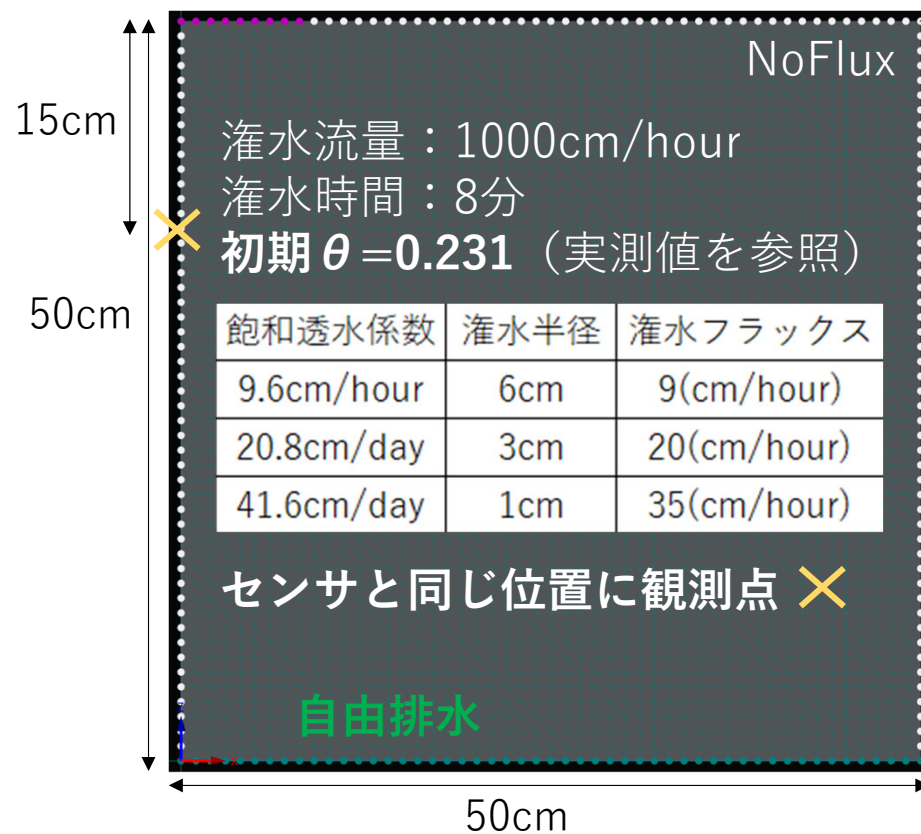


Durnerモデル

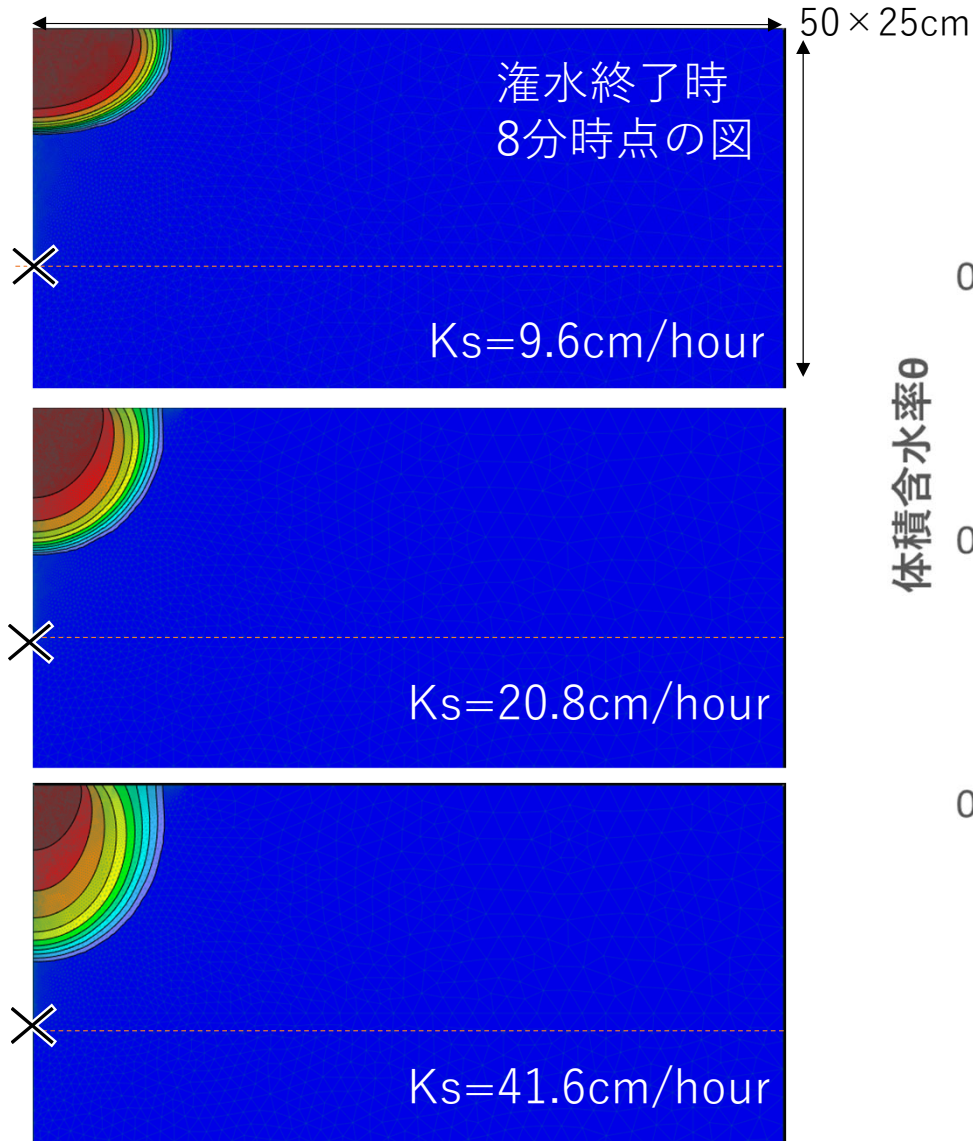
$$\theta = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{w_1(1 + (\alpha_1 h)^{n_1})^{-m_1} + w_2(1 + (\alpha_2 h)^{n_2})^{-m_2}}$$

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

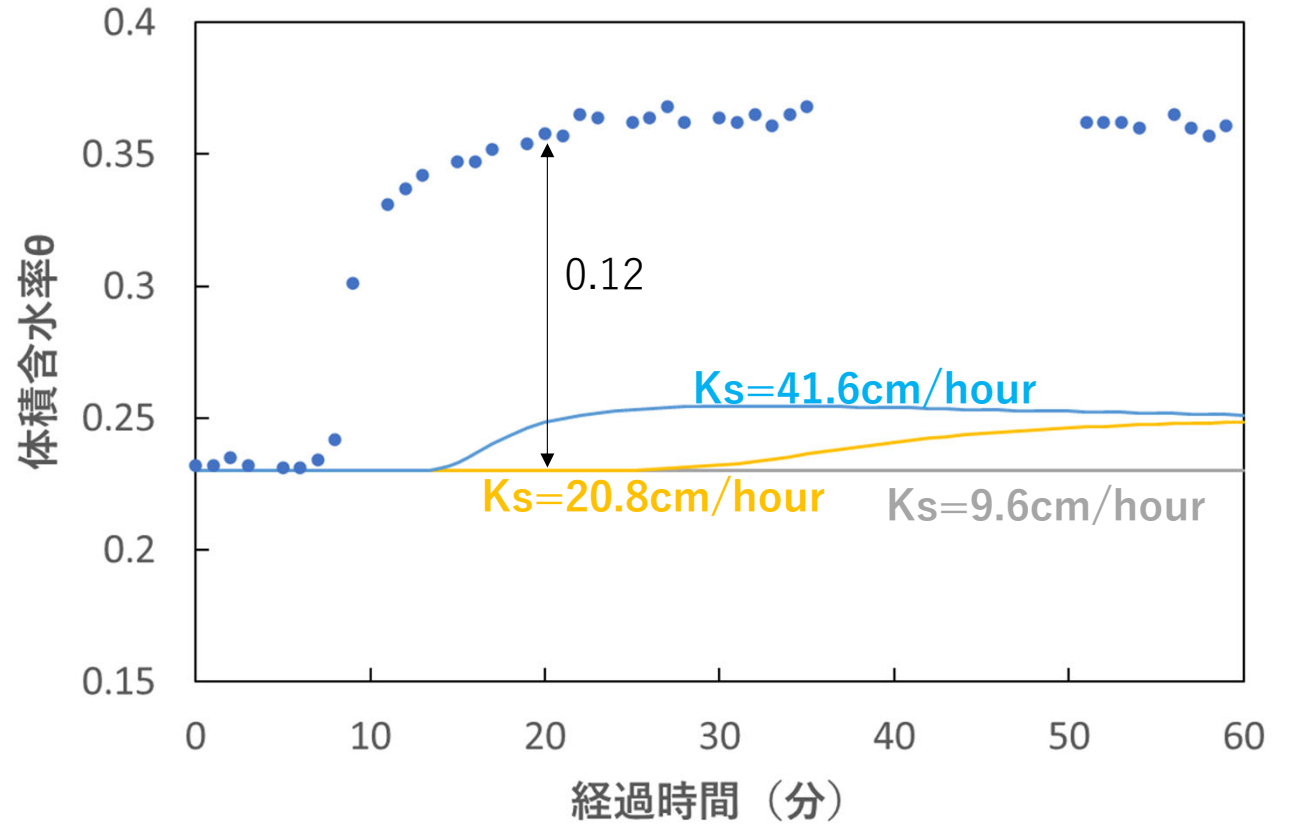
不飽和透水係数が不明
→飽和透水係数を
9.6、20.8、41.6cm/hourで推定



水分分布の結果

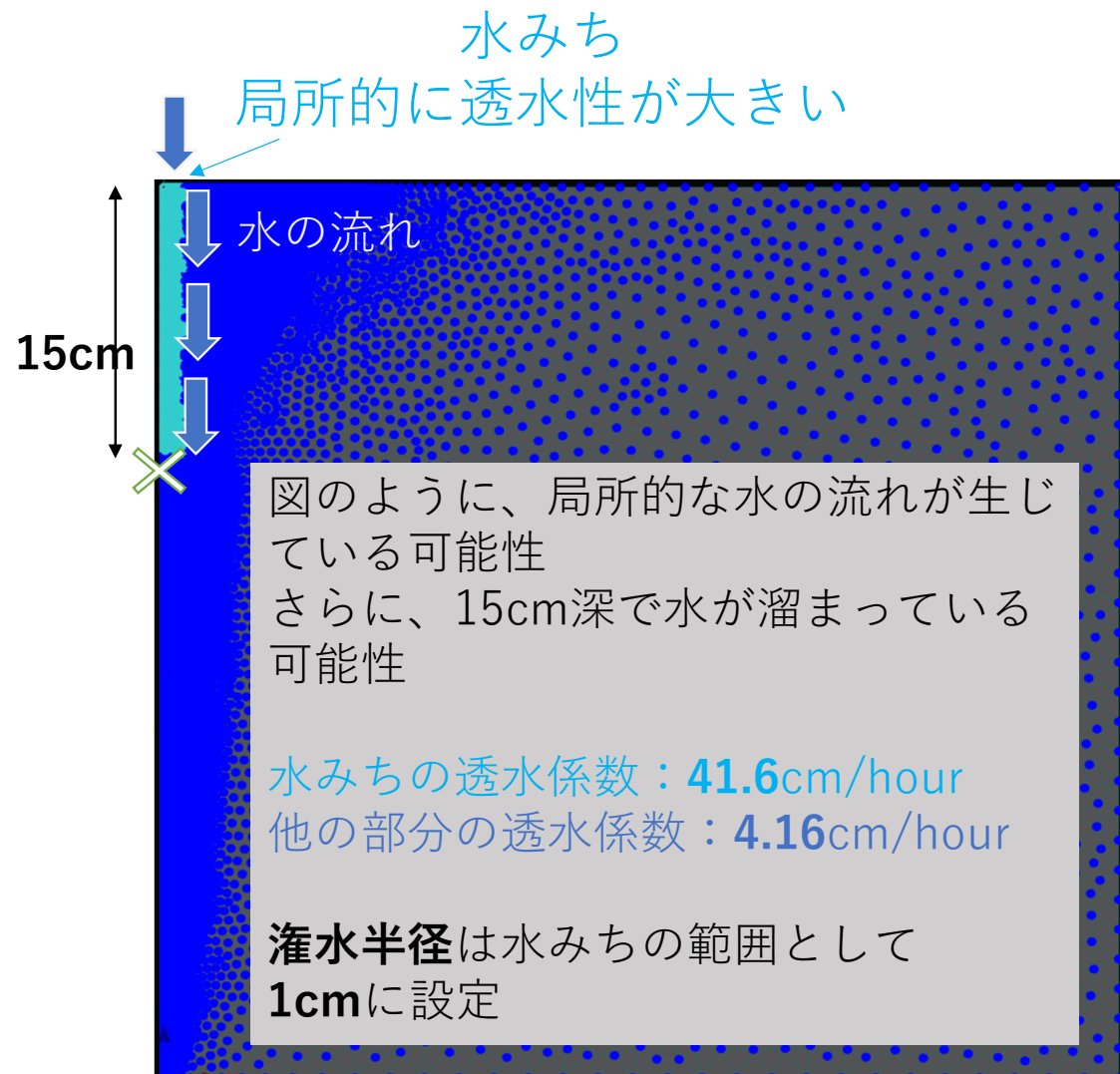


灌水直下15cmの観測点Xでの θ の時間推移

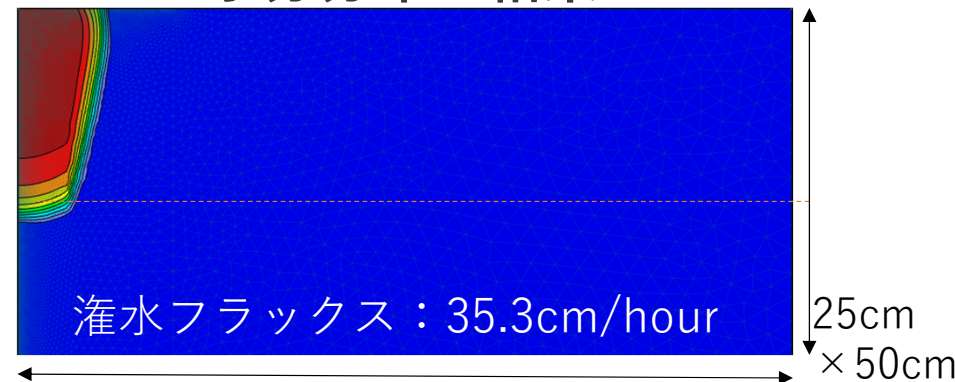


実測値と比べると、水分上昇量が少ない

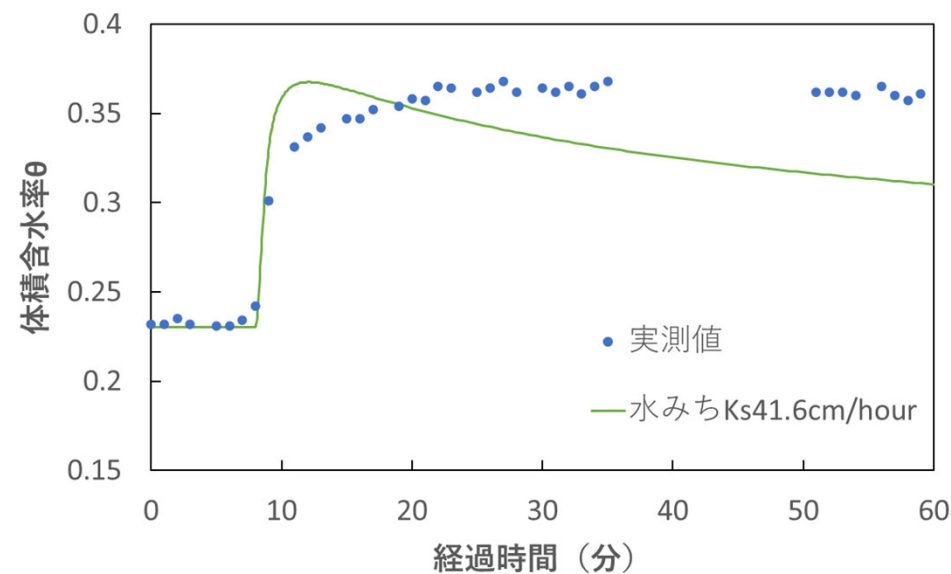
局所的な水の流れを考慮した場合



水分分布の結果



散水直下15cmの観測点×での結果



現場データに適用すると灌水半径を与えても表現できない場合がある

まとめ

現場の点滴灌水の圧力・水分変化を 数値シミュレーションで再現したい

- 数値シミュレーションで与える境界条件（**灌水半径**）は**飽和透水係数を目安として決定する**
- 実測データに適用すると、**局所的な水の流れ**が生じている可能性

数値シミュレーションを適用して
水分移動の普遍的な推定手法を導くためには、
さらに多くの事例に対して検討を重ねる必要がある