



共生への国際技術協力の可能性 : タイ東北部における塩害調査 (「安全・安心」への国際協力の現状と課題)

飯塚, 敦

(Citation)

震災対策技術展 神戸大学都市安全研究センターシンポジウム, 10:1-8

(Issue Date)

2006-01-18

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(URL)

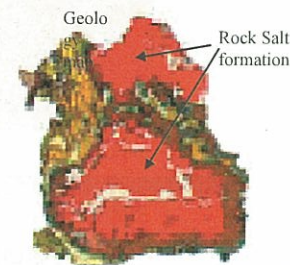
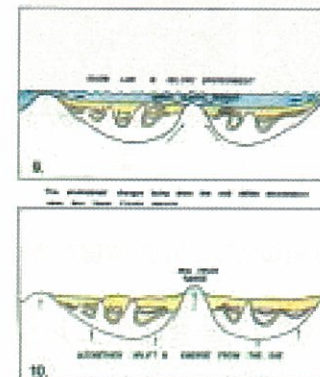
<https://hdl.handle.net/20.500.14094/80020140>



共生への国際技術協力の可能性
—タイ東北部における塩害調査—
2005. 10. 13-20

神戸大学都市安全研究センター
飯塚 敦

タイ東北部, 塩害地の場所



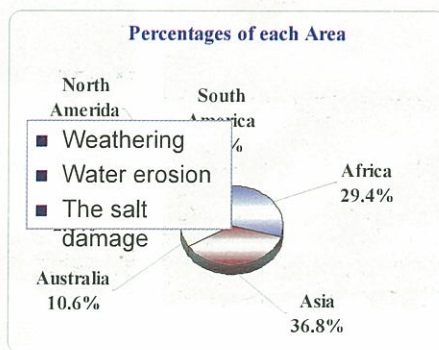
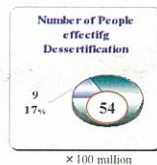
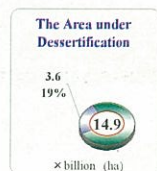
By Somsak Sukchan

昔, 海だった地域が, 海水が溜まったまま陸化した

By Somsak Sukchan

Introduction-

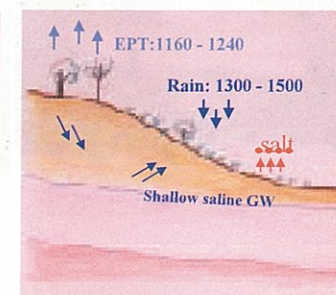
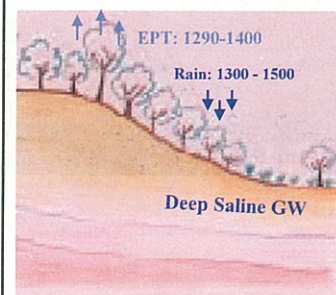
Current state of desertification



(White book of the environment)

タイでの塩害化の原因 自然作用

『森林伐採』による水収支のアンバランスとなった



By Somsak Sukchan

タイ東北部の塩害



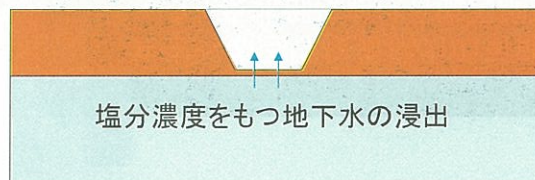
By Somsak Sukchan



By Somsak Sukchan

タイでの塩害化の原因 人的作用1

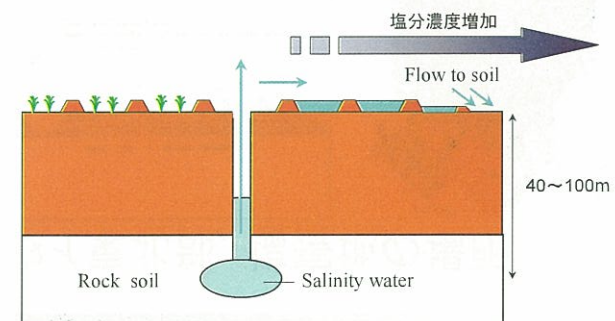
掘削によって、せっかく土の厚みで閉じ込められていた塩分濃度をもつ地下水が浸出



塩分濃度をもつ地下水の浸出

タイでの塩害化の原因 人的作用2

農業用水・製塩のための地下水の汲み上げ



その結果

用水路における析出塩

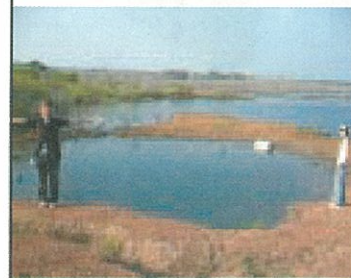


By Somsak Sukchan



塩害から地盤変状

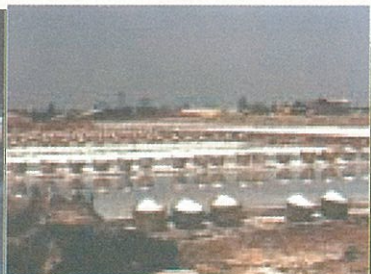
- ・ 農地の機能消失
- ・ 道路の沈下・陥没



製塩

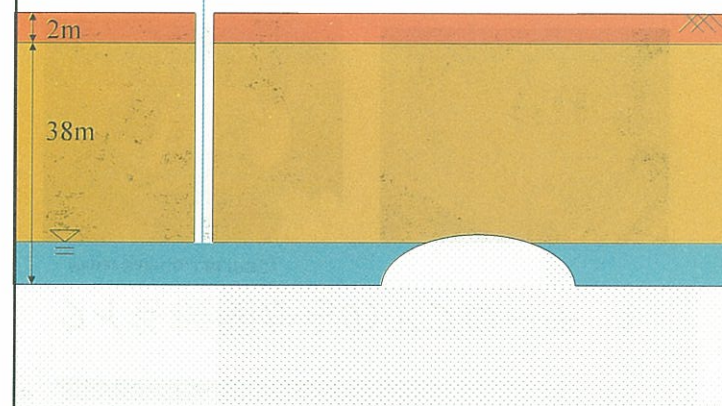
Evaporation pan

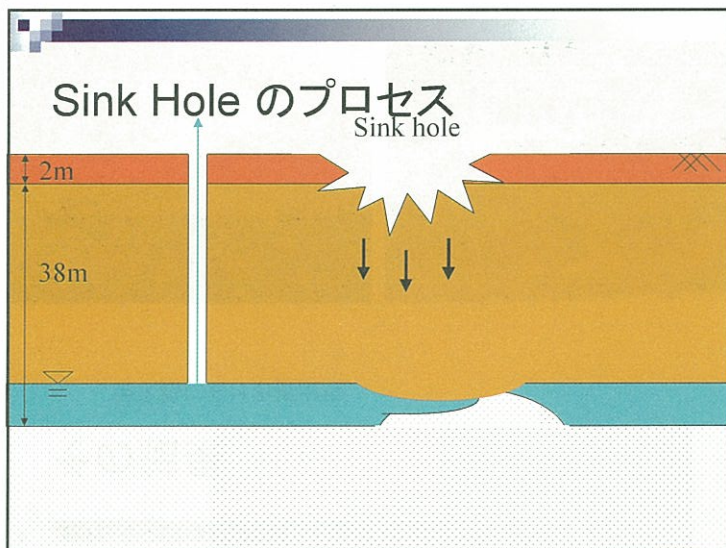
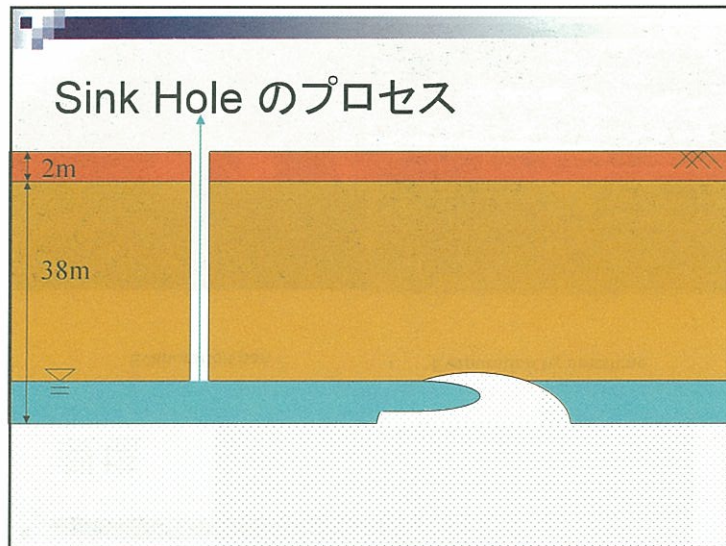
Evaporation by sunshine



By Somsak Sukchan

Sink Hole のプロセス





タイ各機関からのアプローチ 1

Pimai Salt Co.,Ltd.(PSC)

地下200m以深のRock Saltに穴を開け、そこから岩塩を取り出す方法
純度の高い塩を年間1,000,000トン精製

タイ各機関からのアプローチ 2

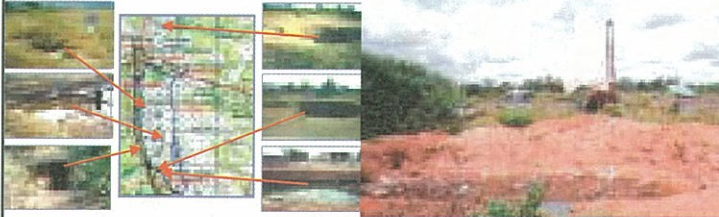
international Training Center for Agricultural Department

どこにどれぐらいの濃度の塩類
土壌があるのかマッピングを行っ
ている

By Somsak Sukchan

タイ各機関からのアプローチ 3

Department of Primary Industries and Mines (DPIM)



Sink Holeに対してボーリング調査を実施

By Somsak Sukchan

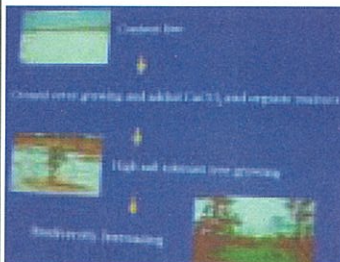
タイ各機関からのアプローチ...



すべての機関が塩害に取り組むが、リンクされていない!!!

タイ各機関からのアプローチ 4

National Center for Genetic Engineering and Biotechnology



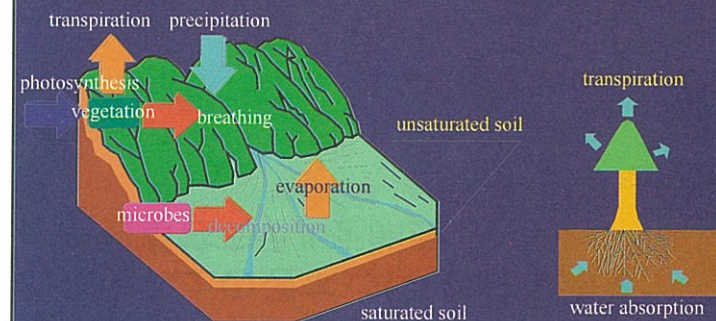
中和剤を撒き、地表面を中和化

耐塩性の強い種の稲を開発

Material (water) circulation link Mechanical response of ground

Rainfall/drying, evaporation, vegetation (transpiration)

‘unsaturated soil’

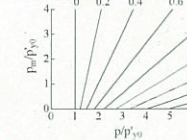
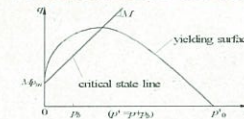


飽和・不飽和/土・水連成・変形・移流 分散有限要素解析でできること！！

1. 飽和・不飽和状態にある土の透水・力学特性の考慮
2. 植生を介しての蒸散などの水循環の考慮
3. 降雨による水供給と地表面蒸発などの水循環の考慮
4. 地中水に含有している塩分などの移流分散の考慮
5. 地盤の変形・応力・浸透の考慮

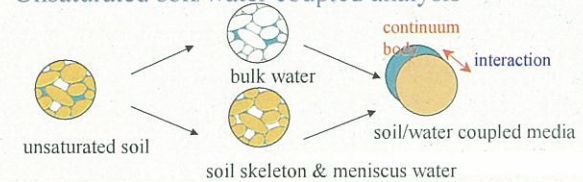
不飽和土の透水・力学特性の考慮 —弾塑性モデルを開発

A constitutive model for unsaturated soils



shape of yielding surface on p' - q plane

Unsaturated soil/water coupled analysis



降雨・蒸発散の考慮

・蒸散量

$$\xi = \frac{E_T \times 10^{-6}}{V} (l/day)$$

ξ : 単位体積あたりの蒸散量 (l/day)
 E_T : 全蒸散量速度 (g/day)

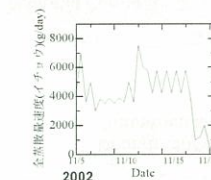
・蒸発量 (Penman式)

$$E_o = \frac{(R_s / \rho l) \Delta + \gamma E_a}{\Delta + \gamma} (cm/day)$$

E_o : 可能蒸発散量 (cm/day)
 R_s : 正味放射量 (cal/cm²・day)

・降雨量

気象庁のデータベースから
算出
(気象庁HP http://www.jma.go.jp/JMA_1P/jma/index.html)



イチヤマ全体の蒸散速度(橋本)

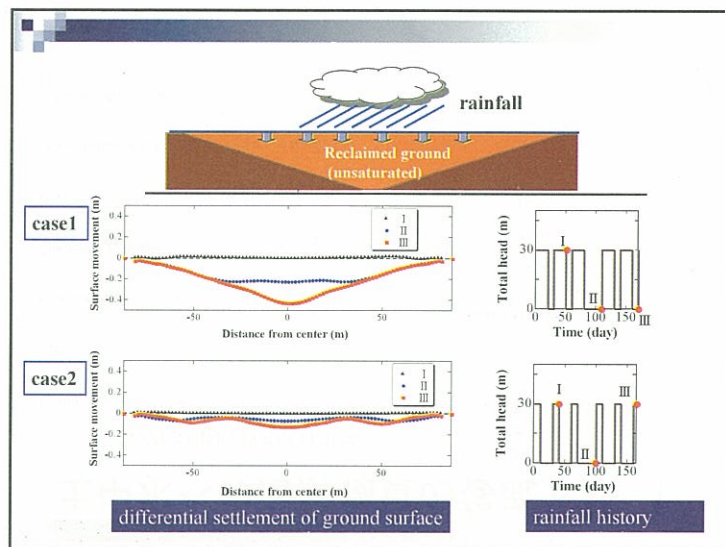


2002年11月京都市の平均気温および降水量

移流分散 + 地盤変状 の解析をすると・・・

定量的な塩害(自然作用・人的作用による)の予測

塩害の軽減・防止・修復のための
水路や道路、客土埋立てなどの基盤整備の
検討



植生を介しての水循環の考慮

サクション分布(蒸散量の影響)

ブナ

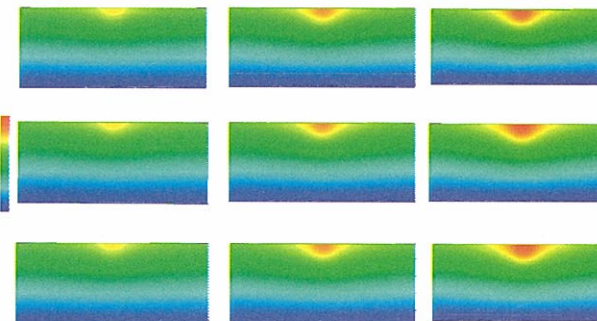
ヒノキ

ヤナギ

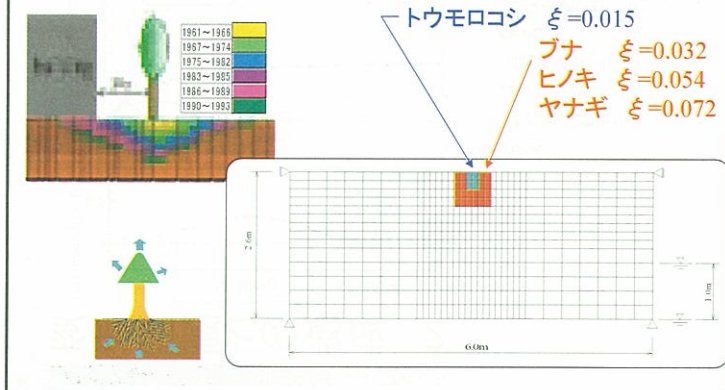
2日後

5日後

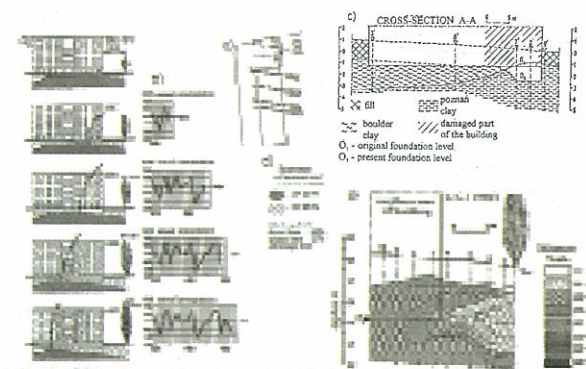
10日後



植生を介しての水循環の考慮 一根要素の開発

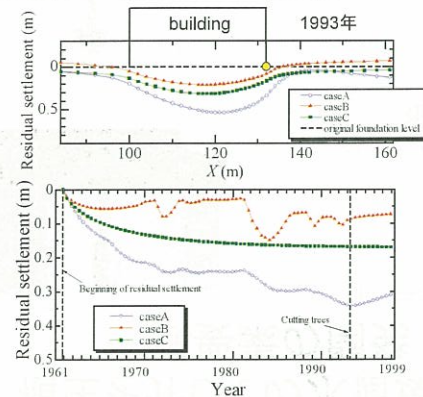


変形問題との連成 1



(Wojtasik et al, 2000) the tree was cut in 1993, then the settlement stopped.

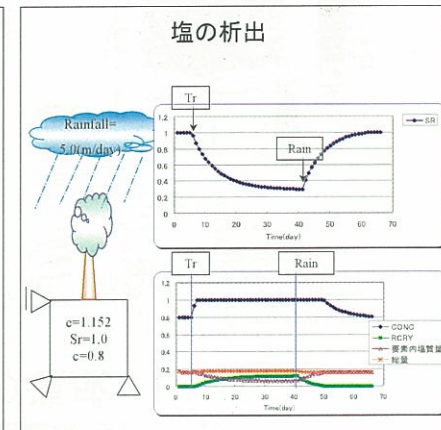
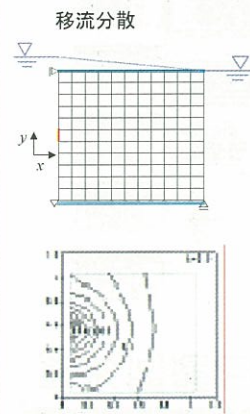
変形問題との連成 2



caseA
蒸発散・降雨あり
caseB
蒸散を考慮しない
caseC
蒸発散・降雨を考慮しない

残留沈下量の経時変化
蒸発散の有無によって地表面沈下量に明確な差

土中水への溶解物質の移流分散 2



土中水への溶解物質の移流分散 1

GOVERNING EQUATIONS

Equilibrium eq. $\sigma_{ij,j} = 0$

Net stress $\sigma'_{ij} = \sigma_{ij}^N + p_s \delta_{ij}$ ($\sigma_{ij}^N = \sigma_{ij} - p_a \delta_{ij}$)

Constitutive eq. $\dot{\sigma}'_{ij} = D_{ijkl} \dot{\epsilon}_{kl} - c_{ij}^{ec} \dot{c}_m$

Continuity condition $v_{i,j} = S_i \dot{\epsilon}_i - n \dot{S}_c - \frac{\gamma}{1+\gamma c} n S_i \dot{c}$

Darcy's law $v_i = -k_{ij} g_j$ $g_i = h_{,i}$

Stress-displacement $\epsilon_{ij} = -\frac{1}{2}(u_{i,j} + u_{j,i})$

Advection dispersion eq. $-\epsilon_{ij} S_i c + n \dot{S}_i c + n S_i \dot{c} + v_{i,j} c + v_j c_{,i} + n S_i J_{i,j} = 0$

Fick's law $J_i = -D_{ij} c_{,j}$

Initial value

$$\sigma'_{ij} = \sigma'_{ij|t=0}$$

$$h_i = h_{i|t=0}$$

$$S_{ij} = S_{ij|t=0}$$

$$c_i = c_{i|t=0}$$

Boundary value

$$\bar{u}_i = \bar{u}_i, \text{ on } S_u$$

$$\bar{l}_i = \bar{\sigma}_{ij} n_j, \text{ on } S_\sigma$$

$$\bar{h} = h, \text{ on } S_h$$

$$\bar{q} = v_i n_i, \text{ on } S_q$$

$$\bar{c} = c, \text{ on } S_c$$

$$\bar{Q} = (v_i c) n_i + J_i n_i, \text{ on } S_Q$$

$$S = S_u + S_\sigma = S_h + S_q = S_c + S_Q$$