



黒ボク土への水の浸潤にともなう 地温分布の形成メカニズムの解明

516323 川村 宜也

土壌圏システム学教育研究分野
2月17日(月)卒論発表会

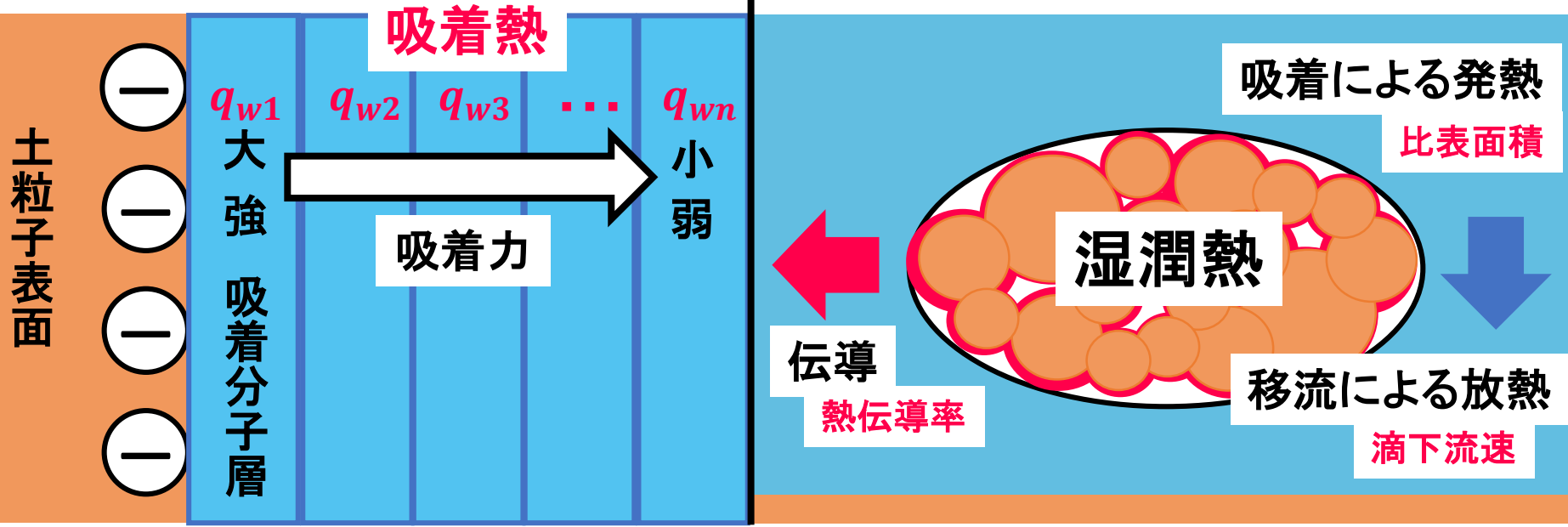
はじめに(発熱に寄与する吸着分子層)

発熱する分子層の厚さ ?

発熱量 q_w ?

地温分布への影響 ?

土の種類の影響 ?



・浸潤による土の発熱とそれによって生じる地温分布の形成メカニズムを解明する

土の種類が及ぼす影響の検討
 吸着分子層の厚さと発熱量の推定

試料

		乾燥 密度 (g/cm ³)	初期 含水率 (cm ³ /cm ³)	分子層 厚さ (層)	*比表 面積 (m ² /g)	**熱伝導率 (W/mK)	
						初期	飽和
熊本	風	0.79	0.09	2.7	151.4	0.16	0.75
	炉		0.05	1.8	116.1	0.15	0.72
長野	風	0.79	0.07	2.5	124.3	0.14	0.69
	炉		0.03	1.6	89.5	0.14	0.69
三重	風	1.10	0.04	2.1	60.9	0.19	1.06
	炉		0.02	1.5	49.2	0.17	1.09
鳥取 砂丘砂		1.56	0.02	5.0	9.6	0.24	1.63

* 水分吸脱着装置(VSA) ** 熱特性計(KD2Pro)

初期水分条件 湿度50 %, 温度30 °Cで一定期間保存

実験方法

測定項目

地中温度、浸潤水温度、室温(°C)

浸潤速度(cm/h)

・カラム浸潤実験

方法

室温25°C

一定流量(5, 4, 2.5, 0.5 cm/h)で滴下

・数値解析

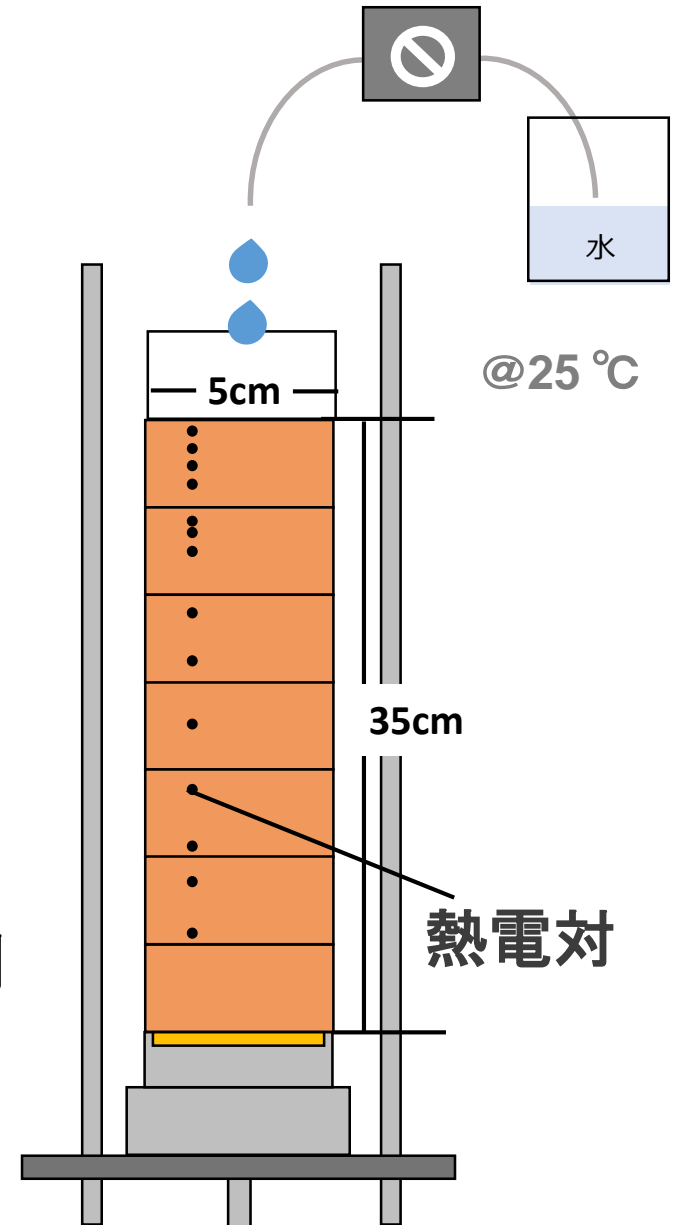
使用ソフト: HYDRUS-1D

計算条件: 試料 30 cm、初期圧力: 実測

水分条件: 一定フラックス(実測)

温度条件: 上端 温度一定

水温・初期温度: 実測



方法(数値解析)

リチャーズ式

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left[K(h) \left(\frac{\partial h}{\partial z} + 1 \right) \right]$$

熱伝導方程式

$$C_s \frac{\partial T}{\partial t} = \underbrace{\lambda \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}}_{\text{伝導・分散}} - \underbrace{C_w \frac{\partial q}{\partial z}}_{\text{移流}} + \underbrace{H_w}_{\text{発熱}}$$

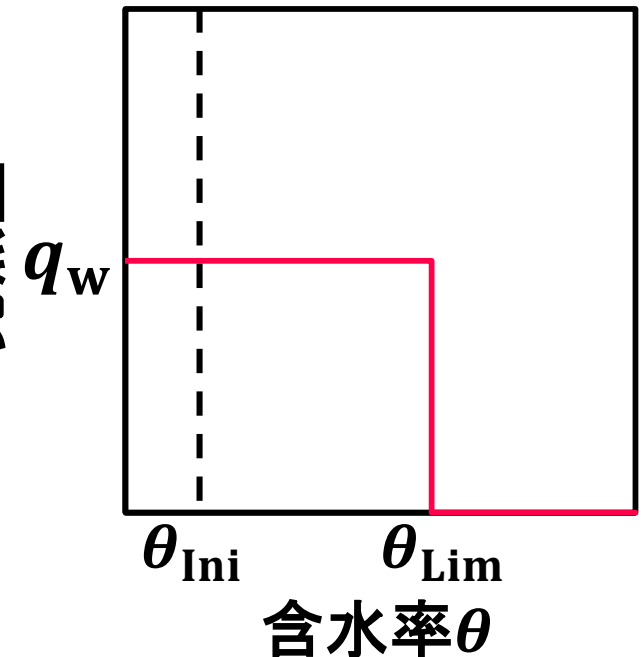
$$H_w = \begin{cases} q_w \frac{d\theta}{dt} & (\theta_{\text{Ini}} < \theta < \theta_{\text{Lim}}) \\ 0 & (\theta_{\text{Lim}} < \theta) \end{cases}$$

q_w : 吸水量当たりの発熱量

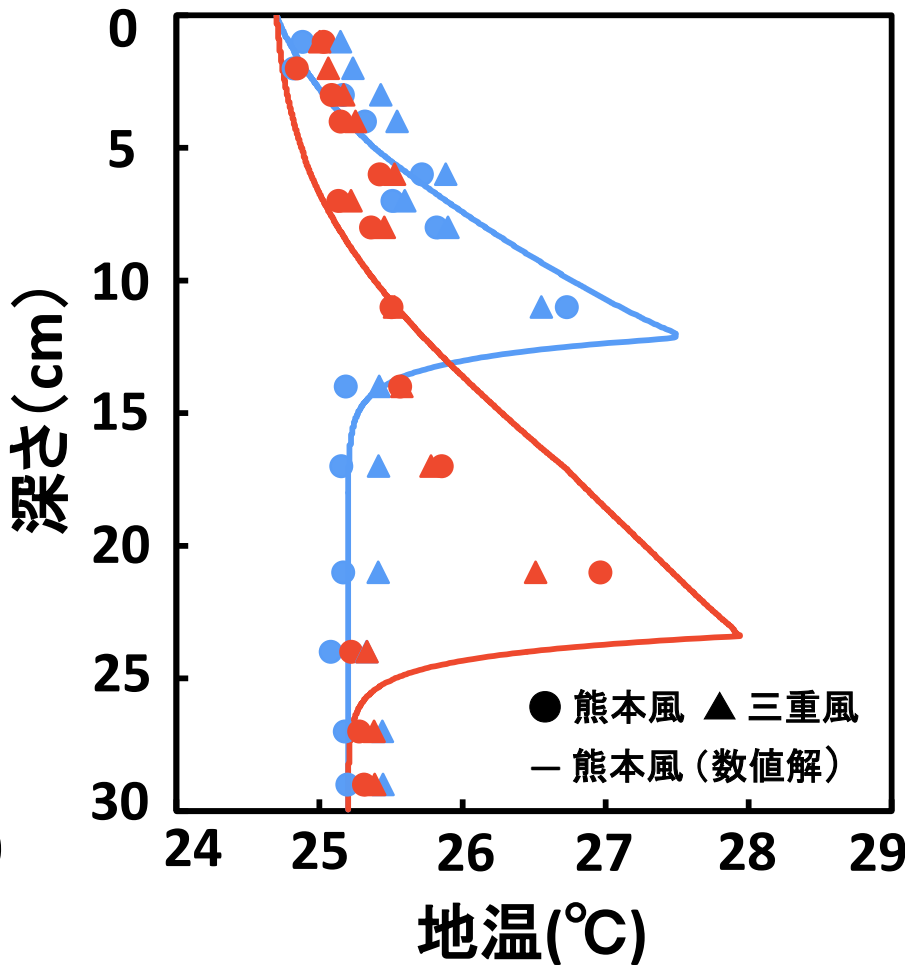
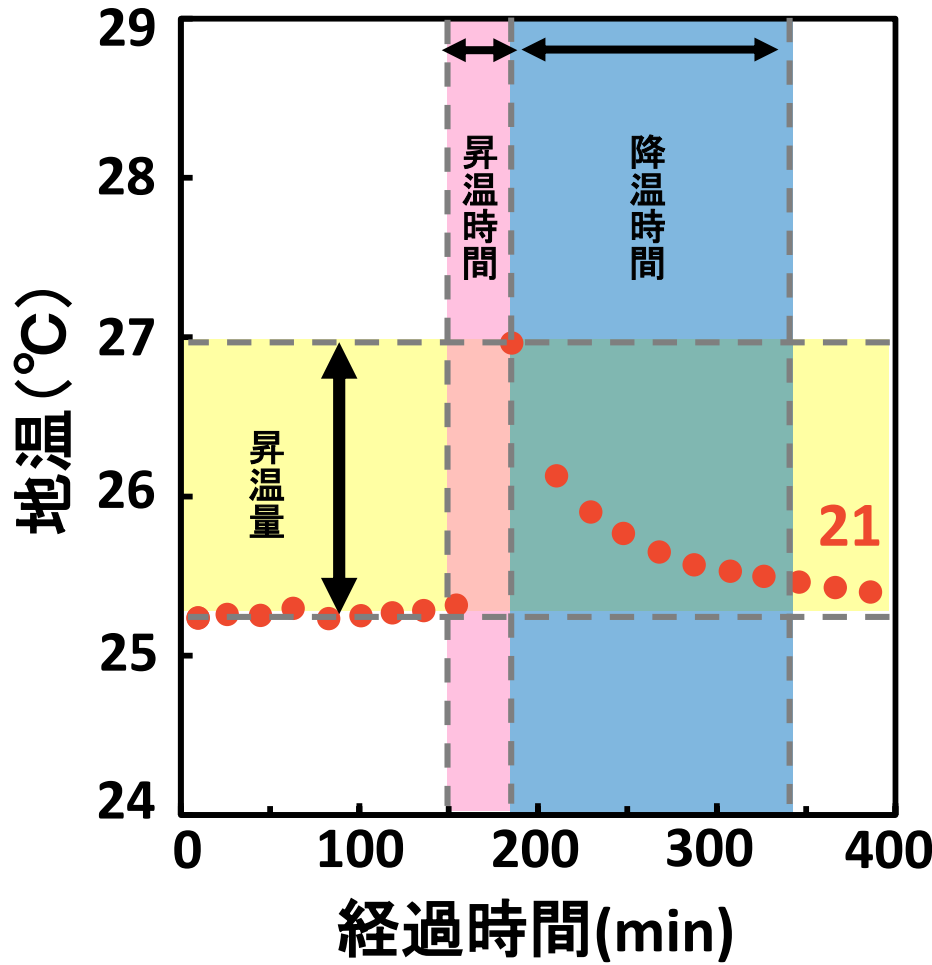
θ_{Ini} : 初期含水率

θ_{Lim} : 発熱可能含水率

量
発熱量

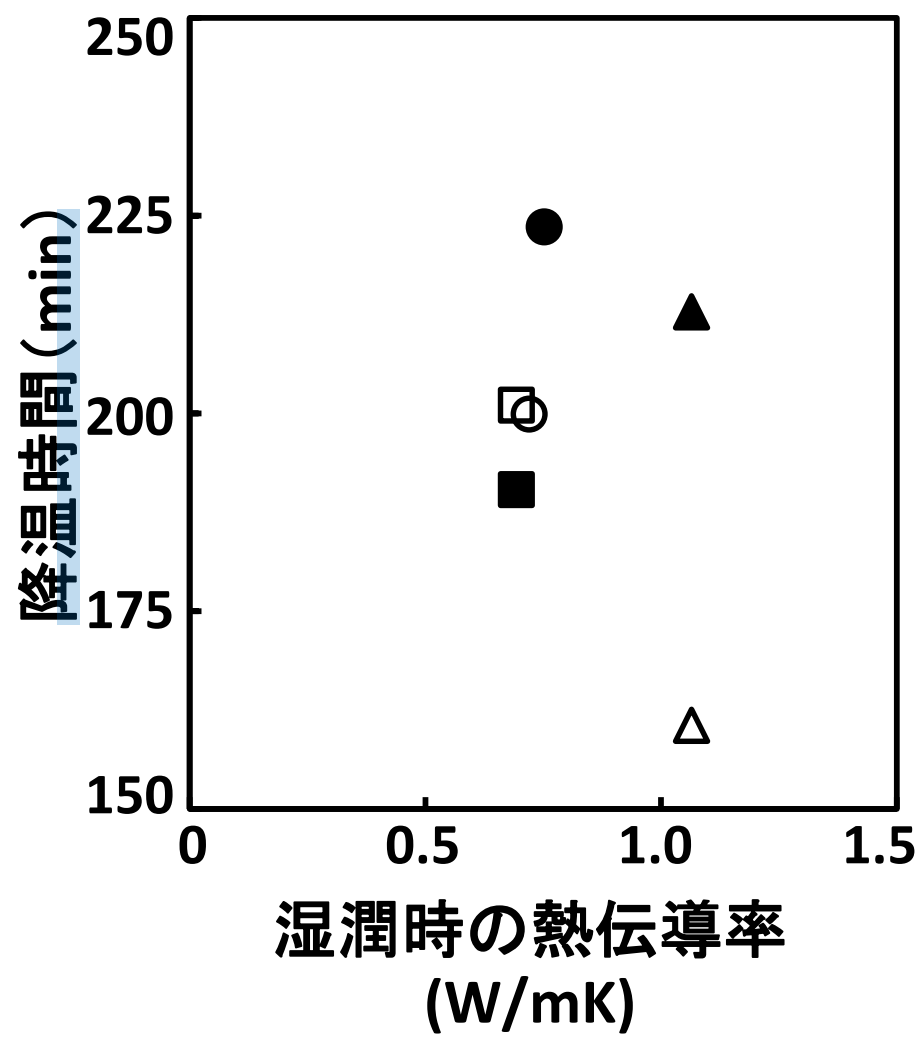
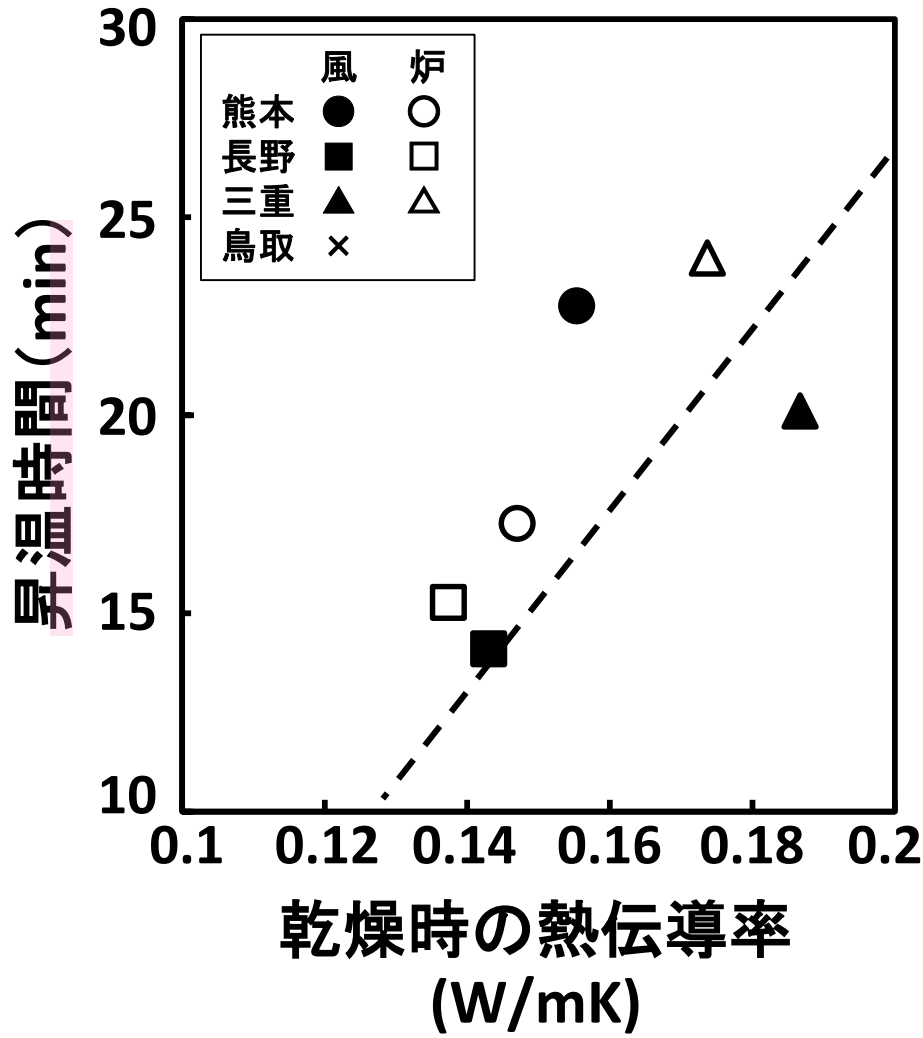


結果(地温変化の概要)



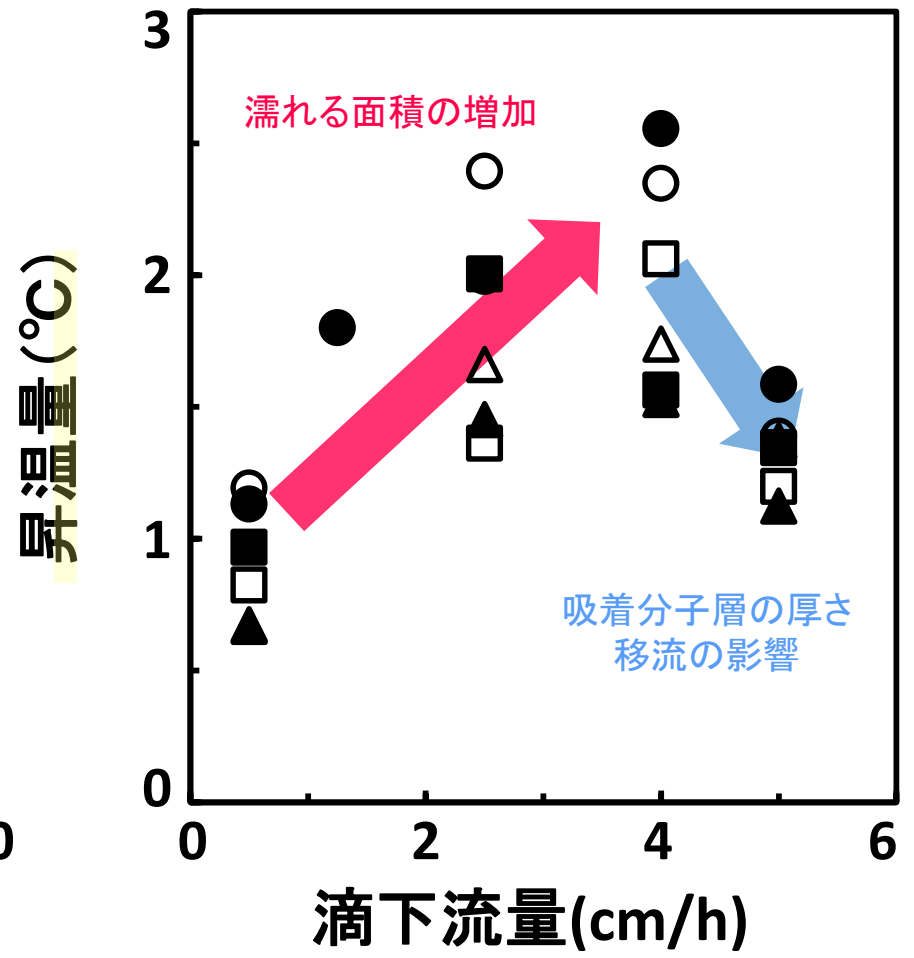
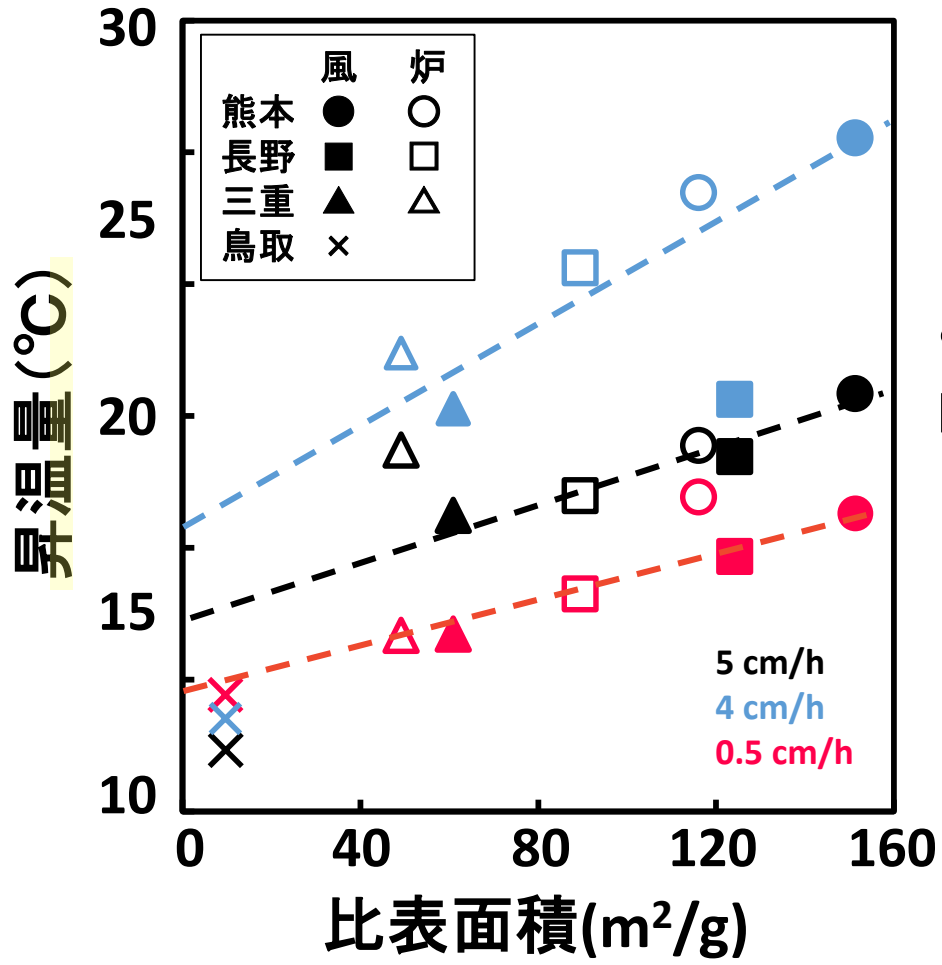
地温は時間経過にともない上昇し、その後下降
 上昇・下降にかかる時間は試料ごとに異なる

結果(熱伝導率の影響)



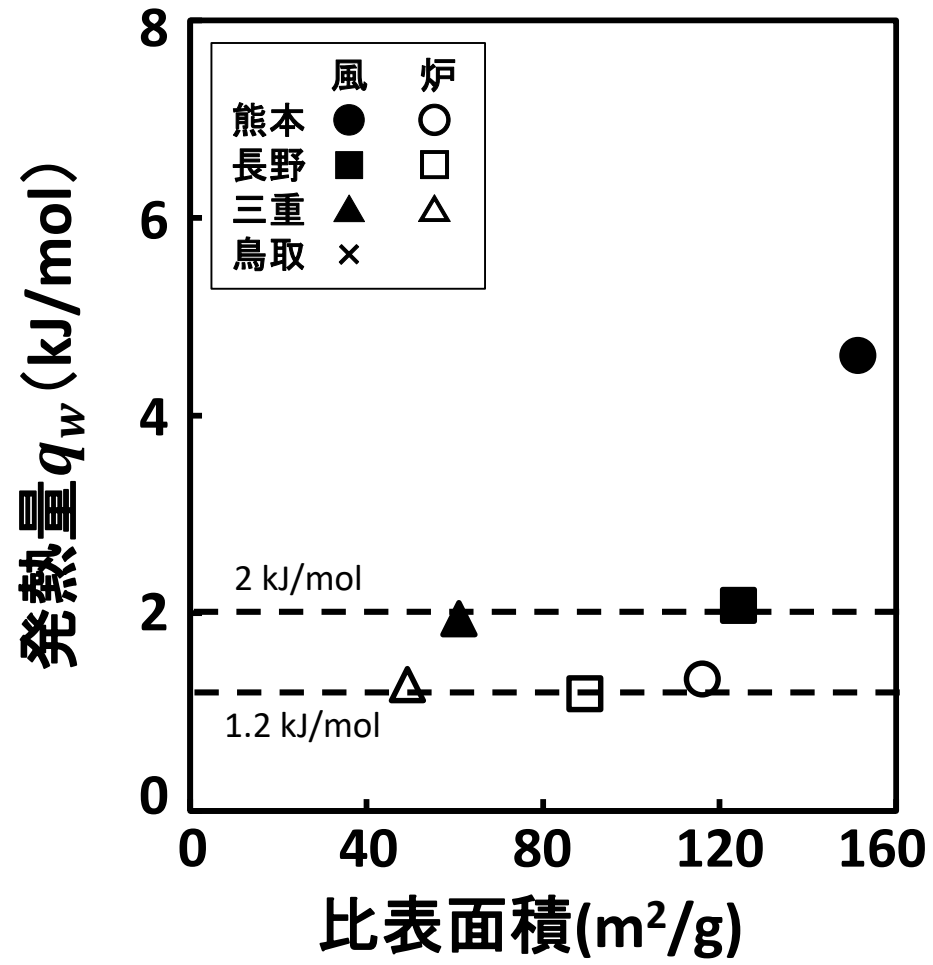
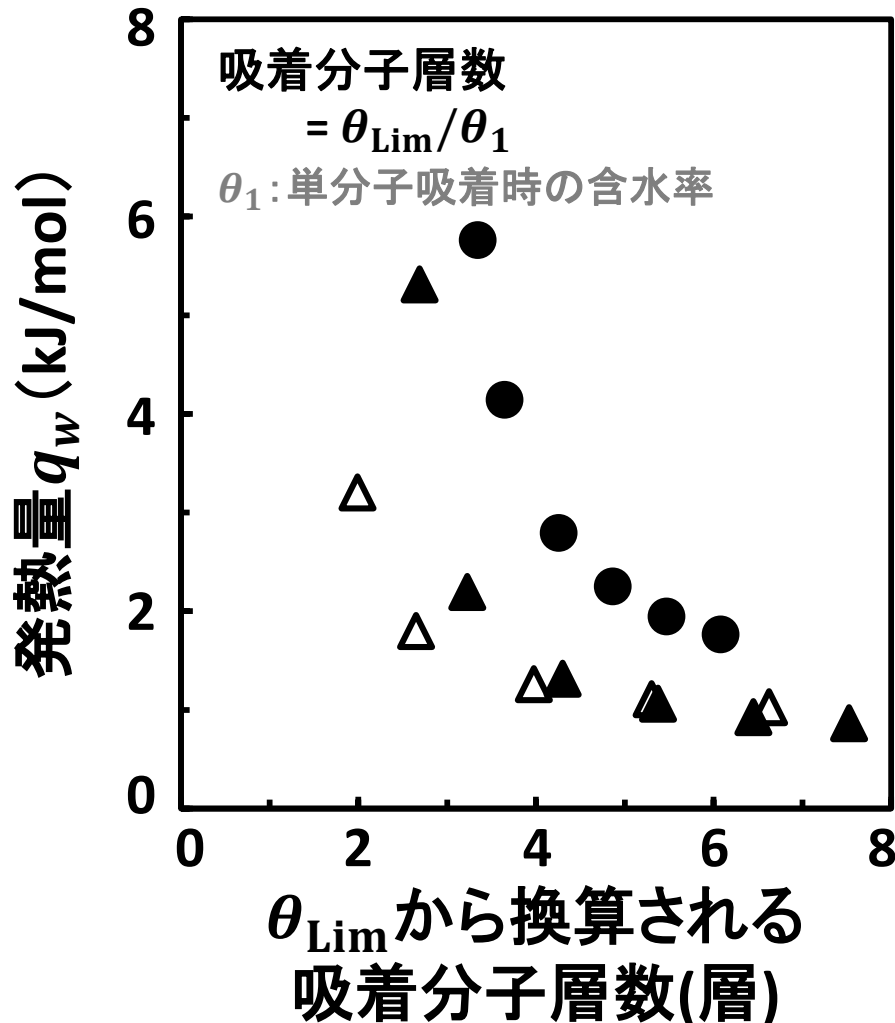
昇温時間は乾燥時の熱伝導率に比例 → 伝導に影響 **大**
 降温時間は湿潤時の熱伝導率と相関無し → 移流・分散の影響 **大**

結果(比表面積・滴下流量の影響)



昇温量は比表面積に比例→吸着量の増加
 昇温量は 低流量部→流量の増加により**増加**
 高流量部→流量の増加により**低下**

結果(吸着分子層数と発熱量の推定)



吸着分子層数は3~7層
 それに伴う発熱量は風乾で2 kJ/mol、炉乾で1.2 kJ/mol

まとめ

・浸潤による発熱と地温分布

昇温量

→比表面積の影響

昇温・降温

→昇温は伝導

降温は伝導、移流、分散が影響

・発熱量と吸着分子層の厚さ

吸着層の厚さは3.5層程度

発熱量は風乾土2 kJ/mol・炉乾土は1.2 kJ/mol

