

福井大学 研究員 正会員 ○寺崎寛章  
 福井大学大学院 大学院生 学生員 草間政寛  
 福井大学大学院 教授 正会員 福原輝幸

1. はじめに

土壌塩害(土壌中の塩濃度の上昇により, 植物が枯死したり, 生育障害を起こす現象)は代表的な地球環境問題の一つであり, 中国, タイ, オーストラリアをはじめとする世界各地で深刻化している. 日本でも先の東日本大震災に起因する津波により, 東北を中心に約 23,600ha の農地が冠水した<sup>1)</sup>. その後, 一部の地域では, 農業再開に向けてリーチング法や排土法を中心に除塩作業が進められている. とりわけ, 高塩濃度土壌を削除する排土法は除塩に有効だが, 削除土量を誤れば, 貴重な土壌資源の損失や不十分な除塩に繋がる. 除塩を確実に達成するためには, 蒸発, 浸透および排水などに伴う塩分の鉛直移動を把握・推定することが重要となる.

蒸発に対する影響因子の一つであるアルベドは, 地表の土壌水分のみならず析出塩量にも依存することが知られているが, 析出塩の粒径がアルベドに及ぼす影響に着目した研究は筆者の知る限りない.

そこで本研究では, 析出塩量および散布塩の粒径とアルベドの関係を調べたので, その結果を報告する.

2. ボックス法によるアルベド実験概要

実験は図-1に示す木製小型アルベド測定装置(以下, ボックス)<sup>2)</sup> および純塩(純度99.99%)を用いて恒温恒湿室にて行われた. ボックス底面に土壌トレイを設置し, その底面に金網および織物を敷設し, 厚さ20mmのチャオソイル<sup>2)</sup>を密度1500kg/m<sup>3</sup>で充填した. 土壌トレイ底面からチャオソイルに淡水を供給した後, それをオープンに入れ, 乾燥土壌を作製した.

純塩はすり鉢に入れて粉碎され, ①粗粒塩, ②中粒塩, ③細粒塩を作り, 標準ふるい試験により各粉碎塩の粒度分布を調べた. その後, 各粉碎塩を先述の乾燥土壌上に均一に散布し, その土壌表面から高さ0.7m, 側面内壁から0.1mの位置に取り付けたヒートランプ(東芝製赤外線家畜用電球: 150W×4基)を照射した. アルベド $al$ は土壌表面中央から上方0.18mに設置した短波放射計(プリード製)により求めた. なお,  $al$ 測定は散布塩量 $M_{salt}$ を変えて行われた.

また, 土壌トレイ底面から塩水を供給し, 粉碎塩と同じようにヒートランプで土壌を乾燥させて生じた析出塩量 $M_{crystal}$ と $al$ の関係も調べた.

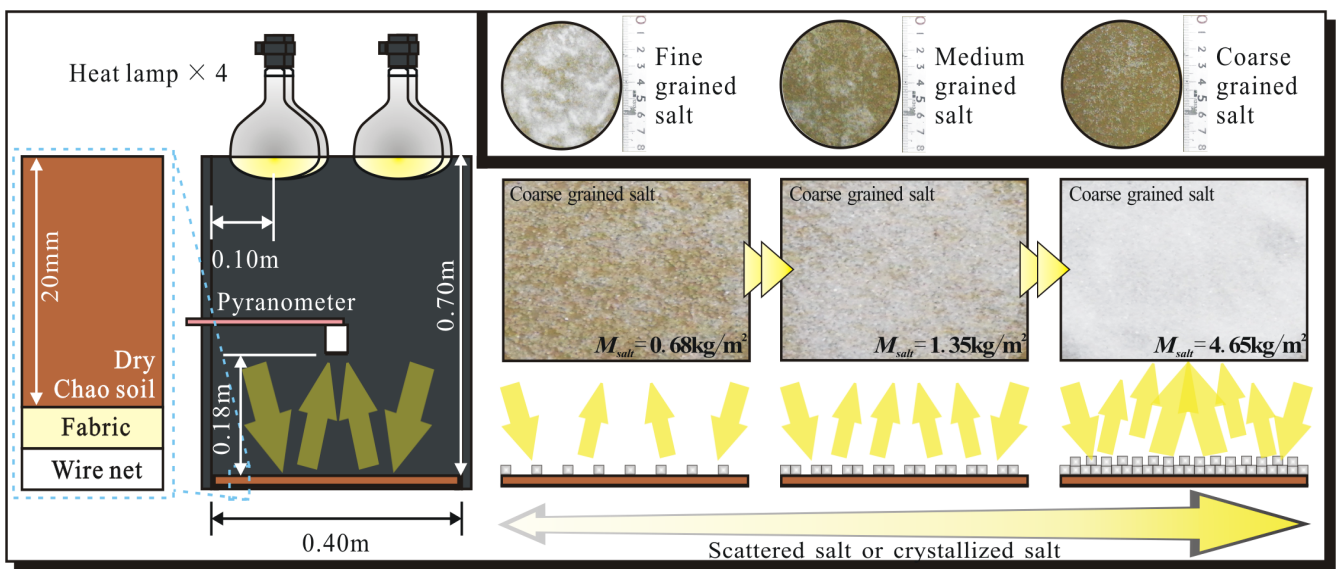


図-1 アルベド実験概要

### 3. 実験結果

図-2は、標準ふるい試験により得られた粗粒塩、中粒塩および細粒塩の粒径加積曲線を示す。粗粒塩、中粒塩および細粒塩の平均粒径  $D_{50}$  (および有効径  $D_{10}$ ) は、それぞれ0.59mm (0.47mm), 0.46mm (0.18mm) および 0.25mm であった。なお、細分類三角座標分類に従うと、粗粒塩および中粒塩は砂に、細粒塩は細粒分混じり砂に相当する。

図-3は、アルベド  $al$  と散布塩量  $M_{salt}$  および析出塩量  $M_{crystal}$  の関係を示す。同じ  $M_{salt}$  でも、粒径が細かい程、散布塩の  $al$  は高い傾向にある。 $al$  と  $M_{salt}$  の関係は粒径に依らず、 $M_{salt}$  の増大に伴い  $al$  は急増し、 $al$  の増加率は  $M_{salt}$  が増えるとともに低下する。この傾向は細粒塩で顕著となる。なお、いずれの散布塩も  $M_{salt}$  が増加すると概ね  $al=0.8$  に漸近するように思われる。

一方、 $al$  と  $M_{crystal}$  の関係は中粒塩のそれとほぼ一致する。また、粒径の違いに関わらず、 $al$  と  $M_{salt}$  の関係は、図-3中の実線で示すように以下の式で表される。

$$al = 0.80 - 0.47e^{-\alpha M_{salt}} \quad (1)$$

ここに  $\alpha$  は係数であり、粗粒塩、中粒塩および細粒塩の  $\alpha$  はそれぞれ、-0.24, -0.61 および -1.85 であった。

図-4は、平均粒径  $D_{50}$  と式(1)中の係数  $\alpha$  の関係を示す。本実験の範囲内において  $\alpha$  は、 $D_{50}$  の増加に伴い線形的に増大し、式(2)のように表される。

$$\alpha = 4.82D_{50} - 2.99 \quad (2)$$

### 4. おわりに

本研究では、ボックス法により析出塩(または散布塩)量および塩の粒径がアルベドに及ぼす影響を調べた。その結果、アルベドは同じ散布塩量であっても細粒塩、中粒塩、粗粒塩の順に(粒径が小さくなるに連れて)高くなり、いずれの塩でも散布塩量の増加に伴い指数関数的に増加することが分った。また、析出塩量とアルベドの関係は、中粒塩のそれとほぼ同じになることが示された。

### 謝辞

本研究は、財団法人 防災研究協会 平成23年度 若手研究者研究助成(代表: 寺崎寛章)を受けて行われた。ここに記して謝意を表す。

### 参考文献

1) 公益社団法人 日本都市計画学会 編集委員会: 東日本大震災 被害状況と復旧・復興の動き, 都市計画, Vol. 60, No. 3, pp. 17-22, 2011.

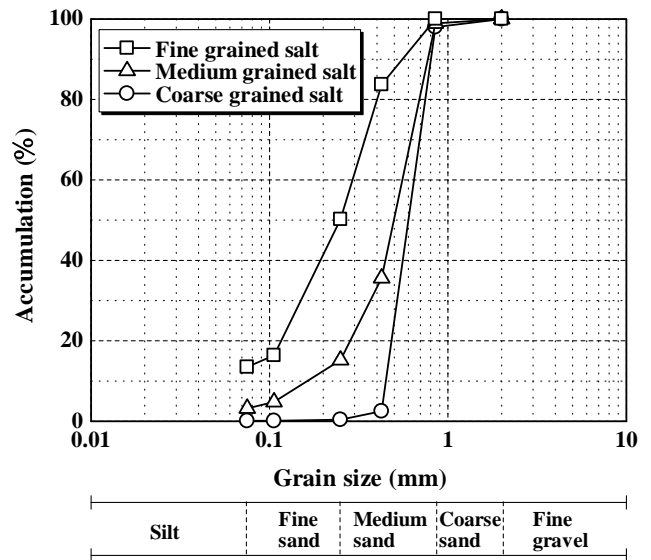


図-2 散布塩量の粒径加積曲線

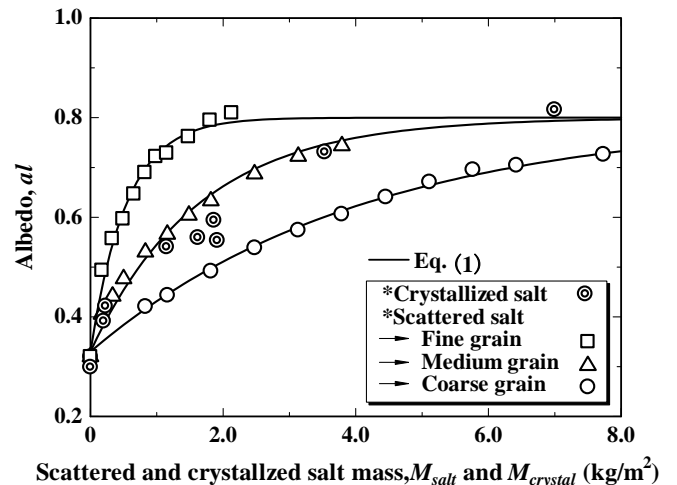


図-3 アルベドと散布塩量および析出塩量の関係

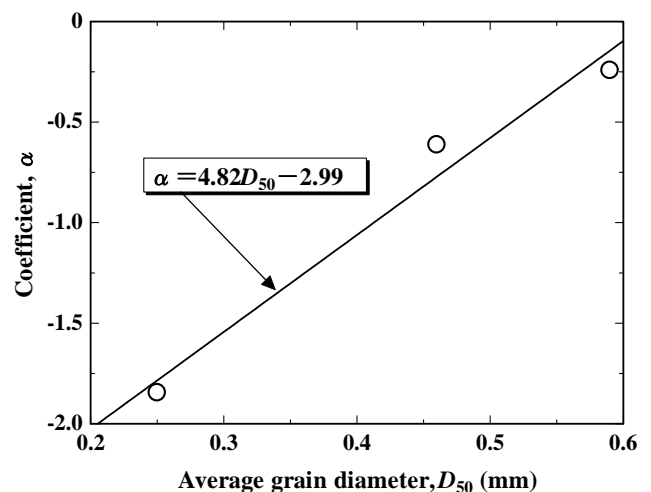


図-4 平均粒径と式(1)中の係数  $\alpha$  の関係

2) 草間政寛, 寺崎寛章, 福原輝幸: 体積含水率および析出塩量を考慮したアルベド予測モデル, 水工学論文集, Vol. 56, pp. 1771-1776, 2012.