技術紹介

木材チップ塩成土壌改良工法

Sugimoto Hideo
㈱大林組　杉本　英夫

1. はじめに

大林組は、石油汚染土のバイオレメディエーションや建設発生土の緑化利用、沙漠の緑化技術など様々な技術を開発し、環境改善の事業に取り組んできた。このたび、そのノウハウを東日本大震災の被災地の復興に役立てるため、被災木材を利用する木材チップ塩成土壌改良工法を開発した。

工法は、雨水を利用するため、農業用水が得られない条件で除塩作業を進められる。ここでは、工法の概要と被災農地で効果を実証した成果を紹介する。

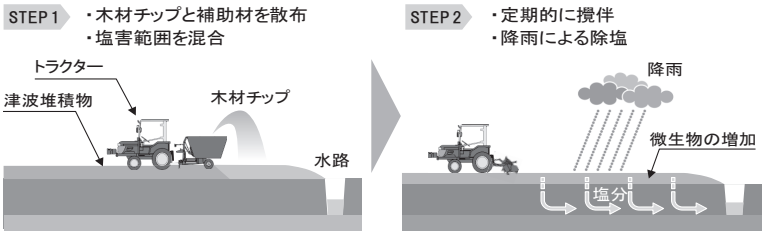
2. 木材チップ塩成土壌改良工法とは

(1) 概要

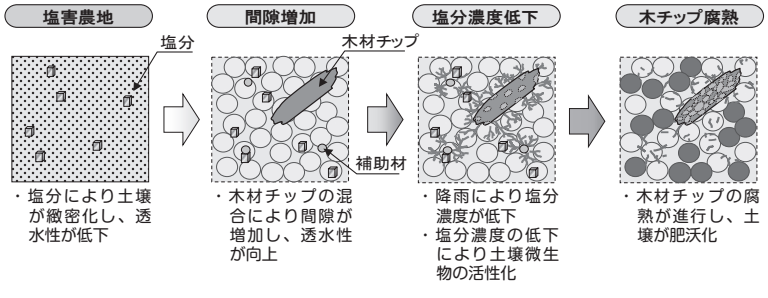
木材チップを津波堆積物と混合し、土壌中に間隙をつくることで透水性を高める。雨水が土壌に浸透し、塩分は濃度が下がると共に流れやすくなる。時間の経過と共に、塩分などが減少する。そして、微生物が活性化して、木材チップが腐熟し土壌に還元され、土壌が肥沃化する。除塩の効率を高めるため、土壌を定期的に耕うんする。そして、塩分を含む水を速やかに農地から排水するため、農地の周囲に開渠を設けて、耕うん後に畝立てをして、開渠に水が流れやすい状態を保つ。土壌の条件によっては、土壌改良材を混合する、または弾丸暗渠を設けるなど補助対策も行う。作業イメージと除塩過程の状況を図―1と図―2に示す。

(2) 特徴

特徴は、①経済性に優れ、②方法は簡易で、③環境負荷の軽減である。①については、雨水を利用するために農業用水が不要で、除塩資材のコストダウンが図れる。さらに、潅がい施設の復旧を待たずに早期着手が可能である。②については、トラクターなどの一般的な農耕機械を使用するため、農家が自ら作業できる。③については、木材チップは、地域の自然材料で、土壌に混ぜても安全性が保たれる。樹皮などを除くことで、海水を浴びた流木などを利用できるため、被災木材もリサイクルできる。除塩作業で濁水などの発生はなく、流域への環境負荷も小さくできる。



図―1　作業イメージ



図―2　除塩過程

3. 実証試験

(1) 土壌性状

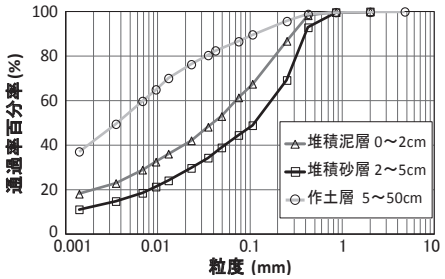
実証試験は、宮城県岩沼市早股地区の水田で

行った。海岸から2㎞内陸にあるが、数mの津波をかぶった場所である。被災から8カ月経っても、雨が降れば水が溜まる状態であった。平成23年11月16日に行った土壌断面調査では、津波で運ばれた堆積層は厚さ5㎝あり、地表面には塩類の結晶を確認した。分析は、堆積泥層0～2㎝、堆積砂層2～5㎝、作土層5～50㎝から採取した試料を用いて、物理性・化学性、粘土鉱物の同定、分散凝集性などを調べた。その結果を表―1、図―3に示す。

堆積層の土は、EC6・9dS／m、水溶性ナトリウムイオン1g／ℓ、水溶性塩化物イオン2・5g／ℓと、高濃度の塩分を含んでいた。これは、地力増進法の普通畑土壌の改善目標値EC0・1～0・2dS／mを大きく超えており、塩害が発生する状態であった。さらに、粘土鉱物のスメクタイトを含み、ESP（交換性ナトリウム率）が堆積層および作土層ともに塩類土壌の指標値の15％以上で、多量の交換性ナトリウムが土に吸着しているため、除塩が難しい状態と考えられた。

表―1　物理性・化学性

採取深度			0～2cm	2～5cm	5～50cm
分析項目		単位	堆積泥層	堆積砂層	作土層
含水比		－	0.30	0.29	0.60
真比重		－	2.67	2.66	2.62
粒形	砂	%	39	56	13
	シルト		35	28	30
	粘土		26	17	57
50%粒径		mm	0.04	0.111	0.003
強熱減量		%	6	5	8
全炭素			0.8	1.0	1.9
全窒素			0.07	0.08	0.17
全硫黄			0.06	0.05	0.13
pH		－	6.6	4.9	4.5
EC(電気伝導度)		dS/m	6.9	1.1	1.9
水溶性ｲｵﾝ（土：水=1：5）	Na^+	g/L	1.0	0.3	0.5
	K^+		0.04	0.01	0.01
	Ca^{2+}		0.3	0.0	0.1
	Mg^{2+}		0.2	0.0	0.1
	Cl^-		2.5	0.6	1.1
	SO_4^{2-}		0.2	0.1	0.1
	NO_3^-		＜0.0001	0.009	0.003
交換性陽ｲｵﾝ	Ca^{2+}	$cmol_c/kg$	12	5	9
	Mg^{2+}		5.6	3.0	5.3
	K^+		1.0	0.6	0.8
	Na^+		5.8	2.5	4.4
CEC(陽ｲｵﾝ交換容量)			16.2	11.5	23.6
ESP(交換性ナトリウム率)		%	36	22	19

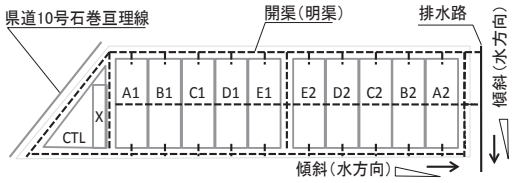


図―3　粒径加積曲線

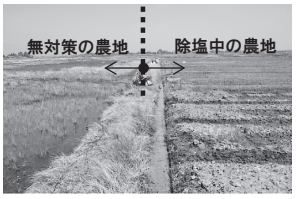
表―2　試験区の設定

条件 試験区	耕うん	耕うん畝立	木材チップ	堆肥（木質）	改良材 SuPh	改良材 Gyp	炭酸ｶﾙｼｳﾑ	暗渠
CTL								
X							○	
A1	○							
A2		○						
B1		○	○					
B2		○		○				
C1		○			○			
C2		○				○		
D1		○	○		○			
D2		○	○			○		
E1		○	○		○			○
E2		○	○			○		○

※ CTL（Control，コントロール 未処理）



図―4　試験区の配置



写真―2　試験開始3カ月の状況

写真―1　混合作業

（2）試験条件

試験面積は2500㎡で、排水を促すため、試験区の外周に深さ30㎝の開渠を設けた。木材チップの効果を調べるため、1区画200㎡の試験区A1～E2に加え、比較用の炭酸カルシウムおよび未処理区を設けた。試験条件を表―2と図―4に示す。

（3）作業状況

木材は、津波の影響で立ち枯れた、海岸林のマツの原木を利用した。農地に利用するため、薬害などの懸念がないものを選んだ。マツは樹皮を除いた幹を破砕し、2インチのフルイを通して粒形を整えたものを使用した。木材チップは、トラクターによる混合を行うため、散布量を1㎡あたり10ℓとした。耕うんの深度は15㎝で、津波の堆積層と作土層も一緒に混ぜた。作業は平成23年4月19日～20日の2日間で終えた。混合作業を写真―1、開始3カ月後の状況を写真―2に示す。

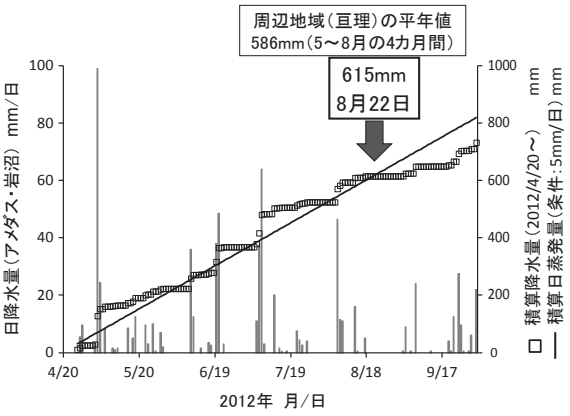
（4）試験結果

土壌の塩分濃度は、試験を開始して4カ月後に除塩事業が必要のないレベルになった。塩化物イオン濃度は、全ての試験区で0・05％（50㎎／100g）以下を示した。除塩対象となる土壌基準値は、水田0・1％以上、畑0・05％以上である。この時までに降った雨量の積算値は615㎜になった。この値は、試験地周辺の雨量、5月～8月の4カ月間の平年値586㎜と同程度のため、異常な雨量ではなかった。また、土壌改良条件を比較するため、ECと最大ESPを調べた。ECおよびESPの減少比は、耕うんだけの条件より木材チップを混ぜた方が大きいため、木材チップによる除塩の

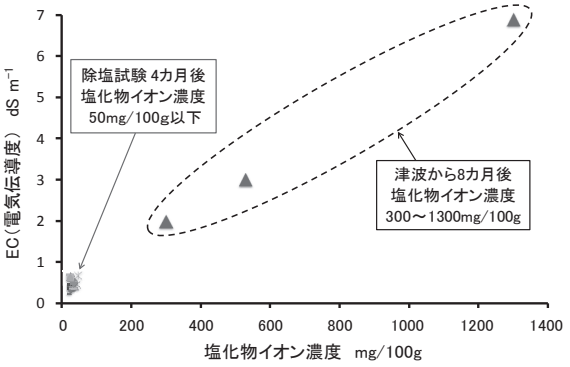
促進効果が確認できた。また、カルシウムを含む土壌改良材は、土壌に吸着したナトリウムイオンを減らす効果があり、木材チップと組み合わせることで相乗効果を期待できることも分かった。試験期間の雨量を図―5、塩化物イオン濃度とECを図―6、土壌改良条件の比較を図―7に示す。

(5) 植物栽培

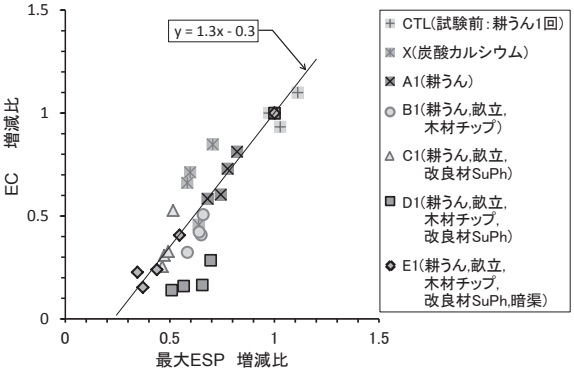
除塩が終了した後にアブラナ科の菜種（キザキノナタネ）を使って植物栽培を行った。2012年10月に播種し、2013年4月に花が咲き、7月に無事に収穫できた。収量は、平均的な10aあたり200kg以上であった。工法による土壌改良の効果で、畑作物に適する土壌になったことを確認できた。栽培開始7カ月後状況を写真―3に示す。



図―5　試験期間の雨量



図―6　塩化物イオン濃度と EC



図―7　EC と ESP の増減比

写真―3　栽培開始
7カ月後の状況

4. おわりに

木材チップ塩成土壌改良工法は、実証試験によって、塩害農地の有効な対策技術になることを検証できた。この工法は、雨水を使い、農家が保有するトラクターなどの農業機械で作業を進められるため、農業用水が得られない場所や潅水システムが破壊された状態から利用できる。そして、除塩直後から植物栽培することで、早期の営農再開にも役立つことが期待できる。東日本大震災で津波被害を受けた農地は、海水や泥などで覆われ、塩害が発生する状態になった。現地では、一刻も早く復旧するため、農業用水を利用した除塩事業が進められている。震災廃棄物の撤去や、除塩の効率を高めるために、津波堆積土の剥ぎ取りを行った後、農業用水が使えるようになるまで「待機時間」がある。また、地盤沈下の影響で、塩水くさびの侵入や、地下水の塩分濃度が上昇している場合があり、農業用水が塩水化する地域もある。このような場所にこの工法を適用すれば、除塩事業を効率的に進め、かつ様々な塩害のリスク対策にも役立つと考える。

今後も当技術の改善・改良に努め、広く普及させてゆくことで、自然と調和した持続的な社会の実現に微力ながら取り組んでいきたい。

（参考資料）
杉本英夫・三好悟：木材チップ塩成土壌改良工法による塩害農地の土壌修復の実証試験、大林組技術研究所報 No.77（2013）

㈱大林組　技術本部　技術研究所
環境技術研究部　主任研究員