

# 凍土中の液状水量の測定 および推定法の検討

505148 西田達

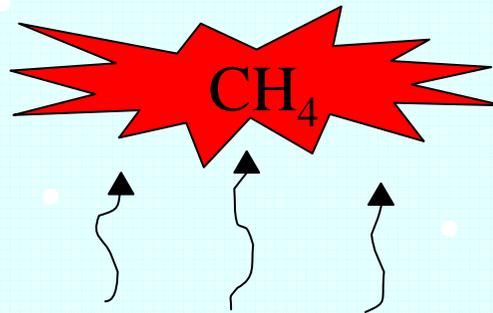
土壌圏循環学教育研究分野

はじめに

# 正確かつ簡単に不凍水量を 測定 & 推定

凍土中には‘不凍水’

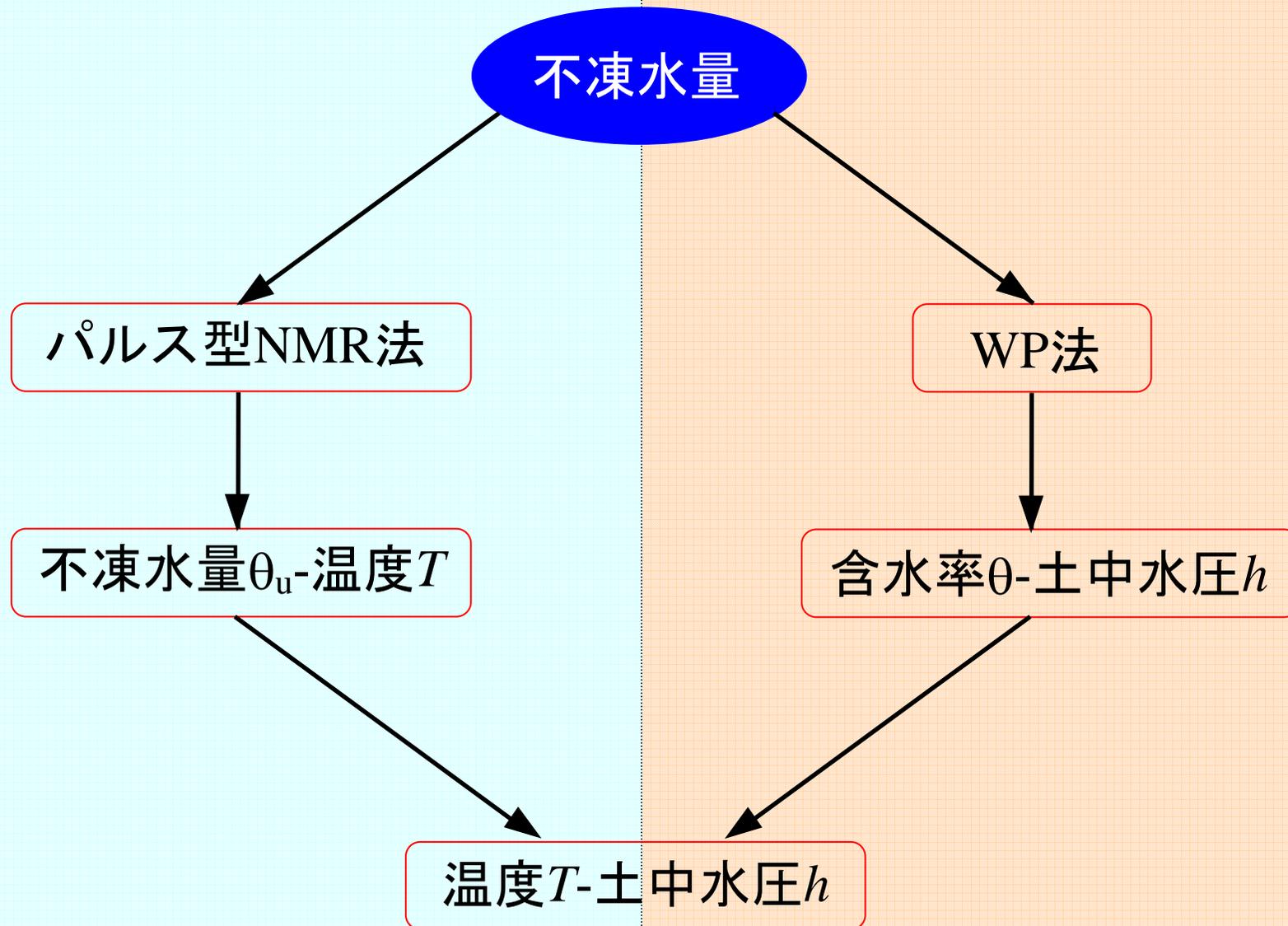
- ・永久凍土と温暖化ガス
- ・農地の水管理
- ・燃料電池
- ・植物の耐冬性



# フローチャート

測定

推定



# クラウジウス・クラペイロン式での不凍水量推定

$$\ln T = \frac{g}{L_f} h + \ln T_m$$

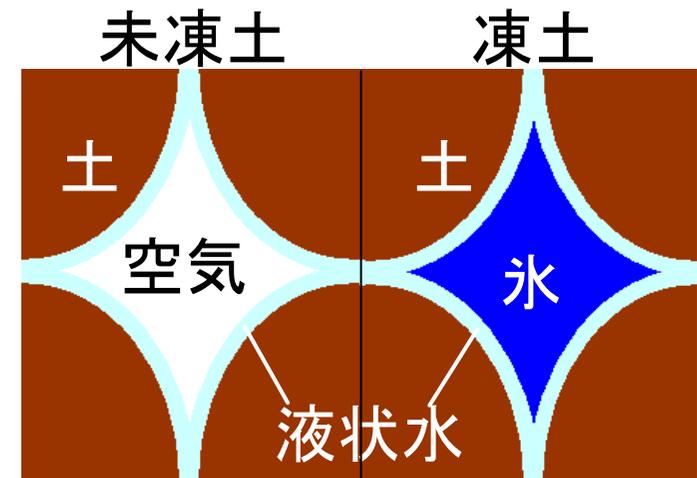
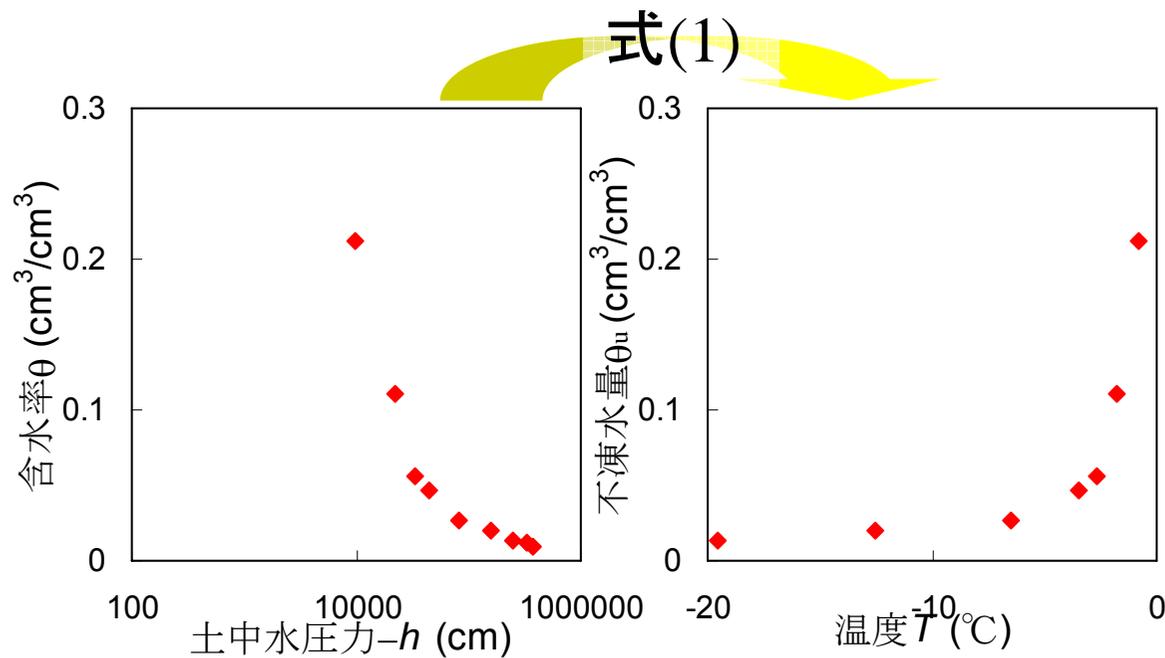
$T_m$ :凝固点  $L_f$ :潜熱

式(1)

仮定1;水の分布：凍土 = 未凍土

仮定2;土中の空気 = 大気圧

仮定3;土中の氷 = 大気圧



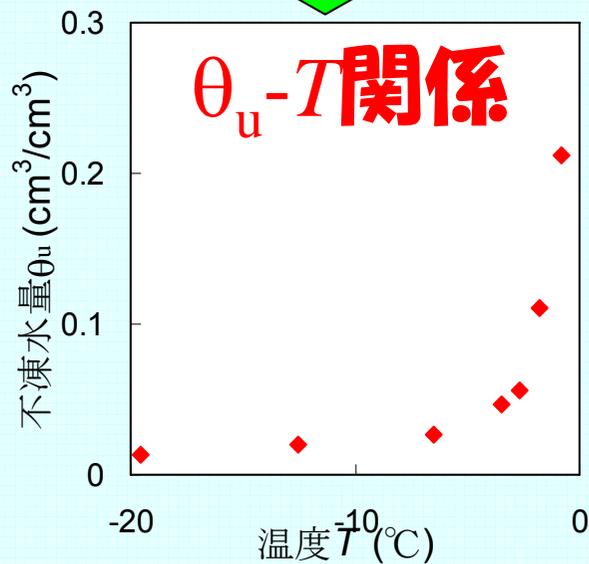
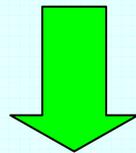
## 試料と方法

	藤の森粘土	鳥取砂丘砂	豊浦砂	三重黒ぼく土
土性	Silt Loam	Sand	Sand	—
	北海道黒ぼく土	北海道赤土	カオリナイト	撥水性試料
土性	Silt Loam	Clay Loam	Clay	—

### 測定

#### パルス型NMR法

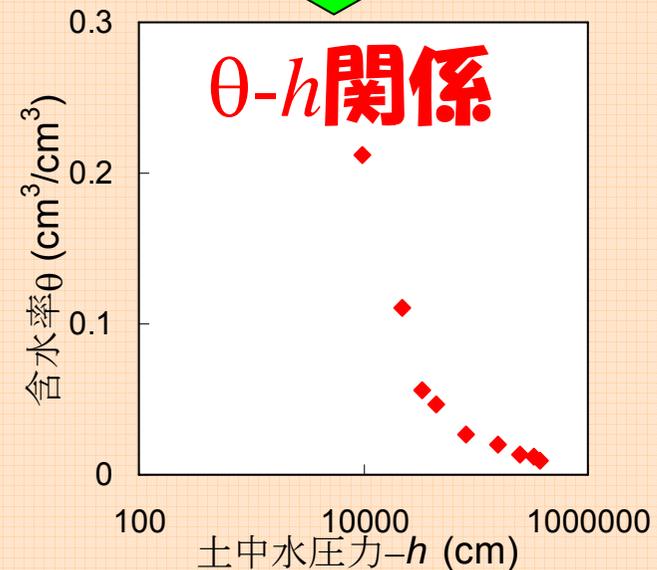
氷と水のプロトンの動きの違い



### 推定

#### WP法

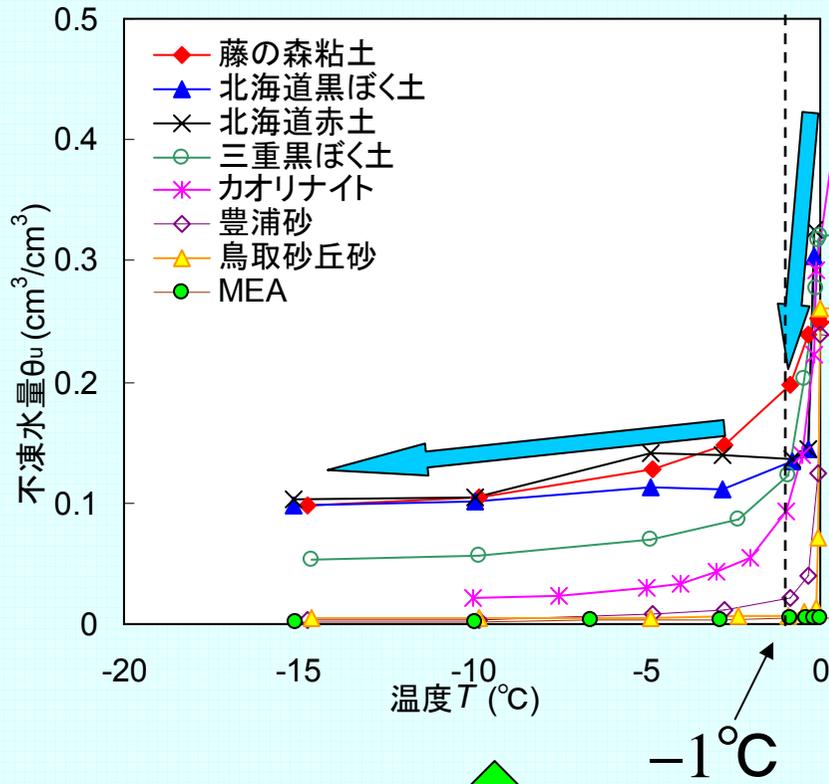
飽和水蒸気圧と温度の関係



# 結果 $\theta_u$ - $T$ 関係と $\theta$ - $h$ 関係

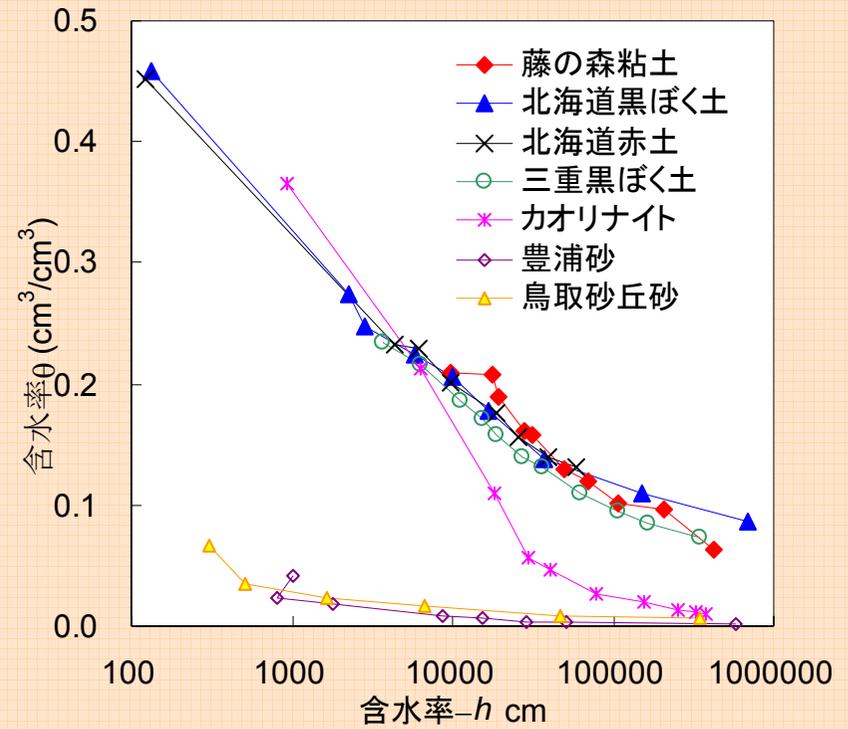
## 測定

パルス型NMR法で測定した  
 $\theta_u$ - $T$ 関係



## 推定

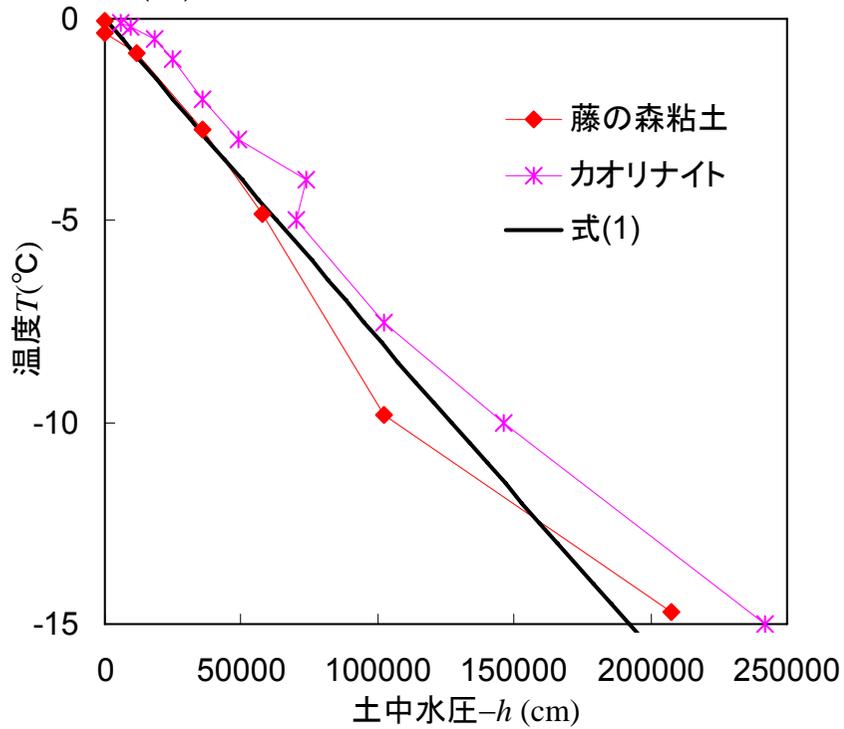
WP法で測定した  
 $\theta$ - $h$ 関係



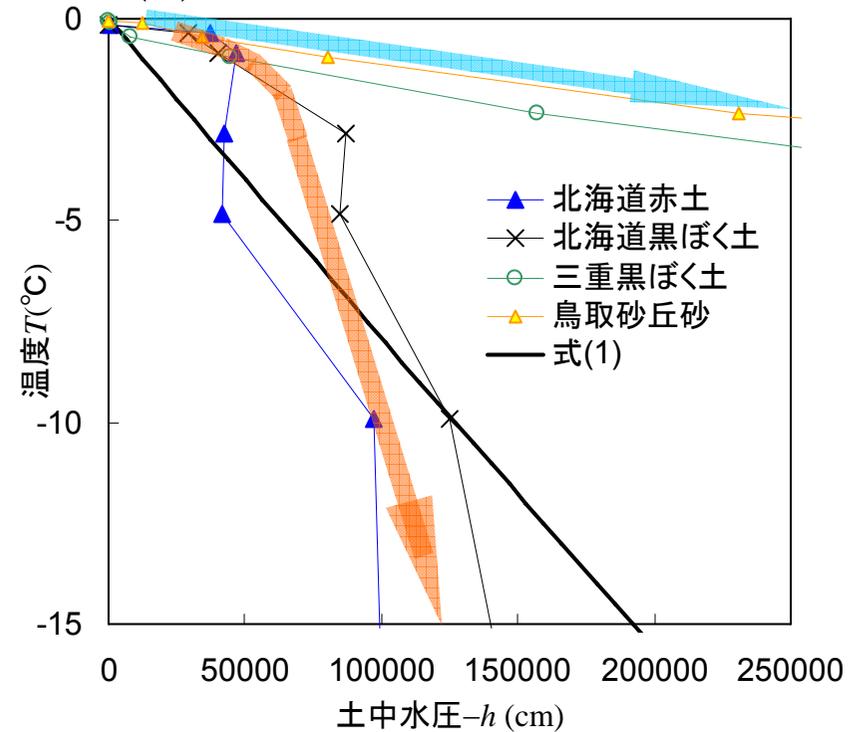
**$T$ - $h$ 関係**

# T-h関係

式(1)に比較的一致した試料



式(1)に一致しなかった試料



$$\ln T = \frac{g}{L_f} h + \ln T_m \quad \text{式(1)}$$

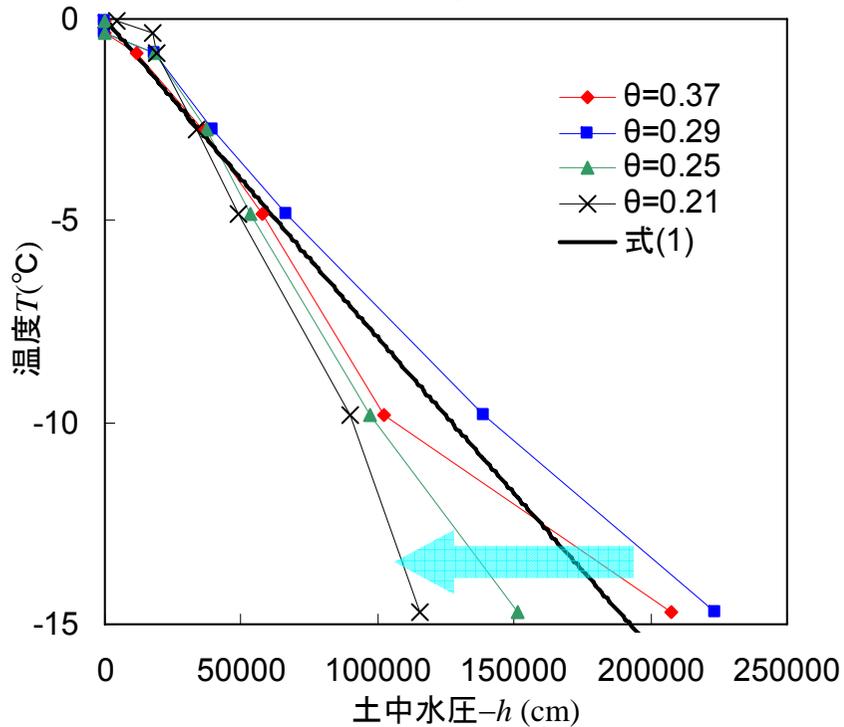
仮定1;水の分布;凍土=未凍土

仮定2;土中の空気=大気圧

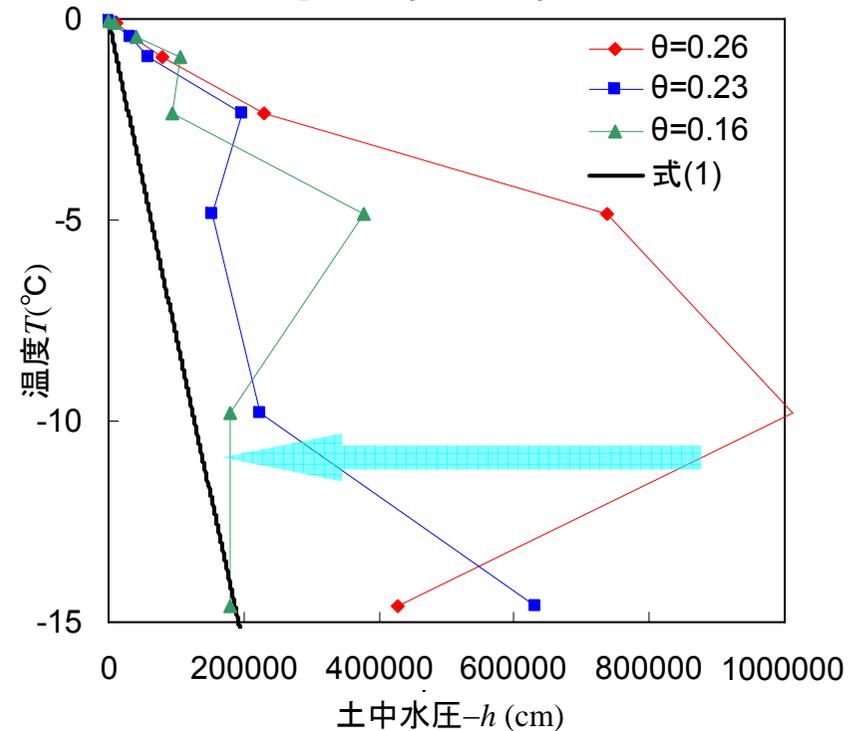
仮定3;土中の氷=大気圧

# T-h関係 初期含水率依存性

## 藤の森粘土



## 鳥取砂丘砂



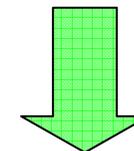
$$\ln T = \frac{g}{L_f} h + \ln T_m \quad \text{式(1)}$$

仮定1;水の分布;凍土=未凍土

仮定2;土中の空気=大気圧

仮定3;土中の氷=大気圧

**含水率が減少**



**T/hが減少**

おわりに

## 不凍水量

パルス型NMR法で正確に測定

WP法で簡単に推定

試料、飽和度ごとに注意が必要