

# 汚染溶液のpHに焦点をあてた 火山灰土壌の有するほう素吸着特性の検討

○ 黒川諒悟 香村一夫(早稲田大学理工学術院)

## 研究背景・目的

2001年 ほう素が排水基準に追加 ⇒ 処理が難しく研究例も少ない

### 現在の処理方法

- キレート樹脂法
- 凝集沈殿法
- 膜分離法

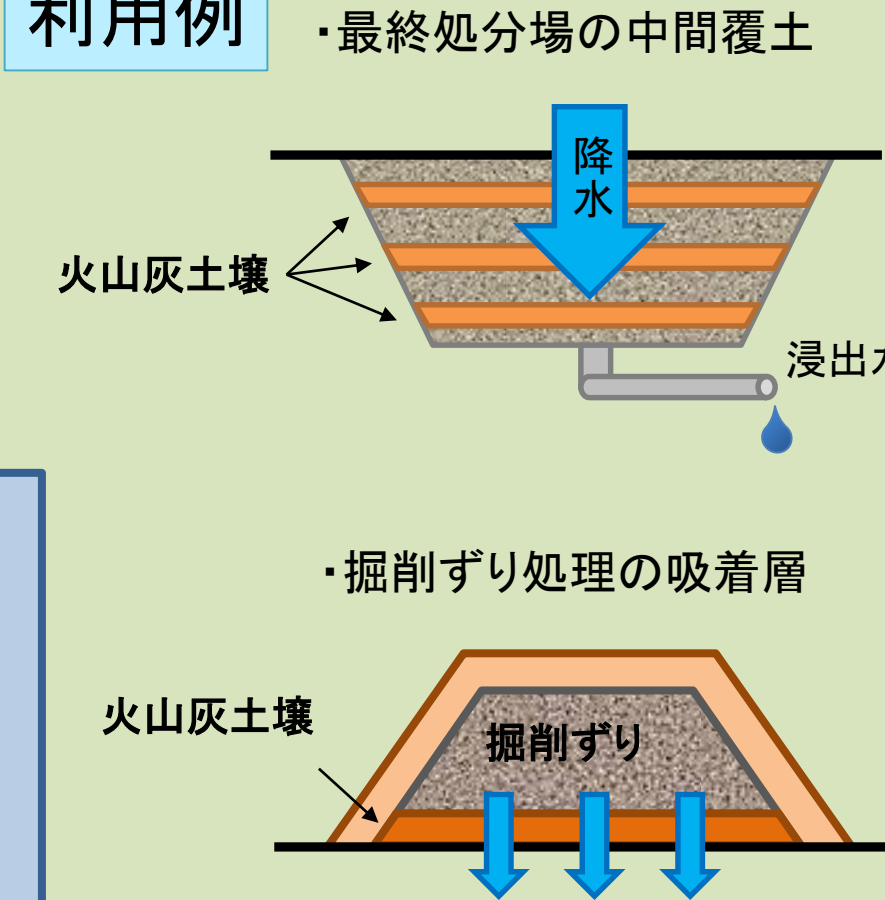
高コスト  
環境負荷大

低コスト・低環境負荷  
の処理技術が必要

### 火山灰土壌

- 粘土鉱物・腐植を含有 ⇒ **イオン吸着能**
- 自然界に大量に存在 ⇒ **低コスト・低環境負荷**

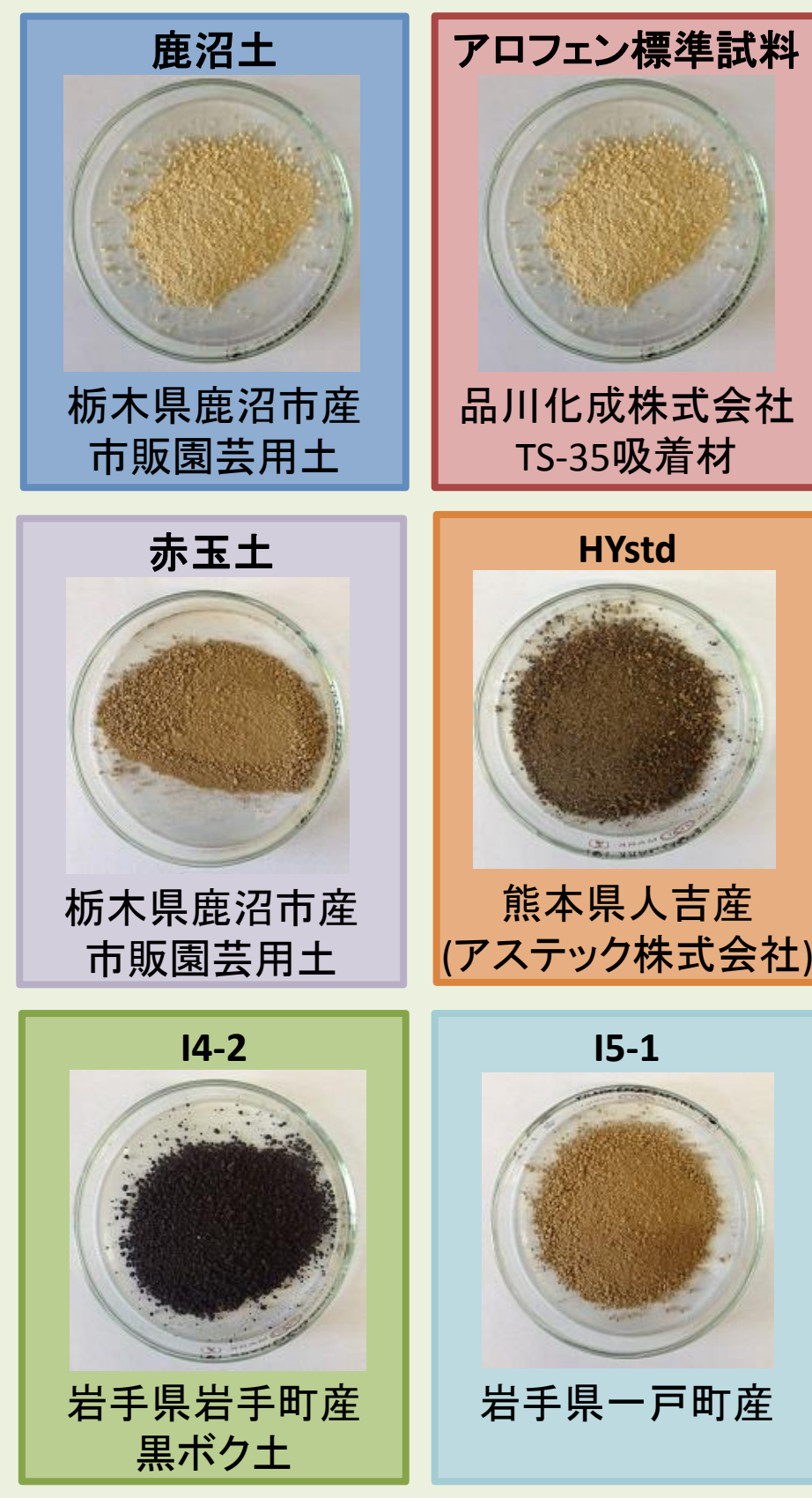
### 利用例



### ほう素の吸着因子、吸着機構の解明

火山灰土壌をほう素吸着材として利用

## 研究対象試料

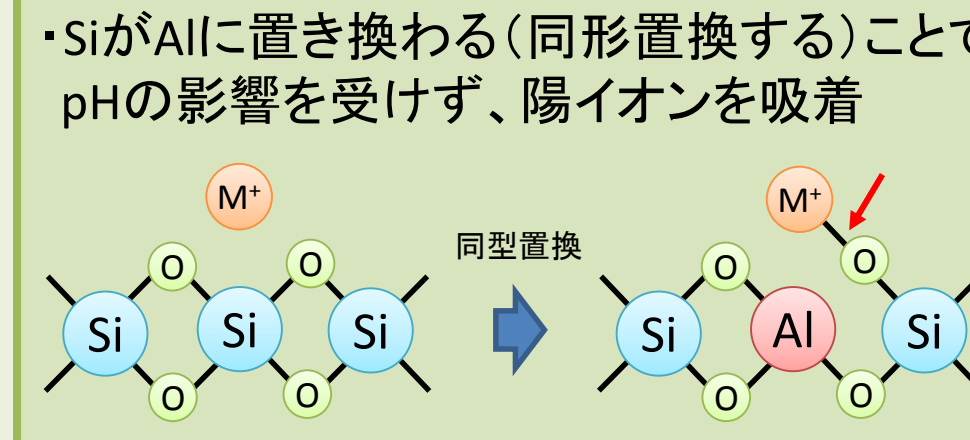


### 土壌含有物

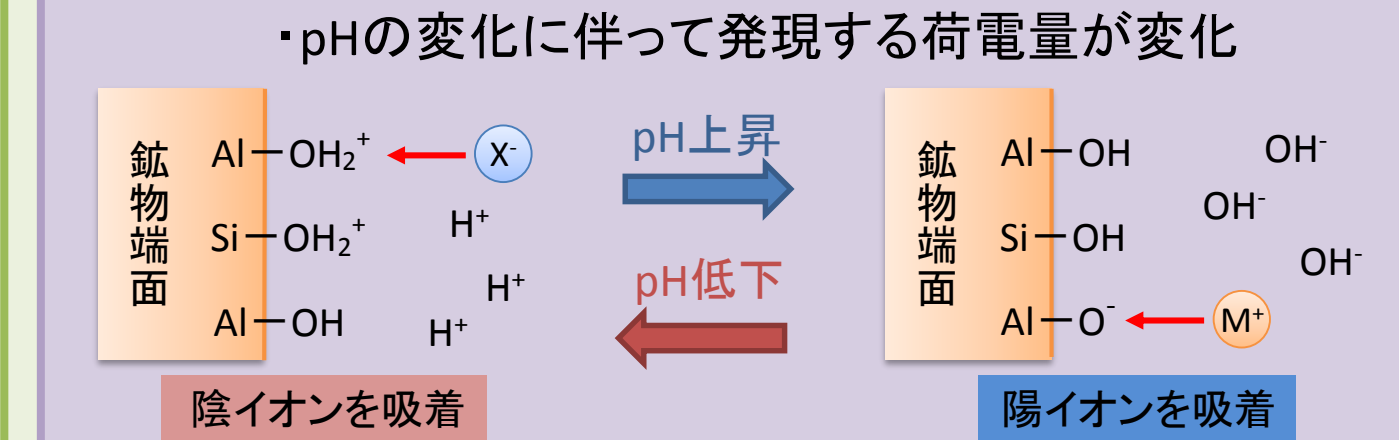
◎: 多く含む ○: 含む △: 少し含む ×: 含まない

| 試料名       | 結晶性粘土鉱物 | 非晶質・準晶質粘土鉱物  |           | 腐植物質(全炭素量) |
|-----------|---------|--------------|-----------|------------|
|           |         | アロフェン・イモゴライト | フェリハイドライト |            |
| 鹿沼土       | ×       | ○            | △         | ×          |
| アロフェン標準試料 | ×       | ◎            | △         | △          |
| 赤玉土       | ○       | ○            | ◎         | △          |
| HYstd     | ×       | ○            | ○         | ○          |
| I4-2      | ○       | △            | △         | ◎          |
| I5-1      | ○       | △            | ○         | △          |

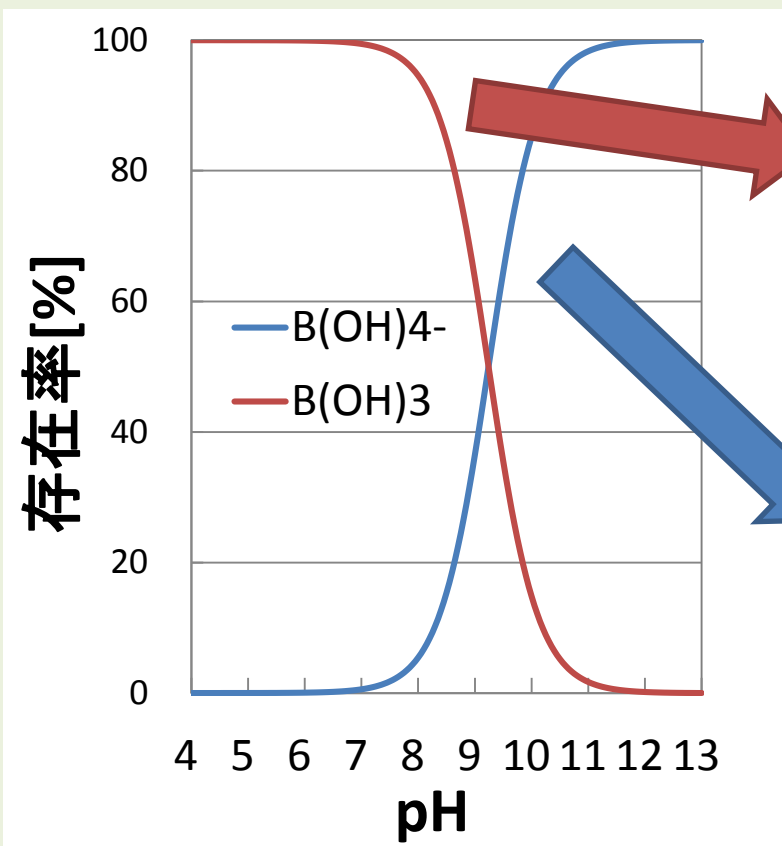
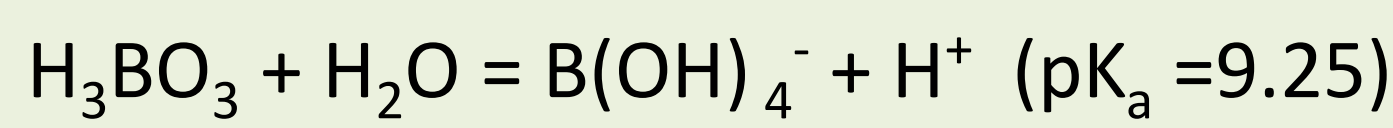
### 永久荷電



### 変異荷電



## ほう素の形態

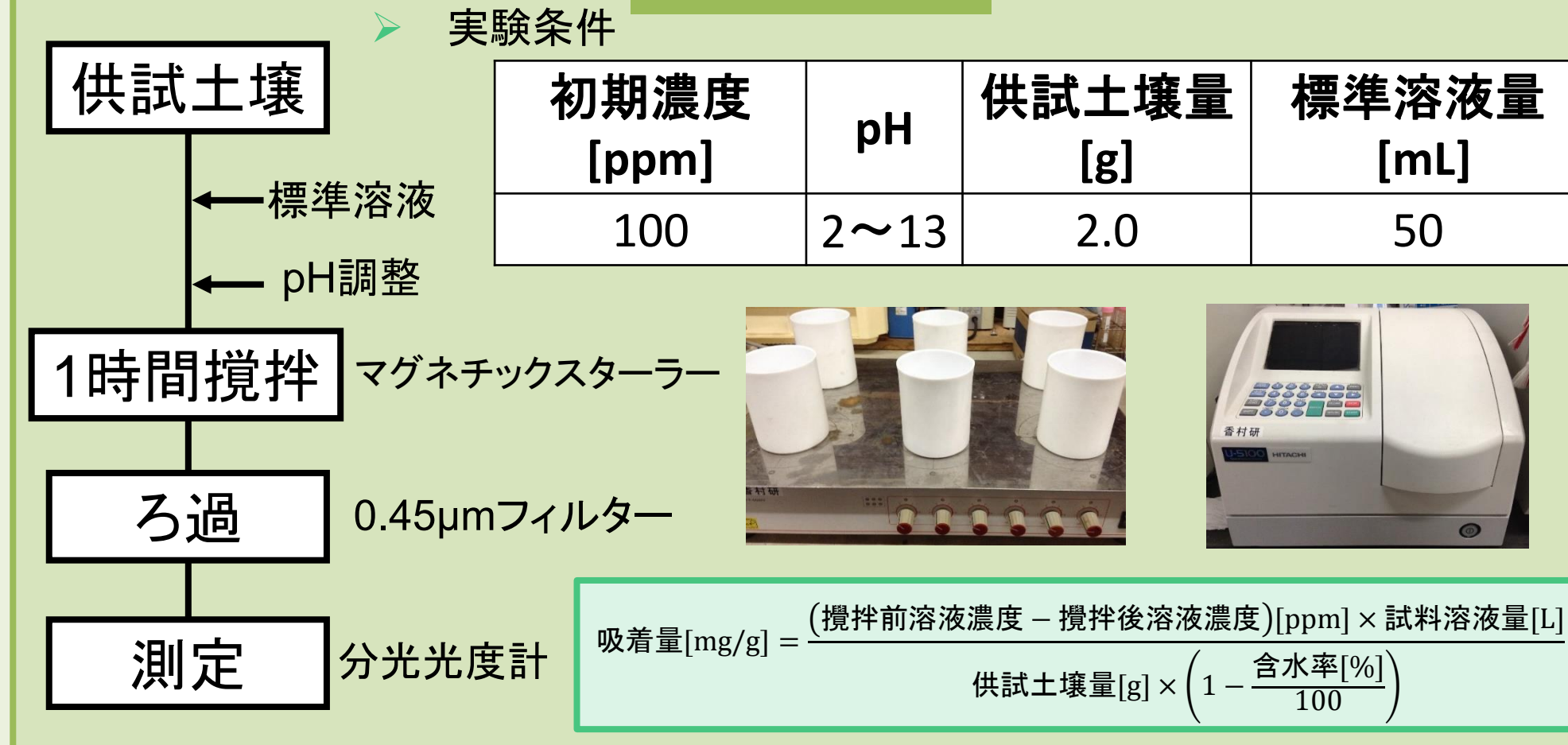


低pH域  
非解離性のB(OH)<sub>3</sub>が優位  
イオン吸着されにくい

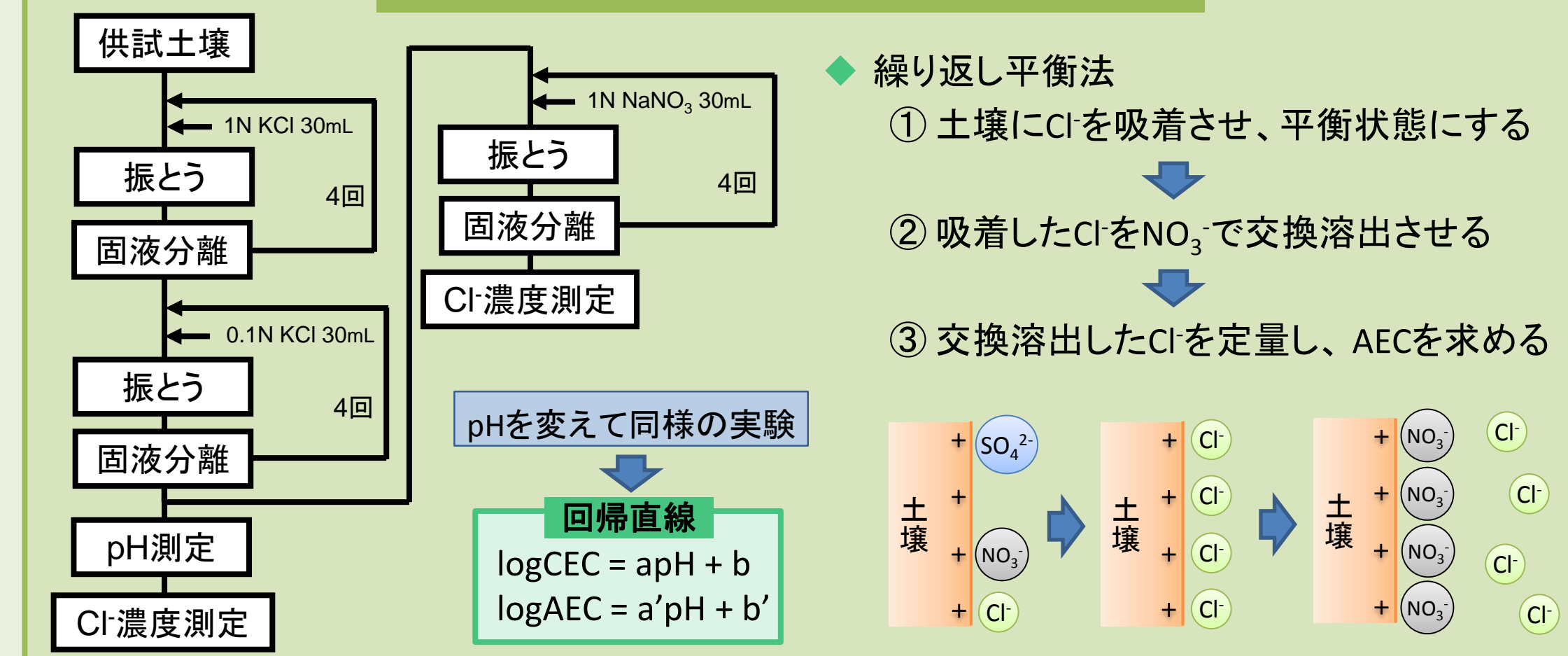
高pH域  
陰イオン B(OH)<sub>4</sub><sup>-</sup> が優位  
イオン吸着されやすい

## 研究方法

### パッチ試験



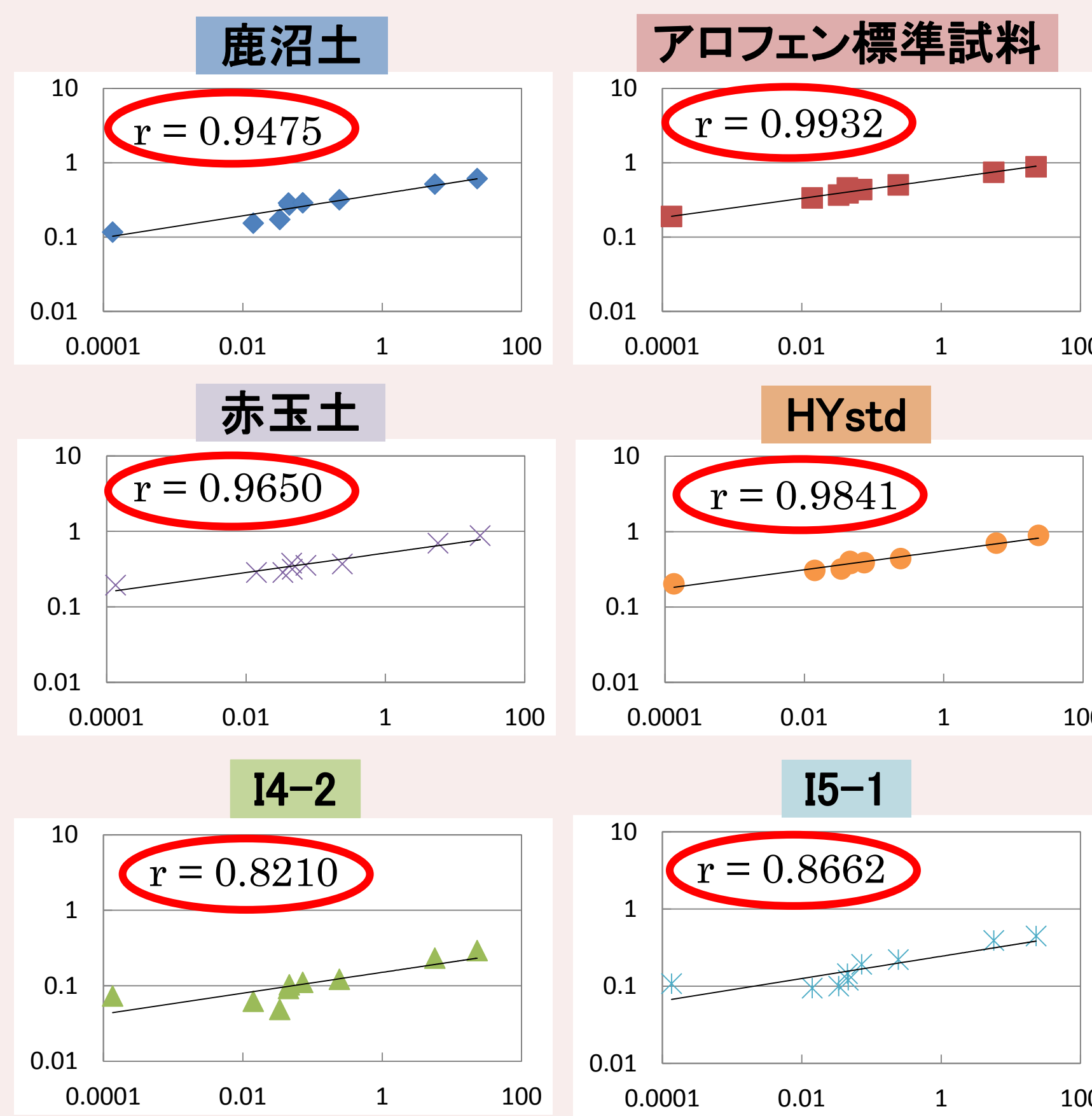
### 陰イオン交換容量(AEC)測定



## 結果・考察

### B(OH)<sub>4</sub><sup>-</sup> 存在割合と吸着量の関係

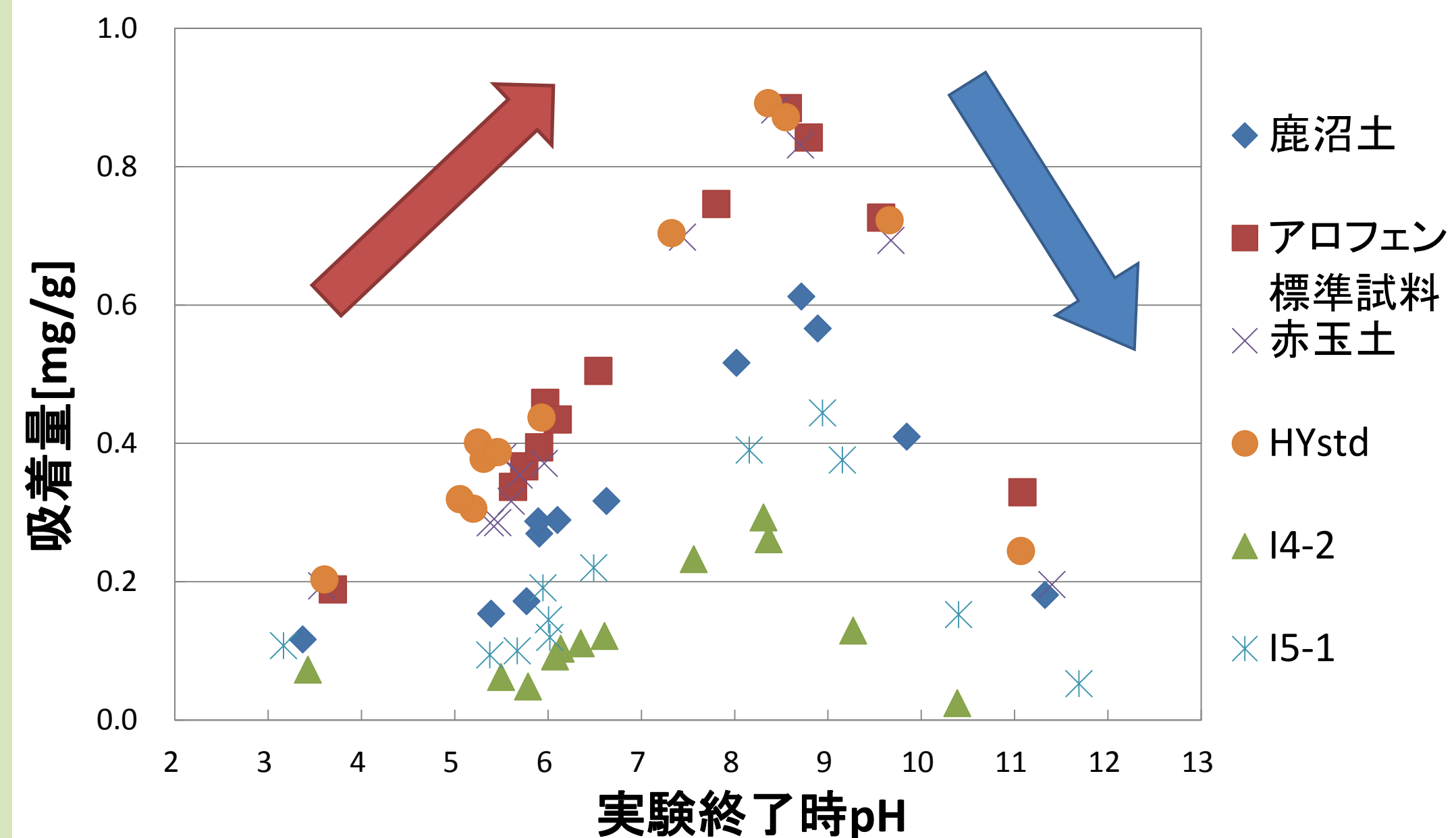
縦軸: pH9以下のほう素吸着量[mg/g] 横軸: B(OH)<sub>4</sub><sup>-</sup> 割合[%]



全ての試料についてB(OH)<sub>4</sub><sup>-</sup> 存在割合とほう素吸着量の間**高い相関**

低pHにおいてほう素吸着量はB(OH)<sub>4</sub><sup>-</sup> 存在割合に強く依存する

### pH変化による各試料のほう素吸着量の変化



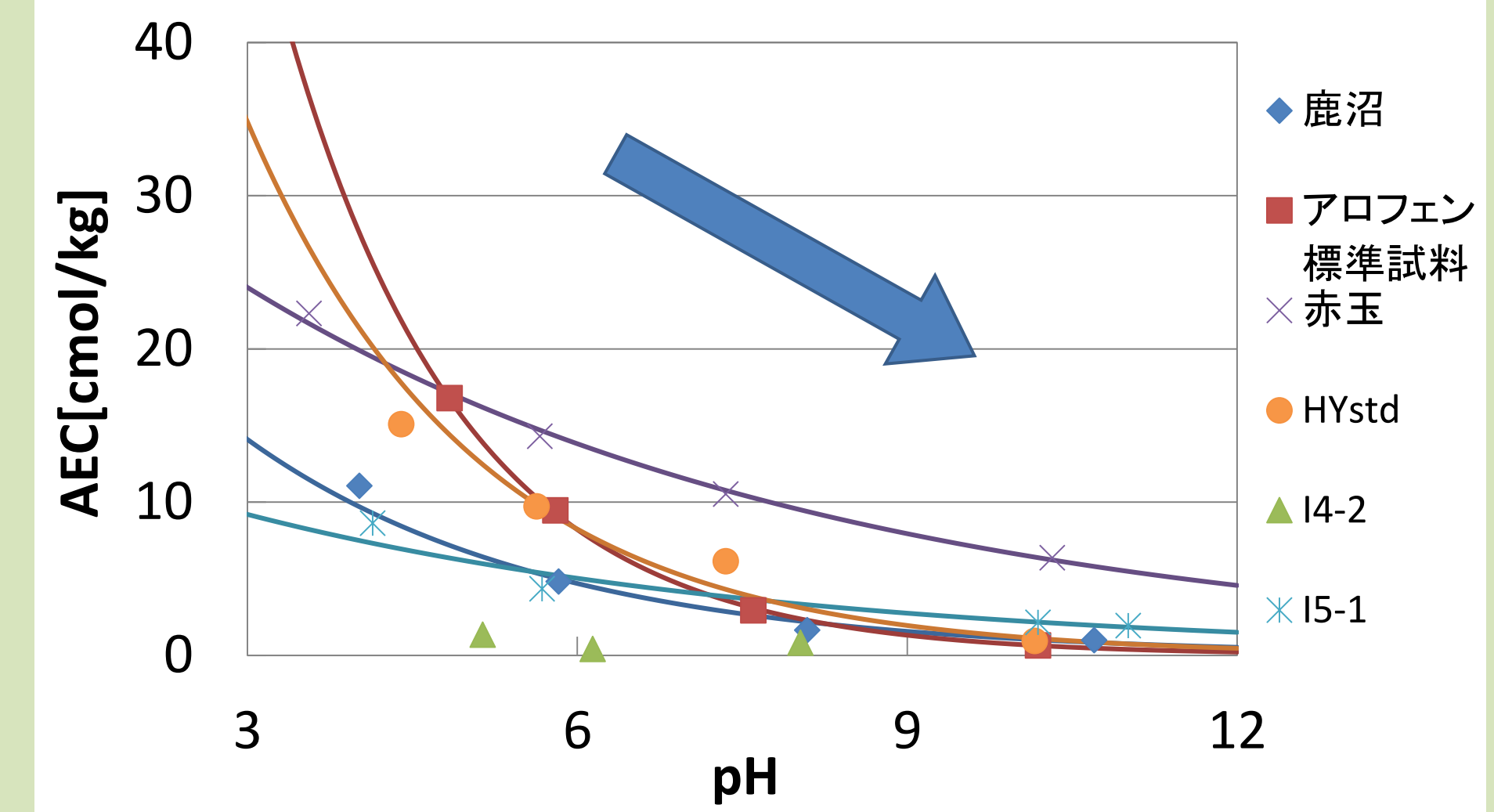
pH8以下 pH上昇に伴い、吸着量は**増加**

pHが高いほどB(OH)<sub>4</sub><sup>-</sup>が優位に存在するため

pH9以上 pH上昇に伴い、吸着量は**減少**

pHが高いほどAECが小さいため

### pH変化による各試料のAECの変化

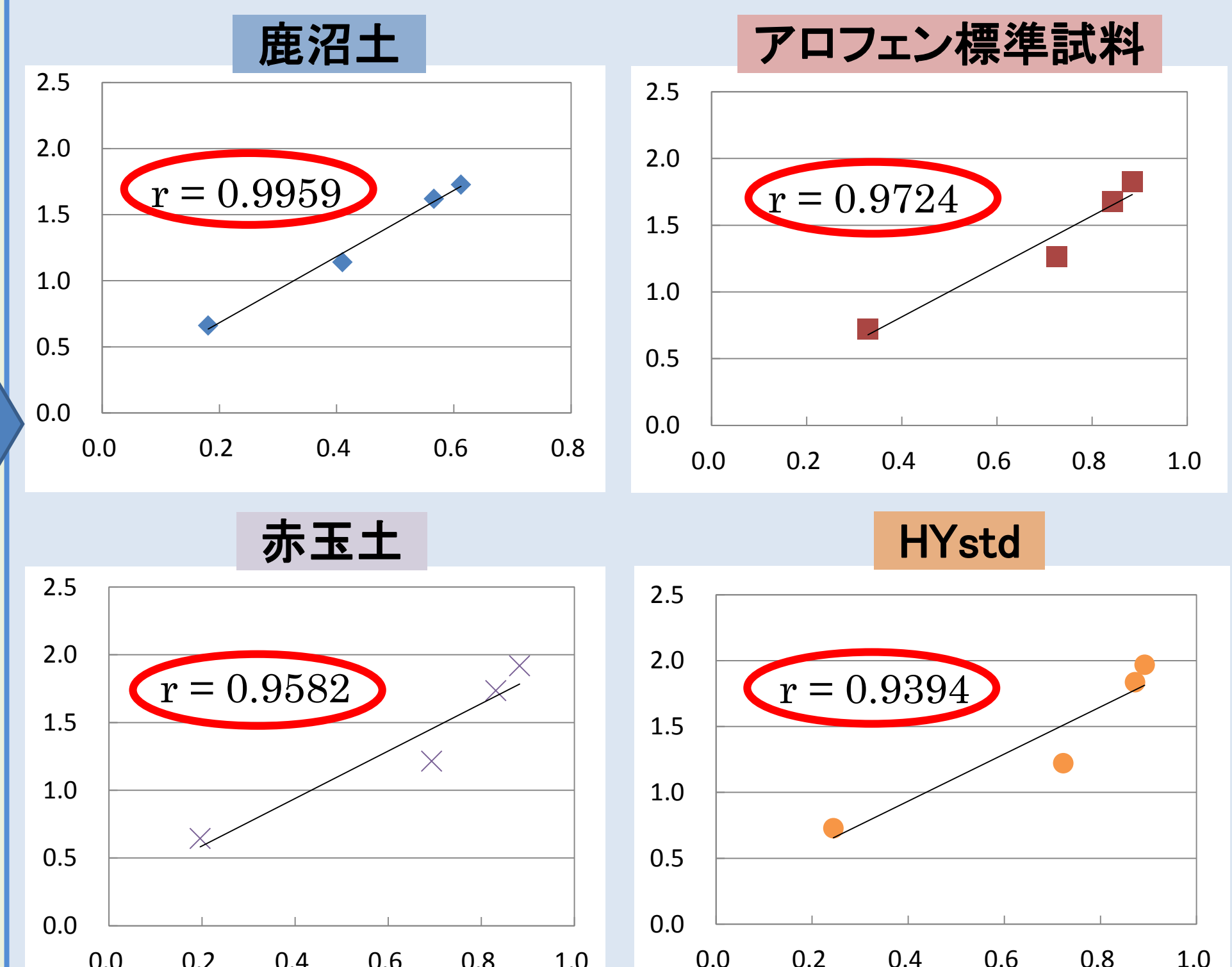


pH上昇に伴い、AECは**減少**

※I4-2はpHによる変化がほぼ見られない ⇒ 回帰曲線は求められず

### AECとほう素吸着量の関係

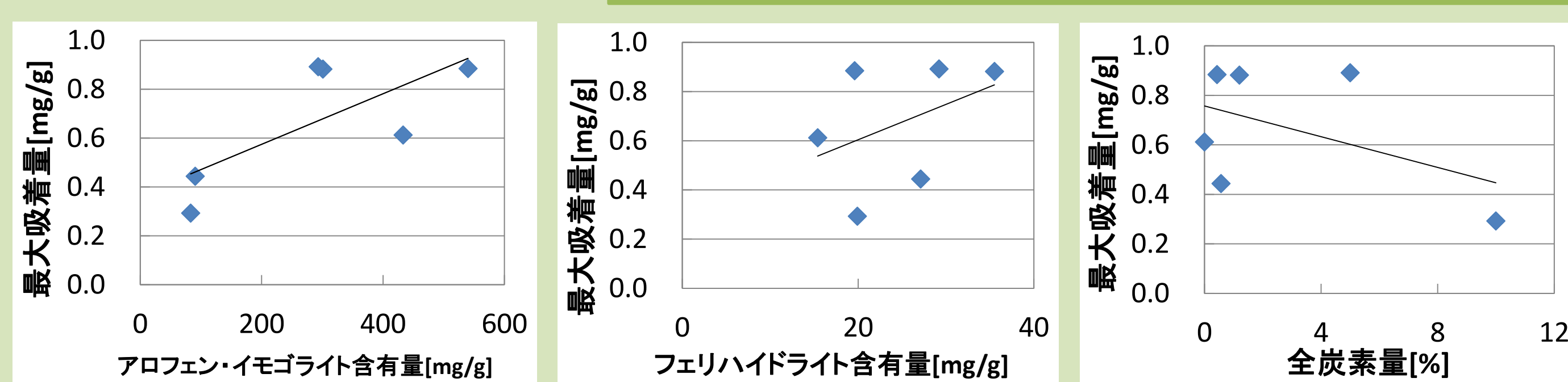
縦軸: 回帰直線より求めたAEC[cmol/kg] 横軸: pH9以下のほう素吸着量[mg/g]



I4-2以外の試料についてAECとほう素吸着量の間**高い相関**

高pH域においてほう素吸着量は土壌の正荷電量に強く依存する

### 土壌含有物とほう素の最大吸着量の関係



アロフェン・イモゴライト含有量  
フェリハイドライト含有量との**正の相関**

ほう素の吸着に大きく影響

全炭素量との相関見られず

ほう素吸着への影響は小さい

|                 | 相関係数    | 偏相関係数  |
|-----------------|---------|--------|
| アロフェン・イモゴライト含有量 | 0.7096  | 0.9273 |
| フェリハイドライト含有量    | 0.3927  | 0.9046 |
| 全炭素量            | -0.4710 | 0.0985 |

## まとめ

- 火山灰土壌へのほう素吸着量はpHに大きく依存しており、全ての試料においてpH8~9を最大とする凸型の吸着特性を示した
- 凸型の吸着特性を示す要因として、pH変化による水溶液中でのほう素の形態変化、火山灰土壌のAECの変化が推察された
- ほう素吸着にはアロフェン・イモゴライト含有量、フェリハイドライト含有量が大きく影響しており、全炭素量の影響は小さいと推察された

火山灰土壌のほう素吸着材としての利用の際は、適切な条件のもと、適切な土壌を選定する必要がある